تغير المناخ ٢٠٠١

التقرير التجميعي



مساهمة الأفرقة العاملة الثلاثة في تقرير التقييم الثالث
للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

WMO

UNEP

تغير المناخ ٢٠٠١:
التقرير التجميعي

تغير المناخ ٢٠٠١: التقرير التجميعي يشكل المجلد الرابع من تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وهو يتألف من التقرير التجميعي نفسه ومن الملخصات لصانعي السياسات والملخصات الفنية لمجلدات الأفرقة العاملة الثلاثة التابعة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، والمرفقات المساندة.

وتحاول تقييمات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الإجابة عن مثل هذه الأسئلة العامة:

- هل تغير مناخ الأرض من جراء الأنشطة البشرية؟
- ما هي الطرق التي من المقدر أن يتغير بها المناخ في المستقبل؟
- ما هو مدى سرعة تأثر الزراعة وإمدادات المياه والنظم الايكولوجية والبنية الأساسية الساحلية وصحة الإنسان بمختلف مستويات التغير في المناخ ومستوى سطح البحر؟
- ما هي الإمكانية التقنية والاقتصادية والسوقية لخيارات التكيف مع تغير المناخ أو خفض انبعاثات الغازات التي تؤثر على المناخ؟

وتغير المناخ ٢٠٠١: التقرير التجميعي يوفر خلاصة تجميعية ومتكاملة من المعلومات الواردة في تقرير التقييم الثالث ذات الصلة بالسياسة العامة ولكنها ليست محددة لها، وهو يستند إلى جميع ما سبق قبوله واعتماده من تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التي تتصدى لطائفة عريضة من الأسئلة الرئيسية المتصلة بالسياسة العامة. ولهذا السبب، فهو مفيد بصفة خاصة لصانعي السياسات والباحثين، وباعتباره كتابا دراسيا رئيسيا أو تكميليا لدورات الدراسات البيئية والأرصاد الجوية وعلم المناخ وعلم الأحياء وعلم البيئة وكيمياء الغلاف الجوي.

تغير المناخ ٢٠٠١:
التقرير التجميعي

حرره

روبرت ت. واطسون

البنك الدولي

فريق الكتابة الأساسي

دانيال ل. ألبريتون، وتيري باركر، وإيغور أ. باشماكوف، وأوسفالدو كانزياني، ورينيت كرايست، وأولريتش كوباش، وأوغونليد ديفدسون، وحبيبه غيتاي، وديفيد غريغز، وجون هوتن، وجوانا هاوس، زيبغنيو كوندزيوكس، وموراري لال، ونيل ليري، وكريستوفر ماغادزا، وجيمس ج. ماكارثي، وجون ف.ب. ميتشيل، وخوسيه روبيرتو موريرا، وموهان موناسينغي، وآيان نوبل، وراجيندرا باشوري، وباري بيتوك، ومايكل براذر، وريتشارد ج.ريتشيلز، وجون ب.روبنسون، وجايات ساثايي، وستيفن شنايدر، وروبرت شولز، وتوماس ستوكر، ناراسيمان ساندارارامان، وروب سوارت، وتوميرو تانيغوشي، و د.زو.

جميع المؤلفين في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

فريق التحرير

ديفيد ج.دوكين، وماريا نوغير، وبول فان دير لیندن، وكاثي جونسون، وجياوا بان، وستوديو التصميمات التابع لقاعدة بيانات معلومات الموارد العالمية "GRID Arendal."

مساهمة الأفرقة العاملة الثلاثة في تقرير التقييم الثالث
للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

© جميع الحقوق محفوظة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠١

جميع حقوق النسخ محفوظة. وبمقتضى الاستثناء القانوني وأحكام اتفاقات التراخيص الجماعية ذات الصلة،
الطبعة الأولى عام ٢٠٠١

تنضيد النسخة العربية : مؤسسة مفهوم A Concept mafhoum http://www.mafhoum.com
المهندس المسؤول : علي شري

البيانات المرجعية للمجلد

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠١: تغير المناخ ٢٠٠١: التقرير التجميعي. مساهمة الأفرقة العاملة الثلاثة في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ر.ت.واطسون، وفريق الكتابة الأساسي (محررون)].

صورة الغلاف

الوسط: الأرض-إسقاط متمركز فوق آسيا- كما يراها مقياس الإشعاعية الطيفية المعتدل الاستبانة على متن الساتل EOS-Terra التابع للإدارة القومية للطيران والفضاء. تم تجميع بيانات سطح اليابسة مكانيا عند ١ كم وزمانيا خلال مايو/أيار ويونيو/حزيران ٢٠٠١؛ وطبقة السحب من بيانات الاستشعار للسواتل EOS-Terra و GOES ٨/١٠ و ٥-GMS و ٥/٧ Meteosat ؛ وتكونت بيانات الجليد البحري خلال مدة امتدت ٨ أيام باستخدام بيانات مقياس الإشعاعية الطيفية؛ وتعلوها بيانات تضاريس المسح الجيولوجي للولايات المتحدة الأمريكية لتصور الأرض. والصورة لريتو ستوخلي من مؤسسة نظم وتطبيقات العلم، ومعمل التصور والتحليل بمركز غودارد للطيران في الفضاء التابع لإدارة القومية للطيران والفضاء.

اليمين: دلتا لينا بجمهورية ساخا (ياكوتيا) روسيا، في منظرين التقطهما الساتل لاند سات-٧ وقت الظهيرة في ٢٧ يوليو/تموز ٢٠٠٠. وأعد الصورة هيئة الخرائط النرويجية وقاعدة بيانات معلومات الموارد العالمية في آريندال واستمدت مجموعة الألوان من قنوات الإشعاع فوق الأحمر لتحقيق "ألوان طبيعية" لمختلف عناصر المنظر.

الجزء السفلي جهة اليسار: "مياه وحيدة الاتجاه" (تايلاند). قدم هذه الصورة الفوتوغرافية توفام/برنامج الأمم المتحدة للبيئة/ وارانون شاتشاوانتيباكورن.

الجزء العلوي جهة اليسار: "بحثا عن الماء" (الهند). قدم هذه الصورة الفوتوغرافية توفام/برنامج الأمم المتحدة للبيئة/ ب.ك.دي.

تغير المناخ ٢٠٠١:
التقرير التجميعي

المحتويات

تصدير vii
تمهيد ix
ملخص لصانعي السياسات ١

التقرير التجميعي ٤٠
السؤال ١ ٤١
السؤال ٢ ٤٧
السؤال ٣ ٦٣
السؤال ٤ ٨٧
السؤال ٥ ٩٥
السؤال ٦ ١٠٨
السؤال ٧ ١١٨
السؤال ٨ ١٣٨
السؤال ٩ ١٥٢

ملخصات الأفرقة العاملة
الفريق العامل الأول: الأساس العلمي ه-١
الفريق العامل الثاني: التأثيرات والتكيف وسرعة التأثر و-١
الفريق العامل الثالث: التخفيف ي-١

المرفقات ١٦٦
ألف-المؤلفون والمراجعون الخبراء ١٦٧
باء-معجم المصطلحات ١٧٩
جيم-المختصرات والوحدات ٢١١
دال-الأسئلة العلمية والفنية والاجتماعية الاقتصادية التي اختارتها الهيئة ٢١٥
هاء-قائمة التقارير الرئيسية التي أصدرتها
الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ٢١٧

تصدير

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ هيئة أنشأتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بالاشتراك مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة في عام ١٩٨٨. وتتمثل اختصاصاتها الحالية فيما يلي:

- تقييم المعلومات المتاحة عن علم تغير المناخ وتأثيرات تغير المناخ واقتصادياته وخيارات تخفيفه و / أو التكيف معه.
- القيام، عند الطلب، بتقديم المشورة العلمية / التقنية / الاجتماعية الاقتصادية إلى مؤتمر الأطراف الأعضاء في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

وأصدرت الهيئة منذ إنشائها سلسلة من تقارير التقييم (١٩٩٠ و١٩٩٥ و٢٠٠١) والتقارير الخاصة والورقات الفنية والدراسات المنهجية، مثل الخطوط التوجيهية لقوائم جرد غازات الدفيئة الوطنية التي أصبحت مراجع قياسية يستخدمها على نطاق واسع صانعو السياسات والعلميون وغيرهم من الخبراء والدارسين.

وهذا التقرير التجميعي يكمل تقرير التقييم الثالث المؤلف من أربعة مجلدات. وهو يتصدى على وجه التحديد للقضايا التي تهم صانعي السياسات في سياق المادة ٢ من الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ، وهي قضايا مثل المدى الذي أثرت به الأنشطة البشرية والذي ستؤثر به في المستقبل على المناخ العالمي وتأثيرات تغير المناخ على النظم الايكولوجية والاجتماعية الاقتصادية وقدرة السياسات القائمة والمقدرة على التصدي لتغير المناخ البشري المنشأ. ويستكشف التقرير بإيجاز طبيعة الارتباط بين عدد من الاتفاقات البيئة المتعددة الأطراف. وهو يعتمد على جهود المئات من الخبراء من كافة مناطق العالم الذين شاركوا في الماضي ويشاركون حاليا في عملية الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وكما هو معتاد في الهيئة اعتمد النجاح في إعداد هذا التقرير أولا وأخيرا على إخلاص وحماس وتعاون الخبراء في كثير من التخصصات المترابطة رغم اختلافها.

ونغتنم هذه الفرصة لنعرب عن امتناننا لجميع من قاموا بتأليف ومراجعة تقارير الهيئة والورقات الفنية وتقرير التقييم الثالث على وجه الخصوص. كما نشكر مكتب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ: الدكتور ساندارارامان، أمين الهيئة والعاملين معه، والعاملين في وحدات الدعم الفني التابعة للأفرقة العاملة الثلاثة. ونعرب عن امتناننا للحكومات والمنظمات التي تسهم في الصندوق الاستئماني للهيئة وتقدم دعمها للخبراء وغير ذلك من أنواع الدعم. وقد نجحت الهيئة نجاحا خاصا في إتاحة الفرصة لعدد كبير من الخبراء من البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية للمشاركة في أعمالها، ويقوم الصندوق الاستئماني بتقديم المساعدة المالية التي تمكنهم من السفر لحضور اجتماعات الهيئة.

ونشكر رئيس الهيئة الدكتور روبرت ت.واطسون على توجيهه للجهود المبذولة في سبيل الانتهاء من تقرير التقييم الثالث.

غ.أ.ب. أوباسي
الأمين العام
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية

ك.توبفر
المدير التنفيذي
برنامج الأمم المتحدة للبيئة
المدير العام لمكتب الأمم المتحدة في نيروبي

تمهيد

هذا التقرير التجميعي مع ملخصه لصانعي السياسات هو الجزء الرابع والأخير من تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وهو يجمع ويدمج المعلومات التي وافقت عليها الهيئة[أ] و / أو قبلتها لمنفعة صانعي السياسات وغيرهم واستجابة للأسئلة التي حددتها الحكومات ووافقت عليها الهيئة بعد ذلك. ويرمي التقرير إلى مساعدة الحكومات بصورة فردية وجماعية على صياغة استجابات ملائمة للتكيف والتخفيف في مواجهة التهديد الناجم عن تغير المناخ البشري المنشأ.

ويستند التقرير التجميعي بصورة أساسية إلى مساهمات الأفرقة العاملة الثلاثة التابعة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في تقرير التقييم الثالث، ولكنه يستخدم أيضا المعلومات المستمدة من تقييمات الهيئة والتقارير الخاصة والورقات الفنية السابقة. وهو يأتي على شكل سؤال وجواب ويقع في جزأين، هما الملخص لصانعي السياسات ووثيقة أطول تتضمن إجابات موسعة عن كل واحد من الأسئلة المطروحة من قبل الحكومات. وترد في الملخص لصانعي السياسات إشارات مرجعية إلى الفقرات الملائمة في التقرير الأطول، بينما يتضمن التقرير الأطول إشارات مرجعية إلى مصدر المواد التي تستند إليها الإجابات، أي الملخصات لصانعي السياسات والفصول المأخوذة عن مساهمات الأفرقة العاملة التي سبقت الموافقة عليها وقبولها في تقرير التقييم الثالث والتقارير والورقات الفنية السابقة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (أنظر الإطار الخاص برموز المراجع).

وقد قامت الهيئة في دورتها الخامسة عشرة (التي عقدت في سان خوسيه بكوستاريكا في الفترة من ١٥ إلى ١٨ أبريل / نيسان ١٩٩٩) بصياغة إجراءات الموافقة على الملخص لصانعي السياسات واعتماد توازن التقرير التجميعي. وقام فريق من المؤلفين الرئيسيين الذين شاركوا في تقرير التقييم الثالث بإعداد مسودة التقرير التجميعي وملخصه لصانعي السياسات وتقديمها لاستعراضها فنيا في آن واحد من جانب الخبراء والحكومات. وأرسلت المسودات المنقحة إلى الحكومات قبل الموافقة عليها / اعتمادها في الدورة الثامنة عشرة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (التي عقدت في ويمبلي بالمملكة المتحدة في الفترة من ٢٤ إلى ٢٩ سبتمبر / أيلول ٢٠٠١).

ويتألف التقرير التجميعي من تسعة أسئلة متصلة بالسياسة:

- يتناول السؤال ١ الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وهو الهدف المنصوص عليه في المادة ٢ من الاتفاقية (بشأن ما يشكل «تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي») ويتيح إطارا لوضع قضية تغير المناخ في سياق التنمية المستدامة.
- ويقيّم السؤال ٢ ويعزو، حيثما أمكن، التغيرات المرصودة في المناخ والنظم الايكولوجية منذ ما قبل العصر الصناعي.
- ويقيّم السؤالان ٣ و٤ تأثير الانبعاثات المستقبلية لغازات الدفيئة وسلائف الأهباء الكبريتية على المناخ (بدون سياسات محددة للتخفيف من تغير المناخ)، بما في ذلك التغيرات في التقلبية والظواهر المتطرفة وفي النظم الايكولوجية والاجتماعية الاقتصادية.
- ويناقش السؤال ٥ القصور الذاتي في المناخ والنظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية الاقتصادية وآثار ذلك على التخفيف والتكيف.
- ويقيّم السؤال ٦ الآثار القريبة والطويلة الأجل لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي على المناخ والنظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية الاقتصادية.
- ويقيّم السؤال ٧ تكنولوجيات وسياسات وتكاليف الإجراءات القريبة والبعيدة الأجل لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة .
- ويحدد السؤال ٨ التفاعلات بين تغير المناخ والقضايا البيئية الأخرى والتنمية.
- ويوجز السؤال ٩ أقوى الاستنتاجات وأوجه عدم اليقين الرئيسية.

ونغتنم هذه الفرصة لنشكر:

- أعضاء فريق الكتابة الأساسي الذين قاموا بصياغة هذا التقرير وإضفاء اللمسات الأخيرة عليه بعناية وجهد فائقين.
- الأعضاء الآخرين في مكتب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الذين عملوا كمحررين لاستعراض التقرير.
- أعضاء فرق المؤلفين الرئيسيين المنسقين والمؤلفين الرئيسيين التابعين للأفرقة العاملة الذين ساعدوا في إعداد الصياغة الأولية للتقرير.
- رؤساء وحدات الدعم الفني بالأفرقة العاملة الثلاثة والعاملين معهم، ونخص بالشكر ديفيد دوكين وماريا نوغير وبول

[أ] أنظر إجراءات إعداد تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ واستعراضها واعتمادها وقبولها وإقرارها ونشرها على هذا العنوان http://www.ipcc.ch للتعرف على الشروط.

فان دير ليندن على ما قدموه من دعم لوجستي ودعم لأعمال التحرير.

- رئيس مكتب قاعدة بيانات معلومات الموارد العالمية والعاملين معه في آريندال بالنرويج– وبخاصة فيليب ريكاسيويكز– على تعاونهم مع فريق التأليف في وضع الرسومات الواردة في التقرير التجميعي.
- العاملين في أمانة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على ما اضطلعوا به من مهام إدارية لا تعد ولا تحصى.

وقد نشر هنا التقرير التجميعي مع ملخصه لصانعي السياسات في مجلد واحد بالإضافة إلى الملخصات لصانعي السياسات والملخصات الفنية لمساهمات الأفرقة العاملة في تقرير التقييم الثالث، فضلا عن معجم شامل وموحد. ويتاح التقرير التجميعي أيضا باللغات الرسمية الأخرى المستخدمة في الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ، وهي اللغات الإسبانية والإنكليزية والروسية والفرنسية والصينية. كما يتاح التقرير التجميعي كمنشورة مستقلة مثل النشرات المنفصلة المؤلفة من الملخصات لصانعي السياسات والملخصات الفنية والمعاجم المشمولة بتقارير الأفرقة العاملة المعنية. وقد نشر النص الإنكليزي الكامل للمجلدات الأربعة التي تضم تقرير التقييم الثالث في شكل مطبوع أو إلكتروني مع نسخ يمكن البحث فيها على أقراص CD-ROM وعلى هذا العنوان http://www.ipcc.ch .

ر.ت.واطسون
رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

ن.ساندارارامان
أمين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

تقييمات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ المشار إليها في التقرير التجميعي

Qx.x	الفقرة ذات الصلة في التقرير التجميعي الأساسي	SPM	ملخص لصانعي السياسات
WGI TAR	مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث	TS	ملخص فني
WGII TAR	مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث	ES	ملخص تنفيذي
WGIII TAR	مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث	GP	ورقة إرشادية
SRES	التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات	TP	ورقة فنية
SRLULUCF	التقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة		
SRTT	التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والتكنولوجية المتصلة بنقل التكنولوجيا		
SRAGA	التقرير الخاص عن الطيران والغلاف الجوي العالمي		
DES GP	الورقة الإرشادية عن التنمية والإنصاف والاستدامة		
IPCC TP4	الورقة الفنية عن آثار القيود المقترحة على انبعاثات غازات الدفيئة		
IPCC TP3	الورقة الفنية عن تثبيت غازات الدفيئة في الغلاف الجوي: الآثار الفيزيائية والبيولوجية والاجتماعية الاقتصادية		
WGII SAR	مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني		

تغير المناخ ٢٠٠١:
التقرير التجميعي

ملخص لصانعي السياسات

تقييم من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

هذا الملخص، الذي وافقت عليه بالتفصيل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في جلستها العامة الثامنة عشرة (التي عقدت في ويمبلي بالمملكة المتحدة في الفترة من ٢٤ إلى ٢٩ سبتمبر/أيلول ٢٠٠١) يمثل بيان الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الذي تم الاتفاق عليه رسميا بشأن الاستنتاجات وأوجه عدم اليقين الرئيسية الواردة في مساهمات الفريق العامل في تقرير التقييم الثالث.

ويستند هذا الملخص إلى المشروع الذي قام بإعداده:

روبرت ت. واطسون، ودانيال ل. ألبريتون، وتيري باركر، وإيغور أ. باشماكوف، وأوسفالدو كانزياني، ورينيت كرايست، وأولريتش كوباش، وأوغوندال ديفيدسون، وحبيبه غيتاي، وديفيد غريغز، وجون هوتن، وجوانا هاوس، زيبغنيو كوندزيزكس، ومواري لال، ونيب ليري، وكريستوفر ماغادزا، وجيمس ج. ماكارثي، وجون ف.ب. ميتشيل، وجوز روبيرتو موريرا، وموهان موناسينغي، وآيان نوبل، وراجيندرا باشوري، وباري بيتوك، ومايكل براذر، وريتشارد ج.ريشيلز، وجون ب.روبنسون، وجايات ساثايي، وستيفن شنايدر، وروبرت شولز، وتوماس ستوكر، ناراسيمان ساندرامان، وروب سورت، وتورميرو تانيغوشي، و د.زو، وكثير من المؤلفين والمراجعين في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

مقدمة

وفقا لقرار اتخذته الدورة الثالثة عشرة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (التي عقدت في ملديف في ٢٢ و ٢٥ إلى ٢٨ سبتمبر / أيلول ١٩٩٧) والقرارات اللاحقة الأخرى، قررت الهيئة ما يلي:

. إدراج تقرير تجميعي كجزء من تقريرها التقييمي الثالث
. أن يوفر التقرير التجميعي خلاصة تجميعية متصلة بالسياسات وليست محددة لها وأن يشمل المعلومات الواردة في تقرير التقييم الثالث مع الاعتماد كذلك على جميع تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التي سبق إقرارها وقبولها، وهي التقارير التي تتصدى لطائفة عريضة من الأسئلة الرئيسية المتصلة بالسياسات ولكنها ليست محددة لها
. أن يتم وضع الأسئلة بالتشاور مع مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

واستندت الأسئلة التسعة التالية إلى بلاغات مقدمة من الحكومات ووافقت عليها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في جلستها الخامسة عشرة (التي عقدت في سان خوسيه بكوستاريكا في الفترة من ١٥ إلى ١٨ أبريل / نيسان ١٩٩٩).

السؤال ١

السؤال ١

ما هو الدور الذي يمكن أن تسهم به التحليلات العلمية والتقنية والاقتصادية-الاجتماعية في تحديد العناصر التي تشكل تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي على النحو المشار إليه في المادة ٢ من الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ؟

الفقرة ١ من السؤال ١

يمكن للعلوم الطبيعية والتقنية والاجتماعية أن توفر المعلومات والأدلة الأساسية المطلوبة للبت فيما يشكل "تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي." وفي الوقت نفسه، تعد هذه القرارات أحكاما تقديرية يتم التوصل إليها من خلال عمليات اجتماعية-سياسية، مع إيلاء الاعتبار إلى أمور، مثل التنمية والإنصاف والاستدامة، فضلا عن أوجه عدم اليقين والمخاطرة.

الفقرة ٢ من السؤال ١

وتتفاوت الأسس التي يستند إليها تحديد ما يشكل "تدخلا خطيرا من جانب الإنسان" بين المناطق تبعا للطبيعة المحلية والعواقب الناجمة عن تأثيرات تغير المناخ على السواء، وكذلك على ما هو متاح من قدرة على التكيف مع تغير المناخ - وتتوقف على القدرة على التخفيف من الآثار، نظرا للأهمية التي يتسم بها حجم ومعدل التغير على السواء. ولا توجد أفضل مجموعة من السياسات الممكن تطبيقها عالميا، ولكن من المهم النظر في القوة التي تتسم بها مختلف تدابير السياسة التي يتم اتخاذها في صدد مجموعة من العوالم المستقبلية والدرجة التي يمكن بها دمج هذه السياسات المناخية في السياسات الأوسع للتنمية المستدامة.

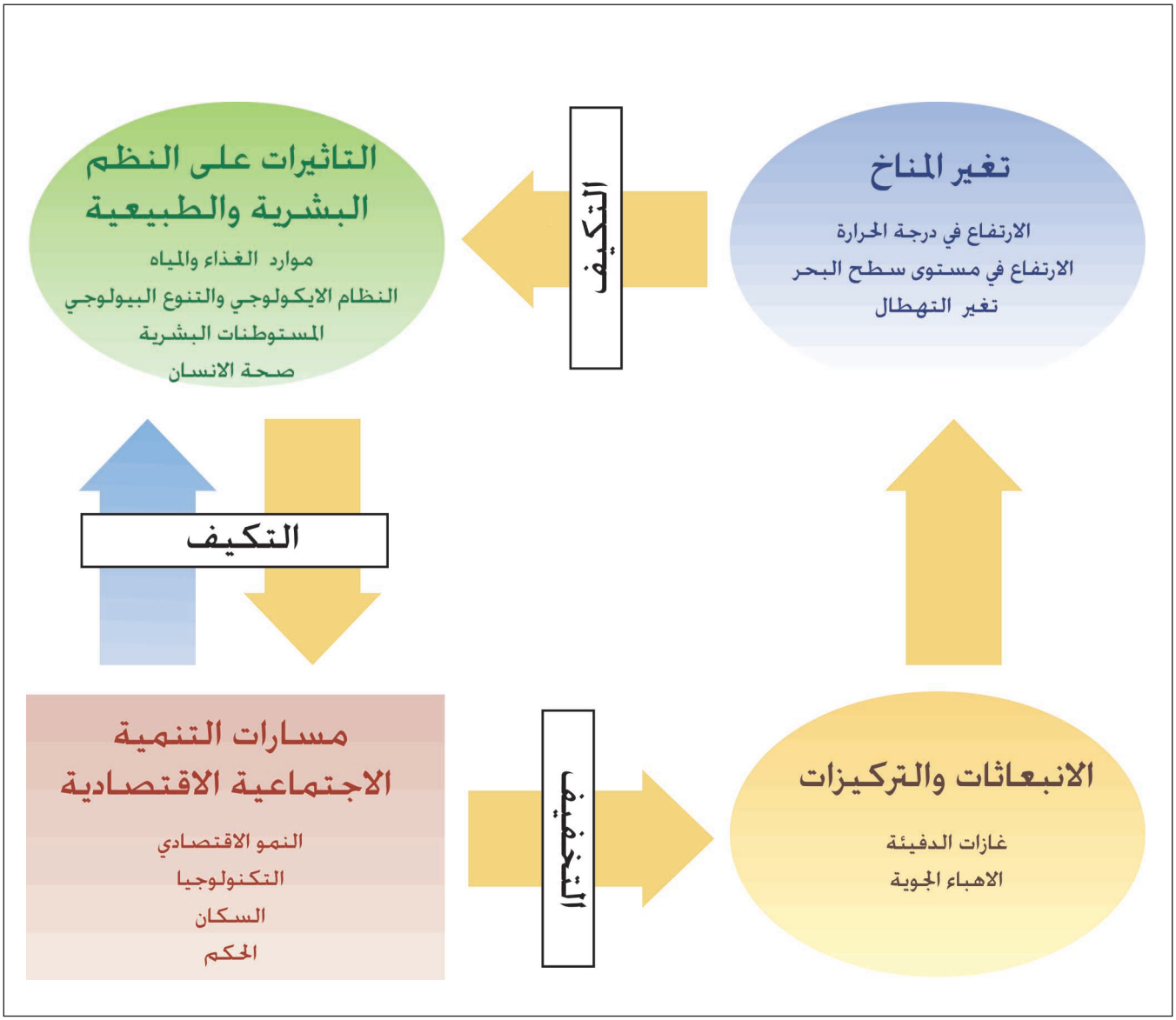
الفقرات ٣ إلى ٦ من السؤال ١

ويوفر تقرير التقييم الثالث تقييما للمعلومات والأدلة العلمية الجديدة باعتبارها إحدى المدخلات التي يستفيد منها صانعو السياسات في تحديد ما يشكل تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي. وهو أولا يوفر تقديرات جديدة بشأن التركيزات المستقبلية لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي والأنماط العالمية والإقليمية للتغيرات ومعدلات التغير في درجة الحرارة والتهطال ومستوى سطح البحر والتغيرات في الظواهر المناخية المتطرفة. وثانيا، يقدم التقرير تقييما للتأثيرات الفيزيائية الأحيائية لتغير

المناخ فيما يتعلق بالأخطار التي تتعرض لها النظم الفريدة والمهددة، وهي أخطار تقترن بظواهر الطقس المتطرفة وتوزيع التأثيرات، والتأثيرات الكلية والتأثيرات الناجمة عن الظواهر الواسعة النطاق والشديدة التأثير. وثالثا، يقدم التقرير تقييما لإمكانية تحقيق طائفة عريضة من مستويات تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي من خلال التخفيف ومن خلال المعلومات عن كيفية تقليل سرعة التأثر عن طريق التكيف.

وينبغي لأي نظرة متكاملة لتغير المناخ أن تنظر إلى ديناميات الدورة الكاملة للأسباب والنتائج المترابطة في كافة القطاعات المعنية (أنظر الشكل ١ في الملخص لصانعي السياسات). ويوفر تقرير التقييم الثالث معلومات وأدلة متصلة بالسياسات فيما يتعلق بكل أرباع الدوائر في الشكل ١ في الملخص لصانعي السياسات. وكانت إحدى الإسهامات الرئيسية الجديدة للتقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات هو استكشاف مسارات بديلة للتنمية وما يتصل بها من انبعاثات غازات الدفيئة واشتمل التقرير على تقييم العمل الأوّلي في مجال الربط بين التكيف والتخفيف ومسارات التنمية. ومع ذلك، لا يحقق تقرير التقييم الثالث تقييما متكاملا تماما لتغير المناخ بسبب عدم اكتمال حالة المعرفة.

الفقرة ٧ من السؤال ١



الشكل ١ في الملخص لصانعي السياسات : تغير المناخ-إطار متكامل. تمثيل مبسط وتخطيطي لإطار تقييمي متكامل بغرض دراسة تغير المناخ البشري المنشأ. وتبين الأسهم الصفراء دورة الأسباب والتأثيرات بين الأرباع الأربعة الموضحة في الشكل، بينما يشير السهم الأزرق إلى الاستجابة المجتمعية لتأثيرات تغير المناخ. أنظر التعليق على الشكل ١-١ لوصف مطول عن هذا الإطار.

وصنع القرارات فيما يتعلق بتغير المناخ هو في الأساس عملية متتابعة تتم في ظل عدم يقين عام. ويتعين أن يتعامل صنع القرار مع أوجه عدم اليقين، بما في ذلك خطر التغيرات غير الخطية و / أو التغيرات التي لا يمكن التخلص منها، وهو يستلزم موازنة مخاطر الإجراءات غير الكافية أو المفرطة، وينطوي على النظر بدقة في النتائج (البيئية والاقتصادية على السواء) واحتمالاتها وموقف المجتمع إزاءها.

الفقرة ٨ من السؤال ١

وتمثل قضية تغير المناخ جزءا من التحدي الأكبر الذي تفرضه التنمية المستدامة. ونتيجة لذلك، يمكن أن تتسم السياسات المناخية بفعالية أكبر عند دمجها بصورة متسقة في استراتيجيات أوسع ترمي إلى تحقيق مزيد من الاستدامة في مسارات التنمية الوطنية والإقليمية. ويحدث ذلك لأن تأثير تقلبية وتغير المناخ، واستجابات السياسة المناخية وما يقترن بذلك من تنمية اجتماعية–اقتصادية، سوف يؤثر على قدرة البلدان على تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ومن ناحية أخرى، فإن السعي نحو تحقيق هذه الأهداف سيؤثر بدوره على فرص ونجاح السياسات المناخية. وبصفة خاصة، سوف تؤثر الخصائص الاجتماعية–الاقتصادية والتكنولوجية التي تتسم بها مختلف مسارات التنمية تأثيرا شديدا على الانبعاثات ومعدل وحجم تغير المناخ وتأثيرات تغير المناخ والقدرة على التكيف والقدرة على التخفيف.

الفقرتان ٩ و ١٠ من السؤال ١

ويقيّم تقرير التقييم الثالث المعلومات المتاحة بشأن توقيت مختلف خيارات التخفيف والتكيف وفرصها وتكلفتها وفوائدها وتأثيراتها. ويشير التقرير إلى وجود فرص متاحة أمام البلدان التي تعمل بمفردها وبالتعاون مع الآخرين لتقليل تكلفة التخفيف والتكيف وللحصول على الفوائد المقترنة بتحقيق التنمية المستدامة.

الفقرة ١١ من السؤال ١

السؤال ٢

السؤال ٢

ما هو الدليل على حدوث تغير في مناخ الأرض منذ ما قبل العصر الصناعي وما هي أسبابه ونتائجه؟

(أ) هل تغير مناخ الأرض منذ ما قبل العصر الصناعي على النطاق الإقليمي و/أو العالمي؟ وإذا كان الأمر كذلك، فما هو الجزء، إن وجد، للتغيرات المرصودة الذي يمكن أن يُعزى إلى التأثير البشري وما هو الجزء، إن وجد، الذي يمكن أن يعزى إلى الظواهر الطبيعية؟ وما هو الأساس الذي يستند إليه هذا العزو؟
(ب) ماذا تعرف عن النتائج البيئية والاجتماعية والاقتصادية للتغيرات المناخية منذ ما قبل العصر الصناعي، مع التشديد على الأعوام الخمسين الأخيرة؟

من الواضح أن النظام المناخي للأرض قد تغير على النطاقين العالمي والإقليمي على السواء منذ ما قبل العصر الصناعي. ويمكن عزو بعض هذه التغيرات إلى الأنشطة البشرية.

الفقرة ٢ من السؤال ٢

وأدت الأنشطة البشرية إلى زيادة تركيزات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في الغلاف الجوي منذ ما قبل العصر الصناعي. وبلغت تركيزات غازات الدفيئة الرئيسية (مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز وأوزون التروبوسفير) أعلى معدلاتها المسجلة في حقبة التسعينات، وذلك أساسا من جراء احتراق الوقود الأحفوري ومن الزراعة والتغيرات في استخدام الأراضي (أنظر الجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات). والتأثير الإشعاعي الناجم عن غازات الدفيئة البشرية المنشأ إيجابي مع وجود قدر ضئيل من عدم اليقين، وأما التأثير الإشعاعي الناتج عن التأثيرات المباشرة للأهباء الجوية فهو سلبي وأصغر، بينما قد يكون التأثير السلبي الناجم عن التأثيرات غير المباشرة للأهباء على السحب كبيرا ولكن لا يتم قياسه كميا بصورة دقيقة.

الفقرتان ٤ و٥ من السؤال ٢

وهناك مجموعة متزايدة من الرصدات التي تعطي صورة جماعية عن عالم آخذ في الاحترار وغير ذلك من التغيرات في النظام المناخي (أنظر الجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات) الفقرة ٦ من السؤال ٢

وعلى الصعيد العالمي، من المرجح جدا أن التسعينات كانت أشد العقود احترارا وأن عام ١٩٩٨ كان أشد الأعوام احترارا في فترة التسجيل باستخدام الأجهزة (١٨٦١-٢٠٠٠) (أنظر الإطار ١ في الملخص لصانعي السياسات). ومن المرجح أن الارتفاع في درجة الحرارة السطحية خلال القرن العشرين في نصف الكرة الأرضية الشمالي كان أعلى من الارتفاع في درجة الحرارة السطحية في أي قرن آخر خلال الألف سنة الماضية (أنظر الجدول١ من الملخص لصانعي السياسات). ولا تتاح معلومات كافية قبل عام ١٨٦٠ في نصف الكرة الجنوبي لمقارنة الاحترار الذي حدث مؤخرا مع التغيرات خلال الألف سنة الماضية. ولم تكن التغيرات في درجة الحرارة متسقة عالميا ولكنها تفاوتت بتفاوت المناطق وفي مختلف الأجزاء السفلى من الغلاف الجوي. الفقرة ٧ من السؤال ٢

وهناك أدلة جديدة وقوية على إمكانية عزو معظم الاحترار المرصود خلال السنوات الخمسين الماضية إلى الأنشطة البشرية. وتتوصل دراسات الكشف والعزو باتساق إلى أدلة على وجود إشارة بشرية المنشأ في السجل المناخي الخاص بالخمس والثلاثين إلى الخمسين سنة الماضية. وتشمل هذه الدراسات أوجه الفقرات ٩ إلى ١١من السؤال ٢

الجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات	التغيرات في الغلاف الجوي للأرض وفي المناخ والنظام الأحيائي الفيزيائي خلال القرن العشرين [أ]
المؤشر	
التغيرات المرصودة	
تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي	تراوح بين ٢٨٠ جزءا في المليون للأعوام من ١٠٠٠ إلى ١٧٥٠ و ٣٦٨ جزءا في المليون في عام ٢٠٠٠ (بزيادة ٣١ ± ٤ ٪)
تبادل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الحيوي الأرضي	مصدر تراكمي بنحو ٣٠ جيغا طن من الكربون بين عامي ١٨٠٠ و٢٠٠٠، وبالوعة صافية بنحو٧ ± ١٤ جيغا طن من الكربون خلال التسعينات.
تركيزات الميثان في الغلاف الجوي	٧٠٠ جزء في البليون للفترة من ١٠٠٠ إلى ١٧٥٠ و ١٧٥٠ جزءا في البليون في عام ٢٠٠٠ (بزيادة ١٥ ± ١٢٥ ٪).
تركيزات أكسيد النيتروز في الغلاف الجوي	٢٧٠ جزءا في البليون للفترة ١٠٠٠-١٧٥٠ و ٣١٦ جزءا في البليون في عام ٢٠٠٠ (بزيادة ٥ ± ١٧٪).
تركيزات أوزون التروبوسفير	تزايدت بنسبة ١٥±٣٥٪ من ١٧٥٠ إلى ٢٠٠٠، وهي تتفاوت حسب الأقاليم.
تركيزات أوزون الستراتوسفير	تناقصت من ١٩٧٠ إلى ٢٠٠٠، وهي تتفاوت بتفاوت الارتفاع وخطوط العرض.
تركيزات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة وسادس فلوريد الكبريت	تزايدت عالميا خلال الخمسين عاما الماضية.
مؤشرات الطقس	
المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية	تزايد بمقدار٠،٢ ± ٠،٦ ٪ خلال القرن العشرين. وتعرضت مناطق اليابسة لاحترار أشد من المحيطات (مرجح جدا)
الحرارة السطحية في نصف الكرة الأرضية الشمالي درجة	تزايدت خلال القرن العشرين أكثر من أي قرن آخر خلال الألف سنة الماضية، وكان عقد التسعينات أشد العقود احترارا في الألفية (مرجح)
نطاق درجات الحرارة السطحية اليومية	تناقصت من عام ١٩٥٠ إلى عام ٢٠٠٠ فوق اليابسة تزايدت درجة الحرارة الدنيا أثناء الليل بمعدل يزيد ضعفين عن درجة الحرارة القصوى أثناء النهار (مرجح)
الأيام الحارة / مؤشر الحرارة	تزايدت (مرجح)
أيام البرد / الصقيع	تناقصت في معظم مناطق اليابسة خلال القرن العشرين (مرجح جدا)
التهطال القاري	تزايد بنسبة تتراوح بين ٧ ٪ و ١٠ ٪ خلال القرن العشرين في نصف الكرة الشمالي (مرجح جدا)، بالرغم من تناقصه في بعض المناطق (مثل شمال وغرب أفريقيا وأجزاء من البحر المتوسط).
ظواهر التهطال الغزير	تزايدت في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا الشمالية (مرجح).
تواتر وشدة الجفاف	تزايد الجفاف في فصل الصيف وما يصاحبه من ظهور حالات الجفاف في بضعة مناطق (مرجح). وفي بعض المناطق، مثل أجزاء من آسيا وأفريقيا، رصدت زيادة في تواتر وشدة حالات الجفاف في العقود الأخيرة.

الإطار ١	في الملخص لصانعي السياسات بيانات الثقة والاحتمالية.

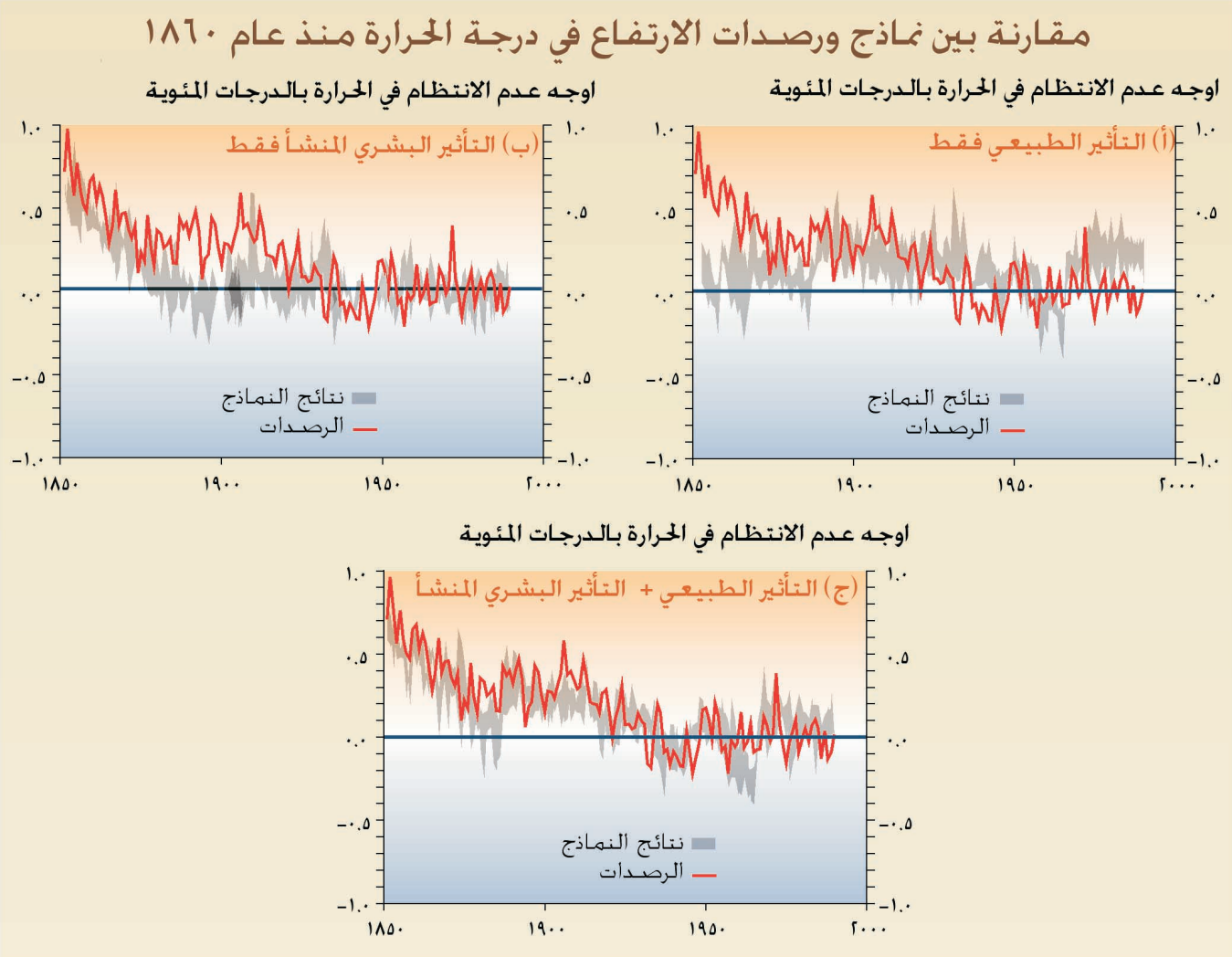
قام كتاب تقرير التقييم الثالث، عند الاقتضاء، بتعيين مستويات من الثقة تمثل حكمهم الجماعي على صحة أي استنتاج يستند إلى أدلة الرصد أو إلى نتائج النماذج أو إلى نظريات قاموا بدراستها. وقد ورد استخدام الكلمات التالية في التقرير التجميعي الملحق بتقرير التقييم الثالث فيما يتعلق باستنتاجات الفريق العامل الأول مؤكد تقريبا (تزيد فرصة صحة النتيجة عن ٩٩٪)؛ مرجح جدا (فرصة بنسبة تتراوح بين ٩٠ و٩٩٪)؛ مرجح (٦٦ إلى ٩٠٪)؛ احتمالية متوسطة (فرصة بنسبة تتراوح بين ٣٣ إلى٦٦٪)؛ غير مرجح (فرصة تتراوح بين ١٠ إلى ٣٣٪)؛ غير مرجح جدا (فرصة تتراوح بين ١إلى١٠٪) وغير مرجح بصورة استثنائية (أقل من ١٪). ونطاق عدم اليقين الواضح (١) هو نطاق محتمل. وتقديرات الثقة المتصلة باستنتاجات الفريق العامل الثاني هي شديدة الارتفاع (٩٥٪ أو أكثر) ومرتفعة (٦٧ إلى٩٥٪) ومتوسطة (٣٣ إلى ٦٧٪) ومنخفضة (٥ إلى٣٣٪) وشديدة الانخفاض (٥٪ أو أقل). ولم تعين مستويات للثقة في الفريق العامل الثالث.

الإطار ٢-١ من السؤال ٢

عدم يقين بشأن التأثير الناجم عن الأهباء الكبريتية البشرية المنشأ والعوامل الطبيعية (البراكين والإشعاعية الشمسية)، ولكنها لا تفسر تأثيرات الأنواع الأخرى من الأهباء الجوية البشرية المنشأ والتغيرات في استخدام الأراضي. والتأثيرات الكبريتية والطبيعية سلبية خلال تلك الفترة ولا يمكنها أن تفسر الاحترار، بينما ترى معظم هذه الدراسات أن تقديرات معدل وحجم الاحترار الناجم عن تزايد غازات الدفيئة وحدها خلال الخمسين عاما الماضية تماثل الاحترار المرصود أو تزيد عنه. وقد تحقق أفضل اتفاق بين محاكاة النماذج والرصدات خلال المائة وأربعين عاما الماضية عندما تم الجمع بين التأثيرات البشرية والطبيعية التي سبقت الإشارة إليها أعلاه على النحو المبين في الشكل ٢.

الجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات	التغيرات في الغلاف الجوي للأرض وفي المناخ والنظام الأحيائي الفيزيائي خلال القرن العشرين [أ] (بقية)
المؤشر	**التغيرات المرصودة**
المؤشرات الأحيائية والفيزيائية	
المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر	تزايد بمعدل سنوي تراوح بين ١ و٢ مليمتر خلال القرن العشرين.
أمد الغطاء الجليدي في الأنهار والبحيرات	تناقص بنحو أسبوعين خلال القرن العشرين في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في نصف الكرة الشمالي (مرجح جدا).
حجم وعمق الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية	تناقص عمقه بنسبة ٤٠٪ خلال العقود الأخيرة في أواخر فصل الصيف وحتى مطلع الخريف (مرجح) وتناقص من حيث الحجم بنسبة تراوحت بين ١٠ و ١٥ ٪ منذ الخمسينات في الربيع والصيف.
الثلاجات غير القطبية	تراجعت على نطاق واسع أثناء القرن العشرين.
الغطاء الثلجي	تناقصت مساحته بنحو ١٠٪ منذ إتاحة الرصدات العالمية عن طريق السواتل في الستينات (مرجح جدا).
التربة الصقيعية	تعرضت للذوبان والاحترار والتدهور في أنحاء من المناطق القطبية وشبه القطبية والجبلية.
ظواهر النينو (El Nino)	تزايد تواترها واستمرارها وشدتها خلال العشرين إلى الثلاثين عاما الماضية مقارنة بالسنوات المائة السابقة.
موسم النمو	ازداد طولا بنحو يوم إلى أربعة أيام لكل عقد خلال الأربعين عاما الماضية في نصف الكرة الشمالي، ولاسيما في مناطق خطوط العرض العليا.
النطاقات النباتية والحيوانية	تزحزحت في اتجاه القطبين والى الاتجاه العمودي الأعلى في النباتات والحشرات والطيور والأسماك.
التكاثر والإزهار والهجرة	الإزهار المبكر في النباتات، ووصول الطيور مبكرا والتواريخ المبكرة لموسم التكاثر والظهور المبكر للحشرات في نصف الكرة الشمالي.
تبييض الشعاب المرجانية	تزايد تواتره، ولاسيما أثناء ظواهر النينو.(El Nino)
المؤشرات الاقتصادية	
الخسائر الاقتصادية المرتبطة بالطقس	ارتفاع حجم الخسائر العالمية المعدلة على أساس التضخم خلال الأربعين عاما الماضية (أنظر الشكل ٧٢). ويرتبط جزء من الاتجاه الصاعد المرصود بالعوامل الاجتماعية الاقتصادية ويرتبط جزء آخر بالعوامل المناخية.

[أ] هذا الجدول يقدم أمثلة للتغيرات المرصودة الرئيسية وليس قائمة شاملة. وهو يشمل كلا من التغيرات التي تعزى إلى تغير المناخ بفعل الإنسان وتلك التغيرات التي قد تنشأ عن الاختلافات الطبيعية أو تغير المناخ البشري المنشأ. وترد مستويات الثقة حيثما تم تقييمها صراحة من قبل الفريق العامل المعني. وهناك جدول مماثل في التقرير التجميعي يشمل إحالات إلى تقارير الفريق العامل الأول وتقارير الفريق العامل الثاني.



الشكل ٢ في الملخص لصانعي السياسات: محاكاة التغيرات في درجة حرارة الأرض (بالدرجات المئوية) ومقارنة النتائج بالتغيرات المقاسة يمكن أن يوفر أفكارا نيرة بشأن الأسباب التي تشكل أساس التغيرات الرئيسية. ويمكن استخدام نموذج مناخي لمحاكاة التغيرات في درجة الحرارة التي تحدث من جراء أسباب طبيعية وبشرية على السواء. وتم القيام بعمليات المحاكاة التي يمثلها النطاق في (أ) بتأثيرات طبيعية فقط، وهي التفاوت الشمسي والنشاط البركاني. وأما عمليات المحاكاة التي يشملها النطاق في (ب) فقد تم القيام بها باستخدام تأثيرات بشرية، وهي غازات الدفيئة وتقدير الأهباء الكبريتية. وأما تلك التي يشملها النطاق في (ج) فقد تم إجراءها باستخدام التأثيرات الطبيعية والبشرية على السواء. ومن (ب)، نستطيع أن نرى أن إدراج التأثيرات البشرية يقدم تفسيرا مقبولا لجزء كبير من التغيرات المرصودة في درجات الحرارة خلال القرن الماضي. ولكن أفضل توافق بين الرصدات يتحقق في (ج) عندما يتم إدراج العوامل الطبيعية والبشرية على السواء. وتبين هذه النتائج أن التأثيرات المتضمنة تكفي لتفسير التغيرات المرصودة، ولكنها لا تستبعد إمكانية وجود مساهمات من تأثيرات أخرى.

السؤال ٢- الشكل ٢-٤

ولا تتعارض التغيرات في مستوى سطح البحر والغطاء الثلجي وحجم الجليد والتهطال مع احترار المناخ بالقرب من سطح الأرض. وتشمل أمثلة ذلك حدوث دورة هيدرولوجية أقوى مع تزايد غزارة ظواهر التهطال وحدوث تغيرات في التهطال وتراجع واسع النطاق للثلاجات غير القطبية وزيادات في مستوى سطح البحر ومحتوى حرارة المحيطات وتناقص الغطاء الثلجي وحجم الجليد البحري وعمقه (أنظر الجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات). وعلى سبيل المثال، من المرجح جدا أن يكون الاحترار في القرن العشرين قد ساهم كثيرا في الارتفاع المرصود في مستوى سطح البحر من خلال التمدد الحراري لمياه البحار وفقد الجليد الأرضي على نطاق واسع. وفي إطار أوجه عدم اليقين الحالية، لا تتعارض الرصدات والنماذج مع عدم وجود تسارع كبير في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين. ولم تحدث

الفقرات ٢٥ و٢٦ من السؤال ٢

تغيرات مثبتة في حجم الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية منذ عام ١٩٧٨ وحتى عام ٢٠٠٠. وفضلا عن ذلك، فهناك تحليلات متضاربة وبيانات غير وافية لتقييم التغيرات في شدة الأعاصير المدارية وشبه المدارية ونشاط العواصف المحلية العنيفة في خطوط العرض الوسطى. وبعض التغيرات المرصودة تكون إقليمية بينما قد يحدث بعضها من جراء الاختلافات المناخية الداخلية أو التأثيرات الطبيعية أو الأنشطة البشرية الإقليمية وليست ناجمة فقط عن التأثير البشري العالمي.

وقد أثرت التغيرات المرصودة في المناخ الإقليمي على كثير من النظم الفيزيائية والأحيائية. وهناك مؤشرات أولية إلى تأثر النظم الاجتماعية والاقتصادية. ← الفقرتان ٢٠ و٢٥ من السؤال ٢

وقد أثرت فعلا التغيرات الإقليمية التي حدثت مؤخرا في المناخ، ولاسيما الزيادات في درجة الحرارة، على النظم الهيدرولوجية والنظم الايكولوجية الأرضية والبحرية في كثير من أنحاء العالم. (أنظر الجدول١ في الملخص لصانعي السياسات). وتتميز التغيرات المرصودة في هذه النظم[1] باتساقها في مواقع و / أو مناطق متنوعة وهي لا تتعارض في اتجاهاتها مع التأثيرات المتوقعة للتغيرات الإقليمية في درجة الحرارة. واحتمال وقوع التغيرات المرصودة في الاتجاه المتوقع (بدون الإشارة إلى الحجم) مصادفة فقط هو احتمال ضئيل. ← الفقرات ٢١ إلى ٢٤ من السؤال ٢

ويشير ارتفاع التكاليف الاجتماعية-الاقتصادية المرتبطة بأضرار الطقس والاختلافات الإقليمية في المناخ إلى زيادة سرعة التأثر بتغير المناخ. وتشير الدلائل الأولية إلى أن بعض النظم الاجتماعية والاقتصادية قد تأثرت من جراء ما حدث مؤخرا من الزيادات في الفيضانات وحالات الجفاف مع تزايد الخسائر الاقتصادية الناجمة عن ظواهر الطقس الفاجعة. ومع ذلك، يتعذر تحديد تأثير تغير المناخ (البشري أو الطبيعي) النسبي تحديدا كميا نظرا لتأثر تلك النظم أيضا بالتغيرات في العوامل الاجتماعية-الاقتصادية، مثل التحولات الديمغرافية والتغيرات في استخدام الأراضي. ← الفقرتان ٢٥ و٢٦ من السؤال ٢

السؤال ٣

السؤال ٣

ماذا تعرف عن النتائج المناخية والبيئية والاجتماعية-الاقتصادية الإقليمية والعالمية في السنوات الخمس والعشرين والسنوات الخمسين والسنوات المائة القادمة، وهي النتائج المرتبطة بمجموعة من انبعاثات غازات الدفيئة الناشئة عن سيناريوهات مستخدمة في تقرير التقييم الثالث (التقديرات التي لا تشمل تدخل أي سياسة مناخية)؟

ينبغي تقييم ما يلي بأقصى درجة ممكنة:

- التغيرات المقدرة في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، والتغيرات في المناخ ومستوى سطح البحر
- التأثيرات والتكلفة الاقتصادية والفوائد الناشئة عن التغيرات في المناخ وتكوين الغلاف الجوي وأثر ذلك على صحة الإنسان وتنوع وإنتاجية النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية-الاقتصادية (ولاسيما الزراعة والمياه).
- مجموعة خيارات التكيف، بما في ذلك التكاليف والفوائد والتحديات
- قضايا التنمية والاستدامة والإنصاف المقترنة بالتأثيرات والتكيف على مستوى إقليمي وعالمي.

[1] هناك ٤٤ دراسة إقليمية لما يزيد عن ٤٠٠ نبات وحيوان تفاوتت في أمدها من نحو ٢٠ إلى ٥٠ عاما، وهي أساسا من أمريكا الشمالية وأوروبا والمنطقة القطبية الجنوبية. وهناك ١٦ دراسة إقليمية تغطي زهاء ١٠٠ عملية فيزيائية في معظم مناطق العالم وهي تتراوح في أمدها بين زهاء ٢٠ و ١٥٠ عاما.

من المقدر حدوث زيادة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون والمتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية ومستوى سطح البحر في إطار جميع سيناريوهات الهيئة للانبعاثات خلال القرن الحادي والعشرين.[٢] الفقرة ٢ من السؤال ٣

وبالنسبة لسيناريوهات الانبعاثات الإيضاحية الستة الواردة في التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات، فإن التركيز المقدر لثاني أكسيد الكربون في عام ٢١٠٠ سيتراوح بين ٥٤٠ و ٩٧٠ جزءا في المليون، مقارنة بنحو ٢٨٠ جزءا في المليون فيما قبل العصر الصناعي وبنحو ٣٦٨ جزءا في المليون في عام ٢٠٠٠. وتسفر مختلف الافتراضات الاجتماعية–الاقتصادية (الديمغرافية والاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية) عن تفاوت مستويات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل. وهناك أوجه عدم يقيم أخرى، ولاسيما فيما يتعلق باستمرار عمليات الإزالة الحالية (بواليع الكربون) وحجم التغذية المرتدة للمناخ على الغلاف الحيوي الأرضي،من شأنها أن تسبب تفاوتا حول كل سيناريو بنحو –١٠ إلى +٣٠٪ في التركيزات في عام ٢١٠٠. ولذلك يتراوح المجموع بين ٤٩٠ إلى ١٢٦٠ جزءا في المليون (٧٥ إلى ٣٥٠٪ فوق مستويات تركيزات عام ١٧٥٠ (ما قبل العصر الصناعي). وتشير التقديرات إلى أن تركيزات غازات الدفيئة الرئيسية غير ثاني أكسيد الكربون ستتفاوت تفاوتا كبيرا في عام ٢١٠٠ في السيناريوهات الستة الإيضاحية للتقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات. (أنظر الشكل ٣ في الملخص لصانعي السياسات). الفقرات ٣ إلى ٥ من السؤال ٣

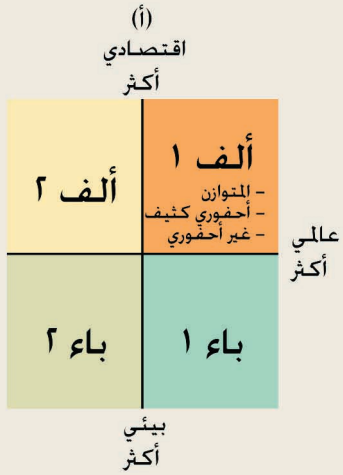
وتسفر التقديرات التي تستخدم سيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص في مجموعة من النماذج المناخية عن زيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة تتراوح بين ١,٤و ٥,٨٪ خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠. ويزيد ذلك بنحو ضعفين إلى عشرة أضعاف عن القيمة المركزية للاحترار المرصود خلال القرن العشرين. ومن المرجح جدا أن يكون المعدل المقدر للاحترار غير مسبوق خلال العشرة آلاف عاما الماضية على الأقل، وذلك استنادا إلى بيانات المناخ القديم. وتشير التقديرات إلى أن الزيادات في درجة الحرارة ستكون أكبر من تلك الزيادات الواردة في تقرير التقييم الثاني والتي تراوحت بين نحو درجة مئوية و٣,٥ درجة مئوية استنادا إلى ست من سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢. وهذه الزيادات المقدرة في درجات الحرارة وهذا النطاق الأوسع ترجع أساسا إلى انخفاض الانبعاثات المقدرة لثاني أكسيد الكبريت في سيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص وذلك مقارنة بسيناريوهات الهيئة لهام ١٩٩٢. وفي الفترتين من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٥ ومن ١٩٩٠ إلى ٢٠٥٠، تتراوح الزيادات المقدرة بين ٠,٤ و ١,١ درجة مئوية وبين ٠,٨ و ٢,٦ درجة مئوية على التوالي. وبحلول عام ٢١٠٠، فإن نطاق استجابة درجات الحرارة السطحية في مختلف النماذج المناخية الخاصة بنفس سيناريو الانبعاثات يماثل النطاق الخاص بمختلف النماذج المناخية في نموذج مناخي واحد. ويبين الشكل ٣ في الملخص لصانعي السياسات أن سيناريوهات التقرير الخاص التي تتسم بأعلى الانبعاثات تسفر عن أكبر زيادات مقدرة في درجات الحرارة. ومن المرجح جدا أن ترتفع درجة حرارة كل مناطق اليابسة تقريبا بدرجة أكبر من هذه المتوسطات العالمية، ولاسيما المتوسطات في مناطق خطوط العرض القطبية الشمالية في فصل الشتاء. الفقرات ٦ و٧ و١١ من السؤال ٣

وتشير التقديرات إلى أن المتوسط السنوي العالمي للتهطال سيزداد خلال القرن الحادي والعشرين بالرغم من وجود تقديرات تشير إلى أن كلا من الزيادات والانخفاضات على النطاقات الإقليمية تتراوح في العادة بين ٥ و٢٠ في المائة. ومن المرجح أن يزداد التهطال في مناطق خطوط العرض العليا في الصيف والشتاء على السواء. ومن المتوقع أيضا حدوث زيادات في مناطق خطوط العرض الوسطى الشمالية وفي إفريقيا المدارية والمنطقة القطبية الجنوبية في فصل الشتاء، وفي جنوب وشرق آسيا في فصل الصيف. وتشير التقديرات إلى حدوث انخفاضات متسقة في الأمطار الشتوية في أستراليا وأمريكا الوسطى والجنوب الأفريقي. ومن المرجح جدا حدوث تغييرات أكبر في التهطال من سنة إلى أخرى في معظم المناطق التي من المقدر أن تحدث فيها زيادة في متوسط التهطال. الفقرتان ٨ و ١٢ من السؤال ٣

[٢] يتناول السؤال ٤ تقديرات التغيرات في تقلبية المناخ والظواهر المتطرفة والتغيرات المفاجئة / غير الخطية.

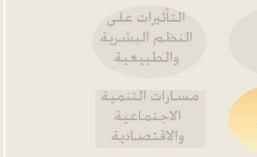
السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية

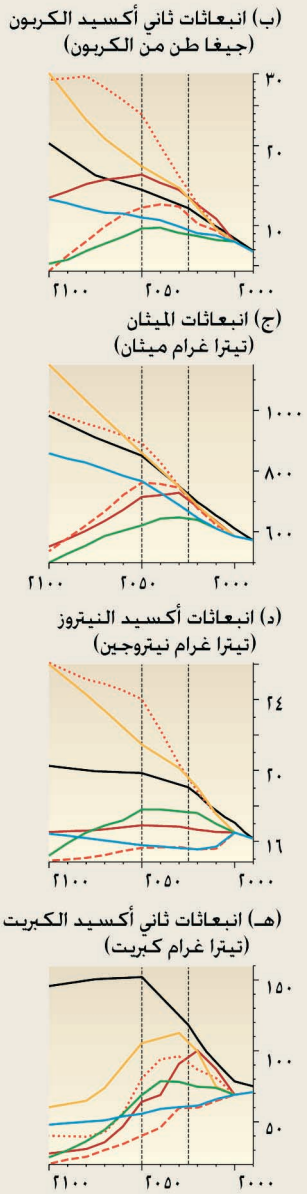




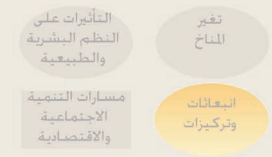


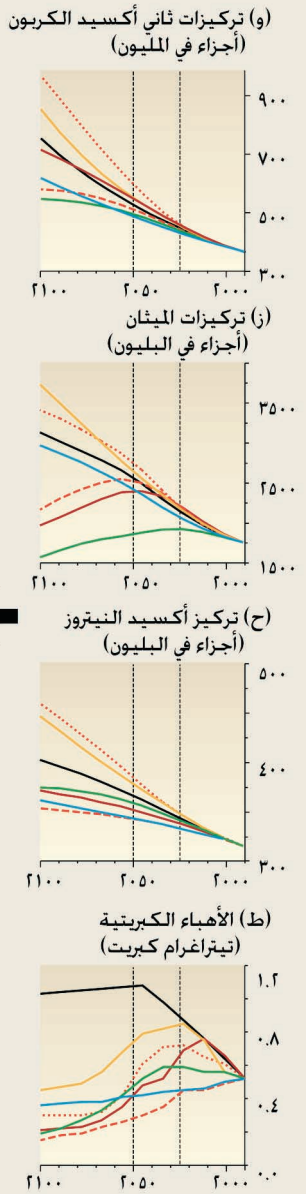
انبعاثات





تركيزات



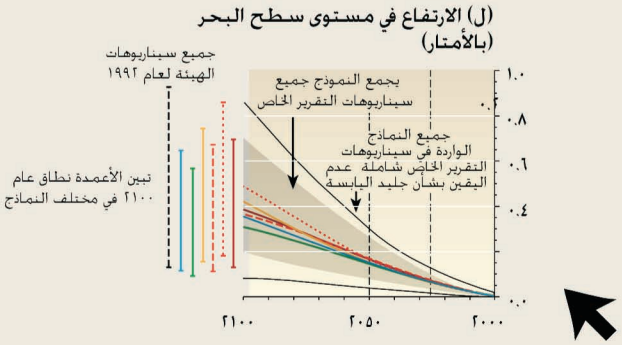


أسرة السيناريوهات ألف-١ (سيناريوهات مصادر الطاقة كثيفة الوقود الأحفوري . وسيناريوهات مصادر الوقود غير الأحفوري وسيناريوهات التوازن)

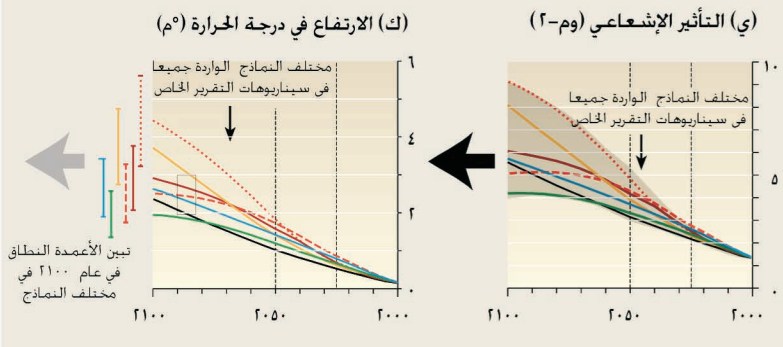
يصف خط أحداث السيناريوهات ألف-١ مستقبلا يتسم بسرعة النمو الاقتصادي، وصول سكان العالم إلى الحد الأقصى في منتصف القرن ثم حدوث انخفاض بعد ذلك، والأخذ السريع بالتكنولوجيات الجديدة والأكثر كفاءة. والموضوعات الرئيسية في هذا السيناريو هي التقارب بين المناطق وبناء القدرات وزيادة التفاعلات الثقافية والاجتماعية، مع حدوث تناقص كبير في الفروق الإقليمية في دخل الفرد. وتنقسم أسرة السيناريوهات ألف-١ إلى ثلاث فئات تصف اتجاهات بديلة للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة: ،وتتسم الفئات الثلاث التي تؤلف أسرة السيناريوهات ألف-١ بتشديدها على التغير التكنولوجي: مصادر طاقة كثيفة الوقود الأحفوري أو مصادر الوقود غير الأحفوري أو التوازن بين المصادر (حيث يعرف مصطلح ''المتوازن'' بأنه عدم الاعتماد بشدة على نوع معين من مصادر الطاقة، بافتراض أن معدلات التطوير تنطبق على كل إمدادات الطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائي).

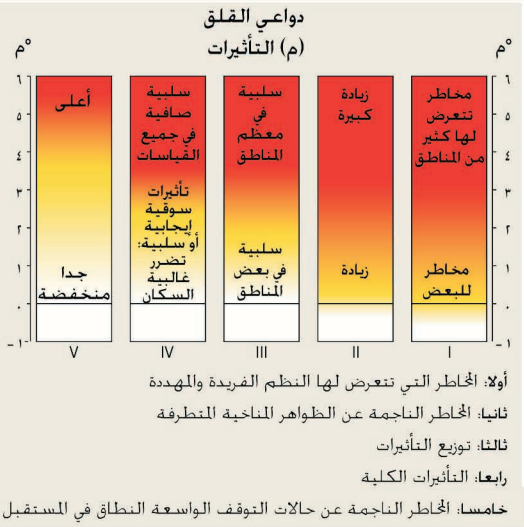
تأثير إشعاعي | الارتفاع في درجة الحرارة ومستوى سطح البحر | دواعي القلق











أولا: المخاطر التي تتعرض لها النظم الفريدة والمهددة

ثانيا: المخاطر الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة

ثالثا: توزيع التأثيرات

رابعا: التأثيرات الكلية

خامسا: المخاطر الناجمة عن حالات التوقف الواسعة النطاق في المستقبل

أسرة السيناريوهات ألف-٢

يصف خط الأحداث الخاص بأسرة السيناريوهات ألف-٢ عالما شديد التجانس. وينصب الموضوع الأساسي على الاعتماد على الذات والحفاظ على الهويات المحلية. وتتقارب أنماط الخصوبة عبر المناطق ببطء شديد، مما يسفر عن زيادة سكانية مطردة. وتتسم التنمية الاقتصادية بتوجهها الإقليمي في المقام الأول ويكون النمو الاقتصادي والتغير التكنولوجي لكل شخص أكثر تشظيا وأبطأ مما في خطوط الأحداث الأخرى.

أسرة السيناريوهات باء-١

يصف خط أحداث أسرة السيناريوهات باء-١ عالما متقاربا ، وهو يشبه خط أحداث أسرة السيناريوهات ألف-١ من حيث عدد السكان الذي يبلغ أقصاه في منتصف القرن وينخفض بعد ذلك، ولكنه يتسم بتغير سريع في الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد الخدمات والمعلومات مع حدوث تخفيضات في الكثافة المادية ومع الأخذ بالتكنولوجيات النظيفة والتي تتسم بالكفاءة. وينصب التشديد على إيجاد حلول عالمية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك تحسين الإنصاف، ولكن بدون اتخاذ مبادرات مناخية إضافية.

أسرة السيناريوهات باء-٢

يصف خط أحداث أسرة السيناريوهات باء -٢ عالما ينصب التشديد فيه على الحلول المحلية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وهو عالم يزداد فيه السكان زيادة مطردة بمعدل أقل مما في السيناريوهات ألف-٢ ويتسم بمستويات متوسطة للتنمية الاقتصادية ويكون التغير التكنولوجي فيه أقل سرعة ولكنه أكثر تنوعا عما في خطي أحداث باء-١ وألف-١. وبينما يتجه السيناريو أيضا نحو الحماية البيئية والإنصاف الاجتماعي، فهو يركز على المستويات المحلية والإقليمية.

الشكل٣ في الملخص لصانعي السياسات: تسفر مختلف الافتراضات الاجتماعية-الاقتصادية التي تشكل أساس سيناريوهات التقرير الخاص عن مستويات متباينة من انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل. وهذه الانبعاثات تغير بدورها من تركيزات هذه الغازات والأهباء الجوية في الغلاف الجوي، مما يفضي

السؤال ٣ الشكل ٣-١

إلى تغيير التأثير الإشعاعي للنظام المناخي. والتأثير الإشعاعي الناجم عن سيناريوهات التقرير الخاص يسفر عن زيادات مقدرة في درجة الحرارة ومستوى سطح البحر وهي تنطوي بدورها على تأثيرات. ولا تشمل سيناريوهات التقرير الخاص مبادرات مناخية إضافية ولم يتم تعيين احتمالات الحدوث. وبالنظر إلى أن سيناريوهات التقرير الخاص) لم تكن متاحة إلا لمدة وجيزة قبل إعداد تقرير التقييم الثالث، فان تقييمات التأثيرات هنا تستخدم نتائج النماذج المناخية التي تستند إلى سيناريوهات تغير المناخ المحدثة للتوازن (مثل تضاعف ثاني أكسيد الكربون) أو إلى عدد صغير نسبيا من التجارب باستخدام سيناريو عابر لزيادة سنوية في ثاني أكسيد الكربون نسبتها ١٪ ، أو إلى السيناريوهات المستخدمة في تقرير التقييم الثاني (أي مجموعة سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢). ويمكن للتأثيرات أن تؤثر بدورها على مسارات التنمية الاجتماعية-الاقتصادية من خلال التكيف والتخفيف على سبيل المثال. وتبين الأطر المميزة في أعلى الشكل الطريقة التي تتصل بها مختلف الجوانب بإطار التقييم المتكامل للنظر في تغير المناخ (أنظر الشكل ١ في الملخص لصانعي السياسات).

ومن المقدر أن تستمر الثلاجات في التراجع على نطاق واسع خلال القرن الحادي والعشرين. وتشير التقديرات إلى استمرار تناقص الغطاء الثلجي والتربة الصقيعية وحجم الجليد البحري في نصف الكرة الشمالي. ومن المرجح أن تزداد كتلة الغطاء الجليدي في المنطقة القطبية الجنوبية بينما يرجح تناقص كتلة الغطاء الجليدي في غرينلاند (أنظر السؤال ٤)

الفقرة ١٤ من السؤال ٣

ومن المقدر أن يرتفع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بمقدار يتراوح بين ٠,٠٩ و٠,٨٨ مترا بين الأعوام ١٩٩٠ و٢١٠٠ بالنسبة للمجموعة الكاملة من سيناريوهات التقرير الخاص. ولكن مع اختلافات إقليمية كبيرة. ويرجع هذا الارتفاع أساسا إلى التمدد الحراري للمحيطات وذوبان الثلاجات والقلنسوات الجليدية. وفي الفترتين من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٥ ومن ١٩٩٠ إلى ٢٠٥٠، تتراوح الارتفاعات المقدرة بين ٠,٠٣ و ٠,١٤ مترا وبين ٠,٠٥ و٠,٣٢ مترا على التوالي.

الفقرات ٩ و١٣ من السؤال ٣

وسيكون للتغير المقدر في المناخ تأثيرات مفيدة وضارة على النظم البيئية والاجتماعية الاقتصادية على السواء. ولكن كلما ازداد حجم ومعدل التغير في المناخ، كلما ازدادت قوة التأثيرات الضارة.

الفقرة ١٥ من السؤال ٣

وستكون شدة التأثيرات الضارة أكبر في حالة الانبعاثات التراكمية الأكبر لغازات الدفيئة وما يرتبط بها من تغيرات في المناخ (ثقة متوسطة). وبينما يمكن التعرف على التأثيرات الضارة للتغيرات المناخية الصغيرة في بعض المناطق والقطاعات، فمن المتوقع أن تتلاشى هذه التأثيرات الضارة بزيادة حجم تغير المناخ. وفي المقابل، من المتوقع أن تستمر كثير من التأثيرات الضارة التي تم التعرف عليها في الازدياد من حيث الحجم والشدة مع درجة تغير المناخ. وإذا نظرنا إلى التأثيرات الضارة حسب المناطق، فمن المقدر أنها ستنتشر في أنحاء كثيرة من العالم، ولاسيما في المناطق المدارية وشبه المدارية.

الفقرة ١٦ من السؤال ٣

ومن المقدر أن يزيد التغير الكلي للمناخ من المخاطر التي تهدد صحة الإنسان، ولاسيما بين فئات السكان ذوي الدخل الأقل، وهي فئات تنتشر أساسا في البلدان المدارية/شبه المدارية. ويمكن أن يؤثر تغير المناخ على صحة الإنسان بطرق مباشرة (مثل انخفاض إجهاد البرودة في البلدان المعتدلة وزيادة إجهاد الحرارة والخسائر في الأرواح الناجمة عن الفيضانات والعواصف) وبطرق غير مباشرة من خلال نطاقات نواقل الأمراض (مثل الناموس)،[٣] والممْرضات المنقولة في المياه ، وجودة المياه وجودة الهواء وتوفر الغذاء وجودته (ثقة من متوسطة إلى مرتفعة). وسوف تتأثر التأثيرات الفعلية للصحة تأثرا شديدا بالأحوال البيئية المحلية وبالظروف الاجتماعية-الاقتصادية، وبمجموعة عمليات التكيف الاجتماعي والمؤسسي والتكنولوجي والسلوكي التي يتم تنفيذها من أجل تقليل مجموعة العوامل الكاملة التي تهدد صحة الإنسان.

الفقرة ١٧ من السؤال٣

[٣] قامت ثمان دراسات بنمذجة تأثيرات تغير المناخ على هذه الأمراض-خمس دراسات عن الملاريا وثلاث عن حمى الدنغ. وتستخدم سبع دراسات نهجا بيولوجيا أو نهجا قائما على أساس العمليات، وتستخدم دراسة واحدة نهجا إحصائيا تجريبيا.

الفقرات ١٨ إلى ٢٠ من السؤال٣

وسوف تتغير الإنتاجية الايكولوجية والتنوع الأحيائي من جراء تغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر، مع زيادة خطر انقراض بعض الأنواع الشديدة التأثر (ثقة من مرتفعة إلى متوسطة). ومن المتوقع أن يزداد الخلل الكبير الذي تتعرض له النظم الايكولوجية من جراء الاضطرابات، مثل الحرائق والجفاف وتفشي الأوبئة وغزو الأنواع الأحيائية والعواصف وظواهر تبييض المرجان. وتهدد الاجهادات الناجمة عن تغير المناخ، بالإضافة إلى الاجهادات الأخرى في النظم الايكولوجية، بإلحاق أضرار بالغة ببعض النظم الفريدة أو تتسبب في ضياعها تماما وتؤدي إلى انقراض بعض الأنواع المعرضة للخطر. وسوف يؤدي تأثير تركيزات ثاني أكسيد الكربون المتزايدة إلى تزايد صافي الإنتاجية الرئيسية للنباتات، غير أن تغيرات المناخ وما يقترن بها من تغيرات في نظم الاضطراب قد تفضي إلى زيادة أو خفض صافي إنتاجية النظم الايكولوجية. (ثقة متوسطة). وتشير تقديرات بعض النماذج العالمية إلى أن صافي امتصاص الكربون في النظم الايكولوجية الأرضية سيزداد أثناء النصف الأول من القرن الحادي والعشرين ولكنه سيستقر أو ينخفض بعد ذلك.

الفقرة ٢١ من السؤال ٣

وتشير نماذج محاصيل الحبوب إلى حدوث زيادة في الغلات المحتملة في بعض المناطق المعتدلة مع الزيادات الصغيرة في درجات الحرارة ولكنها ستنخفض مع التغيرات الأكبر في درجات الحرارة. (ثقة من متوسطة إلى منخفضة). ومن المقدر أن تنخفض الغلات المحتملة في ظل الزيادات المقدرة في درجات الحرارة في معظم المناطق المدارية وشبه المدارية (ثقة متوسطة). وسيزداد تأثر غلات المحاصيل تأثرا ضارا حيثما تقل الأمطار كثيرا في نظم الأراضي الجافة / البعلية شبه المدارية والمدارية. وتشمل هذه التقديرات بعض تدابير التكيف من جانب المزارعين، والتأثيرات المفيدة لثاني أكسيد الكربون والتخصيب، ولكنها لا تشمل الزيادات المقدرة في تفشي الأوبئة والتغيرات في النهايات المناخية. ومن غير المعروف تقريبا مدى قدرة منتجي الحيوانات على تكييف قطعانهم للإجهادات الفسيولوجية المرتبطة بتغير المناخ. ومن المقدر أن يؤدي حدوث احترار بمقدار بضع "a few" درجات مئوية أو أكثر إلى زيادة أسعار الأغذية على الصعيد العالمي وقد يزيد من خطر الجوع في قطاعات السكان السريعة التأثر.

الفقرة ٢٢ من السؤال ٣

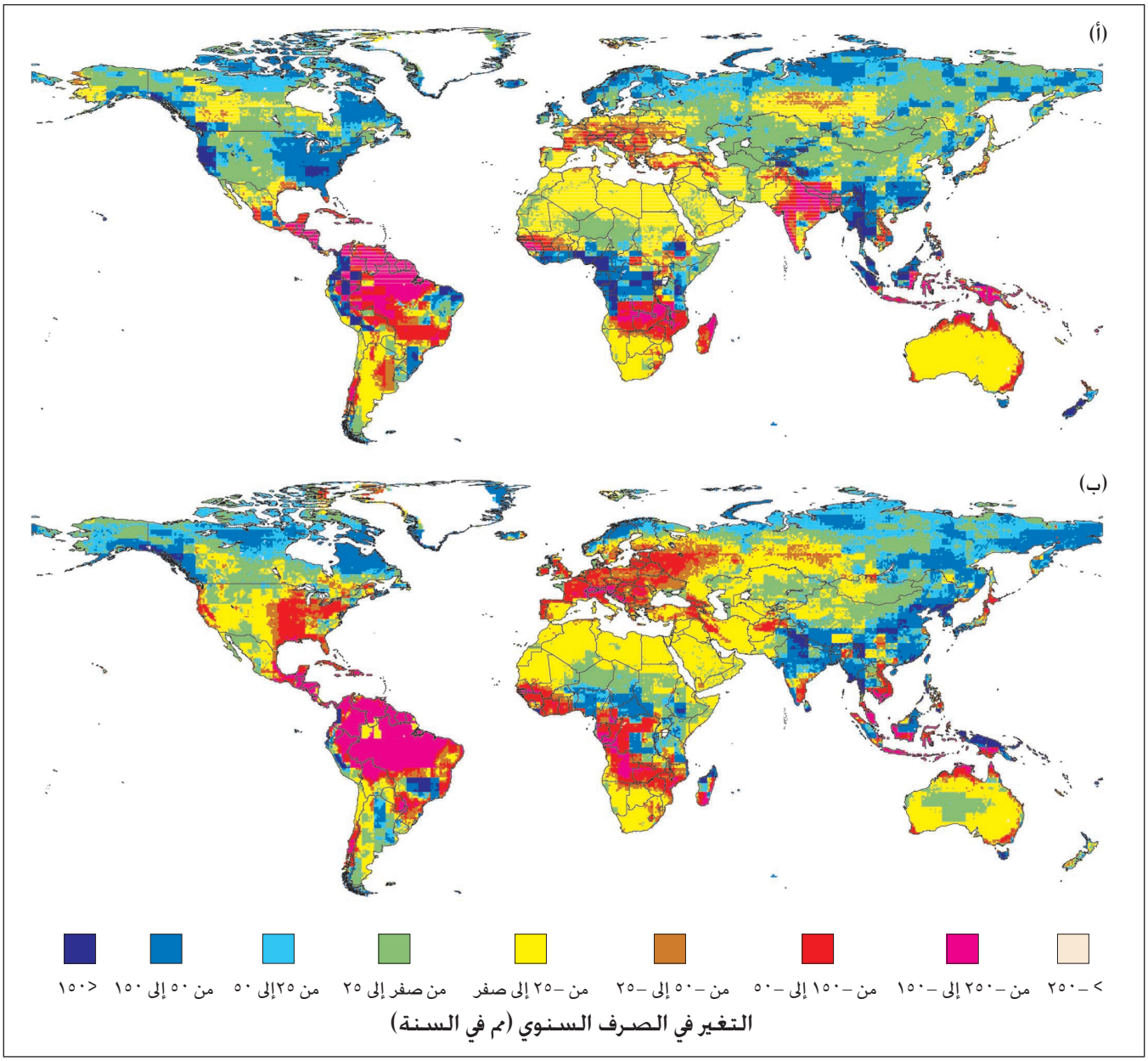
وسوف يفاقم تغير المناخ من نقص المياه في كثير من مناطق العالم التي تعاني من ندرة المياه. وهناك بصفة عامة زيادة مستمرة في الطلب على المياه نتيجة النمو السكاني والتنمية الاقتصادية، ولكن هذا الطلب على المياه آخذ في الانخفاض في بعض البلدان نظرا لزيادة كفاءة الاستخدام. ومن المقدر أن يستمر تغير المناخ في تقليل المياه المتاحة (كما يتضح من الصرف المقدر) في كثير من مناطق العالم التي تعاني من ندرة المياه، ولكنه سيزيد من هذه المياه في بعض المناطق الأخرى (ثقة متوسطة) (أنظر الشكل ٤ في الملخص لصانعي السياسات). وسوف تتدهور عموما جودة المياه العذبة من جراء ارتفاع درجة حرارة المياه (ثقة مرتفعة) ولكن ذلك قد يعادله تزايد التدفقات في بعض المناطق.

الفقرة ٢٥ من السؤال ٣

ومن المقدر أن إجمالي تأثيرات قطاع السوق، إذا قيست كتغيرات في الناتج المحلي الإجمالي، ستكون سلبية في كثير من البلدان النامية في جميع أحجام الزيادات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة التي خضعت للدراسة (ثقة منخفضة) ومن المقدر أن تكون هذه التأثيرات مختلطة في البلدان المتقدمة في حالة حدوث احترار يبلغ بضع "a few" درجات مئوية (ثقة منخفضة) وتكون سلبية في حالة الاحترار الذي يزيد عن بضع "a few" درجات مئوية (ثقة متوسطة إلى منخفضة). ولا تشمل التقديرات عموما تأثيرات التغيرات في تقلبية المناخ ونهاياته، كما أنها لا تفسر تأثيرات مختلف معدلات تغير المناخ، ولكنها تفسر جزئيا التأثيرات على السلع والخدمات التي لا يتم الاتجار بها في الأسواق، وتتعامل مع مكاسب البعض باعتبارها تلغي خسائر الآخرين.

الفقرة ٢٣ من السؤال ٣

ويتعرض السكان الذين يقطنون الجزر الصغيرة و/أو المناطق الساحلية المنخفضة بصفة خاصة لخطر الآثار الاجتماعية والاقتصادية الشديدة الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر وعرام العواصف.



الشكل ٤ في الملخص لصانعي السياسات: التغيرات المقدرة في المتوسط السنوي لصرف المياه بحلول عام ٢٠٥٠ . مقارنة بمتوسط الصرف في الأعوام من ١٩٦١ إلى ١٩٩٠. تتبع التغيرات المقدرة في التهطال إلى حد بعيد. وتحسب التغيرات في الصرف بنموذج هيدرولوجي باستخدام التقديرات المناخية كمدخلات من صيغتين من نموذج مركز هادلي(Hadley Center) للدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات في سيناريو يمثل زيادة سنوية بنسبة ١٪ في التركيز الفعال لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي: (أ)المتوسط التجميعي لنموذج مركز هادلي للدوران العام ٢ و (ب) نموذج مركز هادلي للدوران العام ٣. وهناك اتساق كبير بين الزيادات المقدرة في الصرف في المناطق القطبية وفي جنوب شرق آسيا والانخفاضات في آسيا الوسطى والمنطقة المحيطة بالبحر الأبيض المتوسط والجنوب الأفريقي وأستراليا وذلك في التجارب التي أجراها مركز هادلي وفي تقديرات التهطال في التجارب الأخرى. وبالنسبة للمناطق الأخرى في العالم، تعتمد التغيرات في التهطال والصرف على السيناريوهات والنماذج.

السؤال ٣ الشكل ٥-٣

وسوف تواجه كثير من المستوطنات البشرية خطرا متزايدا ناجما عن الفيضانات الساحلية والتحات، وسيواجه عشرات الملايين من الأشخاص الذين يعيشون في الدلتات وفي المناطق الساحلية المنخفضة وعلى الجزر الصغيرة خطر التشرد. كما ستتعرض للخطر الموارد الأساسية لسكان الجزر والمناطق الساحلية، مثل الشواطئ والمياه العذبة ومصايد الأسماك والشعاب المرجانية والجزر المرجانية وموئل الحياة البرية.

وسوف تقع آثار تغير المناخ بصورة غير متناسبة على البلدان النامية والأشخاص الفقراء في كافة البلدان، وهو ما يفاقم من عدم الإنصاف في الحالة الصحية وفي إمكانية الوصول إلى الغذاء الكافي والمياه النظيفة وغير ذلك من الموارد. ويتعرض السكان عموما في البلدان النامية لأخطار كبيرة نسبيا ناجمة عن التأثيرات الضارة لتغير المناخ. وبالإضافة إلى ذلك، يهيئ الفقر وغيره من العوامل ظروفا تقلل من القدرة على التكيف في معظم البلدان النامية.

الفقرة ٣٣ من السؤال ٣

وينطوي التكيف على إمكانية تقليل الآثار الضارة الناجمة عن تغير المناخ ويمكنه في كثير من الأحيان أن يحقق فوائد جانبية، ولكنه لن يمنع جميع الأضرار.

الفقرة ٢٦ من السؤال ٣

وتم تحديد العديد من خيارات التكيف الممكنة للاستجابة لتغير المناخ التي يمكن أن تقلل التأثيرات الضارة وتعزز التأثيرات المفيدة لتغير المناخ، ولكن ذلك سينطوي على تكلفة. ولم يكتمل بعد التقييم الكمي لفوائدها وتكلفتها والطريقة التي تتفاوت بها بين المناطق والكيانات.

الفقرة ٢٧ من السؤال ٣

ومن شأن تغير المناخ الأكبر والأسرع أن يطرح أمام التكيف تحديات أكبر ومخاطر وقوع أضرار أشد مما في حالة التغير الأقل والأبطأ. وقد طورت النظم الطبيعية والبشرية قدرات للتكيف مع نطاق من تقلبية المناخ تنخفض فيها مخاطر الأضرار نسبيا وترتفع فيه القدرة على الانتعاش. ومع ذلك، يزداد خطر وقوع أضرار بالغة بالنظام أو عدم انتعاشه تماما أو انهياره من جراء التغيرات المناخية التي تسفر عن زيادة تواتر الظواهر التي تقع خارج النطاق التاريخي الذي تكيفت معه النظم.

الفقرة ٢٨ من السؤال٣

السؤال ٤

السـؤال ٤

ماذا تعرف عن تأثير التركيزات المتزايدة لغازات الدفيئة والأهباء الجوية في الغلاف الجوي، والتغير المقدر بفعل الإنسان في المناخ إقليميا وعالميا على:

أ- تواتر وحجم التقلبات المناخية، بما في ذلك التقلبية اليومية والموسمية والتقلبية فيما بين السنوات والتقلبية العقدية، مثل دورات النينيو/التذبذب الجنوبي وغيرها؟
ب- مدة وموقع وتواتر وشدة الظواهر المتطرفة، مثل موجات الحرارة والجفاف والفيضانات والتهطال الغزير والانهيارات الثلجية والعواصف والأعاصير الدوامية والأعاصير الحلزونية المدارية؟
ج- الخطر الناشئ عن التغيرات المفاجئة/غير الخطية في جملة أمور، منها مصادر وبواليع غازات الدفيئة، ودوران المحيطات وحجم الجليد القطبي والتربة الصقيعية؟ وإذا كان الأمر كذلك، فهل يمكن قياس الخطر كميا؟
د- خطر التغيرات المفاجئة/غير الخطية في النظم الايكولوجية؟

من المقدر حدوث زيادة في التقلبية المناخية وبعض الظواهر المتطرفة.

الفقرات ٢ إلى ٨ من السؤال٤

وتشير تقديرات النماذج إلى أن التركيزات المتزايدة لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي ستسفر عن تغيرات في التقلبية اليومية والموسمية وفيما بين السنوية والعقدية. ومن المقدر حدوث انخفاض في المدى اليومي لدرجات الحرارة في كثير من المناطق، وحدوث انخفاض في التقلبية اليومية لدرجة حرارة الهواء السطحي أثناء الشتاء وزيادة التقلبية اليومية أثناء الصيف في مساحات اليابسة في نصف الكرة الشمالي. وهناك نماذج كثيرة تتنبأ بمتوسط ظروف مشابهة لظاهرة النينو في منطقة المحيط الهادئ المدارية. ولا يوجد اتفاق واضح فيما يتعلق بالتغيرات في تواتر أو هيكل أنماط دوران المحيطات والغلاف الجوي التي تحدث بصورة بطبيعية، مثل ظاهرة التذبذب في شمال المحيط الأطلسي.

الفقرة ٩ من السؤال ٤

الجدول ٢ في الملخص لصانعي السياسات	أمثلة للتقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة وأمثلة لتأثيراتها (الجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات –تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الثاني).
التغييرات المقدرة في الظواهر المناخية المتطرفة واحتمالاتها خلال القرن الحادي والعشرين	**أمثلة تمثل التأثيرات المقدرة [أ] (جميعها تتسم بثقة كبيرة في بعض المناطق)**
درجات حرارة قصوى أعلى ومزيد من الأيام الحارة وموجات الحرارة [ب] فوق كل مناطق اليابسة تقريبا (مرجح جدا١)	تزايد حالات الوفيات والأمراض الخطيرة في فئات كبار السن وفقراء المناطق الحضرية تزايد إجهادات الحرارة في الحيوانات والحياة البرية تغير المقاصد السياحية تزايد خطر وقوع أضرار لعدد من المحاصيل تزايد الطلب على التبريد باستخدام الكهرباء وتناقص موثوقية إمدادات الطاقة
درجات حرارة دنيا أعلى (متزايدة) وأيام باردة وصقيع وموجات برودة [ب] أقل فوق جميع مناطق اليابسة تقريبا (مرجح جدا١)	تناقص الاعتلالات والوفيات البشرية المرتبطة بالبرد تناقص خطر الأضرار التي تصيب عددا من المحاصيل وتزايدها بالنسبة لمحاصيل أخرى امتداد نطاق ونشاط بعض نواقل الآفات والأمراض انخفاض الطلب على طاقة التدفئة
ظواهر التهطال الأشد (مرجح جدا١ في كثير من المناطق)	زيادة الفيضانات والانهيالات الأرضية والانهيارات الثلجية والأضرار الناجمة عن الانهيارات الطينية زيادة تحات وإنجراف التربة زيادة صرف الفيضانات يمكن أن يزيد من إعادة شحن بعض مستجمعات المياه في السهول الفيضية زيادة الضغط على الحكومات والنظم الخاصة بالتأمين ضد الفيضانات والإغاثة من الكوارث
تزايد الجفاف في الصيف في معظم الأجزاء الداخلية القارية في مناطق خطوط العرض الوسطى وما يقترن بذلك من خطر الجفاف (مرجح)	تناقص غلات المحاصيل تزايد الأضرار الواقعة على أسس الأبنية من جراء الانكماش الأرضي تناقص كمية وجودة موارد المياه تزايد خطر اندلاع حرائق الغابات
تزايد شدة الرياح الإعصارية المدارية ومتوسط وذروة شدة التهطال (مرجح في بعض المناطق) [ج]	تزايد الأخطار التي تهدد حياة الإنسان وتزايد خطر تفشي الأمراض المعدية وكثير من الأخطار الأخرى تزايد التحات الساحلي والأضرار التي تلحق بالأبنية والبنى الأساسية الساحلية تزايد الأضرار التي تصيب النظم الايكولوجية الساحلية، مثل الشعاب المرجانية والمنغروف
تزايد شدة حالات الجفاف والفيضانات المصاحبة لظواهر النينو في كثير من المناطق المختلفة (مرجح) (أنظر أيضا حالات الجفاف وظواهر التهطال الغزير)	تناقص الإنتاجية الزراعية وإنتاجية المراعي في المناطق المعرضة للجفاف والفيضانات تناقص إمكانات الطاقة الكهرومائية في المناطق المعرضة للجفاف
تزايد تقلبية تهطال الموسميات الصيفية الآسيوية (مرجح)	زيادة في حجم وأضرار الفيضان والجفاف في آسيا المعتدلة والمدارية
تزايد شدة العواصف في مناطق خطوط العرض الوسطى (لا يوجد اتفاق كبير بين النماذج الحالية) [ب]	تزايد الأخطار التي تهدد حياة وصحة الإنسان تزايد الخسائر التي تلحق بالممتلكات والبنى الأساسية تزايد الأضرار التي تصيب النظم الايكولوجية الساحلية

أ يمكن تقليل هذه التأثيرات عن طريق اتخاذ تدابير الاستجابة الملائمة
ب معلومات من الملخص الفني لتقرير التقييم الثالث الصادر عن الفريق العامل الأول (الفقرة ٥ من الجزء «و»).
ج من الممكن حدوث تغييرات في التوزيع الإقليمي للأعاصير المدارية ولكنها لم تثبت بعد.

الفقرات ٢ إلى ٧ من السؤال٤

وتقدر النماذج أن التركيزات المتزايدة لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي تسفر عن تغييرات في تواتر وشدة ومدة الظواهر المتطرفة، مثل تزايد الأيام الحارة والموجات الحارة وظواهر التهطال الغزير وتناقص الأيام الباردة. وسوف تفضي كثير من هذه التغيرات إلى تزايد أخطار الفيضانات والجفاف في كثير من المناطق وستؤدي في المقام الأول إلى حدوث تأثيرات ضارة على النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية–الاقتصادية وصحة الإنسان (أنظر الجدول ٢ في الملخص لصانعي السياسات). وتشير دراسات الاسقاطات العالية الاستبانة إلى أنه من المرجح حدوث زيادة في شدة الرياح القصوى والتهطال في الأعاصير الحلزونية المدارية في بعض المناطق. ولا تتاح معلومات كافية عن الطريقة التي قد تتغير بها ظواهر الطقس المتطرفة التي تحدث على نطاقات صغيرة للغاية (مثل العواصف الرعدية والأعاصير الدوامية والبَرَد والعواصف البَرَدية والبرق).

ويمكن أن يسبب تأثير غازات الدفيئة في القرن الحادي والعشرين تغييرات واسعة النطاق وشديدة التأثير وغير خطية وقد تكون مفاجئة في النظم الفيزيائية والأحيائية خلال العقود القادمة إلى آلاف الأعوام وما يصاحبها من نطاق واسع من الاحتمالية.

الفقرات ١٠ إلى ١٦ من السؤال ٤

وقد يتعذر التخلص من بعض التغيرات المفاجئة/غير الخطية المقدرة في النظم الفيزيائية وفي المصادر والبواليع الطبيعية لغازات الدفيئة. ولكن فهم بعض العمليات الأساسية لم يكتمل بعد. ومن المتوقع تزايد احتمالية التغيرات المقدرة في ظل معدل وحجم ومدة تغير المناخ. وتشمل أمثلة هذه الأنواع من التغيرات ما يلي:

- قد تكون التغيرات الكبيرة التي تحدث في التربة والنباتات بفعل المناخ ممكنة وقد تسبب تغيرات مناخية أخرى من خلال تزايد انبعاثات غازات الدفيئة من النباتات والتربة، وتغيرات في خصائص السطح (مثل معدل عكس الأشعة الشمسية).
- تتنبأ معظم النماذج بضعف قوة الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيطات، وهو ما يؤدي إلى تقليل انتقال الحرارة إلى مناطق خطوط العرض العليا في أوروبا، ولكن أيا منها لا يبين حدوث توقف مفاجئ في نهاية القرن الحادي والعشرين. ومع ذلك، تشير بعض النماذج بعد عام ٢١٠٠ إلى إمكانية توقف الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي توقفا كاملا، ومن الممكن أن يتعذر إعادته إلى حالته الأولى، في أي من نصفي الكرة الأرضية إذا كان التغير في التأثير الإشعاعي كبيرا بدرجة كافية وإذا كان قد استمر لمدة طويلة بما يكفي.
- من المرجح أن تتزايد كتلة الغطاء الجليدي في المنطقة القطبية الجنوبية خلال القرن الحادي والعشرين، ولكن بعد مدة من استمرار الاحترار قد يفقد هذا الغطاء الجليدي كتلة كبيرة ويسهم في عدة أمتار من الارتفاع المقدر في سطح البحر خلال الألف سنة القادمة.
- وفي مقابل الغطاء الجليدي في المنطقة القطبية الجنوبية، من المرجح أن تقل كتلة الغطاء الجليدي في غرينلاند خلال القرن الحادي والعشرين وتسهم ببضعة سنتيمترات في ارتفاع مستوى سطح البحر. وسوف تستمر الأغطية الجليدية في التفاعل مع احترار المناخ وفي الإسهام في ارتفاع مستوى سطح البحر بعد آلاف الأعوام من استقرار المناخ. وتشير النماذج المناخية إلى أنه من المرجح أن يتراوح الاحترار المحلي في غرينلاند بين واحد إلى ثلاثة أضعاف المتوسط العالمي. وتقدر نماذج الأغطية الجليدية أن حدوث احترار محلي أكبر من ٣ درجات مئوية، إذا استمر لآلاف الأعوام، سيفضي إلى الذوبان الكامل تقريبا للغطاء الجليدي في غرينلاند مما سيسفر عن ارتفاع في سطح البحر بنحو ٧ أمتار. ومن المرجح أن يؤدي حدوث احترار محلي بمقدار ٥,٥ ٪، إذا استمر لمدة ١٠٠٠ عام، إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو ٣ أمتار.
- وسوف يزيد استمرار الاحترار من ذوبان التربة الصقيعية في المناطق القطبية وشبه القطبية ومناطق الجبال وسيؤدي إلى شدة تأثر هذه الأراضي بالانخساف والانهيالات الأرضية التي تؤثر على البنى الأساسية ومجاري المياه والنظم الايكولوجية في الأراضي الرطبة.

الفقرات ١٧ إلى ١٩ من السؤال

ويمكن أن تزيد التغيرات المناخية من خطر التغيرات المفاجئة وغير الخطية في كثير من النظم الايكولوجية والتي تؤثر على وظيفتها وعلى التنوع البيولوجي والإنتاجية. وكلما ازداد حجم ومعدل التغير، كلما ازداد خطر التأثيرات الضارة. وعلى سبيل المثال:

× قد يفضي التغير في نظم الاضطراب والتغيرات في مواقع الموائل الملائمة والمحددة مناخيا إلى انهيار مفاجئ في النظم الايكولوجية الأرضية والبحرية، مع حدوث تغيرات كبيرة في تركيبها ووظيفتها وزيادة خطر الانقراض.

× يمكن أن يفضي استمرار حدوث زيادات في درجة حرارة المياه بنحو درجة مئوية، بمفرده أو بالاشتراك مع أي من عدة إجهادات (مثل التلوث المفرط و التغرين)، إلى طرد الطحالب من المرجان (تبييض المرجان) وهو ما يفضي في نهاية المطاف إلى موت بعض المرجان.

× يمكن للزيادة في درجة الحرارة إلى ما فوق عتبة تتفاوت بتفاوت المحاصيل والأنواع أن تؤثر على مراحل التطور الرئيسية لبعض المحاصيل (مثل عقم السنيبلات في الأرز وفقدان صلاحية حبوب اللقاح في الذرة وتكون الدرنات في البطاطس) ومن ثم غلات المحاصيل. ويمكن حدوث خسائر فادحة في غلات هذه المحاصيل إذا تجاوزت درجة الحرارة الحدود الحاسمة حتى وإن استمر ذلك لممدد قصيرة.

السؤال ٥

السؤال ٥

ماذا تعرف عن القصور الذاتي والنطاقات الزمنية المصاحبة للتغيرات في النظام المناخي والنظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية-الاقتصادية وتفاعلاتها؟

القصور الذاتي هو إحدى السمات المتأصلة الواسعة الانتشار التي تتميز بها النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية المتفاعلة. وهكذا، قد تظهر بعض تأثيرات تغير المناخ البشرية المنشأ ببطء وقد يتعذر التخلص من بعضها إذا لم يكن تغير المناخ محدودا في معدله وحجمه على السواء قبل تجاوز ما يصاحبها من عتبات قد لا يعرف الكثير عن مواقعها.

الفقرات ١ إلى ٤ و ٨ و ١٠ إلى ١٢ و ١٤ إلى ١٧ من السؤال ٥

القصور الذاتي في النظم المناخية

لن يؤدي تثبيت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالقرب من المستويات الحالية إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، بينما يفضي تثبيت انبعاثات غازات الدفيئة الأقصر عمرا، مثل الميثان، خلال عقود إلى تثبيت تركيزاتها في الغلاف الجوي. ويتطلب تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند أي مستوى إلى خفض نهائي في صافي الانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون إلى جزء صغير من مستوى الانبعاثات الحالية. وكلما انخفض المستوى المختار للتثبيت، كلما ازدادت سرعة الانخفاض في صافي الانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون. (أنظر الشكل ٥ في الملخص لصانعي السياسات).

الفقرات ٣ و ٥ من السؤال ٥

وبعد تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، من المقدر أن تستمر درجة حرارة الهواء السطحي في الارتفاع ببضعة أعشار درجة مئوية لكل قرن خلال قرن أو أكثر، بينما تشير التقديرات إلى استمرار الارتفاع في مستوى سطح البحر لقرون كثيرة (أنظر الشكل ٥ من الملخص لصانعي السياسات). ويعني انتقال الحرارة ببطء إلى المحيطات و بطء استجابة الأغطية الجليدية أن ثمة حاجة إلى فترات طويلة لإحداث توازن جديد في النظام المناخي.

الفقرة ٤ والفقرات ١٤ إلى ١٦ من السؤال ٥

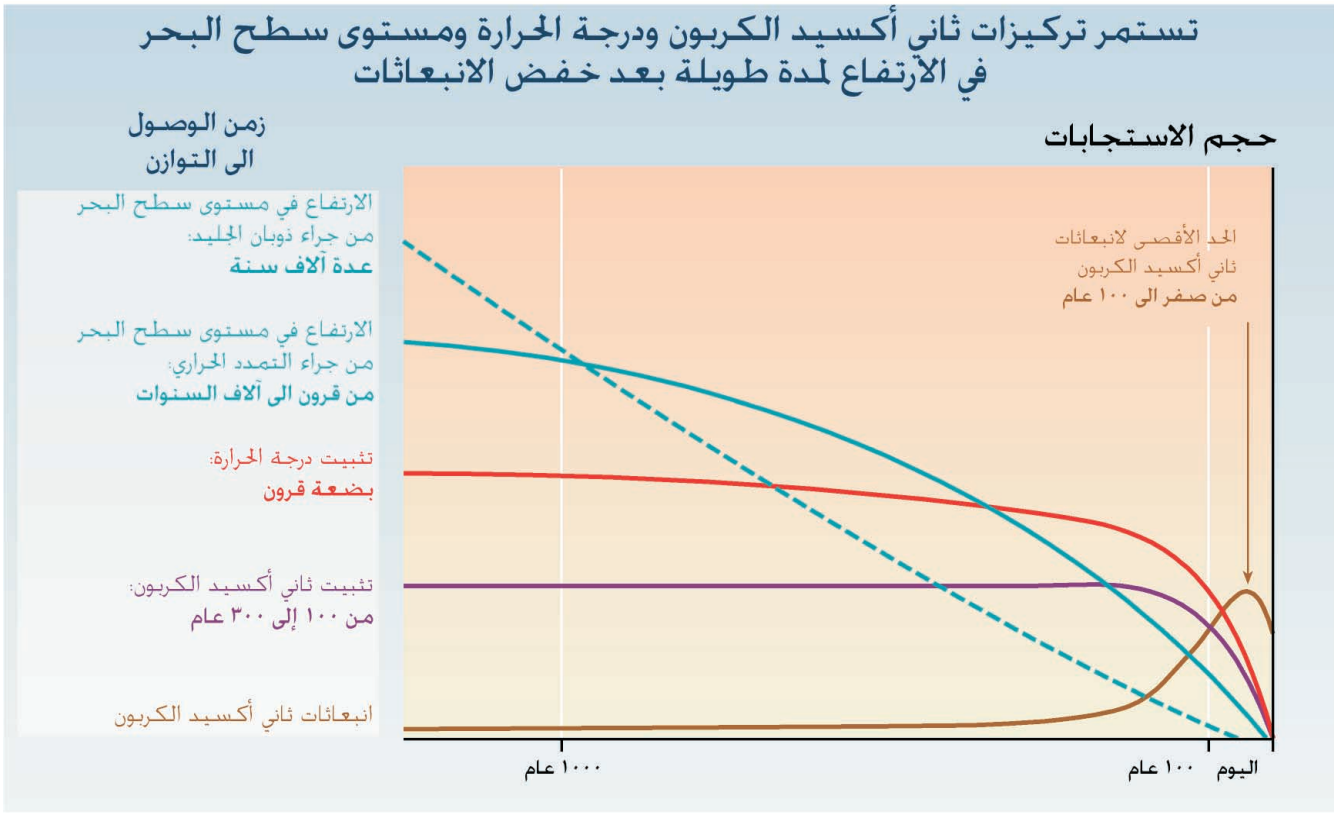
ولن يكون من الممكن التخلص من بعض التغيرات المقبولة في النظام المناخي بصورة فعالة فيما بعد القرن الحادي والعشرين. وعلى سبيل المثال، لن يكون من الممكن التخلص من الذوبان الرئيسي للأغطية الجليدية (أنظر السؤال٤) والتغيرات الرئيسية في نمط دوران المحيطات (أنظر السؤال٤) خلال فترة تشمل أجيالا بشرية كثيرة. ويمكن بلوغ عتبة التغيرات الرئيسية في دوران المحيطات عند درجة احترار أقل إذا كان الاحترار سريعا وليس تدريجيا.

الفقرة ٣ والفقرات ١٣ إلى ١٦ من السؤال ٥

القصور الذاتي في النظم الايكولوجية

تتضح تأثيرات تغير المناخ بسرعة في بعض النظم الايكولوجية . بينما يحدث ذلك ببطء في نظم ايكولوجية أخرى. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يحدث تبييض المرجان في فصل واحد دافئ بصورة استثنائية، في حين قد تستطيع الكائنات الأطول عمرا، مثل الأشجار، أن تعيش لعقود في ظل مناخ متغير، ولكنها لن تستطيع التجدد. وعندما تتعرض النظم الايكولوجية لتغير المناخ، بما في ذلك التغيرات في تواتر الظواهر المتطرفة، فقد تضطرب نتيجة للاختلافات في أوقات استجابة الأنواع الأحيائية.

الفقرة ٧ من السؤال ٥ والسؤال ٣ - الجدول ٣-٢



الشكل ٥ في الملخص لصانعي السياسات: بعد خفض الانبعاثات وتثبيت التركيزات في الغلاف الجوي، تستمر درجة حرارة الهواء السطحي في الارتفاع ببطء لمدة قرن أو أكثر. ويستمر التمدد الحراري للمحيطات لمدة طويلة بعد خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويستمر ذوبان الأغطية الجليدية في المساهمة في ارتفاع مستوى سطح البحر لقرون كثيرة. ويمثل هذا الشكل بيانا نوعيا للتثبيت عند أي مستوى بين ٤٥٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون، ومن ثم فليس له وحدات على محور الاستجابة. وتبين الاستجابات لمسارات التثبيت في هذا النطاق مسارات زمنية متشابهة إجمالا، ولكن التأثيرات تزداد باطراد كلما ازدادت تركيزات ثاني أكسيد الكربون.

السؤال ٥ الشكل ٥-٢

وتشير تقديرات بعض نماذج دورة الكربون إلى أن صافي امتصاص الكربون الأرضي العالمي سيصل إلى الذروة خلال القرن الحادي والعشرين ثم يستقر أو ينخفض بعد ذلك. وينشأ الصافي العالمي لامتصاص ثاني أكسيد الكربون في النظم الايكولوجية الأرضية في الآونة الأخيرة جزئيا بسبب الفرق الزمني بين تعزيز نمو النباتات وموتها وتحللها. وتعزى الزيادة الحالية في نمو النباتات جزئيا إلى تأثيرات التخصيب الناشئة عن زيادة ترسب ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين، والتغيرات في المناخ وممارسات استخدام الأراضي. وسوف ينخفض الامتصاص مع بلوغ الغابات مرحلة النضج والتشبع بتأثيرات التخصيب والتعادل بين التحلل والنمو. ومن المرجح أن يستمر تغير المناخ في تقليل صافي امتصاص ثاني أكسيد الكربون الأرضي عالميا. وبالرغم من أن الاحترار يقلل من امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون، فمن المقدر أن تستمر بواليع الكربون المحيطية في ظل ارتفاع ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال القرن الحادي والعشرين على الأقل. ويستغرق انتقال الكربون من السطح إلى أعماق المحيطات قرونا ويستغرق توازنه مع رواسب المحيطات آلاف الأعوام.

الفقرتان ٥ و٦ من السؤال ٥

القصور الذاتي في النظم الاجتماعية-الاقتصادية

على خلاف النظم المناخية والايكولوجية، يتميز القصور الذاتي في النظم البشرية بعدم ثباته، إذ يمكنه أن يتغير بفعل سياسات وخيارات الأفراد. وتعتمد القدرة على تنفيذ سياسات تغير المناخ على التفاعل بين الهياكل الاجتماعية والاقتصادية وبين القيم والمؤسسات والتكنولوجيات والبنى الأساسية الثابتة.

الفقرات ١٠ إلى ١٣ من السؤال٥

ويتطور النظام المشترك عموما بصورة بطيئة نسبيا. ويمكنه أن يستجيب بسرعة في ظل الضغوط، وإن كان بتكلفة مرتفعة في بعض الأحيان (مثل سحب المعدات الرأسمالية قبل الأوان). وإذا كان التغير أبطأ، فقد تقل التكلفة نظرا للتطورات التكنولوجية أو بسبب الانخفاض الكلي لقيمة المعدات الرأسمالية. وهناك في العادة تأخير من سنوات إلى عقود بين إدراك وجود حاجة إلى الاستجابة لتحد رئيسي والتخطيط والبحث وإيجاد حل وبين التنفيذ. ويمكن للإجراءات التحسبية القائمة على أساس التقدير الواعي أن تحسن من فرصة توفر التكنولوجيا الملائمة عند الحاجة.

الفقرتان ٩ و٢١ من السؤال ٥

ويمكن الإسراع بتطوير واستخدام تكنولوجيات جديدة عن طريق نقل التكنولوجيا والسياسات المالية والبحثية المساندة. ويمكن إرجاء استبدال التكنولوجيا باستخدام نظم ''ثابتة'' تتسم بمزاياها السوقية الناشئة عن المؤسسات والخدمات والبنى الأساسية القائمة والموارد المتاحة. والاستخدام المبكر للتكنولوجيات السريعة التطور يسمح بتحقيق خفض في تكلفة منحنى التعلم.

آثار القصور الذاتي على السياسات

الفقرات ١٧ إلى ١٩ والفقرة ٢٢ من السؤال ٥

يتضمن القصور الذاتي وعدم اليقين في النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية وجوب النظر في هوامش الأمان عند تحديد الاستراتيجيات والأهداف والجداول الزمنية لتفادي المستويات الخطيرة للتدخل في النظام المناخي. وقد تتأثر المستويات المستهدفة لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، على سبيل المثال، ودرجة الحرارة وسطح البحر بما يلي:

. القصور الذاتي في النظام المناخي الذي سيؤدي إلى استمرار تغير المناخ لمدة بعد تنفيذ إجراءات التخفيف

. عدم اليقين بشأن تحديد مواقع العتبات الممكنة للتغيير الذي لا يمكن التخلص منه، وسلوك النظام في الأماكن القريبة منها

. التأخير الزمني بين إقرار أهداف التخفيف وبين تحقيقها.

وبالمثل، يتأثر التكيف بالتأخير الزمني في تحديد تأثيرات تغير المناخ وفي وضع استراتيجيات فعالة للتكيف وتنفيذ تدابير التكيف.

لفقرتان ١٩ و ٢٢ من السؤال ٥

والقصور الذاتي في النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية يجعل من التكيف أمرا حتميا وضروريا بالفعل في بعض الحالات. ويؤثر القصور الذاتي على المجموعة المثلى من استراتيجيات التكيف والتخفيف. وينطوي القصور الذاتي على نتائج بالنسبة للتكيف تختلف عن نتائجه بالنسبة للتخفيف، حيث يتجه التكيف أساسا إلى معالجة التأثيرات المحلية لتغير المناخ، بينما يرمي التخفيف إلى معالجة التأثيرات على النظام المناخي. وتتصل هذه النتائج بمجموعة خيارات السياسة الأكبر فعالية من حيث التكاليف والأكثر إنصافا. وقد تكون السياسات التحفظية والقرارات المتتالية (الإجراءات المتكررة والتقييم والإجراءات المنقحة) استجابات ملائمة للمجموعة المؤلفة من القصور الذاتي وعدم اليقين. وفي وجود القصور الذاتي، تتسم الإجراءات السليمة الرامية إلى التكيف مع تغير المناخ أو التخفيف من آثاره بفعالية أكبر وقد تكون أقل تكلفة في بعض الظروف إذا تم التبكير باتخاذها.

الفقرة ٢٣ من السؤال ٥

ويعد انتشار القصور الذاتي وإمكانية تعذر إعادة النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية إلى حالتها الأولى من الأسباب الرئيسية وراء فائدة الإجراءات التحسبية للتكيف والتخفيف. وقد يضيع عدد من فرص ممارسة خيارات التكيف والتخفيف إذا تأخرت الإجراءات.

السـؤال ٦

السؤال ٦

أ- كيف يحدد نطاق وتوقيت الأخذ بمجموعة من إجراءات خفض الانبعاثات معدل وحجم وتأثيرات تغير المناخ و يؤثر عليها، وكيف يؤثر ذلك على الاقتصاد العالمي والإقليمي، مع إيلاء الاعتبار إلى الانبعاثات في الماضي والانبعاثات الحالية؟

ب- ماذا تعرف من دراسات الحساسية عن النتائج المناخية والبيئية والاقتصادية-الاجتماعية الإقليمية والعالمية لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة (في مكافئات ثاني أكسيد الكربون) عند مجموعة من المستويات تتراوح بين المستوى الحالي وضِعف هذا المستوى أو أكثر، مع إيلاء الاعتبار قدر الإمكان إلى تأثيرات الأهباء الجوية؟ وبالنسبة لكل واحد من سيناريوهات التثبيت، بما في ذلك مختلف طرق التثبيت، يقيم نطاق التكاليف والفوائد، مقارنة بنطاق السيناريوهات التي يتناولها السؤال الثالث، من ناحية:

- التغيرات المقدرة في تركيزات الغلاف الجوي والمناخ وسطح البحر، بما في ذلك التغيرات التي تتجاوز ١٠٠ عام.
- تأثيرات التغيرات في المناخ وتركيب الغلاف الجوي على صحة الإنسان والتنوع وإنتاجية النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية-الاقتصادية (ولاسيما الزراعة والمياه) والتكاليف الاقتصادية والفوائد التي ينطوي عليها ذلك.
- نطاق خيارات التكيف، بما في ذلك التكاليف والفوائد والتحديات.
- نطاق التكنولوجيات والسياسات والممارسات التي يمكن استخدامها لتحقيق كل واحد من مستويات التثبيت، مع تقييم التكاليف والفوائد الوطنية والعالمية، وتقييم طريقة مقارنة هذه التكاليف والفوائد نوعيا أو كميا مع الأضرار البيئية التي يمكن تجنبها بخفض الانبعاثات.
- قضايا التنمية والاستدامة والإنصاف المرتبطة بالتأثيرات والتكيف والتخفيف على مستوى إقليمي وعالمي.

يمكن تقليل المعدل والحجم المقدرين للاحترار والارتفاع في مستوى سطح البحر عن طريق خفض انبعاثات غازات الدفيئة. الفقرة ٢ من السؤال ٦

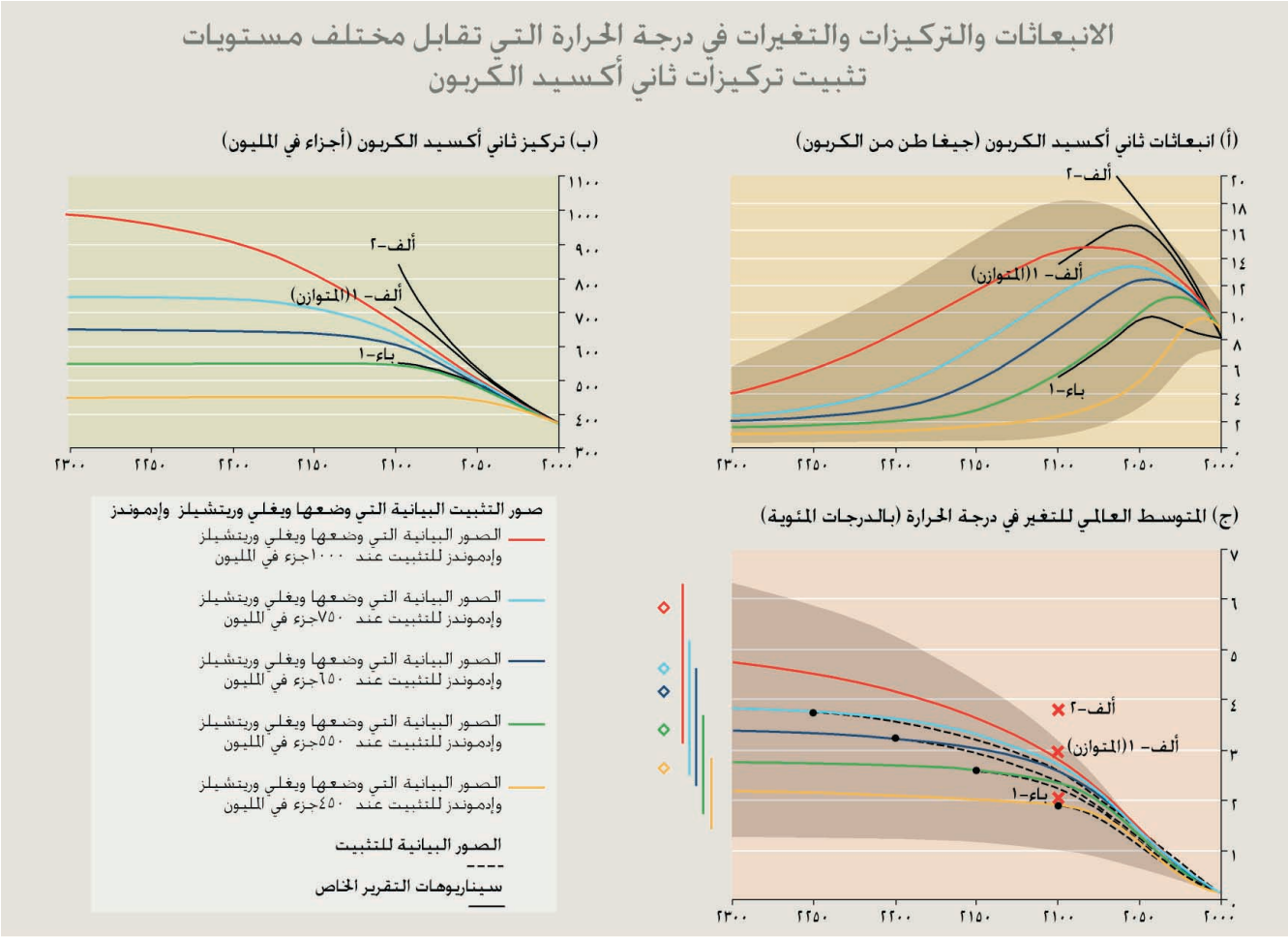
وكلما ازداد خفض الانبعاثات والتبكير بتطبيقها، كلما انخفضت المستويات المقدرة للاحترار والارتفاع في مستوى سطح البحر وتناقصت سرعتها. ويتحدد تغير المناخ في المستقبل عن طريق الانبعاثات في الماضي والانبعاثات الحالية والمستقبلية. وتتغير الاختلافات في درجة الحرارة المقدرة بين السيناريوهات التي تشمل تخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة وتلك التي لا تنزع إلى أن تكون صغيرة في العقود القليلة الأولى ولكنها تتزايد بمرور الوقت إذا استمرت التخفيضات. الفقرة ٣ من السؤال ٦

وخفض انبعاثات غازات الدفيئة والغازات التي تتحكم في تركيزها سيكون ضروريا لتثبيت التأثير الإشعاعي. فالنسبة مثلا لأهم غاز من غازات الدفيئة البشرية المنشأ، تشير نماذج دورة الكربون إلى أن تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ أو ٦٥٠ أو ١٠٠٠ جزء في المليون يتطلب خفض الانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ إلى أقل من مستويات عام ١٩٩٠ خلال بضعة عقود أو نحو قرن أو نحو قرنين على التوالي ثم تواصل الانخفاض بعد ذلك بصورة مطردة (أنظر الشكل ٦ في الملخص لصانعي السياسات). وتوضح هذه النماذج أن الانبعاثات ستصل إلى حدودها القصوى خلال عقد أو عقدين (٤٥٠ جزءا في المليون) وخلال قرن تقريبا (١٠٠٠ جزء في المليون) اعتبارا من الوقت الراهن. وفي نهاية المطاف، ستحتاج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الانخفاض إلى جزء صغير للغاية الفقرة ٤ من السؤال ٦

من الانبعاثات الحالية. وسيتم تناول فوائد مختلف مستويات التثبيت لاحقا في السؤال ٦ وسترد مناقشة لتكاليف مستويات التثبيت هذه في السؤال ٧.

وهناك نطاق واسع من عدم اليقين فيما يتعلق بمقدار الاحترار الذي سينشأ من جراء تثبيت تركيزات أي غاز من غازات الدفيئة. وينشأ ذلك من معامل عدم يقين قيمته ثلاثة فيما يتعلق بحساسية المناخ للزيادات

الفقرة ٥ من السؤال ٦



الشكل ٦ في الملخص لصانعي السياسات: يتطلب تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون تخفيضات كبيرة في الانبعاثات إلى ما دون المستويات الحالية وسوف يؤدي إلى إبطاء معدل الاحترار.

السؤال ٦ الشكل ٦-١

أ) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون: المسارات الزمنية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي ستفضي إلى تثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند مختلف المستويات المقدرة في صور التثبيت البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز وآخرون للتثبيت باستخدام نماذج دورة الكربون. وتبين المساحة المظللة نطاق عدم اليقين.

ب) تركيزات ثاني أكسيد الكربون: تظهر تركيزات ثاني أكسيد الكربون المحددة في الصور البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز.

ج) التغيرات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة: تقدر التغييرات في درجة الحرارة باستخدام نموذج مناخي بسيط في الصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز. ويستمر الاحترار بعد الوقت الذي يتم فيه تثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون (الذي تشير إليه البقع السوداء)، وان كان بمعدل متضائل كثيرا. ومن المفترض أن تسير انبعاثات أي غازات غير ثاني أكسيد الكربون وفق تقديرات سيناريو التقرير الخاص ألف-١ (المتوازن) حتى عام ٢١٠٠ وتثبت بعد ذلك. وقد وقع الاختيار على هذا السيناريو نظرا لأنه يأتي في منتصف نطاق سيناريوهات التقرير الخاص. وتبين الخطوط المتقطعة التغيرات في درجة الحرارة المقدرة للصور البيانية الخاصة بالسيناريوهات (لا تظهر في اللوحتين (أ) أو (ب)). وتبين المساحة المظللة تأثير مجموعة من حساسيات المناخ في حالات التثبيت الخمس. وتبين الأعمدة الملونة في الجانب الأيمن عدم اليقين فيما يتعلق بكل حالة من حالات التثبيت في عام ٢٣٠٠. وتبين المعينات في الجانب الأيمن متوسط

في غازات الدفيئة.[٤] ويبين الشكل ٧ في الملخص لصانعي السياسات المستويات النهائية لتثبيت ثاني أكسيد الكربون وما يقابل ذلك من نطاق تغير درجة الحرارة التي من المقدر بلوغها في عام ٢١٠٠ وعند إحداث التوازن.

الفقرة ٦ من السؤال ٦

ومن المقدر الحد من المتوسط العالمي للزيادة في درجة الحرارة إلى ٣,٥ درجة مئوية أو أقل خلال عام ٢١٠٠ عن طريق تخفيضات الانبعاثات التي ستؤدي في النهاية إلى تثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند مستوى ١٠٠٠ جزء في المليون استنادا إلى الصور البيانية في الشكل ٦ من الملخص لصانعي السياسات مع افتراض أن انبعاثات أي غازات غير ثاني أكسيد الكربون تتبع تقديرات السيناريو ألف – ١ (المتوازن) الوارد في التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات حتى عام ٢١٠٠ وأنها تظل ثابتة بعد ذلك. ومن المقدر أن تتراوح الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بين ١,٢ و ٣,٥ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠ بالنسبة للصور البيانية التي تثبت في النهاية تركيز ثاني أكسيد الكربون عند مستويات تتراوح بين ٤٥٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون. وهكذا، بالرغم من أن جميع الصور البيانية لتثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون ستمنع كثيرا من تقديرات التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات التي تتنبأ بحدوث احترار (١,٤ إلى ٥,٨ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠) خلال القرن الحادي والعشرين، ينبغي ملاحظة أن تركيزات ثاني أكسيد الكربون الواردة في معظم الصور البيانية ستستمر في الارتفاع إلى ما بعد عام ٢١٠٠. وسوف يستغرق ارتفاع درجة الحرارة المحدث للتوازن قرونا كثيرة وهو يتراوح بين ١,٥ و ٣,٩ درجة مئوية فوق مستويات عام ١٩٩٠ للتثبيت عند ٤٥٠ جزءا في المليون، و بين ٣,٥ و ٨,٧ درجة مئوية فوق مستويات عام ١٩٩٠ للتثبيت عند ١٠٠٠ جزء في المليون.[٥] وبالإضافة إلى ذلك، توجد بالنسبة لهدف محدد من أهداف تثبيت درجة الحرارة مجموعة كبيرة من أوجه عدم اليقين المصاحبة لمستوى التثبيت المطلوب لتركيزات غازات الدفيئة (أنظر الشكل ٧ في الملخص لصانعي السياسات). ويتوقف أيضا المستوى المطلوب لتثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون بالنسبة لهدف محدد من أهداف درجة الحرارة على مستويات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون.

الفقرة ٨ من السؤال ٦

وسوف يستمر سطح البحر والأغطية الجليدية في الاستجابة للاحترار لقرون كثيرة بعد تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. والنطاق المقدر لارتفاع مستوى سطح البحر الناجم عن التمدد الحراري عند التوازن يتراوح بين ٠,٥ و ٢ مترا بالنسبة لزيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون من مستوى ما قبل عهد التصنيع الذي كان يبلغ ٢٨٠ إلى ٥٦٠ جزءا في المليون و بين ١ و ٤ أمتار بالنسبة لزيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون من ٢٨٠ جزءا في المليون و ١١٢٠ جزءا في المليون. وتراوح الارتفاع المرصود خلال القرن العشرين بين ٠,١ و ٠,٢ مترا. وسوف يزداد الارتفاع المقدر إذا أخذ في الحسبان تأثير الزيادات في غازات الدفيئة الأخرى. وهناك تأثيرات أخرى يسهم بها الارتفاع في مستوى سطح البحر في النطاقات الزمنية التي تتراوح بين قرون وآلاف الأعوام. وتشير تقديرات النماذج التي تم تقييمها في تقرير التقييم الثالث إلى حدوث ارتفاع في مستوى سطح البحر يصل إلى عدة أمتار من الأغطية الجليدية القطبية (أنظر السؤال ٤) وجليد اليابسة حتى بالنسبة لمستويات التثبيت عند ٥٥٠ جزءا في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

الفقرة ٩ من السؤال ٦

وخفض انبعاثات غازات الدفيئة من أجل تثبيت تركيزاتها في الغلاف الجوي سيؤخر ويقلل الأضرار الناجمة عن تغير المناخ.

---

[٤] تستخدم في كثير من الأحيان استجابة المتوسط العالمي لدرجة الحرارة المحدثة للتوازن، وهي الاستجابة لتضاعف ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كمقياس لحساسية المناخ. وتأتي درجات الحرارة المبينة في الشكلين ٦ و ٧ من نموذج بسيط تمت معايرته لإعطاء نفس استجابة عدد من النماذج المعقدة التي تتسم بحساسيات مناخية تتراوح بين ١,٧ و ٤,٢ درجة مئوية. ويتماثل هذا النطاق مع النطاق الشائع الذي يتراوح بين ١,٥ و ٤,٥ درجة مئوية.

[٥] بالنسبة لجميع هذه السيناريوهات، فان مساهمة غازات الدفيئة والأهباء الجوية الأخرى في الاحترار المحدث للتوازن تبلغ ٠,٦ درجة مئوية لحساسية مناخية منخفضة و ١,٤ درجة مئوية لحساسية مناخية عالية. وتعادل الزيادة المصاحبة في التأثير الإشعاعي نسبة إضافية تبلغ ٢٨٪ في التركيزات النهائية لثاني أكسيد الكربون.

وسوف تقلل إجراءات خفض (تخفيف) انبعاثات غازات الدفيئة من الضغوط الواقعة على النظم الطبيعية والبشرية من جراء تغير المناخ. وسوف يتيح تباطؤ معدلات الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة ومستوى سطح البحر مزيدا من الوقت للتكيف. ونتيجة لذلك، من المتوقع أن تؤخر إجراءات التخفيف الأضرار الناجمة عن تغير المناخ وتقللها، ومن ثم، تحقق فوائد بيئية واجتماعية–اقتصادية. ويتم تقييم إجراءات التخفيف وما يصاحبها من تكاليف في الإجابة على السؤال ٧. ← الفقرة ١٠ من السؤال ٦

وإجراءات التخفيف لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستويات أقل ستحقق فوائد أكبر من ناحية تقليل الأضرار. والتثبيت عند مستويات أكثر انخفاضا سيقلل من خطر تجاوز عتبات درجات الحرارة في النظم الفيزيائية الأحيائية التي توجد فيها تلك العتبات. ومن المقدر أن يحقق تثبيت ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ جزءا في المليون على سبيل المثال زيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة في عام ٢١٠٠ أقل مما هو مقدر للتثبيت عند ١٠٠٠ جزء في المليون بنحو ٠,٧٥ إلى ١,٢٥ درجة مئوية (أنظر الشكل ٧ في الملخص لصانعي السياسات). ويتراوح الفرق عند التوازن بين ٢ و ٥ درجات مئوية. وسوف ينخفض الحجم الجغرافي للأضرار أو الخسائر التي تلحق بالنظم الطبيعية، وسينخفض أيضا عدد النظم المتضررة التي تتزايد مع حجم ومعدل تغير المناخ وذلك بالنسبة لمستوى التثبيت الأقل. وبالمثل، بالنسبة لمستوى التثبيت الأقل، من المتوقع أن تنخفض شدة التأثيرات الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة، وسوف يقل عدد المناطق التي تعاني من صافي التأثيرات الضارة لقطاع السوق، وستتضاءل التأثيرات الكلية العالمية وتنخفض أخطار الظواهر الواسعة النطاق والشديدة التأثير. ← الفقرة ١١ من السؤال٦

ولا توجد حتى الآن تقديرات كمية شاملة لفوائد التثبيت عند مختلف مستويات تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وقد تم إحراز تقدم في فهم الطبيعة النوعية لتأثيرات تغير المناخ. ونظرا لعدم اليقين في حساسية المناخ، وعدم اليقين فيما يتعلق بالأنماط الجغرافية والموسمية للتغيرات المقدرة في درجات الحرارة والتهطال وغير ذلك من المتغيرات والظواهر المناخية، لا يمكن تحديد تأثيرات تغير المناخ تحديدا فريدا بالنسبة لبعض سيناريوهات الانبعاثات. وتوجد أيضا أوجه عدم يقين فيما يتعلق بالعمليات الرئيسية والحساسيات وما تتسم به النظم من قدرات على التكيف مع التغيرات في المناخ. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التأثيرات، مثل التغيرات في تركيب ووظيفة النظم الايكولوجية، وانقراض الأنواع، والتغيرات في صحة الإنسان وتفاوت توزيع التأثيرات بين مختلف السكان لا يسهل التعبير عنها في شكل وحدات نقدية أو غير ذلك من الوحدات الشائعة. وفي ظل هذه القيود، فإن الفوائد المترتبة على مختلف إجراءات خفض انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، بما في ذلك الإجراءات الرامية إلى تثبيت تركيزات غازات الدفيئة عند مستويات مختارة، لم يتم توصيفها توصيفا كاملا ولا يمكن مقارنتها مباشرة بتكاليف التخفيف لأغراض تقييم صافي التأثيرات الاقتصادية للتخفيف. ← الفقرة ١٢ من السؤال ٦

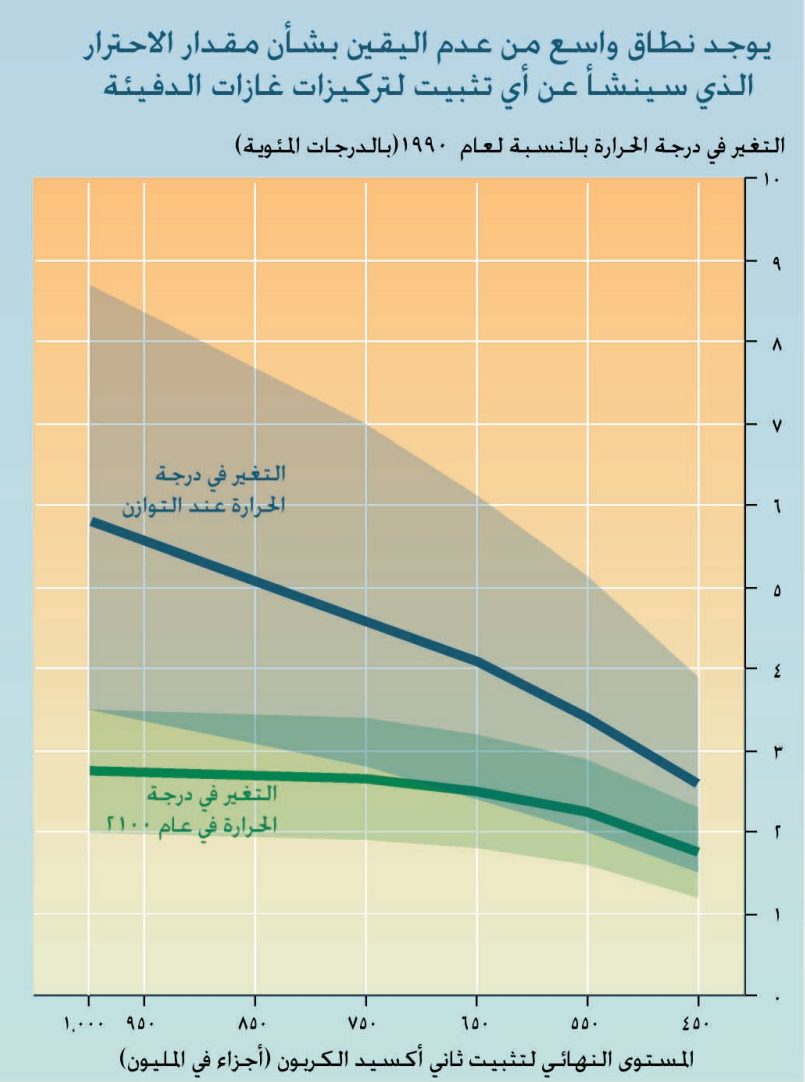
ويعد التكيف استراتيجية ضرورية على جميع النطاقات من أجل تكميل الجهود الرامية إلى التخفيف من تغير المناخ. ويمكن لهذه الجهود معا أن تسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ← الفقرة ١٣ من السؤال ٦

ويمكن للتكيف أن يكمل التخفيف في استراتيجية تتسم بفعالية التكلفة من أجل تقليل مخاطر تغير المناخ. وخفض انبعاثات غازات الدفيئة، بل وتثبيت تركيزاتها في الغلاف الجوي عند مستوى منخفض، لن يمنع تماما من حدوث تغير المناخ أو ارتفاع مستوى سطح البحر كما أنه لن يحول تماما دون وقوع التأثيرات الناجمة عنها. وسوف يحدث كثير من التكيف التفاعلي استجابة لتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر، وبدأ بعض هذا التكيف في الظهور بالفعل. وبالإضافة إلى ذلك، فإن وضع استراتيجيات مخططة لمعالجة المخاطر والاستفادة من الفرص يمكن أن يكمل إجراءات التخفيف الرامية إلى تقليل تأثيرات تغير المناخ. ومع ذلك، فإن التكيف ينطوي على تكاليف ولا يمكنه أن يحول دون وقوع ← الفقرتان ١٤ و١٥ من السؤال ٦

جميع الأضرار. ويمكن تقليل تكاليف التكيف من خلال إجراءات التخفيف التي ستقلل وتبطئ من تغيرات المناخ التي ستتعرض لها النظم إذا لم يتم اتخاذ تلك الإجراءات.

الفقرات ١٦ إلى ١٨ من السؤال ٦

ومن المقدر أن ينطوي تأثير تغير المناخ على مختلف التأثيرات داخل البلدان وفيما بينها. ويثير التحدي المتمثل في معالجة تغير المناخ قضية هامة من قضايا الإنصاف. ويمكن لإجراءات التخفيف والتكيف، إذا صُممت بطريقة ملائمة، أن تنهض بالتنمية المستدامة والإنصاف داخل وعبر البلدان على السواء وبين الأجيال. ومن المتوقع أن يفيد خفض الزيادة في النهايات المناخية جميع البلدان، ولاسيما البلدان النامية التي تعد أشد تأثرا بتغير المناخ من البلدان المتقدمة. وسوف يقلل تخفيف تغير المناخ أيضا من المخاطر التي ستواجهها أجيال المستقبل من جراء الإجراءات التي يتخذها الجيل الحالي.



السؤال ٦ الشكل ٦-٢

الشكل ٧ في الملخص لصانعي السياسات: سيقلل تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون من الاحترار. وان كان بمقدار يكتنفه عدم اليقين. وتقدر تغيرات درجة الحرارة مقارنة بعام ١٩٩٠ في (أ)عام ٢١٠٠ و (ب) عند التوازن باستخدام نموذج مناخي بسيط في الصور البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز، كما هو في الشكل ٦ في الملخص لصانعي السياسات. وتفترض أقل وأعلى تقديرات كل مستوى من مستويات التثبيت وجود حساسية مناخية تتراوح بين ١,٧ و ٤,٢ درجة مئوية على التوالي. ويمثل خط المركز متوسط أقل وأعلى التقديرات.

السـؤال ٧

السؤال ٧

ماذا تعرف عن إمكانات خفض انبعاثات غازات الدفيئة وما ينطوي عليه ذلك من تكاليف وما يترتب عليه من فوائد والإطار الزمني المطلوب لذلك؟

- ما هي التكاليف والفوائد الاقتصادية والاجتماعية وما هي آثار الإنصاف بالنسبة لخيارات السياسات والتدابير، وآليات بروتوكول كيوتو، التي يمكن دراستها لمعالجة تغير المناخ إقليميا وعالميا؟
- ما هي مجموعات خيارات البحث والتنمية والاستثمارات والسياسات الأخرى التي يمكن دراستها والتي تتسم بأكبر فعالية في تعزيز التنمية ونشر التكنولوجيات التي تعالج تغير المناخ؟
- ما هي أنواع الخيارات الاقتصادية وخيارات السياسات التي يمكن أخذها في الاعتبار لإزالة الحواجز القائمة والمحتملة ولحفز نقل التكنولوجيا إلى القطاعين الخاص والعام ونشرها بين البلدان وما تأثير ذلك على الانبعاثات المقررة؟
- كيف يؤثر توقيت الخيارات الواردة أعلاه على التكاليف والفوائد الاقتصادية المصاحبة وعلى تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي خلال القرن القادم وما بعده؟

هناك فرص كثيرة، بما في ذلك الخيارات التكنولوجية الرامية إلى تقليل الانبعاثات على الأجل القريب، ولكن توجد حواجز أمام نشرها. الفقرات ٢ إلى ٦ من السؤال ٧

وقد تم إحراز تقدم تقني كبير يتصل بإمكانية خفض انبعاثات غازات الدفيئة منذ تقديم تقرير التقييم الثاني في عام ١٩٩٥وسار هذا التقدم بخطى أسرع مما كان متوقعا. ويمكن خفض صافي الانبعاثات من خلال مجموعة من التكنولوجيات (مثل التحويل الأكثر كفاءة في إنتاج واستخدام الطاقة، والتحول إلى التكنولوجيات التي تنخفض أو تنعدم انبعاثاتها من الغازات، وإزالة الكربون وتخزينه، وتحسين استخدام الأراضي، وتغيير استخدام الأراضي، وممارسات الحراجة). ويجري إحراز تقدم في مجموعة كبيرة من التكنولوجيات في مختلف مراحل التطور التي تتراوح بين طرح توربينات الرياح في الأسواق و التخلص السريع من الغازات الناتجة عن الصناعة والنهوض بتكنولوجيا خلايا الوقود والإرشاد بشأن تخزين ثاني أكسيد الكربون الجوفي. الفقرة ٣ من السؤال ٧

وسوف يتطلب النجاح في تنفيذ خيارات التخفيف من غازات الدفيئة التغلب على الحواجز التقنية والاقتصادية والسياسية والثقافية والاجتماعية والسلوكية و/أو المؤسسية التي تحول دون الاستغلال الكامل لفرص هذه الخيارات على المستويات التكنولوجية والاقتصادية والاجتماعية. وتتفاوت فرص وأنواع التخفيف المحتملة بتفاوت المناطق والقطاعات والأوقات. وينجم ذلك عن التفاوت الكبير في القدرة على التكيف. ويمكن لمعظم البلدان الاستفادة من التمويل المبتكر ومن التعلم الاجتماعي والابتكار، والإصلاحات المؤسسية، وإزالة الحواجز أمام التجارة، والقضاء على الفقر. وبالإضافة إلى ذلك، تكمن فرص المستقبل في البلدان الصناعية بصورة أساسية في إزالة الحواجز الاجتماعية والسلوكية؛ وأما في البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية فإنها تكمن في ترشيد الأسعار؛ وفي البلدان النامية تكمن في ترشيد الأسعار وزيادة إمكانية الوصول إلى البيانات والمعلومات، وإتاحة التكنولوجيات المتقدمة، والموارد المالية، والتدريب وبناء القدرات. ومع ذلك، فقد تتاح الفرص أمام أي دولة معينة من خلال إزالة أي مجموعة من الحواجز. الفقرة ٦ من السؤال ٧

ويمكن زيادة فعالية الاستجابات الوطنية لتغير المناخ إذا تم نشرها كمجموعة من وسائل السياسات الفقرة ٧ من السؤال ٧

الرامية إلى الحد من صافي انبعاثات غازات الدفيئة أو خفضه. وقد تشمل المجموعة –وفقا للظروف الوطنية– ضرائب على الانبعاثات / الكربون / الطاقة، والتراخيص القابلة أو غير القابلة للتداول، وسياسات استخدام الأراضي، وتوفير و / أو إزالة الدعم، ونظم الإيداع / الاسترداد، ومعايير التكنولوجيا أو الأداء، ومتطلبات خليط الطاقة، وحظر المنتجات، والاتفاقات الطوعية، والإنفاق والاستثمار الحكوميين، ودعم البحث والتنمية.

وهناك أسباب كثيرة وراء تفاوت تقديرات التكلفة في مختلف النماذج والدراسات.

الفقرات ١٤ إلى ١٩ من السؤال ٧

في ظل مجموعة متنوعة من الأسباب، هناك اختلافات كبيرة وأوجه عدم يقين تكتنف بعض التقديرات الكمية لتكاليف التخفيف. وتتفاوت تقديرات التكاليف بسبب (أ) المنهجية[٦] المستخدمة في التحليل و (ب) العوامل والافتراضات الأساسية التي يقوم عليها التحليل. وسوف يفضي إدراج بعض العوامل إلى تقديرات منخفضة وسيفضي إدراج عوامل أخرى إلى تقديرات مرتفعة. ويمكن لدمج أنواع متعددة من غازات الدفيئة والبواليع والتغيرات التقنية والاتجار في الانبعاثات[٧] أن يقلل من التكاليف المقدرة. وبالإضافة إلى ذلك، تشير الدراسات إلى أنه يمكن الحد من بعض مصادر انبعاثات غازات الدفيئة بدون تكلفة اجتماعية صافية أو بتكلفة سلبية بدرجة تجعل من الممكن للسياسات استغلال فرص "لا يندم عليه" ، مثل تصحيح الخلل السوقي، وإدراج الفوائد الفرعية وإعادة دوران إيرادات الضرائب على نحو يتسم بالكفاءة. ومن ناحية أخرى، يمكن أن تزداد التكاليف المقدرة إذا أخذنا في الحسبان الصدمات الاقتصادية الكلية القصيرة الأجل المحتملة، وفرض قيود على استخدام آليات السوق على الصعيدين المحلي والدولي، وارتفاع تكاليف العمليات، وإدراج التكاليف الثانوية، وعدم فعالية تدابير إعادة دوران الضرائب. ونظرا لعدم وجود تحليل يشمل جميع العوامل ذات الصلة التي تؤثر على تكاليف التخفيف، فقد لا تعبر التكاليف المقدرة عن التكاليف الفعلية لتنفيذ إجراءات التخفيف.

الفقرات ١٤ و٢٠ من السؤال ٧

وتشير الدراسات التي تم تناولها في تقرير التقييم الثالث إلى استمرار فرص خفض تكاليف التخفيف.

الفقرات ١٥ و١٦ من السؤال ٧

وتشير الدراسات التي تم إجراؤها من اسفل إلى أعلى إلى وجود فرص للتخفيف تتسم بانخفاض كبير في التكلفة. ووفقا للدراسات من أسفل إلى أعلى، يمكن تحقيق خفض في الانبعاثات العالمية يتراوح بين ١,٩ و ٢,٦ جيغا طن من مكافئ الكربون، وبين ٣,٦ و ٥,٠ جيغا طن من مكافئ الكربون لكل عام[٨] وذلك بحلول عامي ٢٠١٠ و٢٠٢٠ على التوالي. ويمكن تحقيق نصف هذه التخفيضات المحتملة في الانبعاثات بحلول عام ٢٠٢٠ مع تحقيق فوائد مباشرة (توفير الطاقة) بما يفوق التكاليف المباشرة (رأس المال الصافي وتكاليف التشغيل والصيانة)، ويمكن تحقيق النصف الآخر بتكلفة صافية مباشرة تصل إلى ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من مكافئ الكربون (بأسعار عام ١٩٩٨). ويتم استخلاص هذه التقديرات لصافي التكاليف المباشرة باستخدام أسعار خصم تتراوح بين ٥ و ١٢٪ بما لا يتعارض مع أسعار الخصم في القطاع العام. وتتفاوت المعدلات الخاصة للعائد الداخلي تفاوتا كبيرا ، وهي معدلات ترتفع ارتفاعا كبيرا في كثير من الأحيان، مما يؤثر على معدل استخدام الكيانات الخاصة لتلك التكنولوجيات. ويمكن أن يتيح ذلك خفض الانبعاثات العالمية إلى ما دون مستويات عام ٢٠٠٠ في الفترة ٢٠١٠–٢٠٢٠ عند هذه التقديرات لصافي التكلفة المباشرة تبعا لسيناريو الانبعاثات. وينطوي تحقيق هذه التخفيضات على

الفقرة ١٥ من السؤال ٧

(٦) يصف تقرير التقييم الثاني فئتين من النهوج المستخدمة في تقييم التكاليف: النهوج من أسفل إلى أعلى التي تقوم على أساس تقييمات تكنولوجيات وقطاعات محددة، وأما الفئة الثانية فهي دراسات النمذجة من أعلى إلى أسفل التي تبدأ من العلاقات الاقتصادية الكلية. أنظر الإطار ٧–١ في التقرير الأساسي.

(٧) نهج سوقي لتحقيق الأهداف البيئية يسمح لمن يقومون بخفض انبعاثات غازات الدفيئة، إلى أقل مما هو مطلوب، باستخدام التخفيضات الزائدة أو الاتجار فيها لمعادلة الانبعاثات في مصدر آخر داخل البلد أو خارجه. ويستخدم المصطلح هنا على نطاق واسع ليشمل الاتجار فيما هو مسموح به من الانبعاثات والتعاون القائم على أساس المشروعات.

(٨) تشير تقديرات خفض الانبعاثات إلى اتجاه أساسي مشابه في الحجم للسيناريو ''باء–٢'' في التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات.

تكاليف إضافية للتنفيذ، وهي تكاليف قد تكون كبيرة في بعض الحالات، وإمكانية الحاجة إلى سياسات مساندة، وزيادة البحث والتنمية، ونقل التكنولوجيا على نحو فعال، والتغلب على الحواجز الأخرى. وتشمل مختلف الدراسات العالمية والإقليمية والوطنية ودراسات القطاعات ودراسات المشروعات التي تم تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث مختلف النطاقات والافتراضات. ولا توجد دراسات لكل قطاع وإقليم.

الفقرات ٤ و ١٦ من السؤال ٧

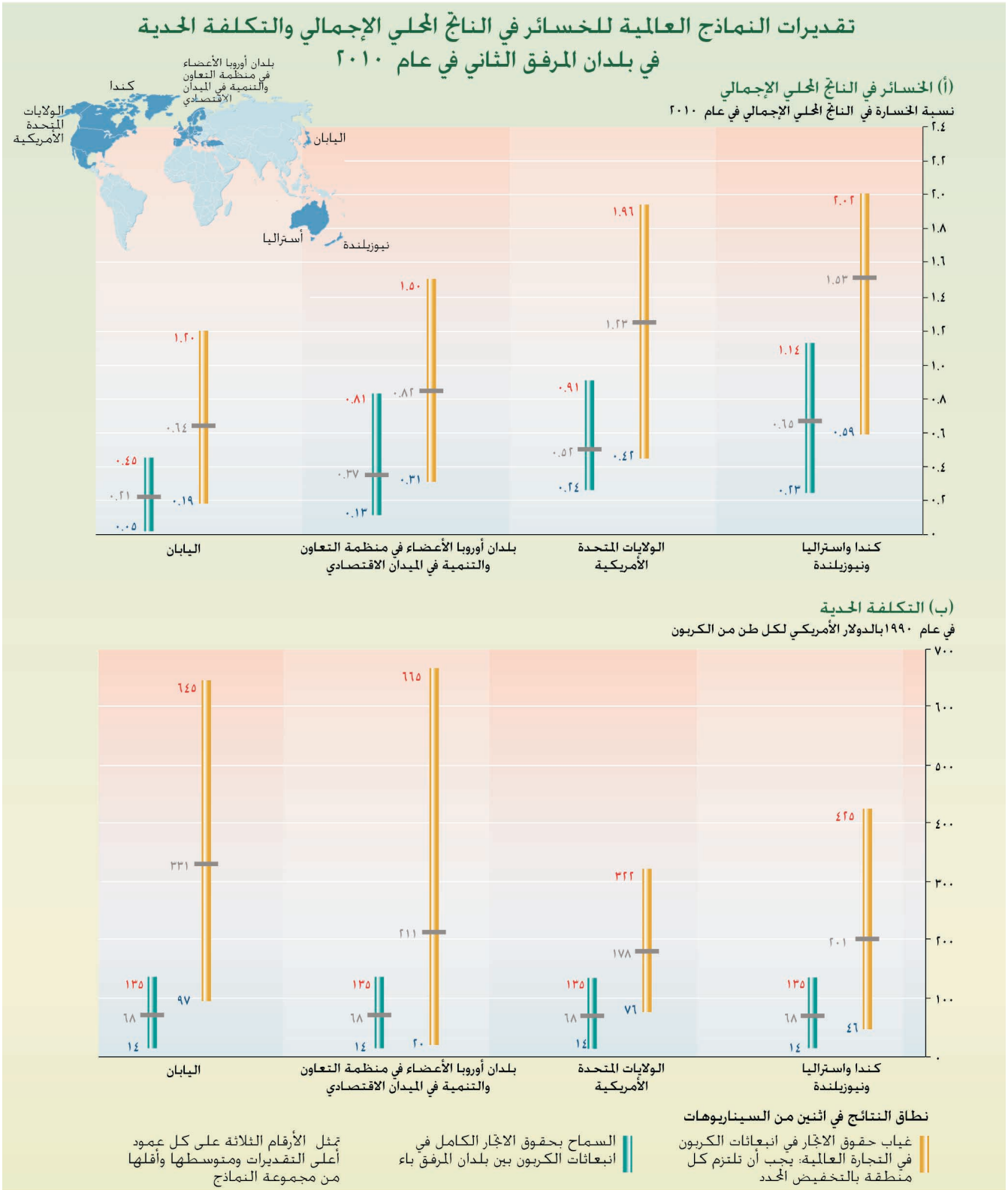
وتتيح الغابات والأراضي الزراعية والنظم الايكولوجية الأرضية الأخرى إمكانات هائلة لتخفيف الكربون. وبالرغم من أن الحفاظ على الكربون وعزله لا يستمر بالضرورة، فإنه قد يتيح الوقت للاستمرار في تطوير وتنفيذ الخيارات الأخرى. ويمكن أن يحدث التخفيف الأحيائي عن طريق ثلاث استراتيجيات، هي: (أ) الحفاظ على خزانات الكربون القائمة و (ب) العزل عن طريق زيادة حجم خزانات الكربون[٩] و (ج) استبدال المنتجات الأحيائية المستدامة الإنتاج. وتبلغ الإمكانات العالمية المقدرة لخيارات التخفيف ١٠٠ جيغا طن من الكربون (التراكمي) بحلول عام ٢٠٥٠، وهو ما يوازي نحو ١٠ إلى ٢٠٪ من الانبعاثات المقدرة للوقود الأحفوري أثناء تلك المدة، بالرغم مما يقترن بهذا التقدير من أوجه عدم يقين كبيرة. ويعتمد تحقيق هذه الإمكانات على توفر الأراضي والمياه، فضلا عن معدلات الأخذ بممارسات إدارة الأراضي. وتنطوي المناطق شبه المدارية والمدارية على أكبر الإمكانات الأحيائية للتخفيف من الكربون في الغلاف الجوي. وتقديرات التكاليف التي تم الإبلاغ عنها إلى الآن بالنسبة للتخفيف الأحيائي تتفاوت تفاوتا كبيرا بين ٠,١ ونحو ٢٠ دولارا أمريكيا لكل طن من الكربون في العديد من البلدان المدارية، وتتراوح بين ٢٠ و ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من الكربون في البلدان غير المدارية. ولم تتماثل طرق التحليلات المالية وحساب الكربون. وفضلا عن ذلك، فإن حسابات التكلفة لا تغطي في كثير من الحالات، من بين جملة أمور، تكاليف البنية الأساسية والخصم الملائم والرصد وجمع البيانات وتكاليف التنفيذ وتكاليف الفرص البديلة للأراضي والصيانة، أو غير ذلك من التكاليف المتكررة التي يتم استبعادها أو تجاهلها في كثير من الأحيان. ويتم تقييم النهاية المنخفضة للنطاق لتحقيق انحراف في اتجاه الهبوط، ولكن فهم التكاليف ومعالجتها آخذ في التحسن بمرور الوقت. وخيارات التخفيف الأحيائي قد تقلل أو تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون.

الفقرتان ١٧ و ١٨ من السؤال ٧

وتتفاوت تقديرات تكلفة تنفيذ بروتوكول كيوتو بالنسبة لبلدان المرفق باء تبعا للدراسات والمناطق. وهي تعتمد بشدة على جملة أمور، منها الافتراضات بشأن استخدام آليات كيوتو، وتفاعلاتها مع التدابير المحلية (أنظر الشكل ٨ في الملخص لصانعي السياسات لمقارنة تكاليف التخفيف على الصعيد الإقليمي في بلدان المرفق باء"). والغالبية العظمى من الدراسات العالمية التي تقوم بإبلاغ ومقارنة تلك التكاليف تستخدم نماذج دولية تتسم بالاقتصاد في الطاقة. وتشير تسع من هذه الدراسات إلى التأثيرات التالية للناتج المحلي الإجمالي. ففي غياب الاتجار بالانبعاثات بين بلدان المرفق باء، تبين هذه الدراسات حدوث تخفيضات في الناتج المحلي الإجمالي[١٠] بنحو ٠,٢ إلى ٢٪ في عام ٢٠١٠ بالنسبة لمختلف مناطق المرفق الثاني. وفي ظل الاتجار الكامل في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، تتراوح التخفيضات في عام ٢٠١٠ بين ٠,١ و ١,١٪ من الناتج المحلي الإجمالي المقدر. وتبين دراسات النمذجة الرئيسية المشار إليها أعلاه أن التكاليف الحدية الوطنية للوفاء بأهداف كيوتو تتراوح بين ٢٠ و ٦٠٠ دولار أمريكي لكل طن من الكربون بدون الاتجار، وتتراوح بين زهاء ١٥ و ١٥٠ دولار أمريكي لكل طن

[٩] يمكن أن يؤثر تغيير استخدام الراضي على تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. ومن الناحية الافتراضية، إذا استعيد جميع الكربون الذي تم إطلاقه من جراء التغييرات في استخدام الأراضي في الماضي إلى الغلاف الحيوي الأرضي خلال القرن (عن طريق إعادة التحريج مثلا) فسوف يتراوح الانخفاض في تركيز ثاني أكسيد الكربون بين ٤٠ و ٧٠ جزءا في المليون.

[١٠] تتصل التخفيضات المحسوبة في الناتج المحلي الإجمالي بخط الأساس الخاص بالناتج المحلي الإجمالي المقدر لكل نموذج. وقد قيمت النماذج فقط التخفيضات في ثاني أكسيد الكربون. ومن ناحية أخرى، فان التقديرات المأخوذة عن التحليلات من أسفل إلى أعلى المشار إليها أعلاه شملت جميع غازات الدفيئة. ويمكن استخدام الكثير من القياسات لعرض التكاليف. فعلى سبيل المثال، إذا كانت التكاليف السنوية في البلدان المتقدمة النمو المقترنة بالوفاء بأهداف كيوتو، في ظل الاتجار الكامل في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، تبلغ ٠,٥٪ من الناتج المحلي الإجمالي، فإن ذلك يمثل ١٢٥ بليون دولار أمريكي (١٠٠٠ مليون) في العام، أو ١٢٥ دولارا أمريكيا للشخص في العام بحلول عام ٢٠١٠ في بلدان المرفق الثاني (افتراضات التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات). ويقابل ذلك تأثيرا على معدلات النمو الاقتصادي خلال ١٠ سنوات بنسبة تقل عن ٠,١ نقطة مئوية.



الشكل ٨ في الملخص لصانعي السياسات: تقديرات خسائر الناتج المحلي الإجمالي والتكاليف الحدية في بلدان المرفق الثاني في عام ٢٠١٠ استنادا إلى النماذج العالمية: (أ) خسائر الناتج المحلي الإجمالي و (ب) التكاليف الحدية. وترد التخفيضات المقدرة في الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠١٠ مقارنة بالناتج المحلي الإجمالي في الحالة المرجعية للنماذج. وتستند هذه التقديرات إلى النتائج التي توصلت إليها تسع من فرق النمذجة التي شاركت في دراسة أجراها محفل نمذجة الطاقة. وتتعلق التقديرات المبينة في الشكل بأربع مناطق تؤلف بلدان المرفق الثاني. وقد تناولت النماذج بالبحث اثنين من السيناريوهات. وفي السيناريو الأول، تقوم كل منطقة بعمل التخفيضات المحددة مع الاتجار المحلي في انبعاثات الكربون. وأما السيناريو الثاني فيسمح فيه بالاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق "ب"، ومن ثم تتساوى التكاليف الحدية في جميع المناطق. وفي كل حالة أو منطقة، تظهر القيم القصوى والدنيا والمتوسطة في جميع نماذج التكاليف الحدية المقدرة. وللاطلاع على العوامل والافتراضات وأوجه عدم اليقين الرئيسية التي تشكل أساس الدراسات، يمكن الرجوع إلى الجدول ٧-٣ والإطار ٧-١ في التقرير الأساسي.

الفقرتان ١٨ و ١٩ من السؤال ٧

من الكربون في ظل الاتجار بين بلدان المرفق باء. وبالنسبة لمعظم البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية، تتفاوت تأثيرات الناتج المحلي الإجمالي بين زيادة طفيفة وزيادة بمقدار عدة نقاط مئوية. ومع ذلك، بالنسبة لبعض البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية، سيترتب على تنفيذ بروتوكول كيوتو تأثيرات على الناتج المحلي الإجمالي مماثلة لتلك التأثيرات على بلدان المرفق الثاني. ووقت إجراء هذه الدراسات، لم تشمل معظم النماذج البواليع أو غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون، أو آلية التنمية النظيفة أو خيارات التكلفة السلبية أو الفوائد الجانبية أو إعادة توظيف الإيرادات المستهدفة التي يمكن أن تقلل من التكاليف المقدرة إذا أدرجت في تلك النماذج. ومن ناحية أخرى، تضع هذه النماذج افتراضات تقلل من قيمة التكاليف لأنها تفترض الاستخدام الكامل للاتجار بالانبعاثات بدون تكلفة المعاملات التجارية، في بلدان المرفق باء وفيما بينها، وتفترض الكفاءة الكاملة في تدابير التخفيف وأن الاقتصادات ستبدأ في التكيف مع الحاجة إلى الوفاء بأهداف كيوتو بين عامي ١٩٩٠ و٢٠٠٠. وقد يعتمد خفض التكلفة من آليات كيوتو على تفاصيل التنفيذ، بما في ذلك اتساق الآليات المحلية والدولية، والقيود ، وتكاليف العمليات التجارية.

الفقرة ١٩ من السؤال ٧

وتتسم قيود الانبعاثات المفروضة على بلدان المرفق الأول بتأثيراتها "غير المباشرة"[١١] الثابتة. وان كانت متفاوتة على البلدان التي ليست أطرافا في المرفق الأول. وتشير التحليلات إلى وجود تخفيضات في كل من الناتج المحلي الإجمالي المقدر والإيرادات المقدرة للنفط بالنسبة للبلدان المصدرة للنفط التي ليست أطرافا في المرفق الأول. وتكشف الدراسة التي تشير إلى أقل التكاليف عن وجود تخفيضات بنسبة ٠,٢٪ من الناتج المحلي الإجمالي المقدر في ظل عدم الاتجار في الانبعاثات، وأقل من ٠,٠٥٪ من الناتج المحلي الإجمالي في ظل الاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء في عام ٢٠١٠[١٢]، وأما الدراسة التي تبلغ عن أعلى تكلفة فتبين وجود تخفيضات بنسبة ٢٥٪ من الإيرادات المقدرة للنفط في حالة عدم الاتجار في الانبعاثات، و١٣ في المائة من إيرادات النفط المقدرة في ظل الاتجار بالانبعاثات بين بلدان المرفق باء في عام ٢٠١٠. ولا تأخذ هذه الدراسات في الاعتبار أي سياسات أو تدابير، بخلاف الاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، التي يمكن أن تقلل من التأثيرات على البلدان المصدرة للنفط التي ليست أطرافا في المرفق الأول. ويمكن الاستمرار في تقليل التأثيرات الواقعة على تلك البلدان عن طريق إزالة إعانات الوقود الأحفوري، وإعادة هيكلة الضرائب المفروضة على الطاقة وفقا لمحتوى الكربون، وزيادة استخدام الغاز الطبيعي، وتنويع اقتصادات البلدان المصدرة للنفط التي ليست أطرافا في المرفق الأول. وقد تتأثر البلدان الأخرى التي ليست أطرافا في المرفق الأول تأثرا ضارا من جراء التخفيضات في الطلب على صادراتها إلى دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ومن جراء الزيادة في أسعار المنتجات ذات الكثافة الكربونية وغيرها من المنتجات التي تستمر في استيرادها. وقد تستفيد البلدان الأخرى التي ليست أطرافا في المرفق الأول من خفض أسعار الوقود، وزيادة صادرات المنتجات ذات الكثافة الكربونية، ونقل التكنولوجيات السليمة بيئيا والدراية الفنية. وإمكانية نقل بعض الصناعات ذات الكثافة الكربونية إلى البلدان التي ليست أطرافا في المرفق الأول والتأثيرات الأوسع على تدفقات التجارة استجابة للأسعار المتغيرة قد يفضي إلى تسرب الكربون[١٣] بنسبة ٥ إلى ٢٠٪.

الفقرات ٩ إلى ١٢ و ٢٣ من السؤال ٧

وتطوير التكنولوجيا ونشرها مكونات هامة للتثبيت الذي يتسم بفعالية التكلفة.

الفقرات ٩ إلى ١٢ و٢٣ من السؤال ٧

ويمكن لتطوير ونقل التكنولوجيات السليمة بيئيا أن يؤدي دورا حاسما في خفض تكلفة تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. ويمكن لنقل التكنولوجيات بين البلدان والمناطق أن يوسع من نطاق الخيارات على الصعيد الإقليمي. وسوف تقلل وفورات الحجم والتعلم من تكلفة الأخذ بتلك التكنولوجيات. ومن

[١١] تشمل هذه التأثيرات الثانوية فقط التأثيرات الاقتصادية وليست التأثيرات البيئية.

[١٢] يمكن التعبير عن تلك التكاليف المقدرة باعتبارها فروقا في معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٠. وفي حالة عدم الاتجار في الانبعاثات، ينخفض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة تبلغ ٠,٠٢ نقطة مئوية في العام. وفي حالة الاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، ينخفض معدل النمو بأقل من ٠,٠٠٥ نقطة مئوية في العام.

[١٣] يعرف تسرب الكربون هنا بأنه الزيادة في انبعاثات بلدان المرفق (باء) نتيجة لتنفيذ التخفيضات في بلدان المرفق (باء) والتي يتم التعبير عنها كنسبة مئوية من تخفيضات الانبعاثات في بلدان المرفق باء.

خلال السياسة الاقتصادية السليمة و الأطر التنظيمية، والشفافية والاستقرار السياسي، يمكن للحكومات أن تحقق بيئة تمكن من عمليات نقل التكنولوجيا في القطاعين الخاص والعام. وتتسم القدرة البشرية والتنظيمية بأهمية أساسية في كل مرحلة من أجل زيادة تدفق نقل التكنولوجيا وتحسين جودته. وبالإضافة إلى ذلك، من الأساسي لتحقيق أقصى فعالية في عمليات نقل التكنولوجيا أن يتم الربط بين المعنيين في القطاعين الخاص والعام، والتركيز على المنتجات والتقنيات التي تحقق فوائد إضافية متعددة تفي باحتياجات وأولويات التنمية المحلية أو تتكيف معها.

الفقرة ٢٧ من السؤال ٧

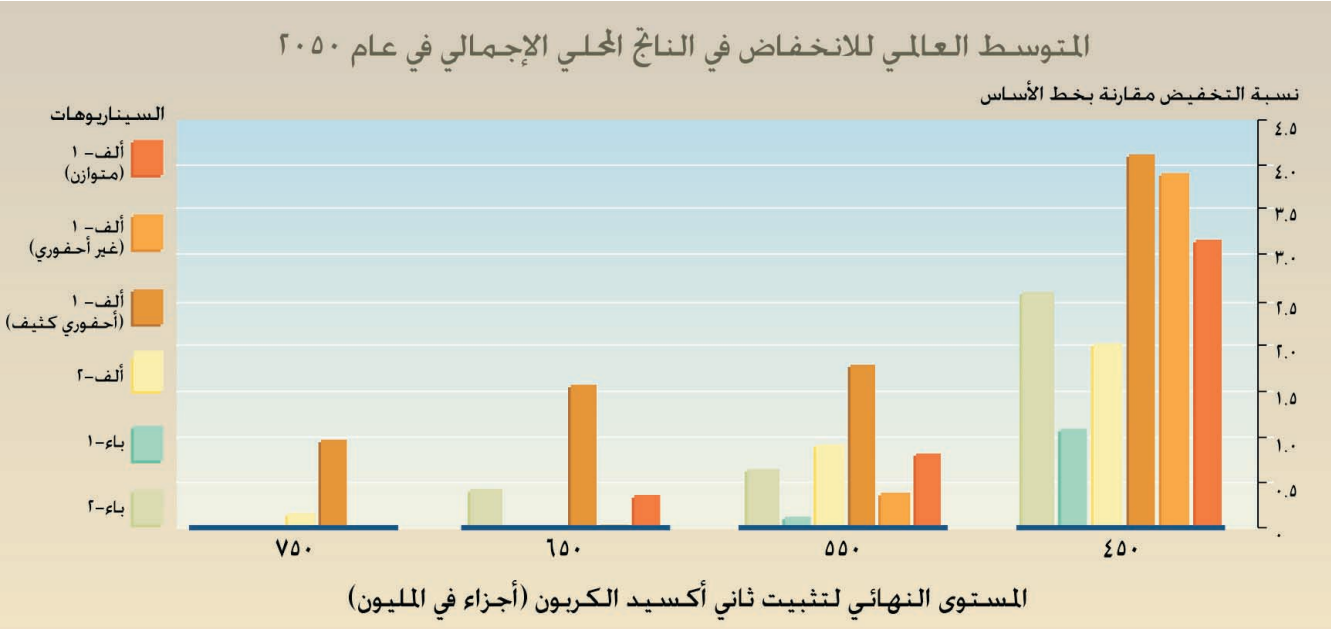
وتتطلب سيناريوهات الانبعاثات الأقل أنماطا مختلفة من تنمية موارد الطاقة وزيادة البحث والتنمية في مجال الطاقة للمساعدة على الإسراع بتطوير ونشر تكنولوجيات الطاقة المتقدمة السليمة بيئيا. ومن المؤكد تقريبا أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري لها تأثير مهيمن على اتجاه تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال القرن الحادي والعشرين. وقد تتضمن بيانات الموارد التي تم تقييمها في تقرير التقييم الثالث تغيرا في خليط الطاقة وإدخال مصادر جديدة للطاقة خلال القرن الحادي والعشرين. واختيار خليط الطاقة وما يقترن به من تكنولوجيات واستثمارات– سواء أكان ذلك في اتجاه استغلال الموارد غير التقليدية للغاز والنفط أو في اتجاه مصادر الطاقة غير الأحفورية أو تكنولوجيا الطاقة الأحفورية التي تحتجز الكربون وتخزنه– سيحدد ما إن كان من الممكن تثبيت تركيزات غازات الدفيئة، وإذا كان ممكنا، فعند أي مستوى وبأي تكلفة.

الفقرتان ٢٤ و ٢٥ من السؤال ٧

والطريق إلى التثبيت ومستوى التثبيت نفسه على السواء محددان رئيسيان لتكاليف التخفيف.[١٤]

الفقرة ٢٤ من السؤال ٧

والطريق إلى الوفاء بهدف محدد من أهداف التثبيت سيكون له تأثير على تكلفة التخفيف (أنظر الشكل ٩ في الملخص لصانعي السياسات). والانتقال التدريجي من نظام الطاقة العالمي الحالي إلى اقتصاد أقل بثا للكربون سيقلل إلى الحد الأدنى التكاليف المرتبطة بسحب الطاقة الرأسمالية قبل الأوان



الفقرة ٢٥ من السؤال ٧

الشكل ٩ في الملخص لصانعي السياسات: العلاقة الإرشادية في عام ٢٠٥٠ بين الخفض النسبي للناتج المحلي الإجمالي الناجم عن أنشطة التخفيف وسيناريوهات التقرير الخاص ومستوى التثبيت. وينزع الخفض في الناتج المحلي الإجمالي إلى التزايد في ظل قوة مستوى التثبيت، ولكن التكاليف تتسم بحساسية شديدة لاختيار سيناريو خط الأساس. ولا تأخذ تكاليف التخفيف المقدرة في الاعتبار الفوائد المحتملة لتغير المناخ المتجنب (لمزيد من المعلومات، يمكن الرجوع إلى التعليق على الشكل ٧-٤ من التقرير الأساسي).

وسيتيح وقتا لتطوير التكنولوجيا وتجنب تجميد الصيغ المبكرة من التكنولوجيا السريعة التطور المنخفضة الانبعاثات من الكربون. ومن ناحية أخرى، ستزيد الإجراءات الأسرع على الأجل القريب من مرونة الانتقال نحو التثبيت وتقليل المخاطر البيئية والبشرية والتكاليف المصاحبة للتغيرات المقدرة في المناخ، وقد تحفز الانتشار الأسرع للتكنولوجيات القائمة المنخفضة الانبعاثات، ويوفر حوافز قوية على الأجل القريب للتغييرات التكنولوجية المستحثة في المستقبل.

وتبين الدراسات حدوث زيادة في تكاليف تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي نظرا لانخفاض مستوى تثبيت التركيزات. ويمكن لمختلف خطوط الأساس أن تؤثر بقوة على التكاليف المطلقة (أنظر الشكل ٩ في الملخص لصانعي السياسات). وبينما توجد زيادة معتدلة في التكاليف عند الانتقال بمستوى تثبيت التركيزات من ٧٥٠ جزءا في المليون إلى ٥٥٠ جزءا في المليون، تحدث زيادة أكبر في التكاليف عند الانتقال من ٥٥٠ جزءا في المليون إلى ٤٥٠ جزءا في المليون إلا إذا كانت الانبعاثات في سيناريو خط الأساس شديدة الانخفاض. وبالرغم من أن تقديرات النماذج تشير إلى أن مسارات النمو العالمي الطويل الأجل في الناتج المحلي الإجمالي لا تتأثر كثيرا بإجراءات التخفيف الرامية إلى التثبيت، فإن هذه التقديرات لا تبين التغيرات الكبرى التي تحدث خلال بعض الفترات الزمنية الأقصر أو في بعض القطاعات أو المناطق. ولم تدمج هذه الدراسات عزل الكربون ولم تتناول بالبحث التأثير الممكن للأهداف الأكثر طموحا على التغير التكنولوجي المستحث. كما تتسم قضية عدم اليقين بأهمية متزايدة في ظل توسيع الإطار الزمني.

الفقرة ٢٥ من السؤال ٧

السؤال ٨

السؤال ٨

ماذا تعرف عن التفاعلات بين التغيرات البشرية المنشأ في المناخ والقضايا البيئية الأخرى (مثل تلوث الهواء في المناطق الحضرية، والترسب الكيمائي الإقليمي وفقد التنوع البيولوجي، واستنفاد أوزون الستراتوسفير، والتصحر وتدهور الأراضي)؟ وماذا تعرف عن التكاليف والفوائد والآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية المترتبة على تلك التفاعلات بالنسبة لدمج استراتيجيات الاستجابة لتغير المناخ على نحو منصف في استراتيجيات أوسع للتنمية المستدامة على النطاقات المحلية والإقليمية والعالمية؟

ترتبط القضايا البيئية المحلية والإقليمية والعالمية ارتباطا معقدا وتؤثر على التنمية المستدامة. ولذلك، هناك فرص تآزرية لوضع خيارات أكثر فعالية للاستجابة لتلك القضايا البيئية يكون من شأنها تعزيز الفوائد وتقليل التكاليف وتفي بالاحتياجات البشرية على نحو أكثر استدامة.

الفقرتان ١ و٢ من السؤال ٨

ويؤدي الوفاء بالاحتياجات البشرية في كثير من الحالات إلى التدهور البيئي الذي يهدد بدوره القدرة على الوفاء بالاحتياجات الحالية والمستقبلية. وعلى سبيل المثال، يمكن زيادة الإنتاج الزراعي من خلال زيادة استخدام المخصبات النيتروجينية أو الري أو تحويل الأراضي المعشوشبة الطبيعية والغابات إلى أراض لزراعة المحاصيل. ومع ذلك، يمكن أن تؤثر هذه التغييرات على مناخ الأرض من خلال إطلاق غازات الدفيئة وتفضي إلى تدهور الأراضي من خلال التحات وتملح التربة، وتسهم في فقد التنوع البيولوجي وتقليل عزل الكربون من خلال تحويل أو تشظي النظم الايكولوجية الطبيعية. ويمكن بالتالي أن تتأثر الإنتاجية الزراعية أيضا تأثرا ضارا من جراء التغييرات في المناخ، ولاسيما في المناطق المدارية وشبه المدارية، وفقد التنوع الأحيائي والتغيرات في العوامل الوراثية والأنواع

الفقرتان ٣ و١٥ من السؤال ٨

الأحيائية، وتدهور الأراضي من خلال الخسائر في خصوبة التربة. وتؤثر كثير من هذه التغيرات تأثيرا ضارا على الأمن الغذائي وتؤثر على الفقراء بطريقة غير متناسبة.

الفقرة ٤ من السؤال ٨

وتتشابه العوامل الرئيسية التي تشكل أساس تغير المناخ البشري المنشأ مع العوامل في معظم القضايا البيئية والاجتماعية-الاقتصادية، أي النمو الاقتصادي والتغيرات التكنولوجية الواسعة وأنماط أساليب الحياة والتغيرات الديمغرافية (حجم السكان وهيكل العمر والنزوح) وهياكل الحكم. ويمكن لهذه العوامل أن تؤدي إلى:

. زيادة الطلب على الموارد الطبيعية والطاقة

. عيوب السوق ، بما في ذلك الإعانات التي تفضي إلى عدم كفاءة استخدام الموارد وتعمل كحاجز أمام اختراق التكنولوجيات السليمة بيئيا للأسواق، وعدم الاعتراف بالقيمة الحقيقية للموارد الطبيعية، والفشل في تحديد القيم العالمية للموارد الطبيعية على الصعيد المحلي، والإخفاق في دمج تكاليف التدهور البيئي في السعر السوقي للموارد

. عدم توفر التكنولوجيا وضيق فرص نقلها، وعدم كفاية استثمارات بحث وتطوير تكنولوجيات المستقبل.

. عدم كفاءة استخدام الموارد الطبيعية والطاقة

الفقرات من ٥ إلى ٢٠ من السؤال ٨

ويؤثر تغير المناخ على القضايا البيئية، مثل خسائر التنوع الأحيائي، والتصحر، واستنزاف أوزون الستراتوسفير وتوفر المياه العذبة وجودة الهواء. ويتأثر تغير المناخ بدوره بالكثير من هذه القضايا. فعلى سبيل المثال، من المقدر أن يفاقم تغير المناخ من تلوث الهواء على الصعيدين المحلي والإقليمي ويؤخر من استعادة طبقة أوزون الستراتوسفير. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤثر تغير المناخ أيضا على إنتاجية وتركيب النظم الايكولوجية الأرضية والمائية، مع احتمال حدوث خسائر في كل من العوامل الوراثية وتنوع الأنواع الأحيائية، ويمكن أن يؤدي تغير المناخ إلى تسارع معدل تدهور الأراضي ويمكنه أن يفاقم من المشاكل المتصلة بكمية المياه العذبة وجودتها في كثير من المناطق. وفي المقابل، يؤثر تلوث الهواء المحلي والإقليمي واستنفاد أوزون الستراتوسفير والتغيرات في النظم الايكولوجية وتدهور الأراضي على مناخ الأرض عن طريق تغيير مصادر وبواليع غازات الدفيئة والتوازن الإشعاعي للغلاف الجوي ومعدل عكس السطح للأشعة الشمسية.

الفقرات ٢١ إلى ٢٥ من السؤال ٨

والارتباطات فيما بين القضايا البيئية المحلية والإقليمية والعالمية وعلاقتها بالوفاء بالاحتياجات البشرية تتيح فرصا لحفز وضع خيارات للاستجابة وتقليل شدة التأثر بتغير المناخ بالرغم من احتمال وجود معاوضات بين القضايا. ويمكن تحقيق أهداف متعددة في مجالي البيئة والتنمية عن طريق الأخذ بمجموعة عريضة من التكنولوجيات والسياسات والتدابير التي تعترف صراحة بالارتباط المعقد بين المشاكل البيئية والاحتياجات البشرية. والتصدي للحاجة إلى الطاقة، في الوقت الذي يجري فيه خفض تلوث الهواء على الصعيدين المحلي والإقليمي وتقليل تغير المناخ على نحو يتسم بفعالية التكاليف، يتطلب تقييما شاملا لأوجه التآزر والمعاوضات لتلبية متطلبات الطاقة على نحو يتسم بأكبر قدر من الاستدامة الاقتصادية والبيئية والاجتماعية. ويمكن خفض انبعاثات غازات الدفيئة، فضلا عن الملوثات المحلية والإقليمية، من خلال زيادة كفاءة استخدام الطاقة وزيادة حصة أنواع الوقود الأحفوري الأقل بثا للكربون، والأخذ بتكنولوجيات الوقود الأحفوري المتقدمة (مثل توربينات الغاز المتحدة الدورة ذات الكفاءة العالية، وخلايا الوقود، والتوليد المشترك للحرارة والكهرباء) وتكنولوجيات الطاقة المتجددة (مثل زيادة استخدام الوقود الأحيائي السليم بيئيا، والطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية والطاقة المتولدة عن الرياح والأمواج). وفضلا عن ذلك، يمكن أيضا خفض الزيادة في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عن طريق تعزيز امتصاص الكربون من خلال التحريج وإعادة التحريج وإبطاء إزالة الأحراج وتحسين إدارة الغابات والمراعي والأراضي الرطبة وأراضي المحاصيل التي يمكن أن تحقق تأثيرات إيجابية على التنوع الأحيائي، وإنتاج الأغذية، والأراضي، وموارد المياه. ويمكن لتقليل شدة التأثر بتغير المناخ أن يخفض في

كثير من الأحيان من شدة التأثر بالإجهادات البيئية الأخرى والعكس بالعكس. وسيتم القيام بمعاوضات في بعض الحالات. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تقلل مزارع المحصول الواحد من التنوع الأحيائي على الصعيد المحلي في بعض حالات التنفيذ.

الفقرتان ٢٦ و ٢٧ من السؤال ٨

ويمكن تعزيز قدرة البلدان على التكيف والتخفيف عندما يتم دمج السياسات المناخية مع سياسات التنمية الوطنية، بما في ذلك الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية وغيرها من الأبعاد البيئية. ويمكن لخيارات تخفيف المناخ والتكيف معه أن تحقق فوائد إضافية تلبي الاحتياجات البشرية وتحسن الرفاه وتجلب فوائد بيئية أخرى. وتعاني البلدان ذات الموارد الاقتصادية المحدودة والمستوى التكنولوجي المنخفض من شدة التأثر بتغير المناخ وغيره من المشاكل البيئية.

الفقرتان ١١ و ٢٨ من السؤال ٨

وهناك قدر كبير من التفاعل بين القضايا البيئية التي تتصدى لها الاتفاقات البيئية المتعددة الأطراف. ويمكن استغلال التآزرات في تنفيذها. وتجري معالجة المشاكل البيئية العالمية عن طريق مجموعة من الاتفاقيات والاتفاقات، فضلا عن طائفة من الاتفاقات الإقليمية. وقد تتضمن، من بين جملة أمور، المسائل ذات الاهتمام المشترك والمتطلبات المتشابهة لوضع أهداف عامة، مثل خطط التنفيذ وجمع البيانات ومعالجتها وتقوية القدرة البشرية وقدرة البنى الأساسية، والالتزام بالإبلاغ. فمثلا، بالرغم من وجود أوجه اختلاف بين اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون وبين اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، فإن هاتين الاتفاقيتين مرتبطتان ارتباطا علميا لأن الكثير من المركبات التي تسبب استنفاد طبقة الأوزون هي أيضا من غازات الدفيئة المهمة ولأن بعض بدائل المواد المستنفدة للأوزون المحظورة حاليا هي من غازات الدفيئة.

السؤال ٩

السـؤال ٩

ما هي أقوى الاستنتاجات وأوجه عدم اليقين الرئيسية فيما يتعلق بعزو تغير المناخ وبتقديرات النماذج لما يلي:

- انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل؟
- تركيزات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل؟
- التغيرات المستقبلية في المناخ الإقليمي والعالمي؟
- التأثيرات الإقليمية والعالمية لتغير المناخ؟
- تكاليف وفوائد خيارات التخفيف والتكيف؟

في هذا التقرير، يقصد بمصطلح ''**استنتاج قوي**'' لتغير المناخ استنتاج تثبت صحته في إطار مجموعة من النهوج والطرق والنماذج والافتراضات، ويتوقع ألا يتأثر نسبيا بأوجه عدم اليقين. و''**أوجه عدم اليقين الرئيسية**'' في هذا السياق هي تلك الأوجه التي، إذا تم تقليلها، قد تفضي إلى استنتاجات جديدة وقوية بالنسبة للأسئلة المطروحة في هذا التقرير. وفي النماذج المبينة في الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات، ترتبط كثير من الاستنتاجات القوية بوجود استجابة من المناخ للأنشطة البشرية وبعلامة هذه الاستجابة. وتتعلق الكثير من أوجه عدم اليقين الرئيسية بالقياس الكمي لحجم الاستجابة و / أو توقيتها. وبعد معالجة عزو تغير المناخ، يتناول الجدول بالترتيب القضايا المبينة في الشكل ١ في الملخص لصانعي السياسات. ويوضح الشكل ١٠ في الملخص لصانعي السياسات بعض الاستنتاجات القوية الرئيسية المتعلقة بتغير المناخ. والجدول ٣ يقدم أمثلة وليس قائمة شاملة.

وقد تم إحراز تقدم كبير في تقرير التقييم الثالث في كثير من جوانب المعرفة المطلوبة لفهم تغير المناخ والاستجابة البشرية له. ومع ذلك، هناك مجالات هامة تحتاج إلى مزيد من العمل، وهي على وجه الخصوص:

. الكشف عن تغير المناخ وعزوه،
. فهم التغيرات في المناخ والنهايات المناخية والتنبؤ بها،
. القياس الكمي لتأثيرات تغير المناخ على الأصعدة العالمية والإقليمية والمحلية،
. تحليل أنشطة التكيف والتخفيف،
. دمج كافة جوانب قضية تغير المناخ في استراتيجيات التنمية المستدامة،
. الدراسات الشاملة والمتكاملة لدعم الحكم بشأن ما يؤلف ''تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي.''

الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات	الاستنتاجات القوية وأوجه عدم اليقين الرئيسية.[1]	
الاستنتاجات القوية		**أوجه عدم اليقين الرئيسية**
تظهر الرصدات حدوث احترار لسطح الأرض. وعلى الصعيد العالمي، من المرجح جدا أن عقد التسعينات كان أشد العقود احترارا في فترة التسجيل باستخدام الأجهزة (الشكل ١٠ (ب) في الملخص لصانعي السياسات). **(الفقرة ٨ من السؤال ٩)** ازدادت تركيزات غازات الدفيئة الرئيسية البشرية المنشأ في الغلاف الجوي [ثاني أكسيد الكربون (الشكل ١٠ (أ) في الملخص لصانعي السياسات) و الميثان وأكسيد النيتروز وأوزون التروبوسفير] زيادة كبيرة منذ عام ١٧٥٠. **(الفقرة ١٠ من السؤال ٩)** تتسم بعض غازات الدفيئة بأعمار طويلة (مثل ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز و المركبات الكربونية الفلورية المشبعة). **(الفقرة ١٠ من السؤال ٩)** من المرجح أن معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الماضية يرجع إلى زيادات في تركيزات غازات الدفيئة من جراء الأنشطة البشرية. **(الفقرة ٨ من السؤال ٩)**	**تغير المناخ والعزو**	بالنسبة لمعظم سيناريوهات التقرير الخاص، فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (سلائف الأهباء الكبريتية) أقل في عام ٢١٠٠ مقارنة بها في عام ٢٠٠٠.**(الفقرة ١٠ من السؤال ٩)** التأثيرات المناخية الناجمة عن العوامل الطبيعية والأهباء الجوية البشرية المنشأ (ولاسيما التأثيرات غير المباشرة). **(الفقرة ٨ من السؤال ٩)** لربط بين الاتجاهات الإقليمية وتغير المناخ البشري المنشأ. **(الفقرتان ٨ و ٢٢ من السؤال ٩)**
من المؤكد تقريبا أن تزايد تركيزات ثاني أكسيد الكربون خلال القرن الحادي والعشرين يرجع أساسا إلى انبعاثات الوقود الأحفوري (الشكل ١٠(أ) في الملخص لصانعي السياسات). **(الفقرة ١١ من السؤال ٩)** تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند ٤٥٠ أو ٦٥٠ أو ١٠٠٠ جزء في المليون يتطلب خفض الانبعاثات العالمية لثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ إلى ما دون مستويات عام ١٩٩٠ في غضون بضعة عقود أو في غضون زهاء قرن أو زهاء قرنين على التوالي، ومواصلة خفضها باطراد بعد ذلك حتى تصل إلى جزء صغير من الانبعاثات الحالية. وسوف تصل الانبعاثات إلى الحد الأقصى في مدة تتراوح بين عقد وعقدين (٤٥٠ جزءا في المليون) وقرن تقريبا (١٠٠٠ جزء في المليون) اعتبارا من الوقت الراهن. **(الفقرة ٣٠ من السؤال ٩)** بالنسبة لمعظم سيناريوهات التقرير الخاص، فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (سلائف الأهباء الكبريتية) أقل في عام ٢١٠٠ مقارنة بها في عام ٢٠٠٠.**(الفقرة ١٠ من السؤال ٩)**	**انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية وتركيزاتها في المستقبل استنادا إلى نماذج وتقديرات سيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص وسيناريوهات التثبيت**	لافتراضات التي تشكل أساس النطاق(ب) الواسع لسيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص المتصلة بالنمو الاقتصادي والتقدم التكنولوجي والنمو السكاني وهياكل الحكم (تفضي إلى أكبر أوجه عدم يقين في التقديرات). ولا توجد سيناريوهات كافية لانبعاثات سلائف الأوزون والأهباء الجوية. **(الفقرة ١٠ من السؤال ٩)** عوامل في نمذجة دورة الكربون، بما في ذلك تأثيرات التغذية المرتدة للمناخ(ب). **(الفقرة ١٠ من السؤال ٩)**

←

الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات	الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات [1] (بقية)	
الاستنتاجات القوية		**أوجه عدم اليقين الرئيسية**
يرتفع المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية خلال القرن الحادي والعشرين بمعدلات من المرجح جدا أنها غير مسبوقة خلال العشرة آلاف عاما الماضية (الشكل ١٠[ب] في الملخص لصانعي السياسات) **(الفقرة ١٣ من السؤال ٩)** من المرجح جدا احترار كل مساحات اليابسة تقريبا بدرجة أكبر من المتوسط العالمي، مع تزايد الأيام الحارة وموجات الحرارة وتناقص عدد الأيام الباردة وموجات البرودة. **(الفقرة ١٣ من السؤال ٩)** ارتفاع في مستوى سطح البحر خلال القرن الحادي والعشرين يستمر لقرون أخرى. **(الفقرة ١٥ من السؤال ٩)** تزايد شدة الدورة الهيدرولوجية. وحدوث زيادة في المتوسط العالمي للتهطال ومن المرجح جدا تزايد شدة ظواهر التهطال خلال سنوات كثيرة. **(الفقرة ١٤ من السؤال ٩)** من المرجح تزايد الجفاف في الصيف وما يصاحبه من خطر حالات الجفاف في معظم الأجزاء الداخلية في مناطق خطوط العرض الوسطى. **(الفقرة ١٤ من السؤال ٩)**	**التغييرات المستقبلية في المناخ العالمي والإقليمي استنادا إلى تقديرات النماذج مع سيناريوهات التقرير الخاص**	الافتراضات المقترنة بمجموعة كبيرة [ج] من سيناريوهات التقرير الخاص، كما هو وارد أعلاه. **(الفقرة ١٠ من السؤال ٩)** العوامل المقترنة بتقديرات النماذج [ج]، ولاسيما حساسية المناخ، وتأثير المناخ، وعمليات التغذية المرتدة وبصفة خاصة تلك العمليات التي تشمل بخار الماء والسحب والأهباء الجوية (بما في ذلك التأثيرات غير المباشرة للأهباء الجوية). **(الفقرة ١٦ من السؤال ٩)** فهم توزيع الاحتمالية المقترنة بتقديرات درجة الحرارة ومستوى سطح البحر. **(الفقرة ١٦ من السؤال ٩)** الآليات والقياس الكمي والنطاقات الزمنية والاحتمالات المقترنة بالتغيرات المفاجئة / غير الخطية الواسعة النطاق (مثل دوران المحيطات المدفوع بالتباين الحراري والملحي). **(الفقرة ١٦ من السؤال ٩)** قدرات النماذج على النطاقات الإقليمية (ولاسيما فيما يتعلق بالتهطال) المفضية إلى عدم اتساق في تقديرات النماذج وصعوبات في القياس الكمي على النطاقين المحلي والإقليمي. **(الفقرة ١٦ من السؤال ٩)**
سيكون للتغير المقدر في المناخ تأثيرات مفيدة وتأثيرات ضارة على النظم البيئية والنظم الاجتماعية–الاقتصادية على السواء، ولكن كلما ازدادت التغيرات وكلما كان معدل التغير في المناخ أكبر، كلما ازدادت قوة التأثيرات الضارة. **(الفقرة ١٧ من السؤال ٩)** من المتوقع أن تصيب التأثيرات الضارة لتغير المناخ البلدان النامية والأشخاص الفقراء داخل البلدان على نحو غير متناسب. **(الفقرة ٢٠ من السؤال ٩)** تتسم النظم الايكولوجية والأنواع الأحيائية بشدة تأثرها بتغير المناخ وغيره من الاجهادات (كما يتضح من التأثيرات المرصودة مؤخرا للتغيرات في درجة الحرارة على الصعيد الإقليمي) وسوف يصاب بعضها بأضرار لا يمكن التخلص منها أو يتعرض للضياع. **(الفقرة١٩ من السؤال ٩)** في بعض مناطق خطوط العرض من الوسطى إلى العليا، ستتزايد إنتاجية النباتات (الأشجار وبعض المحاصيل الزراعية) مع حدوث زيادات طفيفة في درجة الحرارة. وستتناقص إنتاجية النباتات في معظم مناطق العالم التي يحدث فيها احترار يزيد عن بضعة "a few" درجات مئوية. **(الفقرة ١٨ من السؤال ٩)** تتسم الكثير من النظم الفيزيائية بشدة تأثرها بتغير المناخ (فمثلا، سيتفاقم عرام العواصف الساحلية من جراء الارتفاع في مستوى سطح البحر، وستواصل الثلاجات والتربة الصقيعية	**التأثيرات الإقليمية والعالمية للتغيرات في متوسط المناخ ونهاياته**	موثوقية التفاصيل المحلية والإقليمية في التقديرات بشأن تغير المناخ، ولاسيما النهايات المناخية. **(الفقرة ٢٢ من السؤال ٩)** التقييم والتنبؤ باستجابة النظم الايكولوجية والاجتماعية (مثل تأثير الأمراض التي تنقلها نواقل الأمراض والمنقولة عن طريق المياه) والاقتصادية للتأثير المشترك بتغير المناخ وغيره من الاجهادات، مثل التغير في استخدام الأراضي والتلوث المحلي، الخ. **(الفقرة ٢٢ من السؤال ٩)** التعرف على الأضرار المقترنة بتغير المناخ وقياسها كميا وتقييمها. **(الفقرات ١٦ و٢٢ و٢٦ من السؤال ٩)**

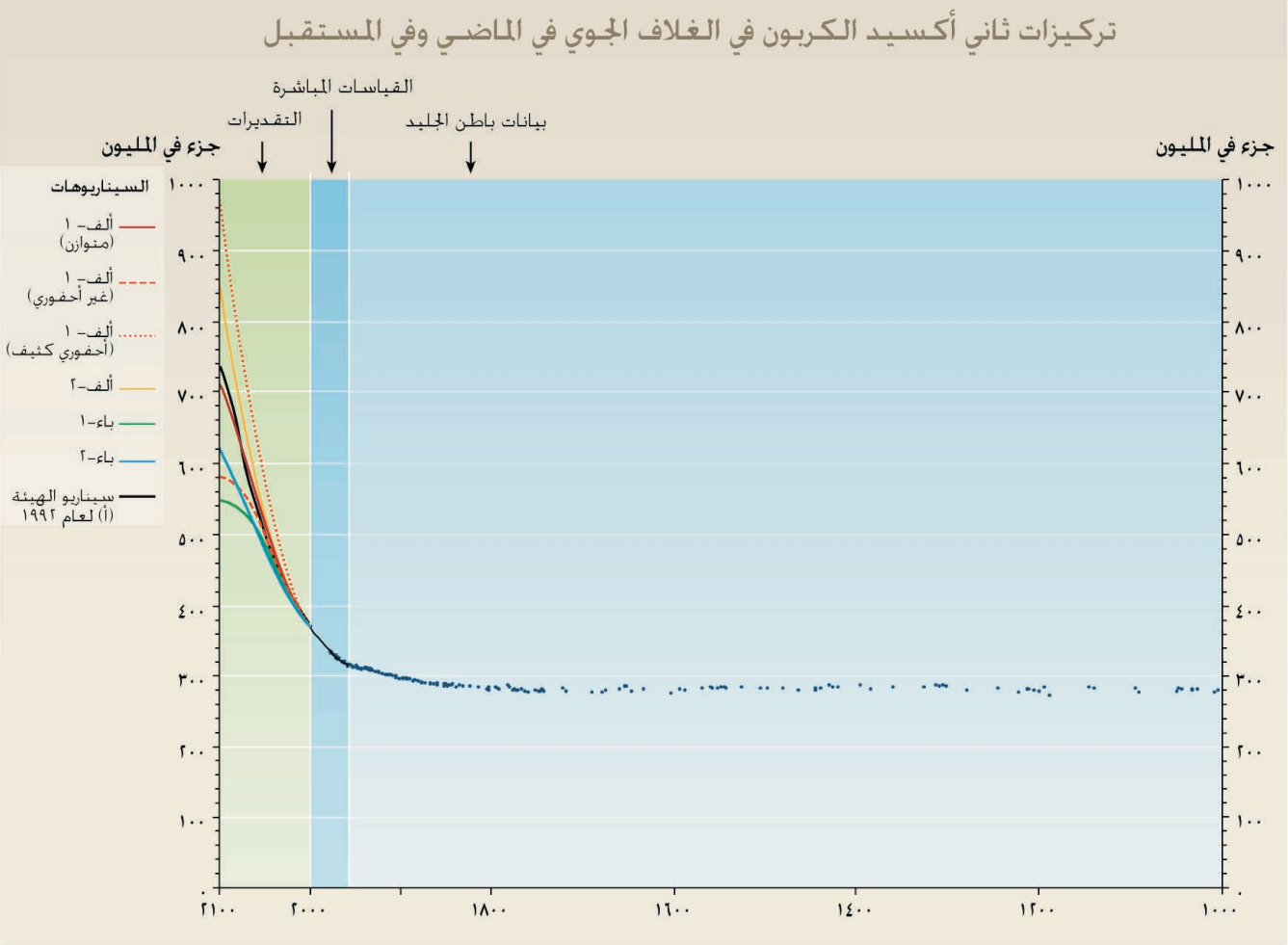
←

الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات	الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات [1] (بقية)	
الاستنتاجات القوية		**أوجه عدم اليقين الرئيسية**
إجراءات خفض (تخفيف) انبعاثات غازات الدفيئة ستقلل من الضغوط الواقعة على النظم الطبيعية والبشرية من جراء تغير المناخ. **(الفقرة ٢٨ من السؤال ٩)**	**تكاليف وفوائد خيارات التخفيف والتكيف**	فهم التفاعلات بين تغير المناخ والقضايا البيئية الأخرى وما يتصل بها من آثار اجتماعية اقتصادية. **(الفقرة ٤٠ من السؤال ٩)**
للتخفيف تكاليف تتفاوت بتفاوت المناطق والقطاعات. وتوجد فرص تكنولوجية كبيرة وغيرها من الفرص لتقليل تلك التكاليف. والاتجار في الانبعاثات على نحو يتسم بالكفاءة يقلل أيضا من التكاليف للمشاركين في الاتجار. **(الفقرات ٣١ و ٣٥ و ٣٦ من السؤال ٩)**		أسعار الطاقة في المستقبل، وتكلفة وتوفر التكنولوجيا المنخفضة الانبعاثات. **(الفقرتان ٣٣ و٣٤ من السؤال ٩)**
قيود الانبعاثات المفروضة على بلدان المرفق الأول لها تأثيرات ''غير مباشرة'' ثابتة، وان كانت متنوعة، على البلدان غير المدرجة في المرفق الأول. **(الفقرة ٣٢ من السؤال ٩)**		تحديد وسائل إزالة الحواجز التي تعوق الأخذ بالتكنولوجيات المنخفضة الانبعاثات، وتقدير تكاليف التغلب على هذه الحواجز. **(الفقرة ٣٥ من السؤال ٩)**
يمكن زيادة فعالية التدابير الوطنية لتخفيف تغير المناخ إذا تم نشرها كمجموعة من السياسات للحد من صافي انبعاثات غازات الدفيئة أو لتقليلها. **(الفقرة ٣٥ من السؤال ٩)**		التحديد الكمي لتكاليف إجراءات التخفيف غير المخططة وغير المتوقعة التي تنطوي على تأثيرات مفاجئة قصيرة الأجل. **(الفقرة ٣٨ من السؤال ٩)**
ينطوي التكيف على إمكانية تقليل تأثيرات تغير المناخ الضارة ويمكنه في كثير من الأحيان أن يحقق فوائد مباشرة مساندة، ولكنه لن يحول دون وقوع جميع الأضرار. **(الفقرة ٢٤ من السؤال ٩)**		التحديد الكمي لتقديرات تكلفة التخفيف عن طريق مختلف النهوج (مثل النهوج من أسفل إلى أعلى في مقابل النهوج من أعلى إلى أسفل) ، بما في ذلك الفوائد المساندة والتغير التكنولوجي والتأثيرات على القطاعات والمناطق. **(الفقرة ٣٥ من السؤال ٩)**
يمكن للتكيف أن يكمل التخفيف في استراتيجية تتسم بفعالية التكاليف وذلك لتقليل المخاطر الناجمة عن تغير المناخ، ويمكنهما معا المساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. **(الفقرة ٤٠ من السؤال ٩)**		التحديد الكمي لتكاليف التكيف. **(الفقرة ٢٥ من السؤال ٩)**
يعد القصور الذاتي في النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية–الاقتصادية المتفاعلة سببا رئيسيا وراء الفائدة المترتبة على الإجراءات التحسبية للتكيف والتخفيف. **(الفقرة ٣٩ من السؤال ٩)**		

أ في هذا التقرير، يقصد بمصطلح ''الاستنتاج القوي'' استنتاج تثبت صحته في إطار مجموعة من النهوج والطرق والنماذج والافتراضات، ويتوقع ألا يتأثر نسبيا بأوجه عدم اليقين. و ''أوجه عدم اليقين الرئيسية'' في هذا السياق هي تلك الأوجه التي، إذا تم اختزالها، قد تفضي إلى استنتاجات جديدة وقوية بالنسبة للأسئلة المطروحة في هذا التقرير. وهذا الجدول يقدم أمثلة وليس قائمة شاملة.

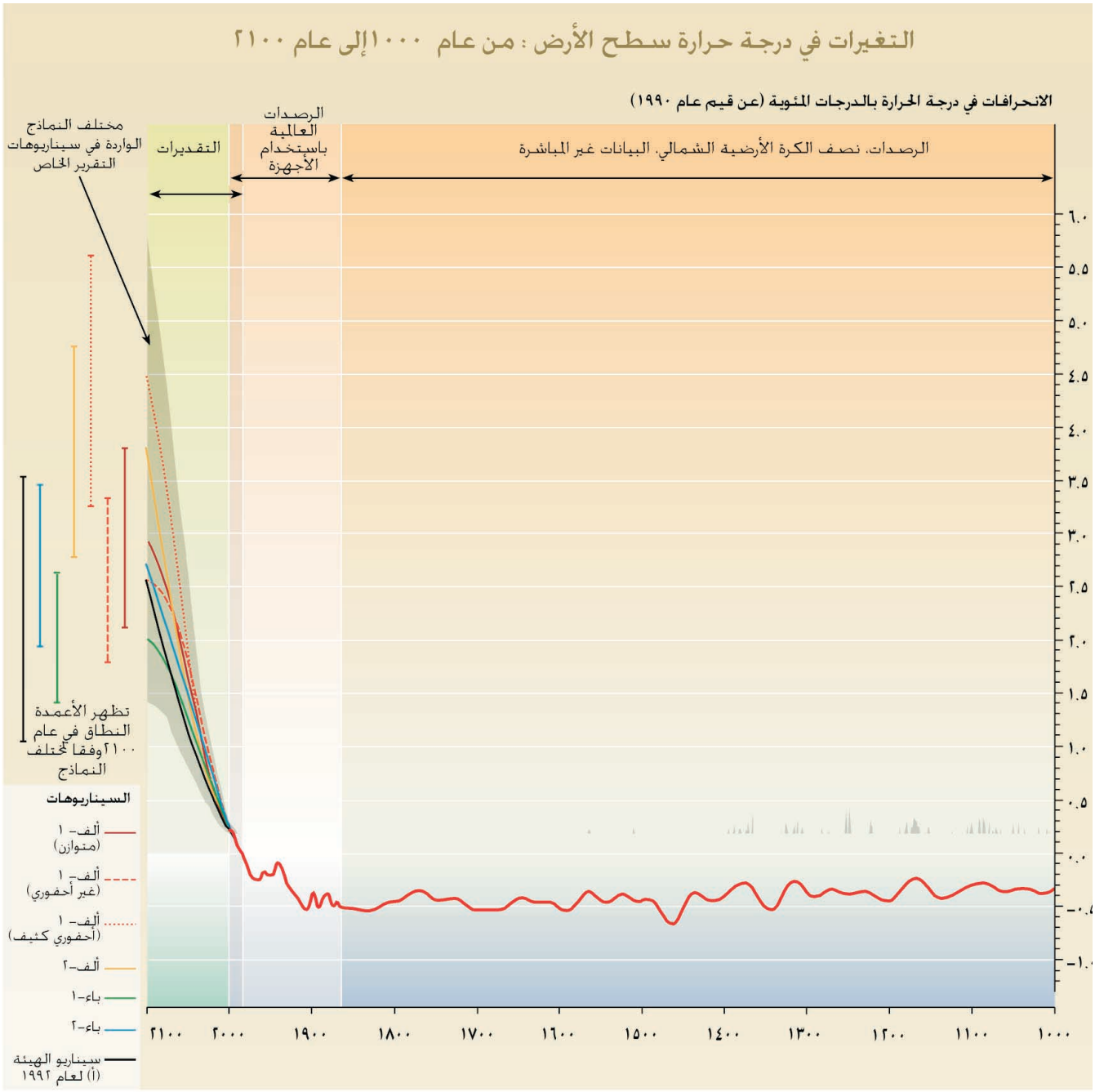
ب تفسير أوجه عدم اليقين المشار إليها أعلاه يفضي إلى نطاق من تركيزات ثاني أكسيد الكربون في عام ٢١٠٠ تتراوح بين ٤٩٠ و ١٢٦٠ جزءا في المليون.

ج تفسير أوجه عدم اليقين المشار إليها أعلاه سيفضي إلى زيادة عالمية في درجة الحرارة السطحية تتراوح في الفترة ١٩٩٠–٢١٠٠ بين ١,٤ و ٥,٨ درجة مئوية (الشكل ١٠ ب من الملخص لصانعي السياسات) وارتفاع عالمي في مستوى سطح البحر يتراوح بين ٠,٠٩ و ٠,٨٨ مترا.



الشكل ١٠ (أ) :تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من عام ١٠٠٠ إلى عام ٢٠٠٠ استنادا إلى بيانات باطن الجليد والقياسات المباشرة للغلاف الجوي خلال العقود القليلة الماضية. وتستند التقديرات الخاصة بتركيزات ثاني أكسيد الكربون للفترة ٢٠٠٠-٢١٠٠ إلى سيناريوهات التقرير الخاص الإيضاحية الستة وسيناريو الهيئة ٢ (أ) لعام ١٩٩٢ (للمقارنة مع تقرير التقييم الثاني).

السؤال ٩ الشكل ٩-١ (أ)



الشكل ١٠ (ب): تظهر الاختلافات في متوسط درجة الحرارة السطحية من عام ١٠٠٠ إلى عام ١٨٦٠ في نصف الكرة الأرضية الشمالي (لا تتاح بيانات مناظرة من نصف الكرة الأرضية الجنوبي) مجمعة من البيانات غير المباشرة (حلقات جذوع الأشجار، والمرجان وباطن الجليد والسجلات التاريخية). ويبين الخط متوسط الخمسين عاما، وتمثل المنطقة الرمادية حد الثقة في البيانات السنوية البالغ ٩٥٪. ويظهر من التسجيل باستخدام الأجهزة الاختلافات في رصدات متوسط درجة الحرارة السطحية العالمية والسنوية من عام ١٨٦٠ إلى عام٢٠٠٠ . ويبين الخط المتوسط العقدي، ومن عام ٢٠٠٠ إلى ٢١٠٠ ، تظهر تقديرات المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية في سيناريوهات التقرير الخاص الإيضاحية الستة وسيناريو الهيئة ٢(أ) لعام ١٩٩٢ باستخدام نموذج يتسم بحساسية مناخية متوسطة. وتبين المنطقة الرمادية التي كتب عليها "مختلف النماذج الواردة جميعا في سيناريوهات التقرير الخاص" نطاق النتائج من المجموعة الكاملة المؤلفة من ٣٥ من سيناريوهات التقرير الخاص، بالإضافة إلى نتائج مجموعة النماذج التي تتسم بحساسيات مناخية متباينة. وينحرف مقياس درجات الحرارة عن قيمة عام ١٩٩٠ ، وهو يختلف عن ذلك المقياس المستخدم في الشكل ٢ في الملخص لصانعي السياسات.

السؤال ٩ الشكل ٩-١ ب

تتغير المناخ ٢٠٠١:
التقرير التجميعي

التقرير التجميعي

تقييم من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

هذا التقرير الأساسي الذي وافقت عليه، فقرة فقرة، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في دورتها العامة الثامنة عشرة (التي عقدت في ويمبلي بالمملكة المتحدة في الفترة من ٢٤ إلى ٢٩ سبتمبر/أيلول ٢٠٠١) يمثل بيان الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الذي تم الاتفاق عليه رسميا بشأن الاستنتاجات وأوجه عدم اليقين الرئيسية الواردة في مساهمات الفريق العامل في تقرير التقييم الثالث.

وهو يستند إلى مشروع التقرير الذي أعده:

فريق الكتابة الأساسي

روبرت ت. واطسون، ودانيال ل. ألبريتون، وتيري باركر، وإيغور أ. باشماكوف، وأوسفالدو كانزياني، ورينيت كرايست، وأولريتش كوباش، وأوغونليد ديفيدسون، وحبيبه غيتاي، وديفيد غريغز، وجون هوتن، وجوانا هاوس، زيبغنيو كوندزيوكس، وموراري لال، ونيل ليري، وكريستوفر ماغادزا، وجيمس ج. ماكارثي، وجون ف.ب. ميتشيل، وخوسيه روبيرتو موريرا، وموهان موناسينغي، وآيان نوبل، وراجيندرا باشوري، وباري بيتوك، و مايكل براذر وريتشارد ج.ريتشيلز، وجون ب.روبنسون، وجاينت سائايي، وستيفن شنايدر، وروبرت شولز، وتوماس ستوكر، ناراسيمان ساندراراما، وروب سوارت، وتوميرو تانيغوشي، و د.زو.

الفريق الموسع

ق.ك أحمد، و وأوليغ أنيسيموف، ونايجل آرنيل، وفونس بائيد، وطارق بانوري، و ليونارد بيرنشتاين، ودانيال هـبوي، وتيموثي كارتر، و كاترينا ج.جيبما، و ليو تشانجان، وجون تشيرتش، وستيورت كوهين، و بول ديسانكر، ووليام استيرلنغ، وكريس فولاند، وفليبو جورجي، وجوناثان غريغوري، وكريستين هالسنانيس، ووجوانا هاي، وهيديو هاراساوا، وبروس هيوويتسون، وجان تشارلز أوركيد، ومايك هيوم، وتوم كارل، و بكا إ. كوبي، وربك ليمانز، وأنيل ماركانديا، ولويز جوز ماتا، وبراينت ماكافاني، ووأنطوني ماك مايكل، ولندا ميرنز، وجيري ميل، جيلفان ميرا-فيلهو، وافان ميلز، ووليام ر. موماو، وبيريان مور، وتسونييوكي موريتا، وم.ج.موانوسيا، وليونارد نيرس، ومارتن باري، وجويس بينر، وكولين برينتيس، وفينكاتاشلام راماسوامي، وساره ريبر، وجيم سالينغر، ومايكل سكوت، وروجر أ.سيدجو، وبرياردشي ر. شوكلا، وباري سميت، وجويل سميث، ولينا سريفاستافا، ورون ستوفر، كاناكو تاناكا، وفيرينك ل. توث، وألا تسيبان، وجون ب.ويانت، وتوم ويلبانكس، وفرانسيس زوايرز، وكثير من المؤلفين في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

المحررون المراجعون

سوزان باريل، وريك برادلي، وإدواردو كالفو، وأيان كاروثرز، وأوفيند كريستوفرسون، ويوري اسرائيل، وايبرهارد جوشام، فورتونات جوس، ومارتن مانينغ، وبيرت ميتز، وأليون ندايايي، وبوروهاني ناينزي، ورامون بيكس-مدروغا، وريتشارد أودينغو، ومايكل بيتيت، وجان بريتيل، وأرماندو راميريز، وخوسيه روميرو، وجون ستون، و ر.ت.م.سيوتاميهارجا، وديفيد واريلو، ودينغ ييوي، وجون زيلمان.

السـؤال ١

السـؤال ١

ما هو الدور الذي يمكن أن تسهم به التحليلات العلمية والتقنية والاجتماعية الاقتصادية في تحديد العناصر التي تشكل تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي على النحو المشار إليه في المادة ٢ من الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ؟

الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ، المادة ٢

"الهدف النهائي لهذه الاتفاقية، ولأي صكوك قانونية متصلة بها قد يعتمدها مؤتمر الأطراف، هو الوصول، وفقا لأحكام الاتفاقية ذات الصلة، إلى تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي. وينبغي بلوغ هذا المستوى في إطار فترة زمنية كافية تتيح للنظم الايكولوجية أن تتكيف بصورة طبيعية مع تغير المناخ، وتضمن عدم تهديد إنتاج الأغذية ، وتسمح بالمضي قدما في التنمية الاقتصادية على نحو مستدام."

١-١ **يمكن للعلوم الطبيعية والتقنية والاجتماعية أن توفر المعلومات والأدلة الأساسية المطلوبة للبت فيما يشكل "تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي." وفي الوقت نفسه، تعد هذه القرارات أحكاما تقديرية يتم التوصل إليها من خلال عمليات اجتماعية-سياسية، مع إيلاء الاعتبار إلى أمور، مثل التنمية والإنصاف والاستدامة، فضلا عن أوجه عدم اليقين والمخاطرة.** وتساعد الأدلة العلمية على تقليل عدم اليقين وزيادة المعرفة ويمكن أن تعمل كمدخل لدراسة التدابير الوقائية.[١] وتستند القرارات إلى تقييم المخاطر وهي تفضي إلى خيارات إدارة المخاطر من قبل صانعي القرارات بشأن الإجراءات والسياسات.[٢]

الفقرة ٢-٧ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصل العاشر من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١-٢ **وتتفاوت الأسس التي يستند إليها تحديد ما يشكل "تدخلا خطيرا من جانب الإنسان" بين المناطق تبعا للطبيعة المحلية والعواقب الناجمة عن تأثيرات تغير المناخ على السواء، وكذلك على ما هو متاح من قدرة على التكيف مع تغير المناخ - كما تتوقف على القدرة على التخفيف من الآثار. نظرا للأهمية التي يتسم بها حجم ومعدل التغير على السواء.** وتعتمد أنواع استجابات التكيف التي سيتم اختيارها على فعالية مختلف استجابات التكيف أو التخفيف في تخفيض سرعة التأثر وتحسين استدامة نظم دعم الحياة. ولا توجد أفضل مجموعة من السياسات الممكن تطبيقها عالميا، ولكن من المهم النظر في القوة التي تتسم بها مختلف تدابير السياسة التي يتم اتخاذها في صدد مجموعة من العوالم المستقبلية والدرجة التي يمكن بها دمج هذه السياسات الخاصة بالمناخ في السياسات الأوسع للتنمية المستدامة.

الفصل الثامن عشر من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصل العاشر من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١-٣ **ويوفر تقرير التقييم الثالث تقييما للمعلومات والأدلة العلمية الجديدة باعتبارها إحدى المدخلات التي يستفيد منها صانعو السياسات في تحديد ما يشكل "تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي"** من ناحية (١) أحجام ومعدلات التغيرات في النظام المناخي، و (٢) التأثيرات الايكولوجية والاجتماعية الاقتصادية لتغير المناخ، و (٣) إمكانية تحقيق مجموعة كبيرة من مستويات التركيزات من خلال التخفيف والإعلام بالكيفية التي يمكن بها للتكيف أن يقلل من سرعة التأثر.

مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث ومساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث ومساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١-٤ **وفيما يتعلق بأحجام ومعدلات التغيرات في النظام المناخي، يقدم تقرير التقييم الثالث تقديرات تقوم على أساس سيناريوهات وذلك بشأن تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي في المستقبل وأنماط التغيرات العالمية والإقليمية ومعدلات التغير في درجة الحرارة والتهطال ومستوى سطح البحر والتغيرات في الظواهر المناخية المتطرفة.** كما يتناول بالبحث إمكانية حدوث تغيرات مفاجئة ولا يمكن التخلص منها في دوران المحيطات وفي الأغطية الجليدية الرئيسية.

مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

١-٥ **ويستعرض تقرير التقييم الثالث التأثيرات البيولوجية الفيزيائية والاجتماعية الاقتصادية لتغير المناخ.** ويؤكد التقرير على خمسة أسباب تدعو إلى القلق فيما يتعلق بما يلي:

- الأخطار التي تتعرض لها النظم الفريدة والمهددة
- الأخطار المقترنة بالظواهر الجوية المتطرفة
- توزيع التأثيرات
- التأثيرات الكلية
- الأخطار الناجمة عن الظواهر الواسعة النطاق ذات التأثيرات الكبيرة.

الفصل التاسع عشر من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

---

[١] الظروف التي تبرر اعتماد تدابير وقائية مبينة في المادة ٣-٣ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ

[٢] أبسط تعريف للخطر المقترن بإحدى الظواهر يعرف هو احتمالية حدوث هذه الظاهرة مع تضاعفها بسبب حجم العواقب المترتبة عليها. ويمكن لمختلف أطر القرارات أن تسهل تقييم وإدارة مخاطر المناخ. وتشمل هذه الأطر، من بين أطر أخرى، تحليل فائدة التكلفة وتحليل فعالية التكلفة والتحليل المتعدد الخصائص والنوافذ المسموحة. وتساعد هذه التقنيات على التفرقة بين مستويات الخطر المقترنة بالحالات المستقبلية البديلة، ولكن يكتنف التحليلات في جميع الحالات قدر كبير من عدم اليقين.

ومن المهم بدرجة كبيرة هنا إجراء تقييم لاحتمالية العتبات الحاسمة التي تظهر عندها النظم الطبيعية والبشرية تغيرات واسعة النطاق ومفاجئة ولا يمكن التخلص منها في استجابتها للمناخ المتغير. ونظرا لعدم وجود مؤشر واحد (وحدة نقدية على سبيل المثال) لتحديد نطاق المخاطر ذات الصلة بتغير المناخ، فهناك حاجة إلى مجموعة متنوعة من النهوج التحليلية والمعايير لتقييم التأثيرات وتسهيل القرارات بشأن إدارة المخاطر.

الفصل الثامن عشر من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصل الثاني من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١-٦ **وفيما يتعلق باستراتيجيات التصدي لتغير المناخ، يوفر تقرير التقييم الثالث تقييما لإمكانية تحقيق مختلف مستويات التركيزات من خلال التخفيف والمعلومات عن الطريقة التي يمكن بها للتكيف أن يقلل من سرعة التأثر.** وتنجح السببية في كلا الاتجاهين. وتنشأ مختلف مستويات التثبيت عن مختلف سيناريوهات الانبعاثات التي تتصل بمسارات التنمية الأساسية. وفي المقابل، تؤثر هذه المسارات بقوة على القدرة على التكيف في أي منطقة . وبهذه الطريقة، ترتبط استراتيجيات التكيف والتخفيف ارتباطا ديناميا بالتغيرات في النظام المناخي وتوقعات تكيف النظام الايكولوجي وإنتاج الأغذية والتنمية الاقتصادية المستدامة.

الفصلان الأول والتاسع عشر من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصل الأول من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والتقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

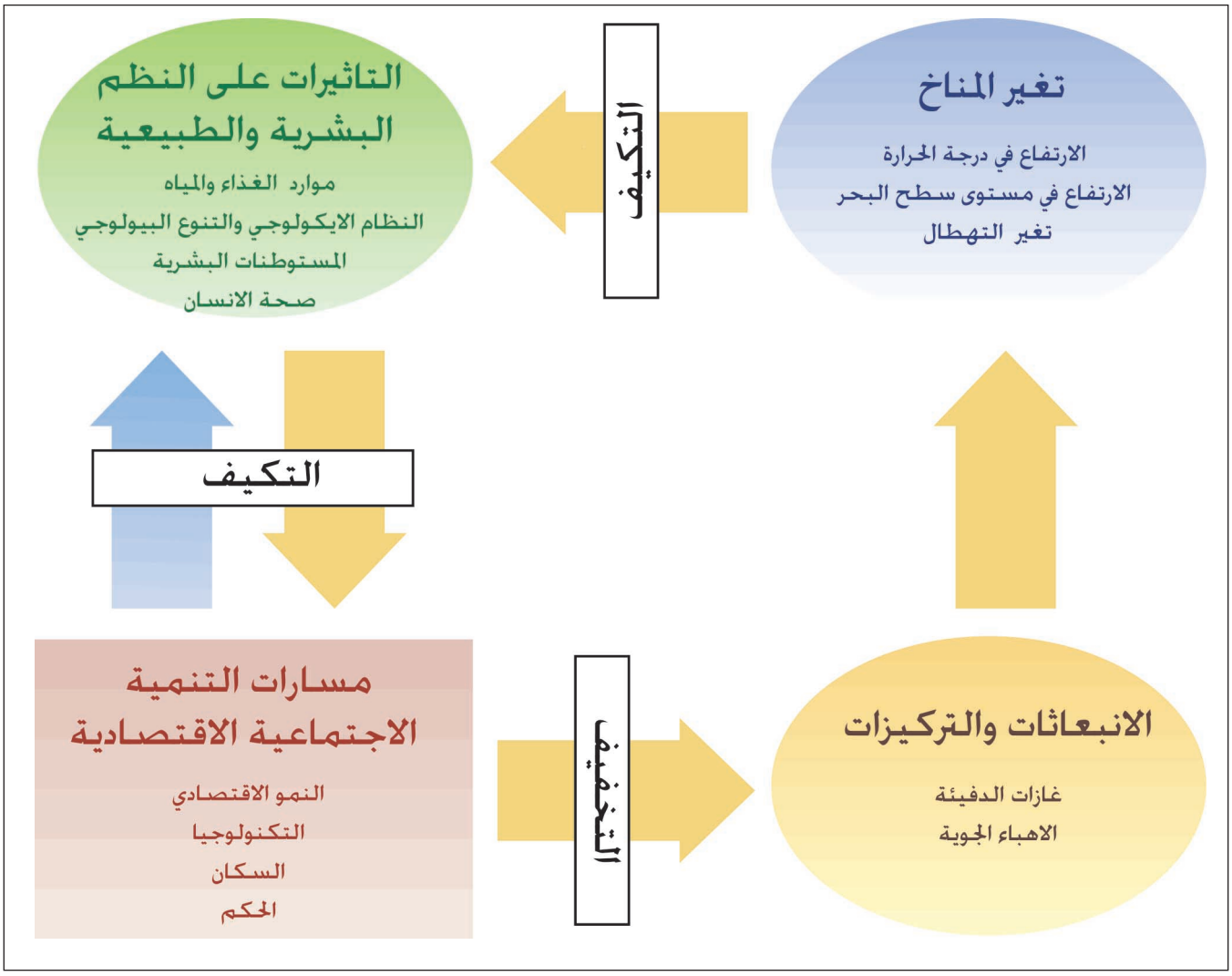
١-٧ وينبغي لأي نظرة متكاملة لتغير المناخ أن تنظر إلى ديناميات الدورة الكاملة للأسباب والنتائج المترابطة في كافة القطاعات المعنية. ويبين الشكل ١-١ الدورة بدءا من القوى المحركة الأساسية للسكان والاقتصاد والتكنولوجيا والحكم مرورا بانبعاثات غازات الدفيئة وغيرها من الانبعاثات والتغيرات في النظام المناخي الفيزيائي والتأثيرات البيولوجية الفيزيائية والبشرية ووصولا إلى التكيف والتخفيف وعودا إلى القوى المحركة. ويمثل الشكل نظرة تخطيطية لإطار ''تقييم متكامل'' مثالي تتفاعل فيه جميع أجزاء مشكلة تغير المناخ. وتؤثر التغيرات التي تحدث في أحد أجزاء الدورة على المكونات الأخرى على نحو دينامي من خلال مسارات متعددة. ويقيّم تقرير التقييم الثالث المعلومات والأدلة الجديدة المتصلة بالسياسة فيما يتعلق بجميع الأرباع في الشكل ١-١. وبصفة خاصة، كان من بين الإسهامات الجديدة ملء الربع في الجزء السفلي الأيمن وذلك باستكشاف مسارات بديلة للتنمية وعلاقتها بانبعاثات غازات الدفيئة وبإجراء دراسة أولية عن الارتباط بين التكيف والتخفيف ومسارات التنمية. ومع ذلك، لا يحقق تقرير التقييم الثالث تقييما متكاملا تماما لتغير المناخ نظرا لعدم اكتمال حالة المعرفة.

مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث ومساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٠-١-٤ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١-٨ **وصنع القرارات فيما يتعلق بتغير المناخ هو في الأساس عملية متتابعة تتم في ظل عدم يقين عام.** ويتعين أن يتعامل صنع القرار مع أوجه عدم اليقين، بما في ذلك خطر التغيرات غير الخطية و / أو التغيرات التي لا يمكن التخلص منها، وهو يستلزم موازنة مخاطر الإجراءات غير الكافية أو المفرطة، وينطوي على النظر بدقة في النتائج (البيئية والاقتصادية على السواء) واحتمالاتها وموقف المجتمع منها. ومن المرجح أن يتفاوت موقف المجتمع إزاء المخاطر من بلد إلى بلد ومن جيل إلى جيل. والسؤال ذو الصلة هو ''ما هو أفضل مسار على الأجل القريب بالنظر إلى تغير المناخ المتوقع على الأجل الطويل وما يصاحبه من أوجه عدم يقين.''

مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

١-٩ **وتأثيرات تغير المناخ جزء من السؤال الأكبر المتعلق بكيفية قيام النظم الفرعية الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المعقدة بالتفاعل وتشكيل التوقعات بشأن التنمية المستدامة.** وهناك روابط متعددة. فالتنمية الاقتصادية تؤثر على توازن النظام الايكولوجي وتتأثر بدورها بحالة النظام الايكولوجي. ويمكن أن يكون الفقر نتيجة وسببا على السواء للتدهور البيئي؛ ومن غير المرجح لأساليب الحياة المادية والتي تتسم بالاستخدام الكثيف للطاقة واستمرار ارتفاع مستويات الاستهلاك التي تدعمها مصادر الطاقة غير المتجددة والنمو السكاني السريع ألا تتعارض مع مسارات التنمية المستدامة. وقد يقوض الإفراط في عدم الإنصاف الاجتماعي الاقتصادي في



الشكل ١-١: تغير المناخ-إطار متكامل. تمثيل تخطيطي ومبسط لإطار تقييمي متكامل بغرض دراسة تغير المناخ البشري المنشأ. وتبين الأسهم الصفراء دورة كاملة في اتجاه عقارب الساعة، وهي دورة للأسباب والتأثيرات بين الأرباع الأربعة الموضحة في الشكل. بينما يشير السهم الأزرق إلى الاستجابة المجتمعية لتأثيرات تغير المناخ. وبالنسبة للبلدان المتقدمة والبلدان النامية على السواء، لكل واحد من **مسارات التنمية الاجتماعية الاقتصادية** المستكشفة في التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات قوى محركة تؤدي إلى انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية والسلائف- من أهمها ثاني أكسيد الكربون. **وتتراكم انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي** مما يؤدي إلى تغيير التركيزات وتوزيع التوازنات الطبيعية تبعا للعمليات الفيزيائية، مثل الإشعاع الشمسي وتكون السحب وسقوط الأمطار. وتؤدى الأهباء الجوية أيضا إلى تلوث الهواء (مثل المطر الحمضي) الذي يضر بالنظم البشرية والطبيعية (لا تظهر في الشكل). وستؤدي ظاهرة الدفيئة المعززة إلى حدوث **تغيرات مناخية** في المستقبل وما يقترن بذلك من **تأثيرات على النظم الطبيعية والبشرية**. وهناك أيضا إمكانية لحدوث بعض التغذية المرتدة بين التغيرات في هذه النظم وبين المناخ (غير مبينة في الشكل)، مثل تأثيرات الألبيدو الناجمة عن التغيرات في استخدام الأراضي والتفاعلات الأخرى، ربما الأكبر، بين النظم والانبعاثات في الغلاف الجوي (مثل تأثيرات التغيرات في استخدام الأراضي (غير مبينة هي الأخرى في الشكل)). وسوف تؤثر هذه التغيرات في نهاية المطاف على مسارات التنمية الاجتماعية الاقتصادية. وتؤثر مسارات التنمية أيضا تأثيرا مباشرا على النظم الطبيعية (التي يوضحها السهم المتجه في عكس اتجاه عقارب الساعة في إطار التنمية) مثل التغيرات في استخدام الأراضي التي تفضي إلى إزالة الغابات. ويبين هذا الشكل أن مختلف أبعاد قضية تغير المناخ توجد في دورة دينامية وتتسم ب بوجود تأخيرات كبيرة. وعلى سبيل المثال، ترتبط الانبعاثات والتأثيرات على السواء بمسارات التنمية الاجتماعية الاقتصادية والتكنولوجية ارتباطا معقدا. وكان أحد الإسهامات الرئيسية لتقرير التقييم الثالث النظر بوضوح في النطاق الأيمن السفلي (المبين على شكل مستطيل) عن طريق دراسة العلاقات بين انبعاثات غازات الدفيئة ومسارات التنمية (في التقرير الخاص) وعن طريق تقييم العمل الأولي بشأن الارتباط بين التكيف والتخفيف ومسارات التنمية (الفريق العامل الثاني والفريق العامل الثالث). ومع ذلك، لا يحقق تقرير التقييم الثالث تقييما متكاملا تماما لتغير المناخ لعدم استطاعة الربط دينامياً بين جميع مكونات الدورة. ويظهر التكيف والتخفيف باعتبار أنهما يعدلان من التأثيرات المبينة في الشكل.

المجتمعات وبين الدول الترابط الاجتماعي الذي يمكن أن يعزز الاستدامة ويزيد من فعالية استجابات السياسة. وقرارات السياسة الاجتماعية الاقتصادية والتكنولوجية التي يتم اتخاذها لأسباب لا تتصل بالمناخ تنطوي في الوقت نفسه على آثار كبيرة بالنسبة لسياسة المناخ وتأثيرات تغير المناخ، فضلا عن القضايا البيئية الأخرى (أنظر السؤال ٨). وبالإضافة إلى ذلك، ترتبط عتبات التأثيرات الحاسمة وسرعة التأثر بتأثيرات تغير المناخ ارتباطا مباشرا بالظروف البيئية والاجتماعية والاقتصادية والقدرة المؤسسية.

الفقرة ٣-٢ من الفصل العاشر من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١-١٠ **ونتيجة لذلك، يمكن تعزيز فعالية سياسات المناخ بدمجها مع الاستراتيجيات الأوسع الرامية إلى زيادة استدامة مسارات التنمية الوطنية والإقليمية.** ويحدث ذلك بسبب تأثيرات التقلب والتغيرات الطبيعية في المناخ والاستجابات إلى سياسة المناخ وسوف يؤثر ما يقترن بذلك من تنمية اجتماعية اقتصادية على قدرة البلدان على تحقيق أهداف التنمية المستدامة بينما سيؤثر السعي نحو تحقيق هذه الأهداف بدوره على فرص السياسات المناخية ونجاحها. وبصفة خاصة، سوف تؤثر الخصائص الاجتماعية-الاقتصادية والتكنولوجية التي تتسم بها مختلف مسارات التنمية تأثيرا شديدا على الانبعاثات ومعدل وحجم تغير المناخ وتأثيرات تغير المناخ والقدرة على التكيف والقدرة على تخفيف المناخ. وقد بين التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات (التقرير الخاص، أنظر الإطار ١-٣) العديد من العوالم المستقبلية التي تتسم بخصائص مختلفة ولكل منها آثار شديدة الاختلاف على المناخ في المستقبل وعلى السياسة المناخية.

الفصل الثامن عشر من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصول الثامن والتاسع والعاشر من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والتقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

١-١١ **ويقيم تقرير التقييم الثالث المعلومات المتاحة بشأن توقيت مختلف خيارات التخفيف والتكيف وفرصها وتكاليفها وفوائدها وتأثيراتها.** ويشير التقرير إلى وجود فرص متاحة أمام البلدان التي تعمل بمفردها أوبالتعاون مع الآخرين لتقليل تكلفة التخفيف والتكيف وللحصول على الفوائد المقترنة بتحقيق التنمية المستدامة.

السـؤال ٢

السـؤال ٢

ما هو الدليل على حدوث تغير في مناخ الأرض منذ عهد ما قبل العصر الصناعي وما هي أسبابه ونتائجه؟

(أ) هل تغير مناخ الأرض منذ ما قبل العصر الصناعي على النطاق الإقليمي و/أو العالمي؟ وإذا كان الأمر كذلك، فما هو الجزء، إن وجد، للتغيرات المرصودة الذي يمكن أن يُعزى إلى التأثير البشري وما هو الجزء، إن وجد، الذي يمكن أن يعزى إلى الظواهر الطبيعية؟ وما هو الأساس الذي يستند إليه هذا العزو؟

(ب) ماذا تعرف عن النتائج البيئية والاجتماعية والاقتصادية للتغيرات المناخية منذ ما قبل العصر الصناعي، مع التشديد على الأعوام الخمسين الأخيرة؟

١-٢ تركز هذه الإجابة على القياسات المناخية التقليدية (مثل درجة الحرارة والتهطال ومستوى سطح البحر بالإضافة إلى الظواهر المتطرفة، بما فيها الفيضانات وحالات الجفاف والعواصف) وعلى المكونات الأخرى للنظام المناخي للأرض (مثل غازات الدفيئة والأهباء الجوية والنظم الايكولوجية) وعلى صحة الإنسان والقطاعات الاجتماعية الاقتصادية. وتغير المناخ كما تعرفه الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ يشير إلى تغيرات مهمة إحصائيا تمتد لفترة طويلة تبلغ عقودا أو أكثر في العادة. وهو يشمل تغيرات في تواتر وحجم الظواهر الجوية المتفرقة فضلا عن الارتفاع المستمر البطئ في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية. وهكذا، فإن هذه المناقشة تشمل التغيرات المناخية والجوية على جميع النطاقات الزمنية والمكانية التي تتراوح بين عواصف شديدة لفترات وجيزة و ظواهر النينو الموسمية وحالات الجفاف العقدية والتغيرات القرنية في درجة الحرارة والغطاء الجليدي. وبالرغم من أن التغيرات المناخية القصيرة الأجل تعد حاليا طبيعية في معظمها، فسيتم مناقشتها في هذا السؤال لأنها تمثل فئة من التغيرات التي قد يتسع انتشارها في مناخ مستقبلي مضطرب من جراء الأنشطة البشرية (أنظر السؤال ٤). ويستخدم مصطلح ''العزو'' هنا للدلالة على عملية تحديد أرجح الأسباب وراء حدوث التغير المكتشف بمستوى محدد من الثقة. وتشمل المناقشة كلا من تغير المناخ الذي يمكن عزوه إلى تأثير بشري وتغير المناخ الذي قد يكون طبيعيا في الوقت الراهن ولكنه قد يتعرض للتعديل في المستقبل من خلال التأثير البشري (أنظر الإطار ٣-١).

٢-٢ **من الواضح أن النظام المناخي للأرض قد تغير على النطاقين العالمي والإقليمي على السواء منذ ما قبل العصر الصناعي. ويمكن عزو بعض هذه التغيرات إلى الأنشطة البشرية.**

٣-٢ **وتستمر انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية الناجمة عن الأنشطة البشرية في تغيير الغلاف الجوي بطرق من المتوقع أن تؤثر على المناخ (أنظر الجدول ٢-١).**

٤-٢ **وقد تزايدت بصفة عامة تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي وتأثيراتها الإشعاعية خلال القرن العشرين من جراء الأنشطة البشرية.** وبلغت معظم غازات الدفيئة أعلى مستوياتها المسجلة في التسعينات وتستمر في التزايد (أنظر الشكل ٢-١). وتفاوتت تركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان تفاوتا كبيرا خلال الدورات الجليدية وفيما بين الدورات الجليدية على مدى الأربعمائة والعشرين ألف سنة الماضية، ولكن حتى أكبر هذه القيم الأولى تقل كثيرا عن تركيزاتها الحالية في الغلاف الجوي. ومن حيث التأثير الإشعاعي لغازات الدفيئة المنبعثة من جراء الأنشطة البشرية، يعد ثاني أكسيد الكربون والميثان أول وثاني أهم هذه الغازات على التوالي. ومن عام ١٧٥٠ حتى عام ٢٠٠٠، تزايدت تركيزات ثاني أكسيد الكربون بنسبة ٣١±٤٪ وارتفعت تركيزات الميثان بنسبة ١٥١±٢٥٪ (أنظر الإطار ٢-١ والشكل ٢-١). وهذه المعدلات في الزيادة غير مسبوقة. وقد أطلق إحراق الوقود الأحفوري في المتوسط ٥,٤ جيغا طن من الكربون في العام خلال الثمانينات وازداد إلى ٦,٣ جيغا طن من الكربون في العام خلال التسعينات. ونجم عن إحراق الوقود الأحفوري نحو ثلاثة أرباع الزيادة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون خلال التسعينات، وكانت التغييرات في استخدام الأراضي، بما فيها إزالة الغابات، مسؤولة عن الباقي. وخلال القرن التاسع عشر وكثير من القرن العشرين، كان الغلاف الحيوي الأرضي مصدرا صافيا لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، ولكنه غدا بالوعة صافية قبل نهاية القرن العشرين. ويمكن عزو الزيادة في الميثان إلى الانبعاثات الناجمة عن استخدام الطاقة وتربية الماشية وزراعة الأرز وطمر النفايات. ويمكن عزو الزيادات في تركيزات غازات الدفيئة الأخرى، ولاسيما أوزون

الفصلان الثالث والرابع من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والتقرير الخاص عن الطيران والغلاف الجوي العالمي

الترووبوسفير، وهو ثالث أهم غازات الدفيئة، مباشرة إلى احتراق الوقود الأحفوري، فضلا عن الانبعاثات الصناعية والزراعية الأخرى.

الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الإطار ٢-١ | بيانات الثقة والاحتمالية

قام كتّاب تقرير التقييم الثالث، عند الاقتضاء، بتعيين مستويات من الثقة تمثل حكمهم الجماعي على صحة أي استنتاج يستند إلى أدلة الرصد أو إلى نتائج نموذجية أو نظريات قاموا بدراستها. وقد ورد استخدام الكلمات التالية في التقرير التجميعي الملحق بتقرير التقييم الثالث فيما يتعلق باستنتاجات الفريق العامل الأول: مؤكد تقريبا (تزيد فرصة صحة النتيجة عن ٩٩٪)؛ مرجح جدا (فرصة بنسبة تتراوح بين ٩٠و٩٩٪)؛ مرجح (٩٠-٦٦٪)؛ احتمالية متوسطة (فرصة بنسبة تتراوح بين ٣٣-٦٦٪)؛ غير مرجح (فرصة تتراوح بين ١٠ و ٣٣٪)؛ غير مرجح جدا (فرصة تتراوح بين ١و١٠٪) وغير مرجح بصورة استثنائية (أقل من ١٪). ونطاق عدم اليقين الواضح (١) هو نطاق محتمل. وتقديرات الثقة المتصلة باستنتاجات الفريق العامل الثاني هي: شديدة الارتفاع (٩٥٪ أو أكثر) ومرتفعة (٩٥-٦٧٪) ومتوسطة (٦٧-٣٣٪) ومنخفضة (٣٣-٥٪) وشديدة الانخفاض (٥٪ أو أقل). ولم تُعين مستويات للثقة في الفريق العامل الثالث.

الجدول ٢-١ | التغيرات في الغلاف الجوي للأرض وفي المناخ والنظام الأحيائي الفيزيائي [1]

المؤشر	التغيرات المرصودة
مؤشرات التركيزات	
تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي	تراوح بين ٢٨٠ جزءا في المليون للأعوام من ١٠٠٠ إلى ١٧٥٠ و ٣٦٨ جزءا في المليون في عام ٢٠٠٠ (بزيادة ٤± ٣١٪) [الفصل الثالث من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
تبادل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الحيوي الأرضي	مصدر تراكمي بنحو ٣٠ جيغا طن من الكربون بين عامي ١٨٠٠ و٢٠٠٠، وبالوعة صافية بنحو ٧± ١٤٪ جيغا طن من الكربون خلال التسعينات. [الفصل الثالث من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والتقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغيرات في استخدام الأراضي والحراجة]
تركيزات الميثان في الغلاف الجوي	٧٠٠ جزء في البليون للفترة من ١٠٠٠ إلى ١٧٥٠ و ١٧٥٠ جزءا في البليون في عام ٢٠٠٠ (بزيادة ٢٥±١٥١ ٪). [الفصل الرابع من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
تركيزات أكسيد النيتروز في الغلاف الجوي	٢٧٠ جزءا في البليون للفترة ١٠٠٠-١٧٥٠ و ٣١٦ جزءا في البليون في عام ٢٠٠٠ (بزيادة ٥±١٧٪). [الفصل الرابع من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
تركيزات أوزون الترووبوسفير	تزايدت بنسبة ١٥±٣٥٪ من ١٧٥٠ إلى ٢٠٠٠، وهي تتفاوت حسب الأقاليم. [الفصل الرابع من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
تركيزات أوزون الستراتوسفير	تناقصت من ١٩٧٠ إلى ٢٠٠٠، وهي تتفاوت بتفاوت الارتفاع وخطوط العرض. [الفصلان الرابع والسادس من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
تركيزات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية و المركبات الكربونية الفلورية المشبعة وسادس فلوريد الكبريت	تزايدت عالميا خلال الخمسين عاما الماضية. [الفصل الرابع من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
مؤشرات الطقس	
المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية	تزايد بمقدار٠,٦±٠,٢ درجة مئوية خلال القرن العشرين. وتعرضت مناطق اليابسة لاحترار أشد من المحيطات (مرجح جدا) [الفقرة ٢-٢-٢-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
درجة الحرارة السطحية في نصف الكرة الأرضية الشمالي	تزايدت خلال القرن العشرين أكثر من أي قرن آخر خلال الألف سنة الماضية، وكان عقد التسعينات أشد العقود احترارا في الألفية (مرجح) [الملخص التنفيذي، الفصل الثاني من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٢-٣-٢-٢]
نطاق درجات الحرارة السطحية اليومية	تناقصت من عام ١٩٥٠ إلى عام ٢٠٠٠ فوق اليابسة: تزايدت درجة الحرارة الدنيا أثناء الليل بمعدل يزيد ضعفين عن درجة الحراة القصوى أثناء النهار (مرجح). [الفقرة ٢-٢-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
أيام البرد / الصقيع	تزايدت (مرجح) [الفقرة ٢-٧-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
الأيام الحارة / مؤشر الحرارة	تناقصت في معظم مناطق اليابسة خلال القرن العشرين (مرجح جدا) [الفقرة ٢-٧-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
التهطال القاري	تزايد بنسبة تتراوح بين ٧ ٪ و ١٠ ٪ خلال القرن العشرين في نصف الكرة الشمالي (مرجح جدا)، بالرغم من تناقصه في بعض المناطق (مثل شمال وغرب أفريقيا وأجزاء من البحر المتوسط). [الملخص التنفيذي، الفصل الثاني من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٢-٥-٢]
ظواهر التهطال الغزير	تزايدت في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا الشمالية (مرجح). [الفقرة ٢-٧-٢-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
تواتر وشدة الجفاف	تزايد الجفاف في فصل الصيف وما يصاحبه من ظهور حالات الجفاف في بضعة مناطق (مرجح). وفي بعض المناطق، مثل أجزاء من آسيا وأفريقيا، رصدت زيادة في تواتر وشدة حالات الجفاف في العقود الأخيرة. [الفقرتان ١٠-١-٣ و ١١-١-٢ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]

الفصلان الخامس والسادس من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفصل السادس من التقرير الخاص عن الطيران والغلاف الجوي

٢-٥ **والتأثير الإشعاعي الناجم عن الزيادة في غازات الدفيئة البشرية المنشأ منذ ما قبل العصر الصناعي إيجابي (احتراري) مع وجود قدر صغير من عدم اليقين. وأما التأثير الإشعاعي الناتج عن التأثيرات المباشرة للأهباء الجوية فهو سلبي (تبريدي) وأصغر، بينما قد يكون التأثير السلبي الناجم عن التأثيرات غير المباشرة للأهباء (على السحب والدورة الهيدرولوجية) كبيرا ولكن لا يتم قياسه كميا بصورة دقيقة.** ويبين الشكل ٢-٢ العوامل البشرية والطبيعة الرئيسية التي نجم عنها تغيير في التأثير الإشعاعي من عام ١٧٥٠ إلى عام ٢٠٠٠ ، حيث تظهر العوامل التي يمكن تحديد تأثيرها الإشعاعي كميا على شكل أعمدة واسعة ملونة. ولم تقدر هنا إلا بعض تأثيرات الأهباء الجوية ويشار إليها باعتبارها نطاقات. ويبدو في الشكل أيضا عوامل أخرى إلى جانب مكونات الغلاف الجوي، وهي الإشعاع الشمسي والتغير في استخدام الأراضي. وقد أفضت أهباء الستراتوسفير

الجدول ٢-١ التغيرات في الغلاف الجوي للأرض وفي المناخ والنظام الأحيائي الفيزيائي خلال القرن العشرين [1] (بقية)

المؤشر	التغيرات المرصودة
المؤشرات الأحيائية والفيزيائية	
المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر	تزايد بمعدل سنوي تراوح بين ١ و٢ مليمتر خلال القرن العشرين. [الفصل الحادي عشر من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
أمد الغطاء الجليدي في الأنهار والبحيرات	تناقص بنحو أسبوعين خلال القرن العشرين في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في نصف الكرة الشمالي (مرجح جدا). [الملخص التنفيذي، الفصل الثاني والفقرة ٢-٢-٥-٥ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرتان ٥-٧ و١٦-١-٣-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
حجم وعمق الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية	تناقص عمقه بنسبة ٤٠٪ خلال العقود الأخيرة في أواخر فصل الصيف وحتى مطلع الخريف (مرجح) وتناقص من حيث الحجم بنسبة تراوحت بين ١٠ و ١٥ ٪ منذ الخمسينات في الربيع والصيف. [الفقرة ٢-٢-٥-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٦-١-٣-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
الثلاجات غير القطبية	تراجعت على نطاق واسع أثناء القرن العشرين. [الفقرة ٢-٢-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٤-٣-١١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
الغطاء الثلجي	تناقصت مساحته بنحو ١٠٪ منذ إتاحة الرصدات العالمية عن طريق السواتل في الستينات (مرجح جدا). [الفقرة ٢-٢-٥-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
التربة الصقيعية	تعرضت للذوبان والاحترار والتدهور في أنحاء من المناطق القطبية وشبه القطبية والجبلية. [الفقرتان ٢-٢-٥-٣ و ١١-٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٦-١-٣-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
ظواهر النينو	تزايد تواترها واستمرارها وشدتها خلال العشرين إلى الثلاثين عاما الماضية مقارنة بالسنوات المائة السابقة. [الفقرة ٧-٦-٥ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]
موسم النمو	ازداد طولا بنحو يوم إلى أربعة أيام لكل عقد خلال الأربعين عاما الماضية في نصف الكرة الشمالي، ولاسيما في مناطق خطوط العرض العليا. [الفقرة ٥-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
النطاقات النباتية والحيوانية	تزحزحت في اتجاه القطبين والى الاتجاه العمودي الأعلى في النباتات والحشرات والطيور والأسماك. [الفقرات ٥-٢ و٥-٤ و٥-٩ و١٦-١-٣-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
التكاثر والإزهار والهجرة	الإزهار المبكر في النباتات، ووصول الطيور مبكرا والتواريخ المبكرة لموسم التكاثر والظهور المبكر للحشرات في نصف الكرة الشمالي. [الفقرتان ٥-٢-١ و٥-٤-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
تبييض الشعاب المرجانية	تزايد تواتره، ولاسيما أثناء ظواهر النينو. [الفقرة ٦-٣-٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]
المؤشرات الاقتصادية	
الخسائر الاقتصادية المرتبطة بالطقس	رتفاع حجم الخسائر العالمية المعدلة على أساس التضخم خلال الأربعين عاما الماضية (أنظر الشكل ٢-٧). ويرتبط جزء من الاتجاه الصاعد المرصود بالعوامل الاجتماعية-الاقتصادية ويرتبط جزء آخر بالعوامل المناخية. [الفقرتان ٨-٢-١ و٨-٢-٢ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]

[1] هذا الجدول يقدم أمثلة للتغيرات المرصودة الرئيسية وليس قائمة شاملة. وهو يشمل كلا من التغيرات التي تعزى إلى تغير المناخ بفعل الإنسان وتلك التغيرات التي قد تنشأ عن الاختلافات الطبيعية أو تغير المناخ البشري المنشأ. وترد مستويات الثقة حيثما تم تقييمها صراحة من قبل الفريق العامل المعني.

الناجمة عن الفورانات البركانية الكبيرة إلى تأثيرات هامة وإن كانت قصيرة العمر وسلبية (ولاسيما الفترات الممتدة من ١٨٨٠ إلى ١٩٢٠ و من ١٩٦٠ إلى ١٩٩٤) وهي تأثيرات ليست مهمة على مدى النطاق الزمني الممتد منذ ما قبل العصر الصناعي ولا تظهر في الشكل. ومجموع العوامل المقاسة كميا في الشكل ٢-٢ (غازات الدفيئة والأهباء والسحب واستخدام الأراضي (نسبة عكس الأشعة) والإشعاع الشمسي) إيجابي، ولكن هذا لا يشمل التأثير السلبي، والذي من المحتمل أن يكون كبيرا، الناجم عن التأثير غير المباشر للأهباء الجوية. ومازال مجموع التغير في التأثير الإشعاعي منذ ما قبل العصر الصناعي أداة مفيدة لوضع تقدير بأقرب قوة عشرية لاستجابة المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية للاضطرابات البشرية والطبيعية. ومع ذلك، فإن مجموع التأثيرات ليس بالضرورة مؤشرا للجوانب التفصيلية للاستجابات المناخية المحتملة، مثل تغير المناخ الإقليمي. وفي النصف الأخير من القرن العشرين (لا يظهر في الشكل) ازداد التأثير الإيجابي الناجم عن غازات الدفيئة الممتزجة جيدا بسرعة خلال العقود الأربعة الأخيرة، وفي المقابل، كان مجموع التأثيرات الطبيعية سلبيا خلال العقدين الأخيرين، بل ومن الممكن خلال العقود الأربعة الأخيرة.

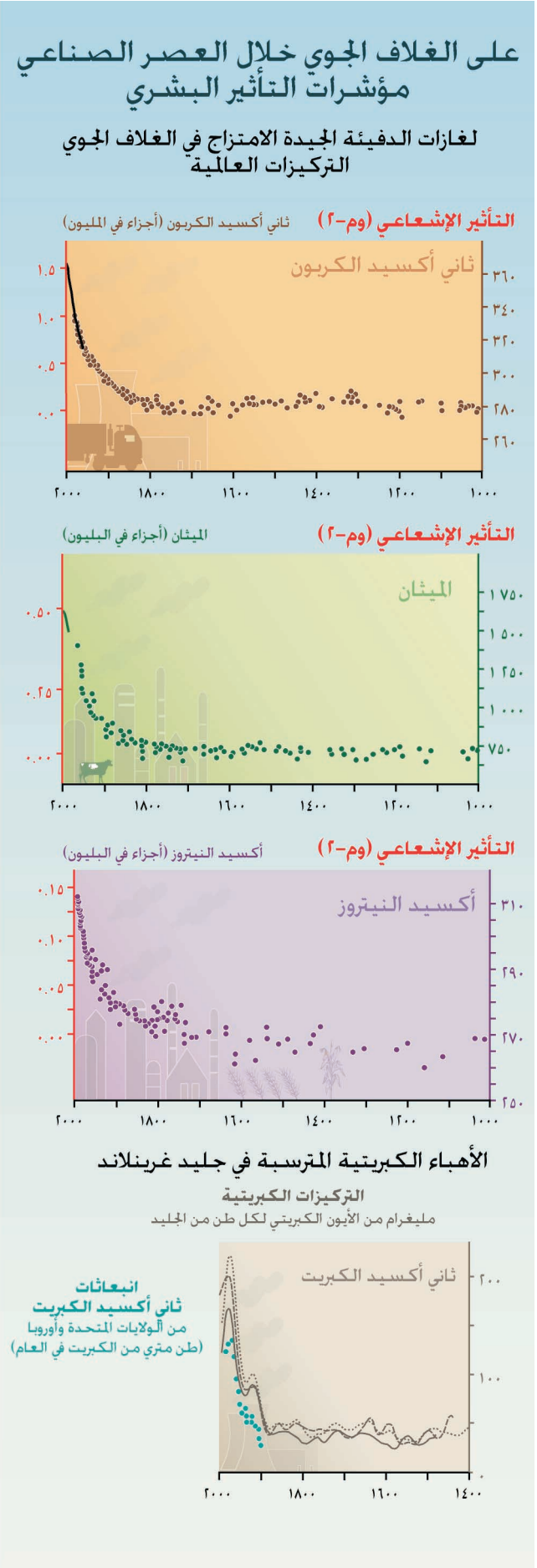
٢-٦ وهناك مجموعة متزايدة من الرصدات التي تعطي صورة جماعية عن عالم آخذ في الاحترار وغير ذلك من التغيرات في النظام المناخي (أنظر الجدول ٢-١).

الملخص لصانعي السياسات والفقرات ٢-٢-٢ و ٢-٣-٢ و ٢-٧-٢-٨ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٢-٧ وقد تزايد المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية في المدة من ١٨٦٠ إلى عام ٢٠٠٠، وهي فترة التسجيل باستخدام الأجهزة. وبلغت هذه الزيادة خلال القرن العشرين ٠,٦ درجة مئوية مع نطاق ثقة مرجح جدا (أنظر الإطار ٢-١) تراوح بين ٠,٤ و ٠,٨ درجة مئوية (أنظر الشكل ٢-٣). ومن المرجح جدا أن التسعينات كانت أشد العقود احترارا وأن عام ١٩٩٨ كان أشد الأعوام احترارا في فترة التسجيل باستخدام الأجهزة. وتوسيع التسجيل باستخدام الأجهزة مع البيانات غير المباشرة ليشمل نصف الكرة الأرضية الشمالي يشير إلى أن الزيادة في درجة الحرارة في القرن العشرين على مدى الألف عام الماضية كانت أكبر زيادة شهدها أي قرن آخر ومن المرجح أن التسعينات كانت أكثر العقود احترارا (أنظر الشكل ٢-٣). ولا تتاح معلومات كافية قبل عام ١٨٦٠ في نصف الكرة الجنوبي لمقارنة الاحترار الذي حدث مؤخرا مع التغيرات خلال الألف سنة الماضية. ومنذ عام ١٩٥٠، بلغت الزيادة في درجة حرارة سطح البحر نحو نصف متوسط درجة حرارة الهواء فوق سطح اليابسة. وتزايد خلال تلك الفترة متوسط درجات الحرارة الدنيا اليومية أثناء الليل على اليابسة بنحو ٠,٢ درجة مئوية لكل عقد، أي مرتين تقريبا ضعف المعدل المماثل للزيادة في درجات حرارة الهواء القصوى أثناء النهار. وأطالت هذه التغيرات المناخية أمد الموسم الخالي من الصقيع في كثير من مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا.

الملخص لصانعي السياسات والفقرة 4-2-2 من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

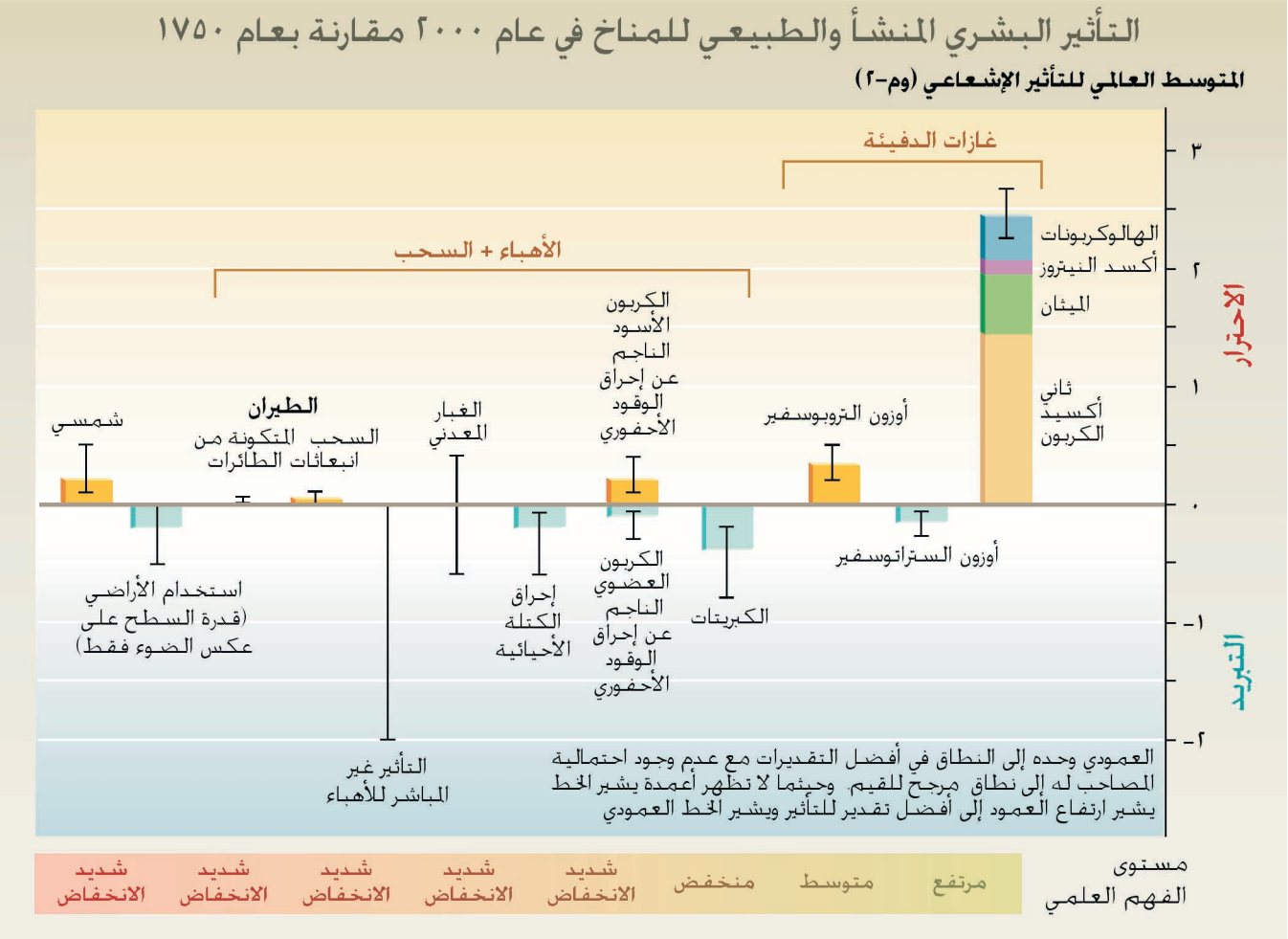
٢-٨ وفي الجزء السفلي من الغلاف الجوي الممتد لمسافة ٨ كيلومترات كانت الزيادة في درجة الحرارة العالمية من عقد التسعينات إلى عام ٢٠٠٠ ، والتي بلغت نحو ٠,١ درجة مئوية لكل عقد، مماثلة للزيادة في درجة الحرارة السطحية. وخلال الفترة من ١٩٧٩ إلى ٢٠٠٠، تظهر القياسات باستخدام السواتل وبالونات الرصد الجوي حدوث احترار مماثل تقريبا في أمريكا الشمالية (٠,٣ درجة مئوية لكل عقد) وفي أوروبا (٠,٤ درجة مئوية لكل عقد) بالنسبة للسطح والطبقة السفلى من الغلاف الجوي، ولكنها تظهر وجود فروق مميزة في بعض مناطق اليابسة، ولاسيما في المناطق المدارية (٠,١٠ ± ٠,١٠ درجة مئوية لكل عقد بالنسبة للسطح مقابل ٠,٦ ± ٠,١٦ درجة مئوية لكل عقد بالنسبة للطبقة السفلى من الغلاف الجوي). ويتفاوت تأثر درجات حرارة السطح والطبقة السفلى من الغلاف الجوي بعوامل مثل استنفاد أوزون الستراتوسفير والأهباء الجوية وظاهرة النينو. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضا لتقنيات فحص العينات المكانية أن تفسر بعض الاختلافات في الاتجاهات، ولكن لم يتم حل هذه الاختلافات حلا كاملا.



الأشكال 2 و2-3 (ب) و 1-4 (أ) و 1-4 (ب) و 2-4 و 4-5 (أ) في الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الشكل ١-٢: سجلات التغيرات السابقة في تركيب الغلاف الجوي خلال الألفية الماضية تظهر الزيادة السريعة في غازات الدفيئة والأهباء الكبريتية التي تعزى في الأساس إلى النمو الصناعي منذ عام ١٧٥٠. وتبين اللوحات الثلاث العلوية التركيزات المتزايدة لثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز في الغلاف الجوي خلال الألف سنة الماضية. وتتفق البيانات المتفرقة الأولى المستمدة من الهواء المحتجز في الجليد (الرموز) مع الرصدات الجوية المستمرة من العقود الأخيرة (الخطوط المتصلة). وتمتزج هذه الغازات جيدا في الغلاف الجوي وتعبر تركيزاتها عن الانبعاثات من المصادر في جميع أنحاء الكرة الأرضية. ويتضح التأثير الإشعاعي الإيجابي المقدر من هذه الغازات على المقياس الواقع في الناحية اليمنى. وتبين اللوحة السفلية تركيز الكبريتات في جوف الجليد المأخوذ من غرينلاند (تمثله خطوط لثلاثة أنواع مختلفة من جوف الجليد) وأزيلت منه التأثيرات العرضية للفورانات البركانية. وتتكون الأهباء الكبريتية من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت وهي تترسب بسهولة على السطح ولا تمتزج جيدا في الغلاف الجوي. وتعزى الزيادة في الكبريتات المترسبة في غرينلاند على وجه التحديد إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت المنطلقة من الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا (تظهر في الشكل على هيئة رموز) وتظهر كلتاهما انخفاضا خلال العقود الأخيرة. والأهباء الكبريتية تحدث تأثيرا إشعاعيا سلبيا.

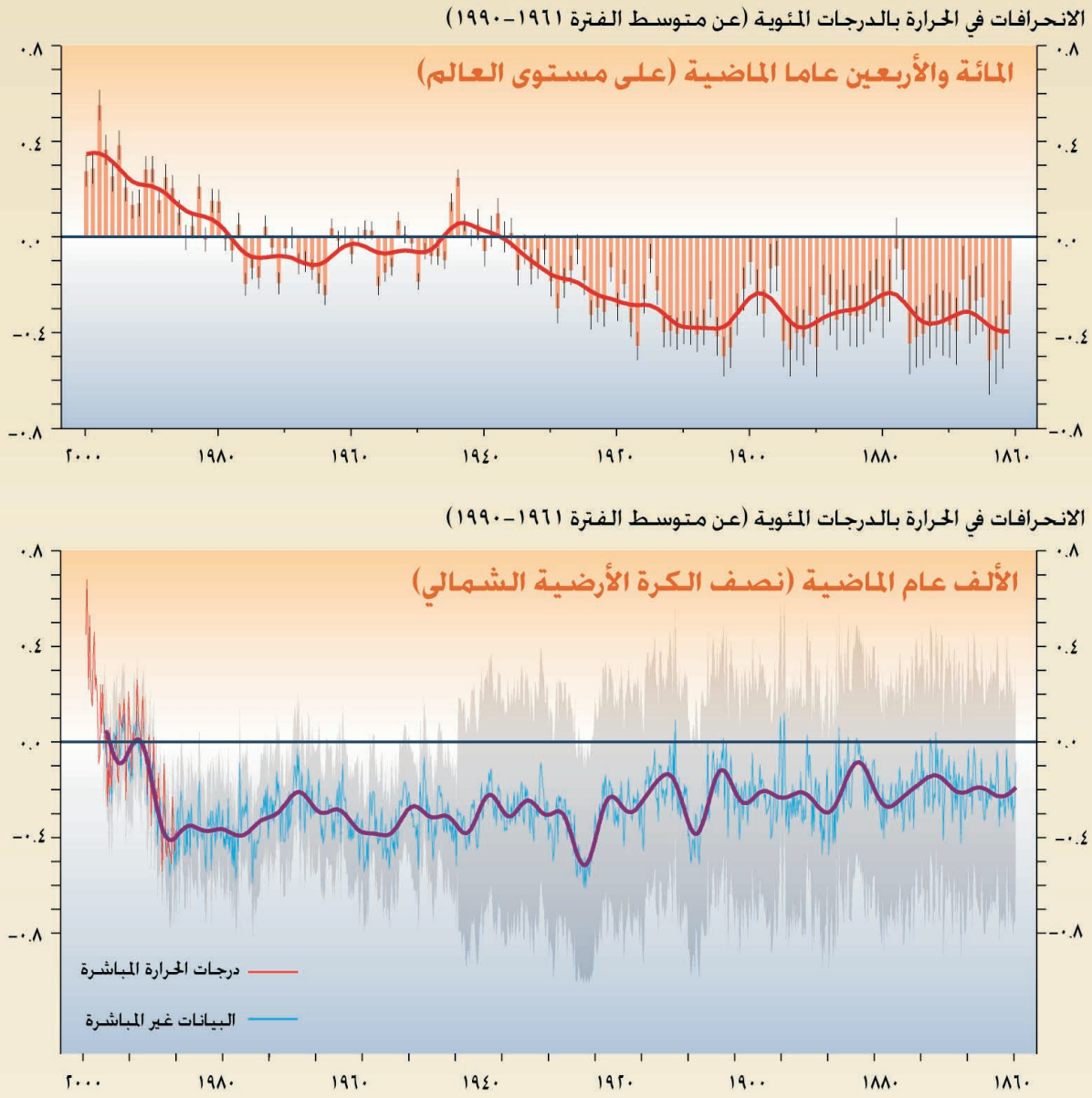
٢-٩ **وهناك أدلة جديدة وقوية على إمكانية عزو معظم الاحترار المرصود خلال السنوات الخمسين الماضية إلى الأنشطة البشرية.**



الشكل ٢-٢: يمكن إجراء مقارنة عامة لتأثير العوامل الخارجية باستخدام مفهوم التأثير الإشعاعي. وتنشأ هذه التأثيرات الإشعاعية عن التغيرات في تركيب الغلاف الجوي، والتغير في قدرة السطح على عكس الضوء نتيجة للتغيرات في استخدام الأراضي، والتغير في الإشعاع الصادر من الشمس. وفيما عدا التغير الشمسي، هناك شكل ما من أشكال النشاط البشري يرتبط بكل واحد من هذه التغيرات. وتمثل الأعمدة المستطيلة تقديرات مساهمات هذه التأثيرات التي يسبب بعضها احترارا ويسبب بعضها تبريدا. ولا يظهر في الشكل التأثير الناجم عن الظواهر البركانية المتفرقة التي تفضي إلى تأثير سلبي لا يستمر إلا لبضعة سنوات. والتأثير غير المباشر للأهباء الذي يظهر في الشكل هو تأثيرها على حجم وعدد قطيرات السحاب. ولا يظهر في الشكل التأثير الثاني غير المباشر للأهباء على السحب، أي تأثيرها على عمر السحب الذي يفضي أيضا إلى تأثير سلبي. وتشمل الأعمدة الفردية إلى تأثيرات الطيران على غازات الدفيئة. ويشير الخط العمودي حول الأعمدة المستطيلة إلى نطاق التقديرات استرشادا بالقيم المنشورة للتأثيرات والفهم المادي. ولبعض التأثيرات درجة من اليقين أكبر كثيرا مما لدى التأثيرات الأخرى. وتدل الخطوط العمودية بدون أعمدة على تأثير لا يمكن إجراء أفضل تقدير له نظرا لوجود قدر كبير من عدم اليقين. ويتفاوت كثيرا المستوى الكلي للفهم العلمي لكل تأثير، كما هو ملاحظ في الشكل. وبعض عوامل التأثير الإشعاعي تمتزج جيدا فوق الكرة الأرضية، مثل ثاني أكسيد الكربون، ومن ثم تحدث اضطرابا في توازن الحرارة في الكرة الأرضية. وتمثل عوامل أخرى اضطرابات ذات تأثيرات إقليمية أقوى نظرا لتوزيعها المكاني، مثل الأهباء الجوية. ويظل التأثير الإشعاعي أداة مفيدة لوضع تقدير بأقرب قوة عشرية للتأثيرات المناخية النسبية مثل استجابة المتوسط العالمي النسبي لدرجة الحرارة السطحية من جراء الاضطرابات المستحثة إشعاعيا، ولكن هذه التقديرات للمتوسط العالمي للتأثيرات ليست بالضرورة مؤشرات إلى الجوانب التفصيلية للاستجابات المناخية المحتملة (مثل تغير المناخ الإقليمي).

الملخص لصانعي السياسات والملخص التنفيذي، الفصل السادس، والشكلان ٣ و٦-٦ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض ...

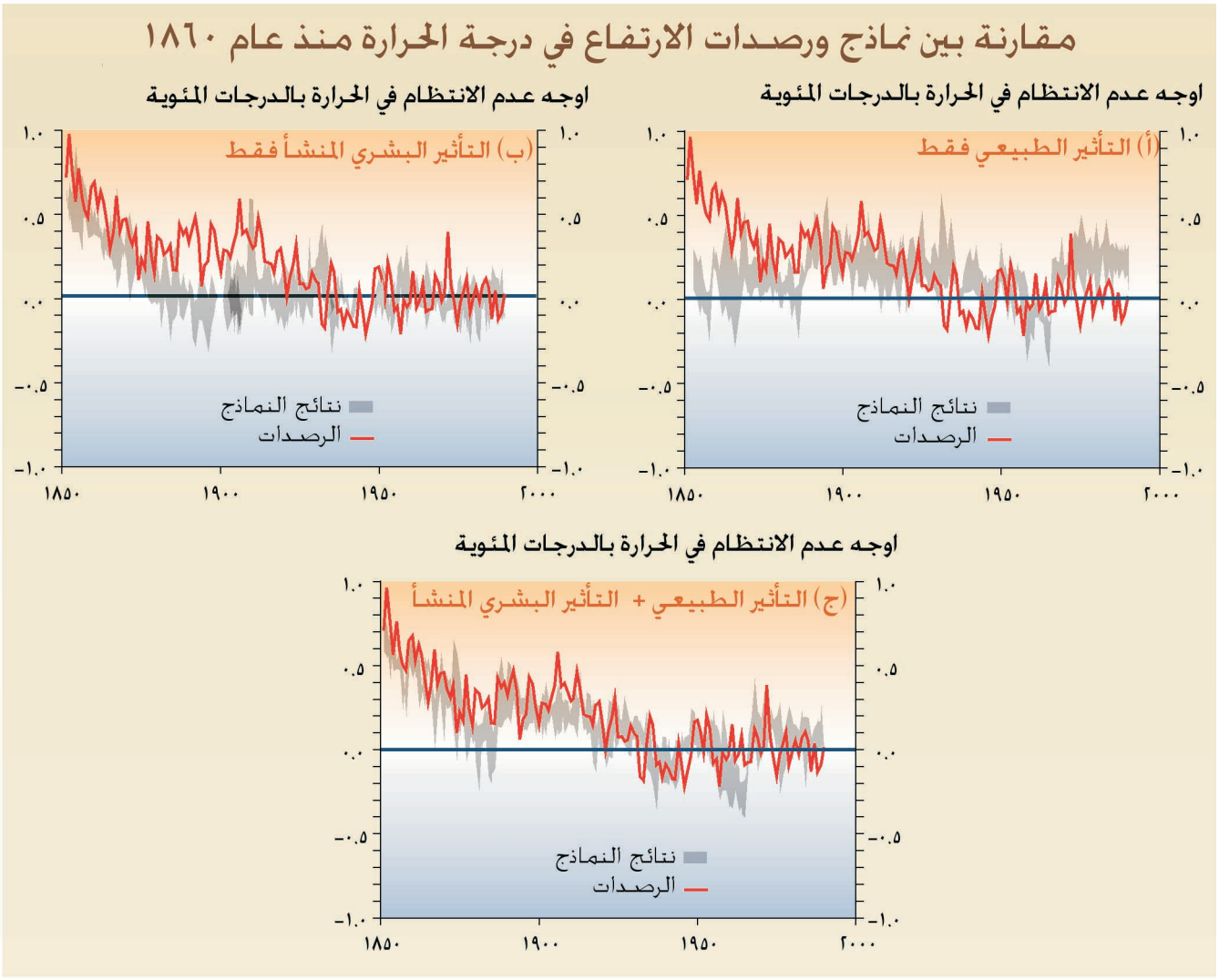


الشكل ٣-٢: ازدادت درجة حرارة سطح الأرض بنحو ٠,٦ درجة مئوية فوق سجل القياسات المباشرة لدرجة الحرارة (٢٠٠٠-١٨٦٠، اللوحة العلوية). ويعد هذا ارتفاعا غير مسبوق، على الأقل استنادا إلى البيانات غير المباشرة عن درجة الحرارة في نصف الكرة الأرضية الشمالي خلال الألف عام الماضية (اللوحة السفلية). ويظهر في اللوحة العلوية المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية كل عام (أعمدة حمراء ذات نطاقات مرجحة جدا كخطوط سوداء دقيقة متباعدة) وكل عقد تقريبا (خط أحمر متصل). وتأخذ التحليلات في الاعتبار الثغرات في البيانات، والأخطاء العشوائية للرصد باستخدام الأجهزة، وأوجه عدم اليقين، وأوجه عدم اليقين في تعديلات الانحياز في بيانات درجة حرارة سطح المحيط وكذلك في ضبط التحضر العمراني فوق اليابسة. وتدمج اللوحة السفلى البيانات غير المباشرة (كل عام على شكل خط أزرق ذي نطاقات مرجحة جدا كنطاق رمادي، ومتوسط الخمسين عاما على شكل خط أرجواني) والقياسات المباشرة لدرجة الحرارة (خط أحمر) في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وتتألف البيانات غير المباشرة من حلقات جذوع الأشجار والمرجان وجوف الجليد والسجلات التاريخية التي تمت معايرتها ببيانات مقياس الحرارة. وهناك بيانات غير كافية لتقييم هذه التغيرات في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية.

الأشكال ١ و ٧-٢ (ج) و ٢٠-٢ في الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الملخص لصانعي السياسات بمساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفصل الثاني عشر من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٢-١٠ ومن غير المرجح أن يكون الاحترار المرصود خلال القرن العشرين طبيعيا تماما من حيث مصدره. ومن غير المرجح جدا أن تكون الزيادة في درجات الحرارة السطحية خلال المائة عام الماضية ناجمة فقط عن تقلبية داخلية. كما تشير عمليات إعادة إنشاء بيانات المناخ للألف عام الماضية أن هذا الاحترار في القرن العشرين كان غير عادي ومن غير المرجح أنه حدث استجابة لتأثير طبيعي فقط. أي أن الفورانات البركانية والتغير في الإشعاع الشمسي لا يفسر الاحترار في النصف الأخير من القرن العشرين (أنظر الشكل ٢-٤ (أ)) ولكنه ربما يكون قد أسهم في الاحترار خلال النصف الأول.



الشكل ٧-١٢ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الشكل ٢-٤: محاكاة التغيرات في درجة حرارة الأرض (بالدرجات المئوية) ومقارنة النتائج بالتغيرات المقاسة يمكن أن يوفر أفكارا نيرة بشأن الأسباب التي تشكل أساس التغيرات الرئيسية. ويمكن استخدام نموذج مناخي لمحاكاة التغيرات في درجة الحرارة التي تحدث من جراء أسباب طبيعية وبشرية على السواء. وتم القيام بعمليات المحاكاة التي يمثلها النطاق في (أ) بتأثيرات طبيعية فقط، وهي التفاوت الشمسي والنشاط البركاني. وأما عمليات المحاكاة التي يشملها النطاق في (ب) فقد تم القيام بها باستخدام تأثيرات بشرية، وهي غازات الدفيئة وتقدير الأهباء الكبريتية. وأما تلك التي يشملها النطاق في (ج) فقد تم إجراؤها باستخدام التأثيرات الطبيعية والبشرية على السواء. ومن (ب)، نستطيع أن نرى أن إدراج التأثيرات البشرية يقدم تفسيرا مقبولا لجزء كبير من التغيرات المرصودة في درجات الحرارة خلال القرن الماضي. ولكن أفضل توافق بين الرصدات يتحقق في (ج) عندما يتم إدراج العوامل الطبيعية والبشرية على السواء. وتبين هذه النتائج أن التأثيرات المتضمنة تكفي لتفسير التغيرات المرصودة، ولكنها لا تستبعد إمكانية وجود مساهمات من تأثيرات أخرى. ويتم التوصل إلى نتائج مماثلة لتلك النتائج التي في (ب) باستخدام التأثير البشري المنشأ في نماذج أخرى.

الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفصل الثاني عشر من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٢-١١ **وعلى ضوء الأدلة الجديدة ومع إيلاء الاعتبار إلى أوجه عدم اليقين المتبقية، فمن المرجح أن يكون معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الماضية قد حدث من جراء الزيادة في تركيزات غازات الدفيئة.** ودراسات الكشف والعزو (بما في ذلك غازات الدفيئة والأهباء الكبريتية باعتبارها تأثيرا بشري المنشأ) تكتشف أدلة لوجود إشارة بشرية المنشأ في السجل المناخي خلال الخمسة والثلاثين إلى الخمسين عاما الماضية، بالرغم من أوجه عدم اليقين بشأن التأثير الناجم عن الأهباء الكبريتية البشرية المنشأ والعوامل الطبيعية (البراكين والإشعاع الشمسي). والتأثيرات الكبريتية والطبيعية سلبية خلال تلك المدة ولا يمكن أن تفسر الاحترار (أنظر الشكل ٢-٤ (أ)) بينما ترى معظم هذه الدراسات أن المعدل والحجم المقدرين للاحترار الناجم عن تزايد غازات الدفيئة وحدها خلال الخمسين عاما الماضية تماثل أو تزيد عن الاحترار المرصود (أنظر الشكل ٢-٤ (ب)). ويوجد أفضل اتفاق لسجل الفترة من عام ١٨٦٠ إلى عام ٢٠٠٠ عند الجمع بين العوامل المؤثرة البشرية المنشأ والطبيعية الواردة أعلاه (أنظر الشكل ٢-٤ (ج)). ولا تستبعد هذه النتيجة إمكانية مساهمة تأثيرات أخرى أيضا، ولم تستخدم بعض العوامل البشرية المنشأ المعروفة (مثل الكربون العضوي والكربون الأسود (السناج) وأهباء الكتلة الأحيائية وبعض التغيرات في استخدام الأراضي) في هذه الدراسات. وتتفاوت كثيرا تقديرات حجم هذه التأثيرات الإضافية البشرية المنشأ وتوزيعها الجغرافي.

الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٤-٣-١١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٢-١٢ **ولا تتعارض التغيرات في مستوى سطح البحر والغطاء الثلجي وحجم الجليد والتهطال مع احترار المناخ بالقرب من سطح الأرض (أنظر الجدول ٢-١).** وبعض هذه التغيرات إقليمية بينما قد يحدث بعضها من جراء الاختلافات المناخية الداخلية أو التأثيرات الطبيعية أو الأنشطة البشرية الإقليمية وليست ناجمة فقط عن التأثير البشري العالمي.

الفقرات ٢-٢-٥ و ٢-١١ و ٢-١١-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٢-١٣ **ومن المرجح جدا أن الاحترار في القرن العشرين قد أسهم إسهاما كبيرا في الارتفاع المرصود في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر والزيادة في محتوى حرارة المحيطات.** ويسبب الاحترار الارتفاع في مستوى سطح البحر من خلال التمدد الحراري لمياه البحار والخسارة الواسعة النطاق للجليد الأرضي. وقد تراوح المتوسط السنوي للارتفاع في مستوى سطح البحر بين ١ و٢ مليمتر خلال القرن العشرين استنادا إلى سجلات مقياس المد والجزر بعد إجراء التعديلات وفقا لحركات اليابسة. وتبين السجلات الطويلة القليلة للغاية أنه كان أقل خلال القرن التاسع عشر (أنظر الشكل ٢-٥). وفي إطار أوجه عدم اليقين الحالية، لا تتعارض الرصدات والنماذج على السواء مع عدم وجود تسارع كبير في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين. ولا يتعارض المعدل المرصود لارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين مع النماذج. وقد تزايد المحتوى العالمي لحرارة المحيطات منذ أواخر الخمسينات، وهي الفترة التي شهدت رصدات كافية لدرجات حرارة المحيط تحت السطحية.

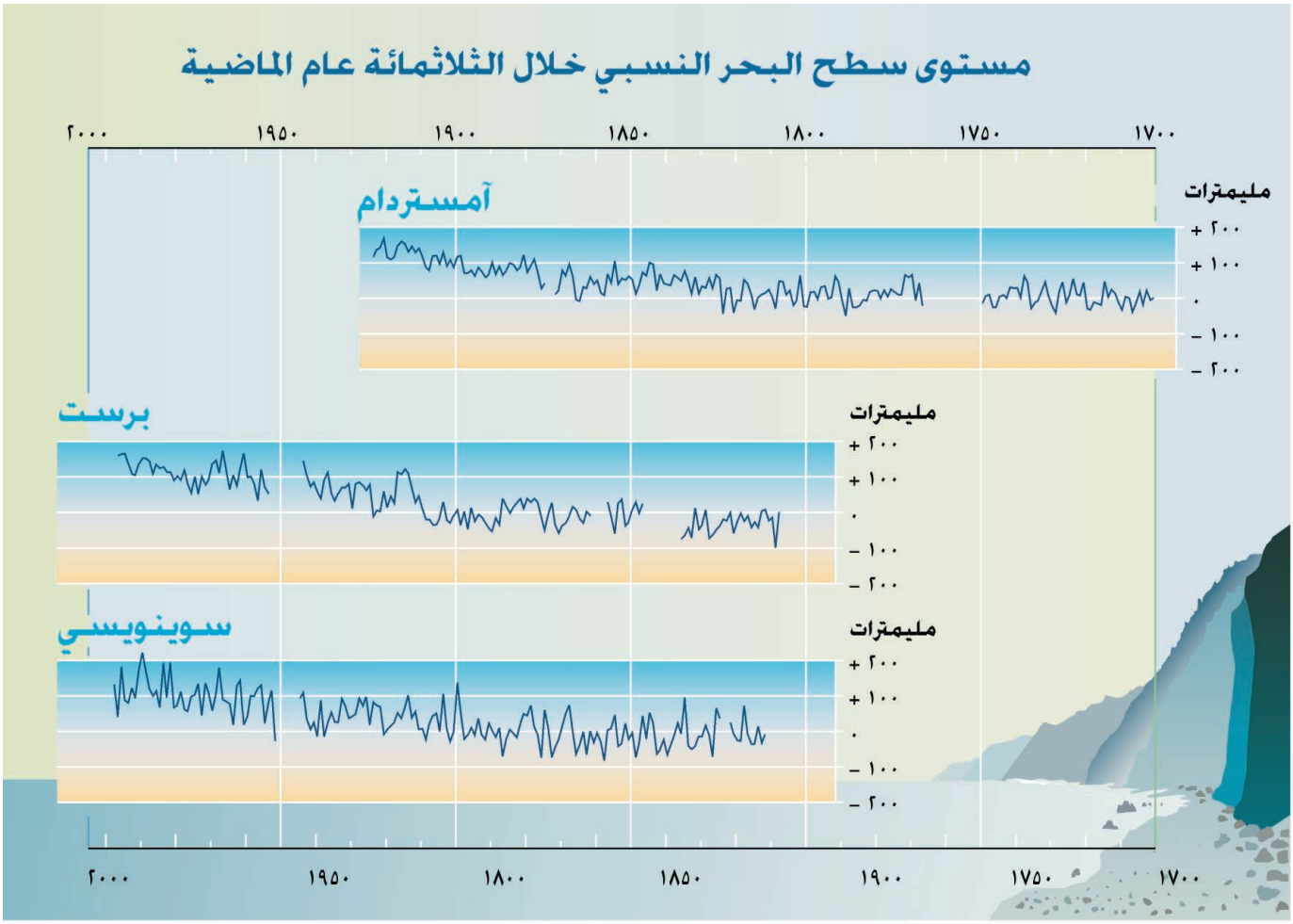
الفقرة ٢-٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٢-١٤ **وقد تناقص الغطاء الثلجي وحجم الجليد.** ومن المرجح جدا أن يكون حجم الغطاء الثلجي قد تناقص بنحو ١٠٪ في المتوسط في نصف الكرة الأرضية الشمالي منذ أواخر الستينات (أساسا من خلال التغيرات وقت الربيع في أوروبا وأوراسيا) وأن يكون الأمد السنوي للغطاء الجليدي في البحيرات والأنهار في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في نصف الكرة الأرضية الشمالي قد تناقص بنحو أسبوعين خلال القرن العشرين. وكان هناك أيضا تراجع واسع النطاق للثلاجات الجبلية في المناطق غير القطبية خلال القرن العشرين . ومن المرجح أن يكون حجم الجليد البحري في الربيع والصيف في نصف الكرة الأرضية الشمالي قد تناقص بنحو ١٠ إلى ١٥٪ في المدة من الخمسينات إلى عام ٢٠٠٠ وأن يكون عمق الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية قد انخفض

بنحو ٤٠٪ خلال أواخر الصيف وأوائل الخريف في العقود الثلاثة الماضية من القرن العشرين. وبينما لا يوجد تغيير في الحجم الكلي للجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية في الفترة من عام ١٩٧٨ حتى عام ٢٠٠٠ على التوازي مع المتوسط العالمي للزيادة في درجة الحرارة، فقد تزامن الاحترار الإقليمي في شبه الجزيرة القطبية الجنوبية مع انهيار برنس غوستاف وأجزاء من أرصفة لارسن الجليدية خلال التسعينات، ولكن الخسائر في هذه الأرصفة الجليدية لم تسبب تأثيرا مباشرا كبيرا.

الفقرات ٢-٥ و ٢-٧-٢ و ٢-٧-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٢-١٥ **ومن المرجح جدا أن يكون التهطال قد ازداد خلال القرن العشرين بنسبة تتراوح بين ٥ و ١٠٪ في معظم مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في قارات نصف الكرة الأرضية الشمالي.** ولكن من المرجح في المقابل أن يكون سقوط الأمطار قد تناقص بنسبة ٣٪ في المتوسط في كثير من مناطق اليابسة شبه المدارية (أنظر الشكل ٢-٦ (أ)). ومن المرجح جدا أن يفضي تزايد المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية إلى تغييرات في التهطال ورطوبة الغلاف الجوي بسبب التغيرات في دوران الغلاف الجوي ووجود دورة هيدرولوجية أقوى وحدوث زيادات في قدرة الغلاف الجوي على الاحتفاظ بالماء. وقد كان من المرجح حدوث زيادة بنسبة تتراوح بين ٢ و٤٪ في تواتر ظواهر



الشكل ٧-١١ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

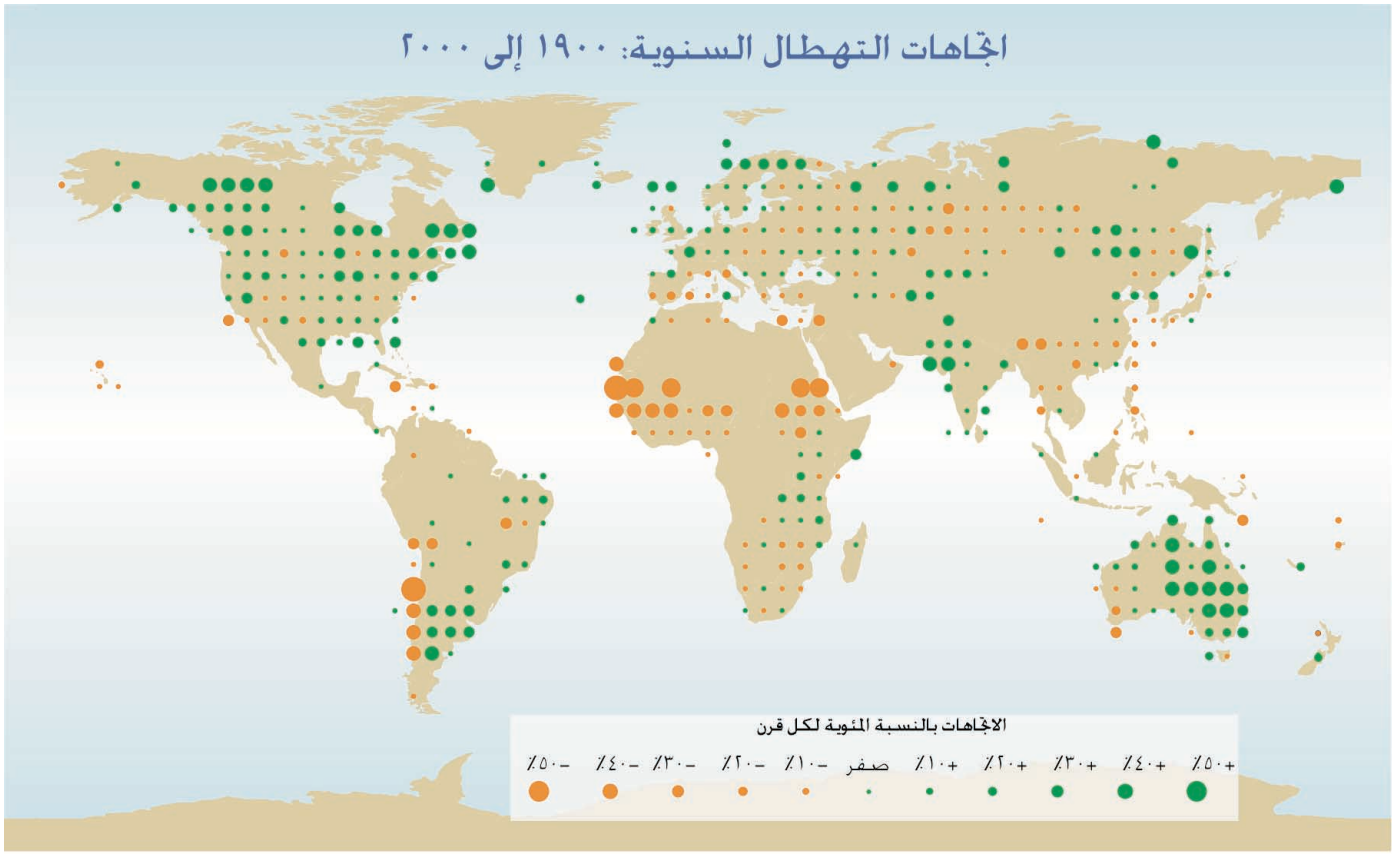
الشكل ٥-٢: هناك عدد محدود من المواقع في أوروبا لديها سجلات شبه مستمرة لمستوى سطح البحر تمتد من ٣٠٠ عام وهي تبين أعلى ارتفاع في مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين. والسجلات المبينة، وهي من آمستردام وهولندة وبرست وفرنسا وسوينويسي وبولندة وغيرها من المواقع، تؤكد تسارع الارتفاع في مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين مقارنة بالقرن التاسع عشر.

التهطال الغزير في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في نصف الكرة الأرضية الشمالي في النصف الأخير من القرن العشرين. وقد حدثت زيادات طويلة الأجل صغيرة نسبيا خلال القرن العشرين في مناطق اليابسة التي تعاني من الجفاف الشديد أو الرطوبة الشديدة، ولكن هذه التغيرات تخضع في كثير من المناطق لتقلبية المناخ فيما بين العقدية ومتعددة العقود، مع عدم ظهور اتجاهات هامة خلال القرن العشرين.

٢-١٦ **وقد حدثت أيضا تغيرات في جوانب هامة أخرى في المناخ (أنظر الجدول ٢-١).**

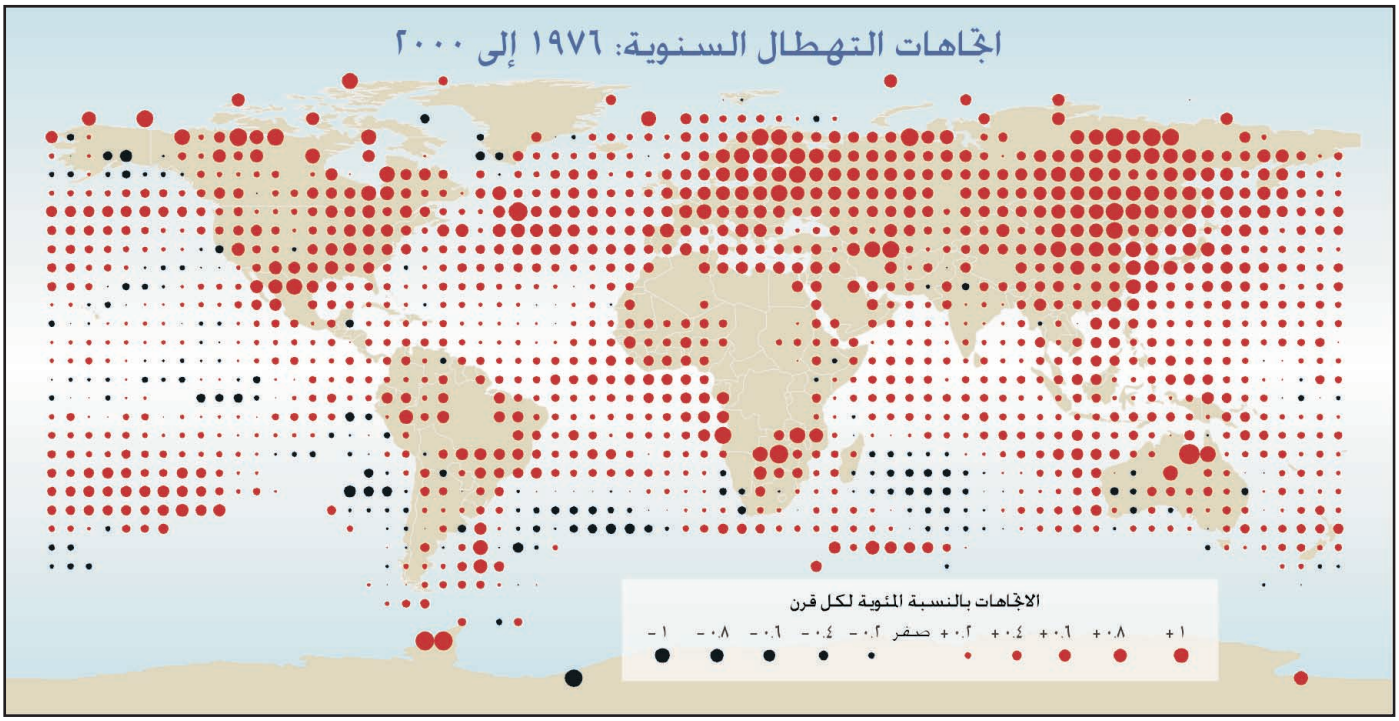
٢-١٧ **وخلال القرن العشرين، حدث احترار واسع النطاق ومتسق لليابسة وسطح المحيط على السواء، مع حدوث أكبر الزيادات في درجة الحرارة في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في القارات الشمالية.** وحدوث احترار في سطح اليابسة بدرجة أسرع من احترار سطح المحيط خلال الفترة الممتدة من ١٩٧٦ إلى ٢٠٠٠ (أنظر الشكل ٢-٦ (ب)) لا يتعارض مع التغيرات المرصودة في التغيرات الطبيعية للمناخ، مثل التذبذبات في شمال الأطلنطي والمنطقة القطبية الشمالية، ومع نمط احترار غازات الدفيئة في النماذج. وكما هو مبين أدناه، فإن الارتباطات الكبيرة إحصائيا بين الاحترار الإقليمي والتغيرات المرصودة في النظم الأحيائية تم توثيقها في بيئات المياه العذبة والبيئات الأرضية والبحرية في جميع القارات.

الفقرات ٢-٢-٢ و ٦-٢-٣ و ٦-٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٦-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث



الشكل ٢-٦ (أ): تزايد التهطال في المتوسط خلال القرن العشرين في القارات الواقعة خارج المنطقة المدارية ولكنه تناقص في المناطق الصحراوية في أفريقيا وأمريكيا الجنوبية. وبينما يظهر السجل حدوث زيادة كلية تتفق مع تزايد الارتفاع في درجات الحرارة وتزايد رطوبة الغلاف الجوي، تتفاوت اتجاهات التهطال تفاوتا كبيرا من منطقة إلى أخرى ولا تتاح إلا خلال القرن العشرين بالنسبة لبعض المناطق القارية. وخلال تلك المدة، حدثت اتجاهات طويلة الأجل صغيرة نسبيا في مناطق اليابسة التي تعاني من الجفاف الشديد أو الرطوبة الشديدة، ولكن تخضع هذه التغيرات في كثير من المناطق لتقلبية المناخ فيما بين العقود والمتعددة العقود والتي لا تتضح فيها اتجاهات خلال القرن العشرين.

[الشكل ٢-٢٥ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث



الشكل ٢-٦ (ب): حدث احترار متسق وواسع النطاق لسطح اليابسة والمحيط على السواء خلال الربع الأخير من القرن العشرين. ويمثل ذلك أعلى ارتفاع في درجات الحرارة في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا في أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا. ولم يحدث تبريد لمناطق كبيرة إلا في أجزاء من المحيط الهادي والجنوبي والمنطقة القطبية الجنوبية. واحترار اليابسة بدرجة أسرع من سطح المحيط لا يتعارض مع التغيرات المرصودة في التفاوت الطبيعي للمناخ، مثل التذبذبات في شمال الأطلنطي والمنطقة القطبية الشمالية ولا يتعارض مع نمط احترار غازات الدفيئة في النماذج. وكما جاء في النص، يرتبط الاحترار في بعض المناطق بالتغيرات المرصودة في النظم الأحيائية في جميع القارات.

[الشكل ٩-٢ (د) في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]

٢-١٨ **وازداد تواتر وثبات وشدة الفترات الدافئة لظاهرة النينو/التذبذب الجنوبي منذ منتصف السبعينات مقارنة بالمائة عام السابقة.** وتؤثر النينو بصورة متسقة على التغيرات الإقليمية للتهطال ودرجة الحرارة في كثير من المناطق المدارية وشبه المدارية وبعض مناطق خطوط العرض الوسطى. ومع ذلك، لا يتضح من النماذج زيادة تواتر حدوث ظواهر النينو في عالم أكثر احترارا.

[الفقرة ٢-٦-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]

٢-١٩ **ويبدو أن بعض الجوانب الهامة للمناخ لم تتغير.** وهناك بضع مناطق من الكرة الأرضية لم تتعرض للاحترار في العقود الأخيرة، وبصورة أساسية في بعض أجزاء المحيطات في نصف الكرة الأرضية الجنوبي وفي أجزاء من المنطقة القطبية الجنوبية (أنظر الشكل ٢-٦ (ب)). وقد ظل حجم الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية ثابتا تقريبا، بل وازداد منذ عام ١٩٧٨، وهي فترة القياسات الموثوقة باستخدام السواتل. ولا تستطيع التحليلات الحالية أن تخلص إلى نتائج عن احتمالية حدوث تغييرات في تواتر الأعاصير أو أيام الرعد أو ظواهر البَرَد في المناطق المحدودة التي خضعت للدراسة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن عدم كفاية البيانات وتضارب التحليلات يحولان دون تقييم التغيرات في شدة الأعاصير المدارية وشبه المدارية ونشاط العواصف المحلية الشديدة في مناطق خطوط العرض الوسطى.

[الفقرات ٢-٢-٢ و٢-٢-٥ و ٢-٧-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث]

٢-٢٠ **وقد أثرت التغيرات المرصودة في المناخ الإقليمي خلال الخمسين عاما الماضية على النظم الأحيائية والهيدرولوجية في كثير من أنحاء العالم (أنظر الجدول ٢-١).**

٢-٢١ **وكان هناك تأثير ملحوظ للتغير في المناخ الإقليمي، ولاسيما الزيادات في درجة الحرارة، على النظم الأحيائية في القرن العشرين.** والتغيرات البشرية أو الطبيعية المرصودة في هذه النظم[٣] مترابطة في شتى المواقع ومتسقة في اتجاهها مع التأثيرات المتوقعة للتغيرات الإقليمية في درجة الحرارة في كثير من أنحاء العالم . وتكاد تنعدم احتمالية حدوث التغيرات المرصودة في الاتجاه المتوقع (بدون الإشارة إلى الحجم) مصادفة فقط. وتشمل هذه النظم توزيعات الأنواع الأحيائية وأحجام السكان وتوقيت ظواهر التكاثر أو النزوح على سبيل المثال. وتبين هذه الرصدات المناخ الإقليمي باعتباره عاملا سببيا يسهم بتأثير كبير. وقد رُصدت تغيرات في أنواع وشدة وتواتر الاضطرابات (مثل الحرائق وحالات الجفاف والتصريف السريع) تأثرت بتغير المناخ الإقليمي (البشري المنشأ أو الطبيعي) وممارسات استخدام الأراضي، وهي تؤثر بدورها على إنتاجية الأنواع الأحيائية وتركيبها داخل أي نظام ايكولوجي، ولاسيما في مناطق خطوط العرض العليا وعند الارتفاعات العالية. كما تغير تواتر تفشي الأوبئة والأمراض، ولاسيما في النظم الحراجية ويمكن ربطها بالتغيرات في المناخ. وفي بعض مناطق إفريقيا، أفضت تغيرات المناخ الإقليمية (الجفاف الساحلي) والإجهادات البشرية المنشأ إلى تناقص إنتاج محاصيل الحبوب منذ عام ١٩٧٠. وهناك بعض الجوانب الإيجابية للاحترار، مثل ازدياد أمد موسم النمو في جميع أنحاء أوروبا بنحو ١١ يوما من ١٩٥٩ إلى ١٩٩٣ وتناقص استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة في الشتاء.

الفقرات ٥-٤ و٥-٦-٢ و١٠-١-٣-٢ و١١-٢ و١٣-١-٣-١ و١٣-٢-٤-١ والشكل١ من ملخص صانعي السياسات للفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٢-٢٢ **وتتعرض الشعاب المرجانية لتأثيرات ضارة من جراء الارتفاع في درجة حرارة سطح البحر.** وقد سُجلّت زيادة في درجات حرارة سطح البحر في مناطق كثيرة من المحيطات المدارية خلال العقود العديدة الماضية. ويتعرض كثير من المرجان لظواهر تبييض كبيرة، بالرغم من إمكانية التخلص منها جزئيا، عندما ترتفع درجات حرارة سطح البحر بمقدار درجة مئوية واحدة في أي موسم، وتحدث حالات وفيات واسعة من جراء الارتفاع في درجة الحرارة بمقدار ٣ درجات مئوية. ويحدث ذلك في العادة أثناء ظواهر النينو ويتفاقم من جراء الارتفاع في درجات حرارة سطح البحر. وتقترن ظواهر التبييض في كثير من الأحيان بالإجهادات الأخرى، مثل التلوث.

الفقرات ٢-٢-١-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٦-٤-٥ و١٧-٢-٤-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٢-٢٣ **وقد ارتبطت التغيرات في النظم البحرية، ولاسيما الأسماك، بالتذبذبات المناخية الواسعة النطاق.** وتؤثر ظاهرة النينو على مصايد الأسماك البعيدة عن سواحل أمريكا الجنوبية وإفريقيا وترتبط التذبذبات العقدية في المحيط الهادئ بانهيار مصايد الأسماك البعيدة عن الساحل الغربي لأمريكا الشمالية.

الفقرات ٢-٢-١-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٦-٤-٥ و١٧-٢-٤-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٢-٢٤ **وقد رُصدت تغيرات في تدفق المجاري المائية والفيضانات وحالات الجفاف.** والأدلة على حدوث تأثيرات ناجمة عن تغير المناخ الإقليمي على عناصر الدورة الهيدرولوجية تشير إلى أن الارتفاع في درجات الحرارة يفضي إلى تكثيف الدورة الهيدرولوجية. وتراجعت التدفقات القصوى من الربيع إلى أواخر الشتاء في أنحاء كبيرة من شرقي أوروبا، وروسيا الأوروبية وأمريكا الشمالية خلال العقود الماضية. وترتبط زيادة تواتر حالات الجفاف والفيضانات في بعض المناطق بالتغيرات في المناخ، مثل حالات الجفاف في منطقة الساحل وفي شمال شرق وجنوب البرازيل والفيضانات في كولومبيا وشمال غرب بيرو.

الفقرة ٢-٧-٣-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٤-٣-٦ و ١٠-٢-١-٢ و ١٤-٣ و ١٩-٢-١-٢ والجدول ٤-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

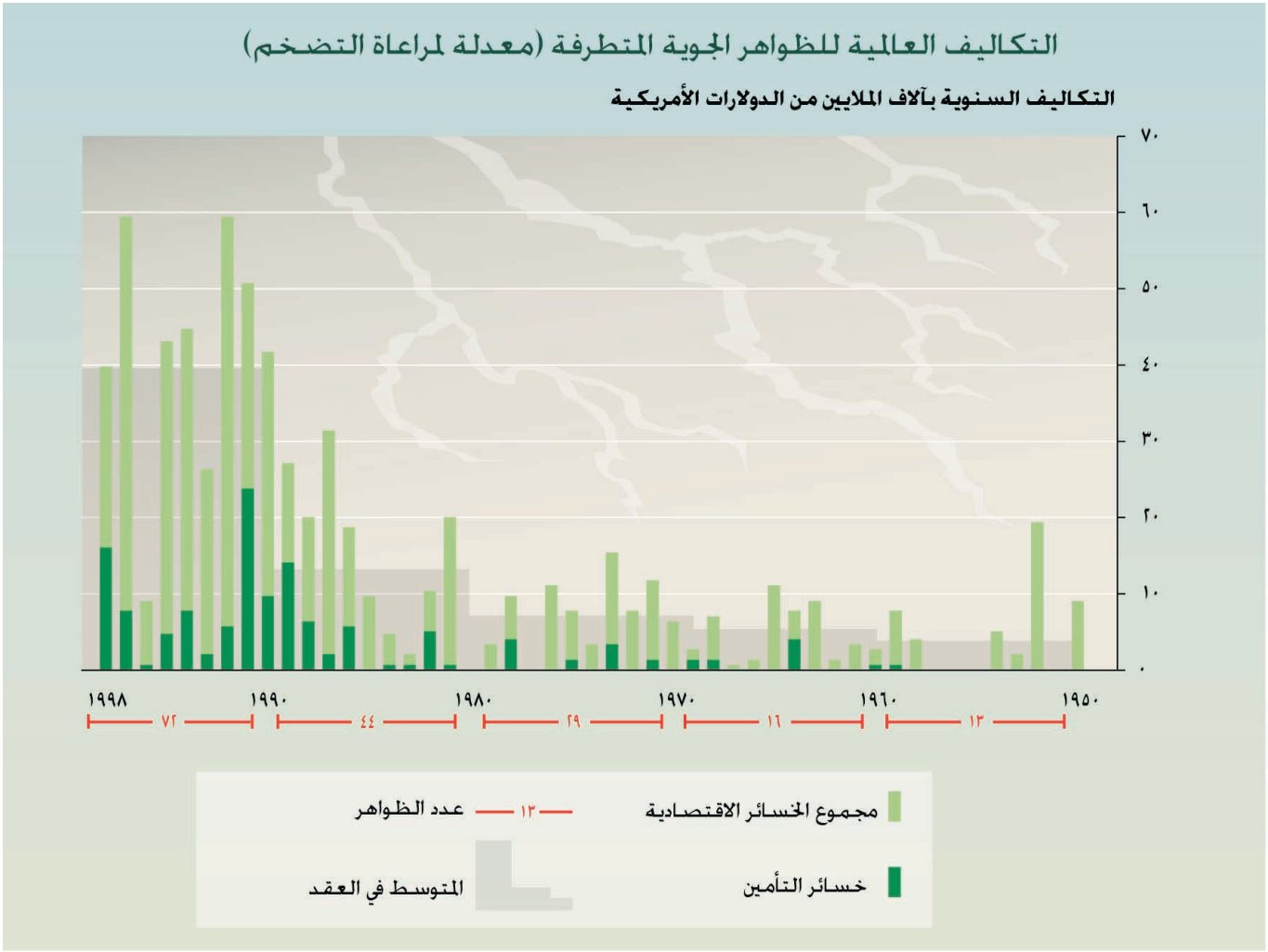
٢-٢٥ **وهناك دلائل أولية على تأثر بعض النظم البشرية بالزيادات التي حدثت مؤخرا في الفيضانات وحالات الجفاف. ويشير ارتفاع التكاليف الاجتماعية-الاقتصادية**

٣ هناك ٤٤ دراسة إقليمية لما يزيد عن ٤٠٠ نبات وحيوان تفاوتت في أمدها من نحو ٢٠ إلى ٥٠ عاما، وهي أساسا من أمريكا الشمالية وأوروبا والمنطقة القطبية الجنوبية. وهناك ١٦ دراسة إقليمية تغطي زهاء ١٠٠ عملية فيزيائية في معظم مناطق العالم وهي تتراوح في أمدها بين زهاء ٢٠ و ١٥٠ عاما.

المرتبطة بأضرار الطقس والاختلافات الإقليمية في المناخ إلى زيادة سرعة التأثر بتغير المناخ (أنظر الجدول ٢-١).

الملخص لصانعي السياسات والفقرات ٨-٢ و ١٤-٣ في تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الثاني

٢-٢٦ **وتسبب الظواهر الجوية والمناخية المتطرفة أضرارا كبيرة ومتزايدة.** وتعد الظواهر المتطرفة حاليا مصدرا رئيسيا للتأثيرات المرتبطة بالمناخ. وعلى سبيل المثال، تم تسجيل خسائر فادحة في الأرواح البشرية وأضرار في العقارات وغير ذلك من الأضرار البيئية أثناء ظاهرة النينو في السنوات من ١٩٩٧ إلى ١٩٩٨. وتعد تأثيرات ظواهر المناخ المتطرفة وتقلبيته أحد الشواغل الرئيسية. وتشير الدلائل الأولية إلى تأثر بعض النظم الاجتماعية والاقتصادية بالزيادات التي حدثت مؤخرا في الفيضانات وحالات الجفاف، مع تزايد الخسائر الاقتصادية الناجمة عن الظواهر الجوية المفجعة. ونظرا لتأثر هذه النظم أيضا بالتغيرات في العوامل الاجتماعية الاقتصادية، مثل التغيرات الديمغرافية والتغيرات في استخدام الأراضي، يتعذر إجراء قياس كمي للتأثيرات



الشكل ١-٨ في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الشكل ٢-٧: ارتفعت الخسائر الاقتصادية عالميا نتيجة للظواهر الجوية المفجعة بمقدار عشرة أضعاف (مع مراعاة التضخم) من الخمسينات إلى التسعينات. وقد حدث ذلك بسرعة أكبر كثيرا مما يمكن تفسيره بالتضخم البسيط. وارتفع الجزء المشمول في التأمين من هذه الخسائر من مستوى ضئيل إلى نحو ٢٣٪ في التسعينات. وتتشابه الخسائر الإجمالية الناجمة عن الظاهر الجوية الصغيرة وغير المفجعة (غير مدرجة هنا). وجزء من هذا الاتجاه الصاعد المرصود في الخسائر الناجمة عن الكوارث المرتبطة بالطقس خلال الخمسين عاما الماضية يرتبط بالعوامل الاجتماعية الاقتصادية (مثل النمو السكاني وتزايد الثروة والتحضر في المناطق السريعة التأثر) ويرتبط جزء بالعوامل المناخية الإقليمية (مثل التغيرات في التهطال وظواهر الفيضان)..

النسبية لتغير المناخ (البشرية المنشأ أو الطبيعية) والعوامل الاجتماعية الاقتصادية. وعلى سبيل المثال، ارتفع حجم التكاليف المباشرة للخسائر العالمية المرتبطة بكوارث الطقس، بعد تعديلها وفقا للتضخم، من الخمسينات إلى التسعينات (أنظر الشكل ٢-٧) وازدادت أيضا الخسائر الناجمة عن الظواهر الجوية غير المفجعة. وارتفع عدد الظواهر الجوية بسرعة تزيد ثلاثة أضعاف عن عدد الظواهر الجوية غير المفجعة بالرغم من تعزيز التأهب للكوارث بصفة عامة. ويرتبط جزء من هذا الاتجاه الصاعد المرصود في الخسائر المرتبطة بالطقس خلال الخمسين عاما الماضية بالعوامل الاجتماعية الاقتصادية (مثل النمو السكاني وتزايد الثروة وتحضر المناطق السريعة التأثر) ويرتبط جزء آخر بالعوامل المناخية الإقليمية (مثل التغيرات في التهطال وظواهر الفيضانات).

٢-٢٧ **ويتفاوت كثيرا حسب المناطق الجزء الذي يغطيه التامين من الخسائر المرتبطة بالطقس.** وتثير التأثيرات غير المتسقة الناجمة عن أخطار المناخ قضايا بالنسبة للتنمية والإنصاف. فشركات التأمين تدفع فقط ٥٪ من مجموع الخسائر الاقتصادية اليوم في آسيا وأمريكا الجنوبية و١٠٪ في إفريقيا ونحو ٣٠٪ في أستراليا وأوروبا وأمريكا الشمالية والوسطى. والجزء الذي يغطيه التأمين هو في العادة أعلى بكثير عند النظر فقط إلى الخسائر الناجمة عن العواصف، ولكن الخسائر المرتبطة بالفيضانات والمحاصيل تحظى بتغطية أقل كثيرا. والتوازن في الخسائر تمتصه الحكومات والمتضررون من الأفراد والمنظمات.

الفقرات ٨-٣-١ و٨-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٢-٢٨ **وهناك تأثيرات مناخية مرصودة على الصحة.** ومن المعروف أن كثيرا من الأمراض المعدية التي تنقلها نواقل الأمراض والمنقولة عن طريق الغذاء والماء حساسة للتغيرات في الظروف المناخية. وتوضح التجربة الواسعة أن أي زيادة في الفيضانات ستزيد من خطر الغرق والإصابة بالإسهال وأمراض الجهاز التنفسي والأمراض الناجمة عن تلوث المياه والجوع وسوء التغذية في البلدان النامية (ثقة مرتفعة). وتقترن موجات الحرارة في أوروبا وأمريكا الشمالية بالزيادة الكبيرة في الوفيات في المناطق الحضرية، ولكن درجة الحرارة الأدفأ في فصل الشتاء تسفر أيضا عن تناقص الوفيات أثناء الشتاء. وفي بعض الحالات، ترتبط التأثيرات على الصحة ارتباطا واضحا بالتغيرات التي طرأت مؤخرا على المناخ، مثلما هو الحال في السويد حيث تزايد ظهور حالات الإصابة بمرض الالتهاب السحائي المنقول بالقراد بعد فصول الشتاء الأكثر اعتدالا وانتقل المرض شمالا عقب زيادة تواتر فصول الشتاء الأكثر اعتدالا خلال السنوات من ١٩٨٠ إلى ١٩٩٤.

الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٩-٥-١ و ٩-٧-٨ و ١٠-٢-٤ و ١٣-٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٢-٢٩ **وقد أفضى الاعتراف بالتأثيرات السلبية لتغير المناخ والاستعداد لها إلى استجابات عامة وحكومية على السواء.**

٢-٣٠ **ونتيجة لتغير المناخ المرصود والمتوقع، حدثت استجابات اجتماعية اقتصادية وعلى مستوى السياسة العامة خلال العقد الماضي.** وشملت هذه الاستجابات حفز سوق الطاقة المتجددة ووضع برامج لتحسين كفاءة الطاقة عززتها الشواغل بشأن تغير المناخ، ودمج سياسات المناخ في السياسات الوطنية الأوسع، وفرض ضرائب على الكربون في العديد من البلدان، والأنظمة المحلية للاتجار في غازات الدفيئة في بعض البلدان، والاتفاقات الطوعية الوطنية والدولية مع الصناعات لزيادة كفاءة الطاقة أو خفض انبعاثات غازات الدفيئة وإنشاء أسواق لتبادل الكربون، والضغوط العامة والسياسية لإنشاء مرافق من أجل خفض أو معادلة انبعاثات الكربون من مشاريع الطاقة الجديدة، واستكشاف الصناعة لنهوج ترمي إلى معادلة انبعاثات الكربون، وإنشاء برامج لمساعدة البلدان النامية وأقل البلدان تقدما على تقليل سرعة تأثرها بتغير المناخ والتكيف معه والمشاركة في أنشطة التخفيف.

الفقرات ٢-٣ و من ٤-٣ إلى ٥-٤-٣ و ٤-٨-٣ و ٢-٣-٦ و ٩-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

السـؤال ٣

السـؤال٣

ماذا تعرف عن النتائج المناخية والبيئية والاجتماعية-الاقتصادية الإقليمية والعالمية في السنوات الخمس والعشرين والسنوات الخمسين والسنوات المائة القادمة، المرتبطة بمجموعة من انبعاثات غازات الدفيئة الناشئة عن سيناريوهات مستخدمة في تقرير التقييم الثالث (التقديرات التي لا تشمل تدخل أي سياسة مناخية)؟

ينبغي تقييم ما يلي بأقصى درجة ممكنة:

- التغيرات المقدرة في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، والتغيرات في المناخ ومستوى سطح البحر
- التأثيرات والتكلفة الاقتصادية والفوائد الناشئة عن التغيرات في المناخ وتكوين الغلاف الجوي وأثر ذلك على صحة الإنسان وتنوع وإنتاجية النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية-الاقتصادية (ولاسيما الزراعة والمياه).
- مجموعة خيارات التكيف، بما في ذلك التكاليف والفوائد والتحديات
- قضايا التنمية والاستدامة والإنصاف المقترنة بالتأثيرات والتكيف على مستوى إقليمي وعالمي.

٣-١ سيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة المستخدمة كأساس لتقديرات المناخ في تقرير التقييم الثالث هي تلك السيناريوهات الواردة في التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (أنظر الإطار ٣-١). ونظرا لأن سيناريوهات التقرير الخاص لم تكن متاحة إلا لمدة قصيرة للغاية قبل إعداد تقرير التقييم الثالث، فلم يكن ممكنا ادراج تقييمات التاثيرات استنادا الى تلك السيناريوهات. ولذلك فإن تقييمات التأثيرات في تقرير التقييم الثالث تستخدم نتائج النماذج المناخية التي تستند إلى سيناريوهات تغير المناخ المحدثة للتوازن (مثل تضاعف ثاني أكسيد الكربون) أو عدد صغير نسبيا من التجارب باستخدام سيناريو عابر لزيادة سنوية في ثاني أكسيد الكربون نسبتها ١٪ ، أو السيناريوهات المستخدمة في تقرير التقييم الثاني (أي مجموعة سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢). ولذلك فإن التحدي الذي يواجه الإجابة على هذا السؤال يكمن في محاولة تمثيل نتائج هذه التأثيرات مع نتائج تغير المناخ التي استخدمت سيناريوهات التقرير الخاص. ويتطلب ذلك بالضرورة إجراء مختلف التقريبات وفي بعض الحالات لا يمكن استخلاص إلا نتائج نوعية. ويغطي السؤال (٤) تقديرات التغيرات في تقلبية المناخ والظواهر المتطرفة والتغيرات المفاجئة و / أو غير الخطية.

الفصول ٣ و٤ و٥ و٦ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الإطار ٣-١: انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل من جراء الأنشطة البشرية سيغير من الغلاف الجوي بطرق من المتوقع أن تؤثر على المناخ.

تحدث تغيرات في المناخ نتيجة للتقلبية الداخلية في النظام المناخي ونتيجة لعوامل خارجية (طبيعية ونتيجة لأنشطة البشرية على السواء). وانبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية من جراء الأنشطة البشرية تغير من تركيب الغلاف الجوي. وتتحدد انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل عن طريق قوى محركة، مثل السكان والتنمية الاجتماعية الاقتصادية والتغير التكنولوجي ولذلك فهي غير مؤكدة بدرجة كبيرة. والسيناريوهات هي صور بديلة للكيفية التي قد يتكشف بها المستقبل وهي أداة ملائمة لتحليل الطريقة التي يمكن بها أن تؤثر القوى المحركة على نتائج الانبعاثات في المستقبل ولتقييم ما يقترن بذلك من أوجه عدم اليقين. وسيناريوهات التقرير الخاص التي تم وضعها لتطوير سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢ تتألف من ست فئات من السيناريوهات تستند إلى خطوط أحداث روائية تغطي نطاقا عريضا من هذه القوى المحركة (أنظر الشكل ٣-١). وجميع هذه السيناريوهات معقولة ومتسقة داخليا ولا تعين أي احتمالات للحدوث. وهي تشمل أربع مجموعات من التغير الديمغرافي والتنمية الاجتماعية والاقتصادية والتطورات التكنولوجية الواسعة (فئة السيناريوهات ألف١-المتوازنة وألف٢- وباء١- وباء٢). وهناك فئتان أخريان من السيناريوهات، وهما سيناريوهات الوقود الأحفوري وسيناريوهات الوقود غير الأحفوري التي تستكشف بوضوح تطويرات تكنولوجيا الطاقة البديلة لسيناريوهات الطاقة المتوازنة (أنظر الشكل ٣-١ (أ)). وتظهر في الأشكال من ٣-١ (ب) إلى ٣-١ (هـ) الانبعاثات الناتجة من غازات الدفيئة التي تفضي إلى تكوين الأهباء الجوية، وهي ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز، بالإضافة إلى ثاني أكسيد الكبريت. والغازات والجزيئات الأخرى مهمة أيضا. وينجم عن تلك الانبعاثات تغيرات في تركيزات هذه الغازات والأهباء في الغلاف الجوي. ويبين الشكلان ٣-١ (و) و ٣-١ (ط) التغيرات في التركيزات لسيناريوهات التقرير الخاص. وبالنسبة للغازات التي تبقى في الغلاف الجوي لمدة طويلة، مثل ثاني أكسيد الكربون المبين في اللوحة (و)، فان استجابة تركيزات الغلاف الجوي للتغيرات في الانبعاثات تكون بطيئة نسبيا (أنظر الشكل ٣-٥ على سبيل المثال)، وأما بالنسبة لغازات الدفيئة والأهباء القصيرة العمر، مثل الأهباء الكبريتية المبينة في اللوحة (ط)، فان استجابة تركيزات الغلاف الجوي تكون أسرع كثيرا. وتأثير تغيرات تركيزات غازات الدفيئة والأهباء في الغلاف الجوي على النظام المناخي يمكن مقارنته عموما باستخدام مفهوم التأثير الإشعاعي، وهو مقياس لتأثير أي عامل على تغيير توازن الطاقة الواردة أو الصادرة في نظام الأرض والغلاف الجوي. والتأثير الإشعاعي الإيجابي، مثل التأثير الناتج عن زيادة تركيزات غازات الدفيئة، يسبب احترار السطح. وفي المقابل، فإن التأثير الإشعاعي السلبي الذي يمكن أن ينشأ عن زيادة في بعض أنواع الأهباء، مثل الأهباء الكبريتية، ينزع إلى تبريد السطح. ويظهر في اللوحة (ي) التأثير الإشعاعي الناتج عن التركيزات المتزايدة المبينة في اللوحات من (و) إلى (ط). ويلاحظ أنه مثلما هو الحال بالنسبة لسيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢، فان جميع مجموعات انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء في سيناريوهات التقرير الخاص تسفر عن زيادة التأثير الإشعاعي.

٣-٢ **ومن المقدر حدوث زيادة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون والمتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية ومستوى سطح البحر في إطار جميع سيناريوهات الهيئة للانبعاثات خلال القرن الحادي والعشرين.**

٣-٣ **وتسفر جميع سيناريوهات التقرير الخاص عن زيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.** وبالنسبة لسيناريوهات التقرير الخاص الإيضاحية الستة، تتراوح التركيزات المقدرة لثاني أكسيد الكربون-وهو غاز الدفيئة البشري المنشأ الرئيسي- في عام ٢١٠٠ بين ٥٤٠ و ٩٧٠ جزءا

الفقرة ٣-٧-٣-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

في المليون مقارنة بنحو ٢٨٠ جزءا في المليون فيما قبل العصر الصناعي وبنحو ٣٦٨ جزءا في المليون في عام ٢٠٠٠ (أنظر الشكل ٣-١ (و)). وتشمل هذه التقديرات التغذيات المرتدة الخاصة باليابسة والمحيطات. وتسفر مختلف الافتراضات الاجتماعية-الاقتصادية (الديمغرافية والاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية) عن تفاوت مستويات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل. وهناك أوجه عدم يقين أخرى، ولاسيما فيما يتعلق باستمرار عمليات الإزالة الحالية (بواليع الكربون) وحجم التغذية المرتدة للمناخ على الغلاف الحيوي الأرضي، من شأنها أن تسبب تفاوتا حول كل سيناريو بنحو ١٠- إلى +٣٠٪ في التركيزات في عام ٢١٠٠. ولذلك يتراوح المجموع بين ٤٩٠ إلى ١٢٦٠ جزءا في المليون (٧٥ إلى ٣٥٠٪ فوق مستويات تركيزات عام ١٧٥٠ (ما قبل العصر الصناعي).

الفقرة ٤-٤-٥ والإطار ٩-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-٤ **وتتفاوت حسابات النماذج لتركيزات غازات الدفيئة الرئيسية غير ثاني أكسيد الكربون تفاوتا كبيرا في عام ٢١٠٠ في السيناريوهات الإيضاحية الستة للتقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات.** وفي معظم الحالات، تحقق سيناريوهات إمدادات الطاقة المتوازنة وسيناريوهات الوقود غير الأحفوري و باء-١ أقل الزيادات، وتحقق سيناريوهات الوقود الأحفوري المركز والسيناريوهات ألف-٢ أكبر الزيادات (أنظر الشكلان ٣-١ (ز) و ٣-١ (ح)).

الفقرة ٥-٥ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٣-٦-٤ من التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

٣-٥ **وتشمل سيناريوهات التقرير الخاص إمكانية حدوث زيادة أو نقصان في الأهباء الجوية البشرية المنشأ، تبعا لحجم استخدام الوقود الأحفوري والسياسات الرامية إلى تخفيف الانبعاثات الملوثة.** وكما يظهر في الشكل ٣-١ (ط)، من المقدر انخفاض تركيزات الأهباء الكبريتية إلى أقل من المستويات الحالية بحلول عام ٢١٠٠ في جميع سيناريوهات التقرير الخاص الإيضاحية الستة. وسوف يسفر ذلك عن احترار بالنسبة للوقت الراهن. وبالإضافة إلى ذلك، من المقدر أن تتزايد الأهباء الطبيعية (مثل ملح البحر والغبار والانبعاثات المفضية إلى الأهباء الكبريتية والكربونية) نتيجة للتغيرات في المناخ.

الفقرة ٩-٣-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-٦ **وتشير التقديرات إلى حدوث زيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية تتراوح بين ١,٤ و ٥,٨ درجة مئوية خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠. (أنظر الشكل ٣-١ (ك)). ويزيد ذلك بنحو ضعفين إلى عشرة أضعاف عن القيمة المركزية للاحترار المرصود خلال القرن العشرين. ومن المرجح جدا أن يكون المعدل المقدر للاحترار غير مسبوق خلال العشرة آلاف عاما الماضية على الأقل. وذلك استنادا إلى بيانات المناخ القديم (أنظر الشكل ٩-١).** وفي الفترتين من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٥ ومن ١٩٩٠ إلى ٢٠٥٠، تتراوح الزيادات المقدرة بين ٠,٤ و ١,١ درجة مئوية وبين ٠,٨ و ٢,٦ درجة مئوية على التوالي. وهذه النتائج تنطبق على المجموعة الكاملة لسيناريوهات التقرير

الأشكال ١٢-٣ و ١٤-٤ و١٣-٥ و ١٣-٩ و ١٤-٩ و ١٢-١١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والشكل ٧-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والأشكال ٢ و٥ و٦ من الملخص لصانعي السياسات بالتقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات و١٠ من الملخص الفني

الشكل ١-٣: مختلف الافتراضات الاجتماعية الاقتصادية التي تشكل أساس نتيجة سيناريوهات التقرير الخاص تسفر عن مختلف مستويات انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل. وهذه الانبعاثات تغير بدورها تركيز هذه الغازات والأهباء الجوية في الغلاف الجوي، مما يفضي إلى تغير التأثير الإشعاعي للنظام المناخي. ويسفر التأثير الإشعاعي الناتج عن سيناريوهات التقرير الخاص عن زيادات مقدرة في درجة الحرارة ومستوى سطح البحر وهي تنطوي بدورها على تأثيرات. ولا تشمل سيناريوهات التقرير الخاص مبادرات مناخية إضافية ولم يتم تعيين احتمالات الحدوث. وبالنظر إلى أن سيناريوهات التقرير الخاص لم تكن متاحة إلا لمدة وجيزة قبل إعداد تقرير التقييم الثالث، فان تقييمات التأثيرات هنا تستخدم نتائج النماذج المناخية التي تستند إلى سيناريوهات تغير المناخ المحدثة للتوازن (مثل تضاعف ثاني أكسيد الكربون) أو عدد صغير نسبيا من التجارب باستخدام سيناريو عابر لزيادة سنوية في ثاني أكسيد الكربون نسبتها ١٪ . أو السيناريوهات المستخدمة في تقرير التقييم الثاني (أي مجموعة سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢). ويمكن للتأثيرات أن تؤثر بدورها على مسارات التنمية الاجتماعية-الاقتصادية من خلال التكيف والتخفيف على سبيل المثال. وتبين الأطر المميزة في أعلى الشكل الطريقة التي تتصل بها مختلف الجوانب بإطار التقييم المتكامل للنظر في تغير المناخ (أنظر الشكل ١-١).

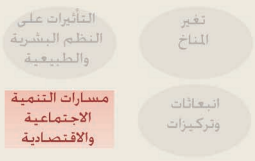
السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية

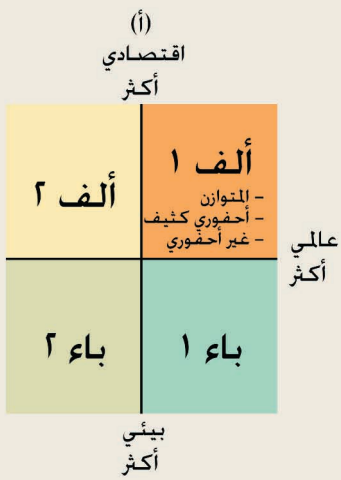
انبعاثات

تركيزات

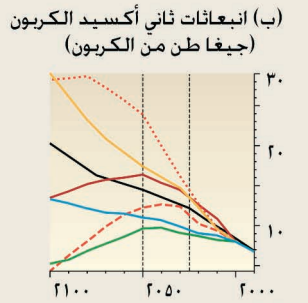


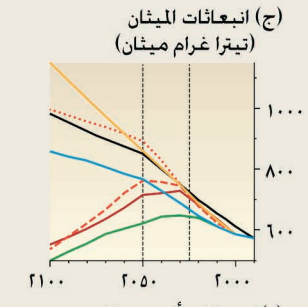


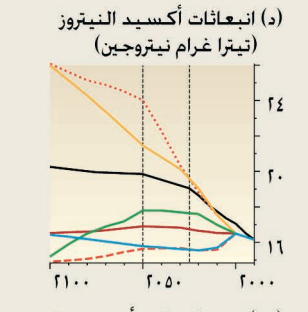


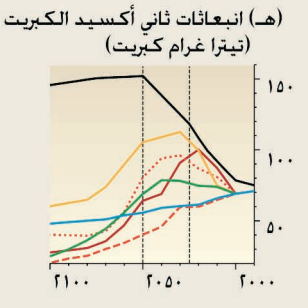


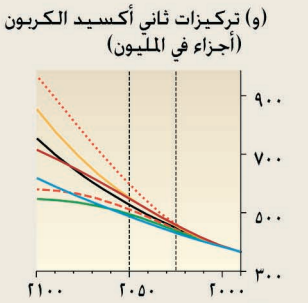


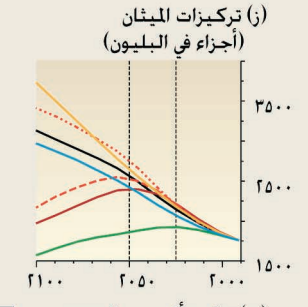


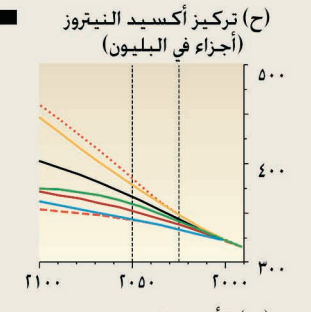


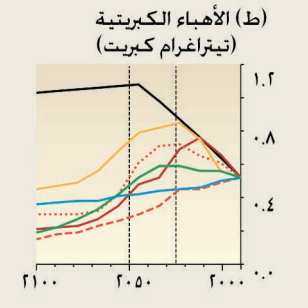










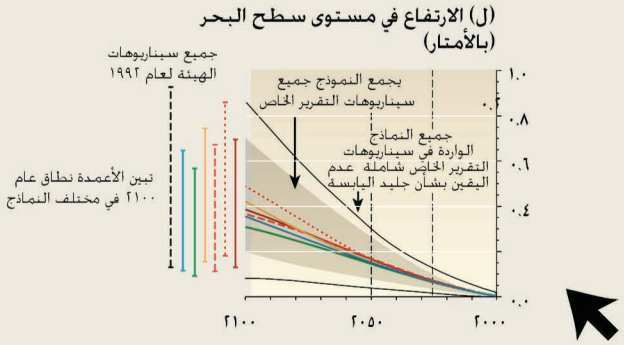


أسرة السيناريوهات ألف-١ (سيناريوهات مصادر الطاقة كثيفة الوقود الأحفوري . وسيناريوهات مصادر الوقود غير الأحفوري وسيناريوهات التوازن)

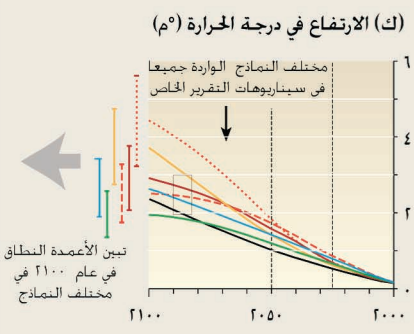
يصف خط أحداث السيناريوهات ألف-١ مستقبلا يتسم بسرعة النمو الاقتصادي، وصول سكان العالم إلى الحد الأقصى في منتصف القرن ثم حدوث انخفاض بعد ذلك، والأخذ السريع بالتكنولوجيات الجديدة والأكثر كفاءة. والموضوعات الرئيسية في هذا السيناريو هي التقارب بين المناطق وبناء القدرات وزيادة التفاعلات الثقافية والاجتماعية، مع حدوث تناقص كبير في الفروق الإقليمية في دخل الفرد. وتنقسم أسرة السيناريوهات ألف-١ إلى ثلاث فئات تصف اتجاهات بديلة للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة: ،وتتسم الفئات الثلاث التي تؤلف أسرة السيناريوهات ألف-١ بتشديدها على التغير التكنولوجي: مصادر طاقة كثيفة الوقود الأحفوري أو مصادر الوقود غير الأحفوري أو التوازن بين المصادر (حيث يعرف مصطلح ''المتوازن'' بأنه عدم الاعتماد بشدة على نوع معين من مصادر الطاقة، بافتراض أن معدلات التطوير تنطبق على كل إمدادات الطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائي).

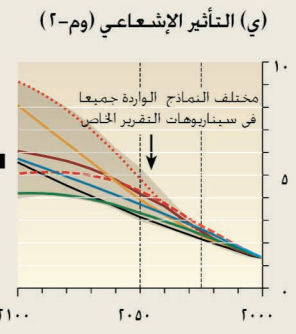
تأثير إشعاعي — الارتفاع في درجة الحرارة ومستوى سطح البحر — دواعي القلق

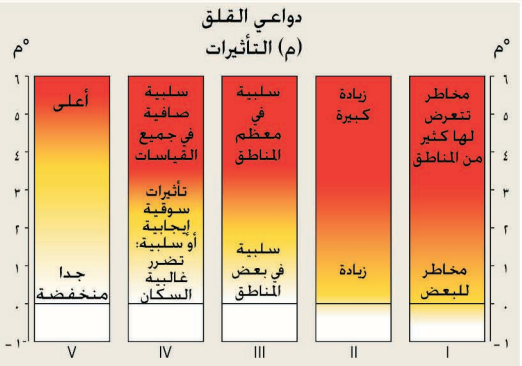












أولا: المخاطر التي تتعرض لها النظم الفريدة والمهددة

ثانيا: المخاطر الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة

ثالثا: توزيع التأثيرات

رابعا: التأثيرات الكلية

خامسا: المخاطر الناجمة عن حالات التوقف الواسعة النطاق في المستقبل

أسرة السيناريوهات ألف-٢

يصف خط الأحداث الخاص بأسرة السيناريوهات ألف-٢ عالما شديد التجانس. وينصب الموضوع الأساسي على الاعتماد على الذات والحفاظ على الهويات المحلية. وتتقارب أنماط الخصوبة عبر المناطق ببطء شديد، مما يسفر عن زيادة سكانية مطردة. وتتسم التنمية الاقتصادية بتوجهها الإقليمي في المقام الأول ويكون النمو الاقتصادي والتغير التكنولوجي لكل شخص أكثر تشظيا وأبطأ مما في خطوط الأحداث الأخرى.

أسرة السيناريوهات باء-١

يصف خط أحداث أسرة السيناريوهات باء-١ عالما متقاربا ، وهو يشبه خط أحداث أسرة السيناريوهات ألف-١ من حيث عدد السكان الذي يبلغ أقصاه في منتصف القرن وينخفض بعد ذلك، ولكنه يتسم بتغير سريع في الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد الخدمات والمعلومات مع حدوث تخفيضات في الكثافة المادية ومع الأخذ بالتكنولوجيات النظيفة والتي تتسم بالكفاءة. وينصب التشديد على إيجاد حلول عالمية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك تحسين الإنصاف، ولكن بدون اتخاذ مبادرات مناخية إضافية.

أسرة السيناريوهات باء-٢

يصف خط أحداث أسرة السيناريوهات باء -٢ عالما ينصب التشديد فيه على الحلول المحلية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وهو عالم يزداد فيه السكان زيادة مطردة بمعدل أقل مما في السيناريوهات ألف-٢ ويتسم بمستويات متوسطة للتنمية الاقتصادية ويكون التغير التكنولوجي فيه أقل سرعة ولكنه أكثر تنوعا عما في خطي أحداث باء-١ وألف-١. وبينما يتجه السيناريو أيضا نحو الحماية البيئية والإنصاف الاجتماعي، فهو يركز على المستويات المحلية والإقليمية.

الخاص المؤلفة من ٣٥ سيناريو استنادا إلى عدد من النماذج المناخية.[٤] وتشير التقديرات إلى أن الزيادات في درجة الحرارة ستكون أكبر من تلك الزيادات الواردة في تقرير التقييم الثاني والتي تراوحت بين نحو درجة مئوية واحدة و٣,٥ درجة مئوية استنادا إلى ستة من سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢. والسبب وراء هذه الزيادات المقدرة في درجات الحرارة وهذا النطاق الأوسع يرجع أساسا إلى انخفاض الانبعاثات المقدرة لثاني أكسيد الكبريت في سيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص مقارنة بسيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢ وذلك بسبب التغيرات الهيكلية في نظام الطاقة، فضلا عن الشواغل بشأن تلوث الهواء المحلي والإقليمي.

الفقرة ٣-٩-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-٧ **وبحلول عام ٢١٠٠، فإن نطاق استجابة درجة الحرارة السطحية في مختلف النماذج المناخية الخاصة بنفس سيناريو الانبعاثات يماثل النطاق الخاص بمختلف النماذج المناخية في نموذج مناخي واحد.** ويبين الشكل ٣-١ أن سيناريوهات التقرير الخاص التي تتسم بأعلى الانبعاثات تسفر عن أكبر زيادات مقدرة في درجة الحرارة. وهناك أوجه عدم يقين أخرى تنشأ عن عدم اليقين بشأن التأثير الإشعاعي. وأكبر قدر من عدم اليقين يكتنف تأثير الأهباء الكبريتية.

الفقرة ٩-٣-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-٨ **وتشير التقديرات إلى أن المتوسط السنوي العالمي للتهطال سيزداد خلال القرن الحادي والعشرين.** ومن المقدر أيضا حدوث زيادة في المتوسط العالمي لبخار الماء والتبخير.

الفقرة ١١-٥-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-٩ **ومن المقدر حدوث ارتفاع في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بمقدار يتراوح بين ٠,٠٩ و٠,٨٨ مترا بين الأعوام ١٩٩٠ و٢١٠٠ في المجموعة الكاملة لسيناريوهات التقرير الخاص (أنظر الشكل ٣-١ (ل)).** وفي الفترتين من ١٩٩٠ إلى ٢٠٢٥ و من ١٩٩٠ إلى ٢٠٥٠، تتراوح الارتفاعات المقدرة في مستوى سطح البحر بين ٠,٠٣ و٠,١٤ مترا و بين ٠,٠٥ و٠,٣٢ مترا على التوالي. ويرجع هذا الارتفاع أساسا إلى التمدد الحراري للمحيطات وتناقص كتلة الثلاجات والقلنسوات الجليدية. وتراوح نطاق الارتفاع في مستوى سطح البحر كما ورد في تقرير التقييم

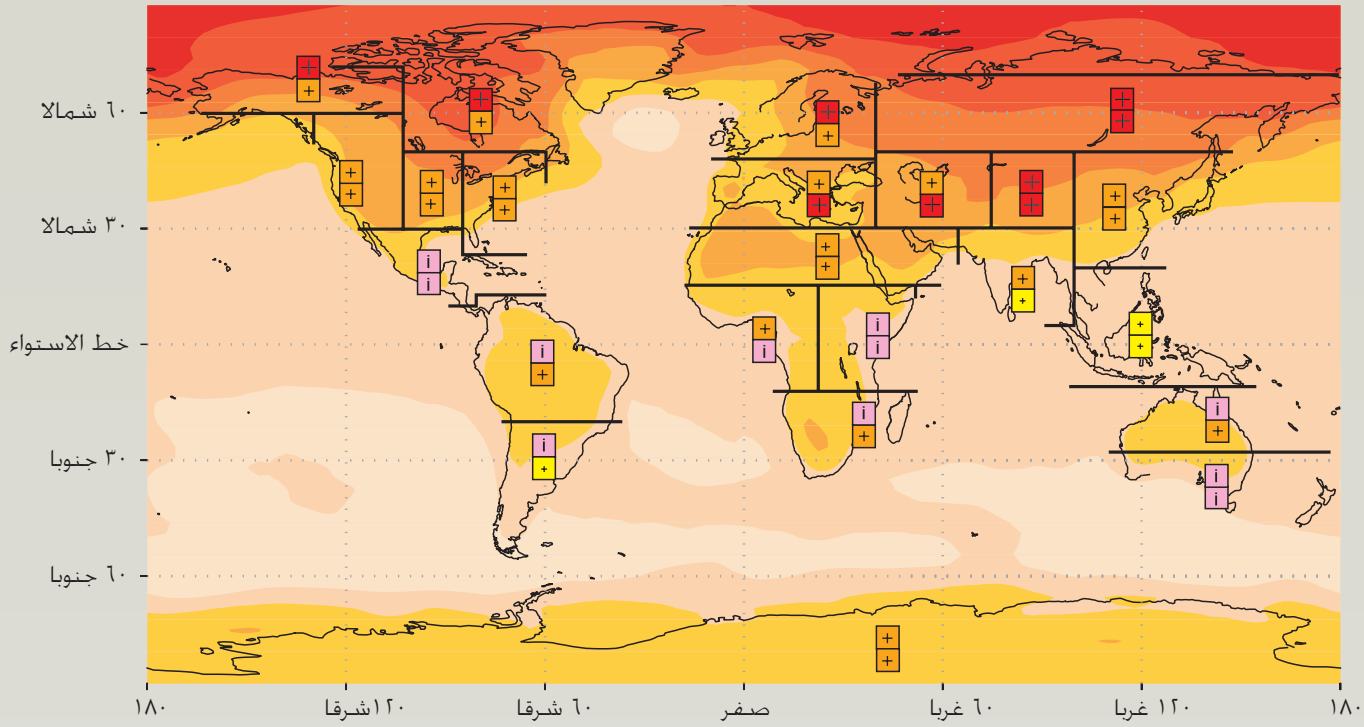
الأشكال ١٠-٩ (د) و ١٠-٩ (هـ) والإطار ١-١٠ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث (الشكل ١)

← **الشكل ٢-٣: تبين الخلفية المتوسط السنوي في تغير درجة الحرارة (ظلال الألوان) في (أ) سيناريو التقرير الخاص ألف-٢ و (ب) سيناريو التقرير الخاص باء-٢.** ويبين كلا السيناريوهين الفترة من ٢٠٧١ إلى ٢١٠٠ مقارنة بالفترة من ١٩٦١ إلى ١٩٩٠، وقام بأدائهما نماذج مركز هادلي للدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات. ويظهر السيناريوهان ألف-٢ وباء-٢ حيث لم تتح لسيناريوهات التقرير الخاص الأخرى أي تجارب لنموذج مركز هادلي للدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات. وتبين الأطر تحليلا للاتساق بين النماذج في الاحترار النسبي الإقليمي (أي الاحترار بالنسبة للمتوسط العالمي للاحترار المحدد في كل نموذج) لنفس السيناريوهات. وتصنف المناطق باعتبارها تظهر إما اتفاقا حول احترار يزيد عن ٤٠٪ فوق المتوسط السنوي العالمي (أكبر كثيرا من متوسط الاحترار) أو اتفاقا حول احترار أعلى من المتوسط السنوي العالمي (أكبر من متوسط الاحترار) أو اتفاقا حول احترار أقل من المتوسط العالمي (أقل من متوسط الاحترار) أو اختلافا بين النماذج حول حجم الاحترار النسبي الإقليمي (الحجم غير المتسق للاحترار). وهناك أيضا نوع من الاتفاق حول التبريد (لا يحدث هذا النوع على الإطلاق). وتعرف أي نتيجة متسقة ناشئة عن سبعة على الأقل من النماذج التسعة بأنها ضرورية للاتفاق. ويتراوح المتوسط السنوي العالمي للاحترار المحدد في النماذج بين ١,٢ و٤,٥ درجة مئوية في أسرة السيناريوهات ألف-٢ و بين ٠,٩ و٣,٤ درجة مئوية في أسرة السيناريوهات باء-٢. ولذلك فان تضخيما إقليميا بنسبة ٤٠٪ يمثل احترار يتراوح بين ١,٧ و ٦,٣ درجة مئوية في السيناريوهات ألف-٢ و بين ١,٣ و٤,٧ درجة مئوية في السيناريوهات باء-٢.

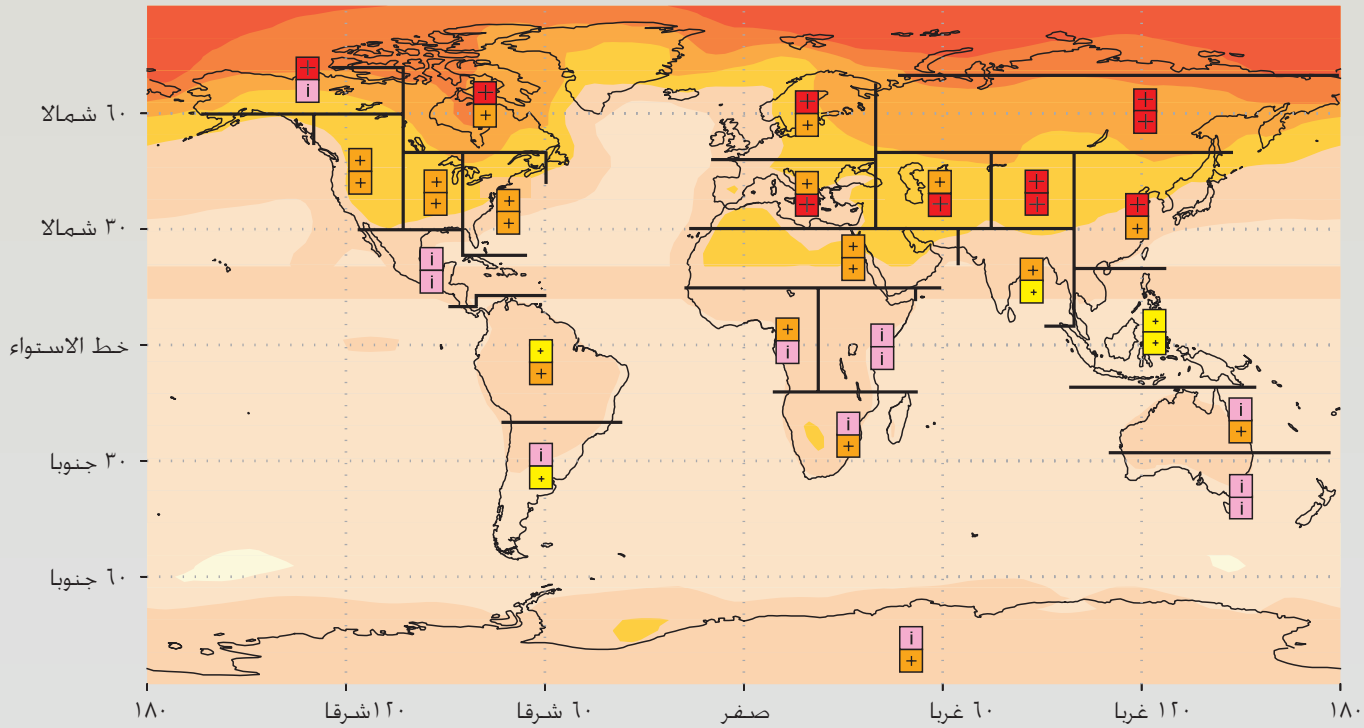
[٤] النماذج المناخية الفيزيائية المعقدة هي الأداة الرئيسية لتقدير تغير المناخ في المستقبل. ولاستكشاف نطاق السيناريوهات، استكملت هذه السيناريوهات بنماذج مناخية بسيطة تمت معايرتها لتحقيق استجابة مماثلة في درجة الحرارة ومستوى سطح البحر للنماذج المناخية المعقدة. وتجرى هذه التقديرات باستخدام نموذج مناخي بسيط يتم معايرة حساسيته المناخية وامتصاص المحيطات للحرارة وفقا لكل واحد من النماذج المناخية المعقدة السبعة. وتتراوح الحساسية المناخية المستخدمة في النموذج البسيط بين ١ و ٧ إلى ٤,٢ درجة مئوية وهي تماثل النطاق الشائع الذي يتراوح بين ١,٥ و٤,٥ درجة مئوية. وبالنسبة لتجارب نموذج الدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات عند نهاية القرن الحادي والعشرين (الأعوام من ٢٠٧١ إلى ٢١٠٠) مقارنة بالفترة من ١٩٦١ إلى ١٩٩٠، بلغ متوسط الاحترار ٣ درجات مئوية في سيناريو التقرير الخاص ألف-٢، مع نطاق يتراوح بين ١,٣ و٤,٥ درجة مئوية بينما بلغ متوسط الاحترار ٢,٢ في سيناريو التقرير الخاص باء-٢ مع نطاق يتراوح بين ٠,٩ و ٣,٤ درجة مئوية.

تغير درجة الحرارة في سيناريوهات الأسرة ألف٢ و ب-٢

(أ) أسرة السيناريوهات ألف-٢



(ب) أسرة السيناريوهات باء-٢



التغير في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة



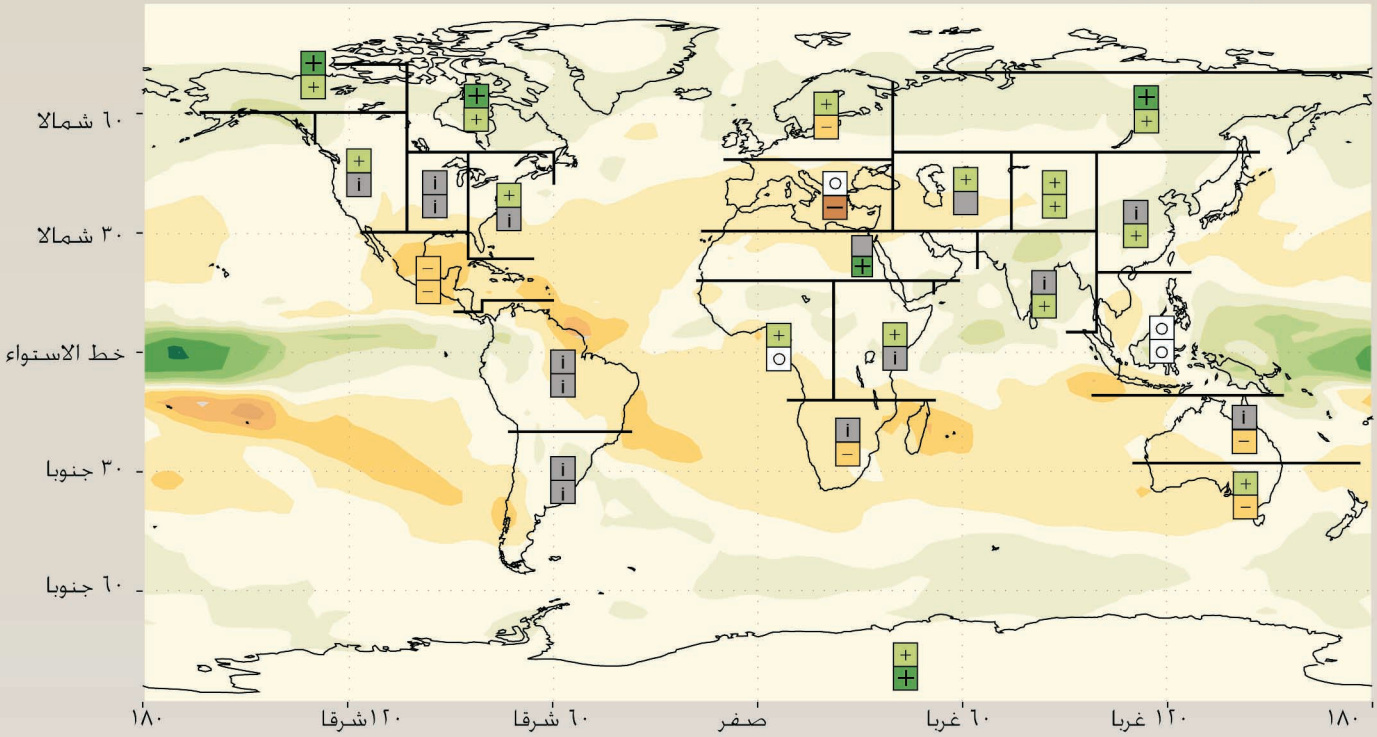
ديسمبر-يناير-فبراير
يونيو-يوليو-أغسطس

تغير درجة الحرارة بالنسبة للمتوسط العالمي في النماذج

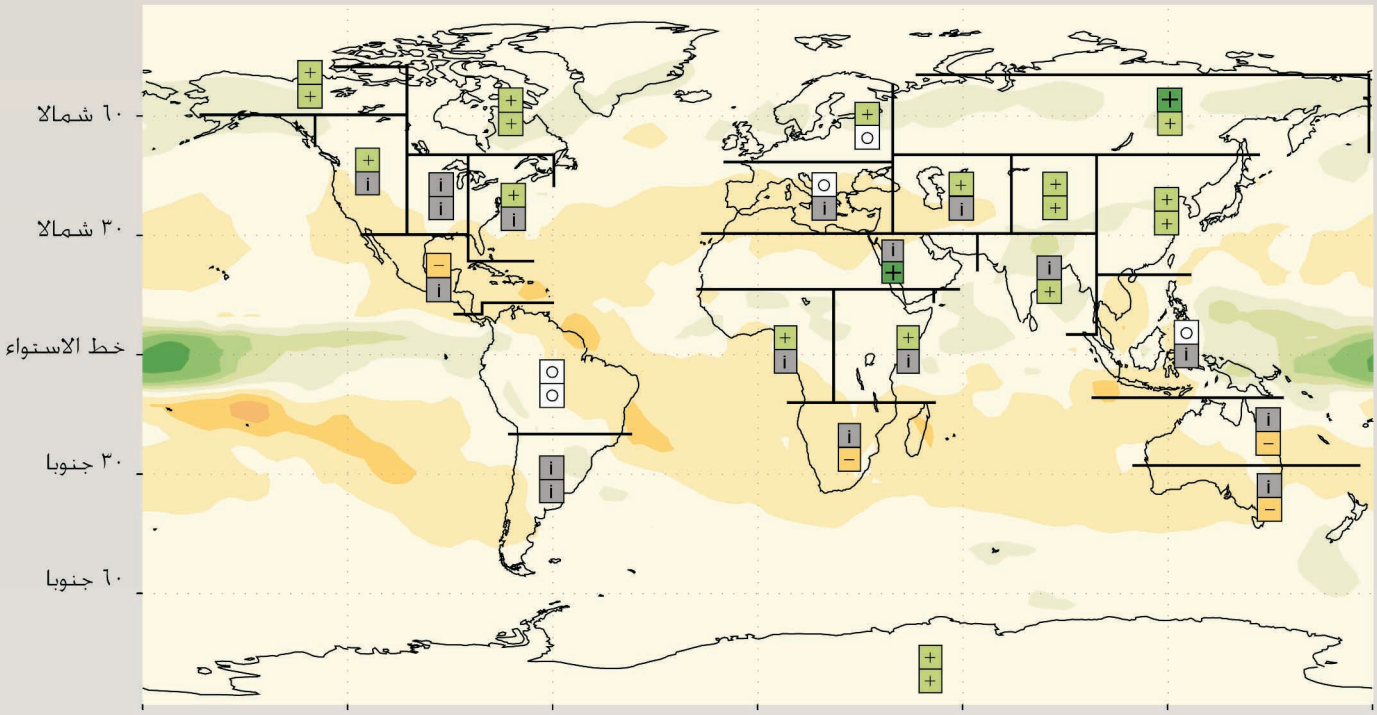
أكبر كثيرا من متوسط الاحترار
أكبر من متوسط الاحترار
أقل من متوسط الاحترار
حجم غير متسق للاحترار
تبريد

تغير التهطال في سيناريوهات الأسرة ألف٢ و ب-٢

(أ) أسرة السيناريوهات ألف-٢



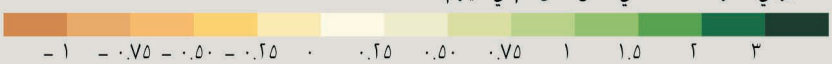
(ب) أسرة السيناريوهات باء-٢



التغير في التهطال

- زيادة كبيرة
- زيادة صغيرة
- لا يوجد تغير
- انخفاض صغير
- انخفاض كبير
- علامة غير متسقة

التغير في المتوسط العالمي للتهطال (مم في اليوم)



- ديسمبر-يناير-فبراير
- يونيو-يوليو-أغسطس

الشكل ٣-٣: تبين الخلفية المتوسط السنوي للتغير في سقوط الأمطار (ظلال الألوان) في (أ) سيناريو التقرير الخاص ألف-٢ و (ب) سيناريو التقرير الخاص باء-٢. ويظهر كلا السيناريوهان الفترة من ٢٠٧١ إلى ٢١٠٠ مقارنة بالفترة من ١٩٦١ إلى ١٩٩٠. وقام بأدائهما نماذج مركز هادلي للدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات. ويظهر السيناريوهان ألف-٢ وباء-٢ حيث لم تتح لسيناريوهات التقرير الخاص الأخرى أيا من تجارب نموذج الدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات. وتبين الأطر تحليلا للاتساق بين النماذج في تغير التهطال الإقليمي. وتصنف الأقاليم باعتبارها تبين إما اتفاقا حول زيادة بمتوسط للتغير يزيد عن ٢٠٪ (زيادة كبيرة) و اتفاقا حول زيادة بمتوسط للتغير يتراوح بين ٥ و٢٠٪ (زيادة صغيرة) أو اتفاقا حول تغير يتراوح بين -٥ و +٥٪ أو اتفاقا مع متوسط للتغير يتراوح بين -٥ و+٥٪ (عدم حدوث تغير) أو اتفاقا حول انخفاض بمتوسط للتغير يتراوح بين -٥ و -٢٠٪ (انخفاض صغير) أو اتفاقا حول انخفاض بمتوسط للتغير يزيد عن -٢٠٪ (انخفاض كبير) أو اختلاف (علامة عدم اتساق). وتعرف أي نتيجة متسقة ناشئة عن سبعة على الأقل من النماذج التسعة بأنها ضرورية للاتفاق.

الإطار ١-١٠ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث (الشكل ٢)

الثاني بين ٠,١٣ و ٠,٩٤ مترا استنادا إلى سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢. وبالرغم من التقديرات الواردة في هذا التقييم بشأن التغير في ارتفاع درجة الحرارة، فإن التقديرات بشأن مستوى سطح البحر أقل قليلا، وذلك في المقام الأول بسبب استخدام النماذج المحسنة التي تسمح للثلاجات والأغطية الجليدية بمساهمة أصغر.

٣-١٠ ومن المقدر حدوث اختلافات كبيرة في التغيرات الإقليمية في المناخ ومستوى سطح البحر مقارنة بالمتوسط العالمي للتغيير.

٣-١١ ومن المرجح جدا أن يكون احترار معظم مناطق اليابسة أسرع من المتوسط العالمي، ولاسيما في مناطق خطوط العرض العليا الشمالية في الشتاء. ومن أبرزه ذلك الاحترار في المناطق الشمالية لأمريكا الشمالية وشمالي ووسط آسيا الذي سيزيد عن المتوسط العالمي للاحترار في كل نموذج بأكثر من ٤٠٪. وفي المقابل، يقل الاحترار عن المتوسط العالمي للتغيير في جنوب وجنوب شرق آسيا في الصيف و في جنوبي أمريكا الجنوبية في الشتاء (أنظر الشكل ٣-٢).

الفقرة ١٠-٣-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-١٢ وعلى النطاق الإقليمي، من المقدر حدوث تزايد وتناقص على السواء في التهطال بنسبة تتراوح عادة بين ٥ و٢٠٪. ومن المرجح أن يزداد التهطال في مناطق خطوط العرض العليا في الصيف والشتاء على السواء. ومن المتوقع أيضا حدوث زيادات في مناطق خطوط العرض الوسطى الشمالية وفي إفريقيا المدارية والمنطقة القطبية الجنوبية في فصل الشتاء، وفي جنوب وشرق آسيا في فصل الصيف. وتشير التقديرات إلى حدوث انخفاضات متسقة في الأمطار الشتوية في أستراليا وأمريكا الوسطى والجنوب الأفريقي. ومن المرجح جدا حدوث تغييرات أكبر في التهطال من سنة إلى أخرى في معظم المناطق التي من المقدر أن تحدث فيها زيادة في متوسط التهطال (أنظر الشكل ٣-٣).

الفقرة ١٠-٣-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-١٣ والنطاق المقدر للتفاوت الإقليمي في تغير مستوى سطح البحر سيكون كبيرا مقارنة بالمتوسط العالمي المقدر للارتفاع في مستوى سطح البحر، وذلك لوجود عوامل كثيرة تحدد مستوى سطح البحر عند خط الساحل (أنظر الشكل ٣-٤). والثقة في التوزيع الإقليمي للتغير في مستوى سطح البحر في النماذج المعقدة تكون منخفضة نظرا لقلة التشابه بين نتائج النماذج، بالرغم من أن معظم النماذج تقدر حدوث ارتفاع أكبر من المتوسط في المحيط القطبي الشمالي وأقل من المتوسط في المحيط الجنوبي.

الفقرة ١١-٥-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٣-١٤ ومن المقدر استمرار الثلاجات والقلنسوات الجليدية في التراجع على نطاق واسع خلال القرن الحادي والعشرين. وتشير التقديرات إلى استمرار تناقص الغطاء الثلجي والتربة الصقيعية وحجم الجليد البحري في نصف الكرة الشمالي. ومن المرجح أن تزداد كتلة الغطاء الجليدي في المنطقة

الفقرة ١١-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

القطبية الجنوبية نتيجة لتزايد التهطال بينما يرجح تناقص كتلة الغطاء الجليدي في غرينلاند نظرا لأن الزيادة في الصرف ستتجاوز الزيادة في التهطال. ويتناول السؤال ٤ الشواغل بشأن استقرار الغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الشمالية.

٣-١٥ وسيكون للتغير المقدر في المناخ تأثيرات مفيدة وتأثيرات ضارة على النظم البيئية والاجتماعية الاقتصادية على السواء. ولكن كلما ازداد حجم ومعدل التغير في المناخ، كلما ازدادت قوة التأثيرات الضارة.

٣-١٦ وسوف تشتد تأثيرات تغير المناخ كلما ازداد تراكم انبعاثات غازات الدفيئة (ثقة متوسطة). ويمكن أن يكون لتغير المناخ تأثيرات مفيدة وتأثيرات ضارة، وإن كان من المقدر أن تسود التأثيرات الضارة في كثير من أنحاء العالم. وتثير مختلف تأثيرات تغير المناخ مخاطر تتزايد مع المتوسط العالمي لدرجة الحرارة. وتم تصنيف هذه المخاطر إلى خمسة شواغل، وهي التهديدات التي تتعرض لها الأنواع المهددة والنظم الفريدة والأضرار الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة والتأثيرات التي تثقل كاهل البلدان النامية والفقراء داخل البلدان والتأثيرات الكلية العالمية والظواهر الواسعة النطاق الشديدة التأثير (أنظر الإطار ٣-٢ والشكل ٣-١). ويرد أدناه موجز لتأثيرات تغير المناخ على صحة الإنسان والنظم الايكولوجية وإنتاج الأغذية وموارد المياه والجزر الصغيرة والمناطق الساحلية المنخفضة والأنشطة السوقية الكلية. ومع ذلك، يلاحظ أن التغيرات المستقبلية في تواتر وشدة الظواهر المتطرفة لم تؤخذ في الاعتبار في معظم هذه الدراسات (أنظر أيضا السؤال ٤).

الفقرات ١-٢ و١٩-٣ و١٩-٥ و ١٩-٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث



الشكل ٤-٣: هناك عوامل كثيرة تحدد مستوى سطح البحر عند الساحل في البيئة العالمية وهي تعمل على مجموعة كبيرة من النطاقات الزمنية تتراوح بين ساعات (المد والجزر) وملايين الأعوام (تغيرات حوض المحيط من جراء تشكل الصخور والترسب). وعلى النطاق الزمني الذي يتراوح بين عقود وقرون، ترتبط بعض أكبر التأثيرات الواقعة على متوسط مستويات سطح البحر بالمناخ وعمليات تغير المناخ.

الإطار ٢ في الملخص الفني في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الإطار ٣-٢ تزايد القلق بشأن أخطار تغير المناخ مع ارتفاع درجة الحرارة

- النظم الفريدة والمهددة: اقترنت بالفعل بعض التغيرات في الأنواع الأحيائية والنظم بالتغيرات المرصودة في المناخ، وقد تتعرض بعض الأنواع والأنظمة السريعة التأثر لخطر الأضرار أو حتى الخسارة من جراء تغيرات صغيرة جدا في المناخ. ومن شأن الاحترار الأقوى أن يزيد من شدة المخاطر التي تتعرض لها هذه الأنواع والنظم ويعرض غيرها من النظم والأنواع الأحيائية للخطر.
- الظواهر المناخية المتطرفة: رصدت بالفعل زيادة في تواتر وشدة بعض الظواهر المتطرفة (أنظر السؤال ٢) ومن المرجح تزايدها مع استمرار حدوث الاحترار في المستقبل، كما ستتزايد المخاطر التي تلحق بحياة الإنسان والعقارات والمحاصيل والماشية والنظم الايكولوجية. وتزداد هذه المخاطر حيثما يجري تطوير في المناطق الدينامية وغير المستقرة بطبيعتها (مثل سهول الأنهار الفيضية والمناطق الساحلية المنخفضة) (أنظر أيضا السؤال ٤).
- التوزيع غير المتسق للتأثيرات: تتعرض بصفة عامة البلدان النامية لخطر التأثيرات الضارة الناجمة عن تغير المناخ بدرجة أكبر من البلدان المتقدمة، والتي قد يتمتع بعضها بفوائد في قطاع السوق ناجمة عن حدوث احترار يقل عن بضع "a few" درجات مئوية. وفي حالة حدوث احترار أعلى، ستتعرض معظم المناطق لخطر تأثيرات معظمها سلبية ناجمة عن تغير المناخ. ولكن تأثر البلدان النامية سيكون أشد من تأثر البلدان المتقدمة. وتتفاوت سرعة التأثر في البلدان وتكون أفقر قطاعات السكان أكثر تعرضا للتأثيرات التي تهدد حياتهم وسبل عيشهم.
- التأثيرات الكلية العالمية: تأثيرات قطاع السوق المجمعة على الصعيد العالمي قد تكون إيجابية أو سلبية بنحو بضع "a few" درجات مئوية بالرغم من أن غالبية الأشخاص قد يتأثرون تأثرا سلبيا. ومع تزايد الاحترار، يتزايد خطر التعرض لتأثيرات عالمية سلبية في قطاع السوق، وسيكون جل التأثيرات التي يتعرض لها معظم الناس سلبية.
- الظواهر الواسعة النطاق والشديدة التأثير: تقل كثيرا احتمالية حدوث ظواهر واسعة النطاق وشديدة التأثير خلال أفق زمني يمتد مائة عام ، مثل توقف الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي أو انهيار الغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الجنوبية، نتيجة حدوث احترار يقل عن بضع "a few" درجات مئوية. والخطر الناتج عن احتماليات هذه الظواهر وحجم عواقبها غير محدد كميا إلى حد بعيد. وفي حالة حدوث احترار أكبر وخلال أفق زمني أطول من ١٠٠ عام، تزداد الاحتماليات والمخاطر، وإن كان بمقدار لا يمكن تقديره الآن. أنظر أيضا السؤال ٤.

الفقرات ٢-٥ و ٤-٥ و ٣-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الفقرتان ٢-١٥ و ٦-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الفقرة ٤-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الفقرة ٥-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الفقرة ٦-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

صحة الإنسان

٣-١٧ **ومن المقدر أن يزيد التغير الكلي للمناخ من المخاطر التي تهدد صحة الإنسان. ولاسيما بين فئات السكان ذوي الدخل الأقل. وهي فئات تنتشر أساسا في البلدان المدارية/شبه المدارية.** ويمكن أن يؤثر تغير المناخ على صحة الإنسان بطرق مباشرة (مثل انخفاض إجهاد البرودة في البلدان المعتدلة وزيادة إجهاد الحرارة والخسائر في الأرواح الناجمة عن الفيضانات والعواصف) وبطرق غير مباشرة من خلال نطاقات نواقل الأمراض (مثل الناموس)[٥] والمُمْرضات المنقولة في المياه ، وجودة المياه وجودة الهواء وتوفر الغذاء وجودته (مثل تناقص محتوى البروتين في بعض الحبوب) وتشرد السكان وحدوث خلل اقتصادي (ثقة من متوسطة إلى مرتفعة). وقد تكون بعض التأثيرات مفيدة (مثل انخفاض إجهاد البرودة وتناقص انتقال الأمراض في بعض المناطق)، ولكن من المتوقع أن يكون التأثير الغالب ضارا (أنظر الجدول ٣-١). وسوف تتأثر التأثيرات الفعلية تأثرا شديدا بالأحوال البيئية المحلية والظروف الاجتماعية الاقتصادية ولكل تأثير ضار متوقع على الصحة هناك مجموعة من خيارات التكيف الاجتماعية والمؤسسية والتكنولوجية والسلوكية الرامية إلى تقليل هذا التأثير. وعلى سبيل المثال، يمكن للتكيف أن يشمل تقوية البنية الأساسية للصحة العامة وإدارة البيئة ذات التوجه نحو الصحة (بما في ذلك جودة الهواء والماء وسلامة الأغذية وتصميم المناطق الحضرية والإسكان وإدارة المياه السطحية) وتوفير الرعاية الطبية الملائمة.

الفقرات ٥-٣ و٩-١ و٩-٥ و٩-١١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

التنوع البيولوجي والإنتاجية في النظم الايكولوجية

٣-١٨ **ومن المتوقع أن يتأثر التنوع في النظم الايكولوجية بتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر. مع تزايد خطر انقراض بعض الأنواع السريعة التأثر (ثقة مرتفعة).** ومن المتوقع تزايد الخلل

الفقرات ٥-٢-٣ و٥-٤-١ و١٦-٢ و١٧-٢ ومن ١٩-٣-٢ إلى ١٩-٣-٢-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

(٥) قامت ثمان دراسات بنمذجة تأثيرات تغير المناخ على هذه الأمراض–خمس دراسات عن الملاريا وثلاث عن حمى الدنغ. وتستخدم سبع دراسات نهجا بيولوجيا أو نهجا قائما على أساس العمليات، وتستخدم دراسة واحدة نهجا تجريبيا احصائيا.

الجدول ٣-١ عواقب تغير المناخ على صحة الإنسان إذا لم تحدث تدخلات من جانب السياسات المناخية

	٢٠٢٥	٢٠٥٠	٢١٠٠
تركيزات ثاني أكسيد الكربون[أ]	٤٠٥-٤٦٠ جزءا في المليون	٤٤٥-٦٤٠ جزءا في المليون	٥٤٠-٩٧٠ جزءا في المليون
المتوسط العالمي لتغير درجة الحرارة من عام ١٩٩٠[ب]	١,١-٥,٤ درجة مئوية	٠,٨-٢,٦ درجة مئوية	٥,٨-١,٤ درجة مئوية
المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر من عام ١٩٩٠[ب]	٣-١٤ سم	٥-٣٢ سم	٩-٨٨ سم
التأثيرات على صحة الإنسان[ج]			
إجهاد الحرارة والوفيات في الشتاء [الفقرة ٩,٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	زيادة في الوفيات والاعتلالات المرتبطة بالحرارة (ثقة مرتفعة[د]). انخفاض الوفيات في الشتاء في بعض المناطق المعتدلة (ثقة مرتفعة[د]).	تضخم تأثيرات الإجهاد الحراري (ثقة مرتفعة[د]).	تضخم تأثيرات الإجهاد الحراري (ثقة مرتفعة[د]).
الأمراض التي تنقلها نواقل الأمراض والمياه [الفقرة ٩,٧ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]		تزايد اتساع المناطق التي من المحتمل أن تنقل الملاريا وحمى الضنك (ثقة من متوسطة إلى مرتفعة[د]).	اتساع المناطق التي من المحتمل أن تنقل الملاريا وحمى الضنك (ثقة من متوسطة إلى مرتفعة[د]).
الفيضانات والعواصف [الفقرتان ٥,٨,٣ و ٥,٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	زيادة الوفيات والإصابات وحالات العدوى المصاحبة للطقس المتطرف (ثقة متوسطة[د]).	زيادة أكبر في الوفيات والإصابات وحالات العدوى (ثقة مرتفعة[د]).	زيادة أكبر في الوفيات والإصابات وحالات العدوى (ثقة مرتفعة[د]).
التغذية [الفقرتان ٦٣٥ و ٩٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	سرعة تأثر الفقراء بتزايد خطر الجوع، ولكن حالة العلم ليست كاملة تماما.	يظل الفقراء سريعي التأثر بتزايد خطر الجوع.	يظل الفقراء سريعي التأثر بتزايد خطر الجوع.

أ تقدر نطاقات تركيزات ثاني أكسيد الكربون الواردة في التقارير باستخدام نماذج دورة الكربون السريعة بالنسبة للسيناريوهات التوضيحية الستة الواردة في التقرير الخاص وهي تقابل القيم الدنيا والقصوى المقدرة باستخدام نموذج دورة الكربون السريعة لتقديرات التقرير الخاص الخمسة والثلاثين بشأن انبعاثات غازات الدفيئة. أنظر الفقرة ٣٧٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث .

ب نطاقات المتوسط العالمي لتغير درجة الحرارة والمتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر تقابل، وفقا للتقارير، القيم الدنيا والقصوى المقدرة باستخدام نموذج مناخي بسيط لتقديرات التقرير الخاص الخمسة والثلاثين بشأن انبعاثات غازات الدفيئة وثاني أكسيد الكبريت. أنظر الفقرتان ٣٣٩ و١٥١١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث .

ج البيانات الموجزة عن تأثيرات تغير المناخ في الأعوام ٢٠٢٥ و٢٠٥٠ و٢١٠٠ مستمدة من تقييم الفريق العامل الثاني للدراسات التي تتناول بالبحث تأثيرات سيناريوهات غير تقديرات التقرير الخاص نظرا لأن الدراسات التي تستخدم تقديرات التقرير الخاص لم تنشر بعد. وتتفاوت تقديرات تأثيرات تغير المناخ تبعا للأقاليم وهي بالغة الحساسية لتقديرات الأنماط الإقليمية والموسمية للتغيرات في درجة الحرارة والتهطال والتغيرات في تواتر أو شدة النهايات المناخية ومعدلات التغير. وتقديرات التأثيرات شديدة الحساسية أيضا للافتراضات بشأن سمات مجتمعات المستقبل وحجم وفعالية عمليات التكيف مع تغير المناخ في المستقبل. ونتيجة لذلك، فان البيانات الموجزة عن تأثيرات تغير المناخ في الأعوام ٢٠٢٥ و ٢٠٥٠ و٢١٠٠ يجب أن تكون بالضرورة عامة ونوعية. وتعد البيانات الواردة في الجدول صالحة لطائفة عريضة من السيناريوهات. ويلاحظ مع ذلك أن هناك دراسات قليلة تتناول بالبحث تأثيرات تغير المناخ التي ستصاحب الزيادات في درجة الحرارة العالمية بالقرب من النهاية العليا لنطاق عام ٢١٠٠.

د تستخدم أحكام الثقة المقياس التالي: مرتفعة جدا (٩٥٪ أو أكثر) و مرتفعة (٦٧-٩٥٪) ومتوسطة (٣٣-٦٧٪) ومنخفضة (٥-٣٣٪) و منخفضة جدا (٥٪ أو أقل). أنظر الإطار ١١ في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث .

الذي يلحق بالنظم الايكولوجية من جراء الاضطرابات، مثل الحرائق والجفاف وتفشي الأوبئة وغزو الأنواع والعواصف وظواهر تبييض المرجان (أنظر الجدول ٣-٢). والإجهادات الناجمة عن تغير المناخ بالإضافة إلى الاجهادات الأخرى الواقعة على النظم الايكولوجية (مثل تحول الأراضي وتدهور الأراضي وقطع الأشجار والتلوث) تهدد بإلحاق ضرر بالغ ببعض النظم الايكولوجية الفريدة أو ضياعها تماما وانقراض بعض الأنواع الأحيائية المعرضة لتهديدات حرجة أو الأنواع المهددة. ومن أمثلة النظم الايكولوجية المعرضة لتهديد تغير المناخ الشعاب المرجانية والجزر المرجانية الحلقية والمنغروف والغابات الشمالية والمدارية والنظم الايكولوجية القطبية والألبية وأراضي البراري الرطبة وبقايا الأراضي المعشوشبة الوطنية. والنظم الايكولوجية المهددة في بعض الحالات هي تلك النظم التي يمكنها أن تخفف من بعض تأثيرات تغير المناخ (مثل النظم الساحلية التي تصد تأثيرات العواصف). وطرق التكيف الممكنة الرامية إلى تخفيف خسائر التنوع البيولوجي تشمل إنشاء ملاذات ومتنزهات ومحميات مزودة بممرات لتسمح بنزوح الأنواع، واستخدام التوالد المقيد ونقل الأنواع الأحيائية.

الفقرة ٣-٧ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرتان ٥-٢-٢ و٥-٦-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-١٩ **وتتسم إنتاجية النظم الايكولوجية بشدة حساسيتها لتغير المناخ وتتراوح تقديرات تغير الإنتاجية بين زيادات وانخفاضات (ثقة متوسطة).** وسوف تزيد تركيزات ثاني أكسيد الكربون المتزايدة من صافي الإنتاجية الأولية (التخصيب بثاني أكسيد الكربون) وصافي إنتاجية النظم الايكولوجية في معظم النظم النباتية، وهو ما يؤدي إلى تراكم الكربون في الغطاء النباتي والتربة بمرور الوقت. وقد يؤدي تغير المناخ إلى تزايد أو تناقص التأثيرات المباشرة لثاني أكسيد الكربون على الإنتاجية تبعا لنوع الغطاء النباتي والإقليم وسيناريو تغير المناخ.

الجدول ٣-٢ | تأثيرات تغير المناخ على النظام الايكولوجي إذا لم تحدث تدخلات من جانب السياسات المناخية ×

	٢٠٢٥	٢٠٥٠	٢١٠٠
تركيزات ثاني أكسيد الكربون[أ]	٤٠٥–٤٦٠ جزءا في المليون	٤٤٥–٦٤٠ جزءا في المليون	٥٤٠–٩٧٠ جزءا في المليون
المتوسط العالمي لتغير درجة الحرارة من عام ١٩٩٠[ب]	١,١–٥,٤ درجة مئوية	٠,٨–٢,٦ درجة مئوية	٥,٨–١,٤ درجة مئوية
المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر من عام ١٩٩٠[ب]	٣–١٤ سم	٥–٣٢ سم	٩–٨٨ سم
التأثيرات على النظام الايكولوجي[ج]			
المرجان [الفقرات ٥٤٦ و ٧٤١٢ و٤٢١٧ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تزايد تبييض المرجان وموت المرجان على نطاق واسع (ثقة مرتفعة[د]).	تناقص التنوع االبيولوجي في الأنواع الأحيائية وتناقص غلات الأسماك الشعابية (ثقة متوسطة[د]).	تزايد تبييض المرجان وموت المرجان على نطاق واسع (ثقة مرتفعة[د]) .زيادة تواتر تبييض وموت المرجان (ثقة مرتفعة[د])
المناطق الرطبة الساحلية وخطوط الشواطئ [الفقرتان ٢٤٦ و٤٤٦ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	ضياع بعض الأراضي الرطبة الساحلية نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر (ثقة متوسطة[د]). زيادة تحات خطوط الشواطئ (ثقة متوسطة[د]).	تزايد ضياع الأراضي الرطبة الساحلية على نطاق واسع(ثقة متوسطة[د]). تزايد تحات خطوط الشواطئ (ثقة متوسطة[د]).	تزايد ضياع الأراضي ارطبة الساحلية (ثقة متوسطة[د]). تزايد تحات خطوط الشواطئ (ثقة متوسطة[د]).
النظم الايكولوجية الأرضية [الفقرات ١٢٥ و١٤٥ و٣٤٥ و٢٦٥ و٣٧١٦ و ٢١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تزايد أمد موسم النمو في مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا وتزحزح نطاقات الأنواع النباتية والحيوانية (ثقة مرتفعة[د]).[هـ] زيادة صافي الإنتاجية الأولية في كثير من غابات مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا (ثقة متوسطة[د]). زيادة تواتر اضطراب النظام الايكولوجي من جراء الحرائق والآفات (ثقة مرتفعة[د]).	انقراض بعض الأنواع الأحيائية المهددة، واقتراب بعضها من الانقراض (ثقة مرتفعة[د]). قد تستمر أو لا تستمر الزيادة في صافي الإنتاجية الأولية. زيادة تواتر اضطراب النظام الايكولوجي من جراء الحرائق والآفات (ثقة مرتفعة[د]).	ضياع الموائل الفريدة وأنواعها المتوطنة (مثل نباتات منطقة الرأس في جنوب أفريقيا وبعض غابات السحب)(ثقة متوسطة[د]). زيادة تواتر اضطراب النظام الايكولوجي من جراء الحرائق والآفات (ثقة مرتفعة[د]).
بيئات الجليد [الفقرتان ٥٢٢ و٥١١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ١١٣٤ و١٢١١ و ٣١١٦ و١٢١٦ و٤٢١٦ و٧٢١٦ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تراجع الثلاجات وتناقص حجم الجليد البحري وذوبان بعض التربة الصقيعية وزيادة طول أمد المواسم الخالية من الجليد على الأنهار والبحيرات (ثقة مرتفعة[د]).[و]	تناقص واسع في الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية، وهو ما يفيد النقل البحري ولكنه يضر بالحياة البرية (مثل عجل البحر والدب القطبي والفظ) (ثقة متوسطة[د]). انخساف الأرض الذي يفضي الى إلحاق أضرار بالبنية الأساسية (ثقة مرتفعة[د]).	خسائر كبيرة في حجم جليد الثلاجات، ولاسيما الثلاجات المدارية (ثقة مرتفعة[د]).

× يرجع إلى الحواشي أ–د في الجدول ١٣.

ج تمثل التأثيرات السوقية الكلية صافي التأثيرات للمكاسب والخسائر الاقتصادية المقدرة المجمعة عبر القطاعات الاقتصادية، مثل الزراعة والحراجة التجارية والطاقة والمياه والإنشاء. وتستبعد التقديرات بصفة عامة تأثيرات التغييرات في تقلبية المناخ وظواهره المتطرفة، ولا تفسر تأثيرات مختلف معدلات التغير ولكنها تفسر التأثيرات على السلع والخدمات غير المتداولة في الأسواق تفسيرا جزئيا فقط. ومن المرجح أن يؤدي إغفال ذلك إلى التهوين من قيمة الخسائر الاقتصادية وتضخيم قيمة المكاسب الاقتصادية. وتثير تقديرات التأثيرات الكلية جدلا لأنها تعامل مكاسب البعض باعتبارها تلغي خسائر الآخرين ولأن الأوزان المستخدمة للتجميع لدى الأفراد ذاتية بالضرورة.

د رصدت هذه التأثيرات بالفعل ومن المتوقع استمرارها. [الفقرات ١٢٥ و٣٤٥ و٣١١٦ و٢١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]

٣-٢٠ **والنظم الايكولوجية الأرضية هي حاليا بالوعة كربون قد تتناقص بزيادة الاحترار في نهاية القرن الحادي والعشرين (أنظر الجدول ٢-٣) (ثقة متوسطة).** والنظم الايكولوجية الأرضية هي حاليا بالوعة للكربون. وقد نتج ذلك جزئيا بسبب التأخير بين النمو المعزز للنباتات وبين موتها وتحللها. والنمو المعزز للنباتات حاليا هو نتيجة جزئية لتأثيرات التخصيب بثاني أكسيد الكربون المرتفع على التمثيل الضوئي للنبات (إما مباشرة عن طريق زيادة تمثيل الكربون أو بطريق غير مباشر من خلال زيادة كفاءة استخدام المياه) وترسب النيتروجين (ولاسيما في نصف الكرة الأرضية الشمالي) وتغير المناخ وممارسات استخدام الأراضي خلال العقود الماضية. وسوف ينخفض الامتصاص مع بلوغ الغابات لمرحلة النضج والتشبع بتأثيرات التخصيب وتعادل التحلل والنمو، ومن الممكن أن يحدث ذلك من خلال التغيرات في نظم الاضطراب (مثل الحرائق وتفشي الأوبئة) الناجمة عن تغير المناخ. وتشير تقديرات بعض النماذج العالمية إلى أن صافي امتصاص النظم الايكولوجية الأرضية للكربون سيتزايد خلال النصف الأول من القرن الحادي والعشرين ولكنه قد يتناقص ، بل وقد يصبح مصدرا مع تزايد الاحترار عند نهاية القرن الحادي والعشرين.

الفقرة ٣-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٥-٢ و من ٥-٥ إلى ٥-٥-٦ و ٥-٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٤-١ من التقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة.

الزراعة

٣-٢١ **وتشير نماذج محاصيل الحبوب إلى تزايد الغلات المحتملة في بعض المناطق المعتدلة نتيجة لحدوث زيادات صغيرة في درجة الحرارة ولكنها تتناقص مع التغيرات الكبيرة في درجة الحرارة (ثقة من متوسطة إلى منخفضة). ومن المقدر تناقص الغلات المحتملة في معظم المناطق المدارية وشبه المدارية مع معظم الزيادات المقدرة في درجة الحرارة (ثقة متوسطة) (أنظر الجدول ٣-٣).** وتشير نماذج المحاصيل في مناطق خطوط العرض الوسطى إلى أن حدوث احترار بمقدار يقل عن بضع "a few" درجات مئوية وما يصاحبه من زيادة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون سيفضي إلى استجابات إيجابية بصفة عامة واستجابات سلبية بصفة عامة مع تزايد الاحترار. وفي المناطق الزراعية المدارية تشير تقييمات مماثلة إلى تناقص غلات بعض المحاصيل حتى مع حدوث زيادات دنيا في درجة الحرارة وذلك لأنها تكون قريبة من الحد الأقصى لقدرتها على تحمل درجة الحرارة. وحيثما يوجد أيضا تناقص كبير في سقوط الأمطار في نظم الأراضي الجافة / البعلية شبه المدارية والمدارية، ستتضرر غلات المحاصيل بدرجة أكبر. وتنزع التقييمات التي تشمل التكيف الزراعي المستقل (مثل التغييرات في مواعيد الزراعة وأنواع المحاصيل) إلى تقدير غلات أقل تضررا بتغير المناخ بدون تكيف. وتشمل هذه التقييمات تأثيرات التخصيب بثاني أكسيد الكربون ولكنها لا تشمل الابتكارات أو التغييرات التكنولوجية في تأثيرات الأوبئة والأمراض وتدهور التربة والموارد المائية أو النهايات المناخية. وقدرة منتجي الماشية على تكييف قطعانهم للإجهاد الفسيولوجي المقترن بتغير المناخ تكاد تكون غير معروفة. ومن المقدر أن حدوث احترار بمقدار يزيد عن بضع "a few" درجات مئوية أو أكثر سيزيد من أسعار الأغذية على مستوى العالم وقد يزيد من خطر الجوع في قطاعات السكان السريعة التأثر(ثقة منخفضة).

الفقرات من ٥-٣-٤ إلى ٥-٣-٤-٦ و الفقرة ٩-٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

المياه

٣-٢٢ **وسوف يؤدي تغير المناخ المقدر الى تفاقم مشاكل نقص وجودة المياه في كثير من مناطق العالم التي تعاني من ندرة المياه. ولكنه سيخفف منها في بعض المناطق الأخرى.** وهناك بصفة عامة زيادة مستمرة في الطلب على المياه نتيجة النمو السكاني والتنمية الاقتصادية، ولكن هذا الطلب على المياه آخذ في الانخفاض في بعض البلدان نظرا لزيادة كفاءة الاستخدام. ومن المقدر أن يقلل تغير المناخ من تدفق المجاري المائية وإعادة شحن المياه الجوفية في كثير من أنحاء العالم، ولكنه سيزيدها في بعض المناطق الأخرى (ثقة متوسطة). ويتفاوت مقدار التغير بين

الفقرة ٩-٣-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات من ٤-٣ إلى ٤-٣-٤ و ٤-٥-٢ و٤-٦ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الجدول ٣-٣ تأثيرات تغير المناخ على الزراعة إذا لم تحدث تدخلات من جانب السياسات المناخية [×]			
	٢٠٢٥	٢٠٥٠	٢١٠٠
تركيزات ثاني أكسيد الكربون[أ]	٤٠٥–٤٦٠ جزءا في المليون	٤٤٥–٦٤٠ جزءا في المليون	٥٤٠–٩٧٠ جزءا في المليون
المتوسط العالمي لتغير درجة الحرارة من عام ١٩٩٠ [ب]	١,٤–٥,٨ درجة مئوية	٠,٨–٢,٦ درجة مئوية	٠,٤–١,١ درجة مئوية
المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر من عام ١٩٩٠ [ب]	٣–١٤ سم	٥–٣٢ سم	٩–٨٨ سم
التأثيرات على الزراعة [ج]			
متوسط غلات المحاصيل [الفقرات ٦٣٥ و ٢٢١٠ و٢٢١١ و٥١٢ و٣٢١٣ و٢٢١٤ و ٣٢١٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	ازدياد غلات محاصيل الحبوب في كثير من مناطق خطوط العرض الوسطى والعليا (ثقة من منخفضة إلى متوسطة [د]). تناقص غلات محاصيل الحبوب في معظم المناطق المدارية وشبه المدارية (ثقة من منخفضة إلى متوسطة [د]).	تأثيرات مختلطة على غلات الحبوب في مناطق خطوط العرض الوسطى. تناقص أوضح في غلة الحبوب في المناطق المدارية وشبه المدارية (ثقة من منخفضة إلى متوسطة [د]).	انخفاض عام في غلات الحبوب في معظم مناطق خطوط العرض الوسطى بسبب حدوث احترار يزيد عن بضع "a few" درجات مئوية (ثقة من منخفضة إلى متوسطة [د]).
درجات الحرارة الدنيا والعليا المتطرفة [الفقرة ٣٣٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تناقص الأضرار التي تتعرض لها بعض المحاصيل من جراء الصقيع (ثقة مرتفعة [د]). تزايد أضرار بعض المحاصيل الناجمة عن إجهاد الحرارة (ثقة مرتفعة [د]). زيادة إجهاد الحرارة في الماشية (ثقة مرتفعة [د]).	زيادة تأثيرات التغيرات في درجات الحرارة المتطرفة (ثقة مرتفعة [د]).	زيادة تأثيرات التغيرات في درجات الحرارة المتطرفة (ثقة مرتفعة [د]).
الدخول والأسعار [الفقرات من ٥٣٥ الى ٦٥٣٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]		انخفاض دخول المزارعين الفقراء في البلدان النامية (ثقة من منخفضة إلى متوسطة [د]).	زيادة أسعار الأغذية بالنسبة إلى التقديرات التي تستبعد تغير المناخ (ثقة من منخفضة إلى متوسطة [د]).

[×] الرجوع إلى الحواشي أ–د في الجدول ١٣.

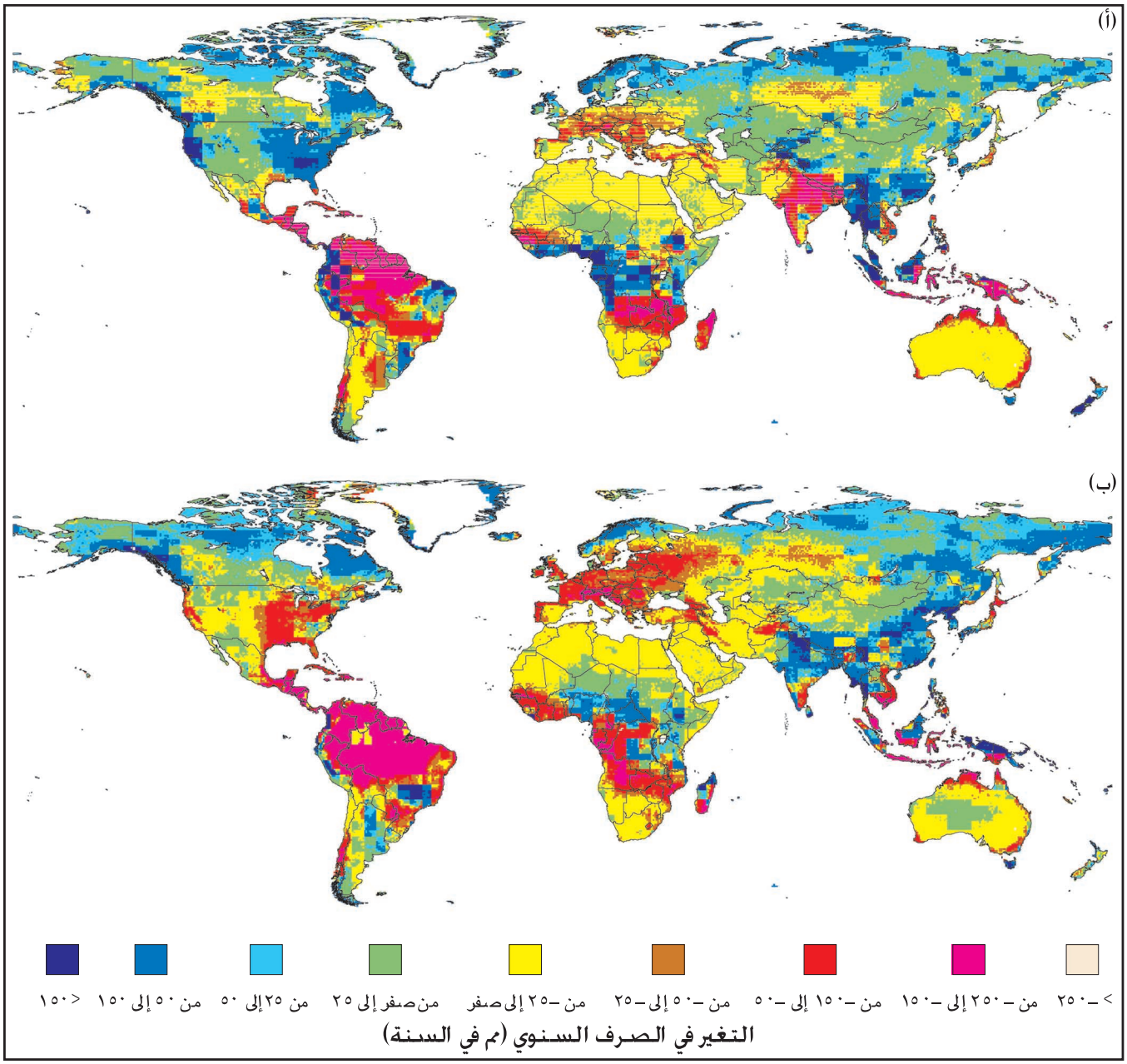
[د] تستند هذه التقديرات إلى حساسية الممارسات الزراعية الحالية لتغير المناخ، ويتيح ذلك (في معظم الحالات) التكيف استنادا إلى تغيير استخدام التكنولوجيات القائمة فحسب.

السيناريوهات في بعضه بسبب الاختلافات في سقوط المطر المقدر (ولاسيما شدة سقوط المطر) وجزئيا بسبب الاختلافات في التبخر المقدر. وتظهر في الشكل ٣–٥ التغيرات المقدرة في تدفق المجاري المائية في ظل اثنين من سيناريوهات تغير المناخ. ومن المقدر أن يعاني أشخاص يتراوح عددهم بين مئات الملايين وبضعة بلايين من جراء انخفاض الإمدادات بنسبة ١٠٪ أو أكثر بحلول عام ٢٠٥٠ وذلك بالنسبة لتقديرات تغير المناخ التي تقابل زيادة سنوية بنسبة ١٪ في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (أنظر الجدول ٣–٤). وسوف تتدهور عموما جودة المياه العذبة من جراء الارتفاع في درجات حرارة المياه (ثقة مرتفعة) ولكن ذلك قد يعادله زيادة التدفقات في بعض المناطق. وسوف تزداد حدة التحديات التي تواجه إدارة المياه والفيضانات من جراء تأثيرات تغير المناخ على ندرة المياه وجودة المياه وتواتر وشدة الفيضانات وحالات الجفاف. ونظم المياه غير المدارة المدارة والنظم التي تعاني من سوء الإدارة هي الأسرع في تأثرها بالتأثيرات الضارة الناجمة عن تغير المناخ.

الجدول ٣-٤ تأثيرات تغير المناخ على موارد المياه إذا لم تحدث تدخلات من جانب السياسات المناخية [x]			
	٢٠٢٥	٢٠٥٠	٢١٠٠
تركيزات ثاني أكسيد الكربون [أ]	٤٠٥-٤٦٠ جزءا في المليون	٤٤٥-٦٤٠ جزءا في المليون	٥٤٠-٩٧٠ جزءا في المليون
المتوسط العالمي لتغير درجة الحرارة من عام ١٩٩٠ [ب]	١,٤-٥,٨ درجة مئوية	٠,٨-٢,٦ درجة مئوية	٠,٤-١,١ درجة مئوية
المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر من عام ١٩٩٠ [ب]	٣-١٤ سم	٥-٣٢ سم	٩-٨٨ سم
التأثيرات على موارد المياه [ج]			
إمدادات المياه [الفقرات ٦٣٤ و٢٥٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تزحزح التدفقات القصوى للأنهار من الربيع نحو الشتاء في الأحواض التي تكون الثلوج فيها مصدرا هاما للمياه (ثقة مرتفعة [د]).	تناقص إمدادات المياه في كثير من البلدان التي تعاني من إجهاد المياه وزيادتها في بعض البلدان الأخرى التي تعاني من إجهاد المياه (ثقة مرتفعة [د]).	تضخم تأثيرات إمدادات المياه (ثقة مرتفعة [د]).
جودة المياه [الفقرة ١٠٣٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تدهور جودة المياه من جراء درجات الحرارة الأعلى. تعديل تغيرات جودة المياه نتيجة للتغيرات في حجم تدفق المياه. زيادة طغيان المياه المالحة على مستودعات المياه الجوفية الساحلية من جراء الارتفاع في مستوى سطح البحر (ثقة مرتفعة [د]).	تدهور جودة المياه من جراء درجات الحرارة الأعلى. (ثقة مرتفعة [د]). تعديل تغيرات جودة المياه نتيجة للتغيرات في حجم تدفق المياه. (ثقة مرتفعة [د]).	تضخم تأثيرات جودة المياه (ثقة مرتفعة [د]).
الطلب على المياه [الفقرة ٣٤٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	الطلب على المياه لأغراض الري سيستجيب للتغيرات في المناخ وسوف يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة الطلب على المياه (ثقة مرتفعة [د]).	تضخم تأثيرات الطلب على المياه (ثقة مرتفعة [د]).	تضخم تأثيرات الطلب على المياه (ثقة مرتفعة [د]).
الظواهر المتطرفة [الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تزايد الأضرار الناجمة عن الفيضانات من جراء زيادة شدة ظواهر التهطال (ثقة مرتفعة [د]). زيادة تواتر حالات الجفاف (ثقة مرتفعة [د]).	زيادة أخرى في الأضرار الناجمة عن الفيضانات (ثقة مرتفعة [د]). زيادة أخرى في ظواهر الجفاف والتأثيرات الناجمة عنها.	تزايد الأضرار الناجمة عن الفيضانات عدة أضعاف عن ''السيناريوهات التي تفترض عدم حدوث تغير في المناخ''
[x] الرجوع إلى الحواشي أ-د في الجدول ١٣.			

الجزر الصغيرة والسواحل المنخفضة

٣-٢٣ **ويتعرض السكان الذين يقطنون الجزر الصغيرة و/أو المناطق الساحلية المنخفضة بصفة خاصة لخطر التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية الشديدة الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر وعرام العواصف.** وسوف تواجه كثير من المستوطنات البشرية خطرا متزايدا ناجما عن الفيضانات الساحلية والتحات، وسيواجه عشرات الملايين من الأشخاص الذين يعيشون في الدالات وفي المناطق الساحلية المنخفضة وعلى الجزر الصغيرة خطر التشرد وخسائر البنية الأساسية و / أو بذل جهود هائلة وتحمل تكاليف باهظة لحماية المناطق الساحلية السريعة التأثر. كما ستتعرض للخطر الموارد الأساسية لسكان الجزر والمناطق الساحلية، مثل الشواطئ والمياه العذبة ومصايد الأسماك والشعاب المرجانية والحلقات المرجانية والشواطئ وموئل الحياة البرية.



الشكل ٥-٣: التغيرات المقدرة في المتوسط السنوي لصرف المياه بحلول عام ٢٠٥٠، مقارنة بمتوسط الصرف في الأعوام من ١٩٦١ إلى ١٩٩٠. تتبع التغيرات المقدرة في التهطال إلى حد بعيد. وتحسب التغيرات في الصرف بنموذج هيدرولوجي باستخدام التقديرات المناخية كمدخلات من صيغتين من نموذج مركز هادلي للدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات في سيناريو يمثل زيادة سنوية بنسبة ١٪ في التركيز الفعال لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي: (أ)المتوسط التجميعي لنموذج مركز هادلي للدوران العام ٢ و (ب) نموذج مركز هادلي للدوران العام ٣. وهناك اتساق كبير بين الزيادات المقدرة في الصرف في مناطق خطوط العرض العليا وفي جنوب شرق آسيا والانخفاضات في آسيا الوسطى والمنطقة المحيطة بالبحر الأبيض المتوسط والجنوب الأفريقي وأستراليا وذلك في التجارب التي أجراها مركز هادلي وفي تقديرات التهطال في التجارب الأخرى. وبالنسبة للمناطق الأخرى في العالم، تعتمد التغيرات في التهطال والصرف على السيناريوهات والنماذج.

الفقرة ٦-٣-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٢٤ **وسوف يزيد الارتفاع المقدر في مستوى سطح البحر من المتوسط السنوي لعدد الأشخاص الذين يتعرضون للغرق في عرام العواصف الساحلية (ثقة مرتفعة).** ومناطق أكبر زيادة مطلقة في عدد السكان المعرضين للخطر هي جنوبي آسيا وجنوب شرق آسيا، مع حدوث زيادات أقل ولكن كبيرة في شرقي إفريقيا وغربها والبحر المتوسط من تركيا إلى الجزائر. وهناك أجزاء كبيرة من كثير من المدن الساحلية المكتظة بالسكان سريعة التأثر باستمرار غرق اليابسة ولاسيما

الفقرات ٦-٥-١ و٧-٢-٢ و ١٧-٢-٢ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

بالفيضان الساحلي الأكثر تواترا على مرتفعات العرام من جراء الارتفاع في مستوى سطح البحر. وتفترض هذه التقديرات عدم حدوث تغيير في تواتر أوشدة العواصف التي يمكن أن تفاقم من تأثيرات الارتفاع في مستوى سطح البحر على مخاطر الفيضان في بعض المناطق.

تأثيرات السوق

الفقرتان ٦-٥ و٧-٢-٣ و٨-٣ و ١٨-٣-٤ و١٩-٤-١-٣ و١٩-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٢٥ ومن المقدر أن التأثيرات الكلية لقطاع السوق، إذا قيست كتغيرات في الناتج المحلي الإجمالي، ستكون سلبية في كثير من البلدان النامية في جميع كل أحجام الزيادات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة التي خضعت للدراسة (ثقة منخفضة) ومن المقدر أن تكون هذه التأثيرات مختلطة في البلدان المتقدمة في حالة حدوث احترار يبلغ بضع "a few" درجات مئوية (ثقة منخفضة) وتكون سلبية في حالة الاحترار الذي يزيد عن بضع "a few" درجات مئوية (ثقة من متوسطة إلى منخفضة). وسوف يؤثر تغير المناخ على قطاع السوق عن طريق تغيير وفرة وجودة وأسعار الأغذية والألياف والمياه والسلع والخدمات الأخرى (أنظر الجدول ٣-٥). وإضافة إلى ما سبق، يمكن لتغير المناخ أن يؤثر على السوق من خلال التغيرات في الطلب على الطاقة وإمدادات الطاقة الكهرومائية والنقل والسياحة والإنشاء والأضرار التي تلحق بالعقارات وخسائر التأمين الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة وخسائر الأراضي الساحلية من جراء الارتفاع في مستوى سطح البحر وقرارات تحديد ونقل مواقع التنمية والسكان والاحتياجات من الموارد وتكاليف التكيف مع تغير المناخ. وتقديرات صافي التأثيرات السوقية المستمدة من بضع دراسات منشورة تم تجميعها من القطاعات وعلى النطاقين الوطني والإقليمي تشير إلى حدوث

الجدول ٣-٥ تأثيرات تغير المناخ على قطاعات السوق الأخرى إذا لم تحدث تدخلات من جانب السياسة المناخية [×]

	٢٠٢٥	٢٠٥٠	٢١٠٠
تركيزات ثاني أكسيد الكربون [أ]	٤٠٥-٤٦٠ جزءا في المليون	٤٤٥-٦٤٠ جزءا في المليون	٥٤٠-٩٧٠ جزءا في المليون
المتوسط العالمي لتغير درجة الحرارة من عام ١٩٩٠ [ب]	٠,٤-١,١ درجة مئوية	٠,٨-٢,٦ درجة مئوية	٠,٤-٥,٨ درجة مئوية
المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر من عام ١٩٩٠ [ب]	٣-١٤ سم	٥-٣٢ سم	٩-٨٨ سم
التأثيرات على قطاعات السوق الأخرى [ج]			
الطاقة [الفقرة ٧٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تناقص الطلب على الطاقة لتدفئة الأبنية (ثقة مرتفعة [د]). تزايد الطلب على الطاقة لتبريد الأبنية (ثقة مرتفعة [د]).	تضخم التأثيرات على طلب الطاقة (ثقة مرتفعة [د]).	تضخم التأثيرات على طلب الطاقة (ثقة مرتفعة [د]).
القطاع المالي[الفقرة ٣٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	تدهور جودة المياه من جراء درجات الحرارة الأعلى. تعديل تغيرات جودة المياه نتيجة للتغيرات في حجم تدفق المياه. زيادة طغيان المياه المالحة على مستودعات المياه الجوفية الساحلية من جراء الارتفاع في مستوى سطح البحر (ثقة مرتفعة [د]).	زيادة أسعار التأمين وانخفاض توفر التأمين.(ثقة مرتفعة [د]).	تضخم التأثيرات على القطاع المالي.
التأثيرات السوقية الكلية [ج] [الفقرات من ٤١٩ الى ٥٤١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	خسائر صافية في قطاع السوق في كثير من البلدان النامية (ثقة منخفضة [د]). خليط من مكاسب وخسائر السوق في البلدان المتقدمة (ثقة منخفضة [د]).	تضخم الخسائر في البلدان النامية (ثقة متوسطة [د]). تضاؤل المكاسب وزيادة الخسائر في البلدان المتقدمة (ثقة متوسطة [د]).	تضخم الخسائر في البلدان النامية (ثقة متوسطة [د]). خسائر صافية في قطاع السوق في البلدان المتقدمة من جراء حدوث احترار بمقدار بضع "a few" درجات مئوية أو أكثر (ثقة متوسطة [د]).

[×] الرجوع إلى الحواشي أ-د في الجدول ١٣ والحاشية هـ في الجدول ٢٣

خسائر في معظم البلدان والمناطق النامية موضوع الدراسة. وقد قدرت المكاسب والخسائر على السواء للبلدان والمناطق المتقدمة من جراء الزيادات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة بمقدار يبلغ بضع "a few" درجات مئوية. وتقدر الخسائر الاقتصادية للبلدان المتقدمة عند زيادات أكبر في درجة الحرارة. وعند تجميعها على نطاق عالمي، سيتغير الناتج المحلي الإجمالي العالمي بمقدار يزيد أو يقل عن بضع نقاط مئوية للمتوسط العالمي في زيادات درجة الحرارة بمقدار يبلغ بضع "a few" درجات مئوية، مع تزايد صافي الخسائر في حالة حدوث زيادات أكبر في درجات الحرارة. وتستبعد التقديرات عموما تأثيرات التغيرات في تقلبية المناخ ونهاياته ولا تفسر تأثيرات مختلف معدلات تغير المناخ، ولا تفسر إلا جزءا من التأثيرات على السلع والخدمات التي لا يتم تداولها في الأسواق، وتتعامل مع مكاسب البعض باعتبارها خسائر يتعرض لها الآخرون. ولذلك فإن الثقة في تقديرات تأثيرات السوق بالنسبة لبعض البلدان تكون منخفضة بصفة عامة، ومن المرجح أن تسفر مختلف حالات الإغفال عن تقديرات منخفضة للخسائر الاقتصادية والمبالغة في تقدير المكاسب الاقتصادية.

٣-٢٦ وينطوي التكيف على إمكانية تقليل الآثار الضارة الناجمة عن تغير المناخ ويمكنه في كثير من الأحيان أن يحقق فوائد جانبية. ولكنه لن يمنع جميع الأضرار.

الفقرتان ١٨-٢-٣ و١٨-٣-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٢٧ وتم تحديد العديد من خيارات التكيف الممكنة للاستجابة لتغير المناخ التي يمكن أن تقلل التأثيرات الضارة وتعزز التأثيرات المفيدة لتغير المناخ. ولكن ذلك سينطوي على تكاليف. ولم يكتمل التقييم الكمي لفوائدها وتكاليفها عبر المناطق والكيانات. ويمكن للتكيف مع تغير المناخ أن يتخذ أشكالا كثيرة، بما فيها الإجراءات التي يتخذها الأشخاص بهدف تقليل التأثيرات أو الاستفادة من الفرص الجديدة، والتغيرات الهيكلية والوظيفية في النظم الطبيعية استجابة للتغيرات في الضغوط. وينصب التركيز في هذا التقرير على إجراءات الأشخاص للتكيف. ويشمل نطاق الخيارات عمليات التكيف التفاعلية (الإجراءات المتزامنة مع الظروف المتغيرة وبدون إعداد مسبق) أوعمليات التكيف المخططة (الإجراءات المتزامنة مع الظروف المتغيرة أو التي تتخذ تحسبا لها، ولكن بإعداد مسبق). ويمكن اتخاذ إجراءات التكيف من جانب الكيانات الخاصة (مثل الأفراد أو الأسر أو الشركات التجارية) أو من جانب الكيانات العامة (مثل الوكالات الحكومية المحلية أوالاقليمية أو على مستوى الولايات). ويشمل الجدول ٣-٦ أمثلة للخيارات المحددة. وسوف تتفاوت أيضا عبر المناطق والكيانات الفوائد والتكاليف التي تنطوي عليها خيارات التكيف، وهي فوائد وتكاليف لم يكتمل تقييمها. وبرغم عدم اكتمال وتطور حالة المعرفة بشأن التكيف، فإن هناك عددا من الاستنتاجات القوية التي تم التوصل إليها وتلخيصها.

الفقرات ١٨-٢-٢ و١٨-٣-٣ و ١٨-٣-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٢٨ ومن شأن تغير المناخ الأكبر والأسرع أن يطرح أمام التكيف تحديات أكبر ومخاطر وقوع أضرار أشد مما في حالة التغير الأقل والأبطأ. وتتغير السمات الرئيسية لتغير المناخ حتى تتكيف مع أحجام ومعدلات التغيرات في الظواهر المناخية المتطرفة والتقلبية ومتوسط الظروف. وقد طورت النظم الطبيعية والبشرية قدرات للتكيف مع نطاق من تقلبية المناخ تنخفض فيه مخاطر الأضرار نسبيا وترتفع فيه القدرة على الانتعاش. ومع ذلك، يزداد خطر وقوع أضرار بالغة بالنظام أو عدم انتعاشه تماما أو انهياره من جراء التغيرات المناخية التي تسفر عن زيادة تواتر الظواهر التي تقع خارج النطاق التاريخي الذي تكيفت معه النظم. ويمكن للتغيرات في متوسط الظروف (مثل الزيادات في متوسط درجة الحرارة)، بل وفي حالة عدم حدوث تغيرات في التفاوت، أن تفضي إلى زيادات في تواترات بعض الظواهر (مثل موجات الحرارة الأكثر تواترا) التي تتجاوز النطاق الاستيعابي، وتناقص في تواتر بعض الظواهر الأخرى (مثل موجات البرودة الأقل تواترا) (أنظر السؤال ٤ والشكل ٤-١).

الجدول ٣-٦ أمثلة لخيارات التكيف في قطاعات مختارة

القطاع / النظام	خيارات التكيف
المياه [الفقرتان ٤-٦ و٧-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرتان ١٠-٦-٤ و ١٤-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني قي تقرير التقييم الثاني]	زيادة كفاءة استخدام المياه في ظل إدارة الطلب (مثل حوافز الأسعار والأنظمة ومعايير التكنولوجيا). زيادة إمدادات المياه أو موثوقية موارد المياه في ظل إدارة العرض (مثل إنشاء بنية أساسية جديدة لتخزين المياه وتحويلها). تغيير الإطار المؤسسي والقانوني لتسهيل نقل المياه بين المستخدمين (مثل إنشاء أسواق المياه). تقليل حمولات المغذيات في الأنهار وحماية / زيادة النباتات بجانب المجاري المائية لمعادلة تأثيرات تعزيز التغذية الناجمة عن ارتفاع درجة حرارة الماء. إصلاح خطط إدارة الفيضانات لخفض قمة الفيضان في اتجاه مجرى النهر، وتقليل الأسطح الممهدة واستخدام النباتات لتقليل الصرف الناشئ عن العواصف وزيادة رشح المياه. إعادة تقييم معايير تصميم السدود والحواجز وغيرها من البنى الأساسية للحماية من الفيضانات
الأغذية والألياف [الفقرتان ٥-٣-٤ و٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٢-٩ و٤-٤-٤ و١٣-٩ و ١٥-٦ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني والفقرة ١١-٢-١ من التقرير الخاص بالقضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا]	تغيير مواعيد الزراعة والحصاد وغير ذلك من أنشطة الإدارة. استخدام الحرث الأدنى والممارسات الأخرى لتحسين احتفاظ التربة بالمغذيات والرطوبة ولمنع تحات التربة. تغيير معدلات تربية الحيوانات على المراعي. التحول إلى المحاصيل أو أنواع المحاصيل الأقل حاجة إلى الماء والأكثر تحملا للحرارة والجفاف والأوبئة. إجراء البحوث لتطوير أنواع نباتية جديدة. تعزيز الحراجة الزراعية في مناطق الأراضي الجافة، بما في ذلك أراضي الأشجار الحراجية في القرى واستخدام الجنبات والأشجار في الأعلاف. إعادة الزراعة باستخدام خليط من أنواع الأشجار لزيادة التنوع والمرونة. وتعزيز مبادرات إعادة زراعة الغطاء النباتي وإعادة التحريج. مساعدة النزوح الطبيعي لأنواع الأشجار عن طريق إنشاء مناطق محمية متصلة والازدراع. تحسين تدريب وتعليم القوى العاملة في المناطق الريفية. إنشاء أو توسيع البرامج لتوفير إمدادات من الغذاء الآمن كتأمين ضد الاضطرابات في الإمدادات المحلية. إصلاح السياسات التي تشجع على ممارسات الزراعة والرعي والحراجة التي لا تتسم بعدم الكفاءة أو غير المستدامة أو الخطرة (مثل إعانات المحاصيل وتأمين المحاصيل والمياه).
المناطق الساحلية ومصايد الأسماك البحرية [الفقرتان ٦-٦ و٧-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٦-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني والفقرة ١٥-٤ من التقرير الخاص بالقضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا]	منع أعمال التطوير أو التدرج في منعها في المناطق الساحلية السريعة التأثر بالتحات والفيضان والفيضانات الناجمة عن عرام العواصف. استخدام الهياكل الصلبة (مثل السدود والحواجز والأسوار البحرية) أو الرخوة (مثل تغذية الشواطئ واستعادة الكثبان الرملية والأراضي الرطبة والحراجة) لحماية السواحل. تنفيذ نظم إنذار العواصف وخطط الإخلاء. حماية واستعادة الأراضي الرطبة ومصبات الأنهار والسهول الفيضية للحفاظ على الموئل الأساسي لمصايد الأسماك. تعديل وتقوية مؤسسات وسياسات إدارة مصايد الأسماك لتعزيز الحفاظ على المصايد. إجراء البحوث والرصد لتحسين دعم الإدارة المتكاملة لمصايد الأسماك.
صحة الإنسان [الفقرتان ٧-٥-٤ و٩-١-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني والفقرة ١٤-٤ من التقرير الخاص بالقضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا]	إعادة بناء وتحسين البنية الأساسية للصحة العامة. تحسين التأهب للأوبئة وتطوير القدرات في مجال التنبؤ بالأوبئة والإنذار المبكر. رصد الحالة البيئية والبيولوجية والصحية. تحسين الإسكان والإصحاح وجودة المياه. دمج التصاميم في المناطق الحضرية لتقليل تأثير جزر الحرارة (مثل استخدام الغطاء النباتي والأسطح ذات الألوان الفاتحة). التعليم العام لتعزيز أنماط السلوك التي تقلل من مخاطر الصحة.
الخدمات المالية [الفقرة ٨-٣-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث]	توزيع المخاطر من خلال التأمين العام والخاص وإعادة التأمين. تقليل المخاطر من خلال مدونات البناء وغيرها من المعايير التي يضعها أو يحددها القطاع المالي باعتبارها متطلبات للتأمين أو الائتمان.

٣-٢٩ **ويمكن لتعزيز القدرة على التكيف أن يوسع أو يزحزح نطاقات التعامل مع التقلبية والنهايات لتوليد فوائد في الوقت الراهن وفي المستقبل.** وتستخدم حاليا كثير من خيارات التكيف الواردة في الجدول ٣-٦ للتعامل مع التقلبية والنهايات المناخية الحالية، ويمكن لتوسيع استخدامها أن يعزز من القدرة الاستيعابية الراهنة والمستقبلية على السواء. ولكن هذه الجهود قد لا تكون فعالة في المستقبل بنفس مقدار ومعدل الزيادة في تغير المناخ.

الفقرتان ١٨-٢-٢ و١٨-٣-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٣٠ **والفوائد المباشرة المحتملة للتكيف كبيرة وهي تأخذ شكل تأثيرات ضارة منخفضة وتأثيرات مفيدة معززة ناجمة عن تغير المناخ.** وتشير نتائج دراسات تأثيرات تغير المناخ في المستقبل إلى ما ينطوي عليه التكيف من إمكانية تحقيق خفض كبير لكثير من التأثيرات الضارة وتعزيز التأثيرات المفيدة. وعلى سبيل المثال، تقدر تحليلات مخاطر الفيضانات الساحلية الناجمة عن عرام العواصف أن الارتفاع في مستوى سطح البحر من جراء تغير المناخ سيزيد من المتوسط السنوي لعدد الأشخاص الذين يتعرضون للفيضان أضعافا كثيرة إذا لم تتغير الحماية من الفيضانات الساحلية عما هي عليه في الوقت الراهن. وأما إذا تم تعزيز الحماية من الفيضانات الساحلية بما يتناسب مع النمو في الناتج المحلي الإجمالي في المستقبل فسوف تنخفض الزيادة المقدرة بنحو ثلثين (أنظر الشكل ٣-٦). ومع ذلك، لا تشير مثل هذه التقديرات إلا إلى الفوائد المحتملة للتكيف، وليس إلى الفوائد المرجحة، وذلك لأن التحليلات تستخدم عموما افتراضات عشوائية لخيارات التكيف وعوائقه، وتغفل في كثير من الأحيان دراسة التغيرات في النهايات والتقلبية المناخية ولا تفسر سوء النظر في العواقب.

الفقرات ٥-٣-٤ و٦-٥-١ و ١٨-٣-٢ من تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الثاني

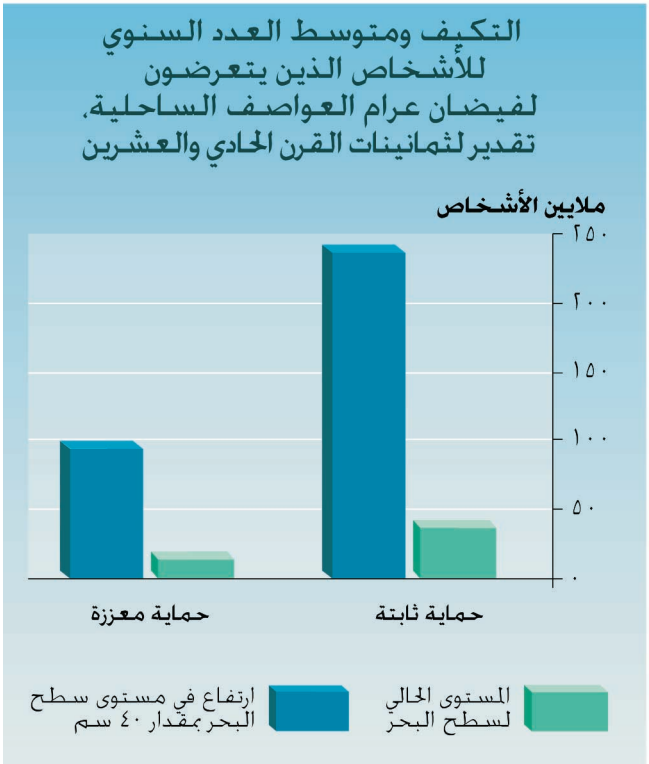
٣-٣١ **وتقديرات تكاليف التكيف قليلة؛ وتشير التقديرات المتاحة إلى أن التكاليف شديدة الحساسية لمعايير القرارات بشأن اختيار وتوقيت تدابير التكيف المحددة.** ولعل تكاليف تدابير حماية المناطق الساحلية من الارتفاع في مستوى سطح البحر هي أفضل ما تم دراسته حتى الآن. وتشمل التدابير التي خضعت للتقييم إنشاء "هياكل صلبة" مثل السدود والحواجز والأسوار البحرية واستخدام "الهياكل الرخوة" مثل تغذية الشواطئ، مع استعادة الرمال والكثبان. وتتفاوت تقديرات تكاليف حماية السواحل تبعا للافتراضات بشأن القرارات التي سيتم اتخاذها فيما يتعلق بحجم خط الساحل المقرر حمايته وأنواع الهياكل المستخدمة ومواعيد تنفيذها (التي تتأثر بمعدل الارتفاع في مستوى سطح البحر) وأسعار الخصم. وتفضي مختلف الافتراضات بشأن هذه العوامل إلى تقديرات لحماية سواحل الولايات المتحدة الأمريكية من ارتفاع في مستوى سطح البحر بمقدار ٠,٥ مترا بحلول عام ٢١٠٠ بتكلفة تتراوح بين ٢٠ بليون و ١٥٠ بليون دولار أمريكي بالقيمة الحالية.

الفقرتان ٦-٥-٢ و١٨-٤-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٣٢ **ومن المتوقع أن يؤثر تغير المناخ تأثيرا سلبيا على التنمية والاستدامة والإنصاف.**

٣-٣٣ **وسوف تقع آثار تغير المناخ بصورة غير متناسبة على البلدان النامية والأشخاص الفقراء في كافة البلدان. وهو ما يفاقم من عدم الإنصاف في الحالة الصحية وفي إمكانية الوصول إلى الغذاء الكافي والمياه النظيفة وغير ذلك من الموارد.** وكما لاحظنا من قبل، من المتوقع أن يتعرض السكان في البلدان النامية لمخاطر عالية نسبيا ناجمة عن التأثيرات الضارة لتغير المناخ على صحة الإنسان وإمدادات المياه والإنتاجية الزراعية والعقارات والموارد الأخرى. وتتهيأ ظروف تقل فيها القدرة على التكيف في معظم البلدان النامية وذلك نتيجة للفقر والافتقار إلى التدريب والتعليم وعدم وجود البنية الأساسية وعدم إمكانية الوصول إلى التكنولوجيات وعدم تنوع فرص الدخل وتدهور قاعدة الموارد الطبيعية والحوافز غير الملائمة وعدم كفاية الإطار القانوني والصراع بين المؤسسات العامة والخاصة. والتأثيرات الضارة وانخفاض القدرة على التكيف تجعل السكان في البلدان النامية أسرع تأثرا من السكان في البلدان المتقدمة بصفة عامة.

الفقرات من ١٨-٥-١ إلى ١٨-٥-١-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث



الفقرة ١-٥-٦ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الشكل ٦-٣: التكيف والمتوسط السنوي لعدد الأشخاص الذين يتعرضون للفيضان الناجم عن عرام العواصف الساحلية، تقدير لثمانينات القرن الحادي والعشرين. ويظهر العمودان الواقعان في الجهة اليسرى من الشكل المتوسط السنوي لعدد الأشخاص الذين من المقدر أن يتعرضوا لفيضان عرام العواصف الساحلية في عام ٢٠٨٠ في ظل المستوى الحالي لسطح البحر وارتفاع مقداره ٤٠سنتيمترا في مستوى سطح البحر، مع افتراض عدم تغير الحماية الساحلية عما هي عليه في الوقت الراهن وحدوث زيادة معتدلة في عدد السكان. ويبين العمودان الواقعان جهة اليمين نفس البيانات ولكن مع افتراض تعزيز الحماية الساحلية بالنسبة للنمو في الناتج المحلي الإجمالي.

٣-٣٤ **واستخدام الموارد على نحو غير مستدام يزيد من سرعة التأثر بتغير المناخ.** وتحول الموائل الطبيعية إلى استخدامات بشرية وارتفاع معدلات جمع الموارد من البيئة وممارسات الزراعة والرعي التي لا تحمي التربة من التدهور وتلوث الهواء والماء يمكنها أن تقلل من قوة النظم على التعامل مع التفاوت أو التغير في المناخ، وقدرة النظم على الانتعاش من الانهيار. وهذه الضغوط تجعل النظم والسكان الذين يحصلون من هذه النظم على السلع والخدمات وسبل عيشهم شديدي التأثر بتغير المناخ. وتوجد هذه الضغوط في البلدان المتقدمة فضلا عن البلدان النامية، ولكن الوفاء بأهداف التنمية على نحو لا يفرض ضغوطا غير مستدامة على النظم يضع البلدان النامية أمام مأزق معين.

الفقرات ١-٢-٢ و ٤-٧ و٥-١ و ٦-٣-٤ و٦-٤-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٣٥ **ويمكن للمخاطر المقترنة بتغير المناخ أن تقوض ما تم إحرازه من تقدم نحو التنمية المستدامة.** ويمكن لتزايد تواتر وشدة حالات الجفاف أن يفاقم من تدهور الأراضي. ويمكن للزيادات في ظواهر التهطال الغزير أن تزيد من الفيضانات والانهيالات الأرضية والانهيالات الطينية التي يمكن للدمار الناجم عنها أن يؤخر جهود التنمية لأعوام في بعض الحالات. ويمكن أن تحدث انتكاسة في التقدم المحرز في الحالة الصحية والغذائية في بعض المناطق من جراء تأثيرات تغير المناخ على صحة الإنسان وعلى الزراعة. ويمكن أيضا لمثل هذه المخاطر أن تتفاقم من جراء تزايد أعمال التطوير في المناطق الدينامية وغير المستقرة بطبيعتها (مثل السهول الفيضية وشواطئ الحواجز والسواحل المنخفضة والمنحدرات شديدة الانحدار التي أزيلت منها الغابات).

الفقرة ١٨-٦-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٣٦ **ويمكن لتغير المناخ أن يقلل من فعالية مشاريع التنمية إذا لم تؤخذ في الحسبان.** وتشمل مشاريع التنمية في كثير من الأحيان استثمارات في البنية الأساسية والمؤسسات ورأس المال البشري لإدارة الموارد الحساسة للمناخ، مثل المياه والطاقة الكهرومائية والأراضي الزراعية

الفقرة ١٨-٦-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

والغابات. ويمكن أن يتأثر أداء هذه المشروعات بتغير المناخ وتزايد التقلبية المناخية ، غير أن هذه العوامل لا تلقى اهتماما كافيا في تصميم المشروعات. وقد أظهرت التحليلات أن المرونة المطلوبة لحسن الأداء في ظل نطاق أوسع من الظروف المناخية يمكن دمجها في المشروعات بتكاليف إضافية معقولة في بعض الحالات، وأن المرونة الأكبر تنطوي على قيمة فورية نظرا للمخاطر الناجمة عن التقلبية الحالية للمناخ.

الفقرة ١٨-٦-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٣-٣٧ **وكثير من متطلبات تعزيز القدرة على التكيف مع تغير المناخ تماثل متطلبات تعزيز التنمية المستدامة.** وتشمل أمثلة المتطلبات المشتركة لتعزيز القدرة على التكيف والتنمية المستدامة زيادة إمكانية الوصول إلى الموارد وتقليل أوجه عدم الإنصاف في الوصول إليها والحد من الفقر وتحسين التعليم والتدريب والاستثمار في البنية الأساسية ومشاركة الأطراف المعنية في إدارة الموارد المحلية ورفع القدرات والكفاءات المؤسسية. وبالإضافة إلى ما سبق، يمكن تقليل سرعة التأثر بتغير المناخ مع التحرك قدما نحو استخدام الموارد على نحو أكثر استدامة عن طريق المبادرات الرامية إلى إبطاء تحول الموائل والسيطرة على ممارسات الحصاد من أجل تحسين حماية الموارد واعتماد ممارسات الزراعة والرعي التي تحمي التربة وتحسين تنظيم تصريف الملوثات.

السـؤال ٤

السـؤال ٤

ماذا تعرف عن تأثير التركيزات المتزايدة لغازات الدفيئة والأهباء الجوية في الغلاف الجوي، والتغير المقدر بفعل الإنسان في المناخ إقليميا وعالميا على:

أ. تواتر وحجم التقلبات المناخية، بما في ذلك التقلبية اليومية والموسمية والتقلبية فيما بين السنوات والتقلبية العقدية، مثل دورات النينو/التذبذب الجنوبي وغيرها؟

ب. مدة وموقع وتواتر وشدة الظواهر المتطرفة، مثل موجات الحرارة والجفاف والفيضانات والتهطال الغزير والانهيارات الثلجية والعواصف والأعاصير الدوامية والأعاصير الحلزونية المدارية؟

ج. الخطر الناشئ عن التغيرات المفاجئة/غير الخطية في جملة أمور، منها مصادر وبواليع غازات الدفيئة، ودوران المحيطات وحجم الجليد القطبي والتربة الصقيعية؟ وإذا كان الأمر كذلك، فهل يمكن قياس الخطر كميا؟

د. خطر التغيرات المفاجئة/غير الخطية في النظم الايكولوجية؟

٤-١ تركز هذه الإجابة على التغيرات المقدرة في تواتر وحجم التقلبات المناخية نتيجة لزيادة تركيزات غازات الدفيئة والأهباء الجوية. ويتم التشديد بصفة خاصة على التغيرات في تواتر وحجم ومدة النهايات المناخية التي تمثل مخاطر هامة تتعرض لها النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية الاقتصادية من جراء تغير المناخ. وتجري هنا مناقشة التغيرات المفاجئة أو غير الخطية في النظم البيولوجية الفيزيائية وتناقش التغيرات التدريجية في النظم الفيزيائية والبيولوجية والاجتماعية في السؤال ٣.

الفقرتان من ٩-٣-٥ إلى ٩-٣-٥-٦ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٤-١-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٤-٢ **وتشير تقديرات النماذج إلى أن التركيزات المتزايدة لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي ستسفر عن تغيرات في التقلبية اليومية والموسمية وفيما بين السنوية والعقدية.** ومن المقدر حدوث انخفاض في المدى اليومي لدرجات الحرارة في كثير من المناطق مع زيادة الحدود الدنيا أثناء الليل بصورة أكبر من الحدود العليا أثناء النهار. ويبين عدد من النماذج انخفاضا عاما في التقلبية اليومية لدرجة الحرارة السطحية شتاء وزيادة التقلبية اليومية صيفا في مناطق اليابسة في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وتبين التقديرات الحالية حدوث تغير ضئيل أو زيادة طفيفة في حجم ظواهر النينو على مدى المائة عام القادمة. وتبين كثير من النماذج حدوث متوسط استجابة أكثر شبها بظاهرة النينو في المنطقة المدارية من المحيط الهادئ وزيادة الارتفاع في درجات حرارة سطح البحر في المنطقة الاستوائية الوسطى والشرقية من المحيط الهادئ بدرجة أكبر من المنطقة الاستوائية الغربية للمحيط الهادئ مع متوسط مماثل في تزحزح التهطال شرقا. وحتى مع حدوث تغير طفيف أو مع عدم حدوث أي تغير في قوة النينو، فمن المرجح أن يفضي الاحترار العالمي إلى حدوث ظواهر أكثر تطرفا في الجفاف وغزارة سقوط الأمطار وزيادة خطر الجفاف والفيضانات التي تصاحب ظواهر النينو في كثير من المناطق المختلفة. ولا يوجد اتفاق واضح بين النماذج فيما يتعلق بالتغيرات في تواتر أو هيكل أنماط دوران المحيطات والغلاف الجوي التي تحدث بصورة بطبيعية، مثل ظاهرة التذبذب في شمال المحيط الأطلنطي.

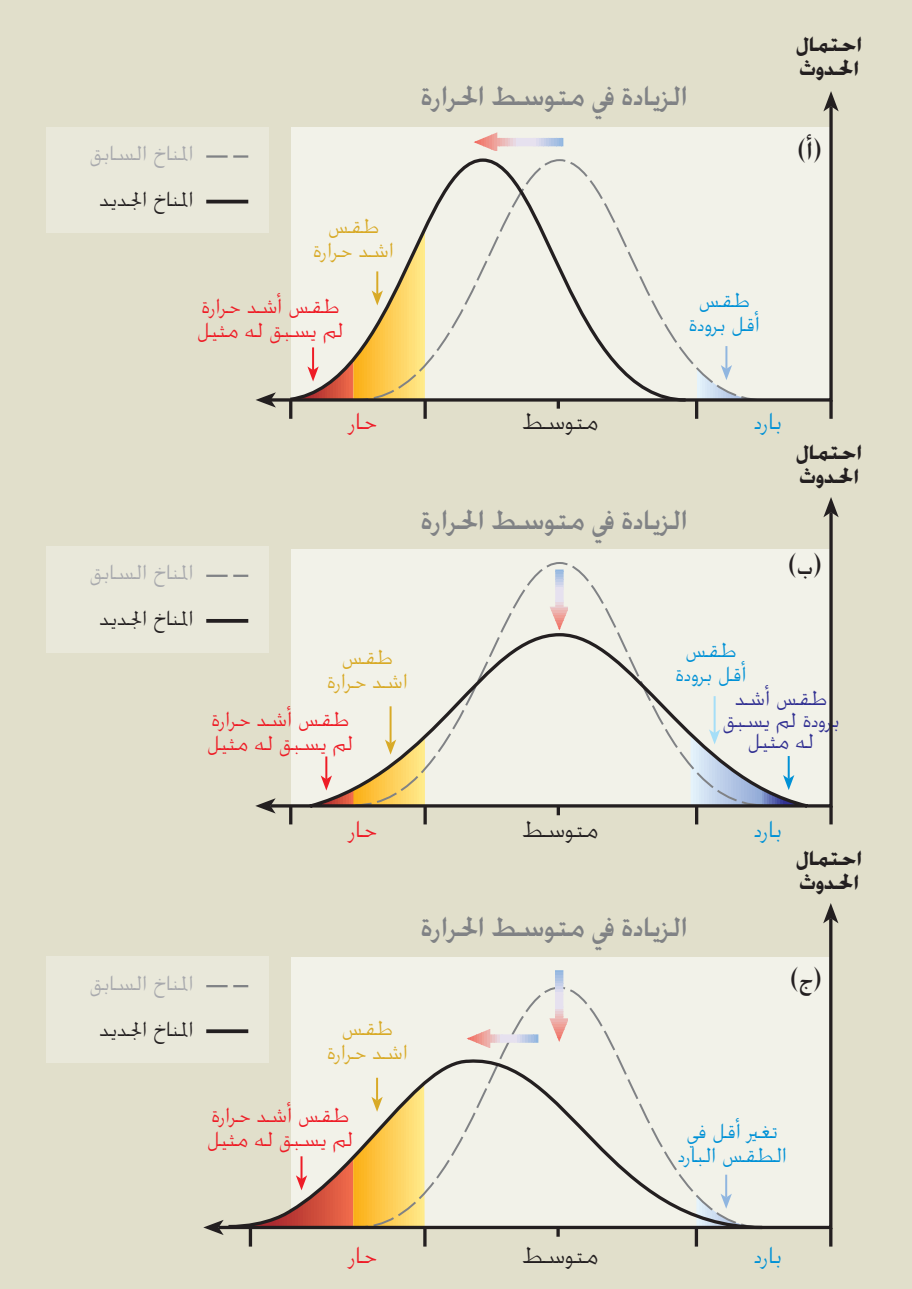
٤-٣ **ومن المرجح إلى مرجح جدا أن يحدث تغير في مدة وموقع وتواتر وشدة الظواهر الجوية والمناخية المتطرفة وسوف تؤدي في معظم الحالات إلى حدوث تأثيرات ضارة على النظم البيولوجية الفيزيائية.**

الفقرات١-٢ و ٢-٧ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٤-٤ وتتسم أنماط الدوران الطبيعية، مثل النينو–التذبذب الجنوبي والتذبذب في شمال الأطلنطي بأهمية أساسية في المناخ العالمي وفي تقلبيته القصيرة الأجل (اليومية وفيما بين السنوية والسنوية) والأطول أجلا (العقدية والمتعددة العقود). وقد يظهر تغير المناخ كتغير في المتوسطات فضلا عن التغير في تفضيل أنماط دوران مناخية محددة يمكن أن تسفر عن تغيرات في تفاوت وتواتر نهايات المتغيرات المناخية (أنظر الشكل ٤-١).

الفقرتان ٩-٣- ٦ و ١٠-٣-٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٥-٣ و ٩-٤-٢ و ١٩-٥ من تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الثاني

٤-٥ **ومن المحتمل تزايد الأيام الحارة والموجات الحارة وتناقص أيام البرودة والصقيع خلال معظم مناطق اليابسة.** وسوف تفضي الزيادات في متوسط درجة الحرارة إلى حدوث زيادات في الطقس الحار والطقس الحار القياسي مع تناقص أيام الصقيع والموجات الباردة (أنظر الشكل ٤-١ (أ) و(ب)). ويظهر عدد من النماذج انخفاضا عاما في التقلبية اليومية لدرجة حرارة الهواء السطحي في الشتاء وزيادة التقلبية اليومية في الصيف في مناطق اليابسة في نصف الكرة الشمالي. ومن المرجح أن تسفر التغيرات في نهايات الحرارة عن حدوث زيادة في خسائر المحاصيل والحيوانات وزيادة استخدام الطاقة لأغراض التبريد وقلة استخدامها لأغراض التسخين وزيادة المرضية البشرية والمرضية المرتبطة بإجهاد الحرارة (أنظر الجدول ٤-١).



الشكل ٢-٣٢ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الشكل ١-٤: رسومات تخطيطية تبين التأثيرات على نهايات الحرارة (أ) عندما يزداد المتوسط، مما يفضي إلى طقس حار قياسي بدرجة كبيرة و(ب) عندما يزداد التفاوت و (ج) عندما يزداد المتوسط والتفاوت، مما يفضي إلى طقس حار قياسي بدرجة أكبر كثيرا.

وسوف يسفر تناقص عدد أيام الصقيع عن انخفاض المرضية والوفيات المرتبطة بالبرد وتناقص خطر وقوع أضرار لعدد من المحاصيل بالرغم من احتمال زيادة الأخطار التي تصيب محاصيل أخرى. ويمكن أن تسفر الفوائد التي تعود على الزراعة من جراء حدوث زيادة صغيرة في درجة الحرارة عن زيادات صغيرة في الناتج المحلي الإجمالي للبلدان الواقعة في المنطقة المعتدلة.

٦-٤ **ومن المرجح جدا أن يزداد حجم وتواتر ظواهر التهطال المتطرفة فوق مناطق كثيرة ومن المقدر تناقص فترة عودة ظواهر التهطال المتطرفة.** وسوف يفضي ذلك إلى زيادة تواتر حدوث الفيضانات والانهيالات الأرضية وما يصاحب ذلك من خسائر في الأرواح وتأثيرات على الصحة (مثل الأوبئة والأمراض المعدية وتسمم الأغذية) ووقوع أضرار للعقارات والخسائر في البنية الأساسية والمستوطنات وتحات التربة وحمولات التلوث والخسائر في التأمين والزراعة، وذلك من بين أمور أخرى. ومن المرجح أن يفضي الجفاف العام الذي يصيب المناطق القارية الوسطى أثناء الصيف إلى حدوث زيادات في حالات الجفاف الصيفي ويمكن أن يزيد من خطر اندلاع الحرائق

الفقرة ٩-٣-٦ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٤-٣-٨ و ٩-٥-٣ و ٩-٧-١٠ و ٩-٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الهائلة. ويحدث هذا الجفاف العام من جراء حدوث زيادة في درجة الحرارة بالإضافة إلى إمكانية التبخر التي لا توازنها زيادات في التهطال. ومن المرجح أن يفضي الاحترار العالمي إلى حدوث زيادة في تقلبية التهطال الموسمي الصيفي الآسيوي.

٤-٧ **وتشير دراسات النمذجة العالية الاستبانة إلى أنه من المرجح حدوث زيادة في شدة الرياح القصوى في الأعاصير المدارية في بعض المناطق بنسبة تتراوح** بين ٥ و ١٠٪ وقد تتزايد معدلات التهطال بنسبة تتراوح بين ٢٠ إلى ٣٠٪ ولكن لا توجد أي دراسة تشير إلى حدوث تغير في مواقع الأعاصير المدارية.

الإطار ١٠-٢ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٤-٨ **ولا تتوفر معلومات كافية عن الكيفية التي قد تتغير بها الظواهر الضيقة النطاق.** ولا يتم محاكاة الظواهر الضيقة النطاق، مثل العواصف الرعدية والأعاصير والبرد والعواصف البردية والبرق، في نماذج المناخ العالمي.

الفقرة ٩-٣-٦ لفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٤-٩ **ويمكن أن يسبب تأثير غازات الدفيئة في القرن الحادي والعشرين تغييرات واسعة النطاق وشديدة التأثير وغير خطية وقد تكون مفاجئة في النظم الفيزيائية والأحيائية خلال العقود القادمة إلى آلاف الأعوام وما يصاحبها من نطاق واسع من الاحتماليات.**

٤-١٠ وينطوي النظام المناخي على كثير من العمليات التي تتفاعل بطرق غير خطية معقدة يمكن أن تفضي إلى عتبات (ومن ثم إلى تغيرات مفاجئة محتملة) في النظام المناخي يمكن عبورها إذا اضطرب النظام بدرجة كافية. وتشمل هذه التغيرات المفاجئة وغيرها من التغيرات غير الخطية زيادة كبيرة مستحثة بفعل المناخ في انبعاثات غازات الدفيئة من النظم الايكولوجية الأرضية وانهيار الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي (أنظر الشكل ٤-٢) وتفكك الأغطية الجليدية في المنطقة القطبية الجنوبية وفي غرينلاند. وبعض هذه التغيرات تتسم باحتمالية حدوث منخفضة خلال القرن الحادي والعشرين. ومع ذلك، قد يؤدي تأثير غازات الدفيئة في القرن الحادي والعشرين إلى حدوث تغييرات يمكن أن تفضي إلى تحولات خلال القرون اللاحقة (أنظر السؤال ٥). وبعض هذه التغيرات (مثل التغيرات التي تطرأ على الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي) قد لا يمكن التخلص منها على مدى قرون إلى آلاف الأعوام. وهناك قدر أكبر من عدم اليقين بشأن الآليات المستخدمة وبشأن احتمالية هذه التغيرات أو نطاقاتها الزمنية. ومع ذلك، فهناك أدلة من باطن الجليد القطبي على حدوث تغير في نظم الغلاف الجوي خلال بضع سنوات وحدوث تغيرات واسعة النطاق في نصفي الكرة الأرضية خلال بضعة عقود وينجم عنها عواقب كبيرة على النظم البيولوجية الفيزيائية.

الفقرة ٧-٣ و ٩-٣-٤ و١١-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرتان ٥-٢ و ٥-٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصلان الثالث والرابع من التقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغييرات في استخدام الأراضي والحراجة

٤-١١ **وقد يكون من الممكن حدوث زيادات كبيرة مستحثة بفعل المناخ في انبعاثات غازات الدفيئة من جراء التغيرات الواسعة النطاق في التربة والغطاء النباتي في القرن الحادي والعشرين.** ويمكن للاحترار العالمي الذي يتفاعل مع غيره من الاجهادات البيئية والأنشطة البشرية أن يفضي إلى الانهيار السريع للنظم الايكولوجية القائمة. وتشمل أمثلة ذلك موت التندرا والغابات الشمالية والمدارية وما يقترن بها من أراضي النباتات المتحللة مما يجعلها عرضة لاندلاع الحرائق. ومن شأن هذا الانهيار أن يحدث تغيرا مناخيا آخر من خلال زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة التي تبثها النباتات والتربة، والتغيرات في خصائص السطح والقدرة على عكس الأشعة الشمسية.

الفقرات ٥-٢ و ٥-٨ و ٥-٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصلان الثالث والرابع من التقرير الخاص عن استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة

الجدول ٤-١ أمثلة للتقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة وأمثلة لتأثيراتها (الجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث)

التغييرات المقدرة في الظواهر المناخية المتطرفة واحتمالاتها خلال القرن الحادي والعشرين	أمثلة تمثل التأثيرات المقدرة [1] (جميعها يتسم بثقة حدوث كبيرة في بعض المناطق)
درجات حرارة قصوى أعلى ومزيد من الأيام الحارة وموجات الحرارة [2] فوق كل مناطق اليابسة تقريبا (مرجح جدا)	تزايد حالات الوفيات والأمراض الخطيرة في فئات كبار السن وفقراء المناطق الحضرية تزايد إجهادات الحرارة في الحيوانات والحياة البرية تزحزح في المقاصد السياحية تزايد خطر وقوع أضرار لعدد من المحاصيل تزايد الطلب على التبريد باستخدام الكهرباء وتناقص موثوقية إمدادات الطاقة
درجات حرارة دنيا أعلى (متزايدة) وأيام باردة وصقيع وموجات برودة [2] أقل فوق جميع مناطق اليابسة تقريبا (مرجح جدا)	تناقص الاعتلالات والوفيات البشرية المرتبطة بالبرد تناقص خطر الأضرار التي تصيب عددا من المحاصيل وتزايدها بالنسبة لمحاصيل أخرى امتداد نطاق ونشاط بعض نواقل الأوبئة والأمراض انخفاض الطلب على طاقة التدفئة
ظواهر التهطال الأشد (مرجح جدا في بعض المناطق)	زيادة الفيضانات والانهيالات الأرضية والانهيارات الثلجية والأضرار الناجمة عن الانهيارات الطينية زيادة تحات التربة زيادة صرف الفيضانات يمكن أن يعيد شحن بعض مستجمعات المياه في السهول الفيضية زيادة الضغط على الحكومات والنظم الخاصة للتأمين ضد الفيضانات والإغاثة من الكوارث
تزايد الجفاف في الصيف في معظم الأجزاء الداخلية القارية في مناطق خطوط العرض الوسطى وما يقترن بذلك من خطر الجفاف (مرجح)	تناقص غلات المحاصيل تزايد الأضرار الواقعة على أسس الأبنية من جراء الانكماش الأرضي تناقص كمية وجودة موارد المياه تزايد خطر اندلاع حرائق الغابات
تزايد شدة الرياح القصوى المصاحبة للأعاصير المدارية وتزايد متوسط وذروة شدة التهطال (مرجح في بعض المناطق) [3]	تزايد الأخطار التي تهدد حياة الإنسان وتزايد خطر تفشي الأمراض المعدية وكثير من الأخطار الأخرى تزايد التحات الساحلي والأضرار التي تلحق بالأبنية والبنى الأساسية الساحلية تزايد الأضرار التي تصيب النظم الايكولوجية الساحلية، مثل الشعاب المرجانية والمنغروف
تزايد شدة حالات الجفاف والفيضانات المصاحبة لظواهر النينو في كثير من المناطق المختلفة (مرجح) (أنظر أيضا حالات الجفاف وظواهر التهطال الغزير)	تناقص الإنتاجية الزراعية وإنتاجية المراعي في المناطق المعرضة للجفاف والفيضانات تناقص إمكانات الطاقة الكهرومائية في المناطق المعرضة للجفاف
تزايد تقلبية تهطال الموسميات الصيفية الآسيوية (مرجح)	زيادة في حجم وأضرار الفيضان والجفاف في آسيا المعتدلة والمدارية
تزايد شدة العواصف في مناطق خطوط العرض الوسطى (لا يوجد اتفاق كبير بين النماذج الحالية) [2]	تزايد الأخطار التي تهدد حياة وصحة الإنسان تزايد الخسائر التي تلحق بالممتلكات والبنى الأساسية تزايد الأضرار التي تصيب النظم الايكولوجية الساحلية

[1] يمكن تقليل هذه التأثيرات عن طريق اتخاذ تدابير الاستجابة الملائمة
[2] معلومات من الملخص الفني لتقرير التقييم الثالث الصادر عن الفريق العامل الأول (الفقرة ٥ من الجزء ''و'').
[3] من الممكن حدوث تغييرات في التوزيع الإقليمي للأعاصير المدارية ولكنها لم تثبت بعد.

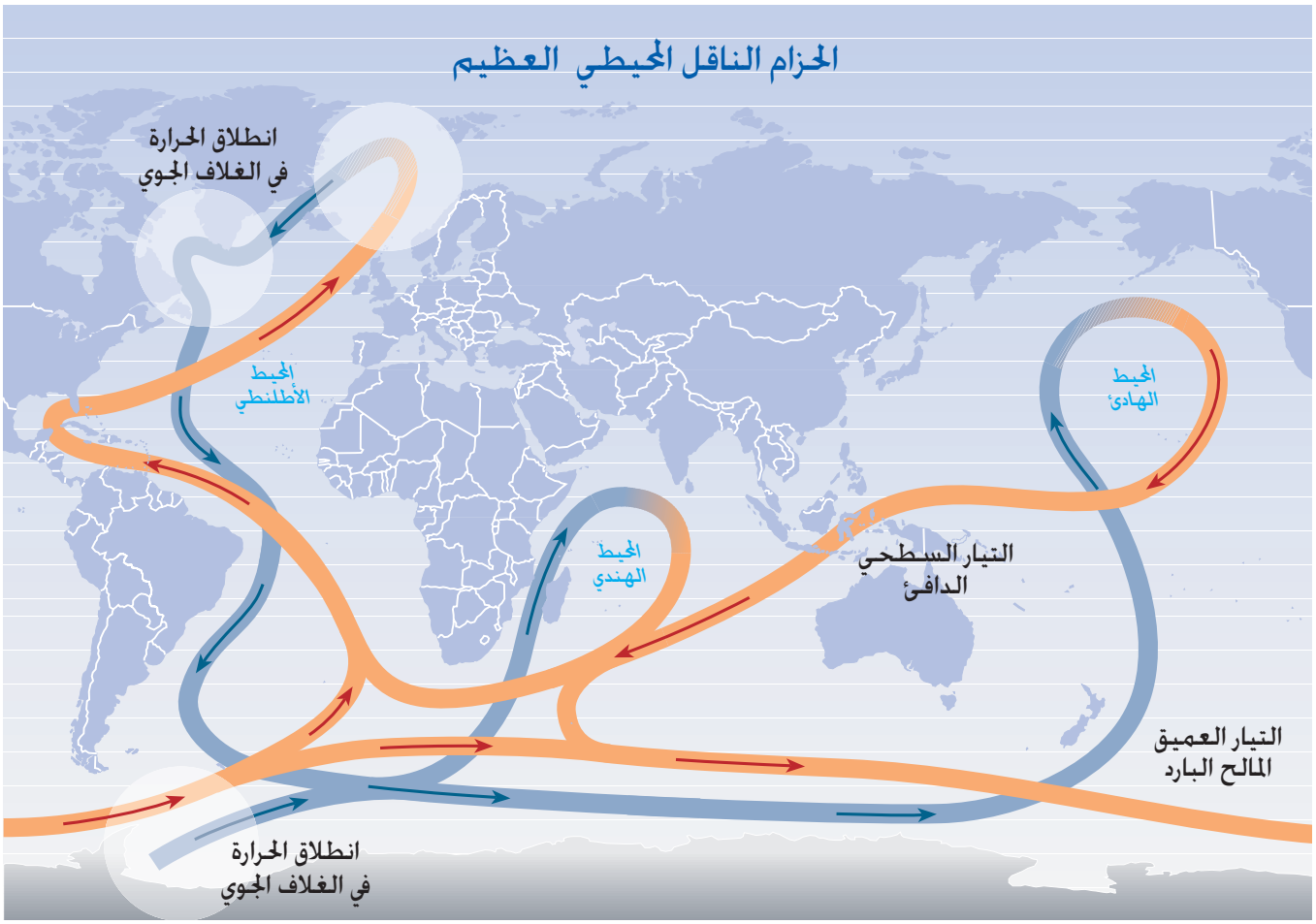
الفقرة ٤-٢-١-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٤-١٢ **ويبدو من غير المرجح بصورة استثنائية حدوث زيادة كبيرة وسريعة في ميثان الغلاف الجوي سواء من التخفيضات في البالوعة الكيميائية للغلاف الجوي أو من انطلاق خزانات الميثان المطمورة.** والزيادة السريعة في عمر الميثان الممكنة في ظل الانبعاثات الكبيرة لملوثات التروبوسفير لا تحدث في إطار سيناريوهات التقرير الخاص. وخزان الميثان المطمور في رواسب الهيدرات الصلبة تحت التربة الصقيعية وترسبات المحيطات يتسم بضخامته حيث يزيد بمقدار ١٠٠٠ ضعف عن المحتوى الحالي للغلاف الجوي. وتحدث تغذية مرتدة مقترحة في المناخ عندما تتحلل الهيدرات استجابة للاحترار وتقوم بإطلاق مقادير هائلة من الميثان. ومع ذلك، فإن معظم غاز الميثان المنطلق من الشكل الصلب يتحلل بالبكتيريا الموجودة في الترسبات وعمود المياه، وهو ما يحد من المقدار الذي يتم بثه في الغلاف الجوي إلا إذا ظهرت انبعاثات فائرة متفجرة. ولم يتم

قياس حجم التغذية المرتدة، ولكن سجل الميثان في الغلاف الجوي على مدى الخمسين ألف عام الماضية لا يتضمن رصدات تدعم انطلاق الميثان بسرعة وعلى نطاق واسع .

الملخص لصانعي السياسات
في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث و الفقرتان ٧-٣ و ٩-٣-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٤-١٣ **وتتنبأ معظم النماذج بضعف قوة الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيطات، وهو ما يفضي إلى تقليل انتقال الحرارة إلى مناطق خطوط العرض العليا في أوروبا (أنظر الشكل ٤-٢).** ومع ذلك، حتى في النماذج التي يضعف فيها الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي مازال هناك احترار يحدث فوق أوروبا من جراء زيادة تركيزات غازات الدفيئة. ولا تظهر التقديرات الحالية حدوث توقف كامل في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي بحلول عام ٢١٠٠. وفيما بعد عام ٢١٠٠، تشير بعض النماذج إلى أن الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي يمكن أن يتوقف توقفا كاملا ومن الممكن ألا يستعاد إلى حالته الأولى في أي من نصفي الكرة الأرضية إذا كان التغير في التأثير الإشعاعي أكبر بدرجة كافية ويستمر لمدة طويلة بدرجة



الشكل ٢-٤: توضيح تخطيطي لنظام الدوران العالمي في محيطات العالم، وهو يتألف من الطرق الرئيسية الشمالية-الجنوبية للدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في كل حوض من أحواض المحيطات التي تلتقي في الدوران حول القطب الجنوبي. وتتصل التيارات السطحية الدافئة بالتيارات العميقة الباردة في المناطق القليلة لتكون المياه العميقة في مناطق خطوط العرض العليا في المحيط الأطلنطي وحول المنطقة القطبية الجنوبية (اللون الأزرق) حيث يحدث الانتقال الرئيسي للحرارة من المحيط إلى الغلاف الجوي. ويسهم هذا النظام الحالي إسهاما كبيرا في نقل الحرارة وإعادة توزيعها (مثل التيارات المتدفقة في اتجاه المنطقة القطبية في المنطقة الشمالية الغربية الدافئة من أوروبا الواقعة في شمال الأطلنطي بما يصل إلى ١٠ درجات مئوية). وتشير عمليات المحاكاة باستخدام النماذج إلى أن فرع شمال الأطلنطي من نظام الدوران يتسم على وجه الخصوص بسرعة تأثره بالتغيرات في درجة حرارة الغلاف الجوي وفي الدورة الهيدرولوجية. وهذه الاضطرابات التي تحدث من جراء الاحترار العالمي يمكن أن تخل بالنظام الحالي وسيؤثر ذلك تأثيرا قويا على المناخ في المناطق الإقليمية وحتى نصفي الكرة الأرضية. ويلاحظ أن هذا ليس سوى رسما تخطيطيا وأنه لا يبين بدقة مواقع التيارات المائية التي تشكل جزءا من الدوران الدفوع بالتباين الحراري والملحي.

كافية. وتشير النماذج إلى أن حدوث انخفاض في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي سيقلل من صموده أمام الاضطرابات (أي أن الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي الذي ينخفض لمرة واحدة يبدو أقل ثباتا ويمكن أن يكون التوقف مرجحا بدرجة أكبر).

الفقرة ١١-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٤-١٤ ومن المرجح أن تتزايد كتلة الغطاء الجليدي في المنطقة القطبية الجنوبية بأكملها خلال القرن الحادي والعشرين. ومع ذلك، يمكن أن تقل كتلة الغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الجنوبية على مدى الألف عام القادمة مصحوبا بارتفاع يبلغ عدة أمتار في مستوى سطح البحر. ولكن لم يكتمل فهم بعض العمليات الأساسية. وكان هناك إعراب عن القلق بشأن ثبات الغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الجنوبية نظرا لوقوعه تحت مستوى سطح البحر. ومع ذلك، فهناك اتفاق واسع على أنه من غير المرجح أن يكون فقدان الجليد الجوفي مصدرا لحدوث ارتفاع كبير في مستوى سطح البحر خلال القرن الحادي والعشرين. وتقدر النماذج المناخية ونماذج الجليد الدينامية الحالية أنه من المرجح أن تزداد كتلة كل الغطاء الجليدي في لمنطقة القطبية الجنوبية خلال الأعوام المائة القادمة بسبب الزيادة المقدرة في التهطال، وهو ما يسهم في انخفاض نسبي يبلغ عدة سنتيمترات في مستوى سطح البحر. وخلال الأعوام الألف القادمة، تقدر هذه النماذج أن الغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الجنوبية يمكن أن يسهم بارتفاع مقداره ٣ أمتار في مستوى سطح البحر.

الفقرة ١١-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٤-١٥ من المرجح أن تقل كتلة الغطاء الجليدي في غرينلاند خلال القرن الحادي والعشرين وتسهم ببضعة سنتيمترات في ارتفاع مستوى سطح البحر. وخلال القرن الحادي والعشرين من المرجح أن تقل كتلة الغطاء الجليدي في غرينلاند لأن الزيادة المقدرة في الصرف ستتجاوز الزيادة في التهطال وستسهم في مجموع الارتفاع في مستوى سطح البحر بحد أقصى ١٠ سنتيمترات. وسوف تستمر الأغطية الجليدية في التفاعل مع احترار المناخ وفي الإسهام في ارتفاع مستوى سطح البحر لآلاف الأعوام بعد استقرار المناخ. وتشير النماذج المناخية إلى أنه من المرجح أن يتراوح الاحترار المحلي في غرينلاند بين واحد إلى ثلاثة أضعاف المتوسط العالمي. وتقدر نماذج الأغطية الجليدية أن حدوث احترار محلي أكبر من ٣ درجات مئوية، إذا استمر لآلاف الأعوام، سيفضي إلى الذوبان الكامل تقريبا للغطاء الجليدي في غرينلاند مما سيسفر عن ارتفاع في مستوى سطح البحر بنحو ٧ أمتار. ومن المرجح أن يؤدي حدوث احترار محلي بمقدار ٥,٥ درجة مئوية، إذا استمر لمدة ١٠٠٠ عام، إلى مساهمة غرينلاند في حدوث ارتفاع في مستوى سطح البحر بنحو ٣ أمتار. (أنظر السؤال ٣)

الفقرة من ١٦-١ إلى ١٦-١-٢ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٤-١٦ ومن المتوقع حدوث تغيرات واضحة في درجة حرارة التربة الصقيعية وتشكل السطح وتوزيعه في القرن الحادي والعشرين. وتشكل التربة الصقيعية حاليا أساس ٢٤,٥٪ من مساحة اليابسة المكشوفة في نصف الكرة الشمالي. وفي ظل احترار المناخ، سيتأثر كثير من هذه التربة بالانخساف، ولاسيما في مناطق التربة الصقيعية الدافئة نسبيا وغير المستمرة. والمساحة التي تحتلها التربة الصقيعية في نصف الكرة الشمالي يمكن أن تنخفض في النهاية بنحو ١٢ إلى ٢٢ ٪ من حجمها الحالي ويمكن أن تختفي في نهاية المطاف من نصف منطقة التربة الصقيعية الكندية الحالية. وقد تتضح التغيرات على الحد الجنوبي مع أواخر القرن الحادي والعشرين ولكن بعض التربة الصقيعية الغنية بالجليد يمكن أن تستمر في شكل بقايا لمدة قرون أو آلاف السنوات. وقد يصاحب ذوبان التربة الصقيعية الغنية بالجليد انهيالات وانخساف للسطح، ومن الممكن أن يزيد ذلك من الترسبات في المجاري المائية مما يلحق أضرارا بالبنية الأساسية في المناطق المتقدمة. وتبعا لنظام التهطال وظروف الصرف، يمكن أن يفضي التدهور في التربة الصقيعية إلى انبعاث غازات الدفيئة وتحول الغابات إلى مستنقعات أو أراض معشوشبة أو نظم ايكولوجية في الأراضي الرطبة ويمكن أن ينجم عنه مشاكل تحات رئيسية وانهيالات أرضية.

٤-١٧ وقد تتغير فجأة أو على نحو غير خطي كثير من النظم الايكولوجية الطبيعية والمدارة خلال القرن الحادي والعشرين. وكلما ازداد حجم ومعدل التغير، كلما ازداد خطر التأثيرات الضارة.

الفقرات ٥-٢ و ٦-٤-٥ و ١٧-٢-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٤-١٨ وقد تزيد التغيرات في المناخ من خطر حدوث تغيرات مفاجئة وغير خطية في كثير من النظم الايكولوجية والتي تؤثر على تنوعها البيولوجي وإنتاجيتها ووظيفتها. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يفضي استمرار حدوث زيادات في درجة حرارة المياه بنحو درجة مئوية، بمفرده أو بالاشتراك مع أي من عدة إجهادات (مثل التلوث المفرط و التغرين)، إلى طرد الطحالب من المرجان (تبييض المرجان؛ أنظر الشكل ٤-٣ والسؤال ٢) وهو ما يفضي في نهاية المطاف إلى موت المرجان والخسارة الممكنة في التنوع البيولوجي. وسوف يزحزح التغير في المناخ أيضا الموائل الملائمة لكثير من الكائنات الأرضية والبحرية في اتجاه المنطقة القطبية أو الكائنات الأرضية إلى ارتفاعات أعلى في المناطق الجبلية. ويمكن لتزايد الاضطرابات بالإضافة إلى تزحزح الموائل والظروف الأشد تقييدا المطلوبة لإقامة الأنواع الأحيائية أن يفضي إلى انهيار مفاجئ وسريع للنظم الايكولوجية الأرضية والبحرية وهو ما يمكن أن يسفر عن تجمعات نباتية وحيوانية جديدة أقل تنوعا تضم أنواعا أحيائية تكثر فيها زالأعشاب الضارةس وتزيد من خطر الانقراض (أنظر السؤال ٣).

٤-١٩ وتنطوي النظم الايكولوجية على كثير من العمليات غير الخطية المتفاعلة وهكذا فإنها تكون خاضعة للتغيرات المفاجئة وتأثيرات العتبات الناشئة عن تغيرات صغيرة نسبيا في المتغيرات المحركة، مثل المناخ. وعلى سبيل المثال:



الشكل ٣-٤: تنوع المرجان يمكن أن يتأثر بتناقص أنواع المرجان المتشعب (مثل مرجان قرون الأيائل) أو انقراضه محليا حيث يتأثر بشدة بالزيادات في درجات حرارة سطح البحر، وأنواع المرجان المصمت (مثل المرجان الدماغي).

الفقرة ٤-٢-١٧ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

- يمكن للزيادة في درجة الحرارة إلى ما فوق عتبة تتفاوت بتفاوت المحاصيل والأنواع أن تؤثر على مراحل التطور الرئيسية لبعض المحاصيل وتسفر عن خسائر فادحة في غلات المحاصيل. وتشمل أمثلة مراحل التطور الرئيسية وعتباتها الحاسمة عقم سنيبلات الأرز (فمثلا درجات الحرارة الأعلى من ٣٥ درجة مئوية لأكثر من ساعة أثناء عملية الإزهار والتلقيح تقلل كثيرا من تكون الأزهار وإنتاج الحبوب في نهاية المطاف)، وفقد صلاحية حبوب اللقاح في الذرة (٣٥ درجة مئوية)، وانعكاس التيبس البارد في القمح (٣٠ درجة مئوية لأكثر من ٨ ساعات) وانخفاض تكون الدرنات في البطاطس (٢٠ درجة مئوية). والخسائر في غلات هذه المحاصيل قد تكون فادحة إذا تجاوزت درجات الحرارة الحدود الحاسمة ولو لمدد قصيرة.

الفقرتان ١٣-٢-٢ و ١٣-٦-٢ من تقرير التقييم الثاني للفريق العامل الثاني

- تحتل نظم المنغروف منطقة انتقالية بين البحر واليابسة يحددها توازن بين العمليات التحاتية من البحر وعمليات التغرين من اليابسة. وقد تحدث زيادة متوقعة في العمليات التحاتية من البحر مع ارتفاع مستوى سطح البحر وعمليات التغرين من خلال تغير المناخ وغيره من الأنشطة البشرية (مثل التنمية الساحلية). وهكذا فإن التأثير على غابات المنغروف سيحدده التوازن بين هذه العمليات التي ستقرر نزوح نظم المنغروف في اتجاه اليابسة أو في اتجاه البحر.

الفقرات ٥-٣ و ١٠-٢-٢ و ١٥-٢ و ١٧-٢ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٢٠-٤ **ويمكن للتغيرات الواسعة النطاق في غطاء النبات أن تؤثر على المناخ الإقليمي.** ويمكن للتغيرات في خصائص سطح اليابسة، مثل تلك التغيرات يحدثها غطاء التربة، أن تعدل تدفقات الطاقة والمياه والغاز وتؤثر على تكوين الغلاف الجوي مما يؤدي إلى حدوث تغييرات في المناخ المحلي / الاقليمي ومن ثم تغيير نظام الاضطراب (في المنطقة القطبية الشمالية على سبيل المثال). وفي المناطق التي تخلو من المياه السطحية (شبه القاحلة والقاحلة في العادة) يؤثر التبخر-النتح والقدرة على عكس الأشعة الشمسية على الدورة الهيدرولوجية المحلية، ومن ثم يمكن أن يفضي حدوث تخفيض في الغطاء النباتي إلى تقليل التهطال على النطاق المحلي / الإقليمي وتغيير تواتر واستمرار حالات الجفاف.

الفقرات ١-٣-١ و٥-٢ و٥-٩ و ١٠-٢-٦-٣ و ١٣-٢-٢ و١٤-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

السؤال ٥

السـؤال٥

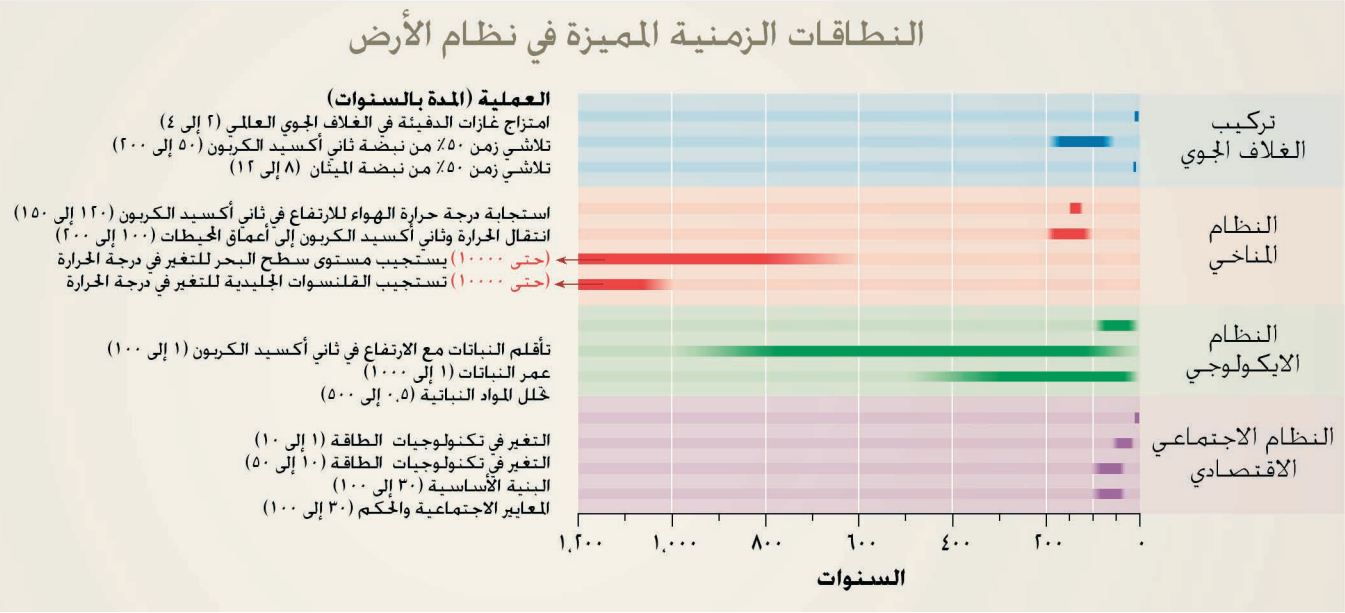
ماذا تعرف عن القصور الذاتي والنطاقات الزمنية المصاحبة للتغيرات في النظام المناخي والنظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية-الاقتصادية وتفاعلاتها؟

الإطار ٥-١ النطاق الزمني والقصور الذاتي

مصطلحا «النطاق الزمني» و «القصور الذاتي» لا يتضمنان معنى مقبول بصفة عامة في جميع النظم التي يشتمل عليها تقرير التقييم الثالث. وتستخدم التعريفات التالية لأغراض الإجابة على هذا السؤال:

- «النطاق الزمني» هو الوقت الذي يستغرقه الاضطراب في عملية ما لإظهار نصف تأثيره النهائي على الأقل. ويبين الشكل ٥-١ النطاقات الزمنية لبعض عمليات النظام الأرضي الرئيسية.
- «القصور الذاتي» هو التأخير أو البطء أو المقاومة في استجابة النظم المناخية والأحيائية والبشرية للعوامل التي تغير من معدل تغيرها، بما في ذلك استمرار التغير في النظام بعد إزالة مسببات هذا التغير.

وهذان المصطلحان اثنان فقط من مفاهيم عديدة مستخدمة في الكتابات التي تصف استجابات النظم المعقدة وغير الخطية والتكيفية للتأثير الخارجي.



لشكل ٥-١: النطاقات الزمنية المميزة لبعض العمليات الرئيسية في نظام الأرض: تركيب الغلاف الجوي (اللون الأزرق) والنظام المناخي (اللون الأحمر) والنظام الايكولوجي (اللون الأخضر) والنظام الاجتماعي الاقتصادي (اللون الأرجواني). ويعرف مصطلح "النطاق الزمني" هنا بأنه الوقت المطلوب للتعبير على الأقل عن نصف عواقب تغير ما في أحد محركات العملية. وتنشأ مشاكل التكيف عندما تكون عملية الاستجابة (مثل طول عمر بعض النباتات) أبطأ كثيرا من العملية المحركة (التغير في درجة الحرارة). وتنشأ مشاكل الإنصاف فيما بين الأجيال في جميع العمليات التي يزيد فيها النطاق الزمني عن الجيل البشري، نظرا لأن جزءا كبيرا من عواقب الأنشطة التي يقوم بها جيل معين ستتحملها أجيال المستقبل.

الفصول ٣ و٤ و٧ و١١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفصل الخامس من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصول الخامس والسادس والعاشر من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٥-١ تتناول هذه الإجابة القصور الذاتي والنطاقات الزمنية المتفاوتة المقترنة بالعمليات الهامة في المناخ والنظم الايكولوجية والاجتماعية الاقتصادية المتفاعلة وتسوق أمثلة لذلك. وتناقش بعد ذلك التغيرات التي لا يمكن التخلص منها، أي الحالات التي تخفق فيها أجزاء من النظم المناخية أو الايكولوجية أو الاجتماعية الاقتصادية في العودة إلى حالتها السابقة في نطاقات زمنية تمتد عبر أجيال بشرية متعددة بعد تخفيض أو إزالة القوى المحركة المفضية إلى التغير. وأخيرا، تستكشف هذه الإجابة الكيفية التي يؤثر بها القصور الذاتي على القرارات بشأن تخفيف تغير المناخ أو التكيف معه.

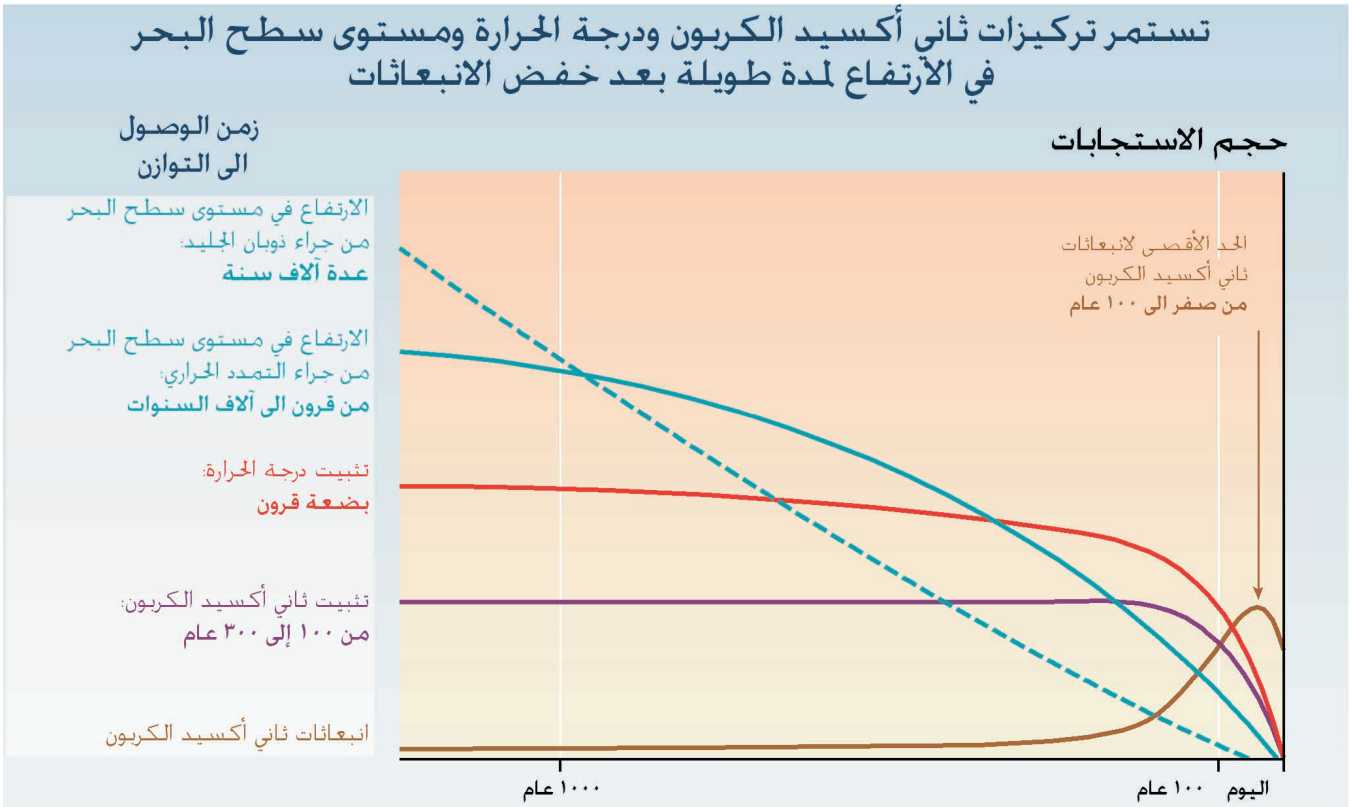
٥-٢ القصور الذاتي هو سمة متأصلة وواسعة الانتشار تتميز بها النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية المتفاعلة. وهكذا، قد تظهر بعض تأثيرات تغير المناخ البشرية المنشأ ببطء وقد يتعذر التخلص من بعضها إذا لم يكن تغير المناخ محدودا في معدله وحجمه على السواء قبل تجاوز ما يصاحبها من عتبات قد لا يعرف الكثير عن مواقعها.

الفصول ٣ و٤ و ٧ و١١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفصل الخامس من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصول الخامس والسادس والعاشر من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٥-٣ **والتأثير المشترك لأنواع القصور الذاتي المتفاعلة في مختلف العمليات المُركّبة سيحقق فقط تثبيت المناخ والنظم المتأثرة بالمناخ بعد مدة طويلة من تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ.** واضطراب الغلاف الجوي والمحيطات الناجم عن ثاني أكسيد الكربون الذي بثته بالفعل الأنشطة البشرية منذ عام ١٧٥٠ سيستمر لقرون نظرا للبطء في إعادة توزيع الكربون بين خزانات المحيطات الكبيرة والخزانات الأرضية مع بطء الدوران (أنظر الأشكال ٥-٢ و ٥-٤). ومن المقدر أن تبقى التركيزات المستقبلية لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي لقرون قريبة من أعلى المستويات التي تم بلوغها نظرا لأن العمليات الطبيعية يمكنها فقط إعادة التركيزات إلى مستويات ما قبل العصر الصناعي على مدى النطاقات الزمنية الجيولوجية. وفي المقابل، يفضي تثبيت انبعاثات غازات الدفيئة الأقصر عمرا، مثل الميثان، إلى تثبيت التركيزات في الغلاف الجوي خلال عقود. ويعني القصور الذاتي أيضا أن تفادي انبعاثات غازات الدفيئة المعمرة ينطوي على فوائد تستمر لأمد طويل.

الفقرات ٧-٣ و ٧-٥ و ١١-٥-٤ والأشكال ٩-١ و ٩-٢٤ و ١١-١٦ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٥-٤ **والمحيطات والغلاف الجليدي (القلنسوات الجليدية والأغطية الجليدية والثلاجات والتربة الصقيعية) هي المصادر الرئيسية للقصور الذاتي الفيزيائي في النظام المناخي على مدى نطاقات زمنية تمتد لآلاف الأعوام.** ونظرا للكتلة الهائلة والعمق والقدرة الحرارية للمحيطات والغلاف الجليدي وبطء عملية نقل الحرارة، تتنبأ النماذج المرتبطة للمحيطات والمناخ بأن متوسط درجة حرارة الغلاف الجوي بالقرب من سطح الأرض ستستغرق مئات السنوات للوصول في



الشكل ٢-٥: بعد تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتثبيت التركيزات في الغلاف الجوي، تستمر درجة حرارة الهواء السطحي في الارتفاع بمقدار بضعة أعشار درجة لكل قرن لمدة قرن أو أكثر. ويستمر التمدد الحراري للمحيطات لمدة طويلة بعد خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويستمر ذوبان الأغطية الجليدية في الإسهام في ارتفاع مستوى سطح البحر لقرون كثيرة. وهذا الشكل توضيح نوعي للتثبيت عند أي مستوى بين ٤٥٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون، ولذلك فهو لا يشمل وحدات على محور الاستجابة. وتظهر الاستجابات لمسارات التثبيت في هذا النطاق مسارات زمنية متشابهة بصفة عامة، ولكن التأثيرات تزداد باطراد مع ارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون.

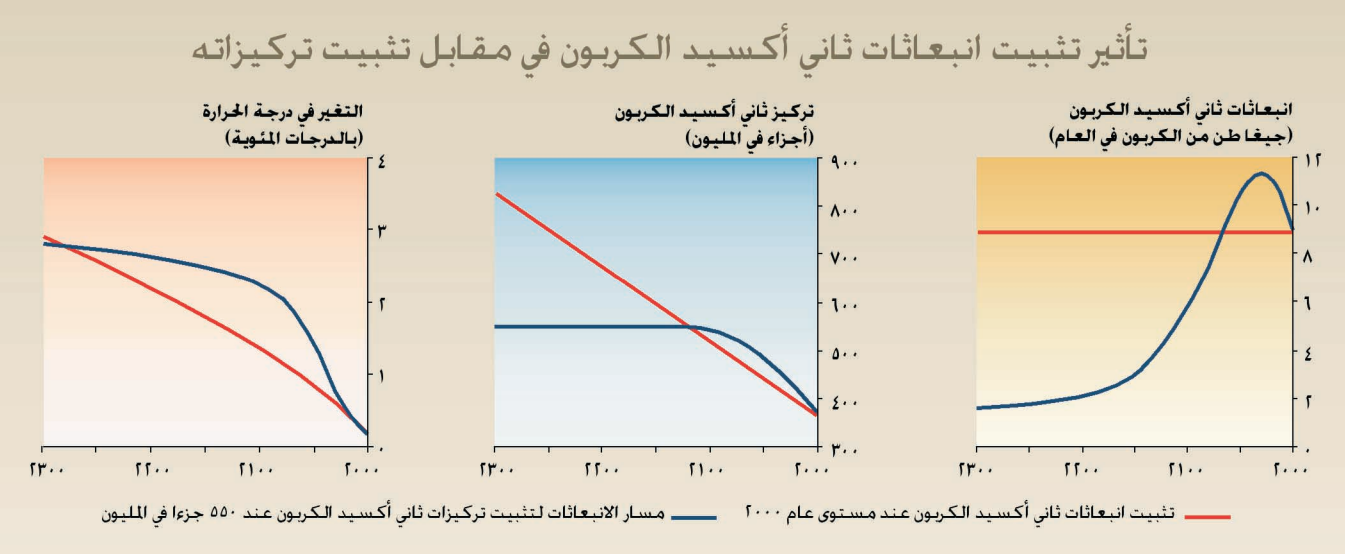
النهاية إلى درجة الحرارة «المحدثة للتوازن» بعد حدوث تغير في التأثير الإشعاعي. وتخترق حرارة الغلاف الجوي «الطبقة الممتزجة» العليا في المحيط خلال عقود، ولكن انتقال الحرارة إلى أعماق المحيط يتطلب قرونا. وهناك نتيجة تقترن بذلك، وهي أن الارتفاع المستحث بفعل الإنسان في مستوى سطح البحر سيستمر لا محالة لقرون كثيرة بعد تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

٥-٥ **وكلما انخفض الهدف المحدد لتثبيت ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، كلما ازدادت سرعة الحاجة إلى تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للوفاء بهذا الهدف.** وإذا تم الاحتفاظ بالانبعاثات عند مستوياتها الحالية، فإن نماذج دورة الكربون تشير إلى استمرار الارتفاع في تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (أنظر الشكل ٥-٣).

- يتطلب تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند أي مستوى تخفيض نهائي في صافي الانبعاثات العالمية إلى جزء صغير من مستوى الانبعاثات الحالي.
- ويتطلب تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ أو ٦٥٠ أو ١٠٠٠ جزء في المليون حدوث انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية البشرية المنشأ إلى ما دون مستوى عام ١٩٩٠ خلال بضعة عقود أو بنحو قرن أو نحو قرنين على التوالي ويستمر في التناقص باطراد بعد ذلك (أنظر الشكل ٦-١).

وترجع هذه القيود الزمنية جزئيا إلى معدل امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون، وهو معدل يحد منه بطء انتقال الكربون بين المياه السطحية والمياه العميقة. وهناك قدرة كافية لدى المحيطات على دمج ٧٠ إلى ٨٠٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ المتنبأ بها في الغلاف الجوي، ولكن ذلك سيستغرق عدة قرون. وينطوي التفاعل الكيمائي الذي تشترك فيه ترسبات المحيطات على احتمال إزالة نسبة أخرى مقدارها ١٥٪ خلال مدة تستمر ٥٠٠٠ عام.

الفقرات ٣-٢-٣-٢ و ٣-٧-٣ و ٩-٣-٣-١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث



الشكل ٣-٥: سيسفر تثبيت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عند المستويات الحالية عن استمرار ارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ودرجة الحرارة. وتثبيت ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي والتغير في درجة الحرارة سيتطلب في نهاية المطاف انخفاض الانبعاثات إلى ما دون المستويات الحالية. وتبين المنحنيات الحمراء في اللوحات الثلاث نتيجة الانبعاثات الثابتة عند المستوى الذي حددته الصورة البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز بشأن التثبيت عند ٥٥٠ جزءا في المليون في عام ٢٠٠٠ (وهي تزيد قليلا عن الانبعاثات الفعلية لعام ٢٠٠٠). وأما المنحنيات الزرقاء فهي النتيجة المترتبة على الانبعاثات باتباع الصورة البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز للتثبيت عند ٥٥٠ جزءا في المليون . وكلتا الحالتين توضيحيتان فقط. فالانبعاثات العالمية الثابتة غير واقعية على الأجل القصير، وصورة التثبيت البيانية التي وضعها ويغلي وريتشيلز وإدموندز للتثبيت عند ٥٥٠ جزءا في المليون ليست مفضلة على غيرها. ويبين الشكل ١-٦ صور التثبيت البيانية الأخرى. وقد تم إعداد الشكل ٣-٥ باستخدام النماذج المبينة في الفصلين الثالث والتاسع من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث.

الفقرتان ٧-٣ و٣-٩ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٥-٦ **وهناك تأخير بين امتصاص الكربون في الغلاف الحيوي وبين إطلاقه يتضح كصاف مؤقت في امتصاص الكربون.** وتتسم التدفقات الرئيسية في دورة الكربون العالمية بنطاقات زمنية متفاوتة تفاوتا كبيرا (أنظر الشكلين ٥-١ و ٥-٤). وصافي امتصاص الكربون الأرضي الذي تكون خلال العقود القليلة الماضية هو نتيجة جزئية للتأخير الزمني بين امتصاص الكربون في عملية التمثيل الضوئي وإطلاق الكربون عندما تموت النباتات وتتحلل في نهاية المطاف. وعلى سبيل المثال، فإن الامتصاص الناشئ عن تجديد الغابات على الأراضي الزراعية، والتي ظلت مهجورة خلال القرن الماضي في نصف الكرة الأرضية الشمالي، سينخفض مع بلوغ الغابات كتلتها الأحيائية الناضجة ومع تباطؤ النمو وزيادة موت النباتات. وتعزيز امتصاص النباتات للكربون من جراء زيادة ترسب ثاني أكسيد الكربون أو النيتروجين سيبلغ مرحلة التشبع في نهاية المطاف ثم يصل ترسب الكتلة الأحيائية المتزايدة إلى نفس المستوى بعد ذلك. ومن المرجح أن يزيد تغير المناخ من معدلات الاضطراب والترسب في المستقبل. وتقدر بعض النماذج أن صافي امتصاص الكربون الأرضي العالمي سيبلغ حده الأقصى ثم يستقر أو ينخفض بعد ذلك. ويمكن المرور بالحد الأقصى خلال القرن الحادي والعشرين طبقا لتقديرات مختلف النماذج. وتقديرات صافي تبادل الكربون الأرضي العالمي مع الغلاف الجوي بعد بضعة عقود أمر غير مؤكد (أنظر الشكل ٥-٥).

الفقرات من ٣-٢-٢ إلى ٣-٢-٣ و من ١-٧-٣ إلى ٢-١-٧-٣ والشكل ٣-١٠ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٥-٧ وبالرغم من أن الاحترار يقلل من امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون، فمن المقدر أن يستمر صافي امتصاص المحيطات للكربون في ظل ارتفاع ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال القرن الحادي والعشرين على الأقل. ويستغرق انتقال الكربون من سطح المحيطات إلى أعماقها قرونا ويستغرق توازنها مع ترسبات المحيط آلاف السنوات.

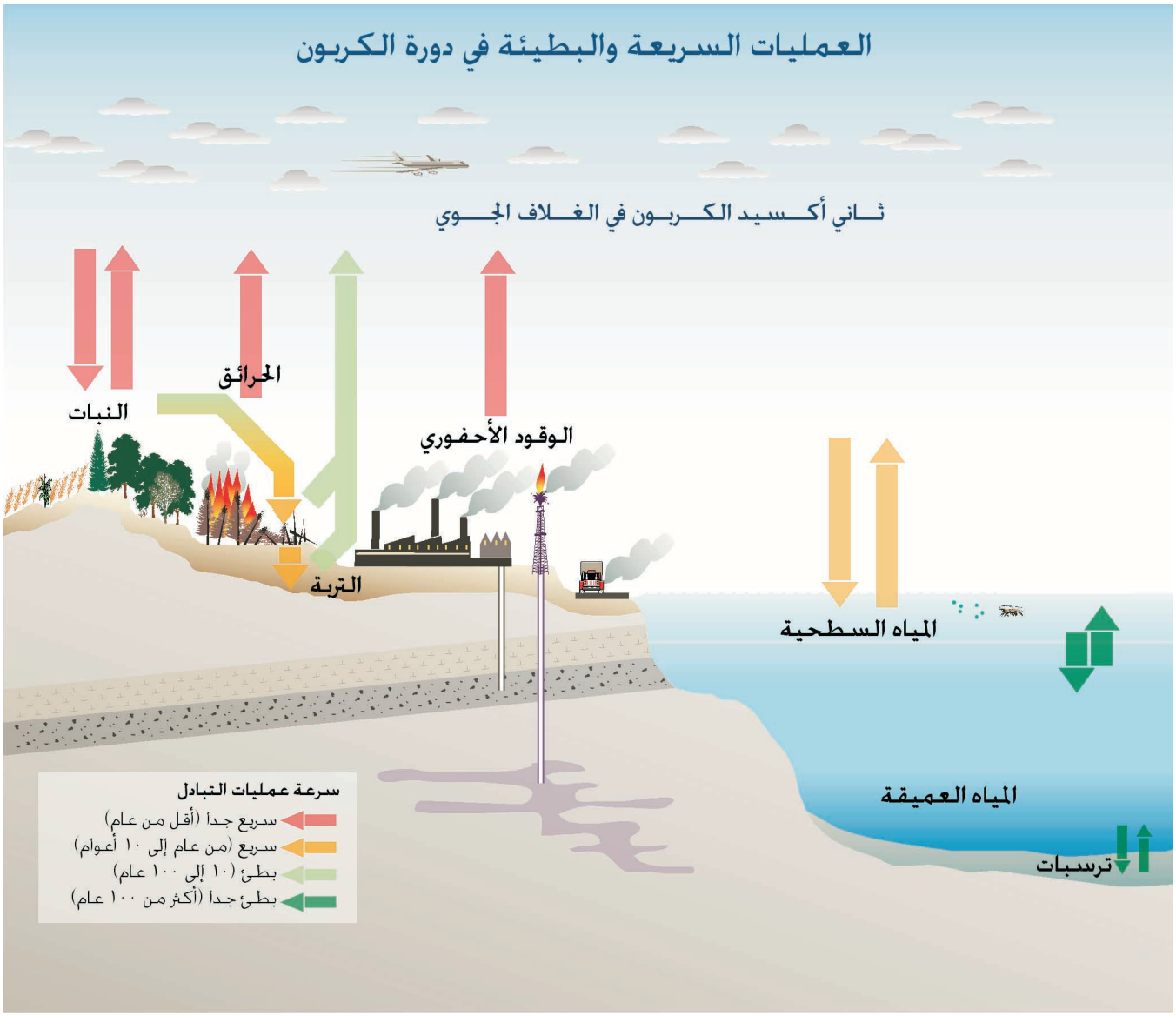
الفقرات ٣-٢-٣ و ٣-٧-٢ و الشكلان ٣-١٠ (ج) و٣-١٠ (د) في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٥-٨ **ومن المرجح حدوث خلل في النظم الايكولوجية عند تعرضها لتغير سريع في المناخ نتيجة للاختلافات في أوقات الاستجابة داخل النظام.** وقد لا يبدو واضحا على الفور ما ينجم عن ذلك من خسارة في قدرة النظام الايكولوجي على تقديم خدمات، مثل الغذاء والأخشاب والحفاظ على التنوع البيولوجي على أساس مستدام. وقد يفضي تغير المناخ إلى ظروف لا تلائم قيام أنواع أحيائية رئيسية، ولكن بطء وتأخر استجابة النباتات المعمرة يُخفيان أهمية التغير إلى أن يموت أفراد النوع الأحيائي القائم بالفعل أو يُقتلون من جراء حدوث اضطراب. وعلى سبيل المثال، بالنسبة لتغير المناخ بالدرجة الممكنة خلال القرن الحادي والعشرين، من المرجح في بعض الغابات أن تضيع الأنواع الأحيائية أو تحل محلها أنواع أحيائية مختلفة عندما تتعرض مجموعة من الأشجار لاضطراب من جراء الحرائق أو الرياح أو الأوبئة أو التقطيع بدلا من تجددها مثلما كان يحدث في الماضي.

الفقرة ٥-٢ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٥-٩ **وقد أظهر البشر قدرة على التكيف مع متوسط الظروف المناخية الطويلة الأجل. ولكنهم أحرزوا نجاحا أقل في التكيف مع الظواهر المتطرفة والتغيرات في الظروف المناخية من سنة إلى سنة.** ومن المتوقع أن تتجاوز التغيرات المناخية خلال المائة عام القادمة أي تغيرات مناخية تعرضت لها المجتمعات البشرية على مدى الخمسة آلاف سنة الماضية. وسوف يطرح حجم ومعدل هذه التغيرات تحديا كبيرا أمام البشرية. ويتفاوت الوقت المطلوب للتكيف الاجتماعي الاقتصادي بين سنوات وعقود تبعا للقطاع والموارد المتاحة للمساعدة على التحول. وهناك قصور يمتد لعقود في صنع القرار في مجال التكيف والتخفيف وفي تنفيذ هذه القرارات. وتتضاعف الصعوبات المتأصلة في تحديد وتنفيذ أفضل مجموعة ممكنة من الاستراتيجيات نظرا لعدم اتخاذ قرارات التكيف والتخفيف بصفة عامة من قبل نفس الكيانات، ومن ثم الإسهام في التأخير في الاستجابة لتغير المناخ.

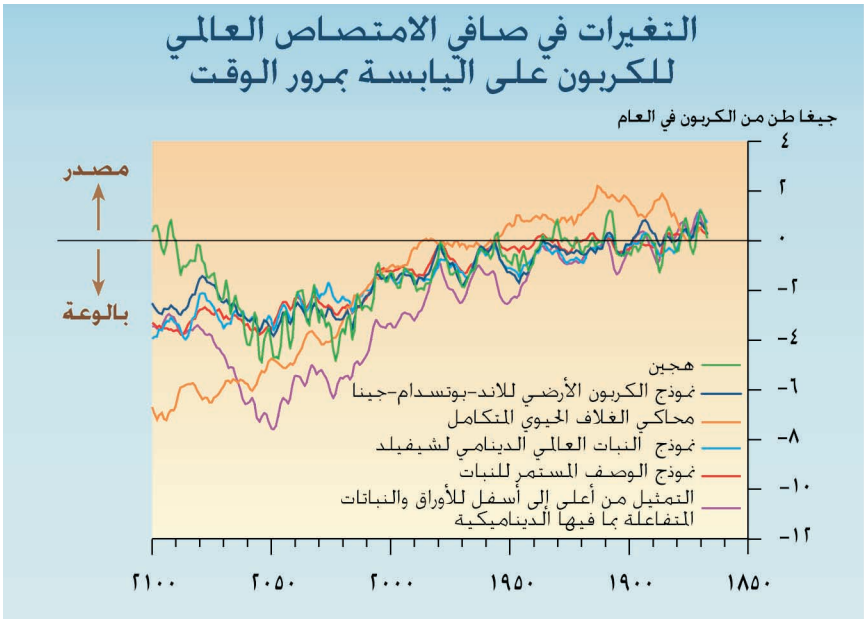
الفقرة ٢-٧ من الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٤-٦-٤ ومن ١٨-٢-٤ إلى ١٨-٢-٤ و ١٨-٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٠-٤-٢ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث



الشكل ٤-٥: تفضي مجموعة النطاقات الزمنية للعمليات الرئيسية في دورة الكربون العالمية إلى نطاق من أزمنة الاستجابة لاضطرابات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وتسهم في تكوين البواليع العابرة مثلما يحدث عندما ترتفع تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي فوق مستوى التوازن السابق لعام ١٧٥٠.

٥-١٠ **وهناك في العادة تأخير من سنوات إلى عقود بين إدراك وجود حاجة إلى الاستجابة لتحد رئيسي والتخطيط والبحث وإيجاد حل وبين التنفيذ.** ويمكن تقصير أمد هذا التأخير عن طريق توقع الاحتياجات من خلال ترقب العواقب، ومن ثم التطوير المسبق للتكنولوجيات. وقد كانت استجابة التطوير التكنولوجي للتغيرات في أسعار الطاقة على مر التاريخ سريعة نسبيا (تمر في العادة أقل من خمس سنوات بين التغييرات في الأسعار والاستجابة من ناحية تسجيل براءة الاختراع وتطبيق إصدارات النماذج الجديدة) ولكن انتشارها يستغرق وقتا أطول. ويعتمد معدل الانتشار في كثير من الأحيان على معدل سحب المعدات التي كانت مستخدمة من قبل. ويتيح التبكير في نشر التكنولوجيات السريعة التطور تحقيق تخفيضات في تكلفة منحنى التعلم (التعلم بالممارسة) بدون تثبيت قبل الأوان للتكنولوجيا القائمة المنخفضة الكفاءة. ويعتمد معدل انتشار التكنولوجيا اعتمادا كبيرا ليس فقط على الجدوى الاقتصادية وإنما أيضا على الضغوط الاجتماعية الاقتصادية. وفي بعض التكنولوجيات، مثل اعتماد أنواع جديدة من المحاصيل، يتيح توفر خيارات التكيف المسبقة والمعلومات عنها تكيفا سريعا. ومع ذلك، فإن الضغوط السكانية على الأراضي وموارد المياه

الفقرات ١-٤-١ و ١٢-٨-٤ و ١٨-٣-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٣-٢ و٥-٣-١ و١٠-٤ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث



الشكل ١٠-٣ (ب) في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالثش

الشكل ٥-٥: يرجع صافي امتصاص الكربون الأخير على اليابسة بصورة جزئية إلى امتصاص ثاني أكسيد الكربون المعزز من خلال نمو النباتات مع حدوث تأخير قبل عودة هذا الكربون إلى الغلاف الجوي عن طريق تحلل المواد النباتية والمواد العضوية التي توجد في التربة. وتسهم عدة عمليات في تعزيز نمو النباتات، وهي التغيرات في استخدام وإدارة الأراضي وتأثيرات التخصيب الناجمة عن ارتفاع ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين، وبعض تغيرات المناخ (مثل زيادة طول موسم النمو في مناطق خطوط العرض العليا). وهناك مجموعة من النماذج (محددة في الشكل بمختصرات أسمائها) تقدر استمرار حدوث زيادة في قوة صافي امتصاص الكربون على اليابسة لعدة عقود ثم ثباته أو انخفاضه في القرن الحادي والعشرين لأسباب موضحة في النص. وتنشأ نتائج النماذج المبينة هنا عن سيناريو الهيئة (أ) لعام ١٩٩٢، ولكن هناك سيناريوهات أخرى تخلص إلى نتائج مشابهة.

المحدودة، أو السياسات الحكومية التي تعوق التغيير أو ضيق فرص الوصول إلى المعلومات أو الموارد المالية، تجعل من التكيف أمرا عسيرا وبطيئا في كثير من المناطق. وقد يتأخر التكيف الأمثل مع اتجاهات تغير المناخ، مثل حالات الجفاف الأكثر تواترا، إذا كنا نعتقد أن هذه التغيرات ناجمة عن تقلبية طبيعية في حين أنها قد تكون مرتبطة في الواقع بتغير المناخ. وفي المقابل، يمكن أن يحدث سوء التكيف إذا نظرنا إلى تقلبية المناخ على أنها اتجاه.

٥-١١ **وتتفاعل الهياكل الاجتماعية والقيم الشخصية مع بنية المجتمع الأساسية المادية ومؤسساته والتكنولوجيات الثابتة فيها؛ ويتطور النظام المشترك تطورا بطيئا نسبيا.** ويتضح ذلك مثلا بالنسبة لتأثير التصميم والبنية الأساسية للمناطق الحضرية على استهلاك الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد والنقل. وتتمسك الأسواق في بعض الأحيان بتكنولوجيات وممارسات أقل من المثلى وذلك بسبب الاستثمار في البنية الأساسية المساندة التي تعوق البدائل. ولا يوافق انتشار الكثير من الابتكارات تفضيلات الناس التقليدية وغيرها من الحواجز الاجتماعية والثقافية. وقد تتطلب التغييرات الاجتماعية والسلوكية من جانب مستخدمي التكنولوجيا عقودا إلا إذا كانت المزايا شديدة الوضوح. واستخدام الطاقة والتخفيف من غازات الدفيئة مصالح هامشية في الحياة اليومية لمعظم الناس. وأنماط استهلاكهم لا يحركها فقط التغيير الديمغرافي والاقتصادي والتكنولوجي وتوفر الموارد والبنية الأساسية والقيود الزمنية وإنما أيضا الدوافع والعادة والحاجة والإلزام والهياكل الاجتماعية وغير ذلك من العوامل.

الفقرات ٣-٢ و٣-٨-٦ والفقرات من ٥-٢ إلى ٥-٢-٣ و ١٠-٣ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات والفصل الرابع، الملخص التنفيذي، في التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا

٥-١٢ **والنطاقات الزمنية الاجتماعية والاقتصادية ليست ثابتة. فهي حساسة للقوى الاجتماعية والاقتصادية ويمكن تغييرها بالسياسات وبخيارات الأفراد.** ويمكن للتغيرات السلوكية والتكنولوجية أن تحدث سريعا في الظروف الاقتصادية القاسية. وعلى سبيل المثال، فجرت أزمات النفط في السبعينات اهتماما مجتمعيا بالحفاظ على الطاقة والمصادر البديلة للطاقة وانحرف الاقتصاد

الفصل الثاني والفقرتان ٣-٢ و ١٠-١-٤-٣ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٢٠-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني

في معظم بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي بشدة عن الرابطة التقليدية بين استهلاك الطاقة ومعدلات نمو التنمية الاقتصادية (أنظر الشكل ٥-٦). وهناك مثال آخر، وهو الخفض المرصود في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن اختلال الاقتصاد في بلدان الاتحاد السوفيتي السابق في عام ١٩٨٨. وكانت الاستجابة في كلتا الحالتين سريعة (خلال بضع سنوات). ويبدو أيضا أن العكس صحيح. ففي الحالات التي تكون فيها الضغوط من أجل التغيير صغيرة يكون القصور الذاتي كبيرا. وكان هناك افتراض ضمني بأن هذا هو الحال في سيناريوهات التقرير الخاص نظرا لأنها لا تنظر في الضغوط الرئيسية، مثل الانتكاس الاقتصادي أو الصراع الواسع النطاق أو الانهيارات في مخزون الغذاء وما يقترن بذلك من معاناة بشرية، وهي ضغوط يصعب التنبؤ بها.

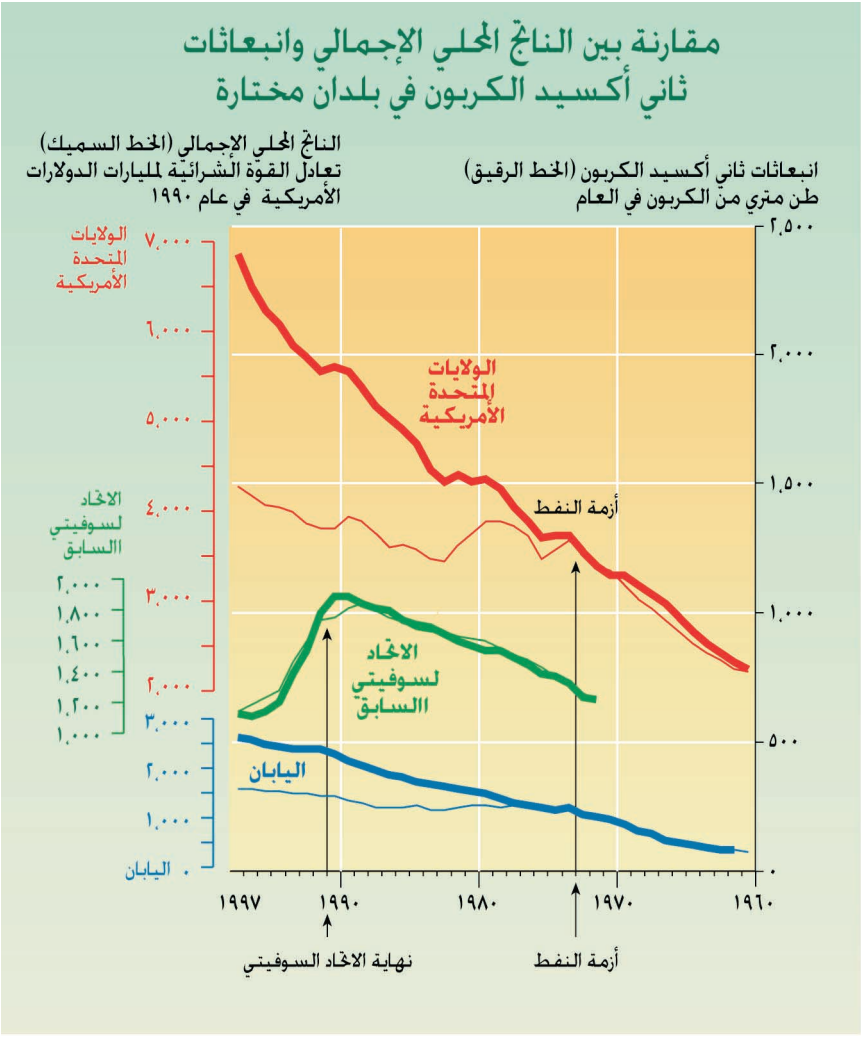
الفقرة ٣-٧-٣-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٣-٣-٤ من التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

٥-١٣ **وتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مستويات أقل من نحو ٦٠٠ جزء في المليون غير ممكنة إلا بتحقيق تخفيضات في كثافة الكربون و/أو كثافة الطاقة أكبر مما تم تحقيقه على مر التاريخ.** ويعني ذلك تغييرات نحو مسارات التنمية البديلة مع أشكال اجتماعية ومؤسسية وتكنولوجية جديدة تتصدى للقيود البيئية. وتعبر المعدلات التاريخية المنخفضة لتحسين كثافة الطاقة (استخدام الطاقة لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي) عن الأولوية المنخفضة نسبيا التي يوليها معظم منتجي ومستخدمي التكنولوجيا إلى كفاءة الطاقة. وفي المقابل، تزايد إنتاجية العمالة بمعدلات أعلى خلال المدة من ١٩٨٠ إلى ١٩٩٢. وسوف يتعين زيادة واستمرار المعدلات السنوية المسجلة على مر التاريخ لتحسين كثافة الطاقة العالمية (من ١ إلى ١,٥ ٪ في العام) خلال أطر زمنية طويلة لتحقيق تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند نحو ٦٠٠ جزء في المليون أو أقل (أنظر الشكل ٥-٧). بل وسيتعين في نهاية المطاف تغيير معدلات تخفيض كثافة الكربون (الطاقة لكل وحدة) بمعدلات أكبر (نحو ١,٥٪ في العام (يتراوح خط الأساس التاريخي بين ٠,٣ و ٠,٤ ٪ في العام)). وفي الواقع، من المرجح استمرار تحسن كثافة الطاقة وكثافة الكربون على السواء، ولكن تثبيت غازات الدفيئة دون مستوى ٦٠٠ جزء في المليون يتطلب تثبيت واحد منها على الأقل بمعدل أعلى مما تم تحقيقه على مر التاريخ. وكلما انخفض هدف التثبيت وارتفع مستوى انبعاثات خط الأساس، كلما ازداد انحراف ثاني أكسيد الكربون عن خط الأساس المطلوب وكانت الحاجة إلى ذلك أسرع.

٥-١٤ **وبعض التغييرات في النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية الاقتصادية لا يمكن التخلص منها بصورة فعالة على مدى أعمار بشرية كثيرة وبعضها لا يمكن التخلص منه جوهريا.**

الفصل الحادي عشر من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفصل الخامس والفقرتان ١٦-٢-١ و ١٧-٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٥-١٥ **وهناك نوعان من عدم إمكانية الإصلاح الواضحة.** وتأتي «عدم إمكانية الإصلاح الفعال» من العمليات التي تنطوي على إمكانية العودة إلى حالة ما قبل الاضطراب، ولكن ذلك يستغرق وقتا يتراوح بين قرون وآلاف الأعوام. وأحد أمثلة ذلك هو الذوبان الجزئي للغطاء الجليدي في غرينلاند. وهناك مثال آخر، وهو الارتفاع المقدر في مستوى سطح البحر كنتيجة جزئية لذوبان الغلاف الجليدي ولكنه يحدث في المقام الأول من جراء التمدد الحراري للمحيطات. ويتعرض العالم بالفعل لارتفاع في مستوى سطح البحر نتيجة لاحترار الغلاف الجوي للسطح الذي حدث خلال القرن الماضي. وتنشأ «عدم إمكانية الإصلاح الجوهرية» عن عبور عتبة لا يعود النظام بعدها تلقائيا إلى الحالة السابقة. وأحد أمثلة التغير الذي لا يمكن إصلاحه جوهريا من جراء عبور عتبة هو انقراض الأنواع الأحيائية نتيجة لتغير المناخ وضياع الموئل.



الجدول ١-٣ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والشكل ١-٢٠ في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني

الشكل ٥-٦: استجابة نظام الطاقة كما تشير إليها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (يعبر عنها بالكربون) للتغيرات الاقتصادية التي يشير إليها الناتج المحلي الإجمالي (يعبر عنه بشروط تعادل القوة الشرائية). ويمكن للاستجابة أن تكون تقريبا بدون قصور ذاتي إذا كانت الصدمة كبيرة. وقد أفضت "أزمة النفط" -التي ارتفعت خلالها أسعار الطاقة ارتفاعا كبيرا في مدة زمنية قصيرة- إلى تباعد فوري ومستمر للانبعاثات والناتج المحلي الإجمالي بالرغم مما كان بينها في السابق من ترابط وثيق في معظم البلدان المتقدمة. وتظهر اليابان والولايات المتحدة الأمريكية في الشكل كمثالين. وعند انهيار الاتحاد السوفيتي السابق، ظل المؤشران مرتبطين ارتباطا وثيقا، مما أفضى بالانبعاثات إلى الانخفاض سريعا مع انهيار الناتج المحلي الإجمالي.

الفقرات ٢-٤-٣ و ٧-٣-٧ و ٩-٣-٤-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١-٤-٣-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

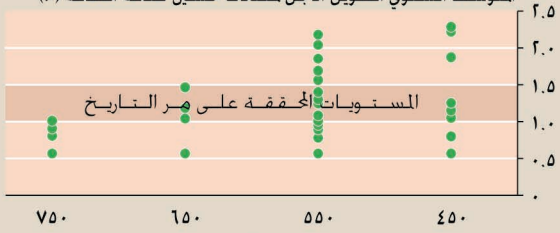
٥-١٦ **وموقع العتبة ومقاومة التغيير في المواقع القريبة منها يمكن أن يتأثر بمعدل الاقتراب من العتبة.** وتشير نتائج النماذج إلى احتمال وجود عتبة في دوران المحيطات المدفوع بالتباين الحراري والملحي (أنظر السؤال ٤) لدرجة أنه يمكن إحداث انتقال إلى دوران جديد للمحيطات، كما حدث أثناء الانبثاق من الفترة الجليدية الأخيرة، إذا حدث احترار سريع للعالم. وفي حين أن هذا الانتقال غير مرجح جدا خلال القرن الحادي والعشرين، تشير بعض النماذج إلى عدم إمكانية التخلص منه (أي أن الدوران الجديد سيستمر حتى بعد اختفاء الاضطراب). وبالنسبة لمعدلات الاحترار الأبطأ، من المرجح حدوث ضبط تدريجي لدوران المحيطات المدفوع بالتباين الحراري والملحي وقد لا يتم عبور العتبات. ويعني ذلك أن مسار انبعاثات غازات الدفيئة ينطوي على أهمية في تحديد تطور دوران المحيطات المدفوع بالتباين الحراري والملحي. وعندما يقترب نظام من عتبة، كما هي الحال في دوران المحيطات المدفوع بالتباين الحراري والملحي الآخذ في الضعف في ظل الاحترار العالمي، تتناقص القدرة على التكيف مع الاضطرابات.

الفقرات ١-٢-١-٢ و ٤-٧-٣ و٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٣-٢ من الملخص الفني في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث و الإطار ٤-٢ في التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات و أ-١-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني

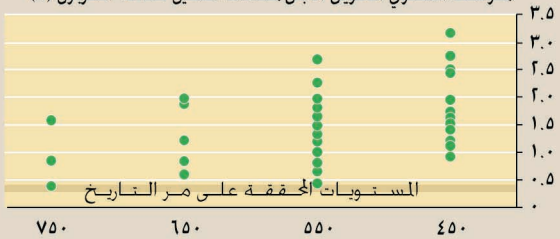
٥-١٧ **ويؤدي ارتفاع معدلات الاحترار وتضاعف آثار الاجهادات المتعددة إلى زيادة احتمالية عبور العتبات.** وهناك مثال لعتبة ايكولوجية يتمثل في نزوح الأنواع النباتية عند استجابتها لمناخ متغير. وتشير سجلات الحفائر إلى أن المعدل الأقصى لنزوح معظم الأنواع النباتية في الماضي يبلغ نحو كيلو مترا في السنة. وتشير القيود المعروفة التي تفرضها عملية التشتت (مثل متوسط المدة بين الإنبات وتكون البذور ومتوسط المسافة التي يمكن أن تقطعها بذرة) إلى أن كثيرا من الأنواع الأحيائية، بدون تدخل بشري، لن تستطيع مجاراة المعدل المقدر الذي ستتحرك به بيئاتها المناخية

تسريع في تغير نظام الطاقة

(أ) نطاقات معدلات التغير في **كثافة الطاقة** في مختلف سيناريوهات التخفيف في المقدمة من مختلف النماذج وتجارب النماذج للفترة ١٩٩٠–٢١٠٠



(ب) نطاقات معدلات التغير في **كثافة الكربون** في مختلف سيناريوهات التخفيف المقدمة من مختلف النماذج وتجارب النماذج للفترة ١٩٩٠–٢١٠٠



الشكلان ٨-٢ و ١٨-٢ في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

الشكل ٧-٥: (أ) معدل التخفيض المطلوب في كثافة الطاقة (الطاقة لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي) للوفاء بأهداف معينة لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون يدخل ضمن نطاق المعدلات التي تم تحقيقها على مر التاريخ للتثبيت فوق مستوى ٥٥٠ جزءا في المليون، بل وربما عند ٤٥٠ جزءا في المليون. ولكن (ب) المعدل المطلوب لتحسين كثافة الكربون (انبعاثات الكربون لكل وحدة من الطاقة) للتثبيت عند مستويات أقل من نحو ٦٠٠ جزء في المليون هو معدل أعلى من المعدلات المحققة على مر التاريخ. ونتيجة لذلك، ترتفع تكاليف التخفيف نظرا لتناقص مستوى التثبيت. وعند التثبيت تحت مستوى يبلغ نحو ٦٠٠ جزءا في المليون يكون الارتفاع في تكاليف التخفيف أكبر مما لو كان فوق هذا المستوى. (أنظر الشكل ٣-٧)

المفضلة خلال القرن الحادي والعشرين حتى وإن لم يفرض استخدام الأراضي حواجز تعترض سبيل حركتها. وهناك مثال لعتبة اجتماعية اقتصادية، وهو الصراعات في الحالات التي تعاني إجهادا بالفعل، مثل تقاسم عدة دول لحوض أحد الأنهار مع التنافس على مورد مائي محدود. ويمكن للضغوط الأخرى الناجمة عن إجهاد بيئي، مثل تناقص تدفق المجاري المائية، أن يفجر صراعا أشد. وإذا لم يتم فهم النظم المتأثرة فهما كاملا، فلن يتضح وجود عتبة من العتبات حتى يتم الوصول إليها.

٥-١٨ والقصور الذاتي في النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية يجعل من التكيف أمرا حتميا وضروريا بالفعل في بعض الحالات. ويؤثر القصور الذاتي على المجموعة المثلى من استراتيجيات التكيف والتخفيف.

الفقرة ٨-٤-٢ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٥-١٩ ونتيجة للتأخير الزمني والقصور الذاتي المتأصلين في النظام الأرضي، بما في ذلك عناصرها الاجتماعية، لن يتم الشعور ببعض عواقب الإجراءات التي تتخذ أو لا تتخذ إلا بعد سنوات كثيرة في المستقبل. وعلى سبيل المثال، فإن الاختلافات في المسارات الأولية لمختلف سيناريوهات التقرير الخاص وسيناريوهات التثبيت هي اختلافات صغيرة، ولكن النتائج من ناحية المناخ في عام ٢١٠٠ كبيرة. واختيار مسار التنمية ينطوي على عواقب على جميع النطاقات الزمنية المتأثرة، وهكذا فإن مجموع التكاليف والفوائد الطويلة الأجل قد يختلف كثيرا عن مجموعها على الأجل القصير.

٥-٢٠ **وفي وجود القصور الذاتي، تتسم الإجراءات السليمة الرامية إلى التكيف مع تغير المناخ أو التخفيف من آثاره بفعالية أكبر وقد تكون أقل تكلفة في بعض الظروف إذا تم التبكير باتخاذها.** ويوفر التأخير الزمني متنفسا بين الانبعاثات والتأثيرات، وهو ما يتيح الوقت للتكيف المخطط. والقصور الذاتي في تطوير التكنولوجيا واستبدال أسهم رأس المال حجة هامة للتخفيف التدريجي. وجوهر القصور الذاتي في الهياكل والعمليات الاقتصادية هو أن الانحراف عن أي اتجاه معين يستتبع خسائر، وترتفع هذه الخسائر مع سرعة الانحرافات (مثل تكاليف السحب المبكر للمرافق الكثيفة الكربون على سبيل المثال). وقد تقلل إجراءات التخفيف المبكرة من خطر وقوع تأثيرات شديدة دائمة أو لا يمكن التخلص منها في الوقت الذي تقلل فيه من الحاجة إلى تخفيف أسرع فيما بعد. وقد يساعد الإسراع بالإجراءات على تقليل التخفيف والتكيف على الأجل الطويل عن طريق الإسراع بتطوير التكنولوجيا والتبكير بتحقيق فوائد تحجبها حاليا عيوب السوق. والتخفيض خلال السنوات القليلة القادمة ينطوي على قيمة اقتصادية إذا كانت هناك احتمالية كبيرة للبقاء دون الحدود القصوى التي لولا ذلك لتم الوصول إليها في النطاقات الزمنية المميزة للنظم التي تولد غازات الدفيئة. وتعتمد قرارات تخفيف تغير المناخ على التفاعل بين القصور الذاتي وعدم اليقين، وهو ما يسفر عن تتابع عملية صنع القرار. وينطوي ترقب العواقب والتكيف المبكر على أعظم الفوائد في القطاعات ذات البنية الأساسية المعمرة، مثل السدود والجسور، والقصور الذاتي الاجتماعي الكبير، مثل سوء توزيع حقوق الملكية. ويمكن للإجراءات التكيفية والتحسبية أن تكون كبيرة الفعالية بالقياس إلى التكلفة إذا تحقق الاتجاه المتوقع.

الفقرتان ١-٣-٤ و ٢-٧-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفصل الثاني والفقرات ١٠-١ و من ١٠-٤-١ إلى ١٠-٤-٢-٣ والجدول ١٠-٧ في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٥-٢١ **ويعني وجود التأخير الزمني والقصور الذاتي وعدم إمكانية إعادة نظام الأرض إلى سابق عهده أنه يمكن لإجراءات التخفيف أو تطوير التكنولوجيا أن تحقق نتائج مختلفة تبعا للوقت الذي يتم اتخاذها فيه.** وعلى سبيل المثال، أظهر أحد تحليلات النماذج للتأثير الافتراضي لخفض انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ إلى الصفر في عام ١٩٩٥ على ارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن الحادي والعشرين في المحيط الهادئ، أن الارتفاع في مستوى سطح البحر الذي سيحدث لا محالة من جراء الاحترار في عام ١٩٩٥ (٥ إلى ١٢ سم) سيكون أقل كثيرا إذا تحقق نفس التخفيض في الانبعاثات في ٢٠٢٠ (١٤ إلى ٣٢ سم) . ويبرهن ذلك على تزايد التعرض لارتفاع مستوى سطح البحر في المستقبل من جراء الانبعاثات في الماضي والانبعاثات الحالية، وأثر تأخير الخفض الافتراضي للانبعاثات.

الفقرتان ٢-٧-١ و١٧-٢-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٥-٢٢ **ويمكن تخفيض القصور الذاتي التكنولوجي في البلدان المتقدمة من خلال زالقفزس (أي اعتماد استراتيجيات تحسبية لتفادي المشاكل التي تواجهها المجتمعات الصناعية اليوم).** ولا يمكن افتراض أن البلدان النامية ستتبع تلقائيا مسارات التنمية المتبعة في البلدان الصناعية. وعلى سبيل المثال، تجاوزت بعض البلدان النامية خطوط الاتصالات الأرضية واتجهت مباشرة إلى استخدام الهواتف المحمولة. ويمكن للبلدان النامية تفادي الممارسات التي لا تتسم بكفاءة الطاقة والتي كانت منتهجة في البلدان المتقدمة في الماضي وذلك عن طريق الأخذ بالتكنولوجيات التي تستخدم التكنولوجيا على نحو أكثر استدامة ، وإعادة تدوير مزيد من النفايات والمنتجات، ومعالجة النفايات المترسبة على نحو مقبول بدرجة أكبر. وقد يكون من الأسهل تحقيق ذلك في البنية التحتية ونظم الطاقة الجديدة في البلدان النامية نظرا للحاجة إلى استثمارات ضخمة في أية حالة. ويمكن لنقل التكنولوجيا بين البلدان والمناطق أن يقلل من القصور الذاتي التكنولوجي.

الفصل الثاني من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ١٠-٣-٣ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٣-٣-٤-٨ من التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات والملخص لصانعي السياسات في التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا

٥-٢٣ **ويتضمن القصور الذاتي وعدم اليقين في النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية وجوب النظر في هوامش الأمان عند تحديد الاستراتيجيات والأهداف والجداول الزمنية لتفادي المستويات الخطيرة للتدخل في النظام المناخي.** وقد تتأثر مثلا المستويات المستهدفة لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أو درجة الحرارة أو سطح البحر بما يلي:

الفقرة ٢-٧-١ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات من ١٠-١-٤-١ إلى ١٠-١-٤-١-٣ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

- القصور الذاتي في النظام المناخي الذي سيؤدي إلى استمرار تغير المناخ لمدة بعد تنفيذ إجراءات التخفيف،
- عدم اليقين بشأن تحديد مواقع العتبات الممكنة للتغيير الذي لا يمكن التخلص منه، وسلوك النظام في الأماكن القريبة منها،
- التأخير الزمني بين إقرار أهداف التخفيف وبين تحقيقها.

وبالمثل، يتأثر التكيف بالتأخير الزمني في تحديد تأثيرات تغير المناخ وفي وضع استراتيجيات فعالة للتكيف وتنفيذ تدابير التكيف. وقد تمثل السياسات التحفظية واتخاذ القرارات المتتالية (الإجراءات المتكررة والتقييم والإجراءات المنقحة) استجابات ملائمة للمجموعة المؤلفة من القصور الذاتي وعدم اليقين. وعواقب القصور الذاتي بالنسبة للتكيف تختلف عن عواقبه بالنسبة للتخفيف، حيث يتجه التكيف في المقام الأول إلى التصدي للتأثيرات المحلية لتغير المناخ، بينما يرمي التخفيف إلى التصدي لتأثيرات النظام المناخي. وتنطوي القضيتان كلتاهما على تأخير زمني وقصور ذاتي، ويشير القصور الذاتي إلى احساس أكبر عموما بالحاجة الملحة إلى التخفيف.

٥-٢٤ **ويعد انتشار القصور الذاتي وإمكانية تعذر إعادة النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية-الاقتصادية إلى حالتها الأولى من الأسباب الرئيسية وراء فائدة الإجراءات التحسبية للتكيف والتخفيف.** وقد يضيع عدد من فرص ممارسة خيارات التكيف والتخفيف إذا تأخرت الإجراءات.

السـؤال ٦

السؤال ٦

أ) كيف يُحدِّد نطاق وتوقيت الأخذ بمجموعة من إجراءات خفض الانبعاثات معدل وحجم وتأثيرات تغير المناخ و يؤثر عليها، وكيف يؤثر ذلك على الاقتصاد العالمي والإقليمي، مع إيلاء الاعتبار إلى الانبعاثات في الماضي والانبعاثات الحالية؟

ب) ماذا تعرف من دراسات الحساسية عن النتائج المناخية والبيئية والاجتماعية-الاقتصادية الإقليمية والعالمية لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة (في مكافئات ثاني أكسيد الكربون) عند مجموعة من المستويات تتراوح بين المستوى الحالي وضعف هذا المستوى أو أكثر، مع إيلاء الاعتبار قدر الإمكان إلى تأثيرات الأهباء الجوية؟ وبالنسبة لكل واحد من سيناريوهات التثبيت، بما في ذلك مختلف طرق التثبيت، يقيم نطاق التكاليف والفوائد، مقارنة بنطاق السيناريوهات التي يتناولها السؤال الثالث، من ناحية:

- التغيرات المقدرة في تركيزات الغلاف الجوي والمناخ ومستوى سطح البحر، بما في ذلك التغيرات التي تتجاوز ١٠٠ عام،
- تأثيرات التغيرات في المناخ وتركيب الغلاف الجوي على صحة الإنسان والتنوع وإنتاجية النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية-الاقتصادية (ولاسيما الزراعة والمياه) والتكاليف الاقتصادية والفوائد التي يحققها تغير المناخ،
- نطاق خيارات التكيف، بما في ذلك التكاليف والفوائد والتحديات،
- نطاق التكنولوجيات والسياسات والممارسات التي يمكن استخدامها لتحقيق كل واحد من مستويات التثبيت، مع تقييم التكاليف والفوائد الوطنية والعالمية، وتقييم الطريقة التي يتم بها مقارنة هذه التكاليف والفوائد نوعيا أو كميا مع الأضرار البيئية المتجنبة التي ستتحقق بخفض الانبعاثات،
- قضايا التنمية والاستدامة والإنصاف المرتبطة بالتأثيرات والتكيف والتخفيف على مستوى إقليمي وعالمي.

٦-١ تم تقييم العواقب المناخية والبيئية والاجتماعية الاقتصادية لانبعاثات غازات الدفيئة في السؤال ٣ بالنسبة للسيناريوهات التي لا تشمل تدخلات من السياسة المناخية. ويجري التصدي لنفس هذه القضايا هنا في السؤال ٦، ولكن في هذه المرة لتقييم الفوائد التي ستنشأ عن مجموعة من تدخلات السياسة المناخية. ومن بين سيناريوهات تخفيض الانبعاثات التي يتم النظر فيها السيناريوهات التي ستحقق تثبيتا لتركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. ويتم تقييم دور التكيف باعتباره مكملا للتخفيف وإسهامات تخفيض الانبعاثات المحتملة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة والإنصاف. وأما السياسات والتكنولوجيات التي قد تستخدم لتنفيذ تخفيضات الانبعاثات وما تنطوي عليه من تكاليف فيتم تناولها في السؤال٧.

٦-٢ **ويمكن تقليل المعدل والحجم المقدرين للاحترار والارتفاع في مستوى سطح البحر عن طريق خفض انبعاثات غازات الدفيئة.**

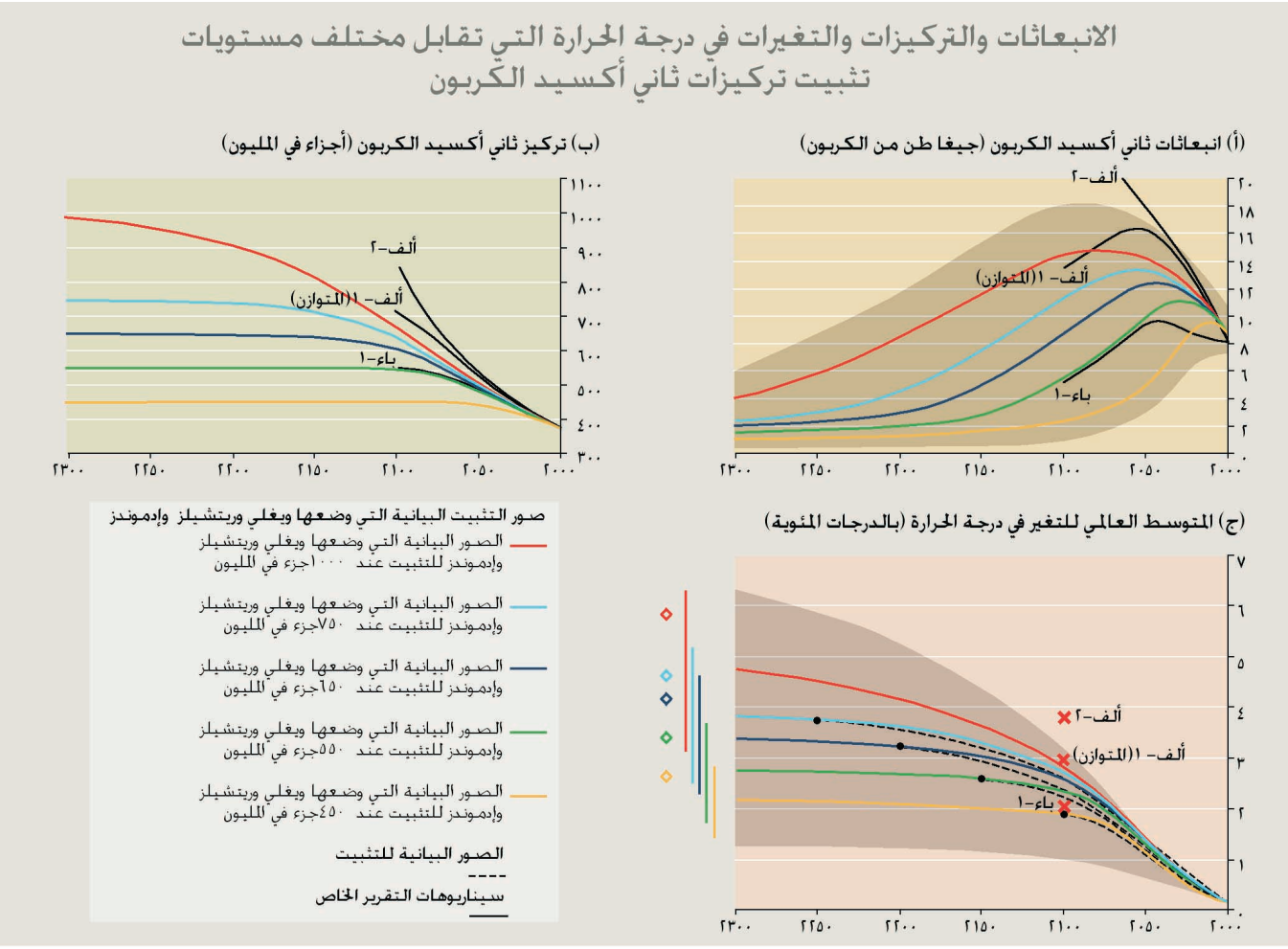
الورقة الفنية عن آثار القيود المقترحة على انبعاثات غازات الدفيئة

٦-٣ **وكلما ازداد خفض الانبعاثات والتبكير بتطبيقها، كلما انخفضت المستويات المقدرة للاحترار والارتفاع في مستوى سطح البحر وتناقصت سرعتها.** ويتحدد تغير المناخ في المستقبل من خلال الانبعاثات في الماضي والانبعاثات في الوقت الراهن وفي المستقبل. وقد أجريت تقديرات لتأثيرات المتوسط العالمي لدرجة الحرارة والارتفاع في مستوى سطح البحر التي تحقق تخفيضا سنويا بنسبة ٢٪ في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في البلدان المتقدمة خلال الفترة الممتدة من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢١٠٠، مع افتراض عدم قيام البلدان النامية بتخفيض انبعاثاتها.[٦] وفي ظل هذه الافتراضات، تزداد الانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون وتركيزاته في الغلاف الجوي خلال القرن ولكن بمعدل متناقص بالمقارنة مع السيناريوهات التي تفترض عدم اتخاذ إجراءات لتقليل انبعاثات البلدان المتقدمة. وتتراكم تأثيرات حد الانبعاثات ببطء ولكنها تزداد بمرور الوقت. وبحلول عام ٢٠٣٠، ينخفض تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ٢٠٪ تقريبا بالنسبة لسيناريو الهيئة (أ) لعام ١٩٩٢ الخاص بالانبعاثات غير المخفضة، وهو ما يقلل من الاحترار وارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار صغير في هذا الإطار الزمني. وبحلول عام ٢١٠٠ ينخفض التركيز المقدر لثاني أكسيد الكربون بنسبة ٣٥٪ في سيناريو الهيئة (أ) لعام ١٩٩٢، مع حدوث انخفاض في المتوسط العالمي المقدر للاحترار بنسبة ٢٥٪ وحدوث ارتفاع مقدر في مستوى سطح البحر بنسبة ٢٠٪. وتشير تحليلات تخفيضات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة ١٪ سنويا في البلدان المتقدمة إلى أن التخفيضات الأقل ستحقق تخفيضات أقل في تركيزات ثاني أكسيد الكربون وتغير الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر. وسوف تحقق الإجراءات التي يجري اتخاذها حاليا تأثيرا في عام ٢١٠٠ أكبر من تأثير نفس التخفيضات في الانبعاثات إذا نفذت في وقت لاحق.

الفقرة ٣-٧-٣ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٦-٤ **وتخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة والغازات التي تتحكم في تركيزها سيكون ضروريا لتثبيت التأثير الإشعاعي.** فالنسبة مثلا لأهم غاز من غازات الدفيئة البشرية المنشأ، تشير نماذج دورة الكربون إلى أن تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ أو ٦٥٠ أو ١٠٠٠ جزء في المليون يتطلب خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ العالمية إلى أقل من مستويات عام ١٩٩٠ خلال بضعة عقود أو نحو قرن أو نحو قرنين على التوالي ثم تواصل الانخفاض بعد ذلك بصورة مطردة (أنظر الشكل ١-٦). وتوضح هذه النماذج أن الانبعاثات ستصل إلى حدودها القصوى خلال عقد أو عقدين (٤٥٠ جزءا في المليون) وخلال قرن تقريبا (١٠٠٠ جزء في

[٦] في هذه التحليلات، تخفيض البلدان المتقدمة لانبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز وثاني أكسيد الكبريت يظل ثابتا عند قيم عام ١٩٩٠ وتتبع الهالوكربونات سيناريو يتفق مع صيغة كوبنهاغن لبروتوكول مونتريال. وانبعاثات البلدان النامية من ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة من المفترض أن تسير وفق تقديرات سيناريو الهيئة لعام ١٩٩٢. وقد أجريت تقديرات درجة الحرارة باستخدام نموذج مناخي بسيط. ويأتي وصف سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢ في التقرير الخاص عن التأثير الإشعاعي لتغير المناخ الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.



الشكل ٦-١ : يتطلب تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون تخفيضات كبيرة في الانبعاثات إلى ما دون المستويات الحالية وسوف يؤدي إلى إبطاء معدل الاحترار.

الفقرات ٣-٧-٣ و ٣-٣-٩ من تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول

أ) **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون:** المسارات الزمنية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي ستفضي إلى تثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند ٤٥٠ و ٥٥٠ و ٦٥٠ و ٧٥٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون يتم تقديرها لصور التثبيت البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز باستخدام نماذج دورة الكربون. وتتطلب المستويات الأقل لتركيزات ثاني أكسيد الكربون عكسا مبكرا لنمو الانبعاثات وانخفاضات مبكرة إلى مستويات دون الانبعاثات الحالية. وتبين المساحة المظللة نطاق عدم اليقين في تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تقابل المسارات الزمنية المحددة للتركيزات على النحو المبين في نماذج دورة الكربون. ولأغراض المقارنة يبين الشكل أيضا انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالنسبة لثلاثة من سيناريوهات التقرير الخاص (ألف-١ (المتوازن) و ألف-٢ وباء-١) التي لا تشمل حدود انبعاثات غازات الدفيئة.

ب) **تركيزات ثاني أكسيد الكربون:** تركيزات ثاني أكسيد الكربون المحددة في الصور البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز تقترب تدريجيا من مستويات التثبيت التي تتراوح بين ٤٥٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون. ولأغراض المقارنة، يبين الشكل أيضا تقديرات تركيزات ثاني أكسيد الكربون التي ستنشأ عن ثلاثة من تقديرات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص (ألف-١ (المتوازن) و ألف-٢ وباء-١).

ج) **التغيرات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة:** تقدر التغيرات في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة في صور التثبيت البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز باستخدام نموذج مناخي بسيط تم توليفه بدوره مع كل واحد من عدة نماذج أكثر تعقيدا. ويتباطئ الاحترار المقدر مع تباطؤ زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ويستمر الاحترار بعد الوقت الذي يثبت فيه تركيز ثاني أكسيد الكربون (تشير إليه النقط السوداء) ولكن بمعدل متضائل كثيرا. ومن المفترض أن انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون تتبع تقديرات فئة سيناريوهات التقرير الخاص ألف-١ (المتوازنة) حتى عام ٢١٠٠ وتظل ثابتة بعد ذلك. وقد وقع الاختيار على هذا السيناريو حيث يأتي في منتصف نطاق سيناريوهات التقرير الخاص. وتبين الخطوط المتقطعة تغيرات درجة الحرارة المقدرة لصور التثبيت البيانية، وهي مجموعة بديلة من الصور البيانية لتثبيت ثاني أكسيد الكربون (غير مبينة في اللوحتين (أ) أو (ب). وتبين المساحة المظللة تأثير مجموعة من حساسيات المناخ في حالات التثبيت الخمس. وتبين الخطوط الملونة في الجانب الأيمن من الشكل، بالنسبة لكل واحدة من الصور البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز، النطاق في عام ٢٣٠٠ نتيجة لمختلف توليفات النماذج المناخية وتبين المعينات في الجانب الأيمن من الشكل الاحترار المحدث للتوازن (على الأجل الطويل جدا) بالنسبة لكل مستوى من مستويات التثبيت باستخدام متوسط نتائج النماذج المناخية. ويظهر في الشكل أيضا لأغراض المقارنة الزيادات في درجة الحرارة في عام ٢١٠٠ التي تم تقديرها لسيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص (تشير إليها علامات الصليب الحمراء).

الجدول ٦–١ تركيزات ثاني أكسيد الكربون المقدرة لسيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص والانبعاثات المستقطعة للصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز المفضية إلى تثبيت ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي [1]

	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (جيغا طن من الكربون في العام [2])		انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتراكمة	السنة التي تنخفض فيها الانبعاثات		تركيزات الغلاف الجوي (أجزاء في المليون)		سنة تثبيت التركيزات
				قمة	إلى مادون ذروة مستويات عام ١٩٩٠ [3]			
سيناريوهات انبعاثات التقرير الخاص								
ألف–١ (المتوازنة)	١٦,٤	١٣,٥	١,٤١٥			٦٠٠–٤٩٠	٩٢٠–٦١٥	
ألف–١ (وقود غير أحفوري)	١٢,٣	٤,٣	٩٨٥			٥٦٠–٤٦٥	٧٣٥–٥٠٥	
ألف–١ (وقود أحفوري مركز)	٢٣,٩	٢٨,٢	٢,١٠٥			٦٤٠–٥٢٠	١٢٥٠–٨٢٥	
ألف–٢	١٧,٤	٢٩,١	١,٧٨٠			٦٠٠–٤٩٠	١٠٨٠–٧٣٥	
باء–١	١١,٣	٤,٢	٩٠٠			٥٤٥–٤٥٥	٦٨٠–٤٨٥	
باء–٢	١١,٠	١٣,٣	١,٠٨٠			٥٣٠–٤٤٥	٧٧٠–٥٤٥	
صور التثبيت البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز								
٤٥٠	٦,٩–٣,٠	٣,٧–١,٠	٧٣٥–٣٦٥	٢٠١٥–٢٠٠٥	<٢٠٤٥–٢٠٠٠	٤٤٥	٤٥٠	٢٠٩٠
٥٥٠	١٢,٦–٦,٤	٧,٧–٢,٧	١,١٣٥–٥٩٠	٢٠٣٠–٢٠٢٠	٢١٠٠–٢٠٣٠	٤٨٥	٥٤٠	٢١٥٠
٦٥٠	١٥,٣–٨,١	١١,٧–٤,٨	١,٣٧٠–٧٣٥	٢٠٤٥–٢٠٣٠	٢١٤٥–٢٠٥٥	٥٠٠	٦٠٥	٢٢٠٠
٧٥٠	١٦,٤–٨,٩	١٤,٦–٦,٦	١,٥٠٠–٨٢٠	٢٠٦٠–٢٠٤٠	٢١٨٠–٢٠٨٠	٥٠٥	٦٤٠	٢٢٥٠
١٠٠٠	١٧,٢–٩,٥	١٨,٤–٩,١	١,٦٢٠–٩٠٥	٢٠٩٠–٢٠٦٥	٢٢٧٠–٢١٣٥	٥١٠	٦٧٥	٢٣٧٥

[1] النص الأزرق=محدد والنص الأسود = نتائج النماذج؛ وتأخذ في الاعتبار الانبعاثات الناجمة عن استخدام الوقود الأحفوري والتغيرات في استخدام الأراضي على السواء. وهناك نطاقات من نموذجين بسيطين لدورة الكربون: يستند نطاق النموذج المتكامل لتقييم العلوم إلى نتائج نموذج معقد، بينما يستند نطاق نموذج دورة كربون بيرن إلى أوجه عدم اليقين في استجابات النظام وتغذياته المرتدة. وتوجد نتائج سيناريوهات التقرير الخاص في التذييل ١–١–٢ الملحق بمساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث. ويعتمد التوقيت الدقيق لانبعاثات الصور البيانية التي حددها ويغلي وريتشيلز وإدموندز على المسار إلى التثبيت.

[2] يعتقد بأن انبعاثات ١٩٩٠ قد بلغت ٧,٨ جيغا طن من الكربون. وهذه القيمة غير مؤكدة ويرجع ذلك أساسا إلى عدم اليقين بشأن حجم الانبعاثات الناجمة عن التغييرات في استخدام الأراضي، والتي يفترض هنا أنها بلغت ١,٧ جيغا طن من الكربون وهو متوسط القيمة السنوية خلال عقد الثمانينات.

المليون) اعتبارا من الوقت الراهن (أنظر الجدول ١–٦). وفي نهاية المطاف، ستحتاج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الانخفاض إلى جزء صغير للغاية من الانبعاثات الحالية. وسيتم تناول فوائد مختلف مستويات التثبيت لاحقا في السؤال ٦ وسترد مناقشة لتكاليف مستويات التثبيت هذه في السؤال ٧.

الفقرة ٣-٣-٩ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٦–٥ **وهناك نطاق واسع من عدم اليقين فيما يتعلق بمقدار الاحترار الذي سينشأ من جراء تثبيت تركيزات أي غاز من غازات الدفيئة.** ويبين الشكل ١–٦ج التغير في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة بالنسبة للسيناريوهات التي تثبت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مختلف المستويات وتعتبرها ثابتة بعد ذلك. ويتمخض عدم اليقين بشأن حساسية المناخ عن مجموعة كبيرة من التقديرات للتغير في درجة الحرارة التي ستنشأ عن الانبعاثات التي تقابل مستوى مختارا من التركيزات.[٧] ويظهر ذلك بصورة أوضح في الشكل ٢–٦ الذي يبين مستويات التثبيت النهائية لثاني أكسيد الكربون وما يقابلها من نطاق التغير في درجة الحرارة الذي من المقدر أن يتحقق في عام ٢١٠٠ وعند التوازن الطويل الأجل. ولتقييم تغيرات درجة الحرارة بالنسبة لهذه السيناريوهات، من المفترض أن انبعاثات غازات الدفيئة الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون ستتبع سيناريو التقرير الخاص ألف–١ (المتوازن) حتى عام ٢١٠٠ وأن انبعاثات هذه الغازات وسوف يسفر تفاوت الافتراضات بشان انبعاثات غازات الدفيئة الاخرى عن تفاوت تقديرات الاحترار عند كل واحد من مستويات تثبيت ثاني أكسيد الكربون.

[٧] استجابة المتوسط العالمي لدرجة الحرارة المحدثة للتوازن لتضاعف ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تستخدم في كثير من الأحيان لقياس حساسية المناخ. وتأتي درجات الحرارة المبينة في الشكلين ١–٦ و ٢–٦ من نموذج مناخي تم إعداده لتوليد نفس الاستجابة التي يحققها عدد من النماذج المعقدة التي تتسم بحساسيات مناخية تتراوح بين ١,٧ و ٤,٢ درجة مئوية. وهذا النطاق يماثل النطاق الشائع الذي يتراوح بين ١,٥ و ٤,٥ درجة مئوية.

الفقرة ٣-٣-٩ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والجدول ٣-٩ في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٦-٦ **ومن المقدر الحد من المتوسط العالمي للزيادة في درجة الحرارة إلى ٣,٥ درجة مئوية أو أقل خلال عام ٢١٠٠ عن طريق تخفيضات الانبعاثات التي ستؤدي في النهاية إلى تثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند مستوى ١٠٠٠ جزء في المليون استنادا إلى الصور البيانية في الشكل ١-٦ مع افتراض أن انبعاثات أي غازات غير ثاني أكسيد الكربون تتبع تقديرات السيناريو ألف – ١ (المتوازن) الوارد في التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات حتى عام ٢١٠٠ وأنها تظل ثابتة بعد ذلك.** ومن المقدر أن تتراوح الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بين ١,٢ و ٣,٥ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠ بالنسبة للصور البيانية التي تحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكي تثبت في نهاية المطاف تركيز ثاني أكسيد الكربون عند مستوي يتراوح بين ٤٥٠ و ١٠٠٠ جزء في المليون. وهكذا، بالرغم من أن جميع الصور البيانية لتثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون ستمنع كثيرا من النهاية العليا لتقديرات التقرير الخاص التي تتنبأ بحدوث احترار (١,٤ إلى ٥,٨ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠) خلال القرن الحادي والعشرين، ينبغي ملاحظة أن تركيزات ثاني أكسيد الكربون الواردة في معظم الصور البيانية ستستمر في الارتفاع إلى ما بعد عام ٢١٠٠. ونظرا للقصور الذاتي الكبير الذي يتسم به المحيط (أنظر السؤال ٥)، فمن المقدر أن تستمر درجات الحرارة في الارتفاع حتى بعد تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة، وإن كان بمعدل أبطأ مما هو مقدر للفترة السابقة للتثبيت ويتناقص ذلك بمرور الوقت. وسوف يستغرق الارتفاع في درجة الحرارة المحدثة للتوازن قرونا وهو يتراوح بين ١,٥ و ٣,٩ درجة مئوية فوق مستويات عام ١٩٩٠ للتثبيت عند ٤٥٠ جزءا في المليون ويتراوح بين ٣,٥ و٨,٧ درجة مئوية للتثبيت فوق مستويات عام ١٩٩٠ للتثبيت عند ١٠٠٠ جزء في المليون.[٨] وبالإضافة إلى ذلك، بالنسبة لهدف محدد من أهداف تثبيت درجة الحرارة، توجد مجموعة كبيرة للغاية من أوجه عدم اليقين المقترنة بمستوى التثبيت المطلوب لتركيز غازات الدفيئة (أنظر الشكل ٦ ٢-). والمستوى المطلوب لتثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون بالنسبة لهدف معين من أهداف درجة الحرارة يعتمد على مستويات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون. وتشير تقديرات النتائج التي تم التوصل إليها من النموذج المناخي الشامل الوحيد الذي استُخدم لتحليل التأثيرات الإقليمية لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون إلى أن متوسط التغيرات الإقليمية في درجة الحرارة ستتشابه من حيث نمطها الجغرافي ولكن ستقل حجما عن تلك المتوسطات المقدرة لسيناريو خط الأساس مع زيادة سنوية بنسبة ١٪ في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من[٩] عام ١٩٩٠ .

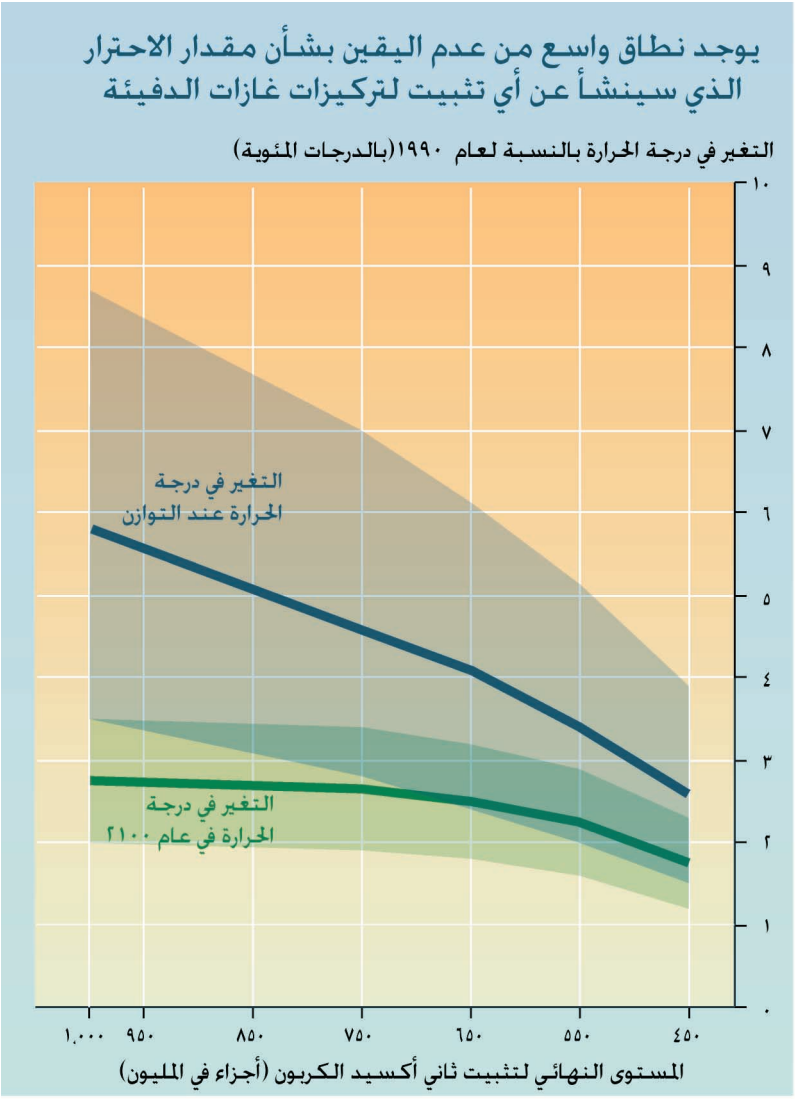
الفقرة ١-٣-٣-٩ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٦-٧ **ومختلف المسارات الزمنية للانبعاثات التي تفضي إلى مستوى مشترك لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي تؤدي إلى مسارات زمنية مختلفة لتغير درجة الحرارة.** وبالنسبة لمستويات تثبيت ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ و٥٥٠ و ٦٥٠ و ٧٥٠ جزءا في المليون، تم تحليل مجموعتين من المسارات الزمنية للانبعاثات فيما سبق من تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ويشار إليها بصور التثبيت البيانية والصور البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز.[١٠] والصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز تسمح بانبعاثات في العقود الأولى أكبر مما تسمح به صور التثبيت البيانية، ولكنها يجب أن تطالب حينئذ بتخفيض الانبعاثات في العقود اللاحقة من أجل تحقيق مستوى محدد من التثبيت. ومن المقدر أن هذا التأجيل لتخفيضات الانبعاثات في الصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز سيقلل من تكاليف التخفيف (أنظر السؤال ٧) ولكنه سيسفر عن معدل أسرع للاحترار في بادئ الأمر. والفرق في تقديرات درجات

[٨] مساهمة غازات الدفيئة الأخرى والأهباء الجوية في الاحترار المحدث للتوازن في كل هذه السيناريوهات تبلغ ٠,٦ درجة مئوية لحساسية مناخية منخفضة و ١,٤ درجة مئوية لحساسية مناخية مرتفعة. والزيادة المصاحبة في التأثير الإشعاعي تساوي الزيادة التي تحدث في حالة حدوث نسبة إضافية قيمتها ٢٨٪ في التركيزات النهائية لثاني أكسيد الكربون.

[٩] هذه النسبة لزيادة الانبعاثات تقرب كثيرا من سيناريو الهيئة (أ) لعام ١٩٩٢ الخاص بالانبعاثات.

[١٠] يتناول تقرير التقييم الثاني للفريق العامل الأول الصور البيانية للتثبيت والصور البيانية التي أعدها ويغلي وريتشيلز وإدموندز ويرد وصف لها بمزيد من التفصيل في الورقة الفنية الثالثة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.



الشكل ٦-٢ : التغيرات في درجة الحرارة بالنسبة لعام ١٩٩٠ في (أ) عام ٢١٠٠ و (ب) عند التوازن يتم تقديرها باستخدام نموذج مناخي بسيط في الصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز كما هو مبين في الشكل ٦-١. وتفترض أقل وأعلى التقديرات لكل مستوى من مستويات التثبيت وجود حساسية مناخية تبلغ ١,٧ و ٤,٢ درجة مئوية على التوالي. ويمثل خط المركز متوسط التقديرات المنخفضة والعالية.

الفقرة ٣-٣-٩ من تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول

الحرارة بالنسبة لمجموعتي المسارات هو ٠,٢ درجة مئوية أو أقل في عام ٢٠٥٠ عندما يبلغ هذا الفرق أقصى درجات الوضوح. وبعد عام ٢١٠٠، تتقارب تغيرات درجة الحرارة في الصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز وصور التثبيت البيانية. وترد في الشكل ٦-١ج مقارنة لتقديرات درجات الحرارة في صور التثبيت البيانية والصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز.

٦-٨ وسوف يستمر سطح البحر والأغطية الجليدية في الاستجابة للاحترار لقرون كثيرة بعد تثبيت تركيزات غازات الدفيئة (أنظر السؤال ٥). والنطاق المقدر لارتفاع مستوى سطح البحر الناجم عن التمدد الحراري عند التوازن يتراوح بين ٠,٥ و ٢ مترا بالنسبة لزيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون من مستوى ما قبل عصر التصنيع الذي كان يبلغ ٢٨٠ إلى ٥٦٠ جزءا في المليون و بين ١ و ٤ أمتار بالنسبة لزيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون من ٢٨٠ جزءا في المليون و ١١٢٠ جزءا في المليون. وتراوح الارتفاع المرصود خلال القرن العشرين بين ٠,١ و ٠,٢ مترا. وسوف يزدادا الارتفاع المقدر إذا أخذ في الحسبان تأثير الزيادات في تركيزات غازات الدفيئة الأخرى. وهناك تأثيرات أخرى يسهم بها الارتفاع في مستوى سطح البحر في النطاقات الزمنية التي تتراوح بين قرون وآلاف الأعوام (أنظر السؤال ٥). وتشير تقديرات النماذج التي تم تقييمها في تقرير التقييم الثالث إلى حدوث ارتفاع في مستوى سطح البحر يصل إلى عدة أمتار من الأغطية الجليدية القطبية (أنظر السؤال ٤) وجليد اليابسة حتى بالنسبة لمستويات التثبيت عند ٥٥٠ جزءا في المليون من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٤-٥-١١ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٦-٩ **وخفض انبعاثات غازات الدفيئة من أجل تثبيت تركيزاتها في الغلاف الجوي سيؤخر ويقلل الأضرار الناجمة عن تغير المناخ.**

الفقرات ٣-٤-١ و٨-١٨ و٥-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٦-١٠ **وسوف تقلل إجراءات خفض (تخفيف) انبعاثات غازات الدفيئة من الضغوط الواقعة على النظم الطبيعية والبشرية من جراء تغير المناخ.** وسوف يتيح تباطؤ معدلات الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة وسطح البحر مزيدا من الوقت للتكيف. ونتيجة لذلك، من المتوقع أن تؤخر إجراءات التخفيف الأضرار الناجمة عن تغير المناخ وتقللها، ومن ثم، تحقق فوائد بيئية واجتماعية-اقتصادية. ويتم تقييم إجراءات التخفيف وما يصاحبها من تكاليف في الإجابة على السؤال ٧.

الفقرة ٣-٣-٩ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٥-٣-٤-١ و ٢-٥ و٤-٥ والفقرات من ٣-١٩ إلى ٦-٣-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

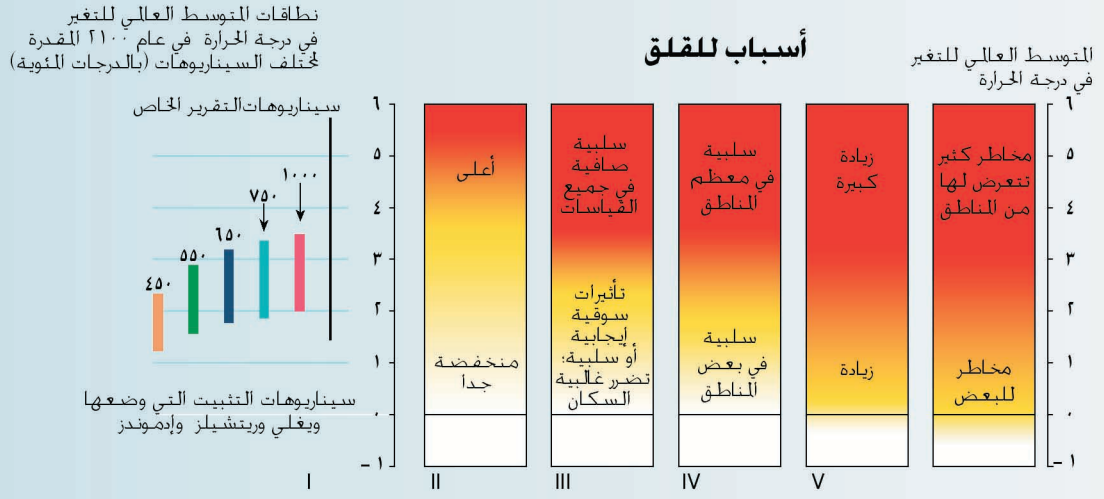
٦-١١ **وإجراءات التخفيف لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستويات أقل ستحقق فوائد أكبر من ناحية تقليل الأضرار.** والتثبيت عند مستويات أكثر انخفاضا سيقلل من خطر تجاوز عتبات درجات الحرارة في النظم الفيزيائية الأحيائية التي توجد فيها. ومن المقدر أن يحقق تثبيت ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ جزءا في المليون على سبيل المثال زيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة في عام ٢١٠٠ أقل مما هو مقدر للتثبيت عند ١٠٠٠ جزء في المليون بنحو ٠,٧٥ إلى ١,٢٥ درجة مئوية (أنظر الشكل٢-٦). ويتراوح الفرق عند التوازن بين ٢ و ٥ درجات مئوية. وسوف ينخفض الحجم الجغرافي للأضرار أو الخسائر التي تلحق بالنظم الطبيعية، وسينخفض أيضا عدد النظم المتضررة التي تتزايد مع حجم ومعدل تغير المناخ وذلك بالنسبة لمستوى التثبيت الأقل. وبالمثل، بالنسبة لمستوى التثبيت الأقل، من المتوقع أن تنخفض شدة التأثيرات الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة، وسوف يقل عدد المناطق التي تعاني من صافي التأثيرات الضارة لقطاع السوق، وستتضاءل التأثيرات الكلية العالمية وتنخفض أخطار الظواهر الواسعة النطاق والشديدة التأثير. ويعرض الشكل ٣-٦ ملخصا لمخاطر تغير المناخ أو دواعي القلق (أنظر الإطار ٢-٣) في مقابل نطاقات المتوسط العالمي للتغير في درجة الحرارة في عام ٢١٠٠ المقدرة لمختلف السيناريوهات.[١١]

الفقرتان من ٤-١٩ إلى ٥-٤-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٦-١٢ **ولا توجد بعد تقديرات كمية شاملة لفوائد التثبيت عند مختلف مستويات تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.** وبينما أحرزت تطورات في فهم الطبيعة النوعية لتأثيرات تغير المناخ في المستقبل، فلم تجر قياسات كمية كاملة للتأثيرات التي ستنشأ في ظل مختلف السيناريوهات. ونظرا لعدم اليقين الذي يكتنف حساسية المناخ وعدم اليقين فيما يتعلق بالأنماط الجغرافية والموسمية للتغيرات في درجات الحرارة والتهطال وغير ذلك من المتغيرات والظواهر المناخية، لا يمكن تحديد تأثيرات تغير المناخ تحديدا فريدا بالنسبة لبعض سيناريوهات الانبعاثات. وتوجد أيضا أوجه عدم يقين فيما يتعلق بالعمليات والحساسيات الرئيسية وما تتسم به النظم من قدرات على التكيف مع التغيرات في المناخ. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التأثيرات، مثل التغيرات في تركيب ووظيفة النظم الايكولوجية، وانقراض الأنواع، والتغيرات في صحة الإنسان وتفاوت توزيع التأثيرات بين مختلف السكان والمناطق لا يسهل التعبير عنها في شكل وحدات نقدية أو غير ذلك من الوحدات الشائعة. وفي ظل هذه القيود، فإن الفوائد المترتبة على مختلف إجراءات خفض انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، بما في ذلك الإجراءات الرامية إلى تثبيت تركيزات غازات الدفيئة عند مستويات مختارة، لم يتم توصيفها توصيفا كاملا ولا يمكن مقارنتها مباشرة بتكاليف التخفيف لأغراض تقييم صافي التأثيرات الاقتصادية للتخفيف.

[١١] ستتفاوت تأثيرات تغير المناخ حسب المناطق أوالقطاعات أو النظم وستعتمد التأثيرات على التغيرات الإقليمية والموسمية في متوسط درجة الحرارة والتهطال وتقلبية المناخ وتواتر وشدة الظواهر المناخية المتطرفة والارتفاع في مستوى سطح البحر. ويستخدم التغير في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة كتدبير موجز للضغوط الناجمة عن تغير المناخ.

تقليل مخاطر التعرض لأضرار تغير المناخ عن طريق تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون



أولا النظم الفريدة والمهددة

انقراض الأنواع الأحيائية
ضياع الموائل الفريدة والأراضي الرطبة الساحلية
تبييض المرجان وموته

ثانيا الظواهر المناخية المتطرفة

التأثيرات على الصحة والعقارات والبيئة من جراء الزيادة في تواتر وشدة بعض الظواهر المناخية المتطرفة

ثالثا توزيع التأثيرات

التغيرات في غلات محاصيل الحبوب التي تتراوح بين الزيادة والنقصان في جميع المناطق ولكن من المقدر تناقصها في معظم المناطق المدارية وشبه المدارية
تناقص توفر المياه في بعض البلدان التي تعاني من إجهاد المياه وزيادتها في بلدان أخرى
مخاطر على الصحة في البلدان النامية بصورة أشد مما في البلدان المتقدمة
خسائر صافية في قطاع السوق مقدرة في كثير من البلدان النامية وتأثيرات مختلطة مقدرة في البلدان المتقدمة من جراء حدوث احترار بمقدار بضع "a few" درجات مئوية وتأثيرات سلبية من جراء حدوث احترار أشد

رابعا التأثيرات الكلية العالمية

تقديرات التأثيرات الكلية الصافية على قطاع السوق تكون إيجابية وسلبية عند حدوث احترار بمقدار بضع "a few" درجات مئوية وتكون سلبية عند حدوث احترار أشد
زيادة عدد الأشخاص المتضررين عن عدد المستفيدين حتى في حالة حدوث احترار يقل عن بضع "a few" درجات مئوية

خامسا الظواهر الواسعة النطاق والشديدة التأثير

من الممكن حدوث تباطؤ كبير في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في عام ٢١٠٠
ذوبان الأغطية الجليدية وانهيارها يزيد كثيرا من ارتفاع مستوى سطح البحر (احتمالية ضعيفة للغاية قبل عام ٢١٠٠، ولكن الاحتمالية تكون أكبر على النطاق الزمني المتعدد القرون).

الفقرة ٣-٣-٩ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٢-٨-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الشكل ٦-٣ : مخاطر الأضرار الناجمة عن تغير المناخ يمكن تقليلها بتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون. ويوضح الشكل مخاطر التأثيرات الضارة الناجمة عن تغير المناخ لمختلف أحجام التغير في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة حيث يستخدم المتوسط العالمي للتغير في درجة الحرارة كمؤشر غير مباشر لحجم تغير المناخ. ويظهر في الجانب الأيمن من الشكل تقديرات التغير في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة بحلول عام ٢١٠٠ مقارنة بعام ١٩٩٠ وذلك بالنسبة للسيناريوهات التي ستفضي إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، فضلا عن المجموعة الكاملة لتقديرات التقرير الخاص. ويمكن تجنب الكثير من الأخطار المقترنة بالاحترار فوق ٣,٥ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠ وذلك عن طريق تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند أو دون ١٠٠٠ جزء في المليون. والتثبيت عند مستوى أقل سيقلل من المخاطر بصورة أكبر. ويشير اللون الأبيض إلى التأثيرات أو الأخطار المحايدة أو التأثيرات السلبية الصغيرة أو الإيجابية الصغيرة. ويشير اللون الأصفر إلى التأثيرات السلبية أو المخاطر المنخفضة بالنسبة لبعض النظم. ويعني اللون الأحمر تأثيرات أو مخاطر سلبية أكثر انتشارا و/أو أكبر حجما. وتقييم التأثيرات أو المخاطر يأخذ فقط في الاعتبار حجم التغير وليس معدله. ويُستخدم التغير السنوي في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة كمؤشر غير مباشر لحجم تغير المناخ. ولكن التأثيرات ستكون، من بين عوامل أخرى، دالة لحجم ومعدل التغير العالمي والإقليمي في متوسط المناخ وتقلبية المناخ والظواهر المناخية المتطرفة والظروف الاجتماعية والاقتصادية والتكيف.

٦-١٣ ويعد التكيف استراتيجية ضرورية على جميع النطاقات من أجل تكميل الجهود الرامية إلى التخفيف من تغير المناخ. ويمكن لهذه الجهود معا أن تسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

٦-١٤ ويمكن للتكيف أن يكمل التخفيف في استراتيجية تتسم بفعالية التكلفة من أجل تقليل مخاطر تغير المناخ. وخفض انبعاثات غازات الدفيئة، بل وتثبيت تركيزاتها في الغلاف الجوي عند مستوى منخفض، لن يمنع تماما من حدوث تغير المناخ أو ارتفاع مستوى سطح البحر كما أنه لن يحول تماما دون وقوع التأثيرات الناجمة عنها. وسوف يحدث كثير من التكيف التفاعلي استجابة لتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر، وبدأ بعض هذا التكيف في الظهور بالفعل. وبالإضافة إلى ذلك، فإن وضع استراتيجيات تكيف مخططة للتصدي للمخاطر والاستفادة من الفرص يمكن أن يكمل إجراءات التخفيف الرامية إلى تقليل تأثيرات تغير المناخ. ومع ذلك، فإن التكيف ينطوي على تكاليف ولا يمكنه أن يحول دون وقوع جميع الأضرار. وتنفيذ التكيف مقترنا بالتخفيف يمكن أن يكون نهجا لتخفيض تأثيرات تغير المناخ على نحو يتسم بقدر أكبر من فعالية التكلفة مما لو تم تطبيقه بمفرده. وقد تم في السؤال ٣ تقييم ما ينطوي عليه التكيف من إمكانية للتقليل بشدة من كثير من التأثيرات الضارة لتغير المناخ. ونظرا لوجود نطاقات متداخلة للزيادات العالمية في درجة الحرارة المقترنة بمختلف مستويات التثبيت (أنظر الشكل ٦-١-ج) فإن كثيرا من خيارات التكيف ستكون ملائمة لمجموعة من مستويات التثبيت. وسيضيق تحسين المعرفة من أوجه عدم اليقين المقترنة بمستويات تثبيت معينة وتحديد استراتيجيات التكيف الملائمة.

الفقرات ٢-٤-١ و٥-٣-١٨ و ١-٤-١٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٦-١٥ ويمكن تقليل تكاليف وتحديات التكيف عن طريق تخفيف تغير المناخ. وسوف تقلل تخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة من حجم ومعدل التغيرات التي ينبغي التكيف معها، ومن الممكن أن يشمل تغيرات في تواتر وشدة الظواهر المتطرفة. ومن شأن التغيرات الأقل التي تطرأ على النظم وتباطؤ سرعة حدوث الزيادات في الاجهادات أن تسمح بمزيد من الوقت للتكيف وتقليل درجة تعديل الممارسات الراهنة للتعامل مع تقلبية المناخ وظواهره المتطرفة (أنظر السؤال ٣). ولذلك فإن الجهود الأعنف الرامية إلى التخفيف سوف تقلل من تكاليف التكيف لبلوغ مستوى محدد من الفعالية.

الفقرات ٢-٢-١٨ و ٣-١٨ و ٨-١٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٦-١٦ ويمكن لإجراءات التخفيف والتكيف، إذا صُممت بطريقة ملائمة، أن تنهض بأهداف التنمية المستدامة. وكما جاء في السؤال ٣، فإن الأخطار المقترنة بتغير المناخ تنطوي على إمكانية تقويض التقدم نحو التنمية المستدامة (مثل الأضرار الناجمة عن الظواهر المناخية ونقص المياه وتدهور جودة المياه والخلل في إمدادات الغذاء والجوع وتدهور الأراضي وضعف صحة الإنسان). وبتقليل هذه المخاطر، يمكن لسياسات التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدته أن تحسن من مستقبل التنمية المستدامة.[١٢]

الفقرة ١-٦-١٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرتان ٣-٢-٢ و ٢-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٦-١٧ ومن المقدر أن ينطوي تأثير تغير المناخ على تأثيرات مختلفة داخل البلدان وفيما بينها. ويثير التحدي المتمثل في معالجة تغير المناخ قضية هامة من قضايا الإنصاف. ويمكن للضغوط الناجمة عن تغير المناخ أن تفاقم من جوانب عدم الإنصاف بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية. وتقليل هذه الضغوط من خلال التخفيف وتعزيز القدرة على التكيف يمكن أن يقلل من جوانب

الفقرتان ٣-٥-١٨ و ٤-١٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

[١٢] يتناول السؤال ٧ العلاقات بين إجراءات التخفيف ذاتها والتنمية المستدامة والإنصاف. ويغطي السؤال ٣ العلاقات بين التكيف والتنمية المستدامة والإنصاف.

عدم الإنصاف. ويعد السكان في البلدان النامية، ولاسيما أشدهم فقرا، أسرع تأثرا بتغير المناخ من السكان في البلدان المتقدمة (أنظر السؤال ٣). وتخفيض معدل الاحترار والارتفاع في مستوى سطح البحر وزيادة القدرة على التكيف مع تغير المناخ سيفيد جميع البلدان، ولاسيما البلدان النامية.

الفقرات ٢-١ و٢-٥-١٨ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٣-٤-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٦-١٨ **ويمكن تعزيز الإنصاف بين الأجيال عن طريق تقليل تغير المناخ وإبطائه.** فالانبعاثات التي يطلقها الجيل الحالي ستؤثر على كثير من أجيال المستقبل بسبب القصور الذاتي في نظام الغلاف الجوي-المحيطات-المناخ وما تتعرض له البيئة من تأثيرات معمرة ناجمة عن تغير المناخ ولا يمكن التخلص منها في بعض الأحيان. ومن المتوقع لأجيال المستقبل بصفة عامة أن يكونوا على قدر من الثراء والتعلم والاطلاع والتقدم التكنولوجي أكبر مما عليه الجيل الحالي ومن ثم أقدر على التكيف من نواح كثيرة. ولكن التغيرات التي ستحدث في العقود القادمة ستتراكم وقد يبلغ بعضها حجما يشكل امتحانا قاسيا لقدرة كثير من المجتمعات على التعامل معها. وبالنسبة للتأثيرات التي لا يمكن التخلص منها، مثل انقراض الأنواع الأحيائية أو الخسائر في النظم الايكولوجية الفريدة، لا توجد تدابير للتكيف يمكنها معالجة هذه الخسائر علاجا شافيا. وتخفيف حدة تغير المناخ سيقلل من المخاطر التي ستتعرض لها أجيال المستقبل من جراء الإجراءات التي يتخذها الجيل الحالي.

السؤال ٧

ماذا تعرف عن إمكانات خفض انبعاثات غازات الدفيئة وما ينطوي عليه ذلك من تكاليف وما يترتب عليه من فوائد والإطار الزمني المطلوب لذلك؟

- ما هي التكاليف والفوائد الاقتصادية والاجتماعية وما هي آثار الإنصاف بالنسبة لخيارات السياسات والتدابير، وآليات بروتوكول كيوتو، التي يمكن دراستها لمعالجة تغير المناخ إقليميا وعالميا؟
- ما هي مجموعات خيارات البحث والتطوير والاستثمارات والسياسات الأخرى التي يمكن دراستها والتي تتسم بأكبر فعالية في تعزيز التنمية ونشر التكنولوجيات التي تعالج تغير المناخ؟
- ما هي أنواع الخيارات الاقتصادية وخيارات السياسات الأخرى التي يمكن أخذها في الاعتبار لإزالة الحواجز القائمة والمحتملة ولحفز نقل التكنولوجيا إلى القطاعين الخاص والعام ونشرها بين البلدان وما تأثير ذلك على الانبعاثات المقدرة؟
- كيف يؤثر توقيت الخيارات الواردة أعلاه على التكاليف والفوائد الاقتصادية المصاحبة وعلى تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي خلال القرن القادم وما بعده؟

٧-١ يركز هذا السؤال على إمكانية تحقيق التخفيف وتكاليفه على الأجلين القريب والبعيد على السواء. ويتناول السؤالان ٥ و٦ قضية الفوائد الأولية للتخفيف (التكاليف المتجنبة وأضرار إبطاء تغير المناخ) وأما قضية الفوائد الثانوية للتخفيف فيتم تناولها في الإجابة على هذا السؤال وفي الإجابة على السؤال ٨. وتبين هذه الإجابة مجموعة متنوعة من العوامل التي تسهم في إحداث فروق وأوجه عدم يقين كبيرة في التقديرات الكمية لتكاليف خيارات التخفيف. وقد بين تقرير التقييم الثاني نوعين من النهوج المتبعة في تقدير التكاليف، وهما النهوج من أسفل إلى أعلى التي تقيم في كثير من الأحيان التكلفة والإمكانية على الأجل القريب ويتم إنشاؤها من تقييمات تكنولوجيات وقطاعات محددة؛ والنهوج من أعلى إلى أسفل التي تبدأ من العلاقات في الاقتصاد الكلي. ويفضي هذان النهجان إلى فروق في تقديرات التكاليف ثم تضييقها منذ أن تم إعداد تقرير التقييم الثاني. وتتناول الإجابة الواردة أدناه تقديرات التكلفة من كلا النهجين بالنسبة للأجل القريب ومن النهج من أعلى إلى أسفل بالنسبة للأجل الطويل. وترد أولا مناقشة لخيارات التكيف وإمكانية تخفيضها لانبعاثات غازات الدفيئة وعزل الكربون. وتعقب ذلك مناقشة لتكاليف تحقيق تخفيضات في الانبعاثات من أجل تلبية القيود المفروضة على الانبعاثات على الأجل القريب وأهداف التثبيت الطويلة الأجل وتوقيت التخفيضات لبلوغ هذه الأهداف. وتختم هذه الإجابة بمناقشة للإنصاف باعتباره يتصل بتخفيف تغير المناخ.

إمكانية وحواجز وفرص وسياسات وتكاليف تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة على الأجل القريب

٧-٢ **هناك إمكانية تكنولوجية وبيولوجية كبيرة للتخفيف على الأجل القريب.**

٧-٣ **تم إحراز تقدم تقني كبير يتصل بخفض انبعاثات غازات الدفيئة منذ تقديم تقرير التقييم الثاني وسار هذا التقدم بخطى أسرع مما كان متوقعا.** ويجري إحراز تقدم في مجموعة كبيرة من التكنولوجيات في مختلف مراحل التطور، مثل طرح توربينات الرياح في الأسواق و التخلص السريع من الغازات الناتجة عن الصناعة، مثل أكسيد النيتروز المنبعث من إنتاج حمض الأديبيك والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة المنطلقة من إنتاج الألومنيوم، والسيارات التي تعمل بالمحركات المهجنة ذات الكفاءة، والنهوض بتكنولوجيا خلايا الوقود والبيانات العملية بشأن تخزين ثاني أكسيد الكربون الجوفي. وتشمل الخيارات التكنولوجية لخفض الانبعاثات تحسين كفاءة أجهزة الاستعمال النهائي وتكنولوجيات تحويل الطاقة والانتقال إلى التكنولوجيات التي ينخفض أو ينعدم فيها الكربون وتحسين إدارة الطاقة وتخفيض انبعاثات الغازات الناجمة عن النواتج والعمليات الصناعية وإزالة الكربون وتخزينه. ويلخص الجدول ١-٧ نتائج الكثير من الدراسات القطاعية والتي تم إجراء معظمها على مستوى المشروعات وعلى المستوى الوطني والإقليمي وأجري بعضها على المستوى العالمي، مع تقديم تقديرات للتخفيضات المحتملة في انبعاثات غازات الدفيئة في الإطار الزمني ٢٠١٠ و٢٠٢٠.

الفقرات من ٣-٣ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث ومرفق الفصل الثالث من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٧-٤ **وتتيح الغابات والأراضي الزراعية والنظم الايكولوجية الأرضية الأخرى إمكانية كبيرة لتخفيف الكربون. والحفاظ على الكربون وعزله. وإن لم يكن دائما بالضرورة. قد يتيح وقتا لتعزيز تطوير وتنفيذ خيارات أخرى (أنظر الجدول٢-٧).** وقد يحدث التخفيف البيولوجي عن طريق ثلاث استراتيجيات هي: أ) الحفاظ على مستجمعات الكربون الحالية و ب)العزل عن طريق زيادة حجم مستجمعات الكربون[١٣] و ج) استبدال المنتجات البيولوجية المنتجة على نحو مستدام (مثل

الفقرات ٤-٦-٣ ومن٢-٤ الى ٤-٢-٤ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والتقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغيرات في استخدم الأراضي والحراجة

[١٣] يمكن أن يؤثر تغيير استخدام الأراضي على تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. ومن الناحية الافتراضية، إذا أمكن استعادة جميع الكربون المنطلق من جراء التغيرات التاريخية في استخدام الأراضي إلى الغلاف الحيوي الأرضي خلال القرن (مثلا عن طريق إعادة التحريج) فان تركيز ثاني أكسيد الكربون سينخفض بما يتراوح بين ٤٠ و٧٠ جزءا في المليون.

الجدول ٧–١ تقديرات التخفيضات المحتملة في انبعاثات غازات الدفيئة في عام ٢٠١٠ وعام ٢٠٢٠
(الجدول رقم ١ في الملخص لصانعي السياسات للفريق العامل الثالث)

القطاع	الانبعاثات التاريخية في عام ١٩٩٠ (طن متري من مكافئ الكربون في العام[أ])	معدل النمو السنوي في مكافئ الكربون التاريخي خلال الفترة ١٩٩٠–١٩٩٥ (٪)	التخفيضات المحتملة في الانبعاثات في عام ٢٠١٠ (طن متري من مكافئ الكربون في العام[أ])	التخفيضات المحتملة في الانبعاثات في عام ٢٠٢٠ (طن متري من مكافئ الكربون في العام[أ])	صافي التكاليف المباشرة المتجنبة لكل طن من الكربون.
الأبنية[أ] ثاني أكسيد الكربون فقط	١,٦٥٠	١,٠	٧٥٠–٧٠٠	١,١٠٠–١,٠٠٠	معظم التخفيضات متاحة بصافي التكاليف السلبية المباشرة.
النقل ثاني أكسيد الكربون فقط	١,٠٨٠	٢,٤	٣٠٠–١٠٠	٧٠٠–٣٠٠	تشير معظم الدراسات إلى تكاليف مباشرة صافية أقل من ٢٥ دولارا أمريكيا لكل طن من الكربون ولكن تشير دراستان إلى أن صافي التكاليف المباشرة ستزيد عن ٥٠ دولارا أمريكيا لكل طن من الكربون.
الصناعة ثاني أكسيد الكربون فقط –كفاءة الطاقة –كفاءة مادية	٢,٣٠٠	٠,٤	٥٠٠–٣٠٠ ~٢٠٠	٩٠٠–٧٠٠ ~٦٠٠	أكثر من النصف متاح بتكلفة مباشرة سلبية صافية. التكاليف غير مؤكدة.
الصناعة غازات غير ثاني أكسيد الكربون	١٧٠	لا يوجد	~١٠٠	~١٠٠	تتراوح تكاليف تخفيض انبعاثات أكسيد النيتروز بين صفر و١٠ دولارات أمريكية لكل طن من مكافئ الكربون.
الزراعة[ب] ثاني أكسيد الكربون فقط غازات غير ثاني أكسيد الكربون	٢١٠ ٢,٨٠٠–١,٢٥٠		٣٠٠–١٥٠	٧٥٠–٣٥٠	سوف تتراوح تكلفة معظم التخفيضات بين صفر و١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من مكافئ الكربون مع ضيق فرص خيارات صافي التكلفة المباشرة السلبية.
المخلفات[ج] الميثان فقط	٢٤٠	١,٠	~٢٠٠	~٢٠٠	نحو ٧٥٪ من المدخرات كاسترداد للميثان من الحفر الأرضية بصافي تكلفة مباشرة سلبية، و٢٥٪ بتكلفة ٢٠ دولارا أمريكيا لكل طن من مكافئ الكربون.
تطبيقات استبدال بروتوكول مونتريال غازات غير ثاني أكسيد الكربون	صفر	لا يوجد	~١٠٠	لا يوجد	توجد خيارات محدودة لصافي التكلفة المباشرة السلبية؛ وتتاح الكثير من الخيارات بأقل من ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من مكافئ الكربون.
إمدادات الطاقة وتحويلها[ج] ثاني أكسيد الكربون فقط	(١,٦٢٠)	١,٥	١٥٠–٥٠	٧٠٠–٣٥٠	توجد خيارات محدودة لصافي التكلفة المباشرة السلبية؛ وتتاح الكثير من الخيارات بأقل من ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من مكافئ الكربون.
المجموع	٨,٤٠٠–٦,٩٠٠[ج]		٢,٦٠٠–١,٩٠٠[ج]	٥,٠٥٠–٣,٦٠٠[د]	

أ تشمل الأبنية الأجهزة والمباني وهياكل البناء.

ب ينجم نطاق الزراعة أساسا عن قدر كبير من عدم اليقين بشأن الميثان وأكسيد النيتروز وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالتربة. ويهيمن طمر الميثان على المخلفات ويمكن تقييم القطاعات الأخرى بمزيد من الدقة حيث يغلب عليها ثاني أكسيد الكربون الأحفوري.

ج مشمولة في قيم القطاع أعلاه. وتشمل التخفيضات خيارات توليد الكهرباء فقط (تحول الوقود إلى غاز / طاقة نووية وجمع وتخزين ثاني أكسيد الكربون وتحسين كفاءة محطات توليد الكهرباء ومصادر الطاقة المتجددة).

د يشمل المجموع جميع القطاعات التي تم استعراضها في الفصل الثالث من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث بالنسبة لجميع الغازات الستة. وهو يستبعد مصادر ثاني أكسيد الكربون غير المرتبطة بالطاقة (إنتاج الأسمنت، ١٦٠ ميغا طن من الكربون؛ إحراق الغاز، ٦٠ ميغا طن من الكربون؛ وتغيرات استخدام الأراضي، ٦٠٠–١,٤٠٠ ميغا طن من الكربون) والطاقة المستخدمة لتحويل الوقود في مجموع قطاع الاستعمال النهائي (٦٣٠ ميغا طن من الكربون). وإذا أضفنا إلى ذلك تكرير البترول وغاز أفران فحم الكوك، فإن الانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون في عام ١٩٩٠ والتي بلغت ٧١٠٠ ميغا طن كربون ستزداد بنسبة ١٢٪ . ويلاحظ عدم إدراج الانبعاثات الناتجة عن الحراجة وخيارات تخفيف بواليع الكربون فيها.

ج تقدر سيناريوهات خط الأساس الواردة في التقرير الخاص (بالنسبة لستة غازات مشمولة في بروتوكول كيوتو) نطاقا من الانبعاثات يبلغ ١١,٥٠٠– ١٤٠٠٠ ميغا طن من مكافئ الكربون في عام ٢٠١٠ و ١٢,٠٠٠–١٦,٠٠٠ ميغا طن من مكافئ الكربون في عام ٢٠٢٠. وتقديرات تخفيض الانبعاثات تكون أكثر اتفاقا مع اتجاهات انبعاثات خط الأساس في السيناريو باء٢– الوارد في التقرير الخاص. وتأخذ التخفيضات المحتملة في الاعتبار التجدد المنتظم أسهم رأس المال. وهي لا تقتصر على الخيارات الفعالة بالقياس إلى التكلفة، ولكنها تستبعد الخيارات ذات التكلفة التي تزيد عن ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من مكافئ الكربون (باستثناء الغازات المشمولة في بروتوكول مونتريال) أو الخيارات التي لن يتم اعتمادها من خلال استخدام السياسات المقبولة بصفة عامة.

الجدول ٧-٢	تقديرات التخفيضات العالمية المحتملة في انبعاثات غازات الدفيئة في عام ٢٠١٠ استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة.		
فئات خيارات التخفيف	التخفيضات المحتملة في الانبعاثات في عام ٢٠١٠ (ميغا طن من الكربون في العام[-١])	التخفيضات المحتملة في الانبعاثات (ميغا طن من الكربون)	
التحريج / إعادة التحريج [أ]	١٩٧-٥٨٤		يشمل الكربون في الكتلة الأحيائية الفوقية والتحتية. يستبعد الكربون الموجود في التربة والمواد العضوية الميتة.
تقليل إزالة الغابات [ب]		١,٧٨٨	إمكانية تقليل إزالة الغابات يكتنفها كثير من عدم اليقين بالنسبة للمناطق المدارية وقد تخطئ بنسبة ٥٠٪.
تحسين الإدارة في استخدام الأراضي [ج]	٥٧٠		من المفترض أن يمثل ذلك أفضل مجموعة متاحة من ممارسات الإدارة في كل استخدام من استخدامات الأراضي وفي كل منطقة مناخية
المجموع	٤٣٥		
	١,٢٠٢-١,٥٨٩	١,٧٨٨	

أ المصدر: الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات بالتقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة. وهو يستند إلى السيناريو التعريفي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. ولا تتاح المعلومات للسيناريوهات التعريفية الأخرى. وتشير الإمكانية إلى النطاق المقدر للتغير المحسوب في المخزون بالنسبة للفترة ٢٠٠٨-٢٠١٢ (ميغا طن من الكربون في العام).

ب المصدر: الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات بالتقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة. وهو يستند إلى السيناريو التعريفي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. ولا تتاح المعلومات للسيناريوهات التعريفية الأخرى. وتشير الإمكانية إلى المتوسط المقدر في تغير المخزون (ميغا طن من الكربون).

ج المصدر: الجدول ٤ في الملخص لصانعي السياسات بالتقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة. تشير الإمكانية إلى صافي التغير المقدر في مخزونات الكربون في عام ٢٠١٠ (ميغا طن من الكربون في العام[-١]) . وقائمة الأنشطة ليست حصرية أو كاملة. ومن غير المرجح أن تطبق جميع البلدان كل الأنشطة. وتعبر بعض هذه التقديرات عن قدر كبير من عدم اليقين.

الخشب لمنتجات الإنشاء الكثيفة الطاقة والكتلة الأحيائية للوقود الأحفوري). وقد يساعد الحفاظ على مستجمعات الكربون المهددة على تفادي الانبعاثات إذا أمكن الحيلولة دون حدوث تسرب ولا يمكن أن يصبح مستداما إلا إذا أمكن معالجة المحركات الاجتماعية الاقتصادية لإزالة الغابات وغير ذلك من خسائر مستجمعات الكربون. ويعبر العزل عن الديناميكية البيولوجية للنمو التي تبدأ ببطء في كثير من الأحيان مرورا بحد أقصى ثم تنخفض بعد ذلك خلال مدد تتراوح بين عقود وقرون. وتبلغ إمكانية خيارات التخفيف البيولوجي ١٠٠ جيغا طن من الكربون (تراكمي) بحلول عام ٢٠٥٠ ، وهو ما يساوي نحو ١٠ إلى ٢٠ ٪ من الانبعاثات المقدرة للوقود الأحفوري خلال تلك الفترة، بالرغم من وجود قدر كبير من عدم اليقين المقترن بهذا التقدير. ويعتمد تحقيق هذه الإمكانية على توفر الأراضي والمياه فضلا عن معدلات اعتماد ممارسات إدارة الأراضي. وتنطوي المناطق شبه المدارية والمدارية على أكبر إمكانية بيولوجية لتخفيف الكربون في الغلاف الجوي

٥-٧ والأخذ بالفرص، بما في ذلك التكنولوجيات والتدابير المخفضة لغازات الدفيئة قد يتطلب التغلب على الحواجز من خلال تنفيذ تدابير السياسة.

الفقرتان ٥-١ و من ٣-٥ إلى ٥-٣-٥ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٦-٧ وسوف يتطلب النجاح في تنفيذ خيارات تخفيف غازات الدفيئة التغلب على الحواجز التقنية والاقتصادية والسياسية والثقافية والاجتماعية والسلوكية و/أو المؤسسية التي تحول دون الاستغلال الكامل لفرص خيارات التخفيف على المستويات التكنولوجية والاقتصادية والاجتماعية. (أنظر الشكل ١-٧). وتتفاوت فرص التخفيف وأنواع الحواجز المحتملة بتفاوت المناطق والقطاعات والأوقات. ويمكن لمعظم البلدان الاستفادة من التمويل المبتكر، ومن التعلم الاجتماعي، والإصلاح المؤسسي، وإزالة الحواجز أمام التجارة، والقضاء على الفقر. وينجم ذلك عن التفاوت الكبير في القدرة على التخفيف. ويواجه الفقراء في أي بلد ضيق فرص الأخذ بالتكنولوجيات أو تغيير سلوكهم الاجتماعي، ولاسيما إذا لم يكونوا جزءا من اقتصاد نقدي. ويمكن لمعظم البلدان أن تستفيد من التمويل المبتكر ومن التعلم الاجتماعي والابتكار، والإصلاح

المؤسسي، وإزالة الحواجز أمام التجارة. وفرص المستقبل في البلدان الصناعية تكمن بصورة أساسية في إزالة الحواجز الاجتماعية والسلوكية؛ وأما في البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية فإنها تكمن في ترشيد الأسعار؛ وفي البلدان النامية تكمن في ترشيد الأسعار وزيادة إمكانية الوصول إلى البيانات والمعلومات، وإتاحة التكنولوجيات المتقدمة، والموارد المالية، والتدريب وبناء القدرات. ومع ذلك، فقد تتاح الفرص أمام أي دولة معينة من خلال إزالة أي مجموعة من الحواجز.

الفقرات ٣-٥-١ و من ٣-٥ إلى ٤-٣-٥ و٢-٦ من تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الثالث

٧-٧ **ويمكن زيادة فعالية الاستجابات الوطنية لتغير المناخ إذا تم نشرها كمجموعة من وسائل السياسة الرامية إلى الحد من صافي انبعاثات غازات الدفيئة أو خفضه.** وقد تشمل مجموعة وسائل السياسة المناخية الوطنية — وفقا للظروف الوطنية– ضرائب على الانبعاثات / الكربون / الطاقة، والتراخيص القابلة أو غير القابلة للتداول، وتوفير و / أو إزالة الدعم، وسياسات استخدام الأراضي، ونظم الإيداع / الاسترداد، ومعايير التكنولوجيا أو الأداء، ومتطلبات خليط الطاقة، وحظر المنتجات، والاتفاقات الطوعية، والحملات الإعلامية، والتسميات البيئية والإنفاق والاستثمار الحكوميين، ودعم البحث والتنمية. ولا تحابي الكتابات بصفة عامة أي نوع معين من وسائل السياسة.

الفقرات من ٣-٦ الى ٤-٣-٦ و ٢-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٨-٧ **وقد تساعد الإجراءات المنسقة بين البلدان والقطاعات على تقليل تكلفة التخفيف عن طريق التصدي لشواغل التنافسية والتضارب المحتمل مع قواعد التجارة الدولية وتسرب الكربون. ويمكن لمجموعة من البلدان التي ترغب في الحد من انبعاثاتها الجماعية من غازات الدفيئة أن تتفق على تنفيذ وسائل دولية جيدة التصميم.** والوسائل التي تم تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث ويجري تطويرها في بروتوكول كيوتو هي الاتجار في الانبعاثات والتنفيذ المشترك وآلية التنمية النظيفة. وهناك أيضا وسائل دولية أخرى تم تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث وهي تشمل الضرائب المنسقة أو المتسقة على الانبعاثات / الكربون / الطاقة وضريبة على الانبعاثات / الكربون / الطاقة ومعايير التكنولوجيا والمنتجات والاتفاقات الطوعية مع الصناعات وعمليات النقل المباشر للموارد المالية والتكنولوجيا والإنشاء المنسق للبيئات التمكينية، مثل تخفيض إعانات الوقود الأحفوري. وقد جرت دراسة بعض هذه الوسائل في بعض المناطق فقط حتى الآن.

٩-٧ **ونقل التكنولوجيات بين البلدان والمناطق سيوسع من انتقاء الخيارات على الصعيد الإقليمي وستخفض وفورات الحجم والتعلم من تكاليف اعتماد هذه الخيارات.**

الفقرتان ٥-٤-٢ و ٣-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والتكنولوجية المتصلة بنقل التكنولوجيا

١٠-٧ **ويمكن للقدرة البشرية الكافية والمنظمة في كل مرحلة أن تزيد من تدفق التكنولوجيات المنقولة داخل وعبر البلدان وتحسن من جودتها.** وقد أصبح نقل التكنولوجيات السليمة بيئيا عنصرا رئيسيا في الاستراتيجيات العالمية الرامية إلى تحقيق التنمية المستدامة والتخفيف من تغير المناخ. ويمكن لتوفر المهارات الفنية والتجارية والإدارية والتنظيمية على الصعيد المحلي أن يعزز من تدفق رأس المال الدولي ، وهو ما يساعد على النهوض بنقل التكنولوجيا. وتتعزز المهارات الفنية عن طريق تحقيق الكفاءة في الخدمات المقترنة والدراية التنظيمية وتحسين القدرات لصياغة الأنظمة وإنفاذها. وبناء القدرات عملية مستمرة تحتاج إلى التمشي مع تطوير خيارات التخفيف حيث تستجيب للتغيرات التكنولوجية والاجتماعية.



الشكل ٧-١: اختراق التكنولوجيات السليمة بيئيا (بما في ذلك الممارسات): إطار مفاهيمي. تعوق مختلف الحواجز تحقيق مختلف الإمكانات. وتوجد الفرص للتغلب على الحواجز من خلال المشاريع والبرامج الابتكارية وترتيبات التمويل. ويمكن لأحد الإجراءات أن يتصدى لأكثر من حاجز. ويمكن السعي لاتخاذ الإجراءات من أجل التصدي للحواجز على كل المستويات في الوقت نفسه. وتنفيذ الإجراءات قد يتطلب سياسات عامة وتدابير ووسائل. وقد تكمن الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية في أي مكان في بين الإمكانية الاقتصادية والتكنولوجية.

الفقرات من ٥-٢ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٧-١١ **ويمكن للحكومات أن تهيئ بيئة تمكينية لعمليات نقل التكنولوجيا في القطاعين الخاص والعام من خلال أطر السياسة الاقتصادية والأطر التنظيمية السليمة والشفافية والاستقرار السياسي.** وعلى المستوى الكلي، تشمل الإجراءات التي ينبغي دراستها إصلاح النظام القانوني وحماية حقوق الملكية الفكرية والأسواق المفتوحة والتنافسية وتقليل الفساد والحد من الممارسات التجارية التقييدية وإصلاح ائتمانات التصدير والتأمين ضد المخاطر السياسية وتقليل المعونة المشروطة وتطوير البنية الأساسية المادية وبنية الاتصالات وتحسين استقرار الاقتصاد الكلي. وعلى مستوى القطاعات والمشروعات، تشمل الإجراءات ترشيد أسعار الوقود والكهرباء وإصلاح مؤسسات صناعة الطاقة وتحسين حيازة الأراضي وشفافية إجراءات اعتماد المشروعات وكفالة تقييم الاحتياجات المحلية إلى التكنولوجيا والتأثير الاجتماعي للتكنولوجيات والبحث والتطوير عبر البلدان فيما يتعلق بالتكنولوجيات المبتكرة وبرامج البيان العملي.

الفقرة ٣-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا

٧-١٢ **ويمكن تعزيز النقل الفعال للتكنولوجيا عن طريق الربط بين المعنيين في القطاعين الخاص والعام والتركيز على المنتجات والتقنيات ذات الفوائد الثانوية المتعددة التي تلبي احتياجات وأولويات التنمية المحلية أو تتكيف معها.** ويمكن لنظم الابتكار الوطنية أن تساعد على تحقيق ذلك من خلال أنشطة مثل (أ) تقوية المؤسسات التعليمية و (ب) جمع وتقييم ونشر المعلومات الفنية والتجارية والمالية والقانونية و (ج) تقييم التكنولوجيا ومشاريع البيانات العملية والخدمات الإرشادية و(د) دعم منظمات السوق الوسيطة و (هـ) آليات التمويل المبتكرة. ويمكن لزيادة تدفقات المساعدة الوطنية والمتعددة الأطراف أن يساعد على تعبئة ومضاعفة الموارد المالية الإضافية، بما في ذلك المساعدة الإنمائية الرسمية، لدعم أنشطة نظم الابتكار الوطنية.

الفقرة ٣-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا

٧-١٣ **وبالنسبة للبلدان المشاركة، فإن زيادة نطاق التعاون الدولي، مثل الاتجار في الانبعاثات[١٤] ونقل التكنولوجيا، سيقلل من تكاليف التخفيف.**

٧-١٤ وهناك عدد كبير من الدراسات التي تستخدم النهوج من أعلى إلى أسفل ومن أسفل إلى أعلى على السواء (أنظر الإطار ١-٧ للحصول على التعريفات) تعلن عن تكاليف تخفيف غازات الدفيئة. وتتفاوت تقديرات تكاليف الحد من انبعاثات غازات الوقود الأحفوري تفاوتا كبيرا وتعتمد على اختيار المنهجيات والافتراضات الأساسية وسيناريوهات الانبعاثات ووسائل السياسة وسنة الإبلاغ وغير ذلك من المعايير.

٧-١٥ **وتشير الدراسات التي تم إجراؤها من اسفل إلى أعلى إلى وجود فرص للتخفيف تتسم بانخفاض كبير في التكلفة.** ووفقا للتقييمات (أنظر الإطار ١-٧) التي أجريت لتكنولوجيات وقطاعات محددة من اسفل إلى أعلى، فقد تتحقق نصف التخفيضات المحتملة في الانبعاثات المشار إليها في الجدول ١-٧ بحلول عام ٢٠٢٠ مع فوائد مباشرة تزيد عن التكاليف المباشرة، والنصف الآخر بتكلفة مباشرة صافية تبلغ ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من مكافئ الكربون (بأسعار عام ١٩٩٨). ومع ذلك، فقد تختلف الإمكانية المحققة لأسباب سيرد تفصيلها أدناه.وتحسب تقديرات التكلفة باستخدام أسعار الخصم بما يتراوح بين ٥ و١٢٪ على نحو لا يتعارض مع أسعار الخصم في القطاع العام. وتتفاوت كثيرا معدلات العائد الداخلي الخاص وتكون أعلى في كثير من الأحيان، وهو ما يؤثر على معدل اعتماد الكيانات الخاصة لهذه التكنولوجيات. ويمكن أن يتيح ذلك خفض الانبعاثات العالمية إلى ما دون مستويات عام ٢٠٠٠ في الفترة ٢٠٢٠-٢٠١٠ عند هذه التقديرات

الفقرات ٥-١ و الفقرات من ٣-٣ إلى ٨-٣-٣ ومن ٣-٥ إلى ٤-٣-٥ و ٢-٦ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

[١٤] هذا النهج الذي يقوم على أساس السوق من أجل تحقيق أهداف بيئية يسمح لمن يقومون بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة دون ما هو مطلوب بأن يقوموا باستخدام أو تداول فائض التخفيضات لمعادلة الانبعاثات في مصدر آخر داخل أو خارج البلد. ويستخدم هذا المصطلح هنا على نطاق واسع ليشمل الاتجار في مسموحات الانبعاثات والتعاون القائم على أساس المشروعات.

الإطار ٧-١ نهوج تقديرات التكلفة من أسفل إلى أعلى ومن أعلى إلى أسفل: العوامل الحاسمة وأهمية أوجه عدم اليقين.

هناك مجموعة متنوعة من الأسباب وراء وجود فروق وأوجه عدم يقين كبيرة تكتنف تقديرات كمية معينة لتكاليف التخفيف. وتختلف تقديرات التكلفة بسبب (أ) المنهجية المستخدمة في التحليل و (ب) العوامل والافتراضات الأساسية التي تدخل في التحليل. وتشمل النماذج من أسفل إلى أعلى دراسات تفصيلية عن التكاليف الهندسية لطائفة عريضة من التكنولوجيات المحتملة والمتوقعة ، وتصف استهلاك الطاقة بكثير من التفصيل. ومع ذلك، فهي تشمل في العادة تفصيلات قليلة نسبيا عن سلوك المستهلك غير المتصل بالطاقة وتفاعلاته مع قطاعات الاقتصاد الأخرى. ويمكن أن تتراوح التكاليف التي تقدرها النماذج من أسفل إلى أعلي بين قيم سلبية (بسبب اعتماد خيارات «لا يندم عليها») وقيم إيجابية. وتعني التكاليف السلبية أن الفوائد المباشرة للطاقة التي تنشأ عن أحد خيارات التخفيف تزيد عن تكاليفها المباشرة (رأس المال الصافي وتكاليف التشغيل والصيانة). ومع ذلك، فان الحواجز السوقية والمؤسسية يمكن أن تحول دون اعتماد تلك الخيارات أو تؤخرها أو تزيد من تكلفتها. وإدراج تكاليف التنفيذ وتكاليف السياسات سيزيد من التكلفة التي تقدرها النماذج من أسفل إلى أعلى.

والنماذج من أعلى إلى أسفل هي نماذج اقتصادية تجميعية تعتمد في كثير من الأحيان على تحليل الاتجاهات والعلاقات التاريخية للتنبؤ بالتفاعلات الواسعة النطاق بين قطاعات الاقتصاد ، ولاسيما التفاعلات بين قطاع الطاقة وبقية الاقتصاد. وتشمل النماذج من أعلى إلى أسفل في العادة تفصيلات صغيرة نسبيا عن استهلاك الطاقة والتغير التكنولوجي. وتتراوح في العادة التكاليف المقدرة في النماذج من أعلى إلى أسفل بين صفر وقيم إيجابية. والسبب في ذلك هو الافتراض بأن خيارات التكلفة السلبية المقدرة في النماذج من أسفل إلى أعلى يتم اعتمادها في سيناريوهات خط الأساس وسيناريوهات السياسة على السواء. ويعد هذا عاملا مهما في الفروق بين تقديرات هذين النوعين من النماذج.

وإدراج بعض العوامل سيفضي إلى تقدير تكلفة أقل وستفضي عوامل أخرى إلى تقديرات أعلى. ويمكن تقليل التكاليف عن طريق دمج غازات الدفيئة المتعددة والبواليع والتغير التقني والاتجار في الانبعاثات. وإلحاقا بما سبق، تشير الدراسات إلى أن بعض مصادر انبعاثات غازات الدفيئة يمكن الحد منها بدون تكلفة أو بصافي تكلفة اجتماعية سلبية إلى الحد الذي يمكن معه للسياسات أن تستغل الفرص التي لا يندم عليها ، مثل تصحيح عيوب السوق وإدراج فوائد ثانوية وإعادة تدوير إيرادات الضرائب على نحو يتسم بالكفاءة. والتعاون الدولي الذي يسهل تخفيضات الانبعاثات على نحو يتسم بفعالية التكلفة يمكن أن يقلل من تكاليف التخفيف. ومن ناحية أخرى، فان تفسير الصدمات القصيرة الأجل المحتملة في الاقتصاد والقيود على استخدام آليات السوق المحلية والدولية وارتفاع تكاليف العمليات وإدراج تكاليف فرعية وعدم فعالية تدابير إعادة تدوير الضرائب يمكن أن تزيد من التكاليف المقدرة. ونظرا لعدم وجود تحليل يضم جميع العوامل التي تؤثر على تكاليف التخفيف، فقد لا تعبر التكاليف المقدرة عن التكاليف الفعلية لتنفيذ التخفيف.

لصافي التكلفة المباشرة تبعا لسيناريو الانبعاثات. وينطوي تحقيق هذه التخفيضات على تكاليف إضافية للتنفيذ، وهي تكاليف قد تكون كبيرة في بعض الحالات، وعلى إمكانية الحاجة إلى سياسات مساندة، وزيادة البحث والتنمية، ونقل التكنولوجيا على نحو فعال، والتغلب على الحواجز الأخرى. وتشمل مختلف الدراسات العالمية والإقليمية والوطنية ودراسات القطاعات ودراسات المشروعات التي تم تقييمها في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث مختلف النطاقات والافتراضات. ولا توجد دراسات لكل قطاع وإقليم.

الفقرات من ٣-٣ إلى ٣-٣-٨ و ٣-٦-٧ والفقرات من ٢-٨ إلى ٣-٢-٨ و ٤-٩ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والإطار ٢ في الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١٦-٧ وتقديرات التكاليف باستخدام التحليلات من أسفل إلى أعلى التي تم الإبلاغ عنها حتى الآن بالنسبة للتخفيف البيولوجي تتفاوت كثيرا ولا تفسر جميع مكونات التكلفة تفسيرا متسقا. وتتراوح هذه التقديرات بين ٠,١ و نحو ٢٠ دولارا أمريكيا لكل طن من الكربون في العديد من البلدان المدارية وتتراوح بين ٢٠ و ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من الكربون في البلدان غير المدارية. ولا تتماثل طرق التحليلات المالية وحساب الكربون. وفضلا عن ذلك، فإن حسابات التكلفة لا تغطي في كثير من الحالات، من بين جملة أمور، تكاليف البنية الأساسية والخصم الملائم والرصد وجمع البيانات وتكاليف التنفيذ وتكاليف الفرص البديلة للأراضي والصيانة، أو غير ذلك من التكاليف المتكررة التي يتم استبعادها أو تجاهلها في كثير من الأحيان. ويتم تقييم النهاية المنخفضة للنطاق لتحقيق انحراف في اتجاه الهبوط، ولكن فهم التكاليف ومعالجتها آخذ في التحسن بمرور الوقت. وخيارات التخفيف الأحيائي قد تقلل أو تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون.

الفقرات من ٣-٤ إلى ٣-٣-٤ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

الفقرات من ٢-٨ إلى ٣-٢-٨ في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

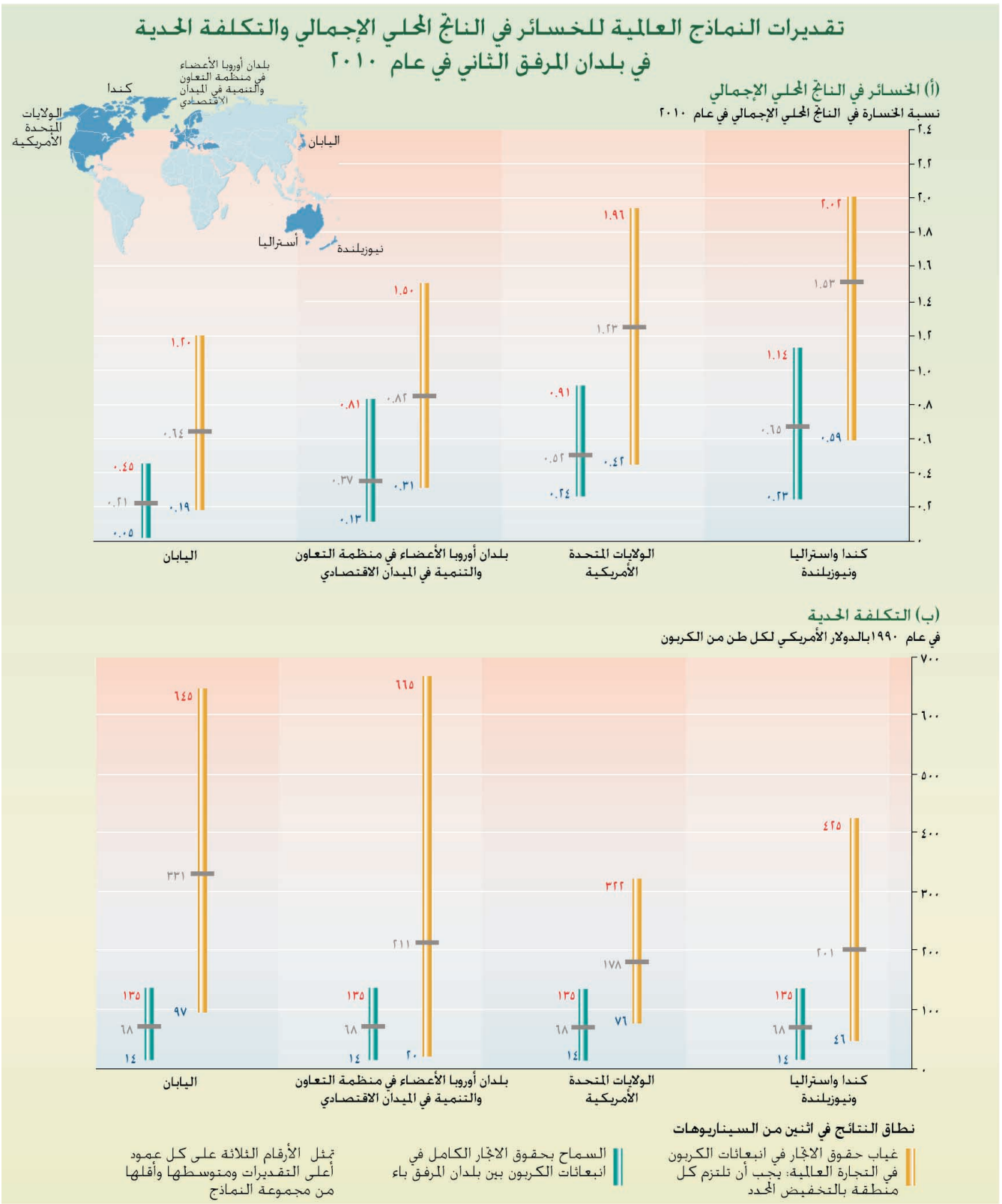
٧-١٧ **وهناك تفاوت في المناطق (كما يتضح من الخطوط البنية اللون في الشكل ٢-٧ (أ) بالنسبة للمناطق المدرجة في المرفق الثاني وفي الجدول ٣-٧ (أ) وذلك في تقديرات تكلفة التخفيض لخيارات السياسة القريبة الأجل المنفذة بدون الاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء للوفاء بالتزام معين من التزامات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على الأجل القريب كما وردت في عدة نماذج [١٥] للاقتصاد العالمي (النماذج من أعلى إلى أسفل).** ويرجع الاختلاف بين النماذج داخل المناطق إلى تفاوت الافتراضات بشأن مستقبل معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي والتغيرات في شدة الكربون والطاقة (مختلف مسارات التنمية الاجتماعية الاقتصادية). وتنطبق أيضا نفس الأسباب على الفروق عبر المناطق. وتفترض هذه النماذج أن وسائل السياسة الوطنية تتسم بالكفاءة وأنها لا تتعارض مع وسائل السياسة الدولية، أي أنها تفترض إجراء التخفيضات من خلال استخدام آليات سوقية (مثل فرض حد أقصى والاتجار) داخل كل منطقة. وبقدر استخدام المناطق لخليط من آليات السوق وسياسات القيادة والسيطرة فمن المحتمل أن ترتفع التكاليف. ومن ناحية أخرى، يمكن تخفيض التكاليف عن طريق إدراج بواليع الكربون أو غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون أو التغير الفني المستحث أو الفوائد الثانوية أو إعادة تدوير الإيرادات على نحو موجه.

الفقرات ٣-٨ و ٣-٧ و ٣-٨ و ٢-٩ و٢-١٠ من الملخص الفني بمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٧-١٨ **وتظهر النماذج المستخدمة في الدراسة أعلاه أن آليات كيوتو مهمة للتحكم في مخاطر التكاليف المرتفعة في بلدان معينة وهكذا يمكنها تكملة آليات السياسات المحلية ويمكنها تقليل مخاطر التأثيرات الدولية غير المنصفة إلى الحد الأدنى.** وعلى سبيل المثال، تبين الخطوط البنية والزرقاء في الشكل ٢-٧(ب) والجدول ٣-٧ (ب) أن التكاليف الحدية الوطنية للوفاء بأهداف بروتوكول كيوتو تتراوح بين ٢٠ و ٦٠٠ دولار أمريكي لكل طن من الكربون بدون الاتجار بين بلدان المرفق باء، وتتراوح بين نحو ١٥ و ١٥٠ دولارا أمريكيا لكل طن من الكربون مع وجود اتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء على التوالي. ووقت إجراء هذه الدراسات لم تشمل معظم النماذج البواليع أو غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد أو آلية التنمية النظيفة أو خيارات التكلفة السلبية أو الفوائد الثانوية أو إعادة تدوير الإيرادات على نحو موجه والتي سوف تخفض من التكاليف المقدرة. ومن ناحية أخرى، فإن هذه النماذج تفترض افتراضات تقلل من قيمة التكاليف لأنها تفترض الاستخدام الكامل للاتجار في الانبعاثات بدون تكلفة العمليات داخل بلدان المرفق باء وفيما بينها وأن استجابات التخفيف ستكون على أكمل وجه من الكفاءة وبأن الاقتصادات ستبدأ في التأقلم مع الحاجة إلى الوفاء بأهداف كيوتو بين عامي ١٩٩٠ و٢٠٠٠. وتخفيض التكلفة من الاتجار بين بلدان المرفق باء سيعتمد على تفاصيل التنفيذ، بما في ذلك الاتساق بين الآليات والقيود وتكاليف العمليات المحلية والدولية. وفيما يلي مؤشرات بالتفاوت الواسع في تغيرات الناتج المحلي الإجمالي التي أبلغت عن بلدان المرفق باء:

- بالنسبة لبلدان المرفق الثاني، تظهر دراسات النمذجة أعلاه تخفيضات في الناتج المحلي الإجمالي مقارنة بالمستويات المقررة في عام ٢٠١٠. ويشير الشكل ٢-٧ إلى أنه في غياب اتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، فإن الخسائر تتراوح بين ٠,٢ و ٢٪ من الناتج المحلي الإجمالي. وفي ظل الاتجار بين بلدان المرفق باء، تتراوح الخسائر بين ٠,١ و ١٪ من الناتج المحلي الإجمالي. ووفي كثير من الأحيان تتفاوت بشدة الدراسات الوطنية التي تستكشف مجموعة أكثر تنوعا من تدابير السياسات وتأخذ في الاعتبار الظروف الوطنية المحددة.

[١٥] تورد النماذج المشار إليها أعلاه نتائج سيناريوهات محفل نمذجة الطاقة التي تتناول بالبحث فوائد الاتجار في الانبعاثات. وبالنسبة للتحليلات المشار إليها هنا، فإن هذه النماذج تستبعد البواليع والغازات المركبة والفوائد الثانوية وصدمات الاقتصاد الكلي والتغير الفني المستحث، ولكنها تشمل إعادة تدوير إيرادات الضرائب المقطوعة. ويشمل نموذج خط الأساس خيارات أخرى لا يندم عليها غير مدرجة أعلاه.



الشكل ٢-٧: تقديرات النماذج العالمية للخسائر في الناتج المحلي الإجمالي والتكاليف الحدية في البلدان المدرجة في المرفق الثاني في عام ٢٠١٠ : (أ) الخسائر في الناتج المحلي الإجمالي و (ب) التكاليف الحدية. التخفيضات في الناتج المحلي الإجمالي المقدر هي لعام ٢٠١٠ مقارنة بالناتج المحلي الإجمالي المرجعي للنموذج. وتستند هذه التقديرات إلى نتائج دراسة أجراها محفل نمذجة الطاقة. والتقديرات الواردة في الأشكال هي لأربعة أقاليم تؤلف بلدان المرفق الثاني. وتناولت النماذج بالبحث سيناريوهين. ففي السيناريو الأول، يقوم كل إقليم بإجراء التخفيض المحدد مع الاتجار المحلي فقط في انبعاثات الكربون. وأما في السيناريو الثاني، فيسمح بالاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق-باء ومن ثم تتساوى التكاليف الحدية في الأقاليم. وللاطلاع على العوامل الرئيسية والافتراضات وأوجه عدم اليقين التي تشكل أساس الدراسات، يمكن الرجوع إلى الإطار ١-٧.

الفقرات من ٨-٣-١ و١٠-٤-٤ في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

- وبالنسبة لمعظم الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية، تتفاوت تأثيرات الناتج المحلي الإجمالي من تأثيرات منعدمة إلى زيادة مقدارها عدة نقاط مئوية وهي تعبر عن فرص تحسين كفاءة الطاقة غير المتاحة لبلدان المرفق الثاني. وفي ظل افتراضات بحدوث تحسين كبير في كفاءة الطاقة و / أو استمرار الانتكاسات الاقتصادية في بعض البلدان، فإن الكميات المسندة قد تتجاوز الانبعاثات المقدرة في فترة الالتزام الأولى. وفي هذه الحالة تظهر النماذج زيادة في الناتج المحلي الإجمالي ناجمة عن الإيرادات من الاتجار في الكميات المسندة. ومع ذلك، النسبة لبعض الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية سيكون لتنفيذ بروتوكول كيوتو تأثيرات مشابهة على الناتج المحلي الإجمالي فيما يتعلق ببلدان المرفق الثاني.

الفقرة ٢-٣-٨ والفقرات من ٢-١-٣-٩ إلى ٢-٣-٩ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

١٩-٧ ولقيود الانبعاثات المفروضة على بلدان المرفق الأول تأثيرات "جانبية" [١٦] ثابتة، وان كانت متفاوتة على البلدان التي ليست أطرافا في المرفق الأول.

- البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول: تورد التحليلات تكاليف مختلفة، بما في ذلك ، من بين جملة أمور، التخفيضات المقدرة في الناتج المحلي الإجمالي والتخفيضات المقدرة في إيرادات النفط. وتبين الدراسة التي تورد أقل التكاليف حدوث تخفيضات بنسبة ٠,٢٪ من الناتج المحلي الإجمالي المقدر مع عدم الاتجار في الانبعاثات، وأقل من ٠,٥٠٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي مع الاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء في عام ٢٠١٠ [١٧] . وأما الدراسة التي تورد أعلى التكاليف فإنها تظهر تخفيضات تبلغ ٢٥٪ من الإيرادات المقدرة للنفط مع عدم وجود اتجار في الانبعاثات، و١٣٪ من الإيرادات المقدرة للنفط في ظل وجود اتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء في عام ٢٠١٠ (أنظر الجدول ٣-٧ (ج) ولا تنظر هذه الدراسات في السياسات والتدابير [١٨] بخلاف الاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء التي يمكن أن تقلل من التأثير على البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول، ومن ثم تنزع إلى تضخيم التكاليف بالنسبة لتلك البلدان والتكاليف الكلية على السواء. ويمكن زيادة تخفيض التأثيرات الواقعة على تلك البلدان عن طريق إزالة إعانات الوقود الأحفوري وإعادة هيكلة ضرائب الطاقة طبقا لمحتوى الكربون، وزيادة استخدام الغاز الطبيعي وتنويع الاقتصادات في البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول.
- البلدان الأخرى غير المدرجة في المرفق الأول: قد تتأثر هذه البلدان تأثرا ضارا بسبب التخفيضات في الطلب على صادراتها إلى دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وبسبب الزيادة في أسعار المنتجات الكثيفة الكربون وغيرها من المنتجات التي تستمر في استيرادها. وقد تستفيد هذه البلدان من تخفيض أسعار الوقود وزيادة صادرات المنتجات الكثيفة الكربون ونقل التكنولوجيات السليمة بيئيا والدراية الفنية. ويعتمد صافي التوازن بالنسبة لبلد معين على العوامل المهيمنة من بين تلك العوامل. ونظرا لهذه التعقيدات، فإن انهيار الفائزين والخاسرين غير مؤكد.
- تسرب الكربون: إمكانية إعادة تخصيص بعض الصناعات الكثيفة الكربون للبلدان غير المدرجة في المرفق الأول والتأثيرات الأوسع على تدفقات التجارة استجابة للأسعار المتغيرة قد تفضي

[١٦] تشمل هذه التأثيرات الثانوية فقط التأثيرات الاقتصادية ، وليس التأثيرات البيئية

[١٧] يمكن التعبير عن هذه التكاليف المقدرة كفروق في معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة ٢٠١٠-٢٠٠٠. وفي ظل عدم الاتجار في الانبعاثات، ينخفض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة ٠,٠٢ في المائة كل عام، وفي ظل الاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، ينخفض معدل النمو بأقل من ٠,٠٠٥ في المائة كل عام

[١٨] تشمل هذه السياسات والتدابير تلك السياسات والتدابير المتبعة مع الغازات غير ثاني أكسيد الكربون والمصادر التي لا تولد الطاقة لجميع الغازات؛ والتوازن من البواليع وإعادة هيكلة الصناعة (من منتجي الطاقة إلى مزودي خدمات الطاقة مثلا) واستخدام القوة السوقية للأوبيك والإجراءات (مثل إجراءات الأطراف المدرجة في المرفق باء) المرتبطة بالتمويل والتأمين ونقل التكنولوجيا. وبالإضافة إلى ذلك، لا تشمل الدراسات في العادة السياسات والتأثيرات التالية التي يمكن أن تخفض مجموع تكلفة التخفيف: استخدام إيرادات الضرائب في تقليل أعباء الضرائب أو تمويل تدابير التخفيف الأخرى، والفوائد البيئية الثانوية لتخفيضات استخدام الوقود الأحفوري والتغير الفني المستحث من سياسات التخفيف

الجدول ٧-٣ نتائج مقارنة النماذج من محفل نمذجة الطاقة [أ]

(أ) الخسائر المحسوبة (كنسبة مئوية من مجموع الناتج المحلي الإجمالي) لمختلف أنظمة الاتجار المنصوص عليها والمقترنة بالوفاء بأهداف كيوتو في بلدان المرفق-باء.

	بدون اتجار				الاتجار بين بلدان المرفق الأول			
النموذج	كندا واستراليا ونيوزيلندة	الولايات المتحدة الأمريكية	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي- أوروبا	اليابان	كندا واستراليا ونيوزيلندة	الولايات المتحدة الأمريكية	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي- أوروبا	اليابان
ABARE-GTEM	١.٩٦	١.٩٦	٠.٩٤	٠.٧٢	٠.٢٣	٠.٤٧	٠.١٣	٠.٠٥
AIM	٠.٥٩	٠.٤٥	٠.٣١	٠.٢٥	٠.٣٦	٠.٣١	٠.١٧	٠.١٣
CETA		١.٩٣				٠.٦٧		
G-Cubed	١.٨٣	٠.٤٢	١.٥٠	٠.٥٧	٠.٧٢	٠.٢٤	٠.٦١	٠.٤٥
GRAPE			٠.٨١	٠.١٩			٠.٨١	٠.١٠
Merge3	٢.٠٢	١.٠٦	٠.٩٩	٠.٨٠	١.١٤	٠.٥١	٠.٤٧	٠.١٩
MS-MRT	١.٨٣	١.٨٨	٠.٦٣	١.٢٠	٠.٨٨	٠.٩١	٠.١٣	٠.٢٢
RICE	٠.٩٦	٠.٩٤	٠.٥٥	٠.٧٨	٠.٥٤	٠.٥٦	٠.٢٨	٠.٣٠

(ب) تكاليف التخفيض الحدية (في عام ١٩٩٠ بالدولارات الأمريكية لكل طن من الكربون؛ هدف كيوتو لعام ٢٠١٠)

النموذج	كندا واستراليا ونيوزيلندة	الولايات المتحدة الأمريكية	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي- أوروبا	اليابان	الاتجار بين بلدان المرفق الأول
ABARE-GTEM	٤٢٥	٣٢٢	٦٦٥	٦٤٥	١٠٦
AIM	١٤٧	١٥٣	١٩٨	٢٣٤	٦٥
CETA		١٦٨			٤٦
FUND					١٤
G-Cubed	١٥٧	٧٦	٢٢٧	٩٧	٥٣
GRAPE			٢٠٤	٣٠٤	٧٠
Merge3	٢٥٠	٢٦٤	٢١٨	٥٠٠	١٣٥
MIT-EPPA	٢٤٧	١٩٣	٢٧٦	٥٠١	٧٦
MS-MRT	٢١٣	٢٣٦	١٧٩	٤٠٢	٧٧
RICE	١٤٥	١٣٢	١٥٩	٢٥١	٦٢
SGM	٢٠١	١٨٨	٤٠٧	٣٥٧	٨٤
WorldScan	٤٦	٨٥	٢٠	١٢٢	٢٠

(ج) تكاليف تنفيذ بروتوكول كيوتو في البلدان المصدرة للنفط طبقا لمختلف النماذج [ب]

النموذج [ج]	بدون اتجار في الانبعاثات [د]	بالاتجار في الانبعاثات بين بلدان المرفق الأول	"اتجار عالمي"
G-Cubed	-٢٥٪ إيرادات النفط	-٣١٪ إيرادات النفط	-٧٪ إيرادات النفط
Green	-٣٪ دخل حقيقي	"خسارة مخفضة انخفاضا كبيرا"	لا يوجد
GTME	٠,٢٪ خسارة في الناتج المحلي الإجمالي	<٠,٠٥٪ خسارة في الناتج المحلي الإجمالي	لا يوجد
MS-MRT	١,٣٩ خسارة الرفاه	١,١٥٪ خسارة الرفاه	٠,٣٦٪ خسارة الرفاه
OPEC	-١٧٪إيرادات البلدان المصدرة للنفط	-١٪إيرادات البلدان المصدرة للنفط	-٨٪إيرادات البلدان المصدرة للنفط
CLIMOX	لا يوجد	-١٪ إيرادات بعض مصدري النفط	لا يوجد

أ أخذ الجدول ٣٧ (أ) عن الجدول ٥ في الملخص الفني لتقرير التقييم الثالث للفريق العامل الثالث والجدول ٣٧ (ب) من الجدول ٤ في الملخص الفني لمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والجدول ٣٧ (ج) من الجدول ٦ في الملخص الفني لمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث .

ب يتفاوت تعريف البلدان المصدرة للنفط، ففي نماذج G-Cubed و Opec هي البلدان المصدرة للنفط، وفي نموذج Green هي مجموعة من البلدان المصدرة للنفط، وفي نموذج GTEM هي المكسيك وإندونيسيا، وفي نموذج MS-MRT هي البلدان المصدرة للنفط بالإضافة إلى المكسيك، وفي نموذج CLIMOX هي بلدان غرب آسيا وشمال أفريقيا المصدرة للنفط.

ج تفيد النماذج بوجود تأثير على الاقتصاد العالمي في عام ٢٠١٠ مع التخفيف طبقا لأهداف بروتوكول كيوتو (عادة في النماذج المطبقة على تخفيف ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠١٠ بدلا من انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة ٢٠٠٨-٢٠١٢) التي تتحقق عن طريق فرض ضريبة على الكربون أو تداول تراخيص الانبعاثات مع إعادة تدوير الإيرادات من خلال المبالغ المقطوعة المدفوعة للمستهلكين. ولا تأخذ النتائج في الاعتبار الفوائد الثانوية، مثل التخفيضات في الأضرار الناجمة عن تلوث الهواء المحلي.

د "يعني "الاتجار" تداول تراخيص الانبعاثات بين البلدان

إلى تسرب بمقدار -٢٥[١٩]٪. وتجعل الإعفاءات (مثل إعفاءات الطاقة والصناعات الكثيفة الكربون) التقديرات الأعلى التي تقدرها النماذج لتسرب الكربون غير مرجحة ولكنها ترفع من التكاليف الكلية. ونقل التكنولوجيات السليمة بيئيا والدراية الفنية التي لا تشتمل عليها النماذج قد يفضي إلى تسرب أقل، بل وأكثر من مجرد معادلة التسرب ولاسيما على الأجل الأطول.

[١٩] يعرف تسرب الكربون هنا بأنه الزيادة في الانبعاثات في البلدان غير المدرجة في المرفق باء من جراء تنفيذ التخفيضات في بلدان المرفق باء، ويعبر عنه كنسبة مئوية من تخفيضات بلدان المرفق باء.

٧-٢٠ **ويمكن الحد من بعض مصادر انبعاثات غازات الدفيئة بدون تكلفة أو بتكلفة اجتماعية صافية سلبية إلى درجة يمكن معها للسياسات أن تستغل الفرص التي لا يندم عليها. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق إزالة عيوب السوق وتفسير الفوائد الثانوية (أنظر السؤال ٨) وإعادة تدوير الإيرادات لتمويل التخفيضات في الضرائب التشويهية("الربح المزدوج").**

الفقرات من ٣-٥ إلى ٥-٣-٥ والفقرات ٣-٣-٧ و٣-٢-٨ و ٤-٢-٨ ومن ١-٢-٩ إلى ٢-١-٢-٩ و ٤-٢-٩ و ٨-٢-٩ و ٤-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

- عيوب السوق: يمكن تقليل التكاليف الخاصة مقارنة بالممارسة الراهنة عن طريق تخفيض جوانب الفشل السوقية أو المؤسسية القائمة وغير ذلك من الحواجز التي تعوق اعتماد تدابير خفض الانبعاثات على نحو يتسم بفعالية التكاليف. ويمكن لذلك أيضا أن يخفض من التكاليف الخاصة إجمالا.
- الفوائد الثانوية: ستؤثر تدابير تخفيف تغير المناخ على القضايا المجتمعية الأخرى. فعلى سبيل المثال، سيسفر تخفيض انبعاثات الكربون في بعض الحالات عن تخفيض آني في تلوث الهواء على الصعيدين المحلي والإقليمي. ومن المرجح أن تؤثر استراتيجيات التخفيف أيضا على النقل والزراعة وممارسات استخدام الأراضي وإدارة المخلفات وستؤثر على غير ذلك من القضايا ذات الأهمية الاجتماعية، مثل العمالة وتأمين الطاقة. ومع ذلك، فلن تكون جميع الفوائد إيجابية؛ فاختيار السياسة وتصميمها بدقة يمكن أن يزيد من التأثيرات الإيجابية ويقلل التأثيرات السلبية إلى الحد الأدنى. وفي بعض الحالات، قد يتماثل حجم الفوائد الثانوية للتخفيف مع تكاليف تدابير التخفيف، وهو ما يزيد من الإمكانية التي لا يندم عليها، بالرغم من صعوبة إجراء التقديرات وتفاوتها تفاوتا كبيرا.
- الربح المزدوج: توفر الوسائل (مثل الضرائب أو التراخيص المتداولة) إيرادات للحكومة. وإذا استخدمت هذه الإيرادات لتمويل التخفيضات في الضرائب التشويهية القائمة («إعادة تدوير الإيرادات») فإنها ستقلل التكلفة الاقتصادية لتحقيق تخفيضات في غازات الدفيئة. ويعتمد حجم معادلة ذلك على الهيكل القائم للضرائب ونوع التخفيضات الضريبية وظروف سوق العمل وطريقة إعادة التدوير. وفي بعض الظروف، من الممكن أن تتجاوز الفوائد الاقتصادية تكاليف التخفيف.

إمكانية وحواجز وفرص وسياسات وتكاليف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي على الأجل البعيد

٧-٢١ **تعتمد تكلفة التثبيت على هدف ومسار الانبعاثات على السواء.**

٧-٢٢ **ولا يوجد مسار منفرد لمستقبل تقل فيه الانبعاثات وسيتعين على البلدان والمناطق أن تختار مسارها الخاص بها. وتشير معظم نتائج النماذج إلى أن الخيارات [٢٠] التكنولوجية المعروفة يمكن أن تحقق نطاقا واسعا من مستويات تثبيت ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. مثل ٥٥٠ أو ٤٥٠ جزءا في المليون أو أقل من ذلك خلال الأعوام المائة أو الأكثر القادمة. ولكن التنفيذ سيتطلب تغييرات اجتماعية اقتصادية ومؤسسية مصاحبة لها.** ولتحقيق التثبيت عند هذه المستويات، تقترح السيناريوهات ضرورة إجراء تخفيض كبير في انبعاثات العالم من الكربون عن مستويات عام ١٩٩٠ لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي. وبالنسبة لقطاع الطاقة الحاسم، فإن معظم سيناريوهات تخفيف غازات الدفيئة وتثبيت التركيزات تتميز بتطبيق تكنولوجيات تتسم بالفعالية لاستخدام الطاقة وإمداداتها على السواء، والطاقة المنخفضة أو المنعدمة الكربون. ومع ذلك، فلن يوفر خيار تكنولوجي منفرد جميع تخفيضات الانبعاثات المطلوبة للتثبيت. كما أن خيارات التخفيض في مصادر غير الطاقة وغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون ستوفر إمكانية كبيرة لتخفيض الانبعاثات.

الفقرات ٢-٣-٢ و ٥-٤-٢ والفقرات من ١-٥-٢ إلى ٢-١-٥-٢ و٥-٣ و ٤-٨ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والمرفق الملحق بالفصل الثالث بمساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

[٢٠] تشير «الخيارات التكنولوجية المعروفة» إلى التكنولوجيات الموجودة في مرحلة المنشآت التشغيلية أو الرائدة اليوم، على النحو المشار به إليها في سيناريوهات التخفيف التي يتم تناولها في هذا التقرير. ولا تشمل أي تكنولوجيات جديدة تتطلب انطلاقا تكنولوجيا ضخما. وبهذه الطريقة، يمكن اعتبارها تقديرا متحفظا بالنظر إلى طول مدة السيناريو.

الفقرة ٣-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٧-٢٣ **وتطوير ونشر تكنولوجيات جديدة تنافسية اقتصاديا وسليمة بيئيا يمكن أن يقلل كثيرا من تكاليف تثبيت التركيزات عند مستوى معين.** وقد تناولت أعمال كثيرة بالبحث أثر تطوير التكنولوجيا ونشرها على حساب تلبية مستويات تثبيت بديلة. وكان الاستنتاج الرئيسي لهذه الأعمال أن تكلفة تخفيض الانبعاثات يعتمد بصورة حاسمة على القدرة على تطوير تكنولوجيا جديدة ونشرها. ويبدو أن هناك قيمة كبيرة لنشر تكنولوجيا ناجحة وهي قيمة تعتمد على حجم وتوقيت تخفيف الانبعاثات والسيناريو المرجعي المفترض والتنافسية الاقتصادية للتكنولوجيا.

الفقرات ٢-٣-٢ و١-٣-٥ و٤-٨ والفقرات من ٢-٤-١٠ إلى ٣-٢-٤-١٠

٧-٢٤ **ويمكن أن يتسم مسار التثبيت بنفس درجة الأهمية التي يتسم بها مستوى التثبيت نفسه في تقرير تكلفة التخفيف.** وتشير دراسات النمذجة الاقتصادية التي أجريت منذ تقديم تقرير التقييم الثاني إلى أن انتقالا قريب الأجل وتدريجيا من نظام الطاقة العالمي الراهن نحو اقتصاد أقل بثا للكربون يقلل إلى الحد الأدنى التكاليف المقترنة بسحب أسهم رأس المال القائمة قبل الأوان. ويوفر ذلك أيضا وقتا للاستثمار في تطوير التكنولوجيا ونشرها وقد يقلل من خطر الاقتصار على الصيغ الأولى للتكنولوجيا القليلة الانبعاثات والمتطورة سريعا. ومن ناحية أخرى، فإن الإجراءات الأسرع على الأجل القريب ستزيد من المرونة في التحرك نحو التثبيت وتقليل المخاطر البيئية والبشرية المقترنة بالتغيرات المناخية السريعة في الوقت الذي تقلل فيه من الآثار المحتملة للقصور الذاتي في المناخ والنظم الايكولوجية. (أنظر السؤال ٥). وقد تحفز أيضا الانتشار الأسرع للتكنولوجيات القائمة الأقل بثا للانبعاثات وتوفر حوافز قوية على الأجل القريب للتغييرات التكنولوجية السريعة في المستقبل التي قد تقلل من مخاطر الاقتصار على التكنولوجيات الكثيفة الكربون. كما ستتيح نطاقا أعرض لإحكام الأهداف لاحقا إذا تبين أن ذلك مستصوبا على ضوء تطور الفهم العلمي.

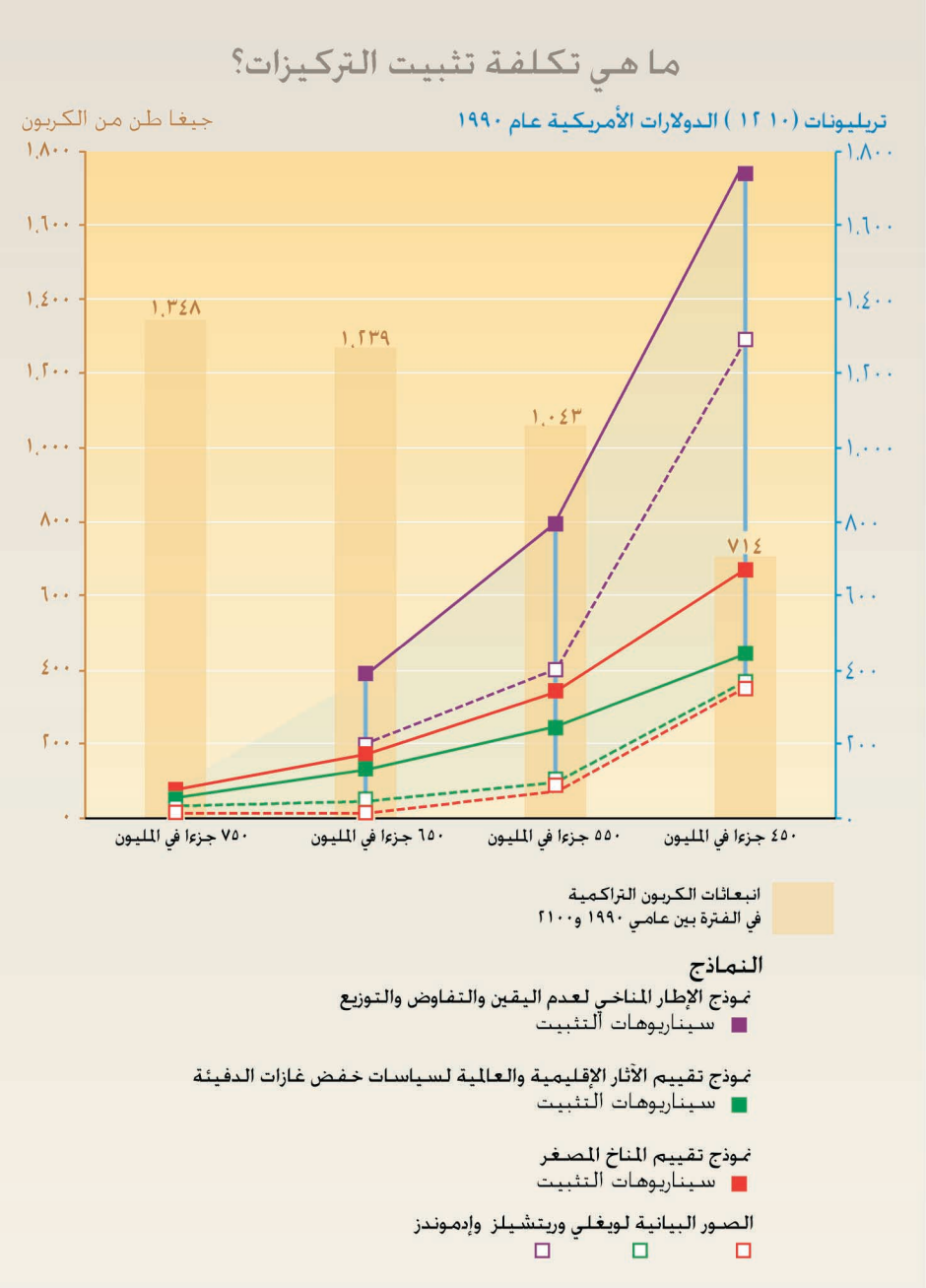
الفقرات ٢-٥-٢ و ١-٤-٨ و ٣-٤-٨ و ٦-٤-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٧-٢٥ **وتقدر دراسات فعالية التكلفة ذات النطاق الزمني الممتد على مدى قرن أن تكاليف التخفيف لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ستزداد في ظل انخفاض مستوى تثبيت التركيزات. ويمكن لمختلف خطوط الأساس أن تؤثر بقوة على التكاليف المطلقة.** وبينما توجد زيادة معتدلة في التكاليف عند المرور من مستوى تثبيت التركيز عند ٧٥٠ إلى ٥٥٠ جزءا في المليون، تحدث زيادة أكبر في التكاليف عند المرور من ٥٥٠ إلى ٤٥٠ جزءا في المليون (أنظر الشكل ٣-٧) إلا إذا كانت الانبعاثات في سيناريو خط الأساس شديدة الانخفاض (أنظر الشكل ٤-٧). وبالرغم من أن تقديرات النماذج تشير إلى أن مسارات النمو العالمية الطويلة الأجل للناتج المحلي الإجمالي لا تتأثر كثيرا بإجراءات التخفيف الرامية إلى التثبيت، فإنها لا تظهر التغيرات الأكبر التي تحدث خلال بعض المدد الزمنية الأقصر أو القطاعات أو المناطق. ومع ذلك، لا تشمل هذه النتائج عزل الكربون ولم تتناول بالبحث التأثير الممكن للأهداف الأكثر طموحا بشأن التغير التكنولوجي المستحث. وتعتمد التكاليف المقترنة بكل مستوى من مستويات التثبيت على عدة عوامل، منها سعر الخصم وتوزيع تخفيضات الانبعاثات بمرور الوقت والسياسات والتدابير المستخدمة، ولاسيما اختيار سيناريو خط الأساس. وبالنسبة للسيناريوهات التي تركز على التنمية المستدامة على الصعيدين المحلي والإقليمي على سبيل المثال، فإن مجموع تكاليف التثبيت عند مستوى معين تكون أقل كثيرا من مجموع التكاليف للسيناريوهات الأخرى. وتحظى أيضا قضية عدم اليقين بأهمية متزايدة في ظل توسيع الإطار الزمني.

٧-٢٦ **ويمكن للبحث والتطوير والتعلم الاجتماعي في مجال الطاقة أن يسهم في تدفق واعتماد تكنولوجيات الطاقة المحسنة على مدى القرن الحادي والعشرين.**

الفقرات من ١-٥-٢ إلى ٢-١-٥-٢ و ٤-٨-٣ و ٥-٤-٨ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

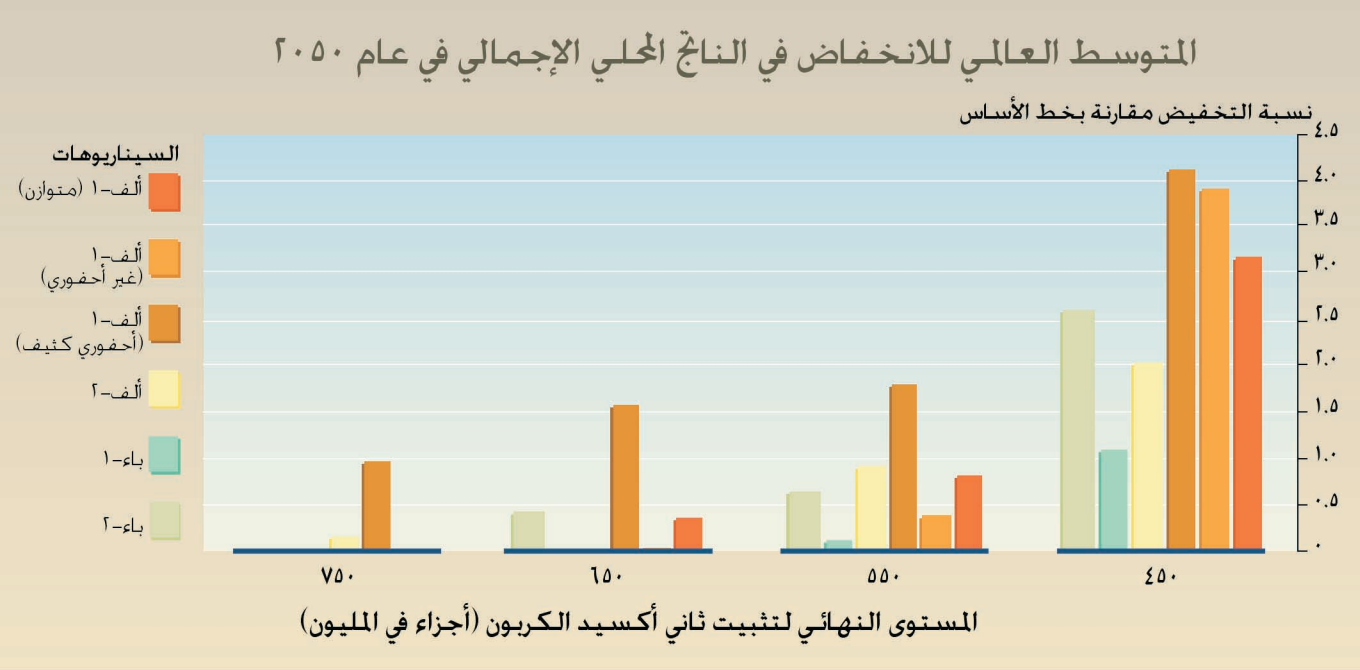
٧-٢٧ **وتتطلب سيناريوهات الانبعاثات الأقل وجود أنماط مختلفة من تنمية موارد الطاقة وزيادة في بحث وتطوير الطاقة للمساعدة على الإسراع بتطوير ونشر التكنولوجيات المتقدمة السليمة بيئيا.** ومن المؤكد تقريبا أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إحراق الوقود الأحفوري تؤثر تأثيرا كبيرا على اتجاه تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال القرن الحادي والعشرين. وقد تتضمن بيانات الموارد التي تم تقييمها في تقرير التقييم الثالث تغييرا في خليط الطاقة وإدخال مصادر جديدة للطاقة خلال القرن الحادي والعشرين. ولن تحد موارد الوقود الأحفوري من انبعاثات الكربون خلال القرن الحادي والعشرين (أنظر الشكل ٥-٧). والكربون في احتياطيات النفط والغاز التقليدية المثبتة أقل بكثير من انبعاثات الكربون التراكمية المقترنة بتثبيت ثاني أكسيد الكربون عند مستويات تبلغ ٤٥٠ جزءا في المليون أو تزيد عنها.[٢١] وقد تعني



الفقرات ٢-٥-٢ و ١-٤-٨ و٣-٤-٨ و٦-٤-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

الشكل ٧-٣: تكاليف التخفيف (بالدولارات الأمريكية لعام ١٩٩٠، القيمة الراهنة مخصومة بنسبة ٥٪ لكل عام للفترة الممتدة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠) لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مستوى يتراوح بين ٤٥٠ و٧٥٠ جزءا في المليون حسب الحجم يتم حسابها باستخدام ثلاثة نماذج عالمية استنادا إلى مختلف خطوط الأساس التي تعتمد على النماذج. والتأثيرات المتجنبة لتغير المناخ غير مشمولة. وفي كل حالة، تم حساب التكاليف استنادا إلى مسارين للانبعاثات لتحقيق الهدف المحدد: التثبيت (يشار إليه بأنه مسارات الانبعاثات التي حددها الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الثالث) والسيناريوهات التي وضعها ويغلي وريتشيلز وإدموندز على النحو المبين في الإجابة على السؤال ٦. وتبين الأعمدة التي في الشكل انبعاثات الكربون التراكمية في الفترة الممتدة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠. وترد الانبعاثات المستقبلية التراكمية حتى بلوغ الحد الأقصى لميزانية الكربون فوق الأعمدة بالجيغا طن من الكربون.

[٢٢] الإشارة إلى مستوى تركيز معين لا تعني مرغوبية متفق عليها بشأن التثبيت عند هذا المستوى



الشكل ٧-٤: العلاقات الإرشادية في عام ٢٠٥٠ بين التخفيض النسبي في الناتج المحلي الإجمالي الناجم عن أنشطة التخفيف وبين سيناريوهات التقرير الخاص وبين مستوى التثبيت. وينزع التخفيض في الناتج المحلي الإجمالي إلى الزيادة في ظل قوة مستوى التثبيت، ولكن التكاليف تتسم بحساسية شديدة لاختيار سيناريو خط الأساس. وتكاليف التخفيف المقدرة لا تأخذ في الاعتبار الفوائد المحتملة لتغير المناخ المتجنب.

الشكل ١٨-٨ في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

بيانات الموارد تغيرا في خليط الطاقة وإدخال موارد جديدة للطاقة خلال القرن الحادي والعشرين. واختيار خليط الطاقة وما يقترن به من تكنولوجيات واستثمارات– سواء باتجاه استغلال الموارد التقليدية للنفط والغاز أم في اتجاه مصادر الطاقة غير الأحفورية أو تكنولوجيا الوقود الأحفوري مع تجميع وتخزين الكربون– ستقرر ما إن كان من الممكن تثبيت تركيزات غازات الدفيئة، وإذا كان الأمر كذلك، فعند أي مستوى وبأي تكلفة؟.

٢٨-٧ **والانخفاض في الإنفاق على بحوث الطاقة وتطويرها لا يتمشى مع هدف الإسراع بتطوير ونشر تكنولوجيات الطاقة المتقدمة.** وقد ازداد إنفاق حكومات بلدان المرفق الثاني في مجال بحث وتطوير الطاقة زيادة كبيرة عقب الزيادات في أسعار النفط عام ١٩٧٠، ولكن كمجموعة، انخفضت باطراد منذ أوائل الثمانينات بالمعدلات الحقيقية. وكان الانخفاض في بعض البلدان كبيرا حيث بلغ ٧٥٪. وازداد دعم البحث والتطوير في مجال الحفاظ على الطاقة والطاقة المتجددة . ومع ذلك، فإن تكنولوجيات الطاقة المهمة الأخرى ذات الصلة بتغير المناخ، مثل الكتلة الأحيائية التجارية وجمع الكربون وتخزينه، تظل مكونات ثانوية لمجموعة بحث وتطوير الطاقة.

الفقرة ٢-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٣-٢ من التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا

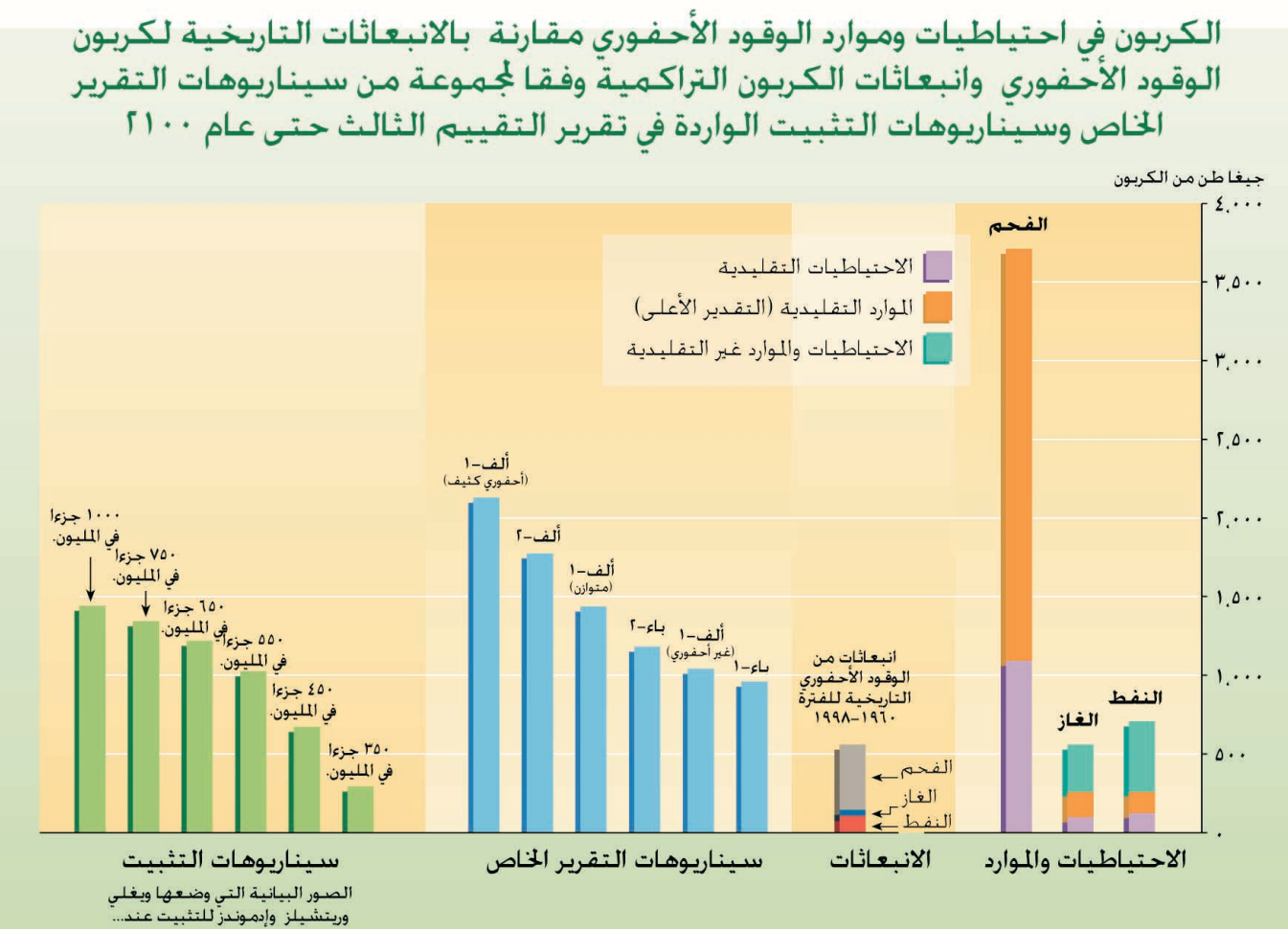
٢٩-٧ **ويمكن للتعلم الاجتماعي والابتكار والتغيرات في الهيكل المؤسسي الإسهام في التخفيف من تغير المناخ.** وقد تؤثر التغييرات في القواعد الجماعية والسلوك الفردي تأثيرا كبيرا على انبعاثات غازات الدفيئة، ولكنها تحدث في إطار مؤسسي وتنظيمي وقانوني معقد. وتشير العديد من الدراسات إلى أن نظم الحوافز الحالية يمكن أن تشجع على الإنتاج الكثيف الموارد وأنماط الاستهلاك التي تزيد من انبعاثات غازات الدفيئة في كافة القطاعات (مثل النقل والإسكان). وعلى الأجل الأقصر، توجد فرص للتأثير على السلوك الفردي والتنظيمي من خلال الابتكارات الاجتماعية. وعلى الأجل الأطول، قد تزيد هذه الابتكارات، مقترنة بالتغير التكنولوجي، من تعزيز الإمكانية

الفقرات ٣-٤-١ و٧-٣-٥ و ٢-٣-١٠ و ٤-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

الاجتماعية الاقتصادية، ولاسيما إذا تزحزحت التفضيلات والمعايير الثقافية نحو أنماط السلوك المستدام والأقل بثا للانبعاثات. وفي كثير من الأحيان قد تقابل هذه الابتكارات معارضة قد يتم التصدي لها عن طريق تشجيع زيادة المشاركة العامة في عملية صنع القرارات. ويمكن أن يساعد ذلك على الإسهام في نهوج جديدة للاستدامة والإنصاف.

دمج الاعتبارات القريبة والطويلة الأجل

٧-٣٠ وصنع القرارات فيما يتعلق يتغير المناخ هو في الأساس عملية متتابعة تتم في ظل عدم اليقين. وصنع القرار في أي وقت يستتبع موازنة مخاطر عدم كفاية الإجراءات أو الإفراط فيها.



الشكل٧-٥: الكربون في احتياطيات وموارد النفط والغاز والفحم بالمقارنة مع انبعاثات الكربون التاريخية الناجمة عن الوقود الأحفوري خلال الفترة الممتدة من عام ١٨٦٠ إلى عام ١٩٩٨ وبالمقارنة مع انبعاثات الكربون التراكمية الناجمة عن مجموعة من سيناريوهات التقرير الخاص وسيناريوهات التثبيت الواردة في تقرير التقييم الثالث حتى عام ٢١٠٠. وتظهر بيانات الاحتياطيات والموارد الحالية في الأعمدة الواقعة في الجهة اليسرى من الشكل. وتشمل المصادر غير التقليدية للنفط والغاز رمال القار والزيت الحجري وغيره من الزيوت الثقيلة وميثان طبقة الفحم الحجري والغاز العميق المضغوط جيولوجيا والغاز في مستودعات المياه الجوفية، الخ. ولا تظهر في الشكل هيدرات الغاز التي تبلغ ما قيمته ١٢٠٠٠ جيغا طن من الكربون. وتبين أعمدة السيناريوهات سيناريوهات التقرير الخاص المرجعية فضلا عن السيناريوهات التي تفضي إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند نطاق من المستويات. ويلاحظ أنه، بحلول عام ٢١٠٠، إذا تساوت الانبعاثات التراكمية المقترنة بسيناريوهات التقرير الخاص مع الانبعاثات المقترنة بسيناريوهات التثبيت أو قلت عنها، فإن ذلك لا يعني أن هذه السيناريوهات تفضي إلى التثبيت على قدم المساواة.

الفقرة ١-٨-٣ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

الفقرة ٣-٤-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٧-٣١ **ووضع استراتيجية متحوطة لإدارة المخاطر ينطوي على النظر بدقة في العواقب (البيئية والاقتصادية على السواء) واحتماليتها وموقف المجتمع إزاءها.** ومن المرجح أن يتفاوت موقف المجتمع إزاءها من بلد إلى آخر، بل وربما من جيل إلى آخر. ولذلك، يؤكد هذا التقرير على ما خلص إليه تقرير التقييم الثاني من استنتاج بأنه من المرجح أن قيمة تحسين المعلومات بشأن عمليات تغير المناخ وتأثيراته واستجابات المجتمع لها ستكون عظيمة. ويجري صنع القرارات بشأن السياسات المناخية على الأجل القريب بينما لا يزال النقاش دائرا حول هدف تثبيت التركيزات. وتقترح الكتابات حلا تدريجيا يرمي إلى تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. وسينطوي ذلك أيضا على موازنة مخاطر عدم كفاية الإجراءات أو الإفراط فيها. والسؤال المناسب ليس عن "أفضل مسار للمائة عام القادمة" وإنما عن "أفضل مسار على الأجل القريب بالنظر إلى تغير المناخ على الأجل الطويل وما يصاحبه من أوجه عدم يقين."

الفقرتان ٢-٥-٢ و٤-٨ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٧-٣٢ **وسوف يعتمد تثبيت التركيزات في الغلاف الجوي على تخفيضات الانبعاثات إلى ما وراء ما تم الاتفاق عليه في بروتوكول كيوتو.** ومعظم تحليلات السيناريوهات اللاحقة للتقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات تشير إلى أن تحقيق تثبيت عند مستوى ٤٥٠ جزءا في المليون قد يتطلب تخفيضات في الانبعاثات خلال الفترة الممتدة من عام ٢٠٠٨ إلى عام ٢٠١٢ في بلدان المرفق الأول تكون أقوى كثيرا من الالتزامات المنصوص عليها في بروتوكول كيوتو. ويشير هذا التحليل أيضا إلى أن تحقيق التزامات كيوتو المجمعة قد لا يتعارض مع المسارات التي تحقق التثبيت عند مستوى يبلغ ٥٥٠ جزءا في المليون أو يزيد عنه. وهناك تحليلات أخرى تقترح انحرافا تدريجيا عن خطوط أساس الانبعاثات حتى عند ٤٥٠ جزءا في المليون تتبعه تخفيضات أكثر حدة في فترات الميزانيات اللاحقة. ويتأثر المسار بتمثيل القصور الذاتي في النظام والتوقعات بشأن الكيفية التي قد ترتبط بها التخفيضات الأولية في بلدان المرفق الأول بقوة ونطاق الحد من الانبعاثات في الفترات اللاحقة.

٧-٣٣ **وتخفيف تغير المناخ يزيد من اعتبارات الأقاليمية وفيما بين الزمنية.**

٧-٣٤ **والفروق في توزيع الموارد التكنولوجية والطبيعية والمالية بين الدول والمناطق وداخلها وبين الأجيال، فضلا عن الفروق في تكاليف التخفيف، تمثل في كثير من الأحيان اعتبارات رئيسية في تحليل خيارات تخفيف تغير المناخ.** وكثير من النقاش بشأن التفرقة المستقبلية في مساهمات البلدان في التخفيف وما يرتبط بذلك من قضايا الإنصاف يدور أيضا حول هذه الظروف.[٢٢] والتحدي الذي يواجه عملية التصدي لتغير المناخ يثير قضية هامة من قضايا الإنصاف، وهو مدى تخفيف أو مفاقمة تأثيرات تغير المناخ أو سياسات التخفيف لعدم الإنصاف داخل الدول والمناطق وعبرها، وبين الأجيال. وتشمل الاستنتاجات المتعلقة بتلك الجوانب ما يلي:

- الإنصاف داخل الدول: تبين معظم الدراسات أن تأثيرات توزيع ضريبة الكربون تنازلية إلا إذا استخدمت إيرادات الضريبة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لصالح الفئات المنخفضة الدخل. ويمكن تعويض الجانب التنازلي كليا أو جزئيا عن طريق سياسة لإعادة تدوير الإيرادات.
- الإنصاف عبر الدول والمناطق: سيناريوهات تثبيت غازات الدفيئة التي تم تقييمها في هذا التقرير تفترض أن البلدان المتقدمة النمو والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية تقوم أولا بالحد من انبعاثاتها من غازات الدفيئة وتخفيضها.[٢٣] وهناك جانب آخر للإنصاف عبر

[٢٢] تصنف نهوج الإنصاف إلى مجموعة من الفئات، منها تلك الفئات التي تقوم على أساس المخصصات والنتائج والعمليات والحقوق والمسئولية والفقر والفرص، وهي بذلك تعبر عن توقعات متنوعة بشأن الإنصاف المتبع في الحكم على عمليات السياسة وما يقابلها من نتائج

[٢٣] تنحرف الانبعاثات المنطلقة من جميع المناطق عن خطوط الأساس عند نقطة ما. وتنحرف الانبعاثات العالمية قبل ذلك وبقدر أكبر حيث إن مستويات التثبيت تكون أقل أو السيناريوهات الأساسية تكون أعلى. وهذه السيناريوهات غير مؤكدة ولا توفر معلومات عن آثار الإنصاف وعن كيفية تحقيق هذه التغييرات أو من قد يتحمل أي تكاليف متكبدة

الدول والمناطق وهو أن تخفيف تغير المناخ يمكن أن يعادل أوجه عدم الإنصاف التي قد تتفاقم من جراء تغير المناخ (أنظر السؤال ٦).

- الإنصاف بين الأجيال: يعتمد تثبيت التركيزات على الانبعاثات التراكمية أكثر من اعتماده على الانبعاثات السنوية؛ وتخفيضات الانبعاثات التي يحققها أي جيل ستقلل حاجة أجيال المستقبل إلى تلك التخفيضات.[٢٤] ويمكن تعزيز الإنصاف بين الأجيال عن طريق تخفيض تأثيرات تغير المناخ من خلال تخفيف أي جيل لتغير المناخ، حيث لن تقل التأثيرات فقط–وهي تأثيرات من المتوقع أن تؤثر بصفة خاصة على ذوي الموارد الأقل– بل سيقل أيضا تغير المناخ الذي تتكيف معه الأجيال اللاحقة (أنظر السؤال ٦).

[٢٤] أنظر أعلاه بخصوص الجوانب الأخرى لتوقيت تخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة

السؤال ٨

السـؤال٨

ماذا تعرف عن التفاعلات بين التغيرات البشرية المنشأ في المناخ والقضايا البيئية الأخرى (مثل تلوث الهواء في المناطق الحضرية، والترسب الكيميائي الإقليمي وفقد التنوع البيولوجي، واستنزاف أوزون الستراتوسفير، والتصحر وتدهور الأراضي)؟ وماذا تعرف عن التكاليف والفوائد والآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية المترتبة على تلك التفاعلات بالنسبة لدمج استراتيجيات الاستجابة لتغير المناخ على نحو منصف في استراتيجيات أوسع للتنمية المستدامة على النطاقات المحلية والإقليمية والعالمية؟

٨-١ تعترف الإجابة على هذا السؤال بنقطتين رئيسيتين. النقطة الأولى هي أن التأثيرات البشرية على البيئة تتضح في عدة قضايا، بعضها تحركه عوامل مشتركة تقترن بتلبية الاحتياجات البشرية. والنقطة الثانية هي أن كثيرا من هذه القضايا- أسبابها وتأثيراتها- مترابطة من الناحيتين البيولوجية الجيولوجية الفيزيائية والاجتماعية الاقتصادية. وفي ظل تشديد أساسي على تغير المناخ، تقيّم هذه الإجابة الفهم الحالي للترابطات بين أسباب وتأثيرات قضايا اليوم البيئية الرئيسية. ويضاف إلى ذلك ملخص نهوج السياسة في التعامل مع تلك القضايا، وهي نهوج منفصلة إلى حد بعيد الآن. وتحقيقا لذلك، تضع هذه الإجابة تصورا للكيفية التي قد تؤثر بها الاختيارات المقترنة بإحدى القضايا تأثيرا إيجابيا أو سلبيا على قضية أخرى. وبهذه المعرفة، فمن المتوقع تحقيق نهوج متكاملة تتسم بالكفاءة.

٨-٢ **وترتبط في كثير من الأحيان القضايا البيئية المحلية والإقليمية والعالمية بطرق تؤثر تأثيرا مشتركا على تلبية الاحتياجات البشرية على نحو مستدام.**

٨-٣ **وتلبية الاحتياجات البشرية تؤدي إلى تدهور البيئة في كثير من الحالات ويؤدي التدهور البيئي إلى عرقلة تلبية الاحتياجات البشرية.** ويوجد في المجتمع مجموعة من المسارات الاجتماعية الاقتصادية للتنمية. ومع ذلك، فلن تتحقق الاستدامة لها إلا إذا تم إيلاء الاعتبار الواجب للبيئة. ويبدو التدهور البيئي بالفعل على النطاق المحلي والإقليمي والعالمي، مثل تلوث الهواء وندرة المياه العذبة وإزالة الغابات والتصحر والترسبات الحمضية وخسائر التنوع الأحيائي والتغيرات على المستوى الجيني وعلى مستوى الأنواع الأحيائية، وتدهور الأراضي واستنفاد أوزون الستراتوسفير وتغير المناخ. والتصدي للاحتياجات البشرية يسبب في كثير من الأحيان عدة مشاكل بيئية أو يفاقمها، وهو ما قد يزيد من سرعة التأثر بتغير المناخ. وعلى سبيل المثال، في ظل الهدف الرامي إلى زيادة الإنتاج الزراعي، يتزايد استخدام المخصبات النيتروجينية والري وتحويل المناطق الحراجية إلى أراض لزراعة المحاصيل. ويمكن لهذه الأنشطة الزراعية أن تؤثر على مناخ الأرض من خلال إطلاق غازات الدفيئة وتدهور الأراضي بسبب التحات والتملح وتقليل التنوع البيولوجي. وفي المقابل، يمكن لأي تغيير بيئي أن يؤثر على تلبية الاحتياجات البشرية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن تتأثر الإنتاجية الزراعية تأثرا ضارا بالتغيرات في حجم ونمط سقوط الأمطار، ويمكن أن تتأثر صحة الإنسان في البيئة الحضرية بموجات الحرارة.

الفقرات ٤-٣ و ١-٤ و٢-٥ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ١-٤ ومن ١-٥ إلى ٢-١-٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرتان ٦-٣ و ٢-٤ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٨-٤ **ومثلما تنجم مختلف المشاكل البيئية في كثير من الأحيان عن نفس القوى المحركة الأساسية (النمو الاقتصادي والتغيرات التكنولوجية الواسعة وأنماط أسلوب الحياة والتغيرات الديمغرافية (حجم السكان وهيكل العمر والنزوح) وهياكل الحكم) فإن الحواجز المشتركة تثبط حلول مجموعة من القضايا البيئية والاجتماعية الاقتصادية.** وهناك كثير من نفس الحواجز التي يمكن أن تعوق نهوج تخفيف القضايا البيئية، ومنها على سبيل المثال:

- زيادة الطلب على الموارد الطبيعية والطاقة،
- عيوب السوق ، بما في ذلك الإعانات التي تفضي إلى عدم كفاءة استخدام الموارد وتعمل كحاجز أمام اختراق التكنولوجيات السليمة بيئيا للأسواق، وعدم الاعتراف بالقيمة الحقيقية للموارد الطبيعية، والفشل في تحديد القيم العالمية للموارد الطبيعية على الصعيد المحلي، والإخفاق في دمج تكاليف التدهور البيئي في السعر السوقي للموارد،
- عدم توفر التكنولوجيا وعدم كفاءة نقلها، وعدم كفاية استثمارات بحث وتطوير تكنولوجيات المستقبل،
- الفشل في إدارة استخدام الموارد الطبيعية والطاقة بطريقة ملائمة.

الفصل الخامس من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والفصل الثالث من التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات والفقرة ٥-١ من الملخص الفني للتقرير الخاص عن القضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا



الشكل ٨-١ : تتحكم في المناخ عمليات ودورات جيولوجية كيميائية ناشئة عن التفاعل بين المكونات البيئية المعنية في الوقت الذي تتأثر فيه بالنشاط البشري. ويبين المخطط بعض هذه القضايا. وللتبسيط، تمثل الأسهم المفردة ذات الطرفين بين القضايا بعض الروابط المعنية. فعلى سبيل المثال، تتسم العمليات البيولوجية والايكولوجية بأهمية كبيرة في تعديل مناخ الأرض على النطاقين الإقليمي والعالمي عن طريق التحكم في مقادير بخار الماء وغيره من غازات الدفيئة التي تدخل في الهواء أو التي تستنفد من الغلاف الجوي. وتؤثر التغيرات في المناخ على حدود وتركيب وأداء النظم الايكولوجية، مثل الغابات، وتؤثر التغيرات في هيكل وأداء الغابات على النظام المناخي للأرض من خلال التغيرات في الدورات البيولوجية الكيميائية، ولاسيما دورات الكربون والنيتروجين والماء. وهناك روابط أخرى، مثل الصلة بين جودة الهواء والحراجة، بطريق مباشر أو من خلال التهطال الحمضي، وهي لا تظهر في الشكل لأغراض التبسيط.

٨-٥ **والعديد من القضايا البيئية التي كانت منفصلة ترتبط في الواقع بتغير المناخ من خلال العمليات البيولوجية الكيميائية والاجتماعية الاقتصادية المشتركة.**

٨-٦ ويوضح الشكل ٨-١ كيفية ارتباط تغير المناخ بمختلف القضايا البيئية الأخرى.

تلوث هواء الأوزون السطحي وتغير المناخ

٨-٧ **يعد تلوث هواء الأوزون السطحي والانبعاثات التي تحركه عوامل هامة تسهم في تغير المناخ العالمي.** ونفس الملوثات التي تولد تلوث الأوزون السطحي (أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد

الفقرات من ٣-٢-٤ إلى ٤-٣-٢-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الكربون والمركبات العضوية المتطايرة) تسهم أيضا في زيادة أوزون التروبوسفير العالمي، وهو ما يجعلها ثالث أهم العوامل التي تسهم في التأثير الإشعاعي بعد ثاني أكسيد الكربون والميثان (أنظر الشكل ٢-٢). وفي بعض المناطق، تتحكم المعاهدات البيئية الإقليمية والأنظمة الأخرى في الانبعاثات الناجمة عن سلائف الأوزون (أنظر الجدول ٣-٨).

٨-٨ **والتغيرات في المناخ العالمي وارتفاع مستويات أوزون التروبوسفير قد تفاقم من مشاكل تلوث الهواء في المناطق الحضرية.** وتظهر التقديرات التي تستند إلى سيناريوهات التقرير الخاص حدوث زيادات في أوزون التروبوسفير بأكثر من ٤٠ جزءا في البليون فوق معظم مناطق خطوط العرض الوسطى في نصف الكرة الشمالي. وهذه الزيادات ستضاعف تقريبا من مستويات خط الأساس للأوزون الذي يدخل كثيرا من المدن الكبرى، مما يؤدي إلى تدهور كبير في جودة الهواء. وسيؤثر تغير المناخ على الظروف الجوية في المدن الكبرى (درجة الحرارة الإقليمية وغطاء السحب والرياح السطحية) التي تؤثر على الكيمياء الضوئية وعلى حدوث تلوث كبير. وبينما ستسهم درجات الحرارة الأدفأ في مزيد من الأوزون في المناطق الحضرية، لم يجر تقييم التغير في تواتر وشدة فترات التلوث. وستتفاقم التأثيرات الضارة على الصحة الناجمة عن جودة الهواء في المناطق الحضرية من جراء حدوث موجات من الحرارة تصاحب تغير المناخ البشري المنشأ.

الفقرة ٤-٤-٤ و الفقرات من ٥-٤ إلى ٦-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٣-٢-٢-٧ و ٦-٩ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

الترسب الحمضي وتغير المناخ

٩-٨ **تفضي الأهباء الكبريتية المتكونة من انبعاثات الكبريت التي تنطلق من إحراق الوقود الأحفوري إلى الترسب الحمضي وتبريد النظام المناخي على السواء.** وللترسب الحمضي تأثيرات ضارة على النظم الايكولوجية الأرضية والمائية على السواء ويلحق أضرارا بصحة الإنسان وكثير من المواد. ويمكن أن تتفاقم بعض هذه التأثيرات من جراء تغير المناخ (من خلال الزيادة في الرطوبة ودرجة الحرارة على سبيل المثال).وقد تم اتخاذ إجراءات لتخفيض انبعاثات الكبريت في بلدان كثيرة ورصد هبوط في الترسب الكبريتي في بعض المناطق في السنوات الأخيرة (أنظر الجدول ٣-٨). وفي سيناريوهات التقرير الخاص أفضى هذا الوضع إلى تقديرات بشأن وفورات الأهباء الكبريتية المستقبلية التي تقل عن تلك التي في تقرير التقييم الثاني. وقد أفضى ذلك بدوره إلى تقديرات سلبية أقل بالنسبة للتأثير الإشعاعي الذي تسببه الأهباء، ومن ثم تأثير تبريدي أقل لمعادلة الاحترار الناجم عن غازات الدفيئة.

الفقرات ٦-٢-٢-٥ و ٣-٥-٥ و ٧-٦ و ١٥-٦ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرات ٦-٥ و ٣-٧-٥ و ٢-٤-٢-١٥ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٤-٦-٣ من التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

استنفاد أوزون الستراتوسفير وتغير المناخ

١٠-٨ **ويفضي استنفاد طبقة أوزون الستراتوسفير إلى زيادة اختراق الإشعاع فوق البنفسجي-باء والى تبريد النظام المناخي.** وقد أتاح استنفاد الأوزون زيادة اختراق الإشعاع فوق البنفسجي-باء بما له من تأثيرات ضارة على صحة الإنسان والحيوانات والنباتات، الخ. وخلال العقدين الماضيين، قللت خسائر أوزون الستراتوسفير المرصودة من انبعاثات الإشعاع فوق الأحمر المنطلق إلى اسفل في اتجاه التروبوسفير من الأجزاء السفلى من الستراتوسفير (الأبرد حاليا) كما غير استنفاد أوزون الستراتوسفير من تركيزات أوزون التروبوسفير وأفضى إلى زيادة سرعة التدمير الكيميائي الضوئي للميثان عن طريق السماح لمزيد من أشعة الشمس فوق البنفسجية من الوصول إلى التروبوسفير، ومن ثم تقليل التأثير الإشعاعي للميثان. وأفضت هذه التأثيرات أيضا إلى حدوث تبريد للنظام المناخي.

الفقرات ٢-٢-٤ و ٤-٦ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٨-١١ **وكثير من الهالوكربونات التي تسبب استنفاد طبقة الأوزون هي أيضا من غازات الدفيئة الهامة.** فالمركبات الكربونية الفلورية الكلورية مثلا تضيف جزءا ملحوظا إلى مجموع التأثير الإشعاعي الإيجابي منذ ما قبل العصر الصناعي. ولكن ما يقترن بذلك من تأثير إشعاعي سلبي ناجم عن استنفاد أوزون الستراتوسفير (المشار إليه أعلاه) يقلل ذلك بمقدار النصف تقريبا. وسوف يقضي بروتوكول مونتريال في نهاية المطاف على هذين الإسهامين للتأثير الإشعاعي. ومع ذلك، هناك فئة لبدائل المركبات الكربونية الفلورية الكلورية المحظورة الآن، وهي المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية التي تدخل ضمن غازات الدفيئة المدرجة في بروتوكول كيوتو. ويمكن أن يفضي هذا التداخل إلى إمكانية التضارب بين أهداف البروتوكولين.

الفقرتان ٢-٢-٤ و ٣-٣-٦ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٨-١٢ **وسوف يعدل تغير المناخ من درجة الحرارة وأنماط الرياح في الستراتوسفير، وهو ما يمكن أن يعزز من استنفاد المركبات الكربونية الفلورية الكلورية في أوزون الستراتوسفير خلال الخمسين عاما القادمة.** وتفضي الزيادات في غازات الدفيئة عموما إلى زيادة برودة الستراتوسفير، وهو ما يغير من كيمياء الستراتوسفير. وتتنبأ بعض الدراسات بأن المعدلات الحالية لتغير المناخ ستسفر عن زيادات كبيرة في استنفاد طبقة أوزون الستراتوسفير فوق المنطقة القطبية الشمالية خلال العقد القادم قبل حدوث هبوط كبير في تركيزات المركبات الكربونية الفلورية الكلورية. وبالرغم من التعرف على كثير من التغذيات المرتدة للمناخ / طبقة الأوزون، لم يتم التوصل إلى إجماع كمي في هذا التقييم.

الفقرات ٥-٤ و ٤-٦ و٢-٤-٢-٧ من تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول

التنوع البيولوجي والزراعة والحراجة وتغير المناخ

٨-١٣ **ترتبط التغيرات في النظم الايكولوجية الأرضية والبحرية ارتباطا وثيقا بالتغيرات في المناخ والعكس بالعكس.** والتغيرات في المناخ وفي تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تحدث تغييرات في التنوع البيولوجي لبعض النظم الايكولوجية وفي وظيفتها. وتؤثر التغييرات في النظم الايكولوجية بدورها على تبادل غازات الدفيئة (مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز) والماء والطاقة وبين اليابسة والغلاف الجوي وتؤدي إلى تغيير قدرة السطح على عكس الأشعة الشمسية. ولذلك، فإن فهم هذه المجموعة من التأثيرات والتغذيات المرتدة شرط أساسي لتقييم حالة الغلاف الجوي والنظم الطبيعية وتنوعها البيولوجي في المستقبل.

الفقرة ٣-٥-٤ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٨-١٤ **وقد أوضحت التغيرات المناخية الطبيعية تأثيرات تغير المناخ على النظم الايكولوجية والطبيعية والمدارة.** وتركت تأثيرات الفيضانات وحالات الجفاف وموجات الحرارة آثارا عميقة على التاريخ البشري. وإضافة إلى ذلك، تبين ظواهر الاحترار المقترنة بظاهرة النينو أن التغيرات في الأنماط المناخية تؤثر تأثيرا ضارا على الأسماك والثدييات البحرية والتنوع البيولوجي في المناطق الساحلية والمحيطات. وتتأثر النظم الايكولوجية الساحلية، مثل الشعاب المرجانية والمستنقعات المالحة وغابات المنغروف، بالارتفاع في مستوى سطح البحر وارتفاع درجات حرارة المحيطات وزيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون والتغيرات في تواتر العواصف وشدتها. ويبين الجدول ١- ٨ الآثار الرئيسية لتغير المناخ على النظم الايكولوجية الطبيعية على النطاق الإقليمي.

الفصلان الخامس والسادس من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٨-١٥ **وتغير المناخ ليس سوى واحدا من إجهادات كثيرة تتعرض لها النظم الايكولوجية المدارة وغير المدارة.** والتغييرات في استخدام الأراضي والطلب على الموارد وترسب المغذيات والملوثات والحصاد والرعي وتشظي الموائل وضياعها والأنواع الأحيائية الغازية هي إجهادات رئيسية تعاني منها النظم الايكولوجية. ويمكن أن تفضي هذه الاجهادات إلى انقراض الأنواع الأحيائية، وهو

الفصلان الخامس والسادس من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات من ١-٤ إلى ٢-١-٤ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

الجدول ٨-١ أمثلة للتأثيرات الإقليمية المرصودة والمقدرة لتغير المناخ على النظم الايكولوجية والتنوع البيولوجي وإمدادات الغذاء

الإقليم	التأثيرات	الفقرة المرجعية في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث
أفريقيا	يمكن أن يسرع تغير المناخ بحدوث خسائر لا يمكن التخلص منها في التنوع البيولوجي. من المقدر حدوث حالات انقراض كبيرة في الأنواع الأحيائية النباتية والحيوانية وستؤثر على سبل العيش في المناطق الريفية وعلى السياحة والموارد الجينية (ثقة متوسطة).	الفقرة ٥-١-٣ من الملخص الفني و الفقرة ١٠-٢-٣-٢
آسيا	تناقص الإنتاجية الزراعية وتربية المائيات من جراء الإجهاد الحراري و والمائي والارتفاع في مستوى سطح البحر والفيضانات والجفاف والأعاصير المدارية سيؤدي إلى تناقص الأمن الغذائي في كثير من بلدان المناطق القاحلة والمدارية والمعتدلة في آسيا وستتسع الزراعة وتتزايد إنتاجيتها في المناطق الشمالية (ثقة متوسطة). سيفاقم تغير المناخ من تهديد التنوع البيولوجي من جراء التغيرات في استخدام الأراضي وغطاء التربة والضغوط السكانية (ثقة متوسطة). وسوف يعرض الارتفاع في مستوى سطح البحر الأمن الايكولوجي للخطر ، بما في ذلك غابات المنغروف والشعاب المرجانية (ثقة مرتفعة).	الفقرات من ٥-٢-١ إلى ٥-٢-٢ من الملخص الفني والفقرات من ١١-٢-١ إلى ٢١١-٢
أستراليا ونيوزيلندة	يؤدي حدوث احترار مقداره درجة مئوية واحدة إلى تهديد بقاء الأنواع الأحيائية الموجودة حاليا بالقرب من الحد الأعلى لنطاق درجة حرارتها ولاسيما في مناطق الألب الهامشية. بعض الأنواع الأحيائية ذات البيئات المناخية المقيدة وغير القادرة على النزوح من جراء تشظي الفروق في التربة أو التضاريس يمكن أن تتعرض للخطر أو الانقراض (ثقة مرتفعة). النظم الايكولوجية الأسترالية السريعة التأثر بصفة خاصة بتغير المناخ تشمل الشعاب المرجانية والموائل القاحلة وشبه القاحلة في جنوب غرب أستراليا وفي أجزائها الداخلية والنظم الألبية الأسترالية. الأراضي الرطبة للمياه العذبة في المناطق الساحلية في أستراليا ونيوزيلندة على السواء تتسم بسرعة التأثر وبعض النظم الايكولوجية في نيوزيلندة سريعة التأثر بتسارع غزو الأعشاب الضارة.	الفقرة ٥-٣-٢ من الملخص الفني والفقرات ١٢-٤-٢ ومن ١٢-٤-٤ إلى ١٢-٤-٥ و الفقرة ١٢-٤-٧
أوروبا	ستتغير النظم الايكولوجية الطبيعية من جراء الارتفاع في درجة الحرارة وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.ويقع التنوع في الاحتياطيات الطبيعية تحت تهديد التغير السريع. وستهدد الخسارة في الموائل الهامة (الأراضي الرطبة والتندرا والموائل المنعزلة) بعض الأنواع الأحيائية، بما فيما الأنواع الأحيائية النادرة / المتوطنة والطيور المهاجرة. ستنشأ بعض التأثيرات الإيجابية الواسعة على الزراعة في أوروبا الشمالية (ثقة متوسطة) وستتناقص الإنتاجية في جنوب وشرق أوروبا (ثقة متوسطة).	الفقرات من ٥-٤-٢ إلى ٥-٤-٣ من الملخص الفني والفقرات ١٣-٢-١-٤ و ١٣-٢-٢-١ و ١٣-٢-٢-٥ و الفقرة ١٣-٢-٣-١
أمريكا اللاتينية	من الثابت أن أمريكا اللاتينية مسؤولة عن أحد أكبر تركيزات التنوع البيولوجي على الأرض ويمكن توقع أن تزيد تأثيرات تغير المناخ من خطر الخسارة في التنوع البيولوجي (ثقة مرتفعة). من المقدر أن تتناقص غلات المحاصيل الهامة في كثير من المواقع حتى عند أخذ تأثيرات ثاني أكسيد الكربون في الاعتبار، ويمكن أن تتعرض للخطر سبل العيش المعتمدة على الزراعة في بعض الأقاليم (ثقة مرتفعة).	الفقرتان ٥-٥-٢ و ٥-٥٤ من الملخص الفني والفقرات من ١٤-٢-١ إلى ١٤-٢-٢
أمريكا الشمالية	هناك دليل قوي على أنه يمكن لتغير المناخ أن يفضي إلى ضياع أنواع محددة من النظم الايكولوجية (مثل مناطق الألب المرتفعة وأراض رطبة ساحلية محددة (المستنقعات المالحة والبراري الداخلية ''الحفر الدائرية'') (ثقة مرتفعة). ستستفيد بعض المحاصيل من الاحترار الطفيف المصحوب بزيادة في ثاني أكسيد الكربون ولكن التأثير سيتفاوت حسب المحاصيل والأقاليم (ثقة مرتفعة)، بما في ذلك الهبوط الناجم عن الجفاف في بعض مناطق براري كندا والسهول الكبرى في الولايات المتحدة الأمريكية والزيادة المحتملة في إنتاج الأغذية في مناطق في كندا شمال مناطق الإنتاج الحالية، والزيادة في إنتاج الغابات المختلطة المعتدلة الدافئة (ثقة متوسطة). ومع ذلك، ستنخفض الفوائد بالنسبة للمحاصيل بمعدل متزايد ومن الممكن أن تستحيل إلى خسارة صافية مع تزايد الاحترار (ثقة متوسطة). ستتعرض للخطر النظم الايكولوجية الطبيعية الفريدة، مثل أراضي البراري الرطبة ومناطق التندرا الألبية والنظم الايكولوجية في المياه الباردة ومن غير المرجح حدوث تكيف فعال (ثقة متوسطة).	الفقرات من ٥-٦-٤ إلى ٥-٦-٥ من الملخص الفني والفقرات من ١٥-٢-٢ إلى ١٥-٢-٣
المنطقة القطبية الشمالية	تتسم المنطقة القطبية الشمالية بفرط تأثرها بتغير المناخ ومن المتوقع سرعة ظهور التأثيرات الفيزيائية والايكولوجية والاقتصادية الرئيسية.	الفقرة ٧٥ من الملخص الفني والفقرات من ٧٢١٦ إلى ٨٧٢١٦
المنطقة القطبية الجنوبية	سيولد تغير المناخ المقدر في المنطقة القطبية الجنوبية تأثيرات تتحقق ببطء (ثقة مرتفعة). من المرجح أن يؤدي الارتفاع في درجات الحرارة وتناقص حجم الجليد إلى أحداث تغييرات على الأجل البعيد في أوقيانوغرافية وايكولوجية المحيط الجنوبي يصاحبها تكثيف في النشاط البيولوجي وزيادة معدل النمو في الأسماك.	الفقرة ٧٥ من الملخص الفني والفقرتان ٣٢١٦ و ٢٤٢١٦
الجزر الصغيرة	سيؤثر التغير المقدر في المناخ والارتفاع في مستوى سطح البحر في المستقبل على التغيرات في تركيب الأنواع الأحيائية وتنافسها. وتشير التقديرات إلى أن واحدا من بين كل ثلاثة (٣٠٪) نباتات مهددة معروفة تتوطن في الجزر بينما يتعرض للخطر ٢٣٪ من أنواع الطيور. والشعاب المرجانية وغابات المنغروف وطبقات الأعشاب البحرية التي تعتمد في كثير من الأحيان على الظروف البيئية المستقرة ستتأثر تأثرا ضارا بارتفاع درجة حرارة الهواء والبحر والارتفاع في مستوى سطح البحر (ثقة متوسطة). سيؤثر تدهور النظم الايكولوجية الساحلية تأثيرا سلبيا على الأسماك الشعابية وسيهدد المصايد الشعابية (ثقة متوسطة)	الفقرة ٨٥ من الملخص الفني والفقرات من ٤٢١٧ إلى ٥٤٢١٧ والفقرة ٢٨٢١٧

تغير المناخ والغذاء



الشكل ٨-٢: يبين هذا الشكل الروابط بين تغير المناخ والعوامل البيئية الأخرى في عرض الأغذية والطلب عليها. وزيادة الطلب على الأغذية نتيجة لنمو سكان العالم تتطلب زيادة في إنتاج الأغذية. وينطوي هذا بدوره على مجموعة من الآثار في استخدام الأراضي، مثل تحويل الأراضي البرية إلى أراض لإنتاج المحاصيل (توسيع الرقعة الزراعية) واستخدام المخصبات الكيميائية و/أو استخدام الري لزيادة الغلة (تكثيف الزراعة) أو تمكين الزراعة في الأراضي غير المستخدمة. ويؤدي توسيع الأراضي المزروعة إلى خسارة في التنوع البيولوجي نظرا لتحول النظم الايكولوجية إلى حقول لا تنمو بها إلا بضعة أنواع أحيائية قليلة (وهي في العادة أنواع أحيائية غريبة). وتغير الغابات إلى الزراعة يسبب خسارة صافية للكربون في الغلاف الجوي نظرا لاستبدال الغابات بالأراضي المعشوشبة أو أراضي المحاصيل. ويزيد ذلك أيضا من احتمال حدوث فيضانات نظرا لاحتفاظ النظم الزراعية بكميات من التهطال أقل من الغابات. ويمكن لتكثيف إنتاج المحاصيل أن ينطوي على مجموعة من المعالجات الكيميائية، معظمها من المخصبات النيتروجينية التي تؤدي إلى إطلاق مركبات غاز النيتروجين (بعضها من غازات الدفيئة القوية) إلى الغلاف الجوي وصرف النيتروجين في أحواض الصرف، بما ينطوي عليه ذلك من آثار بيئية وصحية كثيرة. ويؤثر توسيع الري على إمدادات المياه العذبة للاستخدامات الأخرى، مما يفضي إلى حالات نقص المياه والصراعات حول حقوق استخدام المياه. وتنطوي تلبية احتياجات الإنتاج الزراعي المتزايد على إمكانية زيادة المعدلات العالمية لخسائر التنوع البيولوجي، وتغير المناخ والتصحر. وهناك علاقات متداخلة، ولا سيما مع المياه، تشكل أساس كل هذه القضايا ولكنها لا تظهر في الشكل لأغراض التبسيط.

الجدول ٨–٢	أمثلة للتأثيرات الإقليمية لتغير المناخ على موارد المياه وتدهور الأراضي والتصحر	
الإقليم	التأثيرات	الفقرة المرجعية في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث
أفريقيا	التغيرات في سقوط الأمطار وتكثيف استخدام الأراضي ستفاقم من عمليات التصحر. وسيتفاقم التصحر من جراء خفض المتوسط السنوي للأمطار والصرف والتربة والرطوبة في بلدان غرب الساحل الأفريقي والشمال والجنوب الأفريقيين (ثقة متوسطة). الزيادات في حالات الجفاف وغيرها من الظواهر المتطرفة ستزيد من الاجهادات الواقعة على موارد المياه والأمن الغذائي وصحة الإنسان وستقيد التنمية في الإقليم (ثقة مرتفعة).	الفقرة ٦١٥ من الملخص الفني والفصل العاشر من الملخص التنفيذي، الفقرتان ١٢١٠ و ٦٢١٠ والجدول ٢ في الملخص لصانعي السياسات
آسيا	قد يتفاقم نقص المياه–وهو بالفعل عامل يحد من النظم الايكولوجية وإنتاج الأغذية والألياف والمستوطنات البشرية وصحة الإنسان– من جراء تغير المناخ. وقد يتناقص الصرف وتوفر المياه في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في آسيا ولكنه سيزداد في شمالي آسيا (ثقة متوسطة). وسيؤدي انخفاض رطوبة التربة صيفا إلى تفاقم تدهور الأراضي والتصحر في المناطق القاحلة وشبه القاحلة.	الفقرة ٣٢٥ من الملخص الفني والفقرتان ١١١١ و ٣٢١١
أستراليا ونيوزيلندة	تفضي التقلبية فيما بين السنوات الناجمة عن التذبذب الجنوبي إلى حدوث فيضانات وحالات جفاف كبيرة في استراليا ونيوزيلندة. ومن المتوقع أن تستمر هذه التغيرات في ظل ظروف غازات الدفيئة المعززة ولكن مع إمكانية تزايد النهايات الهيدرولوجية. من المرجح أن تكون المياه قضية رئيسية (ثقة مرتفعة) نظرا لاتجاهات الجفاف المقدرة في مناطق كثيرة من الإقليم والتغير إلى حالة أشبه بظاهرة النينو. وستتأثر جودة المياه وستزيد ظواهر سقوط المطر الأكثر غزارة من سرعة الصرف وتحات التربة وتراكم الترسبات. وتعزيز التغذية هو أحد المشاكل الرئيسية لجودة المياه في أستراليا.	الفقرة ٣٥ من الملخص الفني والفقرات ٣٥١١٢ و ٣١٢
أوروبا	من المرجح أن يتناقص الصرف وتوفر المياه ورطوبة التربة في الصيف في جنوبي أوروبا وسيوسع ذلك من الفجوة بين الشمال والجنوب (ثقة مرتفعة). وستتزايد الأخطار الناجمة عن الفيضانات في معظم أنحاء أوروبا (ثقة تتراوح بين متوسطة ومرتفعة). وستكون المخاطر كبيرة في المناطق الساحلية حيث ستزيد الفيضانات من التحات وستسفر عن خسارة في الأراضي الرطبة. يمكن أن تختفي نصف الثلاجات الألبية ومساحات واسعة من التربة الصقيعية مع نهاية القرن الحادي والعشرين (ثقة متوسطة).	الفقرة ١٤٥ والفصل الثالث عشر من الملخص التنفيذي والفقرة ١٢١٣
أمريكا اللاتينية	تشير بعض الدراسات التي تستند إلى تجارب النماذج إلى تزايد شدة الدورة الهيدرولوجية في ظل تغير المناخ، مع حدوث تغييرات في توزيع الأمطار الغزيرة وفترات هطول الأمطار وفترات الجفاف. ويتزامن الجفاف الشديد في المكسيك خلال العقد الأخير مع بعض استنتاجات النماذج. وترتبط ظاهرة النينو بظروف الجفاف في شمال شرق البرازيل وشمال الأمازون والسهل الواقع بين بيرو وبوليفيا. وتظهر في جنوب البرازيل وشمال غرب بيرو ظروف رطبة مشابهة خلال تلك الفترات.	الفقرة ١٥٥ من الملخص الفني والفصل الرابع عشر من الملخص التنفيذي والفقرة ٤٢١٤
أمريكا الشمالية	سيؤثر ضياع وتراجع الثلاجات تأثيرا ضارا على الصرف وإمدادات المياه في المناطق التي يكون فيها ذوبان الثلوج موردا هاما للمياه (ثقة مرتفعة). أحواض الصرف التي يهيمن عليها ذوبان الثلوج في غرب أمريكا الشمالية ستتعرض لتدفقات قصوى في أوائل الربيع (ثقة مرتفعة) وانخفاض في التدفق أثناء الصيف (ثقة متوسطة). وقد تعادل تدابير التكيف بعض التأثيرات على موارد المياه والنظم الايكولوجية المائية ولكنها لن تعادل جميع التأثيرات (ثقة متوسطة).	الفقرة ٢٦٥ من الملخص الفني والفقرة ١٢١٥ والجدول ٢ في الملخص لصانعي السياسات
الجزر الصغيرة	الجزر ذات الموارد المائية المحدودة للغاية تتسم بشدة تأثرها بما يقع على توازن المياه من تأثيرات ناجمة عن تغير المناخ (ثقة مرتفعة).	الفقرة ٤٨٥ من الملخص الفني والفقرة ٦٢١٧ والجدول ٢ في الملخص لصانعي السياسات

ما يسفر عن خسائر في التنوع البيولوجي. ولذلك، يمثل تغير المناخ إجهادا إضافيا ويمكن أن يغير النظم الايكولوجية وما تقدمه من خدمات كثيرة أو يعرضها للخطر. ونتيجة لذلك، فإن تأثير تغير المناخ قد يتأثر بإدارة الموارد الطبيعية والتكيف مع الضغوط الأخرى والتفاعل معها. ويمثل الشكل ٢— ٨ الطريقة التي يتفاعل بها تغير المناخ مع العوامل الأخرى في عرض الأغذية والطلب عليها.

الفصل الخامس من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

١٦–٨ **ويمكن لتغير المناخ أن يؤثر على توزيع الأنواع الأحيائية ونزوحها في النظم الايكولوجية غير المدارة.** ويتعرض بالفعل أفراد كثير من الأنواع الأحيائية لخطر الانقراض ومن المتوقع وقوعهم تحت خطر أكبر من جراء إجهادات المناخ المتغير، مما يجعل أجزاء من موئلهم الحالي غير ملائمة. وتشير نماذج توزيع الغطاء النباتي منذ تقديم تقرير التقييم الثاني إلى أنه من غير المرجح حدوث

تحرك للنظم الايكولوجية أو الوحدات الأحيائية على نطاق واسع بسبب تفاوت قدرات مختلف الأنواع الأحيائية على تحمل المناخ وتفاوت قدراتها على النزوح والتأثر بقدوم أنواع أحيائية جديدة. وأخيرا، يمكن أن يؤثر تغير المناخ على تفشي الآفات والأمراض، مما يؤثر على النظم الايكولوجية الطبيعية والمحاصيل والماشية (فمثلا تتيح التغيرات في عتبات الحرارة والرطوبة انتقال الآفات والأمراض إلى مناطق جديدة).

الفقرة ٣-٤ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات بالتقرير الخاص عن استخدام الأراضي والتغيرات في استخدام الأراضي والحراجة

٨-١٧ **وتؤثر قدرات النظم الايكولوجية المدارة وغير المدارة على تخزين الكربون، ولاسيما الغابات، على تأثيرات تغير المناخ وتغذياته المرتدة.** فمثلا، تتيح الغابات والأراضي الزراعية والنظم الايكولوجية الأرضية الأخرى إمكانية كبيرة لتخفيف الكربون. وبالرغم من أن الحفاظ على الكربون وعزله لا يدومان بالضرورة، فإنهما قد يتيحا الوقت لتعزيز تطوير وتنفيذ خيارات أخرى. وقد يتفاقم تدهور النظم الايكولوجية الأرضية من جراء تغير المناخ، مما يؤثر على تخزين الكربون ويزيد من الاجهادات الناجمة عن ممارسات إزالة الغابات الحالية. وينبغي ملاحظة أن عدم تنفيذ ممارسات الإدارة الملائمة يمكن أن يؤدي إلى زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل. وعلى سبيل المثال، فإن التخلي عن مكافحة الحرائق في الغابات أو التحول من الزراعة المباشرة إلى الحراثة الكثيفة قد يسفر عن سرعة فقدان جزء على الأقل من الكربون المتراكم.

تدهور الأراضي والتصحر وتغير المناخ

الفقرات ٣-٣-٧-١ و ٣-٩ و ٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٥-٥ من تقرير الفريق العامل الثاني والجدول ١ في الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٨-١٨ **والمستويات المقدرة في تغير المناخ ستفاقم من استمرار تدهور الأراضي والتصحر الذي حدث في كثير من المناطق خلال القرون القليلة الماضية.** وقد أسفر التحول في استخدام الأراضي وتكثيف استخدامها، ولاسيما في مناطق العالم القاحلة وشبه القاحلة إلى تناقص خصوبة التربة وزيادة تدهور الأراضي والتصحر. وقد كانت التغيرات كبيرة بدرجة جعلتها تبدو واضحة في صور السواتل. ويؤثر تدهور الأراضي بالفعل على أكثر من ٩٠٠ مليون شخص في ١٠٠ بلد وربع موارد العالم من التربة التي تقع معظمها في البلدان النامية. والخسائر السنوية المسجلة في ملايين الهكتارات من الأراضي تقوض الاقتصادات كثيرا وتخلق بعض الأحوال التي لا يمكن التخلص منها. وتشير تقديرات التقييم الثالث التي تستخدم سيناريوهات التقرير الخاص إلى حدوث زيادات في حالات الجفاف وشدة سقوط الأمطار وتزايد أنماط سقوط الأمطار بصورة غير منتظمة وزيادة تواتر الجفاف المداري في فصل الصيف في الأجزاء القارية الداخلية من مناطق خطوط العرض الوسطى. وتشمل النظم التي من المرجح أن تقع التأثيرات عليها تلك النظم التي تعاني من ندرة الموارد المائية والمراعي وانخساف الأراضي (أنظر الجدول ٢- ٨)

المياه العذبة وتغير المناخ

الفقرات ١-٤ و ٣-٤-٤ و ٢-٥-٤ و ٢-٦-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٨-١٩ **قد يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم جميع فئات مشاكل المياه العذبة الثلاث، وهي القلة الشديدة في المياه أو زيادتها بشدة أو تلوثها بشدة.** والمياه العذبة أساسية لصحة الإنسان وإنتاج الأغذية والإصحاح، فضلا عن الصناعة وغير ذلك من الاستخدامات الصناعية واستمرار النظم الايكولوجية. وهناك مؤشرات عديدة إلى وجود إجهاد لموارد المياه. فعندما تزيد عمليات سحب المياه عن ٢٠٪ من مجموع الموارد المتجددة، فإن إجهاد المياه يكون في كثير من الأحيان عاملا مقيدا للتنمية. وتمثل عمليات السحب التي تبلغ ٤٠٪ أو أكثر إجهادا كبيرا. وبالمثل، قد يمثل إجهاد المياه مشكلة إذا كان نصيب الفرد من المياه في بلد أو منطقة في العام يقل عن ١٧٠٠ متر مكعب. وفي عام ١٩٩٠، كان ثلث سكان العالم تقريبا يعيشون في بلدان تستخدم أكثر من ٢٠٪ من مواردها المائية وبحلول عام ٢٠٢٥ سيعيش نحو ٦٠٪ من مجموع أكبر من السكان في هذه البلدان المتعرضة للإجهاد نظرا

للنمو السكاني. ويمكن أن تزيد درجات الحرارة المرتفعة من ظروف الإجهاد. ومع ذلك، يمكن للتكيف من خلال الممارسات الملائمة لإدارة المياه أن تقلل من التأثيرات الضارة. وبينما لا يمثل تغير المناخ إلا واحدا من إجهادات موارد المياه في هذا العالم المتزايد السكان، فمن الواضح أن هذا التغير في المناخ يمثل إجهادا مهما (أنظر الجدول ٢-٨). وتقديرات تقرير التقييم الثالث التي تستخدم سيناريوهات المناخ في المستقبل الواردة في التقرير الخاص تشير إلى وجود اتجاه لتزايد المخاطر الناجمة عن الفيضانات والجفاف في كثير من المناطق في ظل معظم السيناريوهات. ومن المقدر تناقص توفر المياه في أجزاء من عالم أكثر احترارا في مناطق مثل الجنوب الإفريقي وبلدان حوض البحر المتوسط. ونظرا للارتفاع في مستوى سطح البحر، ستتعرض الكثير من النظم الساحلية لتداخل المياه المالحة مع المياه الجوفية العذبة وتعدي مياه المد والجزر على مصبات ونظم الأنهار، مع حدوث تأثيرات كبيرة على توفر المياه العذبة.

الفقرة ٤-٢-٤ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٨-٢٠ **وبدأ مديرو المياه في بعض البلدان في دراسة تغير المناخ صراحة بالرغم من عدم التحديد الواضح للمنهجيات المتبعة في ذلك.** وإدارة المياه تقوم بطبيعتها على أساس تقليل المخاطر إلى الحد الأدنى والتكيف مع الظروف المتغيرة التي أصبح الآن المناخ جزءا منها. وكان هناك انتقال تدريجي من نهوج «الإمداد» (أي توفير المياه للوفاء بالطلب عن طريق زيادة سعة الخزانات أو دفاعات الفيضانات الهيكلية) نحو نهوج «الطلب» (أي تقليل حجم الطلب بصورة كافية ليناسب توفر المياه باستخدام المياه على نحو أكثر كفاءة وعن طريق الوسائل غير الهيكلية للتأهب للفيضانات وحالات الجفاف).

٨-٢١ **وتتيح التفاعلات بين تغير المناخ والمشاكل البيئية الأخرى فرصا لجمع التآزرات في وضع خيارات الاستجابة وتعزيز الفوائد وتقليل التكاليف (أنظر الشكل ١-١).**

الفقرات ٤-٦-٣ و ٤-٤ و ٤-٢-٨ ومن ٢-٢-٩ إلى ٥-٢-٢-٩ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٨-٢٢ **وعن طريق جمع التآزرات، يمكن لبعض إجراءات تخفيف غازات الدفيئة أن تحقق فوائد ثانوية لمختلف المشاكل البيئية الأخرى، ولكن قد تحدث أيضا معاوضات.** وتشمل أمثلة ذلك، من بين جملة أمور، تخفيض التأثيرات البيئية السلبية، مثل تلوث الهواء والترسب الحمضي، وحماية الغابات والتربة وأحواض الصرف، وتقليل الإعانات والضرائب التشويهية، وزيادة كفاءة تطوير التكنولوجيا ونشرها، والمساهمة في الأهداف العريضة للتنمية المستدامة. ومع ذلك، قد تحدث معاوضات كبيرة ويتم تكبد تكاليف غير متوقعة تبعا لطريقة التصدي لتغير المناخ أو المشكلات البيئية الأخرى والدرجة التي تُؤخذ بها القضايا المترابطة في الاعتبار. وعلى سبيل المثال، يمكن أن تحدث خيارات السياسة الرامية إلى تقليل انبعاثات غازات الدفيئة المنبعثة من قطاعي الطاقة واستخدام الأراضي تأثيرات إيجابية أو سلبية على السواء على المشاكل البيئية:

- في قطاع الطاقة، يمكن تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة فضلا عن الملوثات المحلية والإقليمية من خلال استخدام الطاقة على نحو يتسم بالكفاءة ويكون سليما بيئيا ومن خلال زيادة حصة الوقود الأحفوري الأقل بثا للكربون وتكنولوجيات الوقود الأحفوري المتقدمة (مثل توربينات الغاز المتحدة الدورة العالية الكفاءة وخلايا الوقود والتوليد المشترك للحرارة والكهرباء) وتكنولوجيات الطاقة المتجددة (مثل زيادة استخدام أنواع الوقود الحيوي السليمة بيئيا والطاقة الكهرومائية والطاقة الشمسية والطاقة المتولدة عن الرياح والأمواج). ويمكن أن يكون لزيادة استخدام الكتلة الأحيائية كبديل عن الوقود الأحفوري تأثيرات إيجابية وسلبية على التربة والتنوع البيولوجي وتوفر المياه تبعا لاستخدام الأراضي التي تحل محلها ونظام الإدارة.
- وفي قطاع استخدام الأراضي، لا تحول مستجمعات الكربون البيولوجية فقط دون إطلاق الكربون في الغلاف الجوي، وإنما يمكنها أيضا أن تؤثر تأثيرا إيجابيا على إنتاجية التربة

والحيلولة دون وقوع خسائر في التنوع البيولوجي وتقليل مشاكل تلوث الهواء الناجم عن إحراق الكتلة الأحيائية. ويمكن لعزل الكربون عن طريق حراجة المزارع أن يعزز من بواليع الكربون ويحمي التربة وأحواض الصرف، ولكنه قد ينطوي على تأثيرات سلبية على التنوع البيولوجي وتوفر المياه إذا لم يتم تطويره بطريقة سليمة. وفي بعض حالات التنفيذ، على سبيل المثال، يمكن لمزارع المحصول الواحد أن تقلل من التنوع البيولوجي على الصعيد المحلي.

الفقرات ٤-٢ و ٨-٢-٩ و ٢-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث، والتقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

٨-٢٣ **وفي المقابل، فإن التصدي لمشاكل بيئية أخرى غير تغير المناخ يمكن أن ينطوي على فوائد مناخية ثانوية. ولكن الروابط بين مختلف المشاكل قد تفضي أيضا إلى معاوضات.** وتشمل الأمثلة ما يلي:

- من المرجح تحقيق فوائد كبيرة في غازات الدفيئة من جراء السياسات الرامية إلى تخفيض تلوث الهواء. فمثلا، تقترن زيادة التلوث في كثير من الأحيان بقطاع النقل السريع النمو في كافة المناطق، وينطوي ذلك على انبعاثات لمواد جزيئية وسلائف تلوث الأوزون. والتصدي لهذه الانبعاثات من أجل تخفيض تأثيراتها على صحة الإنسان والزراعة والحراجة من خلال زيادة كفاءة الطاقة أو اختراق الطاقة المتولدة عن أنواع الوقود غير الأحفوري يمكن أن يخفض أيضا من انبعاثات غازات الدفيئة.
- والسيطرة على انبعاثات الكبريت لها تأثيرات إيجابية على صحة الإنسان والنباتات، ولكن الأهباء الكبريتية تعادل جزئيا من تأثير الاحترار الناجم عن غازات الدفيئة ولذلك فإن السيطرة على انبعاثات الكبريت يمكن أن تزيد من إمكانية تغير المناخ. وإذا تمت السيطرة على انبعاثات الكبريت من خلال إزالة الكبريت من غازات المداخن في محطات توليد الطاقة فسوف تنشأ عقوبة على الطاقة ويصاحبها زيادة في انبعاثات غازات الدفيئة.

الفقرة ٤-٥-٧ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٢-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

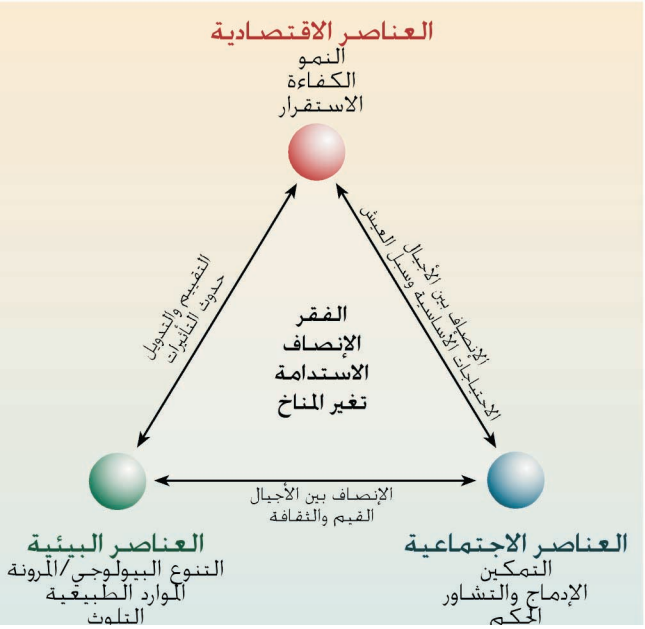
٨-٢٤ **ويتيح اعتماد تكنولوجيات وممارسات سليمة بيئيا فرصا معينة للتنمية السليمة اقتصاديا وبيئيا واجتماعيا مع تفادي الأنشطة كثيفة البث لغازات الدفيئة.** ومثال ذلك أن تطبيق تكنولوجيات الإمداد والطلب، وهي تكنولوجيات تتسم بكفاءة الطاقة، يخفض في نفس الوقت من مختلف التأثيرات البيئية المرتبطة بالطاقة ويمكن أن يقلل من الضغوط على استثمارات الطاقة ويخفض من الاستثمارات العامة ويحسن من تنافسية الصادرات ويوسع احتياطيات الطاقة. واعتماد ممارسات زراعية أكثر استدامة (في إفريقيا مثلا) يبين التأثيرات المعززة المتبادلة لتخفيف تغير المناخ والحماية البيئية والفوائد الاقتصادية طويلة الأجل. ويمكن لتطبيق أو توسيع الحراجة الزراعية والزراعة المتوازنة المخصبات أن يحسن من الأمن الغذائي ويقلل في الوقت نفسه من انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن لأنماط التنمية الأقل مركزية والتي تستند إلى دور أقوى للمدن الصغيرة والمتوسطة أن تقلل من نزوح سكان الريف إلى المراكز الحضرية وتقلل الاحتياجات إلى النقل وتتيح استخدام التكنولوجيات السليمة بيئيا (الوقود الحيوي والطاقة الشمسية والطاقة المتولدة عن الرياح والطاقة الكهرومائية الضيقة النطاق) لاستغلال الاحتياطيات الكبيرة من الموارد الطبيعية

الفقرات من ٤-١-١ إلى ٤-١-٢ و٤-٥-٧ من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث

٨-٢٥ **ويمكن لتقليل شدة التأثر بتغير المناخ أن يخفض في كثير من الأحيان من شدة التأثر بالإجهادات البيئية الأخرى والعكس بالعكس.** وتشمل الأمثلة، من بين جملة أمور، ما يلي:

- حماية الأنظمة المهددة: إزالة الاجهادات المجتمعية والسيطرة على الموارد بطريقة مستدامة قد يساعد أيضا النظم الفريدة والمهددة على التعامل مع الإجهاد الإضافي الناجم عن تغير المناخ. ويمكن زيادة فعالية استراتيجيات الحفاظ على التنوع البيولوجي والتكيف مع تغير المناخ وذلك عن طريق تفسير التغيرات المناخية المحتملة ودمجها في الاحتياجات الاجتماعية الاقتصادية وخطط التنمية.
- إدارة استخدام الأراضي: التصدي لتدهور الأراضي أو تفاديه يقلل أيضا من سرعة التأثر بتغير

العناصر الرئيسية للتنمية المستدامة والصلات المتبادلة



الشكل ٨-٣: تمثل رؤوس المثلث الأبعاد أو الميادين الرئيسية الثلاثة للتنمية المستدامة: الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. ويرمي الميدان الاقتصادي في الأساس إلى تحسين رفاه الإنسان، وذلك في المقام الأول من خلال الزيادات في استهلاك السلع والخدمات. ويركز الميدان البيئي على حماية سلامة ومرونة النظم الايكولوجية. ويشدد الميدان الاجتماعي على تقوية العلاقات البشرية وتحقيق الطموحات الفردية والجماعية. وتظهر أمثلة للروابط بين الميادين الثلاثة بطول أضلاع المثلث. وتظهر داخل المثلث القضايا الهامة، مثل تغير المناخ والفقر والإنصاف والاستدامة وهي تتفاعل مع الميادين الثلاثة جميعا.

الورقة الإرشادية عن التنمية والإنصاف والاستدامة

المناخ، ولاسيما عندما تنظر استراتيجيات الاستجابة في العوامل الاجتماعية والاقتصادية التي تحدد ممارسات استخدام الأراضي بالإضافة إلى المخاطر الإضافية التي يفرضها تغير المناخ. وفي المناطق التي تجري فيها عمليات إزالة للغابات مما يفضي إلى خسارة في الكربون وزيادة الحد الأقصى للصرف، يمكن لاستعادة الغطاء النباتي عن طريق إعادة التحريج (وعن طريق الحراجة متى أمكن) وإعادة زراعة الغطاء النباتي أن يساعد على مكافحة التصحر.

- إدارة المياه العذبة: يمكن أن يفاقم تغير المناخ من مشاكل توفر المياه العذبة ووفرتها وتلوثها، وهي مشاكل تنجم في كثير من الأحيان عن الضغوط الديمغرافية وضغوط التنمية. وتقليل سرعة التأثر بإجهاد المياه (مثلا عن طريق الحفاظ على المياه وإدارة الطلب على المياه وزيادة كفاءة استخدام المياه) يقلل أيضا من سرعة التأثر بالإجهاد الإضافي الناجم عن تغير المناخ.

٨-٢٦ **ويمكن للنهوج التي تستغل التآزرات بين السياسات البيئية والأهداف الاجتماعية الاقتصادية الوطنية الرئيسية، مثل النمو والإنصاف، أن تساعد على تخفيف وتقليل سرعة التأثر بتغير المناخ، فضلا عن تعزيز التنمية المستدامة.** وترتبط التنمية المستدامة ارتباطا وثيقا بالمكونات البيئية والاجتماعية والاقتصادية التي تحدد وضع كل مجتمع. ويبين الجدول ٣-٨ الصلات المتبادلة بين عناصر التنمية المستدامة، موضحا أن القضايا الهامة، مثل تغير المناخ والاستدامة والفقر والإنصاف، يمكن أن ترتبط بالمكونات الثلاثة جميعها. ومثلما يمكن لسياسات المناخ أن تحقق فوائد ثانوية تحسن الرفاه، فقد تأتي السياسات الاجتماعية الاقتصادية غير المناخية بفوائد مناخية. والاستفادة من هذه الفوائد الثانوية سيساعد على تحقيق مزيد من استدامة التنمية. وتوجد تفاعلات معقدة بين التحديات البيئية والاجتماعية والاقتصادية، ولذلك لا يمكن حل أي من هذه المشاكل الثلاث بمعزل عن المشاكل الأخرى.

الفقرات ٤-٣-١ و ٣-٢-٢ و ٢-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث، و الورقة الإرشادية عن التنمية والإنصاف والاستدامة

٨-٢٧ **والبلدان التي تعاني من ضيق الموارد الاقتصادية وانخفاض مستوى التكنولوجيا وتدهور نظم المعلومات وعدم كفاية البنية الأساسية وضعف المؤسسات وعدم استقرارها وعدم الإنصاف فيما يتعلق بالتمكين والوصول إلى الموارد ليست شديدة التأثر بتغير المناخ فحسب وإنما أيضا بالمشاكل البيئية الأخرى . وهي تعاني في الوقت نفسه من القدرة المحدودة على التكيف مع هذه الظروف المتغيرة و/أو تخفيفها.** ويمكن تعزيز قدرة هذه البلدان على التكيف والتخفيف عند دمج سياسات المناخ مع الأهداف غير المناخية لتطوير السياسة الوطنية وتحويلها إلى استراتيجيات انتقالية واسعة من أجل تحقيق التغييرات الاجتماعية والتكنولوجية طويلة الأجل المطلوبة في التنمية المستدامة وتخفيف تغير المناخ على السواء.

الفصل الثامن عشر من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والفقرات ١-٥-١ و ٤-٤-٢ و ٣-٥ و ٢-٣-١٠ و ٤-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

٨-٢٨ **وهناك قدر كبير من التفاعل بين القضايا البيئية التي تتصدى لها الاتفاقات البيئية المتعددة الأطراف. ويمكن استغلال التآزرات في تنفيذها.** وتجري معالجة المشاكل البيئية العالمية عن طريق مجموعة من الاتفاقيات والاتفاقات الفردية — اتفاقية فيينا وبروتوكول مونتريال الملحق بها، واتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، واتفاقية الأمم المتحدة بشأن التنوع البيولوجي، واتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، ومحفل الأمم المتحدة عن الغابات– فضلا عن مجموعة من الاتفاقات الإقليمية، مثل الاتفاقية المتعلقة بالتلويث البعيد المدى للهواء عبر الحدود. ويوفر الجدول ٣-٨ قائمة بأمثلة مختارة لهذه الاتفاقيات والصكوك. وقد تشمل، من بين جملة أمور، متطلبات مشابهة فيما يتعلق بالمؤسسات الحكومية والمدنية المشتركة أو المنسقة الرامية إلى تنفيذ الأهداف العامة، مثل صياغة استراتيجيات وخطط عمل كإطار للتنفيذ على مستوى البلدان، وجمع البيانات ومعالجة المعلومات والقدرات الجديدة والمعززة للموارد البشرية والهياكل المؤسسية على السواء، والالتزامات بشأن تقديم التقارير. كما توفر أيضا إطارا يمكن من خلاله الاستفادة من التآزرات في التقييم العلمي. (أنظر الإطار ١-٨)

الفقرة ٢-٣-١٠ من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

الإطار ٨-١ | تقييم تغير المناخ واستنفاد أوزون الستراتوسفير

قامت الهيئة المعنية بالتقييم العلمي للأوزون المنبثقة عن بروتوكول مونتريال والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بدمج أنشطة التقييم المتعلقة بفهم تَقارُن طبقة أوزون الستراتوسفير والنظام المناخي. وخلال الأعوام العديدة الماضية، اشتملت التقييمات العلمية لاستنفاد الأوزون على العلاقة بين الغازات المستنفدة للأوزون وبين المناخ. كما شملت هذه التقييمات كيفية تأثير التغير الحالي والمستقبلي في المناخ وتركزات غازات الدفيئة على استعادة طبقة الأوزون. وقد قيمت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التبريد المناخي الناجم عن استنفاد طبقة الأوزون. وبالإضافة إلى ذلك، بذلت جهود مشتركة ، مثل تقييم تأثيرات الطيران على المناخ وطبقة الأوزون وكيفية الوفاء بما ورد في بروتوكول مونتريال من احتياجات تخفيفية لإيجاد بدائل للغازات المستنفدة للأوزون (ولاسيما المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية) عن طريق إمكانية اتخاذ قرارات بشأن خصائص الاحترار العالمي لتلك الغازات. وتوفر هذه التقييمات معلومات عن كيفية تأثير القرارات والإجراءات المتعلقة بإحدى القضايا على القضايا الأخرى، وتعزز هذه التقييمات الحوار الفعال بين أطر السياسة.

الفقرات ٢-٤ و٥-٥ و١٣-٦ و ٤-٢-٧ من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والتذييل الملحق بالفصل الثالث من مساهمة الفريق الثالث الأول في تقرير التقييم الثالث والفقرة ٢-٤ من التقرير الخاص عن الطيران والغلاف الجوي العالمي

الجدول ٨-٣ معاهدات بيئية دولية مختارة

الاتفاقية والاتفاق	مكان وتاريخ اعتمادها
معاهدة المنطقة القطبية الجنوبية	واشنطن، ١٩٥٩
– البروتوكول الملحق بمعاهدة المنطقة القطبية الجنوبية بشأن الحماية البيئية	مدريد، ١٩٩١
الاتفاقية المتعلقة بالمستنقعات ذات الأهمية الدولية ولاسيما باعتبارها موئلا لطيور الماء	رامسار، ١٩٧١
–البروتوكول المعدل لاتفاقية الأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية ولاسيما كموئل للطيور المائية	باريس، ١٩٨٢
الاتفاقية الدولية لمنع التلوث من السفن	لندن، ١٩٧٣
الاتفاقية المتعلقة بالاتجار الدولي في الأنواع المهددة من الحيوانات والنباتات البرية	واشنطن، ١٩٧٣
اتفاقية منع التلوث البحري من المصادر البرية	باريس، ١٩٧٤
الاتفاقية المتعلقة بالحفاظ على الأنواع المهاجرة للحيوانات البرية	بون، ١٩٧٩
اتفاقية الأمم المتحدة / المجلس الاقتصادي لأوروبا المتعلقة بالتلويث البعيد المدى للهواء عبر الحدود	جنيف، ١٩٧٩
–البروتوكول الخاص بالتمويل الطويل الأجل للبرنامج التعاوني لرصد وتقييم النقل البعيد المدى لملوثات الهواء في أوروبا	جنيف، ١٩٨٤
–البروتوكول الخاص بخفض انبعاثات الكبريت أو تدفقاتها عبر الحدود بنسبة ٣٠ في المائة على الأقل	هلسنكي، ١٩٨٥
–البروتوكول المتعلق بالسيطرة على انبعاثات النيتروجين أو تدفقاتها عبر الحدود	صوفيا، ١٩٨٨
–البروتوكول المتعلق بالسيطرة على انبعاثات المركبات العضوية المتطايرة أو تدفقاتها عبر الحدود	جنيف، ١٩٩١
–البروتوكول الخاص بزيادة خفض بث الكبريت	أوسلو، ١٩٩٤
–البروتوكول الخاص بالفلزات الثقيلة	أورهوس، ١٩٩٨
–البروتوكول الخاص بالملوثات العضوية الثابتة	أورهوس، ١٩٩٨
–البروتوكول المتعلق بخفض التحمض وتعزيز التغذية وأوزون المستوى الأرضي	غوتنبيرغ، ١٩٩٩
اتفاقية الأمم المتحدة المتعلقة بقانون البحار	مونتيغو باي، ١٩٨٢
اتفاقية فيينا لحماية طبقة الأوزون	فينا، ١٩٨٥
–بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة لطبقة الأوزون	مونتريال، ١٩٨٧
اتفاقية بازل بشأن مراقبة نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود	بازل، ١٩٨٩
–التعديل المدخل على اتفاقية بازل بشأن مراقبة نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود	جنيف، ١٩٩٥
اتفاقية الأمم المتحدة / اللجنة الاقتصادية لأوروبا المتعلقة بحماية واستخدام المجاري المائية والبحيرات الدولية عبر الحدود	هلسنكي، ١٩٩٢
اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ	نيويورك، ١٩٩٢
–بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ	كيوتو، ١٩٩٧
اتفاقية التنوع البيولوجي	ريو دي جانيرو، ١٩٩٢
–بروتوكول قرطاجنة بشأن السلامة الأحيائية الملحق باتفاقية التنوع البيولوجي	مونتريال، ٢٠٠٠
اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر في البلدان التي تعاني من جفاف خطير و / أو تصحر ولاسيما في أفريقيا	باريس، ١٩٩٤
اتفاقية استكهولم بشأن الملوثات العضوية الثابتة	استكهولم ، ٢٠٠١
محفل الأمم المتحدة للغابات [1]	نيويورك، ٢٠٠١

[1] أدرج هذا المرجع نظرا لأهمية الجهود الدولية المبذولة من أجل التوصل إلى معاهدة بشأن قضية الغابات وقيمتها البيئية.

السؤال ٩

السؤال٩

ما هي أقوى الاستنتاجات وأوجه عدم اليقين الرئيسية فيما يتعلق بعزو تغير المناخ وبتقديرات النماذج لما يلي:

- انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل؟
- تركيزات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل؟
- التغيرات المستقبلية في المناخ الإقليمي والعالمي؟
- التأثيرات الإقليمية والعالمية لتغير المناخ؟
- تكاليف وفوائد خيارات التخفيف والتكيف؟

مقدمة

٩-١ يتطور فهم تغير المناخ وتأثيراته وخيارات التخفيف والتكيف من خلال البحث والرصد المتعدد التخصصات وفيما بين التخصصات في إطار تقييمي متكامل. ومع زيادة عمق الفهم، تصبح بعض الاستنتاجات أقوى وتظهر بعض أوجه عدم اليقين باعتبارها حاسمة لصياغة السياسة الواعية. وتنشأ بعض أوجه عدم اليقين نتيجة الافتقار للبيانات وعدم فهم العمليات الرئيسية ومن الخلاف حول ما هو معروف أو حتى ما يمكن معرفته. وتقترن أوجه عدم اليقين الأخرى بتنبؤ السلوك الاجتماعي والشخصي استجابة للمعلومات والأحداث. وتنزع أوجه عدم اليقين إلى التصاعد مع تعقد المشكلة، ومع دخول عناصر جديدة تشمل نطاقا أكثر شمولا للتأثيرات الفيزيائية والتقنية والاجتماعية والسياسية واستجابات السياسة. ويستجيب المناخ للتأثير البشري بدون قصد أو اختيار، ولكن المجتمع البشري يمكنه أن يستجيب لتغير المناخ عن قصد والاختيار بين مختلف الخيارات. وأحد أهداف تقرير التقييم الثالث وغيره من تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ هو استكشاف أوجه عدم اليقين وتقييمها وتحديدها كميا وتقليلها إن أمكن.

٩-٢ وفي هذا التقرير، يقصد بمصطلح "استنتاج قوي" لتغير المناخ استنتاج تثبت صحته في إطار مجموعة من النهوج والطرق والنماذج والافتراضات، ويتوقع ألا يتأثر نسبيا بأوجه عدم اليقين. ويمكن تصنيف الاستنتاج القوي إلى استنتاج مثبت (مستوى مرتفع من الاتفاق وقدر كبير من الأدلة) ومثبت ولكنه غير مكتمل (مستوى مرتفع من الاتفاق ولكن الأدلة غير مكتملة) في الكتابات. وتختلف القوة عن الاحتمالية. فالاستنتاج الذي ينتهي إلى أن نتيجة ما «غير مرجحة بصورة استثنائية» قد يكون قويا بنفس الدرجة التي يكون عليها الاستنتاج «المؤكد تقريبا.» وأحد التطورات الرئيسية في تقرير التقييم الثالث هو ما يتعلق بتعدد المسارات البديلة لانبعاثات وتركيزات غازات الدفيئة على النحو الوارد في التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات. والاستنتاجات القوية هي تلك الاستنتاجات القائمة في ظل طائفة عريضة من هذه العوالم الممكنة.

٩-٣ و"أوجه عدم اليقين الرئيسية" في هذا السياق هي تلك الأوجه التي، إذا تم تقليلها، قد تفضي إلى استنتاجات جديدة وقوية بالنسبة للأسئلة المطروحة في هذا التقرير. وقد تفضي هذه الاستنتاجات بدورها إلى معلومات أفضل أو أكثر تؤكد صنع السياسات. ولا يمكن أبدا حل أوجه عدم اليقين حلا كاملا ولكن يمكن الحد منها عن طريق مزيد من الأدلة والفهم، ولاسيما بحثا عن نتائج متسقة أو استنتاجات قوية.

٩-٤ ويمكن الجمع بين الاستنتاجات القوية وأوجه عدم اليقين الرئيسية في سياق إطار تقييمي متكامل.

٩-٥ وإطار التقييم المتكامل المبين في هذا التقرير يتم استخدامه للجمع بين الاستنتاجات القوية وأوجه عدم اليقين الرئيسية في تقديرات النماذج. ويمكن لهذا الإطار أن يشمل جميع التخصصات التي تشترك في فهم المناخ والغلاف الحيوي والمجتمع البشري. وهو يشدد على الروابط بين النظم المبينة في مختلف تقارير الأفرقة العاملة في تقرير التقييم الثالث، وينظر أيضا في الروابط بين تغير المناخ وغير ذلك من القضايا البيئية، ويساعد على تحديد الثغرات في المعرفة. وهو يشير إلى الكيفية التي تؤثر بها أوجه عدم اليقين على الصورة الكلية. ويبين الشكل ١-١ كيفية دمج التكيف والتخفيف في التقييم. وسوف يتعين على النظم البشرية والطبيعية أن تتكيف مع تغير المناخ وسوف تتأثر التنمية. وسيكون التكيف ذاتيا ومن خلال المبادرات الحكومية على السواء ، وسوف تقلل إجراءات التكيف من بعض تأثيرات تغير المناخ (ولكن يتعذر

تفاديها تماما) على هذه النظم وعلى التنمية. وتوفر إجراءات التكيف فوائد ولكنها تستتبع خسائر أيضا. ويختلف التخفيف عن التكيف من حيث أنه يقلل الانبعاثات في بداية الدورة، وهو يقلل التركيزات (مقارنة بما يمكن أن يحدث لولا ذلك) وهو يقلل من تغير المناخ وما يقترن به من مخاطر وأوجه عدم يقين. كما أنه يقلل من الحاجة إلى التكيف ومن تأثيرات تغير المناخ وآثاره على التنمية الاجتماعية الاقتصادية. وهو مختلف كذلك من حيث أنه يرمي إلى التصدي لتأثيرات النظام المناخي، بينما يتجه التكيف في المقام الأول إلى التصدي للتأثيرات المحلية لتغير المناخ. والفائدة الرئيسية للتخفيف هي تفادي تغير المناخ، ولكنها تنطوي أيضا على تكاليف. وبالإضافة إلى ذلك، يحقق التخفيف فوائد غير مباشرة (مثل خفض تلوث الهواء الذي يفضي إلى تحسين صحة الإنسان). وأي نهج متكامل تماما بغرض تقييم تغير المناخ لابد وأن ينظر في الدورة الكاملة المبينة في الشكل ١-١ على نحو دينامي مع كل التغذيات المرتدة، ولكن ذلك لم يتسن تحقيقه في تقرير التقييم الثالث.

٩-٦ وتتعلق الكثير من الاستنتاجات القوية بوجود استجابة من المناخ للأنشطة البشرية وبعلامة هذه الاستجابة، كما هو مبين في الجدول ٣ في الملخص لصانعي السياسات. وتتعلق الكثير من أوجه عدم اليقين بالقياس الكمي لحجم الاستجابة و / أو توقيتها والتأثيرات المحتملة لتحسين الطرق وتخفيف الافتراضات.

عزو تغير المناخ

٩-٧ وهناك الآن أدلة أقوى على وجود تأثير بشري على المناخ العالمي.

٩-٨ وهناك مجموعة متزايدة من الرصدات التي تعطي صورة جماعية عن عالم آخذ في الاحترار وتشير دراسات النمذجة إلى أنه من المرجح أن معظم الاحترار المرصود عند سطح الأرض خلال الخمسين عاما الماضية كان من جراء أنشطة بشرية. وعلى الصعيد العالمي، من المرجح جدا أن التسعينات كانت أشد العقود احترارا في فترة التسجيل باستخدام الأجهزة (أي منذ عام ١٨٦١). ومن المرجح أن حجم الاحترار خلال المائة عام الماضية في نصف الكرة الأرضية الشمالي كان أكبر من حجم الاحترار في أي قرن آخر خلال سنة الماضية. وتوفر الرصدات، بالإضافة إلى عمليات المحاكاة باستخدام النماذج، دليلا أقوى على أن معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الماضية يعزى إلى الزيادة في تركيزات غازات الدفيئة. وتوفر الرصدات أيضا ثقة متزايدة في قدرة النماذج على تقدير تغير المناخ في المستقبل. وتحسين القياس الكمي للتأثير البشري يعتمد على تقليل أوجه عدم اليقين الرئيسية المرتبطة بحجم وطبيعة التقلبية الطبيعية وحجم التأثيرات المناخية الناجمة عن العوامل الطبيعية والأهباء البشرية المنشأ (ولاسيما التأثيرات غير المباشرة) وربط الاتجاهات الإقليمية بتغير المناخ البشري المنشأ.

الفقرات ٢ و من ١٠-٢ إلى ١١-٢ من السؤال ٧

انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء وتركيزاتها في المستقبل

٩-٩ وتزيد الأنشطة البشرية من تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

٩-١٠ ومنذ عام ١٧٥٠ (أي مع بداية الثورة الصناعية) تزايدت تركيزات ثاني أكسيد الكربون (أكبر العوامل التي تسهم في التأثير الإشعاعي البشري المنشأ) في الغلاف الجوي بنسبة ٣١٪ من جراء الأنشطة البشرية. وتقدر كل سيناريوهات التقرير الخاص حدوث زيادات كبيرة في المستقبل (أنظر الشكل ١-٩ (أ)). وتزايدت أيضا تركيزات غازات الدفيئة الأخرى منذ عام ١٧٥٠

الفقرة ٤ من السؤال ٢ والفقرتان ٣ و٥ من السؤال ٣ والفقرة ٣ من السؤال ٥

(الميثان بنسبة ١٥٠٪ وأكسيد النيتروز بنسبة ١٧٪ على سبيل المثال). ولم تحدث خلال الأربعمائة والعشرين ألف سنة الماضية (تقاس بباطن الجليد) زيادة تفوق التركيزات الحالية لثاني أكسيد الكربون ومن المرجح أنها لم تحدث خلال العشرين مليون سنة الماضية. ومعدل الزيادة غير مسبوق بالنسبة لأي تغييرات عالمية مستمرة خلال العشرين ألف عام الماضية على الأقل. وفي تقديرات تركيزات غازات الدفيئة استنادا إلى سيناريوهات التقرير الخاص (أنظر الإطار ١-٣)، تستمر التركيزات في التزايد حتى عام ٢١٠٠. وتظهر معظم سيناريوهات التقرير الخاص حدوث تناقص في انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت (سلائف الأهباء الكبريتية) في عام ٢١٠٠ مقارنة بعام ٢٠٠٠. وبعض غازات الدفيئة (مثل ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة) لها أعمار طويلة (قرن أو أكثر) لبقائها في الغلاف الجوي، في حين أن عمر الأهباء يقاس بالأيام. وأوجه عدم اليقين الرئيسية متأصلة في الافتراضات التي تشكل أساس مجموعة كبيرة من الانبعاثات المستقبلية في سيناريوهات التقرير الخاص ومن ثم القياس الكمي للتركيزات في المستقبل. وترتبط أوجه عدم اليقين هذه بالنمو السكاني والتقدم التكنولوجي والنمو الاقتصادي وهياكل الحكم، وهي من الأمور التي يتعذر بصفة خاصة قياسها كميا. وإضافة إلى ما سبق، فإن سيناريوهات الانبعاثات الخاصة بالأوزون وسلائف الأهباء الجوية في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي ليست متاحة بصورة كافية. وهناك أوجه عدم يقين أصغر تنشأ عن عدم فهم جميع العوامل المتأصلة في نمذجة دورة الكربون وإدراج تأثيرات التغذيات المرتدة للمناخ. وتفسير كل هذه الأوجه من عدم اليقين من شأنه أن يفضي إلى نطاق من تركيزات ثاني أكسيد الكربون في عام ٢١٠٠ يتراوح بين نحو ٤٩٠ و١٢٦٠ جزءا في المليون (مقارنة بتركيزات بلغت نحو ٢٨٠ جزءا في المليون فيما قبل العصر الصناعي و٣٦٨ جزءا في المليون في عام ٢٠٠٠).

٩-١١ **ومن المؤكد تقريبا أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود الأحفوري هي التأثير الغالب على اتجاهات تركيزات ثاني أكسيد الكربون خلال القرن الحادي والعشرين.** ويدل على ذلك مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص التي تتجاوز فيها انبعاثات الوقود الأحفوري المقدرة مصادر وبواليع ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الحيوي. ومن المقدر أن تركيزات ثاني أكسيد الكربون ستنخفض بمقدار يتراوح بين ٤٠ و٧٠ جزءا في المليون حتى وإن أمكن استعادة جميع الكربون المنطلق حتى الآن من جراء التغيرات في استخدام الأراضي إلى الغلاف الحيوي الأرضي (عن طريق إعادة التحريج على سبيل المثال). وهناك أوجه عدم يقين تكتنف تأثير التغيرات في استخدام الأراضي والتغذيات المرتدة للغلاف الحيوي على امتصاص الكربون وتخزينه وإطلاقه، وهو ما يمكن أن يؤثر بدوره على تركيزات ثاني أكسيد الكربون.

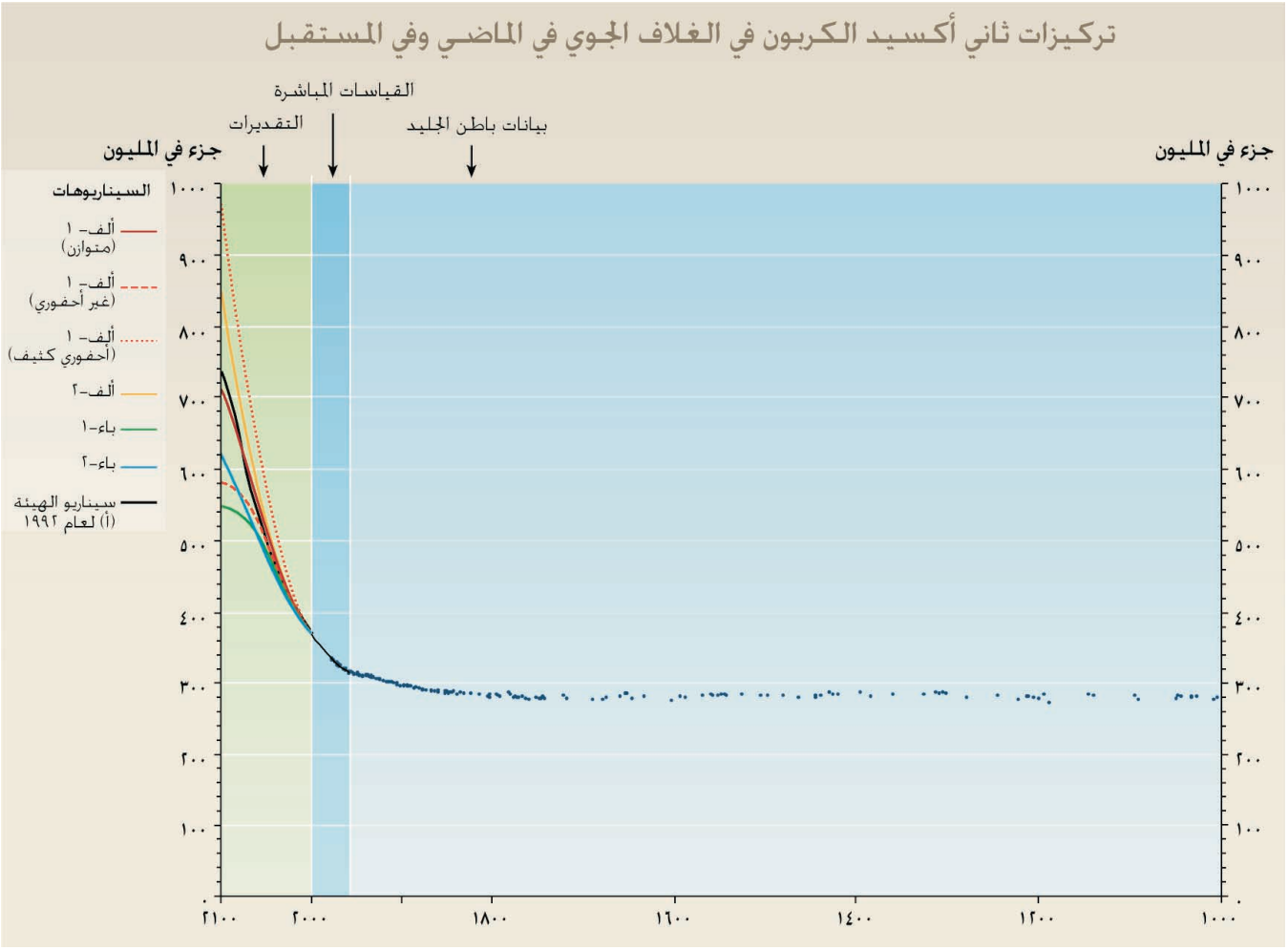
الفقرة ١١ من السؤال ٤ والفقرة ٤ من السؤال ٧

التغيرات المستقبلية في المناخ الإقليمي والعالمي

٩-١٢ **لقد تغير المناخ خلال القرن العشرين ومن المقدر حدوث تغييرات أكبر خلال القرن الحادي والعشرين.**

٩-١٣ **وفي ظل سيناريوهات التقرير الخاص، تظهر التقديرات استمرار الارتفاع في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية خلال القرن الحادي والعشرين بمعدلات من المرجح جدا أن تكون غير مسبوقة خلال العشرة آلاف عام الماضية، وذلك استنادا إلى بيانات المناخ القديم (أنظر الشكل ١-٩ (ب)).** ومن المرجح جدا حدوث احترار في معظم مناطق اليابسة بسرعة أكبر من المتوسط العالمي، ولاسيما في مناطق خطوط العرض العليا الشمالية في موسم البرودة. ومن المرجح جدا تزايد الأيام الحارة وتناقص الأيام الباردة وحدوث موجات باردة وأيام صقيع وانخفاض نطاق الحرارة اليومي.

الفقرتان ٧ و١١ من السؤال ٣ والفقرة ٥ من السؤال ٤



الشكل ١-٩ (أ): رصدات تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال الفترة الممتدة من عام ١٠٠٠ حتى عام ٢٠٠٠ المستمدة من بيانات باطن الجليد والمستكملة ببيانات من القياسات المباشرة للغلاف الجوي خلال العقود القليلة الماضية. وخلال الفترة من عام ٢٠٠٠ حتى عام ٢١٠٠. تظهر تقديرات تركيزات ثاني أكسيد الكربون استنادا إلى ست من سيناريوهات التقرير الخاص الإيضاحية و سيناريو الهيئة ٢(أ) لعام ١٩٩٢ (للمقارنة مع تقرير التقييم الثاني).

الشكلان ٢ (أ) و٥ (ب) في الملخص لصانعي السياسات بمساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

٩-١٤ **وسوف تصبح الدورة الهيدرولوجية أقوى في عالم أشد احترارا.** ومن المقدر ازدياد المتوسط العالمي للتهطال. ومن المرجح جدا تزايد شدة ظواهر التهطال (ومن ثم الفيضانات) فوق مناطق كثيرة. ومن المرجح تزايد الجفاف في الصيف وما يقترن بذلك من خطر الجفاف فوق معظم الأجزاء الداخلية القارية في مناطق خطوط العرض الوسطى. وحتى مع قلة أو عدم حدوث تغير في شدة ظاهرة النينو، من المرجح أن يفضي حدوث زيادة في درجات الحرارة عالميا إلى ظواهر أشد تطرفا في الجفاف والمطر الغزير، والى زيادة خطر حالات الجفاف والفيضانات التي تصاحب ظواهر النينو في كثير من المناطق.

الفقرة ٢٤ من السؤال ٢ والفقرتان ٨ و١٢ من السؤال ٣ والفقرتان ٢ و٦ من السؤال ٤

٩-١٥ **وسيرتفع مستوى سطح البحر في عالم اشد احترارا، وذلك أساسا من جراء التمدد الحراري وتناقص كتلة الثلاجات والقلنسوات الجليدية، مع استمرار الارتفاع لمئات من الأعوام حتى بعد تثبيت تركيزات غازات الدفيئة.** ويرجع ذلك إلى النطاقات الزمنية الطويلة التي يتأقلم فيها المحيط مع تغير المناخ. وستستمر الأغطية الجليدية في التفاعل مع تغير المناخ لآلاف الأعوام. وتقدر النماذج أن حدوث احترار محلي (بمتوسط سنوي) بمقدار يزيد عن ٣ درجات مئوية ويستمر لآلاف السنوات سيفضي إلى ذوبان كامل للغطاء الجليدي في غرينلاند، مما يؤدي إلى ارتفاع في مستوى سطح البحر بمقدار ٧ أمتار.

الفقرتان ٩ و١٤ من السؤال ٣ والفقرة ١٥ من السؤال ٤ والفقرة ٤ من السؤال ٥

٩-١٦ وأوجه عدم اليقين التي تؤثر على التحديد الكمي وتفصيلات التقديرات المستقبلية لتغير المناخ هي أوجه عدم اليقين المقترنة بسيناريوهات التقرير الخاص وأيضا أوجه عدم اليقين المقترنة بنمذجة تغير المناخ، ولاسيما أوجه عدم اليقين التي تتعلق بفهم عمليات التغذية المرتدة الرئيسية في النظام المناخي، ولاسيما تلك التي تشمل السحب وبخار الماء والأهباء (بما في ذلك تأثيرها غير المباشر). وإيلاء الاعتبار إلى تلك الأوجه من عدم اليقين يفضي إلى مجموعة من تقديرات الزيادة في درجة الحرارة السطحية بمقدار يتراوح بين ١,٤ و ٥,٨ درجة مئوية في الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠ (أنظر الشكل ١-٩(ب)) وارتفاع في مستوى سطح البحر يتراوح بين ٠,٠٩ و ٠,٨٨ مترا. وهناك وجه آخر لعدم اليقين يتعلق بفهم توزيع الاحتماليات المقترنة بتقديرات درجة الحرارة ومستوى سطح البحر لمجموعة سيناريوهات التقرير الخاص. كما تؤثر أوجه عدم اليقين الرئيسية على تفاصيل تغير المناخ الإقليمي وتأثيراته نظرا لما تنطوي عليه النماذج الإقليمية من قدرات محدودة، والنماذج العالمية التي تحركها وأوجه عدم الاتساق في النتائج بين مختلف النماذج، ولاسيما في بعض المناطق وفي التهطال. وهناك عدم يقين رئيسي آخر يتعلق بالآليات والتحديد الكمي والنطاقات الزمنية والاحتماليات المقترنة بالتغيرات المفاجئة / غير الخطية الواسعة النطاق (مثل دوران المحيطات المدفوع بالتباين الحراري والملحي).

الفقرتان ٦ و٩ من السؤال ٣ والفقرات من ٩ إلى ١٩ من السؤال ٤

التأثيرات الإقليمية والعالمية لتغير المناخ

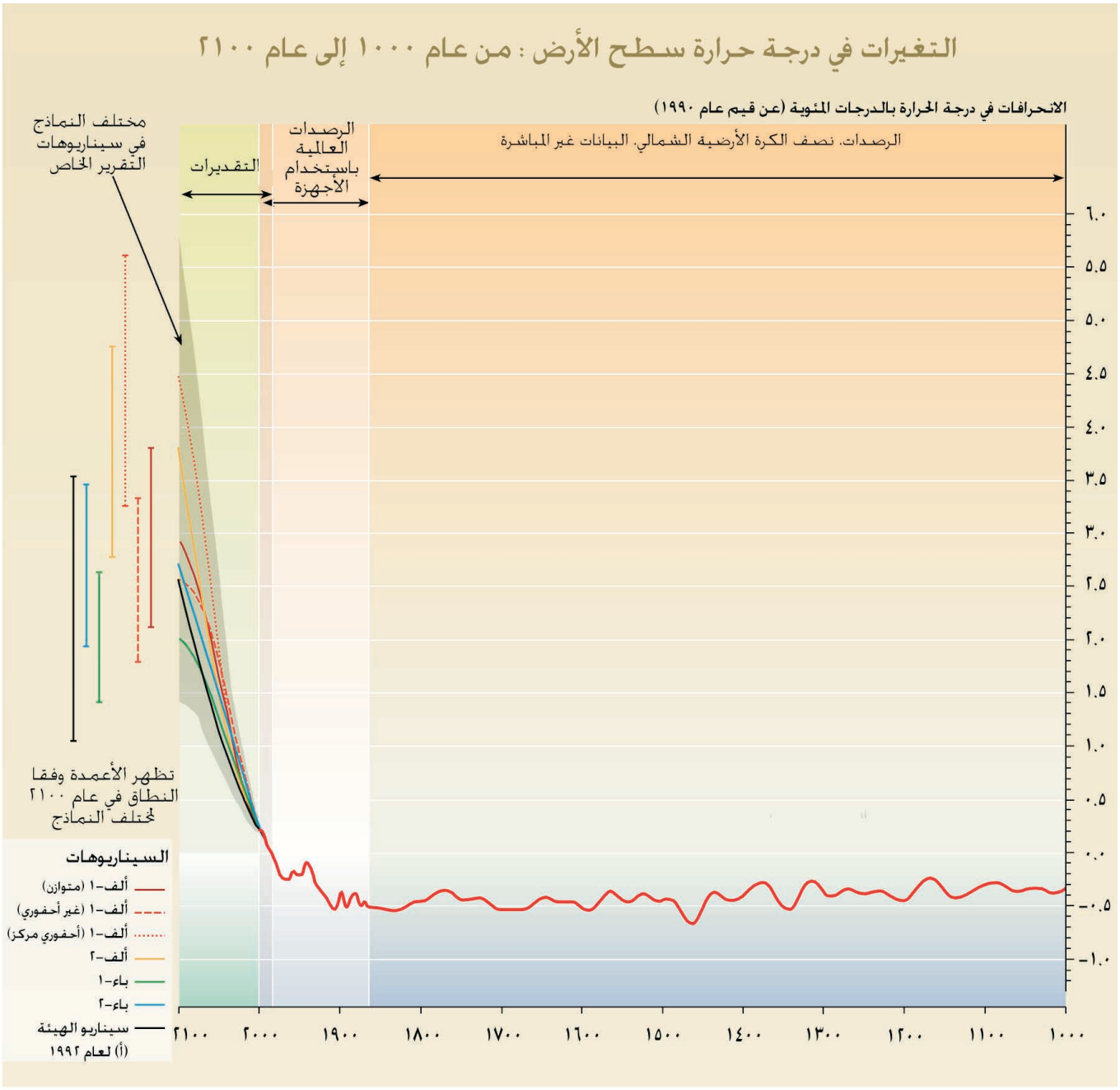
٩-١٧ وسيكون للتغير المقدر في المناخ تأثيرات مفيدة وضارة على النظم البيئية والاجتماعية الاقتصادية على السواء. ولكن كلما ازداد حجم ومعدل التغير في المناخ، كلما ازدادت قوة التأثيرات الضارة.

٩-١٨ **وقد أثرت بالفعل تغيرات المناخ الإقليمية، ولاسيما الزيادات في درجة الحرارة، على مجموعة متنوعة من النظم الفيزيائية والأحيائية وستستمر في التأثير عليها في كثير من أنحاء العالم.** وتشمل أمثلة التغيرات المرصودة انكماش الثلاجات وتناقص الغطاء الثلجي الموسمي وذوبان التربة الصقيعية وتأخر التجمد وسرعة ذوبان الجليد على الأنهار والبحيرات وفقدان الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية وتطاول أمد مواسم النمو في مناطق خطوط العرض من الوسطى إلى العليا وتزحزح النطاقات النباتية والحيوانية في اتجاه القطبين والارتفاعات والتغيرات في التقدم الموسمي لبعض النباتات والحيوانات وانهيار بعض الأنواع النباتية والحيوانية ووقوع أضرار للشعاب المرجانية. ومن المتوقع زيادة المعدلات المرصودة للتغير في المستقبل في كل سيناريوهات التقرير الخاص التي تزيد فيها اتجاهات الاحترار في القرن الحادي والعشرين من ضعفين إلى عشرة أضعاف المعدلات المرصودة في القرن العشرين. وتتسم كثير من النظم الفيزيائية بسرعة تأثرها بتغير المناخ. وعلى سبيل المثال، سيتفاقم تأثير عرام العواصف الساحلية من جراء الارتفاع في مستوى سطح البحر، وستستمر الثلاجات والتربة الصقيعية في التراجع. وفي بعض مناطق خطوط العرض من الوسطى إلى العليا، ستتزايد إنتاجية النباتات (الأشجار والمحاصيل الزراعية) نتيجة للزيادات الصغيرة "a few" في درجة الحرارة. وستتناقص إنتاجية النباتات في معظم مناطق العالم نتيجة لحدوث احترار يزيد عن بضع درجات مئوية. ومن المقدر تناقص الغلات نتيجة لأي زيادة تقريبا في درجة الحرارة في معظم المناطق المدارية وشبه المدارية.

الفقرة ١٤ والفقرات من ١٨ إلى ٢٠ من السؤال ٣

٩-١٩ **وتتسم النظم الايكولوجية والأنواع الأحيائية بسرعة تأثرها بتغير المناخ وغيره من الاجهادات (كما هو واضح من التأثيرات المرصودة للتغيرات التي طرأت مؤخرا على درجة الحرارة الإقليمية) وسوف يتعرض بعضها لأضرار أو خسائر لا يمكن التخلص منها.** وتشمل النظم

الفقرة ١٨ من السؤال ٣



الشكل ٩-١ (ب):الاختلافات في درجة الحرارة السطحية للأرض: من عام ١٠٠٠ حتى عام ٢١٠٠. تظهر رصدات الاختلافات في متوسط درجة الحرارة السطحية من عام ١٠٠٠ إلى عام ١٨٦٠ في نصف الكرة الأرضية الشمالي (لا تتاح بيانات مماثلة من نصف الكرة الأرضية الجنوبي) مجمعة من البيانات غير المباشرة (حلقات جذوع الأشجار، والمرجان وباطن الجليد والسجلات التاريخية). ويبين الخط متوسط الخمسين عاما، وتمثل المنطقة الرمادية حد الثقة في البيانات السنوية البالغ ٩٥٪. ويظهر من التسجيل باستخدام الأجهزة الاختلافات في رصدات متوسط درجة الحرارة السطحية العالمية والسنوية من عام ١٨٦٠ إلى عام ٢٠٠٠ . ويبين الخط المتوسط العقدي. ومن عام ٢٠٠٠ إلى ٢١٠٠ ، تظهر تقديرات متوسط درجة الحرارة السطحية العالمية والسنوية بالنسبة لسيناريوهات التقرير الخاص الإيضاحية الست وسيناريو الهيئة ٢(أ) لعام ١٩٩٢ باستخدام نموذج يتسم بحساسية مناخية متوسطة. وتبين المنطقة الرمادية التي كتب عليها "مختلف النماذج الواردة جميعا في سيناريوهات التقرير الخاص" نطاق النتائج من المجموعة الكاملة المؤلفة من ٣٥ من سيناريوهات التقرير الخاص، بالإضافة إلى نتائج مجموعة النماذج التي تتسم بحساسيات مناخية متباينة.

الشكلان ١(ب) و ٥(د) في الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث

الطبيعية المعرضة للخطر الشعاب المرجانية والجزر المرجانية الحلقية والمنغروف والغابات الشمالية والمدارية والنظم الايكولوجية القطبية والألبية وأراضي البراري الرطبة وبقايا الأراضي المعشوشبة الوطنية. وبينما قد تتزايد بعض الأنواع من حيث وفرتها أو نطاقها، سيزيد تغير المناخ من الأخطار القائمة التي تهدد بانقراض بعض الأنواع الأحيائية الأسرع تأثرا وإلحاق خسائر بتنوعها البيولوجي. ومن الثابت أن الحجم الجغرافي للأضرار أو الخسائر وعدد النظم المتضررة سيتزايد تبعا لحجم ومعدل تغير المناخ.

٩-٢٠ **ومن المتوقع أن تقع آثار تغير المناخ بصورة غير متناسبة على البلدان النامية والأشخاص الفقراء في البلدان.** ويمكن أن ينجم عن التغيرات المقدرة في النهايات المناخية عواقب كبيرة، ولاسيما على المياه والأمن الغذائي وعلى الصحة. وتتضح سرعة تأثر المجتمعات البشرية والنظم الطبيعية بالنهايات المناخية من خلال الأضرار والصعوبات وحالات الوفاة الناجمة عن ظواهر مثل الجفاف والفيضانات وموجات الحرارة والانهيارات الثلجية والانهيالات الأرضية والعواصف، وهي ظواهر اتضحت اتجاهاتها المتزايدة خلال العقود الأخيرة. وبالرغم من الزيادة المقدرة في التهطال الكلي، فمن المرجح حدوث تغييرات أكبر كثيرا في شدته وتواتره، مما يزيد من احتمالية ظواهر الجفاف والتهطال المتطرفة، ومن ثم حالات الجفاف والفيضانات خلال القرن الحادي والعشرين. وهذه الزيادات، بالإضافة إلى تزايد إجهاد المياه (الذي أخذ بالفعل في الحدوث بسبب تزايد الطلب) ستؤثر على الأمن الغذائي والصحة، ولاسيما في كثير من البلدان النامية. وفي المقابل، من المقدر انخفاض تواتر وحجم ظواهر درجات الحرارة المنخفضة المتطرفة، مثل موجات البرودة، في المستقبل وما ينجم عنها من تأثيرات إيجابية وسلبية على السواء.

الفقرات ١٧ و٢١ و٢٢ و٣٣ من السؤال ٣

٩-٢١ **ويتعرض السكان الذين يقطنون الجزر الصغيرة والمناطق الساحلية المنخفضة بصفة خاصة لخطر الآثار الاجتماعية والاقتصادية الشديدة الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر وعرام العواصف.** وسيواجه عشرات الملايين من الأشخاص الذين يعيشون في الدالات وفي المناطق الساحلية المنخفضة وعلى الجزر الصغيرة خطر التشرد. وستزداد التأثيرات السلبية الأخرى من جراء تداخل المياه المالحة والفيضان نتيجة لعرام العواصف وخسائر الأراضي الساحلية الرطبة وتباطؤ تصريف الأنهار.

الفقرتان ٢٣ و ٢٤ من السؤال ٣

٩-٢٢ وتنشأ أوجه **عدم اليقين** الرئيسية التي تكتنف التعرف على التأثيرات وتحديدها كميا عن الافتقار إلى التفاصيل المحلية أو الإقليمية الموثوقة بشأن تغير المناخ، ولاسيما في تقدير الظواهر المتطرفة، وعدم كفاية التفسيرات التي تقدمها تقييمات التأثيرات عن الآثار الناجمة عن التغيرات والظواهر المتطرفة والكوارث، ومحدودية المعرفة عن بعض العمليات والتغذيات المرتدة غير الخطية، وأوجه عدم اليقين في تقدير تكاليف الأضرار الناجمة عن تأثيرات المناخ، والافتقار إلى البيانات الملائمة عن العمليات الرئيسية في مختلف المناطق وعدم فهمها، وأوجه عدم اليقين التقييم والتنبؤ فيما يتعلق باستجابة النظم الايكولوجية والاجتماعية (مثل تأثير الأمراض التي تحملها النواقل والمياه) والاقتصادية للتأثير المشترك لتغير المناخ وغيره من الاجهادات، مثل التغيرات في استخدام الأراضي والتلوث المحلي، الخ.

الفقرة ١٣ من السؤال ٣ والفقرات ١٠ و١٨ و١٩ من السؤال ٤

تكاليف وفوائد خيارات التكيف والتخفيف

٩-٢٣ **التكيف ضرورة. ويمكن تخفيض تكلفته عن طريق التحسب والتحليل والتخطيط.**

٩-٢٤ **ولم يعد التكيف خيارا، وإنما ضرورة بالنظر إلى أن تغيرات المناخ وما يرتبط بها من تأثيرات قد بدأت بالفعل في الحدوث. والتكيف التحسبي والتفاعلي الذي يتفاوت باختلاف الموقع والقطاع ينطوي على إمكانية تقليل التأثيرات الضارة لتغير المناخ وتعزيز التأثيرات المفيدة وتحقيق الكثير من الفوائد الثانوية الفورية. ولكنه لن يحول دون وقوع جميع الأضرار.** ومع ذلك، فإمكانيته محدودة في النظم الطبيعية بدرجة أكبر كثيرا عن إمكانيته في النظم البشرية. وقدرة مختلف المناطق على التكيف مع تغير المناخ تعتمد كثيرا على حالة التنمية الاجتماعية الاقتصادية الحالية والمستقبلية وتعرضها لإجهاد المناخ. ولذلك، فإن إمكانية التكيف تكون محدودة بدرجة أكبر في البلدان النامية التي من المقدر أن تكون الأكثر تضررا. ويبدو التكيف أسهل إذا كانت تغيرات المناخ معتدلة و / أو تدريجية وليست كبيرة و / أو مفاجئة. وإذا تغير المناخ تغيرا سريعا عن المتوقع في أي منطقة، ولاسيما فيما يتعلق بالنهايات المناخية، فستقل إمكانية التكيف في تقليل سرعة تأثر النظم البشرية.

الفقرات من ٢٨-٢٦ و الفقرة ٣٣ من السؤال ٣

٩-٢٥ **ويمكن خفض تكاليف التكيف عن طريق التوقع والعمل المخطط. وقد تكون كثير من التكاليف زهيدة نسبيا، ولاسيما عندما تسهم سياسات وتدابير التكيف في تحقيق الأهداف الأخرى للتنمية المستدامة.**

الفقرات ٣١ و٣٦ و ٣٧ من السؤال ٣

٩-٢٦ وأوجه **عدم اليقين** الرئيسية التي تكتنف التكيف ترتبط بعدم كفاية تمثيل التغيرات المحلية في النماذج والافتقار إلى ترقب العواقب وعدم كفاية المعرفة بشأن الفوائد والتكاليف والآثار الجانبية الممكنة، بما في ذلك المقبولية وسرعة التنفيذ، ومختلف الحواجز التي تعترض سبيل التكيف وضيق فرص وقدرات التكيف في البلدان النامية.

الفقرة ٢٧ من السؤال ٣

٩-٢٧ **والفوائد الاقتصادية الأولية للتخفيف هي التكاليف المتجنبة المقترنة بالتأثيرات الضارة الناجمة عن تغير المناخ.**

٩-٢٨ **والعمل على تخفيض (تخفيف) انبعاثات غازات الدفيئة سيقلل من الضغوط الواقعة على النظم الطبيعية والبشرية من تغير المناخ.** ولا توجد تقديرات شاملة وكمية للفوائد الأولية العالمية التي يحققها تخفيف تغير المناخ. وتكون التأثيرات في أغلبها ضارة في حالة حدوث زيادات في درجات الحرارة بمقدار يزيد عن بضع "a few" درجات مئوية مقارنة بعام ١٩٩٠، ومن ثم يكون صافي الفوائد الأولية للتخفيف إيجابيا. و**عدم اليقين** الرئيسي هو صافي توازن التأثيرات الضارة والمفيدة الناجمة عن تغير المناخ في حالة حدوث زيادات في درجة الحرارة بمقدار يقل عن نحو بضع "a few" درجات مئوية. وتخفي هذه المتوسطات تفاوتا إقليميا واسعا.

الفقرة ١٠ من السؤال ٦

٩-٢٩ **والتخفيف يولد تكاليف وفوائد ثانوية.**

٩-٣٠ **وسيكون من الضروري إجراء تخفيضات كبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة العالمية من أجل تثبيت تركيزاتها.** وبالنسبة مثلا لأهم غاز من غازات الدفيئة البشرية المنشأ، تشير نماذج دورة الكربون إلى أن تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ أو ٦٥٠ أو ١٠٠٠ جزء في المليون يتطلب خفض الانبعاثات العالمية من ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ إلى أقل من مستويات عام ١٩٩٠ خلال بضعة عقود أو نحو قرن أو نحو قرنين على التوالي ثم تواصل الانخفاض بعد ذلك بصورة مطردة. وسوف تصل الانبعاثات إلى حدودها القصوى خلال عقد أو عقدين (٤٥٠ جزءا في المليون) وخلال قرن تقريبا (١٠٠٠ جزء في المليون) اعتبارا من الوقت الراهن. وفي نهاية المطاف، سيتطلب التثبيت حدوث انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى جزء صغير للغاية

الفقرة ٤ من السؤال ٦

من الانبعاثات الحالية. وتتعلق أوجه **عدم اليقين** الرئيسية هنا بإمكانيات التغذيات المرتدة لتغير المناخ ومسارات التنمية وكيفية تأثيرها على توقيت التخفيضات في الانبعاثات.

٩-٣١ **وتتفاوت تكاليف وفوائد التخفيف تفاوتا كبيرا حسب القطاعات والبلدان ومسارات التنمية.** وبصفة عامة، من الأسهل تحديد قطاعات– مثل الفحم ومن الممكن النفط والغاز وبعض الصناعات الكثيفة الطاقة التي تعتمد على الطاقة المنتجة من أنواع الوقود الأحفوري– التي من المرجح جدا أن تعاني من عيوب اقتصادية ناجمة عن التخفيف. وخسائرها الاقتصادية تكون فورية بصورة أكبر، وتكون أكثر تركيزا ومؤكدة بصورة أكبر. والقطاعات التي من المرجح أن تستفيد تشمل الطاقة المتجددة والخدمات والصناعات الجديدة التي تطورت نتيجة للطلب على أنواع الوقود الأقل بثا للانبعاثات والطلب على تقنيات الإنتاج. وتتفاوت كثيرا هياكل الطاقة في مختلف البلدان ومسارات التنمية، ولذلك تتفاوت أيضا التكاليف والفوائد التي يحققها التخفيف. ويمكن للضرائب التي يتم فرضها على الكربون أن تسبب تأثيرات سلبية على الفئات المنخفضة الدخل إلا إذا استخدمت إيرادات الضرائب بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لإصلاح هذه التأثيرات.

الفقرات ١٤ و١٧ و٣٤ من السؤال ٧

٩-٣٢ **وقيود الانبعاثات في بلدان المرفق الأول لها تأثيرات "غير مباشرة" ثابتة، وإن كانت متفاوتة، على بلدان المرفق الأول.** وتفيد تحليلات الآثار الناجمة عن هذه القيود بحدوث تخفيضات أقل مما سيحدث بدونها في الناتج المحلي الإجمالي المقدر وفي إيرادات النفط المقدرة في البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول.

الفقرة ١٩ من السؤال ٧

٩-٣٣ **وتتطلب سيناريوهات الانبعاثات الأقل أنماطا مختلفة من تطوير موارد الطاقة وزيادة بحوث وتطوير الطاقة للمساعدة على الإسراع بتطوير ونشر تكنولوجيات الطاقة السليمة بيئيا.** ومن المؤكد تقريبا أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إحراق الوقود الأحفوري ستكون هي العامل المؤثر الغالب على اتجاه تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال القرن الحادي والعشرين. وقد تدل بيانات الموارد التي تم تقييمها في تقرير التقييم الثالث على حدوث تغير في خليط الطاقة وفي استخدام مصادر جديدة للطاقة خلال القرن الحادي والعشرين. ولن تحد موارد الوقود الأحفوري من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال القرن الحادي والعشرين، غير أن الكربون في احتياطيات النفط والغاز التقليدية المثبتة تقل كثيرا عن انبعاثات الكربون التراكمية المقترنة بتثبيت ثاني أكسيد الكربون عند مستويات ٤٥٠ جزءا في المليون أو أكثر.[٢٥] وقد تعني بيانات الطاقة حدوث تغير في خليط الطاقة واستخدام مصادر جديدة للطاقة خلال القرن الحادي والعشرين. واختيار خليط الطاقة وما يقترن به من تكنولوجيات واستثمارات– سواء أكان ذلك في اتجاه استغلال موارد النفط والغاز غير التقليدية أو في اتجاه مصادر الطاقة غير الأحفورية أو تكنولوجيا الطاقة الأحفورية مع تجميع الكربون وتخزينه– ستحدد إمكانية تثبيت تركيزات غازات الدفيئة وعند أي مستوى وبأي تكلفة إذا كان ذلك ممكنا. وأوجه **عدم اليقين** الرئيسية هي الأسعار النسبية للطاقة وأنواع الوقود الكربوني في المستقبل والمزايا التقنية والاقتصادية النسبية التي تنطوي عليها بدائل الطاقة المستمدة من الوقود غير الأحفوري مقارنة بموارد النفط والغاز غير التقليدية.

الفقرة ٢٧ من السؤال ٧

٩-٣٤ **وقد تم إحراز تقدم كبير في مجال التكنولوجيات الأكثر توفيرا للطاقة والأقل بثا للكربون منذ عام ١٩٩٥، وسار التقدم بخطى أسرع مما كان متوقعا في تقرير التقييم الثاني.** ويمكن تحقيق صافي التخفيضات في الانبعاثات من خلال جملة أمور، منها تحسين تقنيات إنتاج الطاقة

الفقرة ٣ من السؤال ٧

[٢٥] الإشارة إلى مستوى معين من التركيز لا تعني مرغوبية متفق عليها للتثبيت عند هذا المستوى.

واستخدامها والتحول إلى التكنولوجيات التي يقل أو ينعدم الكربون فيها وإزالة ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وتحسين ممارسات استخدام الأراضي والحراجة والانتقال إلى أساليب الحياة الأكثر استدامة. وهناك تقدم كبير يجري إحرازه في تطوير توربينات الرياح والطاقة الشمسية والسيارات التي تعمل بالمحركات الهجينة وخلايا الوقود والتخزين الجوفي لثاني أكسيد الكربون. وأوجه **عدم اليقين** هي (أ) احتمال حدوث تقدم تكنولوجي يفضي إلى تخفيضات كبيرة في التكاليف وسرعة تطبيق العمليات والمنتجات الأقل بثا للكربون و (ب) النطاق المستقبلي للإنفاق على تلك التكنولوجيا في مجال البحث والتطوير الخاص والعام.

٩-٣٥ **وتشير الدراسات التي تم بحثها في تقرير التقييم الثالث إلى فرص تكنولوجية وغير تكنولوجية كبيرة لتخفيض تكاليف التخفيف. ويمكن زيادة فعالية الاستجابات الوطنية الرامية إلى تخفيف تغير المناخ إذا تم نشرها كمجموعة من وسائل السياسة العامة للحد من انبعاثات غازات الدفيئة أو تخفيضها.** وتتأثر تكاليف التخفيف تأثرا كبيرا بمسارات التنمية وتنطوي على زيادات كبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة، الأمر الذي يتطلب مزيدا من التخفيف من أجل الوصول إلى هدف التثبيت، ومن ثم زيادة التكاليف. ويمكن تقليل هذه التكاليف كثيرا أو حتى تحويلها إلى فوائد صافية باستخدام مجموعة من وسائل السياسة العامة (بما في ذلك تلك الوسائل التي تساعد على التغلب على الحواجز) إلى الحد الذي يمكن معه للسياسات أن تستغل الفرص "التي لا يندم عليها" في المجالات التالية:

الفقرات ٦ و١٤ ٧ و١٥ و ٢٠ و٢٣ والإطار ١-٧ من السؤال ٧

- الخيارات التكنولوجية: قد تحقق الخيارات التكنولوجية تخفيضات في الانبعاثات العالمية بمقدار يتراوح بين ١,٩ و ٢,٦ جيغا طن من مكافئ الكربون في السنة في عام ٢٠١٠ وبين ٣,٦ و ٥ جيغا طن من مكافئ الكربون في السنة في عام ٢٠٢٠. ويمكن تحقيق نصف هذه التخفيضات بعنصر واحد من تكاليفها الاقتصادية (صافي رأس المال وتكاليف التشغيل والصيانة) مع تحقيق فوائد مباشرة تزيد عن التكاليف المباشرة، وأما النصف الآخر فيمكن تحقيقه بعنصر من تكلفتها الاقتصادية يتراوح بين صفر و ١٠٠ دولار أمريكي لكل طن من مكافئ الكربون.[٢٦] ويمكن تخفيض الانبعاثات العالمية إلى ما دون مستويات عام ٢٠٠٠ خلال الإطار الزمني الممتد من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠٢٠ تبعا لسيناريو الانبعاثات. وتتعلق أوجه **عدم اليقين** الرئيسية بالتعرف على أي حواجز تعوق اعتماد التكنولوجيات الواعدة الأقل بثا للانبعاثات وتحديد حجمها وطبيعتها وتقدير تكاليف التغلب على الحواجز.
- الفوائد الثانوية : قد يتماثل حجم الفوائد الثانوية للتخفيف مع تكاليف وتدابير سياسات التخفيف تبعا لعوامل (مثل موقع انبعاثات غازات الدفيئة والمناخ المحلي السائد وكثافة وتركيب وصحة السكان). وتتعلق أوجه **عدم اليقين** الرئيسية بحجم ومكان هذه الفوائد التي تضم التقييم العلمي وتقييم المخاطر الصحية الناجمة عن تلوث الهواء، ولاسيما تلك المخاطر التي تنطوي على أهباء وجزيئات دقيقة.
- الأرباح المزدوجة: توفر الوسائل (مثل الضرائب أو التراخيص المتداولة) إيرادات للحكومة. وإذا استخدمت هذه الإيرادات لتمويل التخفيضات في الضرائب التشويهية القائمة (إعادة تدوير الإيرادات)، فإن هذه الإيرادات تخفض التكلفة الاقتصادية التي يتطلبها تحقيق تخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة. ويتوقف حجم هذا التعادل على الهيكل الضريبي القائم ونوع التخفيضات الضريبية وظروف سوق العمالة وطريقة إعادة التدوير. ومن الممكن في بعض الظروف أن تزيد الفوائد الاقتصادية عن تكاليف التخفيف. وتتفاوت أوجه **عدم اليقين** الرئيسية المتعلقة بالصافي الكلي لتكاليف التخفيف بتفاوت البلدان، وذلك تبعا للهيكل الضريبي القائم وحجم التشويه ونوع التخفيضات الضريبية المقبولة.

[٢٦] يتم إجراء هذه التقديرات للتكاليف في عام ١٩٩٨ باستخدام أسعار الخصم التي تتراوح بين ٥ و١٢٪ بما يتفق مع أسعار الخصم في القطاع العام. وتتفاوت معدلات العائد الداخلية الخاصة تفاوتا كبيرا وتكون أعلى كثيرا في كثير من الحالات.

٩-٣٦ **وتظهر دراسات النمذجة أن الاتجار في الانبعاثات يخفض من تكاليف التخفيف لمن يشتركون في الاتجار.** وتقدر دراسات النمذجة العالمية التي تعتمد نتائجها اعتمادا كبيرا على الافتراضات أنه من المرجح تناقص تكاليف التخفيف التي تستند إلى أهداف كيوتو عن طريق الاتجار الكامل في الانبعاثات بين مجموعة بلدان المرفق باء[٢٧]. ويمكن لبلدان المرفق الأول الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي[٢٨] أن تتوقع خفض التكاليف الكلية بنحو النصف من خلال الاتجار الكامل في الانبعاثات. وتشير التقديرات إلى أن البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية المدرجة في المرفق الأول لن تتأثر أو أنها ستحصل على زيادة بمقدار عدة نقاط مئوية في الناتج المحلي الإجمالي. وقد تتوقع البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول تخفيضات مماثلة في التكاليف في ظل هذا الاتجار في الانبعاثات. ومن المتوقع أن تكون التأثيرات الكلية للاتجار إيجابية للبلدان الأخرى غير المدرجة في المرفق الأول. والبلدان التي قد تتوقع خسائر أو مكاسب بدون الاتجار بين بلدان المرفق الأول قد تتوقع تغيرا أقل في ظل الاتجار. ويتعلق **عدم اليقين** الرئيسي بحجم التكاليف الأساسية التي تتفاوت تفاوتا كبيرا بين البلدان وبالكيفية التي ستتغير بها تقديرات هذه التكاليف (أ) عند تحسين الطرق و (ب) عند تخفيف بعض افتراضات النماذج. وتتعلق هذه الافتراضات بما يلي:

- السماح بإعفاءات في تراخيص الاتجار في الانبعاثات بما لا يتعارض مع السياسات والتدابير الأخرى.
- النظر في مختلف عيوب السوق.
- السماح بحدوث تغيير تكنولوجي مستحث.
- إدراج الفوائد الثانوية.
- فرص تحقيق الأرباح المزدوجة.
- إدراج سياسات لغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون ومصادر جميع غازات الدفيئة التي ليست للطاقة (مثل الميثان المنطلق من الزراعة).
- عمليات المعادلة من البواليع.

الفقرتان ١٨ و١٩ من السؤال ٧

٩-٣٧ **وبالرغم من أن تقديرات النماذج تشير إلى أن مسارات النمو العالمي الطويل الأجل في الناتج المحلي الإجمالي لا تتأثر كثيرا بإجراءات التخفيف الرامية إلى التثبيت، فإن هذه التقديرات لا تبين التغيرات الكبرى التي تحدث خلال بعض الفترات الزمنية الأقصر أو في بعض القطاعات أو المناطق.**

الفقرة ٢٥ من السؤال

٩-٣٨ **والسياسات العامة غير المتوقعة (الحلول السريعة) بما تنطوي عليه من آثار مفاجئة قصيرة الأجل قد تكلف الاقتصادات نفقات أكبر بكثير مما تسببه السياسات المتوقعة ذات الآثار التدريجية.** ويكمن **عدم اليقين** الرئيسي الذي يكتنف حجم التكاليف في وجود خطط طوارئ في حالة تغير السياسة (نتيجة التغير المفاجئ في الإدراك العام لتغير المناخ على سبيل المثال). وأوجه **عدم اليقين** الرئيسية الأخرى التي تكتنف التكاليف تكمن في إمكانيات الآثار السريعة القصيرة الأجل التي تشمل أو تفضي إلى تخفيضات مفاجئة في تكاليف العمليات والمنتجات المنخفضة الكربون والتحولات نحو التكنولوجيات الأقل بثا للانبعاثات و / أو التغيرات نحو أساليب الحياة الأكثر استدامة.

الفقرتان ٢٤ و٣١ من السؤال ٧

[٢٧] بلدان المرفق باء: هي مجموعة البلدان المدرجة في المرفق باء الملحق ببروتوكول كيوتو والتي وافقت على الالتزام بهدف لانبعاثاتها من غازات الدفيئة، بما في ذلك جميع بلدان المرفق الأول (بصيغته المعدلة في عام ١٩٩٨)، و باستثناء تركيا وبيلاروس.

[٢٨] بلدان المرفق الأول: مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الأول الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية.

٩-٣٩ **والعمل على الأجل القريب في التخفيف والتكيف سيقلل المخاطر.** وبسبب التأخير الزمني الطويل المقترن بالنظام المناخي (~١٠٠٠ عام لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على سبيل المثال) وتبعا للاستجابات البشرية، فإن العمل على الأجل القريب من أجل التخفيف والتكيف سيقلل من المخاطر. ويعد القصور الذاتي في النظم المناخية والايكولوجية والاجتماعية الاقتصادية المتفاعلة سببا رئيسيا وراء الفائدة التي تحققها إجراءات التكيف والتخفيف التحسبية.

الفقرتان ١٩ و٢٤ من السؤال ٥

٩-٤٠ **ويمكن للتكيف أن يكمل التخفيف في استراتيجية فعالة بالقياس إلى التكلفة وذلك من أجل تقليل مخاطر تغير المناخ ويمكنهما معا الإسهام في تحقيق أهداف التنمية المستدامة.** وبعض مسارات المستقبل التي تركز على العناصر الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للتنمية المستدامة قد تسفر عن خفض انبعاثات غازات الدفيئة بدرجة أكبر من مسارات أخرى، ولذلك فإن مستوى السياسات والتدابير الإضافية المطلوبة لتحقيق مستوى معين من التثبيت وكل ما يقترن به من تكاليف قد ينخفض هو الآخر. و**عدم اليقين** الرئيسي يتعلق بالافتقار إلى المعرفة الملائمة عن التفاعل بين تغير المناخ وغيره من القضايا البيئية وما يرتبط به من آثار اجتماعية اقتصادية. ويتصل بذلك قضية سرعة التغير في دمج الاتفاقات والبروتوكولات العالمية الرئيسية المقترنة بتغير المناخ (مثل تلك الاتفاقات والبروتوكولات التي تتعلق بالتجارة العالمية والتلوث عبر الحدود والتنوع البيولوجي والتصحر واستنفاد أوزون الستراتوسفير والصحة والأمن الغذائي). ومن غير المؤكد أيضا معدل قيام بعض البلدان بدمج مفاهيم التنمية المستدامة في عمليات صنع السياسات.

الفقرة ٩ من السؤال ١ والفقرات من ٢١ إلى ٢٨ من السؤال ٨

٩-٤١ **وقد تسفر مسارات التنمية التي تفي بأهداف التنمية المستدامة عن مستويات أقل لانبعاثات غازات الدفيئة.** ويجرى حاليا إجراء الاختيارات الرئيسية بشأن مسارات التنمية في المستقبل ومستقبل المناخ في البلدان المتقدمة والبلدان النامية على السواء. وتتاح المعلومات لمساعدة صانعي القرار على تقييم فوائد وتكاليف التكيف والتخفيف في مجموعة من الخيارات ومسارات التنمية المستدامة. ويمكن أن تقل تكلفة التكيف التحسبي كثيرا عن التكيف التفاعلي. ويمكن لتخفيف تغير المناخ أن يقلل ويؤخر التأثيرات، مما يؤدي إلى تقليل الأضرار ويتيح مزيدا من الوقت للمجتمعات البشرية ، فضلا عن الحيوانات والنباتات، للتكيف.

الفقرة ٢٢ من السؤال ٥ والفقرة ٢٥ من السؤال ٧ والفقرة ٢٦ من السؤال ٨

مزيد من العمل

٩-٤٢ **وقد تم إحراز تقدم كبير في تقرير التقييم الثالث في كثير من جوانب المعرفة المطلوبة لفهم تغير المناخ والاستجابة البشرية له.** ومع ذلك، هناك مجالات هامة تحتاج إلى مزيد من العمل، وهي على وجه الخصوص:

- الكشف عن تغير المناخ وعزوه،
- فهم التغيرات الإقليمية في المناخ والنهايات المناخية والتنبؤ بها،
- القياس الكمي لتأثيرات تغير المناخ على الأصعدة العالمية والإقليمية والمحلية،
- تحليل أنشطة التكيف والتخفيف،
- دمج كافة جوانب قضية تغير المناخ في استراتيجيات التنمية المستدامة،
- الدراسات الشاملة والمتكاملة لدعم الحكم بشأن ما يؤلف "تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي."

الملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث والملخص لصانعي السياسات في مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث

المنظمة العالمية
للأرصاد الجوية

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

برنامج الأمم
المتحدة للبيئة

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١

الأســاس العلمــي

ملخص لواضعي السياسات

تقرير الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
و
الملخص الفني لتقرير الفريق العامل الأول

تقرير قبله الفريق العامل الأول دون الموافقة عليه بالتفصيل

جزء من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث للهيئة
الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المنظمة العالمية
للأرصاد الجوية

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

برنامج الأمم
المتحدة للبيئة

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١

الأســاس العلمــي

ملخص لواضعي السياسات

تقرير الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

و

الملخص الفني لتقرير الفريق العامل الأول
تقرير قبله الفريق العامل الأول دون الموافقة عليه بالتفصيل

جزء من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث
للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المحتويات

الصفحة

تصدير v

تمهيد vii

ملخص لواضعي السياسات 1

ألف – مقدمة
ألف – ١ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأفرقة العمل التابعة لها 25
ألف – ٢ تقريرا التقييم الأول والثاني للفريق العامل الأول 25
ألف – ٣ تقرير التقييم الثالث: هذا الملخص الفني 26

باء – التغييرات المرصودة في النظام المناخي 28
باء – ١ التغييرات المرصودة في درجات الحرارة 28
باء – ٢ التغييرات المرصودة في التهطال ورطوبة الغلاف الجوي 32
باء – ٣ التغييرات المرصودة في الغطاء الثلجي وصفيحة الجليد الأرضي والبحري 32
باء – ٤ التغييرات المرصودة في مستوى سطح البحر 33
باء – ٥ التغييرات المرصودة في أنماط الدوران في الغلاف الجوي والمحيطات 35
باء – ٦ التغييرات المرصودة في التقلبية المناخية وأحداث الطقس والمناخ المتطرفة 35
باء – ٧ الصورة الجماعية: احترار العالم وتغيرات أخرى في النظام المناخي 35

جيم – عوامل التأثير التى تسبب تغير المناخ 36
جيم – ١ التغييرات المرصودة في تركيزات الغازات الدفيئة الممزوجة جيدا والتأثير الاشعاعي 41
جيم – ٢ التغييرات المرصودة في الغازات المشعة الأخرى الهامة من الناحية الإشعاعية 46
جيم – ٣ التغييرات المرصودة والنموذجية في الهباء الجوي 47
جيم – ٤ التغييرات المرصودة في عوامل التأثير الأخرى ذات المنشأ البشري 48
جيم – ٥ التغييرات المرصودة النموذجية في النشاط الشمسي والبركاني 49
جيم – ٦ إمكانيات احترار العالم 49

دال – محاكاة النظام المناخي وتغيراته 49
دال – ١ عمليات المناخ والتغذية المرتدة 53
دال – ٢ النظم المترابطة 55
دال – ٣ تقنيات التفاصيل الإقليمية 57
دال – ٤ التقييم العام للقدرات 57

هاء – تحديد التأثيرات البشرية على تغير المناخ 59
هاء – ١ معنى الرصد والعزو 59
هاء – ٢ قياس رصدي أطول مدى وأكثر تفحصا عن قرب 59
هاء – ٣ تقديرات نموذجية جديدة للتقلبية الداخلية 59

الصفحة

هاء – ٤ تقديرات جديدة للاستجابات للتأثيرات الطبيعية 60
هاء – ٥ الحساسية لتقديرات مؤشرات تغير المناخ 60
هاء – ٦ مجموعة شاسعة من تقنيات الرصد 61
هاء – ٧ حالات عدم اليقين المتبقية في الرصد والعزو 64
هاء – ٨ الخلاصة 64

واو – اسقاطات مناخ الأرض في المستقبل 64
واو – ١ التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات الذى وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (SRES) 64
واو – ٢ اسقاطات التغييرات في المستقبل في غازات الدفيئة والهباء 65
واو – ٣ إسقاطات التغييرات المقبلة في درجات الحرارة 69
واو – ٤ إسقاطات التغييرات في التهطال في المستقبل 72
واو – ٥ إسقاطات التغييرات في الأحداث المتطرفة في المستقبل 74
واو – ٦ إسقاطات التغييرات في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيط 76
واو – ٧ إسقاطات التغييرات في طرق التقلبية الطبيعية في المستقبل 76
واو – ٨ إسقاطات التغييرات في الجليد الأرضي (الجليديات، والغطاء الجليدي، الصفائح الجليدية) والجليد البحري والغطاء الثلجي في المستقبل 76
واو – ٩ إسقاطات التغييرات في مستوى سطح البحر في المستقبل 78
واو – ١٠ إسقاطات التغييرات في الاستجابة لمستويات تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون 78

زاي – تقدم الفهم 80
زاي – ١ البيانات 81
زاي – ٢ نظم المناخ ووضع نماذجها 81
زاي – ٣ الجوانب البشرية 81
زاي – ٤ الإطار الدولي 81

مصدر المعلومات : الملخص الفني 83

قائمة المصطلحات الواردة في تقرير الفريق العامل الأول 90

قائمة التقارير الرئيسية التي أصدرتها الهيئة الحكومية الدولية بتغير المناخ 105

تصدير

اشتركت منظمة الأرصاد الجوية العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في إنشاء الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٨٨. وتشمل اختصاصات هذه الهيئة (١) تقييم المعلومات العلمية والاجتماعية والاقتصادية المتوفرة عن تغير المناخ وتأثيراته وعلى خيارات التخفيف من وطأة تغير المناخ ومواءمته و(٢) تقديم المشورة العلمية/الفنية/الاجتماعية – الاقتصادية عند الطلب، لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية المعنية بتغير المناخ. وأصدرت الهيئة، منذ عام ١٩٩٠، سلسلة من تقارير التقييم، والتقارير الخاصة، والأوراق الفنية، والمنهجيات وغير ذلك من المواد التى أصبحت من الأعمال المرجعية المعيارية المستخدمة على نطاق واسع من جانب صانعى السياسات والعلماء وغيرهم من الخبراء.

وهذا المجلد، الذي يشكل جزءا من تقرير التقييم الثالث (TAR)، من إعداد الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وهو يركز على علم المناخ. ويتألف من ١٤ فصلا تغطي النظام الطبيعي للمناخ والعوامل التى تدفع إلى تغير المناخ ويحلل المناخ في السابق وتوقعات تغير المناخ في المستقبل، ورصد ودور التأثيرات البشرية في المناخ في الآونة الأخيرة.

وكما هي العادة في الهيئة الحكومية الدولية، فإن النجاح في إصدار هذا التقرير اعتمد أولا وقبل كل شئ على معارف وحماس وتعاون مئات الخبراء في مختلف أنحاء العالم وفي كثير من التخصصات المترابطة وإن كانت مختلفة. ونود أن نعرب عن عرفاننا لجميع الكتاب الرئيسيين المنسقين والكتاب الرئيسيين، والكتاب المساهمين ومحرري الاستعراض والمراجعين. فقد كرس هؤلاء الأشخاص وقتا وجهدا كبيرين لإخراج هذا التقرير إلى حيز الوجود، واننا نشعر بالامتنان الشديد لالتزامهم بعملية الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ – ونود أن نتوجه بالشكر إلى موظفي وحدة الدعم الفني التابعة للفريق العامل الأول، وأمانة الهيئة الحكومية الدولية لما أبدوه من تفان في تنسيق إصدار تقرير ناجح آخر من تقارير الهيئة. كما نشعر بالعرفان للحكومات التي قدمت الدعم لمشاركة علمائها في عملية الهيئة الحكومية الدولية، والتي ساهمت في الصندوق الاستئماني للهيئة المخصص لتمويل المشاركة الأساسية للخبراء من البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقال. ونود أن نعرب عن تقديرنا لحكومات فرنسا وتنزانيا ونيوزيلندا وكندا لاستضافتها دورات الصياغة في أراضيها، ولحكومة الصين لاستضافتها الدورة الأخيرة للفريق العامل الأول في شنغهاي ولحكومة المملكة المتحدة لتمويلها وحدة الدعم الفني التابعة للفريق العامل الأول.

ونود أن نتوجه بالشكر على وجه الخصوص إلى الدكتور روبرت واطسون رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لتوجيهاته الصائبة وعمله بلا كلل وإرشاداته القديرة للهيئة، وإلى سير جون هوجتون والبروفيسور دنغ يهوى، ونواب رئيس الفريق العامل الأول لقيادتهم الماهرة للفريق حتى إصدار هذا التقرير .

غ. أ. ب. أوباسي

الأمين العام
للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

ك. تيبفر
المدير التنفيذي
لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة
و
المدير العام
لمكتب الأمم المتحدة فى نيروبي.

تمهيد

يمثل هذا التقرير أول تقييم كامل لعلم تغير المناخ منذ أن أصدر الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تقريره الثاني عن تغير المناخ عام ١٩٩٥: علم تغير المناخ في ١٩٩٦. ويتوسع هذا التقرير ويستكمل المعلومات الواردة في ذلك التقرير وغيره من التقارير السابقة، الا أنه يقيم، في المقام الأول، المعلومات والبحوث الجديدة التي صدرت خلال السنوات الخمس الأخيرة. ويحلل التقرير الكتلة الضخمة من المعلومات حول جميع أجزاء النظام المناخي، ويستخلص إلى أن هذه الكتلة من المعطيات تعطي صورة جماعية لارتفاع درجة حرارة العالم. ويصنف التقرير تزايد تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ويقيم تأثيرات هذه الغازات والهباء الجوي في تغيير التوازن الإشعاعي لنظام الأرض – الجو. ويقيم التقرير مدى فهم العمليات التي تحكم النظام المناخي، ويقيم، من خلال دراسة الكيفية التي يمثل بها الجيل الجديد من نماذج المناخ هذه العمليات، مدى ملاءمة النماذج لوضع الإسقاطات الخاصة بتغير المناخ في المستقبل. وأجريت دراسة مفصلة للتأثيرات البشرية على المناخ وعما إذا كان يمكن تحديد ذلك بقدر من الثقة يفوق ما حدث في ١٩٩٦ وينتهي إلى أن هناك قرائن جديدة وأكثر قوة على أن معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الأخيرة إنما يعزى إلى النشاطات البشرية. ويقدم التقرير إسقاطات بشأن تغير المناخ في المستقبل باستخدام طائفة عريضة من السيناريوهات عن انبعاثات غازات الدفيئة والهباء في الغلاف الجوي في المستقبل. ويتوقع في جميع السيناريوهات موضع الدراسة أن تستمر درجة الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر في الزيادة خلال القرن الحادي والعشرين . وأخيرا يتناول التقرير الفجوات المتبقية في المعلومات والادراك وكيفية معالجتها.

وهذا التقرير المعنى بالأساس العلمي لتغير المناخ هو أول جزء من تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (TAR). وثمة مجلدات تقييم مصاحبة أخرى أصدرها الفريق العامل الثاني (التأثيرات والتكيف والتعرض) والفريق العامل الثالث (التخفيف). ويتمثل أحد الأهداف العامة لتقرير التقييم الثالث في توفير معلومات موضوعية يعتمد عليها في وضع السياسات ذات الصلة بتغير المناخ التي ستحقق هدف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية الوارد في المادة ٢ والمتعلق بتثبيت تركيزات غاز الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دول التدخلات البشرية الخطيرة في النظام المناخي. وسعيا للمساعدة في تحقيق هذا الهدف، كجزء من تقرير التقييم الثالث، يعد الآن تقرير تجميعي سيستمد من تقارير أفرقة العمل معلومات علمية واجتماعية– اقتصادية ذات صلة بالأسئلة التسعة التي تعالج قضايا السياسات المعينة التي أثارها هدف الاتفاقية الاطارية (UNFCCC) .

وقد جرى تجميع هذا التقرير خلال الفترة من يوليو/تموز ١٩٩٨ إلى يناير/كانون الثاني ٢٠٠١ بواسطة ١٢٢ كاتب رئيسي. وعلاوة على ذلك، قدم ٥١٥ كاتبا مساهما مشروع نص ومعلومات للكتاب الرئيسيين. وقد عمدت مسودة التقرير لاستعراضها من جانب الخبراء مع ٤٢٠ مراجعا قدموا اقتراحات قيمة لتحسين التقرير. وقد تلا ذلك استعراض أجرته الحكومات والخبراء، وشارك فيه عدة مئات من المراجعين الآخرين. وجرى تحليل جميع التعليقات الواردة بعناية، وجمعت في وثيقة معدلة لدراستها خلال دورة الفريق العامل الأول التي عقدت في شنغهاي خلال الفترة ١٧–٢٠/١/٢٠٠١ . وقد ووفق هناك على الملخص المقدم لواضعي السياسات بالتفصيل وقُبل التقرير ذو الصلة.

كما بذلت جهود مضنية لتحسين وتيسير الاستفادة من التقرير. فكما حدث في ١٩٩٦، يتضمن التقرير ملخصا لواضعي السياسات وملخص فني (في مجلد واحد) علاوة على الفصول الرئيسية في التقرير. ويتبع الملخص لواضعي السياسات والملخص الفني نفس الهيكل حتى يمكن العثور على مزيد من المعلومات المتعلقة بالبنود ذات الأهمية الواردة في الملخص المقدم لواضعي السياسات بسهولة في الملخص الفني. ومن ناحية أخرى، فإن كل قسم في ملخص واضعي السياسات والملخص الفني أسند مرجعيا إلى القسم المعنى في الفصل ذي الصلة باستخدام معلومات المصدر حتى يمكن متابعة المواد الواردة في ملخص واضعى السياسات، والملخص الفني بسهولة وبمزيد من التفصيل في الفصول ذات الصلة. وسوف يمكن، في نهاية عام ٢٠٠١، البحث بتعمق في النسخة

الإلكترونية للتقرير الذي يمكن العثور عليه على العنوان التالي في شبكة الإنترنت http://www.ipcc.ch.

ونود أن نعرب عن عظيم تقديرنا لجميع الكتاب الرئيسيين المنسقين والكتاب الرئيسيين ومحرري الاستعراض الذين أمكن بفضل خبراتهم ومهاراتهم وصبرهم استكمال هذا التقرير بنجاح، وللكثير من المساهمين والقائمين على الاستعراض لإخلاصهم وعملهم القيم والمضنى. ونشعر بالامتنان لكل من جين جوزيل، هيرفيه لو تريت، وبرهاني نيانزي وجيم سالينجر وجون ستون وفرانسيس زفاير، لمساعدتهم في تنظيم دورة الفريق العامل الأول التي عقدت في شنغهاي خلال الفترة ما بين ١٧ إلى ٢٠ يناير/كانون الثاني ٢٠٠١.

ونود أن نشكر أعضاء مكتب الفريق العامل الأول وهم برهاني نيانزي وأرماندو راميرز– روخاس، جون ستون، جون زيلمان، وفورتونات جوس ، لمشورتهم الحكيمة وتوجيهاتهم خلال إعداد هذا التقرير.

ونود على وجه الخصوص أن نتوجه بالشكر إلى ديف جريجز، وماريا نوجور، وبول فان دي لندين، وكاتى ماسكيل واكسياوسو داي، وكاتي جونسون، وآن موريل، وديفيد هول، في وحدة الدعم الفني التابعة للفريق العامل الأول، مع المساعدة الإضافية المقدمة من اليسون رينشاو، لجهودهم التي لا تكل والدعم الذي قدموه عن طيب خاطر خلال جميع عملية إعداد التقرير. كما نود أن نشكر ناراسمهان ساندارامان أمين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ورينات كريست نائب الأمين وموظفي أمانة الهيئة ورودي بورجواز وشانتال ايتوري وآنى كورتن الذين قدموا الدعم اللوجيستي للاتصال بالحكومات وسفر الخبراء من البلدان النامية والبلدان التي تمر بمرحلة انتقال اقتصادي .

روبرت واطسون
رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
جون هوجتون
نائب رئيس الفريق العامل الأول التابع للهيئة
دنغ يهوى
نائب رئيس الفريق العامل الأول التابع للهيئة

ملخص لواضعي السياسات

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١

الأســاس العلمــي

تقرير الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

استنادا الى مسودة أعدها:

دانييل ل. ألبريتون، وميلز ر. أليِن، وألفونس ب. م. بايدي، وجون أ. شيرش، وأولريتش كوباش، وداي كزياوسو، ودنغ يهوي، وديبيتير هـ. إيهالت، وكريستوفر ك. فولاند، وفيليبو جورجي، وجوناثان م. جريجوري، ودافيد ج. جريجز، وجيم م. هايوود، وبروس هويتسون، وجون ت. هوجتون، وجوانا ي. هاوس، ومايكل هولم، وإيفار إيساكسن، وفيكتور ج. جاراميللو، وأتشوثان جايارمان، وكاثرين أ. جونسون، وفورتونات جوس، وسيلفي جوساوم، وتوماس كارل، ودافيد ج. كارولي، وهارون س. كيشغي، وكورين لو كيري، وكاتي ماسكيل، ولويس ج. ماتا، وبرايانت ج. ماك أفاني، وماك مكفارلاند، وليندا أ. ميرنز، وجيرالد أ. ميهل، ول. غيلفان ميرا – فيلهو، وفالنتين ب. ميليشكو، وهوهن ف. ب. ميتشل، وبرين مور، وريتشارد ك. موجارا، وماريا نوغوير، وبرهاني س. نايزي، ومايكل أوبينهايمر، وجويس إ. بينز، وستيفين بولوناين، ومايكل براثر، وي. كولين برينتيس، وفينكاتشالا راماسوامي، وأرماندو راميريز – روجاس، وساره س. ب. رابر، وم. جيم ساينجر، وروبرت ج. شولز، وسوزان سولومون، وتوماس ف. ستوكر، وجون م. ر. ستون، ورونالد ج. ستوفر، وكيفين إ. ترينبيرث، ومينغ – كسينغ وانج، وروبرت ت. واطسون، وكوك س. ياب، وجون زيلمان.

وبمشاركة كثير من الكتاب والمراجعين.

ملخص لواضعي السياسات

يستند تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) إلى التقييمات السابقة ويضم نتائج جديدة مستخلصة من البحوث التي أجريت على مدى السنوات الخمس الماضية بشأن تغير المناخ.(١) وقد أسهم مئات من العلماء(٢) في إعداده ومراجعته.

ويبين هذا الملخص، الذي وافقت عليه الحكومات الأعضاء في الهيئة في شنغهاي في يناير/كانون الثاني ٢٠٠١(٣) المعدّ لواضعي السياسات الحالة الراهنة لفهم النظام المناخي ويوفر تقديرات لتطوره المتوقع وعدم اليقين المحيطة به في المستقبل. ويمكن الحصول على تفاصيل أخرى من التقرير المعنى، وتوفر مصادر المعلومات المرفقة اسناد ترافقي لأجزاء التقرير.

مجموعة متزايدة من الرصدات تعطي صورة إجمالية لعالم ترتفع فيه درجات الحرارة وحدوث تغيرات أخرى في النظام المناخي.

منذ صدور تقرير التقييم الثاني،(٤) أدت البيانات الإضافية المستمدة من الدراسات الجديدة للمناخ الحالي وعبر الزمن إلى تحسين تحليل مجموعات البيانات وزيادة دقة تقييم نوعيتها، وعقد المقارنات فيما بين مختلف المصادر مما أدى إلى زيادة فهم تغير المناخ.

- **المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية ارتفع منذ منتصف القرن التاسع عشر بحوالي ٠,٦ سْ**

- ارتفع المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية (متوسط درجة الحرارة القريب من السطح فوق اليابسة ودرجة حرارة سطح البحر) منذ عام ١٨٦١. وبلغت الزيادة في القرن العشرين ٠,٦ ± ٠,٢ سْ (٥) (٦) (الشكل ١(أ)). ويزيد هذا الرقم بنحو ٠,١٥ سْ عن التقديرات الواردة في تقرير التقييم الثاني للفترة حتى عام ١٩٩٤ وذلك نتيجة للارتفاع النسبي في درجة الحرارة خلال السنوات الإضافية (١٩٩٥ الى ٢٠٠٠) وتحسين طرق معالجة البيانات. وتأخذ هذه الأرقام في الاعتبار مختلف التعديلات بما في ذلك تأثيرات جزر الحرارة في المدن. ويبين السجل قدرا كبيرا من التباين. فعلى سبيل المثال، فإن معظم الاحترار الذي حدث خلال القرن العشرين وقع خلال الفترتين ١٩١٠ إلى ١٩٤٥ و١٩٧٦ إلى ٢٠٠٠.

- من المرجح إلى حد كبير، على الصعيد العالمي، أن عقد التسعينات كان أشد العقود حرارة وأن عام ١٩٩٨ كان أشد الأعوام حرارة منذ عام ١٨٦١ (انظر الشكل ١ (أ)).

تشير التحليلات الجديدة للبيانات التقريبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي إلى أن من المرجح(٧) أن يكون ارتفاع درجة الحرارة في القرن العشرين هو الأعظم بين القرون الأخرى في خلال الألف عام الماضية. ومن المرجح(٧) ان عقد التسعينات كان أشد العقود حرارة في نصف الكرة الشمالي وأن عام ١٩٩٨ كان أشد الأعوام حرارة (الشكل ١(ب)). ونظرا لعدم توافر الكثير من البيانات، لا يعرف الكثير عن المتوسطات السنوية قبل ألف عام من الآن وعن الظروف السائدة في معظم أنحاء نصف الكرة الجنوبى قبل عام ١٨٦١.

- في المتوسط ازدادت درجات الحرارة الصغرى اليومية الليلية فوق اليابسة بحوالي ضعف معدل درجات الحرارة العظمى اليومية النهارية فيما بين عامي ١٩٥٠ و١٩٩٣ بنحو ٠,٢ سْ تقريبا (بالمقارنة مع ٠,١ سْ في العقد الواحد). وقد أدى ذلك إلى إطالة الفصول التي لا يحدث فيها التجمد في الكثير من المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والقطبية. وكانت الزيادة في درجة حرارة سطح البحر خلال هذه الفترة نحو نصف متوسط درجة حرارة سطح اليابسة.

---

(١) تشير عبارة تغير المناخ، في مصطلح الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، إلى أي تغير يحدث في المناخ عبر الزمن سواء كان ناجما عن التقلبية الطبيعية أو نتيجة للنشاط البشري وهذا المفهوم يختلف عما هو عليه في الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ حيث تشير عبارة "تغير المناخ" إلى تغير المناخ الذي يعزى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى النشاط البشرى الذي يفضي إلى تغير في تركيب الغلاف الجوي بالإضافة إلى تقلبية المناخ الطبيعية على مدى فترات زمنية متماثلة.

(٢) بلغ مجموعهم ١٢٢ كاتبا رئيسيا منسقا وكاتبا رئيسيا و٥١٥ كاتبا متعاونا و٢١ محررا مراجعا و٤٢٠ مراجعا خبيرا.

(٣) شاركت وفود ٩٩ بلدا من البلدان الأعضاء في الهيئة الحكومية الدولية في الدورة الثامنة للفريق العامل الأول التى عقدت في شنغهاي في الفترة ١٧–٢٠/١/٢٠٠١.

(٤) يشار إلى تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بعبارة SAR في هذا الملخص المعد لواضعي السياسات.

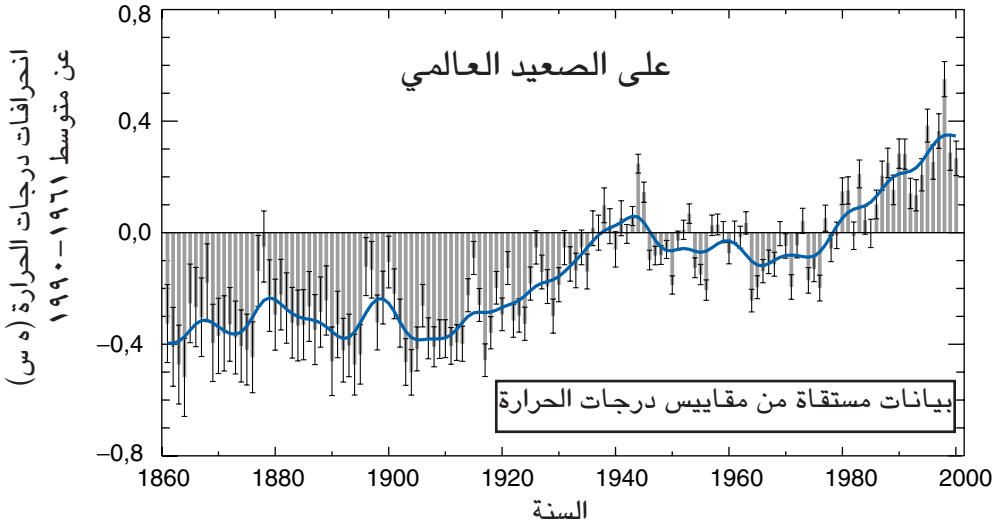
(٥) يجرى عادة تقريب اتجاهات الاحترار إلى أقرب ٠,٠٥ سْ لكل وحدة زمن. وتقيد الفترات بحسب توافر البيانات.

(٦) يستخدم عموما مستوى مغزوى إحصائي قدره ٥ ٪ و ٩٥٪ من مستوى الثقة.

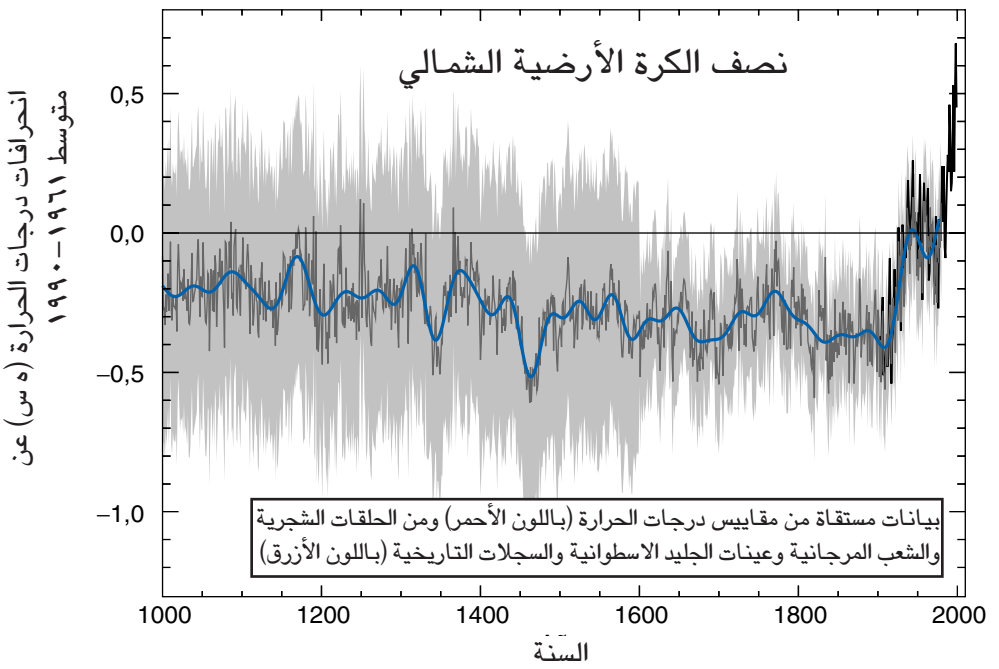
(٧) في هذا الملخص المعدّ لواضعي السياسات وفي الملخص الفني تستخدم العبارات التالية للإشارة إلى درجات تقريبية من الثقة: شبه مؤكد (النتيجة صحيحة بنسبة تفوق ٩٩ ٪)؛ مرجح للغاية (٩٠٪ – ٩٩٪)؛ مرجح (٦٦٪ – ٩٠٪)؛ مرجح بصورة متوسطة (٣٣٪–٦٦٪)؛ غير مرجح (١٠٪ – ٣٣٪)؛ غير مرجح للغاية (١٪ – ١٠٪)؛ غير مرجح بشكل استثنائي (أقل من ١٪). ويحال القارئ إلى الفصول المختلفة لمزيد من التفاصيل.

التغيرات الطارئة على درجة حرارة سطح الأرض خلال:

(أ) المائة والأربعين عاما الماضية



(ب) الألف عام الماضية



الشكل (١) التغييرات الطارئة على درجة حرارة سطح الأرض خلال المائة والأربعين عاما الماضية والألفية الماضية.

(أ) ترد درجات حرارة سطح الأرض على أساس سنوي (الأعمدة الحمراء) وعلى أساس كل عقد (الخط الأسود، وهو منحنى سنوي صافي يتلافى التقلبات التي تقل عن المستويات الزمنية العقدية). وهناك عدم يقين فيما يتعلق بالبيانات السنوية (الأعمدة السوداء الرفيعة تمثل ٩٥ في المائة من نطاق الثقة) نتيجة للفجوات في البيانات والأخطاء وعدم اليقين العشوائية الناجمة عن الأجهزة. وعدم اليقين في التصويبات المتحيزة في بيانات درجة حرارة سطح البحر وكذلك المواءمات لمراعاة التوسع العمراني على الأرض. وأفضل التقديرات خلال المائة والأربعين عاما الماضية والألف عام هي أن متوسط درجة حرارة سطح العالم قد زادت بنحو ٠,٦ + ٠,٢ ه س.

(ب) وعلاوة على ذلك، فان الاختلافات من سنة لأخرى (المنحنى الأزرق) ومتوسط خمسين عاما (المنحنى الأسود) في متوسط حرارة سطح الأرض في نصف الكرة الأرضية الشمالي خلال الألف عام الماضية أعيد بناؤها من بيانات "غير مباشرة" تم تكبيرها مقابل بيانات أجهزة قياس درجة الحرارة (انظر قائمة البيانات غير المباشرة في الشكل) ويمثل نطاق الثقة البالغ ٩٥ في المائة في البيانات السنوية (اللون الرمادي) ويزيد عدم اليقين هذا في الأزمنة البعيدة، وهو أكبر من سجل الأجهزة نتيجة لاستخدام البيانات التقريبية المتفرقة نسبيا. ومع ذلك، فإن معدل ومدة الاحترار في القرن العشرين هما الأكبر بكثير من أي قرن من القرون التسعة السابقة. كما أن من المرجح (٧) أن التسعينات كانت أشد العقود حرارة وعام ١٩٩٨ أشد السنوات حرارة في الألفية.(استنادا الى (أ) الفصل الثاني، الشكل ٢–٧ جـ و (ب) الفصل الثاني الشكل ٢–٢٠).

ارتفاع درجات الحرارة خلال العقود الأربعة الماضية في أدنى ثمانية كيلومترات من الغلاف الجوي

- كانت الزيادات في درجات حرارة العالم عامة، منذ أواخر الخمسينات (وهي الفترة التي أجريت فيها رصدات ملائمة انطلاقا من المناطق الجوية في أدنى ثماني كيلومترات من الغلاف الجوي وفي درجة حرارة سطح الأرض متماثلة عند ٠,١ °س في العقد.

- منذ الشروع في السجل القائم على التوابع الاصطناعية في عام ١٩٧٩، تبين القياسات المستمدة من التوابع الاصطناعية والبالونات الجوية على السواء أن المتوسط العالمي لدرجة حرارة الغلاف الجوي الأسفل في أدنى ثماني كيلومترات من الغلاف الجوي قد تغير بنحو + ٠,٠٥ ٠,١٠ °س في العقد الواحد. الا أن ارتفاع المتوسط العالمي لدرجة حرارة الهواء السطحي زاد زيادة كبيرة بنحو + ٠,١٥ ٠,٠٥ °س في العقد الواحد. ويحدث الفرق بين معدلات الاحترار، أساسا فوق المناطق المدارية وشبه المدارية.

- تتأثر أدنى ثمانية كيلومترات من الغلاف الجوي وسطح الأرض بصورة مختلفة ببعض العوامل مثل تآكل طبقة الازون التراتوسفيرية، والهباء الجوي وظاهرة النينيو. ومن هنا فإنه من الصعب توقع إمكانية حدوث فروق في اتجاهات درجات الحرارة خلال فترة زمنية قصيرة (مثل ٢٠ عاما). وعلاوة على ذلك، يمكن أن تفسر أيضا تقنيات العينة المكانية بعض الفروق في الاتجاهات الاّ أنه لا يمكن حلها تماما.

تناقص الغطاء الثلجي وانحسار الرقعة الجليدية

- تبين بيانات التوابع الاصطناعية أن من المرجح(٧) بدرجة كبيرة أن تكون رقعة الغطاء الثلجي قد تناقصت بنسبة تبلغ حوالي ١٠٪ منذ أواخر الستينات كما تبين الرصدات الأرضية أنه من المرجح كذلك أن تكون المدة السنوية للغطاء الجليدي فوق البحيرات والأنهار في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والقطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي قد انخفضت بما يقارب الأسبوعين خلال القرن العشرين.

- انحسرت الكتل الجليدية على نطاق واسع في المناطق غير القطبية خلال القرن العشرين.

- تناقصت رقعة الجليد البحري الربيعي والصيفي في نصف الكرة الأرضية الشمالي بنحو ١٠ الى ١٥٪ منذ الخمسينات. ومن المرجح (٧) أنه سجل نقص يقارب ٤٠٪ من سمك الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية أثناء الفترة المتراوحة بين أواخر الصيف وبداية الخريف في العقود القليلة الماضية كما سجُل نقص أبطأ بكثير في سمك الجليد البحري الشتوي.

ارتفاع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر وازدياد المحتوى الحراري للمحيطات

- تشير بيانات مقياس المد إلى أن المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر قد ارتفع بما يتراوح بين ٠,١ و٠,٢ متر خلال القرن العشرين.

- ازداد المحتوى الحراري للمحيطات في العالم منذ أواخر الخمسينات، وهي الفترة التي تتوافر عنها رصدات ملائمة لدرجات الحرارة الجوفية للمحيطات.

حدثت تغيرات أيضا في جوانب هامة أخرى من المناخ

- من المرجح بشدة (٧) أن التهطال قد تزايد بنسبة تتراوح بين ٠,٥ و١٪ في العقد الواحد في القرن العشرين فوق معظم المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والقطبية في قارات نصف الكرة الأرضية الشمالي ومن المرجح كذلك (٧) أن يكون هطول الأمطار قد تزايد بنسبة ٠,٢ إلى ٠,٣٪ للعقد الواحد في المناطق المدارية (١٠ه شمالا إلى ١٠ه جنوبا) ولم تكن الزيادة في المناطق المدارية خلال العقود القليلة الماضية واضحة. ومن المرجح أن يكون هطول الأمطار فوق الكثير من مناطق نصف الكرة الشمالي شبه المدارية قد تناقص (١٠ه الى ٣٠ ه شمالا) خلال القرن العشرين بنحو ٠,٣٪ في العقد الواحد. وعلى العكس من نصف الكرة الأرضية الشمالي، لم ترصد تغييرات منتظمة متماثلة في المتوسطات القطبية العريضة فوق نصف الكرة الأرضية الجنوبي. ولا تتوافر بيانات كافية لتحديد اتجاهات التهطال فوق المحيطات.

- ومن المرجح أن تكون قد حدثت زيادة تتراوح بين ٢ و٤٪ في وتيرة احداث التهطال الغزير في خطوط العرض المتوسطة والقطبية من نصف الكرة الأرضية الشمالي خلال النصف الأخير من القرن العشرين. ويمكن أن تنشأ الزيادة في وتيرة احداث التهطال الغزير عن عدة أسباب مثل التغييرات في رطوبة الغلاف الجوي ونشاطات العواصف الرعدية ونشاطات العواصف واسعة النطاق.

- ومن المرجح كذلك (٧) أنه كانت هناك زيادة بنسبة ٢٪ في غطاء السحاب عند خطوط العرض المتوسطة والقطبية خلال القرن العشرين. وتتصل الاتجاهات في معظم المناطق بالانخفاض المرصود في نطاق درجة الحرارة النهارية.

- من المرجح أن يكون قد حدث منذ ١٩٥٠ انخفاض في وتيرة درجات الحرارة شديدة الانخفاض مع زيادة طفيفة في وتيرة درجات الحرارة شديدة الارتفاع.

- كانت فترات الاحترار الناجمة عن ظاهرة التذبذبات ذات الصلة بظاهرة النينيو (والتي تؤثر بصورة مستمرة في التباينات الإقليمية للتهطال ودرجات الحرارة فوق معظم المناطق المدارية وشبه المدارية وبعض المناطق متوسطة الارتفاع) أكثر وتيرة واستمرارية وحدة منذ منتصف السبعينات بالمقارنة بالمائة عام السابقة.

- وحدثت زيادة طفيفة نسبيا خلال القرن العشرين (١٩٠٠ الى ١٩٩٥) في المناطق الأرضية في العالم التي تعرضت للجفاف الشديد أو الأمطار الغزيرة. وفي الكثير من المناطق، تتحكم في هذه التغييرات تقلبات مناخية متعددة العقود وعديدة مثل التحول في التذبذبات نحو أحداث أكثر حرارة.

- وفي بعض الأقاليم مثل أجزاء من آسيا وأفريقيا، لوحظ أن وتيرة وحدة حالات الجفاف قد زادت في العقود الأخيرة.

يبدو أن بعض جوانب المناخ الهامة لم تتغير

- ثمة مناطق قليلة في العالم لم ترتفع درجة حرارتها في العقود الأخيرة وذلك أساسا فوق أجزاء من محيطات نصف الكرة الأرضية الجنوبي وأجزاء من المنطقة القطبية الشمالية.

- لم تظهر اتجاهات بارزة في مناطق الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية منذ ١٩٧٨ وهي فترة القياسات الموثوق بها بالتوابع الاصطناعية.

- التغييرات العالمية في حدة العواصف المدارية وخارج المناطق المدارية ووتيرتها تتحكم فيها الفروق من عقد لآخر وبين العقود المتعددة؛ دون ظهور أية اتجاهات بارزة خلال القرن العشرين. وأدت التحليلات المتضاربة إلى تعذر استخلاص استنتاجات قاطعة بشأن التغييرات في نشاط العواصف وخاصة خارج المناطق المدارية.

- لم تظهر أية تغييرات منتظمة في وتيرة الأعاصير المدارية والأيام الرعدية أو أحداث في المناطق المحدودة التي خضعت للتحليل.

انبعاثات الغازات الدفيئة والأهباء الجوية الناجمة عن الأنشطة البشرية لا تزال تفضي إلى تآكل الغلاف الجوي بطرق تؤثر في النظام المناخي

تتواتر عدة تغيرات على المناخ نتيجة التقلبات داخل النظام المناخي وعوامل خارجية (طبيعية وبشرية). ويمكن مقارنة آثار العوامل الخارجية في المناخ، بوجه عام، باستخدام مفهوم التأثير الاشعاعي.[٨] ويؤدي التأثير الاشعاعي الموجب كذلك الذي يحدث بتزايد تركيزات غازات الدفيئة إلى احترار السطح. أما التأثير الإشعاعي السالب، الذي يمكن أن ينجم عن زيادة في بعض أنواع الأهباء الجوية (الإيروسولات) (الجسيمات المجهرية العالقة بالجو)، فيؤدي إلى تبريد السطح. كما يمكن أن تؤدي عوامل طبيعية مثل التغيرات الطارئة على إجمالي الاشعاع الشمسي أو النشاط البركاني الانفجاري إلى حدوث التأثير الاشعاعي. والتمييز بين عوامل التأثير الاشعاعي هذه وتغيراتها عبر الزمن (انظر الشكل ٢) أمر لا بد منه لفهم تغير المناخ في سياق التغيرات الطبيعية ولإسقاط نوع التغيرات المناخية التي يمكن أن تحدث في المستقبل. ويبين الشكل ٣ التقديرات الحالية للتأثير الاشعاعي الناجم عن تزايد التركيزات في مكونات الغلاف الجوي وسائر آليات التأثير.

تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي مع ما يرافقها من تأثير اشعاعي لا تزال في ازدياد نتيجة للأنشطة البشرية.

- منذ عام ١٧٥٠ ازداد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة ٣١ في المائة. ولم يتم تجاوز التركيز الحالي لثاني أكسيد الكربون خلال الأعوام الأربعمائة والعشرين ألفا الماضية كما أن من المرجح أنه لم يتم تجاوزها خلال العشرين مليون عام الماضية. ومعدل الزيادة أمر لم يسبق له مثيل خلال العشرين ألف عام الماضية على الأقل.

- نحو ثلاثة أرباع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الأنشطة البشرية في الغلاف الجوي خلال العشرين عاما الماضية ترجع إلى حرق الوقود الأحفوري. أما الباقي فهو ناجم عن التغير الطارئ على استخدام الأراضي ولاسيما إزالة الغابات.

- تمتص المحيطات واليابسة على السواء نحو نصف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) البشري المنشأ. وتحكم عمليات كيميائية امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون. وعلى اليابسة يتجاوز امتصاص ثاني

(٨) التأثير الاشعاعي هو مقياس لأثر عامل ما في تغيير توازن الطاقة الداخلة والخارجة في نظام الأرض – الغلاف الجوي، وهو مؤشر لأهمية العامل كآلية محتملة من آليات تغير المناخ . ويحسب على أساس الوات لكل متر مربع.

- أكسيد الكربون في الوقت الحاضر إطلاق هذا الغاز نتيجة لإزالة الغابات خلال التسعينات.

- بلغ معدل زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي نحو ١,٥ جزء في المليون [٩] (٠,٤٪) سنويا على مدى العقدين الماضيين. وخلال التسعينات، تغيرت الزيادة السنوية من ٠,٩ جزء في المليون (٠,٢٪) إلى (٠,٨جزء في المليون (٠,٨٪). ويعود قدر كبير من هذه التقلبية إلى تأثير تقلبية المناخ (مثل أحداث النينيو) على امتصاص ثاني أكسيد الكربون وإطلاقه من جانب اليابسة والمحيطات.

- ازدادت تركيزات الميثان (CH_4) في الغلاف الجوي بنحو ١٠٦٠جزء في البليون ٩ (١٥١٪) منذ عام ١٧٥٠ وهي لا تزال في ازدياد. ولم تتجاوز تركيزات الميثان في الغلاف الجوي خلال السنوات الأربعمائة والعشرين ألف سنة الماضية. وقد أصبحت الزيادة السنوية في تركيزات الميثان في الغلاف الجوي أبطأ وأكثر تغيرا في التسعينات بالمقارنة مع الثمانينات. وما يزيد قليلا من انبعاثات تركيزات الميثان حاليا يرجع إلى الأنشطة البشرية (استخدام الوقود الأحفوري والأبقار وزراعة الأرز ومقالب القمامة). وعلاوة على ذلك، جرى مؤخرا تحديد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون باعتبارها سببا لتزايد تركيزات ثاني أكسيد الكبريت.

- ازداد تركيز أكسيد النيتروز (N_2O) في الغلاف الجوي بنحو ٤٦ جزء في البليون (١٧٪) منذ عام ١٧٥٠. وما زال في تزايد ولم يتجاوز التركيز الحالي لأكسيد النيتروز خلال الألف عام الأخيرة على الأقل. ونحو ثلث الانبعاثات الحالية من أكسيد النيتروز هي من الأنشطة البشرية (مثل التربة الزراعية وأماكن تغذية الأبقار والصناعات الكيماوية).

- ان تركيزات كثير من غازات الهالوكربون في الغلاف الجوي منذ ١٩٩٥ التي هي غازات مستنفدة للأوزون، وغازات الدفيئة إما آخذة في الانخفاض أو أنها آخذة في الزيادة بوتيرة أبطأ، استجابة للانخفاض المسجل في الانبعاثات بموجب قواعد بروتوكول مونتريال وتعديلاته. والمركبات البديلة لهذه الغازات وبعض المركبات التركيبية الأخرى (مثل الهيدروكربونات الكاملة الفلورة (PFCS) وسادس فلوريد الكبريت (SF6) هي من غازات الدفيئة أيضا وتتزايد تركيزاتها في الوقت الحاضر.

- يقدر التأثير الاشعاعي لغازات الدفيئة المختلطة جيدا بمقدار ٢,٤٣ و م –٢ خلال الفترة من ١٧٥٠ الى ٢٠٠٠، ١,٤٦ من ثاني أكسيد الكربون و٠,٤٨ و م –٢ من الميثان و٠,٣٤ و م –٢ من الهالوكربون و٠,١٥ و م –٢ من أكسيد النيتروز. (انظر الشكل ٣ حيث تظهر أيضا نقاط عدم اليقين).

- يقدر أن استنفاد طبقة الأوزون الستراتوسفيري من ١٩٧٩ إلى ٢٠٠٠ قد تسبب تأثيرا إشعاعيا سالبا (–٠,١٥ و م–٢). وإذا افترض الامتثال الكامل للقواعد الحالية الخاصة بالهالوكربون ، فإن التأثير الإشعاعي لهالوكربون سوف ينخفض مثلما سيحدث لحجم التأثير السالب من استنفاد طبقة الأوزون مع انتعاش طبقة الأوزون في القرن ٢١.

- من المقدر أن مجموع طبقة أوزون التروبوسفير قد زاد بنسبة ٣٦ ٪ منذ عام ١٧٥٠نتيجة للانبعاثات البشرية المنشأ من عدة غازات مكونة للأوزون ويعادل ذلك حدوث تأثير إشعاعي موجب هام قدره ٠,٣٥ وم–٢ . ويختلف تأثير الأوزون الاشعاعي اختلافا كبيرا باختلاف المناطق، وهو يستجيب بطريقة أسرع بكثير للتغيرات الطارئة على الانبعاثات بالمقارنة بغازات الدفيئة المعمرة مثل ثاني أكسيد الكربون.

معظم الأهباء الجوية البشرية المنشأ غير معمرة وتؤدي تأثيرا اشعاعيا سالبا

- أهم مصادر الهباء البشري المنشأ هى الوقود الأحفوري وحرق الكتلة الأحيائية. وترتبط هذه المصادر أيضا بتدهور نوعية الهواء والترسيبات الحمضية.

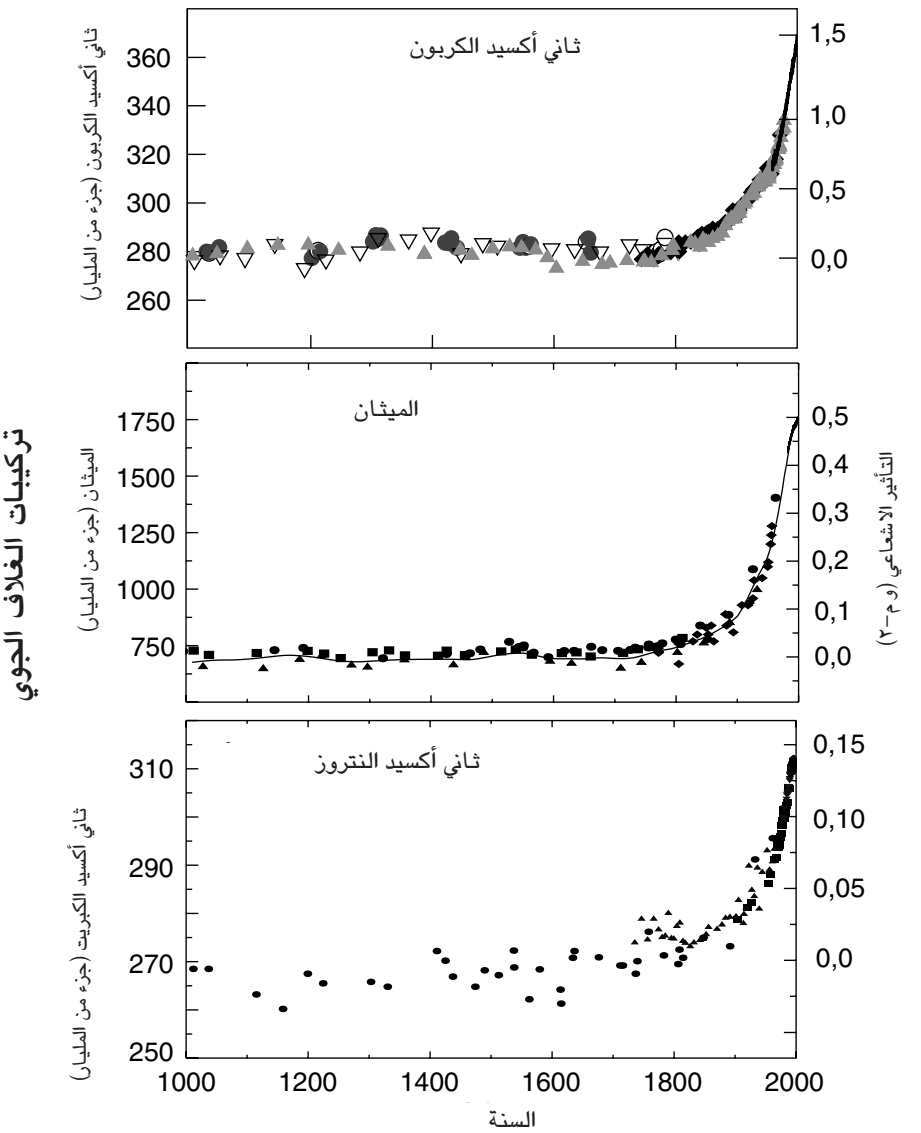
- منذ صدور تقرير التقييم الثاني، تحقق تقدم هام فيما يتعلق بتحديد سمات الأدوار الاشعاعية المباشرة لمختلف أنواع الأهباء الجوية. ويقدر أن التأثير الإشعاعي المباشر يبلغ –٠,٤ و.م–٢ بالنسبة للكبريت و–٠,٢ و.م–٢ لهباء حرق الكتلة الاحيائية و–٠,١ و.م–٢ للكربون العضوي الناجم عن الوقود الأحفوري و–٠,٢ و.م–٢ بالنسبة لهباء الكربون الأسود (السناج) الناجم عن الوقود الأحفوري. وهناك الآن قدر أقل بكثير من الثقة في القدرة على التحديد الكمي لأثر الأهباء الجوية الإجمالي وتطوره عبر الزمن منه على القدرة على التحديد الكمي لأثر الغازات المذكورة أعلاه. كما أن الأهباء الجوية تختلف اختلافا كبيرا من منطقة لأخرى وهى تستجيب بسرعة للتغيرات الطارئة على الانبعاثات.

- علاوة على التأثير الإشعاعي المباشر، للهباء تأثير إشعاعي غير مباشر من خلال تأثيراته على السحب. وهناك الآن المزيد من الأدلة على هذا الأثر غير المباشر الذي هو سلبي على الرغم من أن ذلك يظل يكتنفه عدم اليقين الشديد.

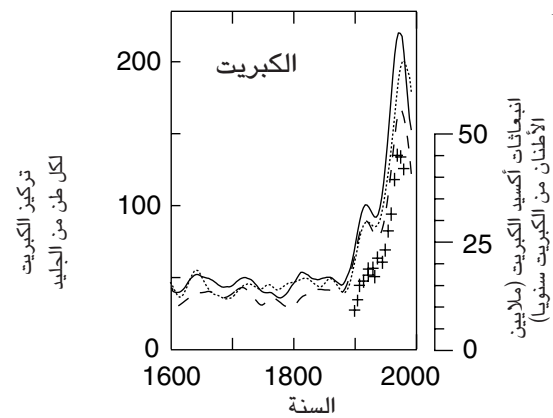
(٩) ppm (جزء في المليون) أو ppb (جزء في البليون = ١٠٠٠ مليون) هى نسبة عدد جزيئيات غاز الدفيئة إلى مجموع عدد جزيئيات الهواء الجاف. فعلى سبيل المثال فان ٣٠٠ جزء في المليون تعنى ٣٠٠ جزيئ من غازات الدفيئة لكل مليون جزيئ من الهواء الجاف.

مؤشرات التأثير البشري على الغلاف الجوي خلال عصر الصناعة

(أ) تركيزات ثلاثة غازات مختلطة من غازات الدفيئة في الغلاف الجوي للعالم.



(ب) هباء الكبريتات المترسبة في جليد جرينلاند

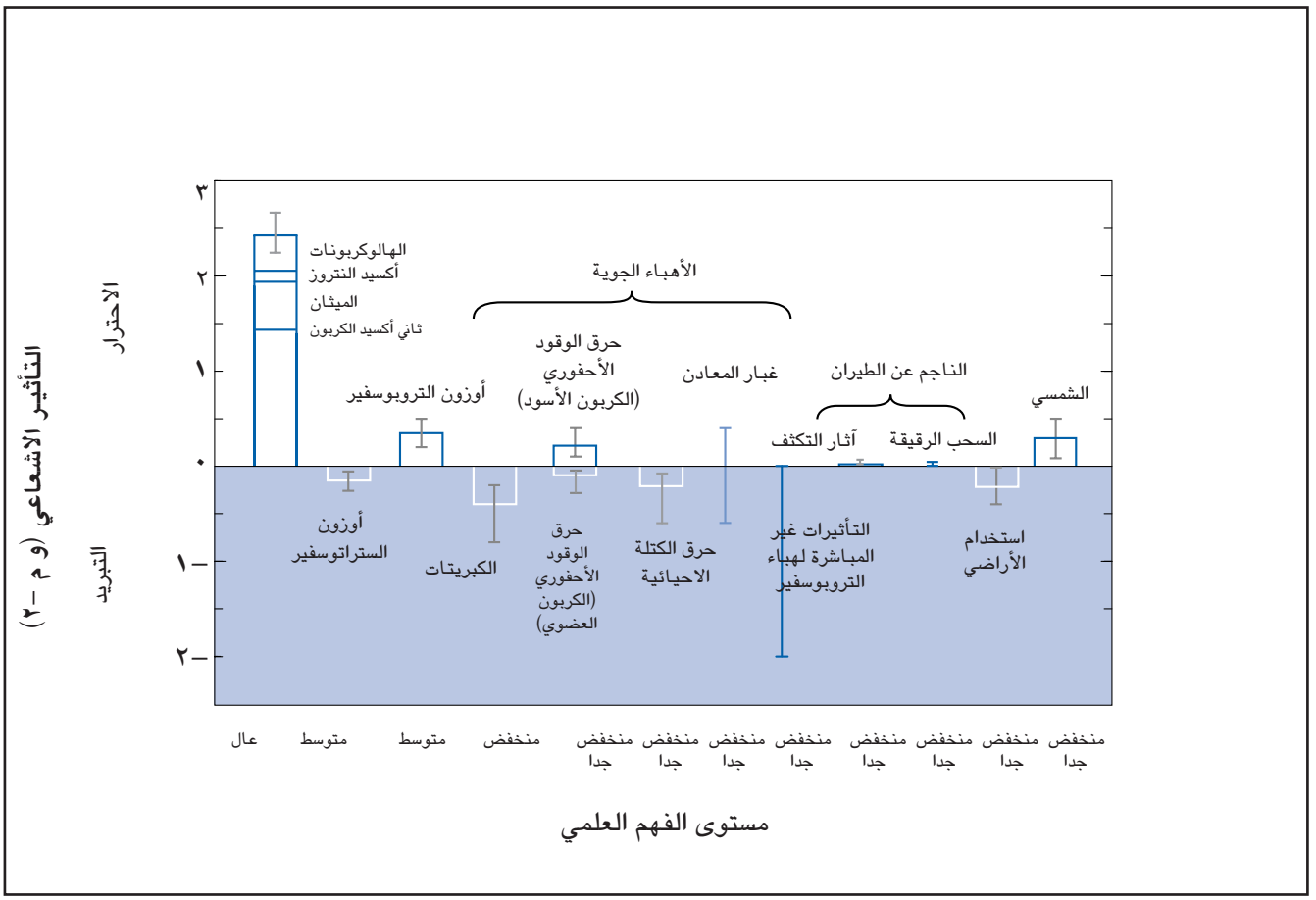


الشكل ٢: السجلات الطويلة للتغييرات في الماضى فى تركيب الغلاف الجوي توفر السياق لتأثيرات الانبعاثات نتيجة للأنشطة البشرية.

(أ) يبين التغيرات فى تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (CO_2) والميثان (CH_4) وثاني أكسيد النتروز (N_2O) خلال الألف عام الماضية. وتستكمل البيانات الخاصة بعينة الجليد الاسطوانية في العديد من المواقع في المنطقة القطبية الشمالية وجرينلاند (المبينة برموز مختلفة) ببيانات من عينات مباشرة من الغلاف الجوي خلال العقود الماضية (مبينة بحسب الخط الخاص بثاني أكسيد الكربون ومدرجة في المنحنى الذى يمثل متوسط الميثان في العالم). وقد حدد التأثير الإشعاعي الموجب التقديري للنظام المناخي على المقياس الوارد ناحية اليمين. ونظرا لأن لهذه الغازات عمرا يبلغ عقدا أو نحو ذلك في الغلاف الجوي، فهى مختلطة بصورة جيدة وتعكس تركيزاتها الانبعاثات من مصادر مختلفة في أنحاء العالم. وتبين السجلات الثلاثة تأثيرات النمو الكبير والمتزايد في الانبعاثات الناجمة عن الأنشطة البشرية في العصر الصناعي.

(ب)تبين تأثيرات الانبعاثات الصناعية على تركيزات الكبريتات التى تنتج تأثيرات إشعاعية سالبة. كما يظهر السجل الزمني لتركيزات الكبريت لا في الغلاف الجوي، بل في العينات الجليدية الاسطوانية في جرينلاند (المبينة في خطوط أزيلت منها التأثيرات العرضية للثوران البركانية). وتبين هذه البيانات الترسيب المحلي لهباء الكبريت في الموقع مما يعكس انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت في الارتفاعات المتوسطة في نصف الكرة الأرضية الشمالي. ويبين هذا السجل، رغم أنه ذو طابع إقليمي أكثر من غازات الدفيئة المختلطة عالميا، النمو الكبير في انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت الناجم عن الأنشطة البشرية خلال العصر الصناعي. وتشير الزيادات إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت التقديرية الإقليمية ذات الصلة (المقياس على الجانب الأيمن).

[استنادا الى (أ) الفصل الثالث، الشكل ٣-٢ (ب) (ثاني أكسيد الكربون) والفصل الرابع الشكل ٤-١ (أ) و(ب) (الميثان)، والفصل ٤ الشكل ٤-٢ (ثاني أكسيد النتروز و(ب) الفصل الخامس (الشكل ٥-٤)(أ)].



الشكل ٣ – عوامل خارجية كثيرة تكمن وراء تغير المناخ.

هذه التأثيرات الاشعاعية تنجم عن التغيرات الطارئة على تركيب الغلاف الجوي وتغير معامل انعكاس السطح بسبب استخدام الأراضي وتغير إجمالي الإشعاع الشمسي. وباستثناء التغير الشمسي فإن بعض أشكال النشاط البشري مرتبط بعضها بالبعض الآخر. وتمثل الأعمدة المستطيلة تقديرات الإسهامات النسبية للتغيرات في هذه التأثيرات الإشعاعية حيث إن بعضها يؤدي إلى الاحترار والبعض الآخر إلى التبريد. أما التأثير الاشعاعي الناجم عن الانبعاثات الصادرة عن البراكين، والتى تؤدى الى تأثير اشعاعي سالب يستمر لبضع سنوات، فغير مبين. والأثر غير المباشر للأهباء الجوية يتمثل في أثرها على عمر السحب، والذي يؤدي أيضا إلى حدوث تأثير إشعاعي سالب. وأدرجت تأثيرات الطيران على غازات الدفيئة في الأعمدة المختلفة وبعض التأثيرات الاشعاعية يكتنفها قدر من اليقين أكبر بكثير من ذلك الذي يكتنف البعض الآخر. ويشير الخط العمودي حول الأعمدة المستطيلة إلى تقدير نطاق عدم اليقين وهو يسترشد، في معظم الحالات، بمدى قيم التأثيرات الاشعاعية المنشورة. ويبين الخط العمودي الواقع خارج العمود المستطيل وجود تأثير إشعاعي يتعذر إعطاء أي تقدير مركزي بشأنه نتيجة لوجود أوجه عدم يقين كبرى. ويختلف المستوى العام للفهم العلمي لكل تأثير إشعاعي اختلافا كبيرا كما أشير الى ذلك. وبعض عوامل التأثيرات الاشعاعية متداخلة جيدا في جميع أنحاء العالم مثل ثاني أكسيد الكربون مما يؤدي إلى إدخال الاضطراب على التوازن الحراري العالمي. وتمثل العوامل الأخرى اضطرابات تكتسي سمات إقليمية أقوى نظرا لتوزعها المكاني مثل الأهباء الجوية. ولهذا السبب ولأسباب أخرى، فإن مجرد حساب الأطوال الموجبة والسالبة للأعمدة لا يمكن أن ينتج الأثر الصافي على النظام المناخي. بل على العكس فإن التأثيرات الإشعاعية المقدرة كميا بشكل أفضل (مثل غازات الدفيئة الممزوجة جيدا والأوزون والأهباء الجوية الكبريتية والتأثير الإشعاعي الشمسي) قد أدرجت في النماذج المناخية. وتشير عمليات المحاكاة في تقرير التقييم هذا (الشكل ٥ مثلا) الى أن الأثر الصافي التقديري لهذه الاضطرابات أدى إلى احترار المناخ العالمي منذ عام ١٧٥٠ حيث حدثت أشد الاضطرابات وبالتالي أشد الاحترار في القرن الماضي.

[استنادا إلى الفصل السادس والشكل ٦-٦]

العوامل الطبيعية أسهمت بنسب ضئيلة في التأثير الإشعاعي على مدى القرن الماضي:

- التأثير الإشعاعي الناجم عن التغيرات الطارئة على الاشعاع الشمسي خلال الفترة الممتدة منذ عام ١٧٥٠ يقدر بنحو + ٠,٣ و.م–٢ وقد حدث معظمه خلال النصف الأول من القرن العشرين. ومنذ أواخر السبعينات، رصدت أدوات التوابع الاصطناعية تذبذبات صغيرة مردها الدورة الشمسية التي تحدث كل ١١ عاما. وقد اقترحت آليا لتضخيم التأثيرات الشمسية المؤثرة على المناخ الاّ أنها تفتقر إلى أساس نظري أو رصدي صارم.

- تؤدي الأهباء الجوية الستراتوسفيرية الصادرة عن ثوران البراكين إلى تأثير إشعاعي سالب يستمر لبضع سنوات. وقد حدثت عدة ثورات كبرى للبراكين في الفترات الممتدة من عام ١٨٨٠ إلى عام ١٩٢٠ وعام ١٩٦٠ إلى عام ١٩٩١.

- تشير التقديرات إلى أن التغيير التجميعي في التأثير الإشعاعي للعاملين الطبيعيين الرئيسيين (التغير الشمسي والأهباء الجوية البركانية) هو أثر سالب خلال العقدين الماضيين وربما العقود الأربعة الماضية.

تزايد الثقة في قدرة النماذج على إسقاط المناخات المستقبلية

يتعين وضع نماذج مناخية معقدة تستند إلى قواعد مادية لتوفير تقديرات مفصلة للمعلومات حول الإنعكاسات المرتقبة والجوانب الإقليمية. غير أن هذه النماذج لا تستطيع بعد أن تحاكى جميع جوانب المناخ (إذ انها مثلا لا تستطيع أن تعتمد بالكامل بعد على الاتجاه الملاحظ في الفروق في درجة حرارة السطح – التروبوسفير منذ ١٩٧٩) كما أن هناك عدم يقين خاص يرتبط بالسحب وتفاعلها مع الاشعاعات والهباء. ومع ذلك، تحسنت الثقة في قدرة هذه النماذج على توفير إسقاطات مفيدة حول المناخات المستقبلية نتيجة لأدائها الواضح في سلسلة من المقاييس المكانية والزمنية.

- تحسن فهم العمليات المناخية وتمثيلها في النماذج المناخية بما في ذلك بخار الماء وديناميات الجليد البحري وانتقال حرارة المحيطات.

- تؤدي بعض النماذج الحديثة إلى محاكاة للمناخ الحالي تبعث على الرضا دون الحاجة إلى تعديلات غير فيزيائية للتدفقات الحرارية والمائية في السطح البيني الفاصل بين المحيطات والغلاف الجوي المستخدم في النماذج السابقة .

- أنتجت عمليات المحاكاة التي تتضمن تقديرات للتأثيرات الطبيعية والبشرية المنشأ تغييرات كبيرة مرصودة في درجة حرارة الهواء السطحي خلال القرن العشرين (الشكل ٤). غير أن المعطيات حول بعض العمليات والتأثيرات الاضافية قد لا تكون قد أدرجت في النماذج. ومع ذلك يمكن استخدام الاتساق واسع النطاق بين النماذج والارصادات لتوفير مراجعة مستقلة على معدلات الاحترار المسقطة خلال العقود القليلة القادمة في إطار سيناريو معين للانبعاثات الغازية.

- تحسنت بعض جوانب المحاكاة النموذجية لظاهرة التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو الجنوبي (ENSO) والرياح الموسمية في شمال المحيط الأطلسي فضلا عن بعض فترات المناخ السابقة.

هناك الآن شواهد جديدة وأقوى على أن معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الأخيرة يعزى الى النشاطات البشرية.

خلص تقرير التقييم الثاني (SAR) الى: "أن توازن الشواهد المتاحة يشير إلى وجود تأثير بشري يمكن معاينته في المناخ العالمي". كما لاحظ ذلك التقرير أن العلامات على التأثير البشري المنشأ لا تزال تصدر من خلفية التقلبات المناخية الطبيعية. ومنذ صدور هذا التقرير، تحقق تقدم في الحد من أوجه عدم اليقين وخاصة فيما يتعلق بتمييز وتحديد حجم الاستجابات لمعظم المؤثرات الخارجية بصورة كمية. وعلى الرغم من أن الكثير من مصادر عدم اليقين التي حددت في تقرير التقييم الثاني مازالت قائمة إلى حد ما، فإن ثمة شواهد جديدة وفهم أفضل تؤيد الخروج بنتيجة محدثة.

- هناك سجل لدرجات الحرارة أطول مدى ويخضع لتفحص أوثق كما أن هناك تقديرات نموذجية جديدة للتقلبية. ومن غير المرجح[٧] بدرجة كبيرة أن يكون الاحترار خلال المائة عام الماضية راجعا إلى تقلبية داخلية فقط على النحو الذي قدرته النماذج الحالية. فإعادة تشكيل البيانات المناخية الخاصة بالألف عام السابقة (الشكل ١(ب)) تشير أيضا إلى أن هذا الاحترار كان غير عادي ومن غير المرجح أن يكون طبيعيا كليا في أساسه.

- هناك تقديرات جديدة لاستجابة المناخ للتأثير الإشعاعي الطبيعي والبشري المنشأ كما تم استخدام تقنيات جديدة للكشف. وتعثر دراسات الكشف والعزو، بشكل متناسق، على شواهد ومؤشرات بشرية المنشأ في سجل المناخ خلال السنوات ٣٥–٥٠ الأخيرة.

- ولا تفسر محاكاة الاستجابة للتأثيرات الاشعاعية الطبيعية وحدها، (أي الاستجابة الشمسية وثورات البراكين) الاحترار الذي حدث في النصف الثاني من القرن العشرين (انظر الشكل ٤(أ) مثلا)، غير أنها تشير إلى أن التأثيرات الاشعاعية الطبيعية قد تكون قد لعبت دورا في الاحترار المرصود للإشعاعات في النصف الأول من القرن العشرين.

- يمكن التعرف على تأثير غازات الدفيئة البشرية المنشأ على مدى السنوات الخمسين الماضية على الرغم من أوجه عدم اليقين التي تكتنف التأثيرات الاشعاعية الأخرى الناجمة عن هباء الكبريت البشري المنشأ والعوامل الطبيعية (البراكين والاشعاع الشمسي). فالتأثير الاشعاعي للكبريتات ساد طوال هذه المدة على الرغم من أوجه عدم اليقين التي تحيط به ومن ثم لا يمكن أن تفسر الاحترار كما أن التغيرات الطارئة على التأثير الإشعاعي الطبيعي خلال معظم هذه المدة سالبة حسب التقديرات. ومن غير المرجح أن تفسر الاحترار.

- يمكن الآن لدراسات الرصد والعزو التي تقارن التغييرات النموذجية بمعطيات السجلات المرصودة أن تراعي جوانب عدم اليقين في حجم الاستجابة النموذجية للتأثيرات الخارجية وخاصة تلك التي ترجع إلى عدم اليقين في حساسية المناخ.

- تجد معظم هذه الدراسات أن المعدل والنسبة التقديريين للاحترار، خلال الخمسين عاما الماضية، الناجمين عن زيادة تركيزات غازات الدفيئة وحدها يماثلان الاحترار المرصود أو أكبر منه. وعلاوة على ذلك، فإن معظم التقديرات النموذجية التي تأخذ في الحسبان غازات الدفيئة وهباء الكبريت تتساوق مع الرصدات في تلك الفترة.

- وجد أفضل توافق بين المحاكاة النموذجية والمعطيات المسجلة خلال المائة والأربعين عاما الماضية عندما تجتمع جميع عوامل التأثيرات الطبيعية والبشرية المنشأ المشار إليها أعلاه على النحو الوارد في الشكل ٤ ج. وتبين هذه النتائج أن التأثيرات المدرجة تكفي لتفسير التغييرات المرصودة إلا أنها لا تستبعد احتمال أن ثمة تأثيرات أخرى قد تكون قد أسهمت في ذلك.

وفى ضوء القرائن الجديدة، وبعد مراعاة جوانب عدم اليقين المتبقية، من المرجح [٧] أن يكون معظم الاحترار المرصود خلال المائة والخمسين عاما الماضية ناجما عن زيادة تركيزات غاز الدفيئة.

وعلاوة على ذلك، من المرجح بدرجة كبيرة[٧] أن يكون الاحترار الذي حدث في القرن العشرين قد أسهم اسهاما كبيرا في الارتفاع المرصود في مستوى سطح البحر من خلال الزيادة الحرارية لمياه البحر وخسارة الجليد الأرضي على نطاق واسع. وتتساوق الرصدات والنماذج، في إطار جوانب عدم اليقين الحالية في الإشارة إلى نقص التسارع الكبير في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين.

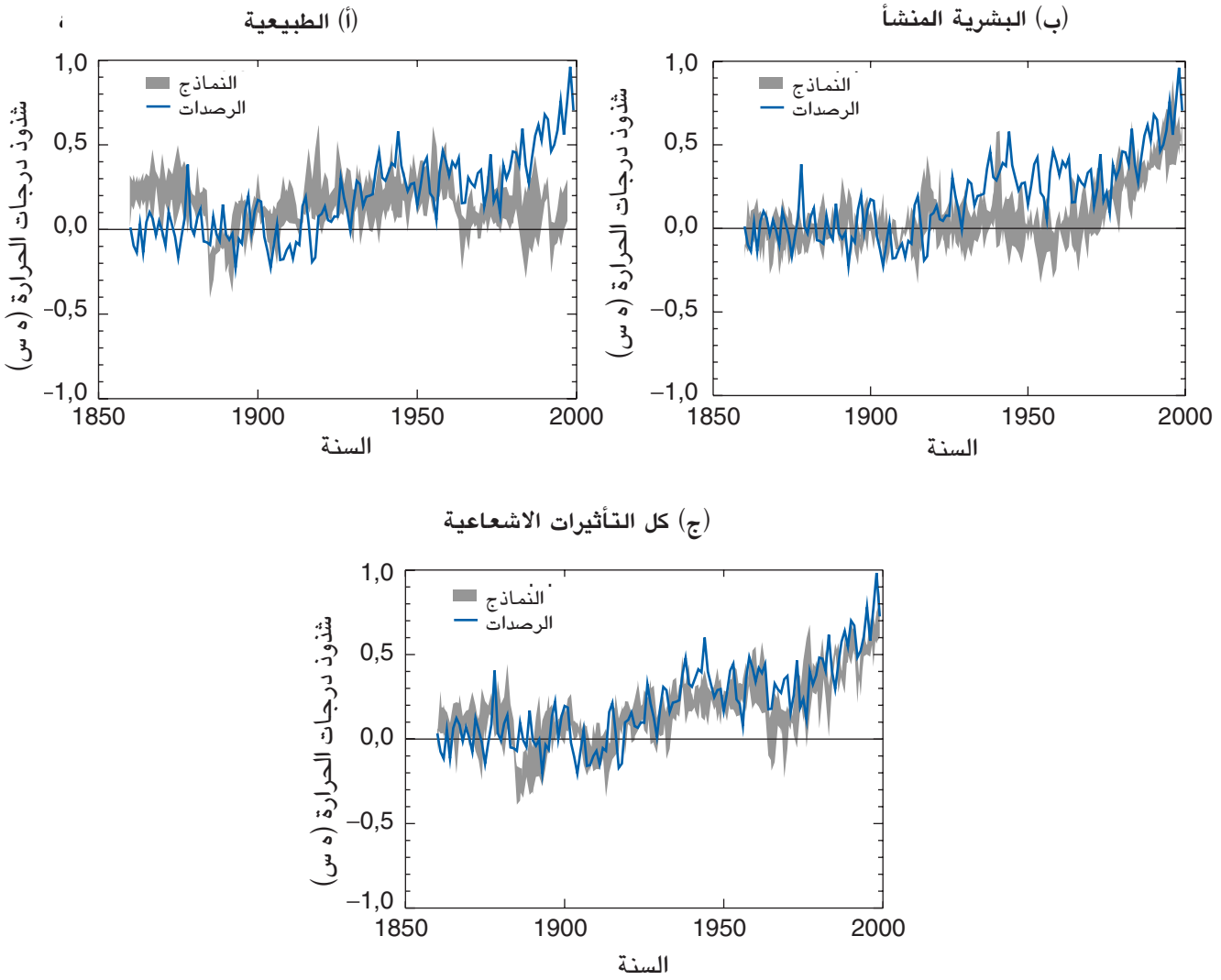
التأثيرات البشرية ستستمر في تغيير تركيب الغلاف الجوي طوال القرن الحادي والعشرين

تم استخدام نماذج مناخية لإجراء إسقاطات للمناخ في المستقبل تقوم على سيناريوهات غازات الدفيئة والأهباء الجوية الواردة في التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن سيناريوهات الانبعاثات (الشكل ٥). وقد وضعت هذه السيناريوهات لتحديث تلك التي وضعتها الهيئة الحكومية الدولية عام ١٩٩٢(IS92a) والتي استخدمت في تقرير التقييم الثاني وقد عرضت هنا لأغراض المقارنة في بعض الحالات .

غازات الدفيئة

- من شبه المؤكد [٧] أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري ستكون العامل المؤثر المهيمن على الاتجاهات التي ستسود تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي خلال القرن الحادي والعشرين. وبتزايد تركيز هذا الغاز في الغلاف الجوي، ستمتص المحيطات واليابسة نسبة تتدنى تدريجيا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ. وعلى ذلك، فإن التغذية المرتدة للتأثير الصافي لمناخ اليابسة والمحيطات على النحو الذي تبينه النماذج يشير إلى زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون البشري المنشأ المسقط من خلال تدني امتصاص المحيطات واليابسة لهذا الغاز.

- بحلول عام ٢١٠٠، تتوقع نماذج دورة الكربون حدوث تركيزات لثاني أكسيد الكربون تتراوح بين ٥٤٠ و٩٧٠ جزءا في المليون في سيناريوهات التقرير الخاص SRES لسيناريوهات الانبعاثات (٩٠ الى ٢٥٠ ٪ عن التركيز البالغ ٢٨٠ جزءا في المليون عام ١٧٥٠) . الشكل ٥ (ب). وتشمل هذه الاسقاطات التغذية المرتدة لمناخ اليابسة والمحيطات. ويسبب عدم اليقين وخاصة عن حجم التغذية المناخية المرتدة من الغلاف الجوي الأرضي فروقا تتراوح بين −١٠ و+٣٠ ٪ في كل سيناريو. ويبلغ النطاق بأكمله ٤٩٠ إلى ١ ٢٦٠ جزءا في المليون (٧٥ إلى ٣٥٠ ٪ عن تركيز عام ١٧٥٠).



الشكل ٤: محاكاة تغيرات درجات حرارة الأرض ومقارنة النتائج بالتغيرات المقيسة يمكن أن تعطي مؤشرات على الأسباب الكامنة وراء التغيرات الكبرى.

يمكن استخدام نموذج مناخي ما لمحاكاة التغيرات في درجات الحرارة التي تحدث نتيجة لأسباب طبيعية ولأسباب بشرية المنشأ على حد السواء. والمحاكاة الممثلة بنطاق في الشكل (أ) تمت مع تأثيرات إشعاعية طبيعية فقط: أي بتغير الاشعاع الشمسي وبالنشاط البركاني. وعمليات المحاكاة المشمولة بنطاق في الشكل (ب) جرت مع تأثيرات إشعاعية بشرية المنشأ: غازات الدفيئة وتقديرات للأهباء الجوية الكبريتية، أما عمليات المحاكاة المشمولة بالنطاق في الشكل (ج) فقد جرت مع كل من التأثيرات الاشعاعية الطبيعية والتأثيرات الإشعاعية البشرية المنشأ على السواء. وانطلاقا من الشكل (ب) يمكن أن نرى أن إدراج التأثيرات الاشعاعية البشرية المنشأ يعطي تفسيرا مقنعا لجزء كبير من التغيرات الطارئة على درجات الحرارة المرصودة على مدى القرن الماضي، الا أن أفضل نتيجة فيما يتعلق بالرصدات يتم الحصول عليها في الشكل (ج) حين يتم إدراج كل من العوامل الطبيعية والعوامل البشرية المنشأ على حد السواء. والنطاقات الخاصة بنتائج النماذج الممثلة هنا جاءت نتيجة لتجربة النموذج ذاته أربع مرات. ويحصل على النتائج ذاتها بتطبيق نماذج أخرى مع التأثير الإشعاعي البشري المنشأ .

[استنادا الى الفصل ١٢ والشكل ١٢-٧]

- يمكن أن تؤثر التغييرات في استخدام الأراضي في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. واذا افترض أنه يمكن إعادة كل الكربون الذي أطلق حتى اليوم نتيجة للتغييرات في استخدام الأراضي إلى الغلاف الحيوي الأرضي (عن طريق التشجير مثلاً) خلال القرن، فإن من الممكن خفض تركيز هذا الغاز بما يتراوح بين ٤٠ و٧٠ جزءا في المليون.

- تتباين الحسابات النموذجية لتركيزات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون بحلول عام ٢١٠٠ تباينا كبيرا عبر سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص (SRES) حيث يتغير الميثان (CH_4) بما يتراوح بين −١٩٠ و+ ١٩٧٠ (التركيز الحالي ١٧٦٠ جزءا في البليون) وثاني أكسيد الكربون (N_2O) بما يتراوح بين +٣٨ الى +١٤٤ جزءا في البليون (التركيز الحالي ٣١٦ جزءا في المليون)، وتغير مجموع طبقة الأوزون التروبوسفير بما يتراوح بين −١٢ و+٦٢٪ وحددت تغييرات واسعة النطاق في تركيزات سادس فلوريد الكبريت، و PCsوهيدروكلوريد الكربون، وكلها بالنسبة لعام ٢٠٠٠ وفي بعض السيناريوهات، تصبح طبقة الأوزون التروبوسفيري عامل تأثير إشعاعي هام مثلها مثل الميثان، وسوف تهدد، فوق أجزاء كبيرة من نصف الكرة الأرضية الشمالي تحقيق الأهداف الحالية لجودة الهواء.

- سيكون من الضروري خفض انبعاثات غازات الدفيئة والغازات التي تتحكم في تركيزاتها حتى يمكن استقرار التأثير الاشعاعي. فعلى سبيل المثال، فإن نماذج دورة الكربون تشير، بالنسبة لأهم غازات الدفيئة بشرية المنشأ، إلى أن استقرار تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند ٤٥٠ و٦٥٠ و١٠٠٠ جزء في المليون يتطلب خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشري المنشأ إلى ما دون مستويات ١٩٩٠ في غضون بضعة عقود وقرن واحد أو نحو قرنين على التوالي، وأن تستمر في الانخفاض باطراد بعد ذلك. وسوف يتعين، في نهاية المطاف، خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى جزء صغير جدا من الانبعاثات الحالية.

الأهباء الجوية

- تشمل سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص (SRES) احتمالات حدوث حالات زيادة أو نقصان في الأهباء الجوية البشرية المنشأ (أهباء الكبريتات (الشكل ٥ ج) وأهباء الكتلة الاحيائية وأهباء الكربون العضوي) اعتمادا على حجم استخدام الوقود الاحفوري وسياسات خفض الانبعاثات المسببة للتلوث. وبالإضافة إلى ذلك، تشير الإسقاطات إلى زيادة الأهباء الجوية الطبيعية (مثل ملح البحر والغبار والانبعاثات المؤدية إلى إصدار أهباء الكبريتات وأهباء الكربون) نتيجة للتغيرات في المناخ.

التأثير الإشعاعي طوال القرن الحادي والعشرين

- تورد سيناريوهات الانبعاثات في التقرير الخاص (SRES) أن المتوسط العالمي للتأثير الإشعاعي الناجم عن غازات الدفيئة سيستمر في الارتفاع طوال القرن الحادي والعشرين حيث تشير الإسقاطات إلى أن الجزء الناجم عن ثاني أكسيد الكربون سيزيد من أكثر من النصف في الوقت الحاضر إلى نحو ثلاثة الأرباع. وتشير التقديرات إلى أن التغيير في التأثير الإشعاعي المباشر وغير المباشر أضأل من حيث الحجم من التأثير الإشعاعي الناجم عن ثاني أكسيد الكربون.

من المتوقع أن يرتفع متوسط درجة الحرارة في العالم ومستوى سطح البحر حسب كل سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص (SRES)

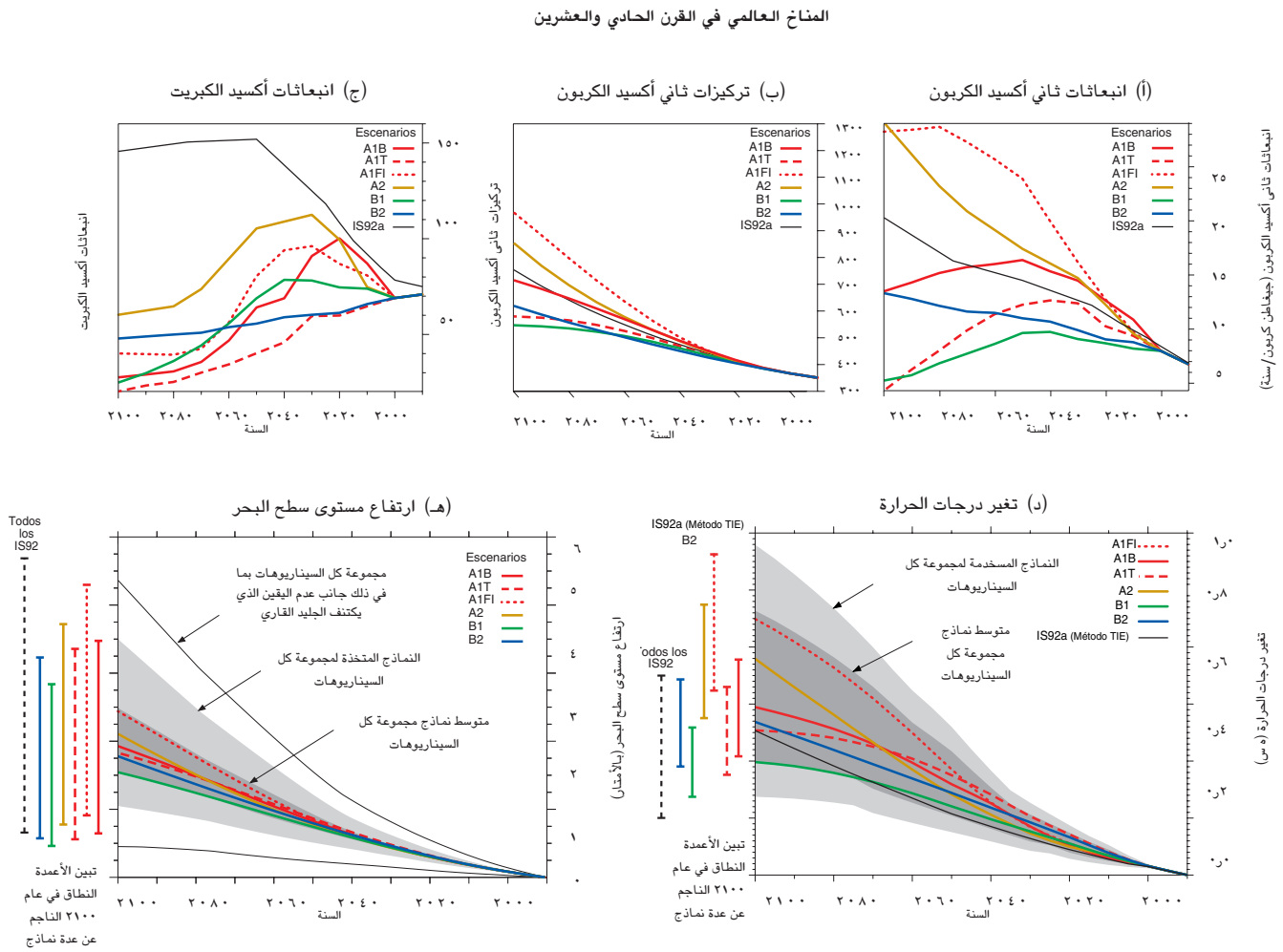
لإجراء إسقاطات للمناخ في المستقبل، تضم النماذج الانبعاثات الماضية والمقبلة لغازات الدفيئة والأهباء الجوية. وبالتالي فإنها تشمل تقديرات للاحترار حتى اليوم وجزءا من الاحترار في المستقبل الناجم عن الانبعاثات الماضية.

درجات الحرارة

- يقدر أن المتوسط العالمي لدرجة حرارة الهواء السطحي قد زادت بما يتراوح بين ١,٤ و٥,٨ ه س (الشكل ٥(د)) خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠. وهذه النتائج تشمل جميع السيناريوهات الخمسة والثلاثين الواردة في تقرير التقييم الثاني استنادا إلى عدد من نماذج المناخ(١٠) (١١).

(١٠) تعتبر نماذج المناخ المعقدة المستندة إلى النواحي الفيزيائية الأداة الرئيسية لاسقاطات تغير المناخ في المستقبل. وحتى يمكن استكشاف كامل نطاق السيناريوهات، استكملت هذه بنماذج مناخية بسيطة ضخمت لاعطاء استجابة في درجات الحرارة ومستوى سطح البحر تعادل تلك المستخلصة من النماذج المناخية المعقدة. ويتم الحصول على هذه الاسقاطات باستخدام نموذج مناخي بسيط يتم تكبير حساسية المناخ وامتصاص حرار المحيط منه إلى مستوى كل نموذج من النماذج المعقدة السبعة. وتتراوح حساسية المناخ المستخدمة في النموذج البسيط بين ١,٧ و٤,٢ ه س وهو ما يماثل النطاق المقبول عموما البالغ ١,٥ إلى ٤,٥ ه س.

(١١) هذا النطاق لا يشمل عدم اليقين في وضع نماذج التأثير الإشعاعي مثل عدم اليقين المحيط بتأثير الهباء. وأدرجت تغذية مرتدة مناخية صغيرة من دورة الكربون.



الشكل ٥ : المناخ العالمي في القرن الحادي والعشرين سيتوقف على التغيرات الطبيعية واستجابة النظام المناخي للأنشطة البشرية.

يمكن للنماذج المناخية أن تحاكي استجابة عدد كبير من متغيرات المناخ، مثل الزيادات في درجة الحرارة السطحية في العالم ومستوى سطح البحر، لمختلف سيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة وغيرها من الانبعاثات ذات العلاقة بالنشاط البشري. ويبين الشكل (أ) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الواردة في السيناريوهات التوضيحية الستة في التقرير الخاص (SRES) والتي يجري تلخيصها في الإطار الوارد صفحة ٢٨ بالإضافة إلى السيناريو (أ) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعام ١٩٩٢ (IS92a) لأغراض المقارنة مع تقرير التقييم الثاني .(SAR) ويبين (ب) تركيزات ثاني أكسيد الكربون المسقطة ويبين (ج) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة للأنشطة البشرية. وقد أدرجت انبعاثات سائر الغازات والأهباء الجوية في النموذج ولكنها لا ترد في الشكل. ويبين (د) و(هـ) درجة الحرارة المسقطة واستجابات مستوى سطح البحر على التوالي. وتشير "النماذج المتعددة لمجموعة كل السيناريوهات" في (د) و(هـ) إلى درجة الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر على التوالي انطلاقا من نموذج بسيط عندما يتم توليفه مع عدد من النماذج المعقدة بسلسلة من الحساسيات المناخية. وتشير "مجموعة كل السيناريوهات" إلى سلسلة السيناريوهات الخمسة والثلاثين في التقرير الخاص. وتشير هذه العبارة إلى المتوسط المأخوذ من هذه النماذج لسلسلة السيناريوهات. ويلاحظ أن الاحترار وارتفاع مستوى سطح البحر الناجمان عن هذه الانبعاثات سيستمران بعد عام ٢١٠٠ بوقت طويل. كما يلاحظ أن هذه السلسلة لا تأخذ في الاعتبار عدم اليقين ذي الصلة بالتغييرات الجليدية الدينامية للسطح الجليدي في غرب أطلسي أو حالات عدم اليقين في إسقاط الهباء غير الكبريتي وتركيزات غازات الدفيئة [استنادا إلى (أ) الفصل الثالث الشكل ٣-١٢ و(ب) الفصل ٣ والشكل ٣-١٢ (جـ) الفصل الخامس الشكل ٥-١٣ و(ج) الفصل التاسع والشكل ٩-١٤ و(هـ) الفصل الحادي عشر والشكل ١١-١٢ والمرفق الثاني .]

- يقدر أن الزيادات في درجات الحرارة ستكون أكبر مما ورد في تقرير التقييم الثاني والتي كانت نحو ١,٠ إلى ٣,٥ ° س استنادا إلى السيناريوهات الستة التي وضعتها الهيئة الحكومية الدولية عام ١٩٩٢. ويعزى الارتفاع المسقط في درجات الحرارة واتساع نطاقها بالدرجة الأولى إلى انخفاض الانبعاث المسقطة لثاني أكسيد الكبريت في سيناريوهات التقرير الخاص بالمقارنة بسيناريوهات الهيئة الحكومية الدولية.

- والمعدل المسقط للاحترار أكبر بكثير من التغييرات المرصودة خلال القرن العشرين، ومن المرجح بدرجة كبيرة [٧] أن يكون هذا المعدل غير مسبوق خلال العشرة آلاف عام الماضية استنادا إلى بيانات المناخ التارخية.

- ويمكن، على أساس نطاقات زمنية لبضعة عقود، استخدام المعدل المرصود الحالي للاحترار لتقييد الاستجابة المسقطة لسيناريوهات انبعاثات معينة على الرغم من عدم اليقين الذي يحيط بحساسية المناخ. ويشير هذا الأسلوب إلى أن الاحترار الناجم عن الأنشطة البشرية قد يظل في حدود ٠,١ إلى ٠,٢ ° س في العقد الواحد طوال العقود القليلة القادمة في إطار سيناريو الهيئة الحكومية الدولية لعام ١٩٩٢ وهو ما يماثل السلسلة المقابلة للإسقاطات الخاصة بالنموذج البسيط المستخدم في الشكل ٥ د.

- استنادا إلى عمليات المحاكاة النموذجية العالمية الأخيرة، من المرجح بشدة أن ترتفع درجة حرارة جميع المناطق الأرضية بسرعة أكبر من المتوسط العالمي وخاصة تلك الخاصة الواقعة عند الخطوط القطبية الشمالية في الموسم البارد. وأجدر شئ بالملاحظة هو الاحترار في المناطق الشمالية من أمريكا الشمالية، وشمالي ووسط آسيا الذي يتجاوز المتوسط العالمي للاحترار بأكثر من ٤٠ في المائة في كل نموذج. وعلى العكس من ذلك، فإن الاحترار أقل من تغير المتوسط العالمي في جنوب وجنوب شرق آسيا في الصيف، وفي جنوبي أمريكا الجنوبية في الشتاء.

- يتوقع في كثير من النماذج أن تستمر الاتجاهات الأخيرة التي تشير الى أن درجة الحرارة السطحية سوف تصبح أكثر تماثلا مع ظاهرة النينيو في المناطق المدارية من المحيط الهادئ مع زيادة احترار المناطق المدارية الشرقية من المحيط الهادئ عنها في المناطق المدارية الجنوبية منه، مع تحول مقابل إلى الشرق في التهطل.

التهطال

- من المتوقع أن يزداد المتوسط العالمي من بخار الماء والتهطال خلال القرن الحادي والعشرين استنادا إلى عمليات محاكاة النماذج العالمية في الآونة الأخيرة. ومن المرجح أن يزداد التهطال فوق مناطق خطوط العرض الوسطى الشمالية وخطوط العرض القطبية في المنطقة القطبية الجنوبية في فصل الشتاء خلال النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين. وفى مناطق خطوط العرض الاستوائية ستحدث حالات زيادة وحالات نقصان على السواء في مناطق اليابسة، ومن المرجح بشدة حدوث تباينات في التهطال من سنة لأخرى في معظم المناطق حيث يتوقع زيادة متوسط التهطال.

الأحوال الجوية المتطرفة

يتضمن الجدول ١ تقييما للثقة في التغييرات المرصودة في الأحوال الجوية والمناخية المتطرفة خلال النصف الثاني من القرن العشرين (العمود إلى اليسار)، وفى التغييرات المسقطة خلال القرن الحادي والعشرين (العمود إلى اليمين). ويعتمد هذا التقييم على دراسات الرصد ووضع النماذج فضلا عن المعقولية الفيزيائية للاسقاطات المتعلقة بالمستقبل في جميع السيناريوهات المستخدمة عموما كما يستند الى تقديرات الخبراء[٧] .

- أما بالنسبة للظواهر المتطرفة الأخرى التي للكثير منها تأثيرات هامة على البيئة والمجتمع، فلا تتوافر الآن معلومات كافية لتقييم الاتجاهات الأخيرة، وتفتقر النماذج المناخية إلى التفاصيل المكانية اللازمة لوضع إسقاطات موثوق بها. فعلى سبيل المثال، فإن ظاهرة صغيرة للغاية مثل العواصف الرعدية والأعاصير والبرد والبرق لا تجرى محاكاتها في النماذج المناخية.

النينيو

- تقل الثقة في إسقاطات التغييرات في وتيرة ونطاق أحداث النينيو وأنماطها المكانية في المناطق المدارية من المحيط الهادئ نتيجة لبعض العيوب في الطريقة التي تم بها محاكاة النينيو في النماذج المعقدة ومدى سلامتها. ولا تبين الإسقاطات الحالية سوى تغيير طفيف أو زيادة بسيطة في نطاق أحداث النينيو خلال المائة عام القادمة.

الجدول ١: تقديرات الثقة في التغييرات المرصودة والمسقطة في الأحوال الجوية والمناخية المتطرفة.

الثقة في التغييرات المرصودة (في النصف الأخير من القرن العشرين)	التغييرات في الظاهرة	الثقة في التغييرات المسقطة (خلال القرن الحادي والعشرين)
مرجح ٧	درجة حرارة قصوى أعلى وأيام أشد حرارة في جميع مناطق اليابسة تقريبا	مرجح ٧
مرجح ٧ جدا	زيادة درجة الحرارة الدنيا وانخفاض عدد أيام البرودة والصقيع في جميع مناطق اليابسة تقريبا	مرجح ٧ جدا
مرجح ٧ جدا	انخفاض نطاق درجات الحرارة النهارية في معظم المناطق	مرجح ٧ جدا
مرجح ٧ فوق الكثير من المناطق	زيادة مؤشر الحرارة (١٢) في مناطق اليابسة وتزايد شدة التهطال (ب)	مرجح ٧ جدا فوق بعض المناطق
مرجح ٧ فوق الكثير من مناطق نصف الكرة الأرضيةالشمالي ومناطق اليابسة متوسطة الارتفاع والقطبية	زيادة أحداث التهطال الأكثر شدة	مرجح ٧ جدا فوق الكثير من المناطق
مرجح ٧ في عدد قليل من المناطق	زيادة الجفاف القاري الصيفي وما يرتبط بذلك من مخاطر الجفاف	مرجح ٧ في معظم المناطق الداخلية القارية متوسطة الارتفاع. (نقص الاسقاطات المتسقة في المناطق الأخرى)
لم ترصد في التحاليل القليلة المرصودة	زيادة عنف الرياح الأعاصيرية المدارية (ج)	مرجح ٧ فوق بعض المناطق
بيانات غير كافية للتقييم	زيادة متوسط الأعاصير المدارية وشدة كميات التهطال القصوى	مرجح ٧ فوق بعض المناطق

(أ) لمزيد من التفاصيل، انظر الفصل الثاني (الرصدات) والفصل التاسع (الاسقاطات).

(ب) بالنسبة للمناطق الأخرى إما أن البيانات غير كافية أو التحليلات متناقضة.

(ج) التغييرات المناخية والمستقبلية في مواقع الأعاصير المدارية ووتيرتها غير مؤكدة.

(١٢) مؤشر الحرارة: توليفة من درجات الحرارة والرطوبة لقياس التأثيرات على راحة البشر.

- وحتى في حالة التغييرات الطفيفة أو عدم حدوث تغييرات على الاطلاق في نطاق النينيو، من المرجح أن يؤدي احترار العالم إلى زيادة حالات التطرف في الجفاف والأمطار الغزيرة وزيادة مخاطر الجفاف والفيضانات التي تواكب أحداث النينيو في كثير من المناطق المختلفة.

الأمطار الموسمية

- من المرجح[٧] أن يؤدي الاحترار المرتبط بزيادة تركيزات غازات الدفيئة إلى زيادة تقلبية التهطال الموسمي الصيفي في آسيا. وتتوقف التغييرات في متوسط مدة الأمطار الموسمية وقوتها على تفاصيل سيناريو الانبعاثات. والثقة في هذه الإسقاطات محدودة أيضا بمدى محاكاة النماذج المناخية لتفاصيل التطورات الفصلية للأمطار الموسمية.

دوران الغلاف الجوي والمحيطات

- معظم النماذج تبين حدوث بعض الضعف في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي مما يؤدي إلى انخفاض نقل الحرارة إلى حطوط العرض القطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي. غير أنه حتى في النماذج التي يضعف فيها ذلك الدوران فإن الاحترار يظل فوق أوروبا نتيجة لازدياد غازات الدفيئة. ولا تبين الإسقاطات الحالية باستخدام النماذج المناخية توقفا كاملا لذلك الدوران عام ٢١٠٠. أما فيما يتجاوز هذا التاريخ، قد يتوقف الدوران المذكور تماما وربما دون عودة سواء في نصفي الكرة الأرضية اذا كان التغيير في التأثير الاسقاطي جيدا وساريا منذ فترة طويلة.

الثلج والجليد

- من المتوقع أن يزداد معدل انحسار الغطاء الثلجي ورقعة الجليد البحري في نصف الكرة الأرضية الشمالي.

- ستواصل الكتل الجليدية والقلنسوات الجليدية انحسارها على نطاق واسع خلال القرن الحادي والعشرين.

- من المرجح أن تزداد الصفيحة الجليدية في المنطقة القطبية الجنوبية نتيجة لتزايد التهطال، في حين يحتمل أن تفقد الصفحة الجليدية في جرينلاند جزءا منها نتيجة لأن الزيادة في جريان المياه ستفوق الزيادة في التهطال.

- أعرب عن القلق إزاء استقرار الصفيحة الجليدية في غربي المنطقة القطبية الجنوبية حيث أنها توجد تحت سطح البحر. غير أن من المتفق عليه على نطاق واسع الآن أن من غير المرجح بدرجة كبيرة أن تؤدي خسارة الجليد إلى ارتفاع شديد في مستوى البحر من هذا المصدر خلال القرن الحادي والعشرين على الرغم من عدم الفهم الكامل بعد لديناميته وخاصة لوضع الإسقاطات على أساس طويل الأجل.

مستوى سطح البحر

- يتوقع أن يرتفع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بما يتراوح بين ٠,٩ و٠,٨٨ متر خلال الفترة الممتدة بين ١٩٩٠ و٢١٠٠ وذلك في جميع سيناريوهات التقرير الخاص. ويعزى ذلك بالدرجة الأولى إلى الزيادة الحرارية وخسارة أجزاء من الكتل الجليدية والقلنسوات الجليدية (الشكل ٥ هـ). ويتراوح نطاق الزيادة في مستوى سطح البحر الوارد في تقرير التقييم الثاني بين ٠,١٣ و٠,٩٤ متر استنادا الى سيناريوهات الهيئة الحكومية الدولية لعام ١٩٩٢. وعلى الرغم من إسقاطات ارتفاع التغيير في درجات الحرارة في هذا التقييم، فإن إسقاطات مستوى سطح البحر أقل بصورة طفيفة وذلك بالدرجة الأولى نتيجة لاستخدام نماذج محسنة تعطي مساهمات أقل من الكتل والقلنسوات الجليدية.

تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية سيستمر عدة قرون

- لانبعاثات غازات الدفيئة (ثاني أكسيد الكربون وأكسيد الكبريت و PFSs, SF6 ، أثر دائم على تركيب الغلاف الجوي، والتأثير الاشعاعي، والمناخ. فعلى سبيل المثال، فإنه بعد عدة قرن من حدوث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مازال نحو ربع الزيادة في تركيز هذا الغاز الناجمة عن هذه الانبعاثات موجودا في الغلاف الجوي.

- بعد تثبيت تركيزات غازات الدفيئة، سوف يرتفع متوسط درجات الحرارة السطحية للعالم بمعدل لا يتجاوز بضعة أعشار درجة في القرن الواحد بدلا من عدة درجات في القرن الواحد على النحو المتوقع للقرن الحادي والعشرين دون تثبيت. فكلما انخفض المستوى الذي تثبت عنده التركيزات، قل التغير في مجموع درجة الحرارة.

- يتوقع أن يستمر المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية ومستوى سطح البحر في الارتفاع نتيجة للتمدد الحراري في المحيط لمئات السنين بعد التمكن من تثبيت تركيزات غازات الدفيئة (حتى عند المستوى الحالي) نظرا لطول المدد الزمنية التي تتطلبها المحيطات العميقة لتتكيف مع تغير المناخ.

- ستواصل الصفيحات الجليدية التفاعل مع احترار المناخ والمساهمة في ارتفاع مستوى سطح البحر لآلاف السنين بعد استقرار المناخ. وتشير النماذج المناخية إلى أن من المحتمل [٧] حدوث ارتفاع في درجات الحرارة المحلية فوق جرينلاند يزيد بنحو مرة إلى ٣ مرات عن المتوسط العالمي. وتتوقع نماذج الصفيحات الجليدية أن الاحترار المحلى بأكثر من ٥٣ س إذا ما استمر لآلاف السنين سيؤدي إلى ذوبان كلي تقريبا للغطاء الجليدي في جرينلاند مما سيؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو ٧ أمتار.

- تشير نماذج دينامية الجليد الحالية إلى أن الصفيحة الجليدية لمنطقة غربي القطب الجنوبي يمكن أن تسهم بما يصل إلى ٣ أمتار في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال الألف سنة القادمة، إلا أن هذه النتائج تعتمد اعتمادا كبيرا على افتراضات نموذجية بشأن سيناريوهات تغير المناخ ودينامية الجليد وغير ذلك من العوامل.

ثمة حاجة إلى مزيد من الإجراءات لمعالجة الثغرات الباقية في المعلومات والفهم

هناك حاجة إلى مزيد من البحوث لتحسين القدرة على رصد وعزو وفهم تغير المناخ، والحد من عدم اليقين ووضع الإسقاطات بشأن تغيرات المناخ في المستقبل. وثمة حاجة، على وجه الخصوص لرصدات منظمة ومستمرة إضافية، ووضع نماذج وإجراء دراسات. ويسود قلق بالغ إزاء نقص شبكات الرصد. وفيما يلي مجالات للعمل تحظى بأولوية متقدمة.

- الرصدات وإعادة البناء على أسس منتظمة:
  - وضع حد للتدهور في شبكات الرصد في أنحاء كثيرة من العالم.
  - دعم وتوسيع الأساس الرصدي الذي تقوم عليه الدراسات المناخية لإعطاء بيانات دقيقة طويلة الأجل متساوقة بما في ذلك تنفيذ استراتيجية للرصدات العالمية المتكاملة.
  - تعزيز عمليات إعادة البناء الخاصة بالفترات المناخية السابقة.
  - تحسين رصدات التوزيع المكاني لغازات الدفيئة والهباء
- وضع النماذج ودراسات العمليات
  - تحسين فهم الآليات والعوامل المؤدية إلى تغيير التأثيرات الاشعاعية.
  - فهم وتحديد سمات العمليات الهامة الباقية دون حل والتغذية المرتدة الفيزيائية منها والكيماوية الجغرافية الاحيائية في النظام المناخي.
  - تحسين طرق التحديد الكمي لحالات عدم اليقين في إسقاطات وسيناريوهات المناخ بما في ذلك المحاكات التجميعية طويلة الأجل باستخدام النماذج المعقدة.
  - تحسين الهيكل الهرمي المتكامل للنماذج المناخية العالمية والإقليمية بالتركيز على محاكاة التقلبية المناخية والتغيرات المناخية الإقليمية والأحداث المتطرفة.
  - إقامة روابط أكثر فعالية بين النماذج المناخية والنظم الفيزيائية الكيميائية الجغرافية الاحيائية ومن ثم تحسين الترابط مع أوصاف النشاطات البشرية.

وتتخلل هذه النقاط الأساسية احتياجات حاسمة تتعلق بتعزيز التعاون والتنسيق على المستوى الدولي للنهوض باستخدام الموارد العلمية والحاسوبية والرصدية. كما ينبغي أن يروج ذلك لتبادل البيانات فيما بين العلماء دون قيود. وثمة حاجة خاصة تتمثل في زيادة القدرات الرصدية والبحثية في كثير من المناطق وخاصة في البلدان النامية. وأخيرا، فإن هناك ضرورة مستمرة، حسبما الهدف من هذا التقييم، إلى بيان أوجه التقدم المحرز في مجال البحوث بأسلوب ذي صلة بعملية صنع القرار.

سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص (SRES)

A1 تصف الوقائع المنظورة وزمرة السيناريوهات A1 عالما مستقبليا ينمو فيه الاقتصاد نموا سريعا جدا ويصل فيه عدد سكان العالم إلى ذروته في منتصف القرن ويتراجع بعد ذلك وتعتمد فيه سريعا تكنولوجيات جديدة عالية الكفاءة. والمواضيع الأساسية التي تنطوي عليها هذه الوقائع المنظورة هي التقارب بين المناطق وبناء القدرات وتزايد التفاعلات الثقافية والاجتماعية وتقلص الفوارق الإقليمية في دخل الفرد تقلصا بالغا. وينقسم السيناريو A1 إلى ثلاث مجموعات تصنف اتجاهات بديلة للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة. وتتمايز مجموعات الزمرة A1 الثلاث في التركيز التكنولوجي: الاستخدام الكثيف للوقود الأحفوري (A1FI) أو استخدام مصادر الطاقة غير الأحفورية (AIT) أو الاستخدام المتوازن لجميع المصادر (AIB) (حيث يعرف الاستخدام المتوازن بأنه عدم الاعتماد بشدة على مصدر بعينه من مصادر الطاقة بافتراض معدلات تحسن متماثلة في جميع تكنولوجيات توفير الطاقة واستخدامها النهائي).

A2 تصف الوقائع المنظورة وزمرة السيناريوهات A2 عالما شديد التغاير. والموضوع الأساسي هنا هو الاعتماد على الذات والحفاظ على الهوية المحلية. وتتقارب أنماط الخصوبة بين المناطق ببطء شديد على نحو يؤدي إلى استمرار تزايد سكان العالم. وتنحو التنمية الاقتصادية منحى إقليميا بصفة رئيسية ويتسم النمو الاقتصادي للفرد والتغير التكنولوجي بالبطء والتجزؤ أكثر مما هو الحال في الوقائع المنظورة الأخرى.

B1 تصف الوقائع المنظورة وزمرة السيناريوهات B1 عالما متقاربا يصل فيه عدد سكان العالم إلى ذروتة في منتصف القرن ويتراجع بعد ذلك، على غرار الزمرة A1، ولكن يصاحب ذلك تغيرات سريعة في الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد قائم على الخدمات والمعلومات وانخفاض الكثافة المادية واعتماد تكنولوجيات نظيفة وفعالة في استخدام الموارد. ويكون التركيز على إيجاد حلول عالمية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك زيادة العدالة دون اتخاذ مبادرات إضافية في مجال المناخ.

B2 تصف الوقائع المنظورة وزمرة السيناريوهات B2 عالما ينصب التركيز فيه على إيجاد حلول محلية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وهو عالم يشهد زيادة مستمرة في السكان بمعدل أدنى مما هو عليه في الوقائع المنظورة A2، كما يشهد مستويات متوسطة من التنمية الاقتصادية، وتغيرا تكنولوجيا أبطأ وأكثر تنوعا مما هو عليه في الوقائع المنظورة B1 و.A1 ولئن كان هذا السيناريو موجها أيضا نحو حماية البيئة وتحقيق العدالة الاجتماعية، فإنه يركز على المستويين المحلي والإقليمي.

وقد اختير سيناريو توضيحي لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات الست A1B وA1FI وA1T وA2 وB1 وB2 وينبغي اعتبار أن كل هذه السيناريوهات سليمة دون تمييز بين بعضها البعض.

ولا يتضمن سيناريو التقرير الخاص أية مبادرات مناخية إضافية مما يعني أنه لم يدرج أي سيناريو يأخذ على عاتقه صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف الانبعاثات المنصوص عليها في بروتوكول كيوتو.

معلومات المصادر: ملخص لواضعي السياسات

يقدم هذا المرفق الإسناد المترافق للموضوعات الواردة في الملخص الخاص بواضعي السياسات (الصفحة والموضوع) مع الأقسام من الفصول الخاصة بالتقرير الكامل الذي يتضمن المعلومات الموسعة عن الموضوع.

مجموعة متعاظمة من الرصدات تعطي صورة إجمالية لعالم ترتفع فيه درجات الحرارة وحدوث تغيرات أخرى في النظام المناخي

الصفحة في الملخص	الإسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول
٣	زاد المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بنحو ٠,٦ درجات سلسيوس طوال القرن العشرين ● الفصل ٢–٢–٢ ● الفصل ٢–٢–٢ ● الفصل ٢–٣ ● الفصل ٢–٢–٢
٥	ارتفعت درجة الحرارة خلال العقود الأربعة الماضية في أدنى ثمانية كيلومترات من الغلاف الجوي ● الفصل ٢–٢–٣ و٢–٢–٤ ● الفصل ٢–٢–٣ و٢–٢–٤ ● الفصل ٢–٢–٣ و٢–٢–٤ و ١–٢–٣–٢
٥	انحسر الغطاء الثلجي والصفحة الجليدية: الفصل٢–٢–٥ والفصل ٢–٢–٦
٥	ارتفاع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر وزيادة محتوى الحرارة في المحيطات ● الفصل ١١–٣–٢ ● الفصل ٢–٢–٢ والفصل ١١–٢–١
٥	حدوث تغييرات في جوانب هامة أخرى من المناخ ● الفصل ٢–٥–٢ ● الفصل ٢–٧–٢ ● الفصل ٢–٢–٢ ● الفصل ٢–٥–٥ ● الفصل ٢–٧–٢ ● الفصل ٢–٦–٢ ● الفصل ٢–٦–٣ ● الفصل ٢–٧–٣ ● الفصل ٢–٧–٣
٦	يبدو أن بعض الجوانب الهامة في المناخ لم تتغير ● الفصل ٢–٢–٢ ● الفصل ٢–٢–٥ ● الفصل ٢–٧–٣ ● الفصل ٢–٧–٣

انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية الناجمة عن الأنشطة البشرية لا تزال تفضي إلى تغير الغلاف الجوي بطرق تؤثر في النظام المناخي

الصفحة في الملخص	الاسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول
٦	عنوان رئيسي "التغيرات في المناخ....." الفصل ١، الفصل ٣–١، الفصل ٤–١، الفصل ٥–١، الفصل ٦–١، ٦–٢، ٦–٩، ٦–١١ و٦–١٣.
٦	تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي وتأثيراتها الإشعاعية استمرت في الزيادة نتيجة للأنشطة البشرية
٦	ثاني أكسيد الكربون: ● الفصل ٣–٣–١ ● الفصل ٣–٣–٢ ● الفصل ٣–٣–٣ و٣–٥–١ ● الفصل ٣–٢–٢، ٣–٢–٣، ٣–٥–١ والجدول ٣–١ ● الفصل ٣–٥–١ و٣–٥–٢ الميثان: ● الفصل ٤–٢–١

الصفحة في الملخص	الإسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول
٦	أكسيد النيتروز: ● الفصل ٤–٢–١ الهالوكربون: ● الفصل ٤–٢–٢ التأثير الإشعاعي من الغازات الممزوجة بصورة جيدة ● الفصل ٤–٢–١ و٦–٣ طبقة الأوزون التروبوسفيرية ● الفصل ٤–٢–٤ و٥–٦
	الهباء البشري المنشأ قصير العمر وينتج في معظم الحالات تأثيرا اشعاعيا سلبيا ● الفصل ٥–٢ و٥–٥–٤ ● الفصل ٥–١ و٥–٢ و٦–٧ ● الفصل ٥–٣–٢ و٥–٤–٣ والفصل ٦–٨
	العوامل الطبيعية قدمت اسهامات ضئيلة في التأثير الاشعاعي طوال القرن الماضي ● الفصل ٦–١١ و٦–١٥–١ ● الفصل ٦–٩ و٦–١٥–١ ● الفصل ٦–١٥–١

الثقة تتزايد في قدرة النماذج على توقع المناخ في المستقبل

الصفحة في الملخص	الإسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول
١٠	عنوان رئيسي: "الأسس الفيزيائية المعقدة المعتمدة" الفصل ٨–٣–٢، ٨–٥–١ ، ٨–١٠–٣ والفصل ١٢–٣–٢
٩	● الفصل ٧–٢–١ و٧–٥–٢ و٧–٦–١ ● الفصل ٨–٤–٢ ● الفصل ٨–٦–٣ والفصل ١–٢–٣–٢ ● الفصل ٨–٥–٥ ، ٨–٧–١ و ٨–٧–٥

توجد شواهد جديدة وقوية على أن منطق الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الماضية يعزى الى النشاطات البشرية

الصفحة في الملخص	**الإسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول**
١٠	عنوان رئيسي: "خلص تقرير التقييم الثاني إلى أن مجموعة القرائن تشير ● الفصل ١٢–٢–٢و ١٢–٤–٣ و١٢–٦ ● الفصل ١٢–٤–١و ١٢–٤–٢و ١٢–٤–٣ و١٢–٦ ● الفصل ١٢–٢–٣و ١٢–٤–١و ١٢–٤–٢و١٢–٤–٣ و ١٢–٦ ● الفصل ١٢–٤–٣ و ١٢–٦ ● الفصل ١٢–٦ ● الفصل ١٢–٤–٣ ● الفصل ١٢–٤–٣ و١٢–٦
١٠	"فى ضوء الشواهد الجديدة ..... الفصل ١٢–٤ و١٢–٦
١٠	وعلاوة على ذلك، من ا لمرجح بشدة ..... الفصل ١١–٤

التأثيرات البشرية ستستمر في تغيير تركيب الغلاف الجوي طوال القرن الحادي والعشرين

الصفحة في الملخص	**الإسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول**
١١	عنوان رئيسي "تم استخدام نماذج بشرية لإجراء إسقاطات للمناخ ... الفصل ٤–٤–٥ والمرفق الثاني
١١	غازات الدفيئة ● الفصل ٣–٧–٣ والمرفق الثاني ● الفصل ٣–٧–١و ٣–٧–٢و٣–٧–٣ والمرفق الثاني

الصفحة في الملخص	الإسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول
	● الفصل ٣–٧–٣ والمرفق الثاني ● الفصل ٣–٢–٢– والمرفق الثاني ● الفصل ٤–٤–٥و ٤–٥ و٤–٦والمرفق الثاني ● الفصل ٣–٧–٣
١٣	الهباء ● الفصل ٥–٥–٢، ٥–٥–٣ والمرفق الثاني
١٣	التأثير الاشعاعي في القرن الحادي والعشرين ● الفصل ٦–١٥–٢ والمرفق الثاني

من المتوقع أن يرتفع متوسط درجة الحرارة في العالم ومستوى سطح البحر حسب كل سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص

١٣	درجات الحرارة: ● الفصل ٩–٣–٣ ● الفصل ٩–٣–٣ ● الفصل ٢–٢–٢، ٢–٣–٢– و٢–٤ ● الفصل ٩–٣–٣ والفصل ١٠–٣–٢ ● الفصل ٨–٦–١والفصل ١٢–٤–٣ والفصل ١٣–٥–١ و١٣–٥–٢ ● الفصل ١٠–٣–٢ والإطار ١٠–١ ● الفصل ٩–٣–٢
١٥	التهطال ● الفصل ٩–٣–١، ٩–٣–٦، الفصل ١٠–٣–٢ والإطار ١٠–١
١٥	الأحداث المتطرفة الجدول ١: الفصل ٢–١، ٢–٢، ٢–٥، ٢–٧–٢، ٢–٧–٣، الفصل ٩–٣–٦ والفصل ١٠–٣–٢ ● الفصل ٢–٧–٣ والفصل ٩–٣–٦
١٥	النينيو ● الفصل ٩–٣–٥ ● الفصل ٩–٣–٥
١٧	المونسونات ● الفصل ٩–٣–٥
١٧	الدوران....● الفصل ٩–٣–٤
١٧	الثلج والجليد...● الفصل ٩–٣–٢ ● الفصل ١١–٥–١ ● الفصل ١١–٥–١ ● الفصل ١١–٥–٤
١٧	مستوى سطح البحر ● الفصل ١١–٥–١

تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية سيستمر عدة قرون

الصفحة في الملخص	الاسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول
١٧	● الفصل ٣–٢–٣، الفصل ٤–٤ والفصل ٦–١٥ ● الفصل ٩–٣–٣– و٩–٣–٤ ● الفصل ١١–٥–٤ ● الفصل ١١–٥–٤ ● الفصل ١١–٥–٤

ثمة حاجة إلى مزيد من الإجراءات لمعالجة الثغرات الباقية في المعلومات والفهم

الصفحة في الملخص	الاسناد: الموضوع في الملخص – الأقسام في الفصول
١٨	كل النقاط البارزة ● الفصل ١٤، الموجز التنفيذي.

الملخص الفني

تقرير قبله الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ دون الموافقة عليه بالتفصيل

" قبول " تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ فى دورة للفريق العامل أو الهيئة يعني أن المادة لم تخضع للنقاش والموافقة على أساس سطر بسطر، الا أنها تقدم رغم ذلك وجهة نظر شاملة وموضوعية ومتوازنة عن الموضوع.

الكاتبان الرئيسيان المنسقان

د.ل. البريتون (الولايات المتحدة الأمريكية) ول. ج. ميرافيلو (البرازيل)

الكتاب الرئيسيون

يو. كوباش (ألمانيا)، اس. داي (الصين)، واي دينج (الصين)، دي. جي. كريجز (المملكة المتحدة)، ب. هيويتسون (جنوب أفريقيا)، جي.ت. هوفتون (المملكة المتحدة)، أي. اساكسين (النرويج)، تي. كارل (الولايات المتحدة الأمريكية)، م. ماكفارلاند (الولايات المتحدة الأمريكية)، في.بي. ميليشكو (روسيا)، جي.ف.ب. ميتشل (المملكة المتحدة)، ز/نوجير (المملكة المتحدة)، بي. س. ناينزى (تنزانيا)، م. أوبينهايمر (الولايات المتحدة الأمريكية)، جي. أي. بينز (الولايات المتحدة الأمريكية)، س. بولوناين (ترينيداد وتوباغو)، ت. ستوكر (سويسرا)، كي. أي. ترينبيرث (الولايات المتحدة الأمريكية).

الكتاب المساهمون

م.ر. ألين (المملكة المتحدة)،أم.ب. بايدي (هولندا)، جي.أز شيرش (استراليا)، دي. هـز ايهالت (المانيا)، سي.ك. فولاند (المملكة المتحدة)، ف. جورجي (ايطاليا)، جي.م. جريجوري (المملكة المتحدة)، جي م. هايوود (المملكة المتحدة)، جي.أي.هاوس (المانيا)، م. هولم (المملكة المتحدة)، في. جي. جاراميللو (المكسيك)، أز جايارمان (الهند)، سي. أ. جونسون (المملكة المتحدة)، س. جوساوم (فرنسا)، دي. جي. كارولي (استراليا)، هـز كيشغي (الولايات المتحدة الأمريكية)، سي، لي، كويري (فرنسا)، ل. جي. ماتا (المانيا)، ب. جيز ماك أفاني (استراليا)، ل."او. ميرنز (الولايات المتحدة الأمريكية)، جي. أ. ميهل (الولايات المتحدة الأمريكية) ب. مور الثالث (الولايات المتحدة الأمريكية)، ر.ك. موجارا (زامبيا)، م. براثر (الولايات المتحدة الأمريكية)، سي برينتيس (ألمانيا)، في. راماسوامي (الولايات المتحدة الأمريكية)، س. سى.بى رابر (المملكة المتحدة)، م. جي. ساليننجر (نيوزيلندا)، ر. شولز(جنوب أفريقيا)، س. سولومون(الولايات المتحدة الأمريكية)، ر. ستوفر (الولايات المتحدة الأمريكية)، م. اكس. وانج (الصين)، ر. ت. واطسون (الولايات المتحدة الأمريكية)، ك–س. ياب (ماليزيا).

المحررون المراجعون

ف. جوز (سويسرا)، أز راميريز–روجاز (فنزويلا)، جي. م.ر. ستون (كندا)، جي. زيلمان (استراليا).

الملخص الفني لتقرير الفريق العامل الأول

ألف – مقدمة

ألف – ١ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأفرقة العمل التابعة لها

أنشئت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بواسطة منظمة الأرصاد الجوية العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة عام ١٩٨٨. وكان الهدف، ومازال، هو توفير تقييم لفهم جميع الجوانب المتعلقة بتغير المناخ[(١)] بما في ذلك الكيفية التي يمكن بها للأنشطة البشرية أن تحدث هذه التغييرات وأن تتأثر بها. وقد أصبح من المسلم به على نطاق واسع أن انبعاثات غازات الدفيئة الناشئة عن مؤثرات بشرية تنطوي على إمكانيات تغيير النظام المناخي (انظر الإطار ١) مع ما قد يرتبط بذلك من تأثيرات ضارة أو نافعة. كما جرى التسليم بأن معالجة هذه القضايا العالمية تتطلب منظمة على مستوى عالمي بما في ذلك تقييم لفهم القضية من خلال دوائر خبراء عالمية.

نظمت الهيئة الحكومية الدولية خلال دورتها الأولى في ثلاثة أفرقة عاملة. والاختصاصات الحالية للأفرقة العاملة هى تولي الفريق العامل الأول معالجة الجوانب العلمية للنظام المناخي وتغير المناخ. ويعالج الفريق العامل الثاني تأثيرات تغير المناخ وعمليات التكيف معها، ويعالج الفريق العامل الثالث الخيارات ذات الصلة بالتخفيف من تغير المناخ. وقدمت الهيئة الحكومية الدولية أول تقرير تقييم رئيسي لها عام ١٩٩٠ وثاني تقرير رئيسي لها عام ١٩٩٦.

وتقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١) تحديث أوصاف العناصر المعروفة وغير المعروفة في النظام المناخي وما يتصل بذلك من عوامل، (٢) تستند إلى معارف دوائر الخبراء الدولية و(٣) تعد بواسطة عملية مهنية مفتوحة تخضع لمراجعة خبراء نظراء، و(٤) تستند إلى المنشورات العلمية التي توجز نتائجها بأسلوب يفيد واضعي السياسات. وفي حين أن المعلومات الخاضعة للتقييم تتصل بالسياسات، فإن الهيئة الحكومية الدولية لا تحدد سياسات عامة أو تدعو لها.

ويشمل نطاق عمليات التقييم التي يجريها الفريق العامل الأول رصدات للتغيرات الحالية والاتجاهات في النظام المناخي، وإعادة تشكيل التغييرات والاتجاهات السابقة، وفهم العمليات التي تنطوي عليها هذه التغييرات، وإدراج هذه المعارف في نماذج يمكن أن تعزو أسباب التغييرات وأن تقدم محاكاة للتغييرات المستقبلية في النظام المناخي الطبيعية منها والبشرية الاستحثاث.

ألف – ٢ تقريرا التقييم الأول والثاني للفريق العامل الأول

وصف الفريق العامل الأول بصورة عامة، في أول تقرير للتقييم عام ١٩٩٠، حالة فهم النظام المناخي وتغير المناخ التي تحققت خلال العقود السابقة من البحث. وجرى تأكيد العديد من النقاط الرئيسية. فتأثيرات الدفيئة مظهر طبيعي في الكوكب، وأسسه الفيزيائية الجوهرية مفهومة بدرجة جيدة. وكانت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي في ازدياد، نتيجة للأنشطة البشرية بالدرجة الأولى. ويتوقع أن يؤدي النمو المستمر في المستقبل في انبعاثات غازات الدفيئة إلى زيادة كبيرة في متوسط درجات الحرارة السطحية في الكوكب، وهي زيادة ستتجاوز الفروق الطبيعية التي حدثت في آلاف السنين الماضية والتي لا يمكن عكس مسارها إلا ببطء. وقد شهد القرن الماضي، فى ذلك الوقت، احترار سطح اليابسة بما يقرب من ٠,٥ °س وهو ما يتسق بصورة عامة مع توقعات النماذج المناخية للزيادة في غازات الدفيئة، وما يتماثل أيضا مع ما كان معروفا في ذلك الوقت عن الفروق الطبيعية. وأخيرا، أشير إلى أن المستوى الحالي للفهم وقدرات النماذج المناخية المتوافرة كانت تحد من توقعات التغييرات في مناخ مناطق معينة.

واستنادا إلى نتائج البحوث الإضافية والتقارير الخاصة التي صدرت في غضون ذلك، أجرى الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية تقييما لحالة الفهم الجديدة في تقرير التقييم الثاني[(٢)] الذي أعده في عام ١٩٩٦. وأكد التقرير أن تركيزات غازات الدفيئة مستمرة في الازدياد في الغلاف الجوي، وأنه يتعين إجراء خفض كبير للغاية في الانبعاثات لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي (وهو الهدف الأسمى للمادة ٢ من الاتفاقية الإطارية المعنية بتغير المناخ). وعلاوة على ذلك، استمرت الزيادة العامة في درجات حرارة العالم. وحيث كانت السنوات الأخيرة هي الأشد حرارة على الأقل منذ عام ١٨٦٠.

---

(١) تشير عبارة تغير المناخ فى استخدامات الهيئة الحكومية الدولية إلى أي تغيير يحدث فى المناخ بمرور الوقت سواء نتيجة للتقلبية الطبيعية أو نتيجة لنشاط بشري. ويختلف هذا الاستخدام عن ذلك الوارد فى الاتفاقية الإطارية التى تشير إلى تغير المناخ على أنه التغيير فى المناخ الذي يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يغير من تركيب الغلاف الجوي للعالم، والذي يزيد عن التقلبية المناخية الطبيعية المرصودة خلال فترات متماثلة من الزمن. وللحصول على تعريف للمصطلحات العلمية والفنية انظر قائمة المصطلحات فى المرفق الأول.

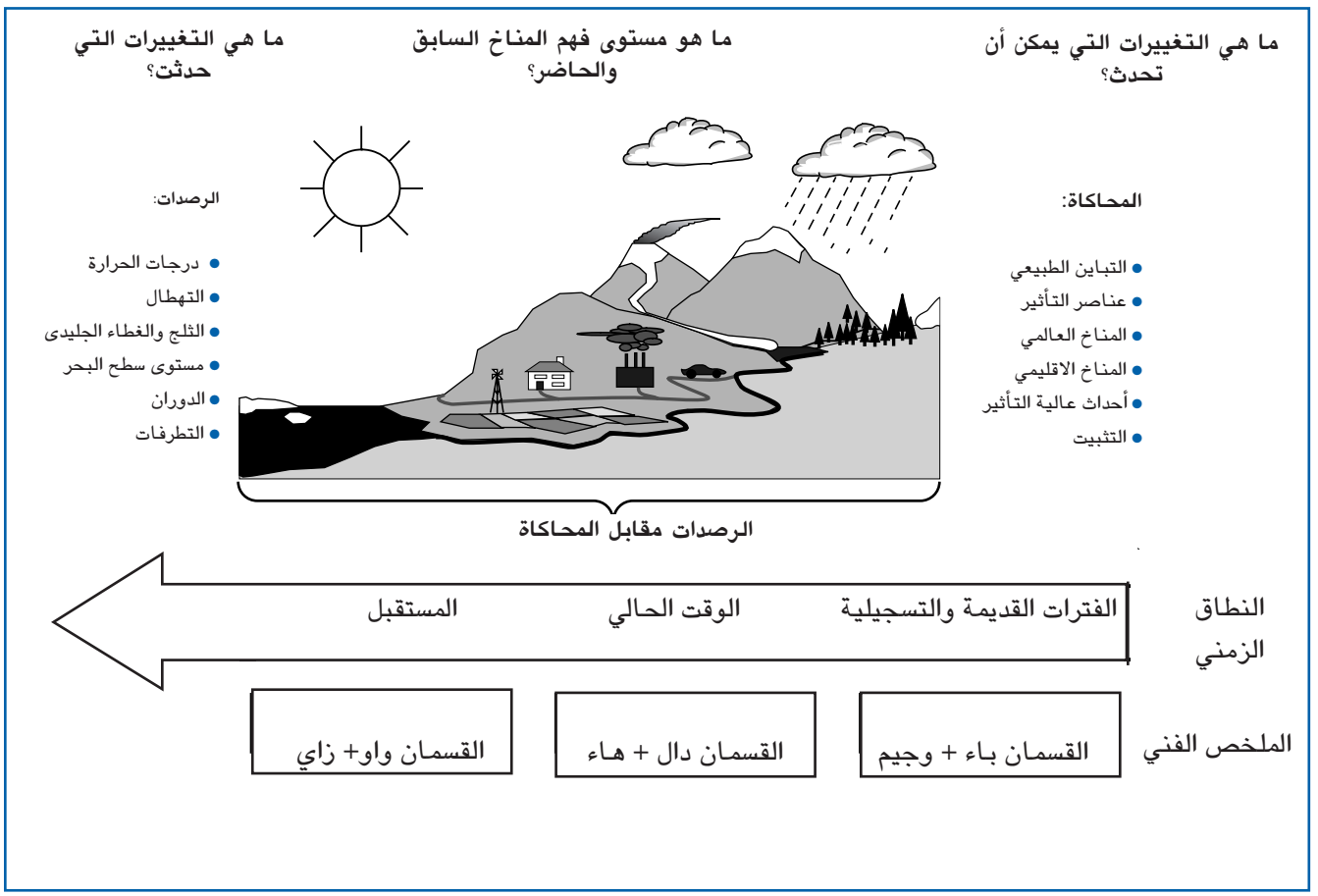
(٢) يشار إلى تقرير التقييم الثاني للهيئة فى هذا الملخص الفني بالرمز SAR.

وقد تحسنت قدرة النماذج الخاصة على محاكاة الأحداث والاتجاهات المرصودة وخاصة بعد إدراج الهباء الكبريتي والأوزون الستراتوسفيري باعتبارهما من عوامل التأثير الاشعاعي في النماذج المناخية. وخلص التقرير، مستخدما القدرة على المحاكاة لعقد مقارنة مع الأنماط المرصودة للتغييرات الإقليمية في درجات الحرارة، إلى أن القدرة على وضع تحديد كمي للمؤشرات البشرية في المناخ العالمي هي قدرة محدودة. وتنشأ هذه القيود لأن العلامات المتوقعة مازالت تنشأ عن ضوضاء التقلبية الطبيعية وبسبب عدم اليقين في عوامل رئيسية أخرى. ومع ذلك، خلص التقرير أيضا إلى أن "خلاصة الشواهد تشير إلى وجود تأثير بشري ملموس على المناخ العالمي". وأخيرا، واستنادا إلى مجموعة من السيناريوهات الخاصة بتركيزات غازات الدفيئة في المستقبل، تمت محاكاة مجموعة من الاستجابات للنظام المناخي.

ألف – ٣ تقرير التقييم الثالث: هذا الملخص الفني

يعتمد تقرير التقييم الرئيسي الثالث الصادر عن الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على التقييمين السابقين، ويشمل نتائج البحوث المناخية التي أجريت خلال السنوات الخمس السابقة. ويستند هذا الملخص الفني إلى المعلومات الأساسية الواردة في الفصول والتي وضع لها إسناد مترافق مع مذكرات المصادر في المرفق. ويهدف هذا الملخص إلى وضع الجوانب الرئيسية (انظر الشكل ١) لفهم النظام المناخي وتغير المناخ في بداية القرن الحادي والعشرين. وعلى وجه الخصوص:

- ماذا يبين السجل الرصدي بشأن التغييرات المناخية السابقة سواء على الصعيد العالمي أو المستوى الاقليمي وكلاهما من حيث المتوسطات والتطرف؟ (القسم باء)
- كم حجم فهم العوامل التي تسبب تغير المناخ بما في ذلك تلك الظواهر الطبيعية (مثل الاختلافات الشمسية) وذات الصلة بالبشر (غازات الدفيئة) ؟ (القسم جيم).
- ما هي القدرة الحالية لمحاكاة استجابات النظام المناخي لهذه العوامل المؤثرة؟ وعلى وجه الخصوص



الشكل ١: الأسئلة الرئيسية المتعلقة بالنظام المناخي وعلاقته بالبشر. وهذا الملخص الفني الذي يستند إلى المعلومات الأساسية الواردة في الفصول عبارة عن تقرير حالة عن الإجابات الواردة في الهيكل المشار إليه.

ما مدى وصف العمليات الفيزيائية والكيماوية الجغرافية الإحيائية في النماذج المناخية العالمية الحالية؟ (القسم دال)

- ماذا تظهر المقارنة فيما يتعلق بالمؤثرات البشرية على مناخ اليوم؟ استنادا إلى بيانات الرصد وقدرات التنبؤ الحالية بالمناخ؟
- وعلاوة على ذلك، ماذا يمكن أن يكون عليه مناخ المستقبل، باستخدام أدوات التنبؤ الحالية، وعلى وجه الخصوص، ماذا يتوقع الفهم الحالي لدرجات حرارة العالم، والأنماط الإقليمية للتهطال، ومستويات سطح البحر، والتغيرات في التطرفات بالنسبة لمجموعة عريضة من الإسقاطات الخاصة بالعوامل العديدة المؤثرة في المناخ (القسم هاء).

وأخيرا، ما هي أكثر نشاطات البحوث إلحاحا الواجب معالجتها لتحسين فهمنا للنظام المناخي وللحد من عدم اليقين الذي نشعر به إزاء تغير المناخ في المستقبل.

ويعتبر تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية نتاج مئات من العلماء، من العالم المتقدم

الإطار ١: ما الذي يدفع بالتغييرات في المناخ

تمتص الأرض الإشعاعات القادمة من الشمس وذلك أساسا عند السطح. ثم تعيد الدورانات في الغلاف الجوي والمحيطات توزيع هذه الطاقة وبثها من جديد في الفضاء بأطوال موجات أطول (تحت الحمراء). وبالنسبة للمتوسط السنوي، والأرض بأسرها، تتوازن طاقة الإشعاع الشمسي القادمة بصورة تقريبية مع الإشعاع الأرضي الخارج منها. ويمكن أن يؤثر في المناخ أي عامل يغير من إعادة توزيع الطاقة داخل الغلاف الجوي وفيما بين الغلاف الجوي واليابسة والمحيطات. ويطلق على أي تغيير في الطاقة الإشعاعية الصافية المتوافرة لنظام الغلاف الجوي للأرض في العالم هنا وفي التقريرين السابقين للهيئة الحكومية الدولية التأثير الإشعاعي. وتميل التأثيرات الإشعاعية الموجبة إلى رفع درجة حرارة سطح الأرض وخفض الغلاف الجوي أما التأثيرات الإشعاعية السالبة فتميل إلى تبريدها.

وسوف تؤدي زيادة التركيزات في غازات الدفيئة إلى الحد من الكفاءة التي يصدر بها سطح الأرض الاشعاعات إلى الفضاء. ويمتص الغلاف الجوي الكثير من الإشعاع الأرضي الخارج من سطح الأرض، ويعيد بثه إلى الارتفاعات الأعلى ودرجات الحرارة المنخفضة. ويؤدى ذلك إلى تأثيرات إشعاعية موجبة تميل إلى رفع درجة الحرارة المنخفضة للغلاف الجوي. وسطح الأرض ونظرا لانخفاض كمية الحرارة التي تتسرب إلى الفضاء، وهو ما يعرف بزيادة تأثيرات الدفيئة، أى زيادة التأثير الذي يعمل في الغلاف الجوي للأرض منذ بلايين السنين نتيجة لوجود غازات الدفيئة التي تحدث بصورة طبيعية: بخار الماء، ثاني أكسيد الكربون والأوزون والميثان وأكسيد النتروز. وتتوقف كمية التأثير الإشعاعي على حجم الزيادة في تركيز غازات الدفيئة، والخصائص الإشعاعية للغازات المعنية، وتركيز غازات الدفيئة الأخرى الموجودة بالفعل في الغلاف الجوي. وعلاوة على ذلك، فإن الكثير من غازات الدفيئة يستقر في الغلاف الجوي لقرون عديدة بعد تصديره من الأرض ومن ثم ينتج إسهاما طويل الأجل في التأثير الاشعاعي الموجب.

ويمكن للهباء البشري المنشأ (الجزيئات الدقيقة التي يحملها الهواء أو القطيران) في طبقة التروبوسفير مثل تلك المستمدة من الوقود الأحفوري وحرق الكتلة الاحيائية أن يعكس الاشعاع الشمسي مما يؤدي إلى اتجاه تبريدي في النظام المناخي. ونظرا لأن هباء الكربون الأسود (السناج) يستطيع امتصاص الاشعاع الشمسي، فإنه يرفع من درجة حرارة النظام المناخي. وعلاوة على ذلك، يمكن أن تؤدي التغييرات في تركيز الهباء إلى تغيير كمية السحب، وانعكاسية السحاب من خلال تأثيراتها على خصائص السحب وعمرها. وفى معظم الحالات، يميل الهباء التروبوسفيري إلى إنتاج تأثير إشعاعي سالب ويؤدي إلى تبريد المناخ.

غير أن عمرها أقصر بكثير (أيام إلى أسابيع) من معظم غازات الدفيئة (عقود أو قرون)، والنتيجة هي أن تركيزاتها تستجيب بسرعة أكبر بكثير من التغييرات في الانبعاثات.

ويمكن للنشاط البركاني أن يحقن كميات كبيرة من الغازات المحتوية على الكبريت (أكسيد الكبريت أساسا) في طبقة الستراتوسفير حيث تتحول إلى هباء كبريتي. ويمكن أن تؤدي ثورات البراكين المختلفة إلى قدر كبير من التأثيرات الإشعاعية السالبة وإن كانت مؤقتة تميل إلى تبريد سطح الأرض وخفض الغلاف الجوي على فترات من سنوات قليلة.

ويتباين إنتاج الشمس من الطاقة بنسبة صغيرة (٠,١ ٪) على مدى دورة تستغرق ١١ عاما، وعلاوة على ذلك، قد تحدث الفروق عبر فترات طويلة. وعلى أساس نطاق زمني يمتد من عشرات إلى آلاف السنين، أدت الفروق البطيئة في مجال الأرض، والتي تخضع لفهم معتدل، إلى تغييرات في التوزيع الموسمي وعلى خطوط العرض للاشعاع الشمسي. وقد اضطلعت هذه التغييرات بدور هام في التحكم في التباينات في المناخ في الماضي السحيق مثل دورتي الجليد ومرحلة ما بين عمرين جليدين.

وعندما يتغير التأثير الاشعاعي، يستجيب النظام المناخي على فترات زمنية مختلفة. ويرجع أطولها إلى القدرة الحرارية الكبيرة للمحيطات العميقة والتكيف الدينامي لصفحات الجليد. ويعني ذلك أن الاستجابة المؤقتة للتغيير (سواء موجبة أو سالبة) قد تستمر لآلاف السنين. وسوف تؤدي أية تغييرات في التوازن الاشعاعي للأرض بما في ذلك تلك التي تعزى إلى زيادة في غازات الدفيئة أو في الهباء إلى تغيير الدور الهيدروليكي للعالم والدوران فى الغلاف الجوي والمحيطات ومن ثم التأثير في أنماط الطقس ودرجات الحرارة والتهطال الإقليمية. وسوف تدرج أية تغييرات مستحثة من أنشطة بشرية في المناخ في خلفية التغييرات المناخية الطبيعية التي تحدث في مجموعة كاملة من الأوقات والأماكن. ويمكن أن تحدث تقلبية المناخ نتيجة للتغيرات الطبيعية في تأثيرات النظام المناخي مثل التباينات في قوة الاشعاعات الشمسية القادمة، والتغييرات في تركيزات الهباء الناشئة عن ثورات البراكين. كما يمكن أن تحدث التباينات المناخية الطبيعية في عدم وجود تغيير في التأثير الخارجي نتيجة للتفاعلات المعقدة بين عناصر النظام المناخي مثل الربط بين الغلاف الجوي والمحيطات. فظاهرة التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو مثال على هذه التقلبية "الداخلية" الطبيعية على فترات زمنية متعددة السنوات. ومن الضروري، للتمييز بين التغييرات المناخية البشرية المنشأ والتباينات الطبيعية تحديد "العلامة" البشرية المنشأ مقابل خلفية "ضوضاء" التقلبية المناخية الطبيعية.

والنامي، الذين ساهموا في إعداده ومراجعته. وفيما يلي ملخص لفهمهم للنظام المناخي.

باء – التغييرات المرصودة في النظام المناخي

هل يتعرض مناخ الأرض للتغير؟ إن الإجابة هي "نعم" دون منازع. وثمة مجموعة من الرصدات تؤيد هذه النتيجة وتوفر نظرة معمقة عن سرعة هذه التغييرات. كما أن هذه البيانات هي الأساس الذي يعتمد عليه في وضع الاجابة المتعلقة بالسؤال الأكثر صعوبة وهو "لماذا يتعرض للتغيير؟ وهو السؤال الذي تجري معالجته في الأقسام اللاحقة.

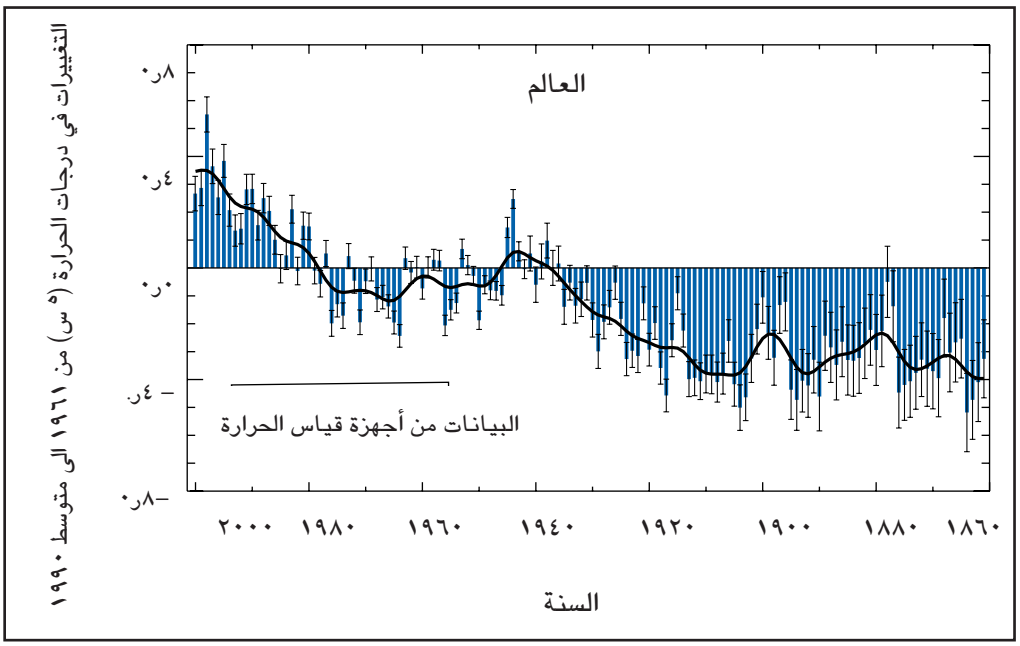
ويوفر هذا القسم موجزا مستكملا للرصدات التي تحدد الطريقة التي تغير بها المناخ في الماضي. وقيس الكثير من متغيرات النظام المناخي بصورة مباشرة أي "السجل المحدد بالآجهزة". فعلى سبيل المثال، فإن القياسات المباشرة واسعة النطاق لدرجات حرارة سطح الأرض بدأت منذ نحو منتصف القرن التاسع عشر. وأجريت رصدات عالمية تقريبا لمتغيرات "الطقس" الأخرى مثل التهطال والرياح لنحو مائة عام. وأجريت القياسات الخاصة بمستوى سطح البحر لأكثر من مائة عام في بعض الأماكن، إلا أن شبكة مقياس المد بسجلاتها الطويلة لم توفر سوى تغطية عالمية محدودة. غير أن رصدات طبقات الجو العليا لم تجر بصورة منتظمة إلا منذ الأربعينات. كما توجد سجلات طويلة للرصدات المحيطية السطحية من السفن منذ منتصف القرن التاسع عشر، وبواسطة عوامات مخصصة منذ نحو أواخر السبعينات. وتتوافر الآن قياسات درجات الحرارة المحيطية تحت السطحية ابتداء من أواخر الأربعينات. ومنذ أواخر السبعينات، استخدمت البيانات الأخرى المستمدة من التوابع الاصطناعية المخصصة لمراقبة الأرض في توفير مجموعة واسعة من الرصدات العالمية لمختلف عناصر النظام المناخي. وعلاوة على ذلك، تقدم مجموعة متزايدة من بيانات المناخات القديمة مثل حلقات الأشجار والشعب المرجانية والترسبات والجليد معلومات عن مناخ الأرض قبل قرون وآلاف السنين من الآن.

ويسند هذا القسم أهمية خاصة للمعارف الحالية عن التغييرات الماضية في المتغيرات المناخية الرئيسية: درجات الحرارة والتهطال ورطوبة الغلاف الجوي والغطاء الثلجي ومساحة الأراضي والجليد البحري وأنماط الدوران في الغلاف الجوي والمحيطات وأحداث الطقس والمناخ المتطرفة، والجوانب العامة لتقلبية المناخ. ويعقد الجزء الختامي من هذا الفصل مقارنات بين الاتجاهات المرصودة في هذه المؤشرات المناخية المختلفة ليرى ما إذا كان بالوسع الخروج بصورة جماعية. وتعتبر درجة الاتساق الداخلي عاملا حاسما في تقييم مستوى الثقة في الفهم الحالي للنظام المناخي.

باء –١ التغييرات المرصودة في درجات الحرارة

درجات الحرارة في السجلات المعتمدة على الأجهزة للياسة والمحيطات

زاد المتوسط العالمي لدرجة حرارة السطح بمقدار ٠,٦ ± ٠,٢ °س منذ أواخر القرن التاسع عشر. ومن المرجح بشدة أن التسعينات كانت أشد العقود حرارة، وأن عام ١٩٩٨ كان أشد الأعوام حرارة في السجل المعتمد على الأجهزة منذ ١٨٦١ (انظر الشكل ٢). والسبب الرئيسي لزيادة تقديرات الاحترار العالمي بمقدار ٠,١٥ ° س منذ تقرير التقييم الثاني يتعلق بالاحترار القياسي في السنوات الست الإضافية (١٩٩٥ إلى ٢٠٠٠) في البيانات.



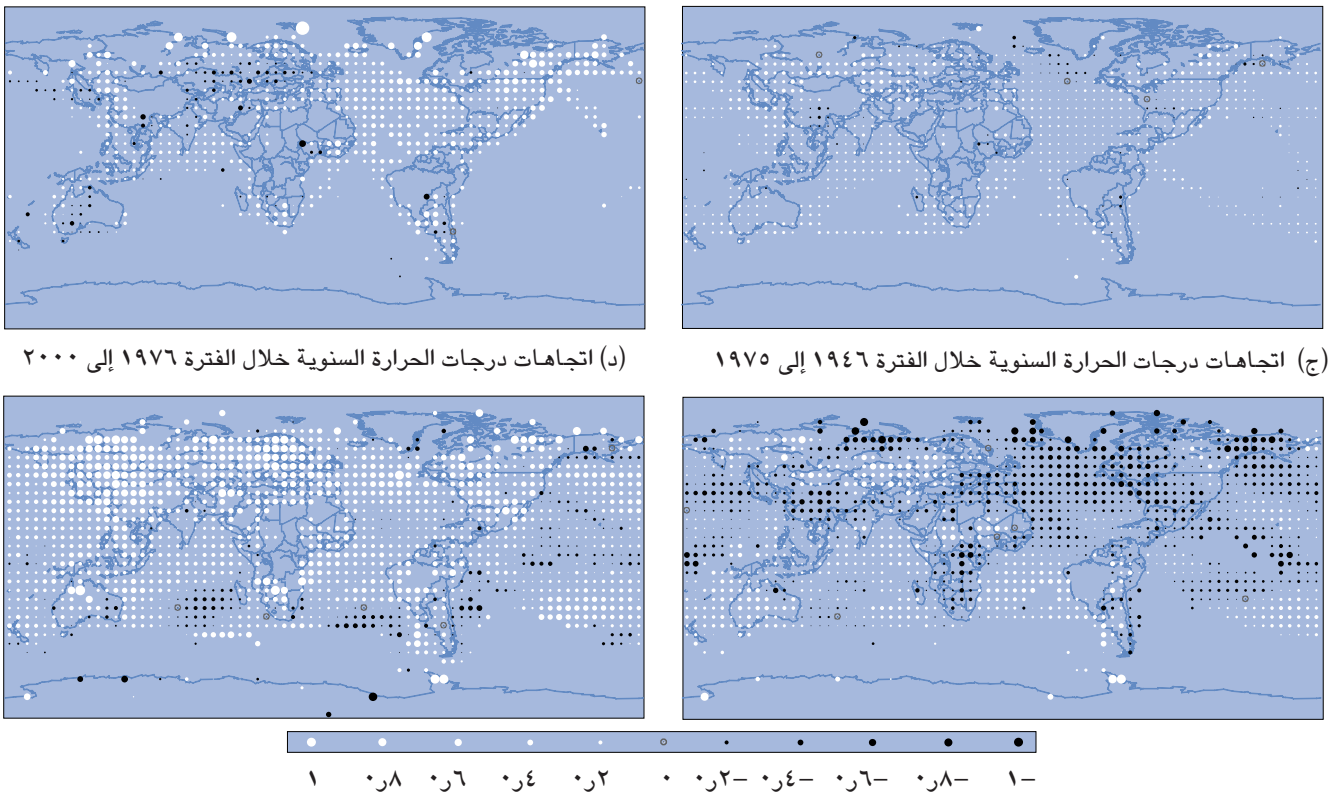
الشكل ٢: حالات الشذوذ في درجات الحرارة السنوية لهواء سطح الأرض وسطح البحر مجتمعة (°س) في الفترة من ١٨٦١ إلى ٢٠٠٠ مقابل ١٩٦١ إلى ١٩٩٠. وعرضت على الأعمدة الخاصة بالعدد السنوي حالات عدم اليقين

وثمة سبب ثان يتعلق بتحسن طرق تقدير التغيير. كذلك فإن نطاق عدم اليقين الحالي المرتفع عن ذي قبل بصورة طفيفة (٠,٢ ٪ في ٩٥٪ فاصل ثقة(يستند إلى أسس أكثر موضوعية. وعلاوة على ذلك، جرى تدعيم الأساس العلمي للثقة في تقديرات الزيادة في درجات حرارة العالم منذ أواخر القرن التاسع عشر منذ تقرير التقييم الثاني. ويعزى ذلك إلى التحسينات المستمدة من العديد من الدراسات الجديدة والتي تشمل اختبار مستقل للتصويبات المستخدمة في التحيزات المعتمدة على الوقت في بيانات درجات حرارة سطح البحر والتحليل الجديد لتأثيرات "الجزر الحرارية" الحضرية في اتجاهات درجات حرارة اليابسة في العالم. وكما أشير في الشكل ٢ فإن معظم الزيادة في درجات حرارة العالم منذ أواخر القرن التاسع عشر حدثت خلال فترتين مختلفتين: من ١٩١٠ إلى ١٩٤٥ ومنذ ١٩٧٦. ويبلغ معدل الزيادة في درجة الحرارة في الفترتين نحو ٠,١٥ ^{5} س في العقد الواحد. وكان الاحترار في الآونة الأخيرة أكبر على اليابسة منه في المحيطات، فالزيادة في درجة حرارة سطح البحر خلال الفترة ١٩٥٠ إلى ١٩٩٠ بلغت نحو نصف متوسط درجة حرارة الهواء على سطح الأرض. ويعتبر ارتفاع درجة حرارة العالم المرتبط بظاهرة النينيو خلال ١٩٩٧ إلى ١٩٩٨ حدثا متطرفا حتى مع مراعاة معدل الاحترار في الآونة الأخيرة.

الأنماط الإقليمية للاحترار الذي حدث في الجزء الأول من القرن العشرين تختلف عن تلك التي حدثت في الجزء الأخير منه. ويبين الشكل ٣ الأنماط الاقليمية للاحترار التي حدثت خلال القرن العشرين بأكمله فضلا عن ثلاث فترات زمنية مؤلفة منه. وأحدث فترة للاحترار (١٩٧٦ إلى ١٩٩٩) كانت عالمية تقريبا إلا أن أكبر الزيادات في درجات الحرارة حدثت في خطوط العرض المتوسطة والقطبية للقارات في نصف الكرة الأرضية الشمالي. والتبريد طوال العام أمر واضح في الجزء الشمالي الغربي من شمالي المحيط الأطلسي ووسط شمال المحيط الهادئ الا أن اتجاهات البرودة فى شمال الأطلسي انعكست في الآونة الأخيرة. وأظهرت الأنماط الاقليمية الأخيرة للتغير في درجات الحرارة أنها ترتبط، جزئيا، بمختلف مراحل التذبذبات الخاصة بالمحيط والغلاف الجوي مثل تذبذبات القطب الجنوبي – شمالي الأطلسي وربما التذبذبات العقدية في المحيط الهادئ. ولذا، فان اتجاهات درجات الحرارة الاقليمية طوال بضعة عقود

(أ) اتجاهات درجات الحرارة السنوية خلال الفترة ١٩٠١ إلى ٢٠٠٠

(ب) اتجاهات درجات الحرارة السنوية خلال الفترة ١٩١٠ إلى ١٩٤٥



(ج) اتجاهات درجات الحرارة السنوية خلال الفترة ١٩٤٦ إلى ١٩٧٥

(د) اتجاهات درجات الحرارة السنوية خلال الفترة ١٩٧٦ إلى ٢٠٠٠

الاتجاه (^{5} س في العقد الواحد).

الشكل ٣: اتجاهات درجات الحرارة السنوية للفترات ١٩٠١ إلى ١٩٩٩ و١٩١٠ إلى ١٩٤٥ و١٩٤٦ إلى ١٩٧٥ و١٩٧٦ إلى ١٩٩٩ على التوالي. تمثل الاتجاهات بمنطقة من الدائرة حيث يشير اللون الأحمر إلى الزيادة، واللون الأزرق إلى النقصان، واللون الأخضر إلى التغيير الطفيف أو عدم التغيير على الاطلاق. وقد حسبت الاتجاهات من متوسطات سنوية للاختلافات الشبكية مع شرط أن تتضمن الاختلافات السنوية بيانات عما لا يقل عن عشرة أشهر. وبالنسبة للفترة ١٩٠١ إلى ١٩٩٩ حسبت الاتجاهات بالنسبة لتلك الأطر الشبكية فقط المتضمنة حالات الشذوذ السنوية فيما لا يقل عن ٦٦ عاما من المائة عام. وكان العدد الأدنى من السنوات اللازمة للفترات الزمنية الأقصر مدى (١٩١٠ إلى ١٩٤٥ و١٩٤٦ إلى ١٩٧٥ و١٩٧٦ إلى ١٩٩٩) هو ٢٤ و٢٠ و١٦ عاما على التوالي. [استنادا إلى الشكل ٢–٩].

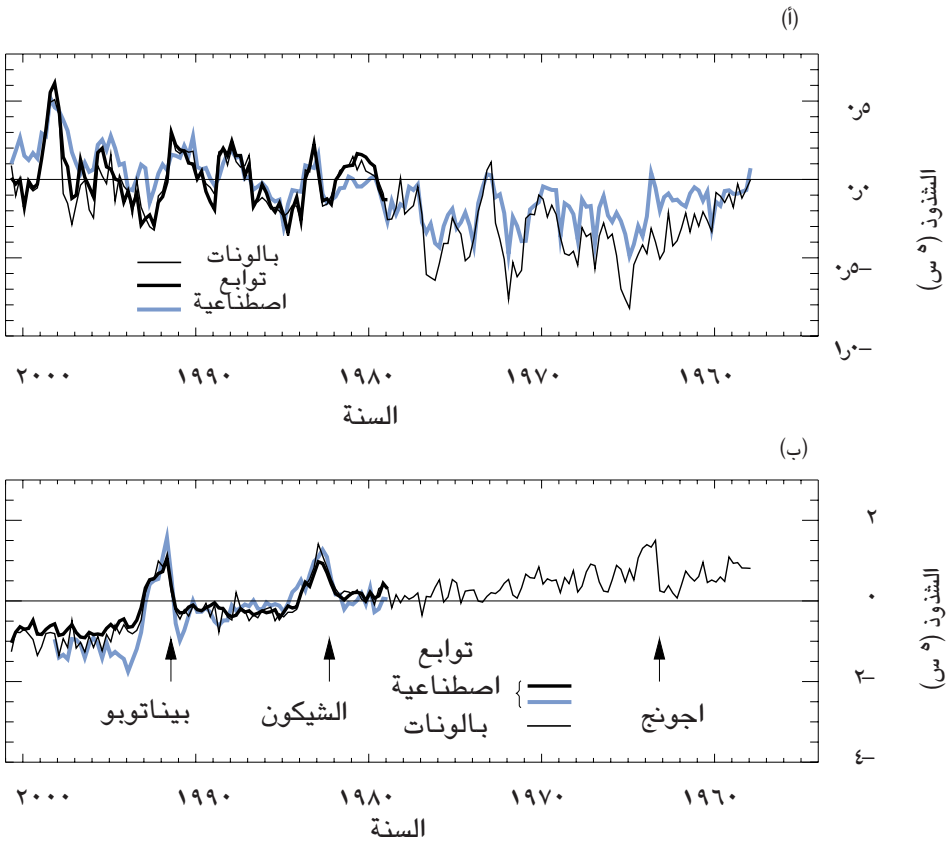
قد تتأثر بشدة بالتقلبية الاقليمية في النظام المناخي. وقد تبتعد بصورة ملموسة عن المتوسط العالمي. وكان احترار الفترة ١٩١٠ إلى ١٩٤٥ مركزا في أول الأمر في شمال الأطلسي. وعلى العكس من ذلك، أظهرت الفترة ١٩٤٦ إلى ١٩٧٥ تبريدا كبيرا في شمالي الأطلسي فضلا عن أجزاء كبيرة من نصف الكرة الأرضية الشمالي والاحترار في أجزاء كبيرة من نصف الكرة الجنوبي.

تشير التحليلات الجديدة إلى أن المحتوى الحراري للمحيطات في العالم قد زاد زيادة كبيرة منذ أواخر الخمسينات. وحدث أكثر من نصف الزيادة في المحتوى الحرارة في الثلاثمائة متر العليا من المحيط وهو ما يعادل نسبة زيادة في درجات الحرارة في هذه الطبقة يبلغ نحو ٠,٠٤ °س.

التحليلات الجديدة لدرجات حرارة سطح الأرض القصوى والدنيا خلال الفترة ١٩٥٠ إلى ١٩٩٣ مازالت تبين أن هذا القياس لنطاق درجات الحرارة النهارية يتقلص بفرق شاسع وإن لم يكن في كل مكان. فدرجات الحرارة الدنيا تزيد في المتوسط بنحو ضعف معدل درجات الحرارة القصوى (٠,٢ مقابل ٠,١ °س في العقد الواحد).

سجلات درجات الحرارة فوق الطبقة السطحية مأخوذة من سجلات التوابع الاصطناعية وبالونات الطقس

تبين قياسات درجات الحرارة من سطح الأرض والبالونات والتوابع الاصطناعية أن سطح الأرض والتروبوسفير قد تعرضا للاحترار، وأن الستراتوسفير قد برد. وبالنسبة للفترة الزمنية الأقصر مدى والتي تتوافر عنها بيانات من التوابع الاصطناعية والبالونات (منذ ١٩٧٩)، تبين سجلات التوابع والبالونات انخفاض احترار طبقة التروبوسفير السفلى بدرجة كبيرة عما كان قد رصد عند السطح.وتحليلات اتجاهات درجات الحرارة منذ ١٩٥٨ بالنسبة لأدنى ثمانية كيلومترات من الغلاف الجوي وعند السطح تتوافق بدرجة كبيرة، على النحو المبين في الشكل ٤أ، مع الاحترار بنحو ٠,١ °س في العقد الواحد. غير أنه منذ بداية سجلات التوابع الاصطناعية في ١٩٧٩، تبين بيانات درجات الحرارة من كل من التوابع الاصطناعية وبالونات الطقس احترار في طبقة التروبوسفير المتوسطة والدنيا في العالم بمعدل يقارب ٠,٠٥ ٠,١٠ °س للعقد الواحد. وزاد المتوسط العالمي لدرجة حرارة سطح الأرض زيادة كبيرة بلغت ٠,١٥ ٠,٠٥ °س في العقد الواحد. والفرق في معدلات الاحترار كبير من الناحية الاحصائية. وعلى العكس من ذلك، كانت اتجاهات درجات حرارة سطح الأرض، خلال الفترة ١٩٥٨ إلى ١٩٧٨، تقترب من الصفر في حين كانت الاتجاهات في الثمانية كيلومترات الدنيا من الغلاف الجوي



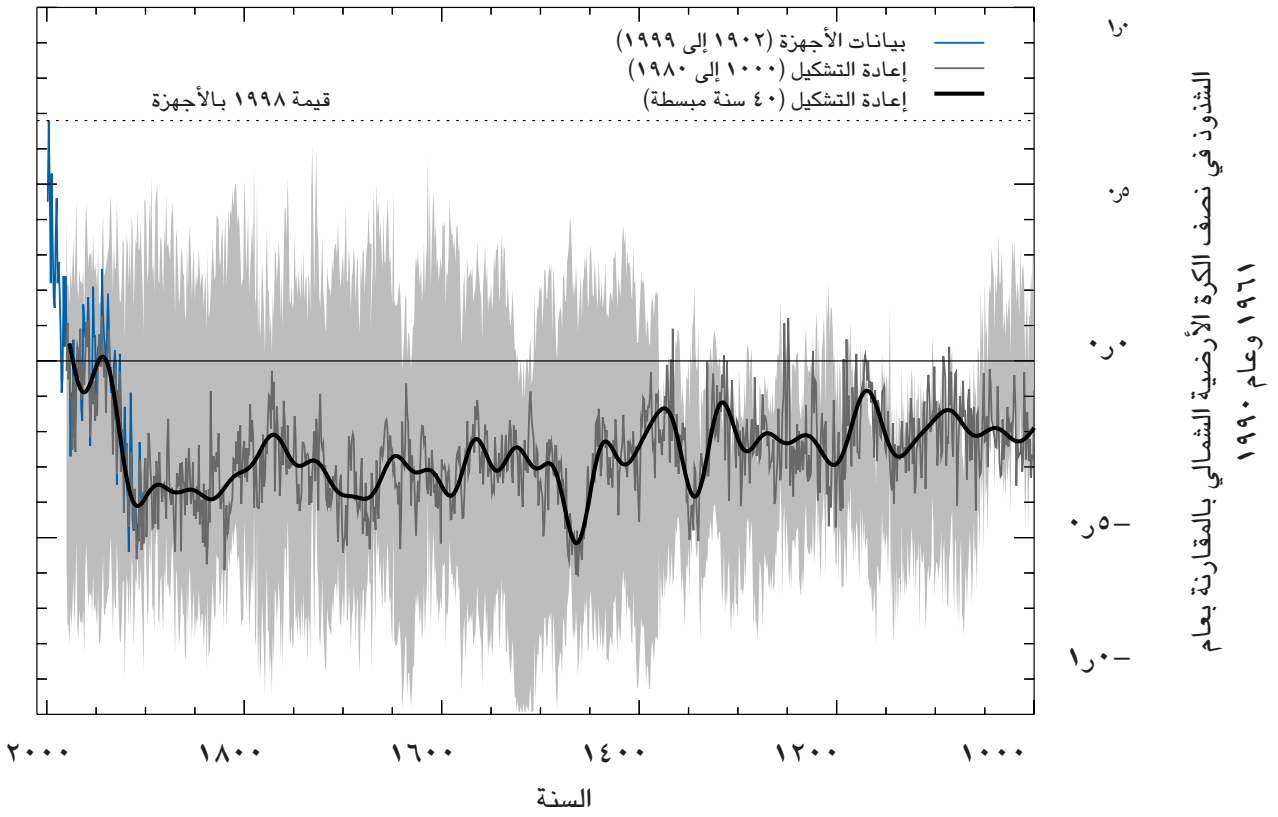
الشكل ٤: (أ) السلاسل الزمنية للاختلافات في درجات الحرارة الموسمية في طبقة التروبوسفير استنادا إلى البالونات والتوابع الاصطناعية بالإضافة إلى السطح. (ب) السلاسل الزمنية للاختلافات الموسمية في درجات الحرارة في طبقة الستراتوسفير الدنيا من البالونات والتوابع الأرضية [استنادا إلى الشكل ٢-١٢]

(٤) استخدمت الكلمات التالية في الملخص الفني والملخص لواضعي السياسات للإشارة إلى التقديرات الاجتهادية التقريبية للثقة: شبه مؤكد (النتيجة سليمة في أكثر من ٩٩ ٪ من الفرص) من المرجح بشدة (٩٠ إلى ٩٩ ٪) من المرجح (٦٦ إلى ٩٠٪) احتمال متوسط (٣٣-٦٦٪) من غير المرجح (١٠-٣٣٪) من غير المرجح بشدة (١-١٠٪) من غير المحتمل بصورة استثنائية (أقل من ١٪) ويحال القارئ إلى الفصول المختلفة لمزيد من التفاصيل.

تقترب من ٠,٢ °س في العقد الواحد. ومن المرجح[٤] أن نحو نصف الفرق المرصود في الاحترار منذ ١٩٧٩ يرجع إلى مجموعة الفروق في التغطية المكانية لرصدات السطح وطبقة التروبوسفير، والتأثيرات الفيزيائية سلسلة من ثورات البراكين وظاهرة النينيو (انظر الاطار ٤ للحصول على وصف عام التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو) التي حدثت خلال تلك الفترة. والأرجح بشدة أن الفرق المتبقي هو فرق حقيقي وليس تحيز رصدي. وينشأ بالدرجة الأولى عن الفروق في معدل التغير في درجات الحرارة فوق المناطق المدارية شبه المدارية التي كانت أسرع في الثمانية كيلومترات الدنيا من الغلاف الجوي قبل نحو عام ١٩٧٩ إلا أنه تباطأ منذ ذلك الوقت. ولا يوجد فرق كبير في معدلات الاحترار فوق المناطق القارية ذات خطوط العرض المتوسطة في نصف الكرة الشمالي. ولم ترصد في طبقة التروبوسفير العليا أية اتجاهات كبيرة لدرجات الحرارة في العالم منذ أوائل الستينات. أما بالنسبة لطبقة الستراتوسفير، فإن التوابع الاصطناعية والبالونات تبين، كما يتضح من الشكل ٤(ب) تبريد كبير تخلله فترات احترار شديد يتراوح كل منها بين سنة وسنتين نتيجة لثورات البراكين.

درجات حرارة سطح الأرض، خلال فترة ما قبل استخدام الأجهزة، من السجلات غير المباشرة

من المرجح أن يكون معدل ومدة الاحترار في القرن العشرين أكبر من أي وقت آخر خلال الألف عام الأخيرة. والأرجح أن التسعينات كانت أشد العقود حرارة خلال الألف عام الأخيرة في نصف الكرة الأرضية الشمالي، وأن عام ١٩٩٨ كان أشد الأعوام حرارة. وحدث تقدم كبير في فهم تغير درجات الحرارة الذي حدث خلال الألف عام الأخيرة وخاصة من تجمع عمليات إعادة تشكيل أحادية لدرجات الحرارة. ويرد سجل درجات الحرارة المفصل والجديد لنصف الكرة الأرضية الشمالي في الشكل ٥. وتبين البيانات فترة احترار نسبي ترتبط بالقرون الحادي عشر إلى الرابع عشر وفترة تبريد نسبية ترتبط بالقرون الخامس عشر إلى التاسع عشر في نصف الكرة الأرضية



الشكل ٥: إعادة تشكيل درجة حرارة نصف الكرة الأرضية الشمالي لألف عام (أزرق – حلقات شجرية، شعب مرجانية، وسجلات تاريخية)، وبيانات بالأجهزة (أحمر) من عام ١٠٠٠ بعد الميلاد إلى ١٩٩٤ ويرد في الشكل أيضا نسخة مصقولة من سلاسل نصف الكرة الأرضية الشمالي (أسود) وحدود خطأين معياريين (تظليل رمادي) [استنادا إلى الشكل ٢–٢٠].

الشمالي. غير أن الشواهد لا تؤيد أن "فترة احترار في العصور الوسطى" وفترة "عصر الجليد الصغير" على التوالي قد تزامنتا معا في العالم. فكما يتضح من الشكل ٥ يبدو أن معدل وحدة الاحترار في نصف الكرة الأرضية الشمالي في القرن العشرين غير مسبوقة خلال الألف عام الأخيرة ولا يمكن اعتبارها ببساطة أنها مجرد انتعاش من "العصر الجليدى الصغير" في القرن الخامس عشر والتاسع عشر. وتستكمل هذه التحليلات بتحليل الحساسية للممثليات المكانية في البيانات المتوافرة عن المناخ القديم مما يشير إلى أن الاحترار في العقد الأخير يقع خارج نطاق فترة الثقة بنسبة ٩٥٪ في عدم اليقين المتعلق بدرجة الحرارة وحتى خلال أشد الفترات احترارا في الألفية الأخيرة. وعلاوة على ذلك، استكملت مؤخرا العديد من التحاليل المختلفة، ويشير كل منها إلى أن درجات حرارة نصف الكرة الأرضية الشمالي في العقد السابق كانت أكثر ارتفاعا من أي وقت مضى خلال الست إلى العشر قرون الأخيرة. وهذا نطاق زمني يمكن خلاله حساب درجات الحرارة مع تحليل مئوي باستخدام الحلقات الشجرية والعينات الجليدية والشعب المرجانية وغير ذلك من البيانات غير المباشرة المحلولة على نطاق نصف الكرة. ونظرا لنقص البيانات، لا يعرف الكثير عن المتوسطات السنوية قبيل ألف عام من الآن وعن الظروف السائدة في معظم أنحاء نصف الكرة الأرضية الجنوبي قبل عام ١٨٦١.

من المرجح حدوث تغييرات سريعة كبيرة في درجة حرارة العقد خلال العصر الجليدي الأخير ما يتصل به من ذوبان الجليد (فيما بين ١٠٠ ٠٠٠ و١٠ ٠٠٠ سنة ماضية) وخاصة في خطوط العرض القطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي. من المرجح حدوث ارتفاع محلي في درجات الحرارة تتراوح بين ٥ و١٠ °س على فترات قصيرة لا تتعدى بضعة عقود خلال عصر ذوبان الجليد. ثمة شواهد على حدوث تغييرات كبيرة سريعة في درجات الحرارة الإقليمية خلال العشرة آلاف عام الأخيرة كانت جزءا من التقلبية الطبيعية في المناخ.

باء –٢ التغييرات المرصودة في التهطال ورطوبة الغلاف الجوي

استمر معدل التهطال الأرضي السنوي، منذ وقت تقرير التقييم الثاني، فى الزيادة في خطوط العرض المتوسطة والقطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي (من المرجح بشدة أن تكون ٠,٥ إلى ١ في المائة في العقد الواحد) باستثناء فوق شرقي آسيا. وفي المناطق شبه المدارية (١٠° شمالا إلى ٣٠° شمالا) انخفضت أمطار سطح الأرض في المتوسط (يحتمل أن تكون نحو ٠,٣٪ للعقد الواحد) على الرغم من أن ذلك قد أظهر دلائل على الانتعاش في السنوات الأخيرة. وتشير قياسات التهطال على سطح الأرض في المناطق المدارية إلى أن التهطال قد يكون قد زاد بنحو ٠,٢ ٪ الى ٠,٣٪ خلال العقد الواحد طوال القرن العشرين، غير أن الزيادات ليست واضحة خلال العقود القليلة الماضية، كما أن كمية مساحة الأراضي المدارية (مقابل المحيطات) في خطوط العرض (١٠° شمالا إلى ١٠° جنوبا) كانت ضئيلة نسبيا. ومع ذلك، فإن القياسات المباشرة للتهطال وإعادة التحليل النموذجي للتهطال المستنتج تشير إلى أن هطول الأمطار قد زاد أيضا فوق أجزاء كبيرة من المحيطات المدارية. وحيثما تتوافر التغييرات السنوية في تدفق مجاري المياه فإنها ترتبط في غالب الأحيان بصورة جيدة بالتغييرات في مجموع التهطال. وثمة ارتباطات قوية بين الزيادة في التهطال في خطوط العرض المتوسطة والقطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي والزيادات طويلة الأجل في مجموع كميات السحب. وعلى العكس من نصف الكرة الأرضية الشمالي، لم ترصد أية تغييرات منتظمة مماثلة في التهطال في متوسطات خطوط العرض الواسعة فوق نصف الكرة الأرضية الجنوبي.

من المرجح أن يكون بخار الماء في الغلاف الجوي قد زاد بعدة نسب مئوية للعقد الواحد في كثير من المناطق في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وقد تم تحليل التغيرات في بخار الماء خلال ما يقرب من الخمسة والعشرين عاما الماضية في مناطق مختارة باستخدام الرصدات السطحية في المواقع الطبيعية فضلا عن قياسات طبقة التروبوسفير الدنيا من التوابع الاصطناعية وبالونات الطقس. وينشأ الآن نمط من الزيادات العامة في بخار الماء السطحي وفي طبقة التروبوسفير الدنيا على امتداد العقود القليلة الماضية من مجموعة البيانات الأكثر موثوقية على الرغم من أن من المرجح أن هناك تحيزات تعتمد على الوقت في هذه البيانات والتباينات الإقليمية في الاتجاهات. كما أن من المرجح أن يكون بخار الماء في طبقة الستراتوسفير الدنيا قد زاد بنحو ١٠ في المائة للعقد الواحد منذ بداية سجل الرصد (١٩٨٠).

تشير التغييرات في مجموع كمية السحب فوق نصف الكرة الأرضية الشمالي والمناطق القارية عند خطوط العرض المتوسطة والقطبية إلى زيادة محتملة في غطاء السحب بنحو ٢ في المائة منذ بداية القرن العشرين، وهى الزيادة التي تبين الآن أنها ترتبط ارتباطا موجبا بالانخفاضات في نطاق درجات الحرارة النهارية. وظهرت تغييرات مماثلة فوق استراليا وهي القارة الوحيدة في نصف الكرة الأرضية الجنوبي التي استكمل فيها مثل هذا التحليل. ويحيط عدم اليقين بالتغييرات في مجموع كمية السحب فوق مناطق الأراضي شبه المدارية والمدارية فضلا عن فوق المحيطات.

باء –٣ التغيرات المرصودة في الغطاء الثلجي وصفيحة الجليد الأرضي والبحري

مازال الانخفاض في الغطاء الثلجي وصفيحة الجليد الأرضي ترتبط ارتباطا موجبا بالزيادة في درجات حرارة سطح الأرض. وتبين بيانات التوابع الاصطناعية أن من المرجح بشدة أن يكون قد حدث انخفاض بنحو ١٠٪ في حجم الغطاء

الثلجي منذ أواخر الستينات. وثمة ارتباط مغزوي كبير بين الزيادات في درجة حرارة الأرض في نصف الكرة الأرضية الشمالي وهذه الانخفاضات. وتتوافر الآن شواهد كثيرة تؤيد حدوث انحسار كبير في الجليديات في جبال الألب وعلى مستوى القارة استجابة لاحترار القرن العشرين. وقد أدت الزيادات في التهطال في بعض المناطق الشجرية القليلة نتيجة للتغيرات في دوران الغلاف الجوي الإقليمي إلى إخفاء الزيادات في درجات الحرارة خلال العقدين السابقين، وعودة الجليديات إلى التقدم. وتبين الرصدات الأرضية، خلال فترة المائة إلى المائة وخمسين عاما الماضية، أن من المرجح بشدة أن يكون قد حدث انخفاض مدته نحو أسبوعين في بقاء الجليد في البحيرات والأنهار في خطوط العرض المتوسطة والقطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي.

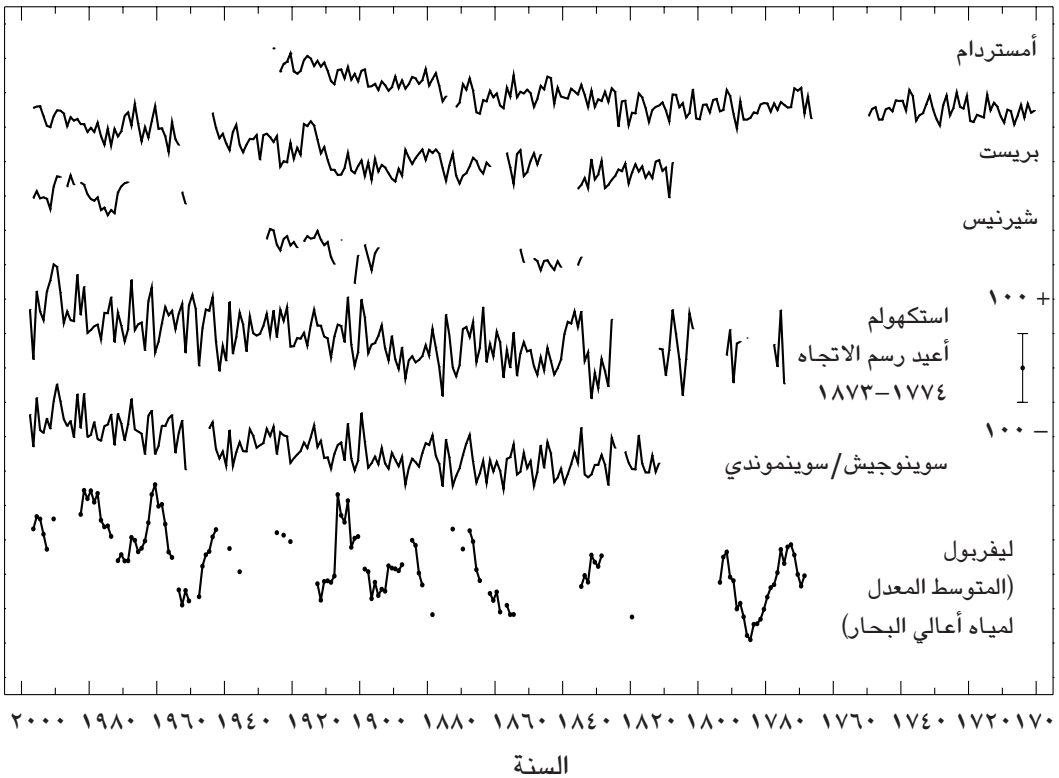
كميات الجليد البحري في نصف الكرة الأرضية الشمالي في انخفاض إلا أنه لم تظهر أية اتجاهات تذكر بالنسبة لصفيحة الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية. ويتسق الانحسار في صفيحة الجليد البحري في ربيع وصيف المنطقة القطبية الشمالية مع الزيادة في درجات الحرارة الربيعية، وإلى حد أقل مع درجات الحرارة الصيفية في خطوط العرض القطبية. ولا توجد إشارات كافية على انخفاض صفحة الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية خلال الشتاء عندما زادت درجات الحرارة في المنطقة المحيطة. وعلى العكس من ذلك، لا توجد علاقة واضحة جاهزة بين التغييرات في درجات حرارة المنطقة القطبية الجنوبية للعقد الواحد وصفحة الجليد البحري منذ عام ١٩٧٣. فبعد انحسار أولي في منتصف السبعينات، ظلت صفحة الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية ثابتة بل وزادت بصورة طفيفة.

وتشير البيانات الجديدة إلى أن من المرجح أنه كان هناك انحسار بنسبة تقارب ٤٠ في المائة في كثافة الجليد البحري للمنطقة القطبية الشمالية في أواخر الصيف وأوائل الخريف فيما بين الفترة ١٩٥٨ إلى ١٩٧٦، ومنتصف التسعينات، وأن انحسارا طفيفا للغاية قد حدث في الشتاء. غير أن القصر النسبي لطول السجلات وعدم اكتمال أخذ العينات يحدان من تفسير هذه البيانات. وقد تكون التقلبية فيما بين السنوات والتقلبية فيما بين العقود قد أثرت في هذه التغيرات.

باء -٤ التغييرات المرصودة في مستوى سطح البحر

التغيرات خلال سجل الأجهزة

استنادا إلى بيانات قياس المد، يتراوح معدل متوسط ارتفاع مستوى سطح البحر في العالم خلال القرن العشرين بين ١,٠ إلى ٢,٠ مم سنويا مع قيمة وسطية تبلغ ١,٥ مم سنويا (لا ينبغي



الشكل ٦: السلاسل الزمنية للمستوى النسبي لسطح البحر خلال الثلاثمائة عام الماضية من أوروبا الشمالية: أمستردام، هولندا، بريست، فرنسا، شيرنيس، المملكة المتحدة، استكهولم، السويد (أعيد رسم الاتجاه خلال الفترة ١٧٧٤ إلى ١٨٧٣ لإزالة أولا مساهمة الفترة بعد الجليدية) وسوينجي، بولندا (وسوينموندي في السابق، ألمانيا) وليفربول المملكة المتحدة. فالبيانات المتعلقة بالأجهزة هي للمتوسط المعدل لمياه أعالي البحار وليس لمتوسط مستوى سطح البحر، وتشمل فترة عقدية (١٨,٦ عام). ويبين عمود القياس ١٠٠مم [استنادا إلى الشكل ١١-٧].

تفسير القيمة الوسطية على أنها أفضل التقديرات) (انظر الإطار ٢ للاطلاع على العوامل التي تؤثر في مستوى سطح البحر). وكما يشير الشكل ٦، فان أطول السجلات بالأجهزة (قرنان أو ثلاثة قرون على الأكثر) لمستوى سطح البحر المحلي يأتي من قياسات المد. واستنادا إلى السجلات القليلة للغاية لقياسات المد الطويل، كان المعدل المتوسط لارتفاع مستوى سطح البحر أكبر خلال القرن العشرين منه خلال القرن التاسع عشر. ولم يرصد أي تسارع يذكر في معدل ارتفاع مستوى سطح البحر في القرن العشرين. ولا يتعارض ذلك مع النتائج النموذجية نتيجة لاحتمال عوامل التعويض ومحدودية البيانات.

التغييرات خلال سجلات ما قبل الأجهزة

منذ العصر الجليدي الأعظم الأخير قبل نحو ٢٠ ٠٠٠ سنة، ارتفع مستوى سطح البحر في مواقع بعيدة عن الصفحة الجليدية الحاضرة والسابقة بأكثر من ١٢٠ م نتيجة لفقدان كتل من هذه الصفائح الجليدية. ومازالت التحركات الأرضية الرأسية، إلى أعلى وأسفل، تحدث استجابة لهذه التحويلات الكبيرة في الكتلة من الصحائف الجليدية الى المحيطات. وحدث أسرع ارتفاع في مستوى سطح البحر في العالم فيما بين ٠٠٠ ١٥ و٠٠٠ ٦ سنة مضت بمعدل متوسط يبلغ نحو ١٠ مم سنويا. واستنادا إلى البيانات الجيولوجية فإن مستوى سطح البحر (أي ما يعادل تغييرا في حجم المحيط) قد يكون قد ارتفع بمعدل متوسط قدره ٠,٥ مم في السنة خلال الستة آلاف عام الماضية وبمعدل متوسط يبلغ ٠,١ مم إلى ٠,٢ مم سنويا خلال الثلاثة آلاف عام الأخيرة. ويبلغ هذا المعدل نحو عُشر ذلك الذى حدث خلال القرن العشرين. فمن غير المرجح أن تكون التقلبات في مستوى سطح البحر في العالم قد تجاوزت ٠,٣ إلى ٠,٥ م خلال الثلاثة آلاف إلى الستة آلاف عام الأخيرة.

الإطار ٢: ما الذي يتسبب في تغير مستوى سطح البحر؟

يتحدد مستوى سطح البحر عند خط الساحل بفعل الكثير من العوامل في المناخ العالمي التي تعمل على نطاق كبير من الفترات الزمنية ابتداء من ساعات (المد) إلى ملايين السنين (التغيرات في حوض المحيط نتيجة لحركة الصفائح الأرضية والترسيب). ففي الفترات الزمنية التي تتراوح بين عقود وقرون، فإن بعضا من أكبر المؤثرات في المستويات المتوسطة لسطح البحر يرتبط بالمناخ وعمليات تغير المناخ.

أولا، فإن المحيطات تتسع مع احترار مياهها. فعلى أساس رصدات درجات حرارة المحيطات والنتائج النموذجية، يعتقد أن التمدد الحراري هو أحد العوامل المساهمة الرئيسية في التغيرات التاريخية في مستوى سطح البحر. وعلاوة على ذلك، فإن من المتوقع أن يسهم التمدد الحراري بأكبر العناصر في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال المائة عام القادمة. فدرجات حرارة المحيطات العميقة تتغير ببطء، ولذا فإن التمدد الحراري يمكن أن يستمر لعدة قرون حتى ولو ثبتت تركيزات غازات الدفيئة.

وتتباين كمية الاحترار وعمق المياه المتأثرة بتباين المواقع. وعلاوة على ذلك، فإن المياه الأكثر احترارا تزداد بصورة أكبر من المياه الباردة بالنسبة لتغير معين في درجة الحرارة. والتوزيع الجغرافي للتغير في مستوى سطح البحر ينشأ عن التباينات الجغرافية في التمدد الحراري، والتغيرات في الملوحة، والرياح والدوران فى المحيطات. ونطاق التغير الإقليمي كبير بالمقارنة بالمتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر.

كذلك فإن مستوى سطح البحر يتغير عندما تزداد كتلة المياه في المحيطات أو تقل. ويحدث ذلك عندما تتبادل مياه المحيطات مع المياه المخزنة على اليابسة. والمخزون الأرضي الرئيسي هو المياه المجمدة في الجليديات أو صفائح الجليد.

والواقع أن السبب الرئيسي لانخفاض مستوى سطح البحر خلال العصر الجليدي الأخير هو كمية المياه المخزنة في الحجم الكبير للصفائح الجليدية في القارات الواقعة في نصف الكرة الأرضية الشمالي. فبعد التمدد الحراري، يتوقع أن يقدم ذوبان الجليديات الجبلية والقلنسوات الجليدية أكبر إسهام في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال المائة عام القادمة. وهذه الجليديات والقلنسوات الجليدية لا تشكل سوى نسب قليلة من مساحة الجليد الأرضي في العالم إلا أنها أكثر حساسية للتغيرات المناخية من صفائح الجليد الكبيرة في جرينلاند ومنطقة القطب الجنوبي لأن هذه الصفائح في مناخات أكبر برودة مع انخفاض التهطال ومعدلات الذوبان. وعلى ذلك، فإن من المتوقع ألا تشكل الصفائح الجليدية الكبيرة سوى مساهمة واضحة صغيرة في تغير مستوى سطح البحر خلال العقود القادمة.

كما يتأثر مستوى سطح البحر بعمليات لا تتصل بصورة واضحة بتغير المناخ. فمخزون المياه الأرضي (ومن ثم مستوى سطح البحر) يمكن أن يتغير نتيجة لاستخلاص المياه الجوفية، وبناء الخزانات، والتغييرات في مستوى جريان المياه السطحية، والتسرب إلى الطبقات العميقة الحاملة للمياه من الخزانات والري. وربما تبدد هذه العوامل جزءا كبيرا من التسارع المتوقع في ارتفاع مستوى سطح البحر نتيجة للتمدد الحراري وذوبان الجليديات. وعلاوة على ذلك، فإن هبوط سواحل مناطق الدلتا يمكن أن يؤثر أيضا في مستوى سطح البحر المحلي. فحركة الأراضي الرأسية نتيجة للعمليات الجيولوجية الطبيعية مثل الحركات البطيئة لغطاء الأرض والحركة التكتونية للقشرة يمكن أن يكون لها تأثيرات على مستوى سطح البحر تماثل التأثيرات ذات الصلة بالمناخ. وأخيرا، فإن مستوى سطح البحر يستجيب، في الفترات الموسمية والعديدة السنوات والعقدية للتغييرات في دينامية الغلاف الجوي والمحيطات مع حدوث أكثر الأمثلة اثارة للدهشة خلال أحداث النينيو.

باء –٥ التغييرات المرصودة في أنماط الدوران في الغلاف الجوي والمحيطات

كان سلوك التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو (انظر الإطار ٤ للحصول على وصف عام) غير عادي منذ منتصف السبعينات بالمقارنة بالمائة عام السابقة حيث كانت فترات المرحلة الدافئة من التذبذبات الجنوبية أكثر نسبيا، في وتيرتها واستمرارها وحدتها من المرحلة الباردة المقابلة. وينعكس هذا السلوك الأخير في التباينات في التهطال ودرجات الحرارة في معظم أنحاء المناطق المدارية وشبه المدارية في العالم. ومن المرجح أن يكون التأثير الكامل عبارة عن مساهمة صغيرة في زيادة درجة حرارة العالم خلال العقود القليلة الماضية. وترتبط التذبذبات في المحيط الهادئ التي تحدث على عدة عقود وتلك التي تحدث خلال عقد بالتقلبية المناخية لعقد واحد أو لعدة عقود في حوض المحيط الهادئ. ومن المرجح أن تكون هذه التذبذبات على نسق التقلبية المناخية ذات الصلة بالتذبذبات الجنوبية المتصلة بظاهرة النينيو.

توصيف بعض جوانب الدوران الهامة الأخرى التي تؤثر في مناطق شاسعة من العالم. إذ تتصل تذبذبات شمال الأطلسي بقوة الرياح الغربية فوق المحيط الأطلسي وأوراسيا خارج المناطق المدارية. فخلال فصل الشتاء، تظهر تذبذبات شمال الأطلسي تذبذبات غير منتظمة على النطاقات الزمنية متعددة السنوات ومتعددة العقود. فمنذ السبعينات، كانت تذبذبات شمال الأطلسي في غالب الأحيان في مرحلة تسهم في تقوية الرياح الغربية التي تترابط مع احترار الموسم البارد فوق أوراسيا. وتشير الشواهد الجديدة إلى أن ذبذبات شمال الأطلسي والتغييرات في الجليد البحري في القطب الشمالي يرتبطان ارتباطا وثيقا. ويعتقد الآن أن ذبذبات شمال الأطلسي جزء من تذبذبات قطبية شمالية في الغلاف الجوي أوسع نطاقا تؤثر في أجزاء كبيرة من نصف الكرة الأرضية الشمالي خارج المناطق المدارية. وثمة ذبذبات مماثلة في القطب الجنوبي في مرحلة موجبة تعززت خلال الخمسة عشر عاما الماضية مع اشتداد الرياح الغربية فوق المحيطات الجنوبية.

باء –٦ التغييرات المرصودة في التقلبية المناخية وأحداث الطقس والمناخ المتطرفة

تبين التحليلات الجديدة أن من المرجح بشدة، في المناطق التي زاد فيها التهطال الكلي، أنه كانت هناك زيادات أكثر وضوحا في أحداث التهطال الشديد والمتطرف. والعكس أيضا صحيح. غير أن الأحداث الغزيرة والمتطرفة في بعض المناطق (المحدد بأنها ضمن العشرة في المائة العليا أو السفلى) قد زادت على الرغم من أن التهطال الكلي انخفض أو ظل ثابتا. ويعزى ذلك إلى انخفاض في وتيرة أحداث التهطال. ومن المرجح، عموما، أنه قد حدثت، في الكثير من خطوط العرض المتوسطة أو القطبية، ولاسيما في شمال نصف الكرة الأرضية الشمالي، زيادات كبيرة من الناحية الاحصائية في نسبة التهطال السنوي الكلي المستمد من أحداث التهطال الغزيرة أو المتطرفة. ومن المرجح أنه كانت هناك زيادة بنسبة تتراوح بين ٢ و٤ ٪ في وتيرة أحداث التهطال خلال النصف الأخير من القرن العشرين. وكانت هناك زيادة طفيفة نسبيا في القرن العشرين (١٩٠٠ الى ١٩٩٥) في مناطق اليابسة في العالم التي تعرضت لجفاف شديد أو أمطار غزيرة. وفي بعض المناطق، مثل أجزاء من آسيا وأفريقيا، لوحظ أن وتيرة الجفاف وحدته قد زادا في العقود الأخيرة. وفي كثير من المناطق، تهيمن التقلبية المناخية متعددة العقود أو لعدة عقود على هذه التغييرات كما يتضح من تحول التذبذبات الجنوبية الناجمة عن ظاهرة النينيو إلى أحداث أكثر دفئا. وفي كثير من الحالات، تتقلص تقلبية درجة الحرارة فيما بين الأيام، وتزيد من درجات الحرارة الدنيا اليومية في معظم مناطق خطوط العرض المتوسطة والقطبية. ومن المرجح للغاية، منذ عام ١٩٥٠ أنه كان هناك انخفاض ملموس في وتيرة درجات الحرارة الوسطى الموسمية التي تقل كثيرا عن المستوى في كثير من أنحاء العالم إلا أنه كانت هناك زيادات أقل في وتيرة الكثير من درجات الحرارة الموسمية فوق العادية.

لا توجد شواهد مقنعة تشير إلى أن خصائص العواصف المدارية وخارج المدارية قد تغيرت. وتخضع التغييرات في حدة العواصف المدارية ووتيرتها لهيمنة التباينات لعدة عقود ومتعددة العقود التي قد تكون كبيرة كما في المناطق المدارية من شمال الأطلسي. ونظرا لاستكمال البيانات ومحدودية وتضارب التحليلات، فمن غير المؤكد ما إذا كان هناك أية زيادات طويلة الأجل وواسعة النطاق في حدة ووتيرة الأعاصير خارج المدارية في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وجرى تحديد الزيادات الإقليمية في شمال المحيط الهادئ وأجزاء من المحيط الشمالي وأوروبا خلال العقود العديدة الماضية وفي نصف الكرة الأرضية الجنوبي، لم تستكمل سوى بضعة تحليلات إلا أنها تشير إلى حدوث انخفاض في نشاط الأعاصير فوق المدارية منذ السبعينات. ولم تقدم التحليلات الأخيرة للتغيرات في أحوال الطقس المحلية العديدة (مثل الأعاصير وأيام العواصف الرعدية والبرد) في عدد قليل من المناطق المختارة أية قرائن أكيدة تشير إلى حدوث تغييرات طويلة الأجل. وإجمالا، فإن الاتجاهات في أحداث الطقس الشديد صعبة الرصد نتيجة لندرة حدوثها نسبيا وللتباين المكاني لوقوعها.

باء –٧ الصورة الجماعية: احترار العالم وتغيرات أخرى في النظام المناخي

كما أشار الملخص سلفا، فإن هناك مجموعة من التغييرات أصبحت الآن حسنة التوثيق وخاصة خلال العقود الأخيرة إلى فترة قرن من الزمان مع تزايد مجموعة القياسات المشتركة. ويبين الشكل ٧ هذه الاتجاهات فى مؤشرات درجات الحرارة (الشكل ٧أ) والمؤشرات الهيدرولوجية ذات الصلة بالعواصف (الشكل ٧ب) فضلا عن توفير إشارة على مدى اليقين بشأن هذه التغييرات.

وإذا أخذت هذه الاتجاهات معا، فإنها تقدم صورة جماعية لعالم ترتفع درجة حرارته

- أجريت قياسات لدرجات الحرارة السطحية فوق اليابسة والمحيطات (مع تقديرين منفصلين لهذه الأخيرة) وعدلت بصورة منفصلة. وتبين جميع مجموعات البيانات اتجاهات تصاعدية متماثلة في العالم مع فترتين رئيسيتين للاحترار في العالم: ١٩١٠ إلى ١٩٤٥، ومنذ عام ١٩٧٦. وثمة اتجاه ناشئ يشير إلى تزايد درجات حرارة الهواء السطحي لليابسة فى العالم بأسرع من درجات حرارة سطح المحيطات في العالم.
- تبين قياسات بالونات الطقس أن درجات حرارة طبقة التربوسفير الدنيا في تزايد منذ عام ١٩٥٨ وإن كانت بصورة طفيفة منذ ١٩٧٩. وقد توافرت بيانات التوابع الاصطناعية منذ ١٩٧٩ وتبين اتجاهات مماثلة لتلك المأخوذة من البالونات.
- يتزامن الانخفاض في مدى درجات الحرارة النهارية القارية مع تزايد كمية السحب والتهطال وزيادة مجموع بخار الماء.
- يتسق الانحسار في الصفيحة الجليدية الجبلية وكتلة الجليد في مختلف أنحاء العالم تقريبا مع الزيادة في درجات الحرارة السطحية في العالم. وثمة استثناءات قليلة حدثت مؤخرا في المناطق الساحلية تتسق مع التباينات في الدوران في الغلاف الجوي وما يتصل بذلك من زيادة التهطال.
- يرتبط الانخفاض في الغطاء الثلجي وقصر مواسم جليد البحيرات والأنهار ارتباطا جيدا بالارتفاع في درجات الحرارة لسطح اليابسة في نصف الكرة الأرضية الشمالي.
- الانخفاض المنتظم في صفيحة الجليد البحري الربيعية والصيفية وكثافتها في المنطقة القطبية الشمالية تتسق مع الارتفاع في درجات الحرارة فوق معظم الأراضي والمحيطات المجاورة.
- زاد المحتوى الحراري للمحيطات وارتفع متوسط مستوى سطح البحر.
- تتسق الزيادة في مجموع بخار الماء في الغلاف الجوي خلال الخمسة والعشرين عاما الماضية بصورة كمية مع الزيادة في درجات حرارة طبقة التروبوسفير وزيادة الدورة الهيدرولوجية مما يسفر عن زيادة أحداث التهطال الأكثر تطرفا وغزارة فى الكثير من المناطق مع تزايد التهطال أي في خطوط العرض المتوسطة والقطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي.

بعض الجوانب الهامة للمناخ لم تتغير على ما يبدو

- ثمة مناطق قليلة في العالم لم تتعرض للاحترار في العقود الأخيرة وخاصة فوق بعض أجزاء محيطات نصف الكرة الأرضية الجنوبي وأجزاء من المنطقة القطبية الجنوبية.
- لم تظهر أية اتجاهات ملموسة عن صفيحة الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية طوال فترة القياسات المنتظمة بالتوابع الاصطناعية (منذ ١٩٧٨).
- استنادا إلى البيانات المحدودة المتوافرة، لا تظهر التباينات المرصودة في كثافة ووتيرة الأعاصير المدارية المناطق المدارية، والعواصف المحلية الشديدة أية اتجاهات واضحة خلال النصف الأخير من القرن العشرين على الرغم من ظهور تقلبات متعددة العقود في بعض الأحيان.

وتشير التباينات والاتجاهات فى المؤشرات المدروسة الى أن من شبه المؤكد أنه كان هناك اتجاه متزايد بصورة عامة فى درجة حرارة سطح العالم طوال القرن العشرين على الرغم من حدوث بعض الانحرافات قصيرة الأجل والاقليمية عن هذا الاتجاه.

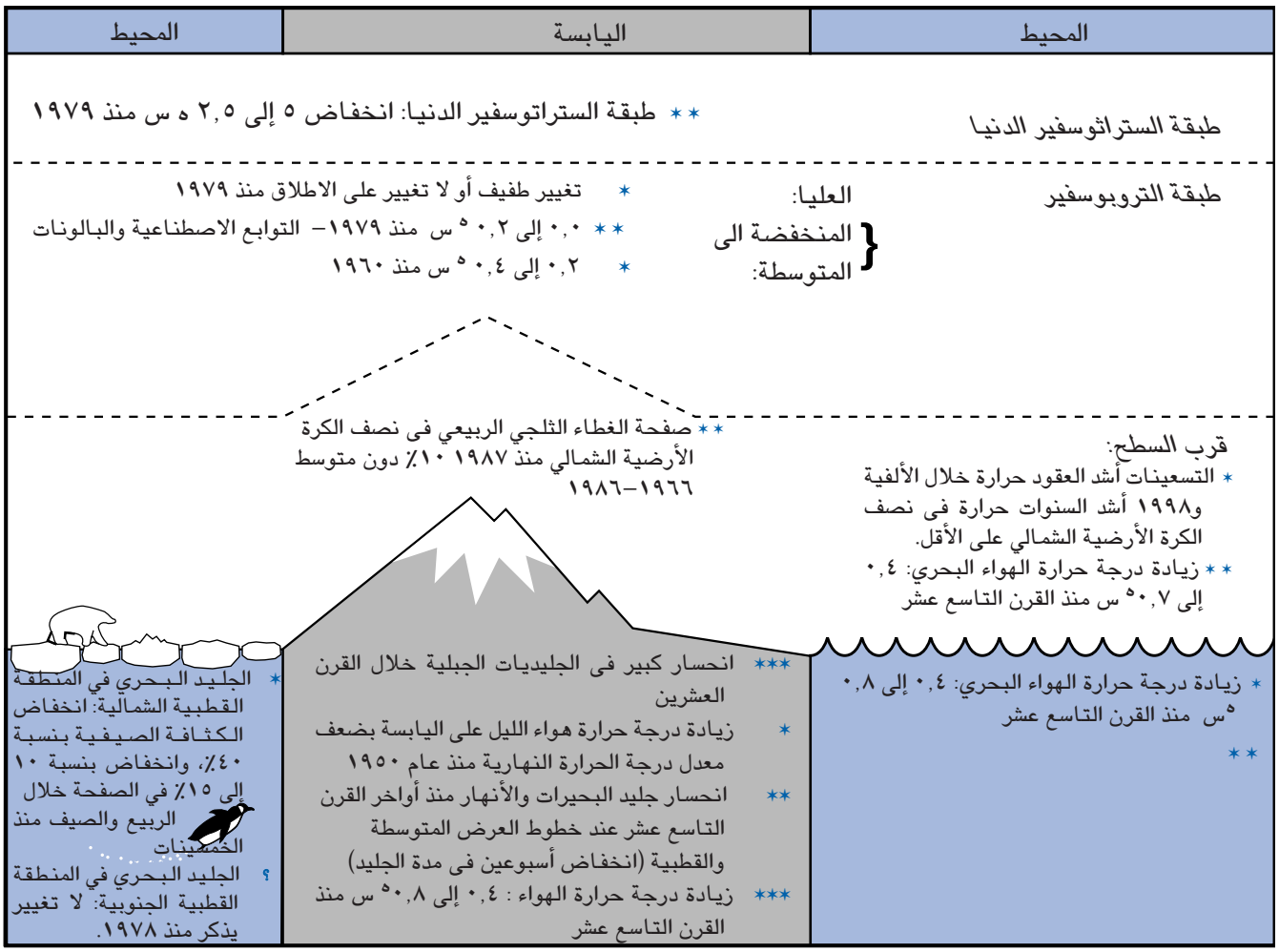
جيم – عوامل التأثير التي تسبب تغير المناخ

علاوة على التباينات والتغييرات السابقة في مناخ الأرض، وثقت الرصدات أيضا التغييرات التي حدثت في العوامل التي يمكن أن تسبب تغييرا في المناخ. وأكثر العوامل ملاحظة بينها هي الزيادات في تركيزات غازات الدفيئة والهباء (الجزيئات أو القطيرات الدقيقة التي يحملها الهواء) في الغلاف الجوي والتباينات في النشاط الشمسي، وكلاهما يمكن أن يغير موازنة إشعاع الأرض ومن ثم المناخ. والسجلات الرصدية لعوامل التأثير في المناخ تشكل جزءا من المدخلات اللازمة لفهم التغييرات المناخية الماضية التي لوحظت في القسم السابق، والآن من المهم للغاية، التنبؤ بما يمكن أن ينتظر من تغييرات مناخية في المستقبل (انظر القسم واو).

ومجموعة البيانات الخاصة بعوامل التأثير، شأنها شأن سجل التغييرات المناخية الماضية، على درجات متباينة من الطول والنوعية. ولم تتوافر القياسات المباشرة للاشعاع الشمسي إلا منذ نحو عقدين. وقد بدأت عمليات الرصد المباشر المستمر لتركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي منذ منتصف القرن العشرين وفي سنوات تالية بالنسبة لغازات الأطول عمرا حسنة المزج مثل الميثان. وتكشف بيانات الغلاف الجوي القديمة المستمدة من عينات اسطوانية جليدية التغيرات في تركيزات بعض غازات الدفيئة التي حدثت في الألفيات السابقة. وعلى العكس من ذلك، كانت قياسات السلاسل الزمنية لعوامل التأثير التي كان لها فترات بقاء زمنية قصير نسبيا في الغلاف الجوي (مثل الهباء) أحدث وأقل اكتمالا بدرجة كبيرة بالنظر إلى صعوبة قياسها واختلافاتها المكانية. وتبين مجموعات البيانات الحالية التأثيرات البشرية على التركيزات في الغلاف الجوي لكل من غازات الدفيئة طويلة العمر وعوامل التأثير قصيرة العمر خلال الجزء الأخير من الألفية الماضية. ويبين الشكل ٨ تأثيرات النمو الكبير في العصر الصناعي لانبعاثات غازات الدفيئة وأكسيد الكبريت الناجمة عن الأنشطة البشرية، وحيث كان الأخير سلف للهباء.

الشكل ٧أ: رسم تخطيطي للتباينات المرصودة في مؤشرات درجات الحرارة [استنادا إلى الشكل ٢-٣٩ أ]

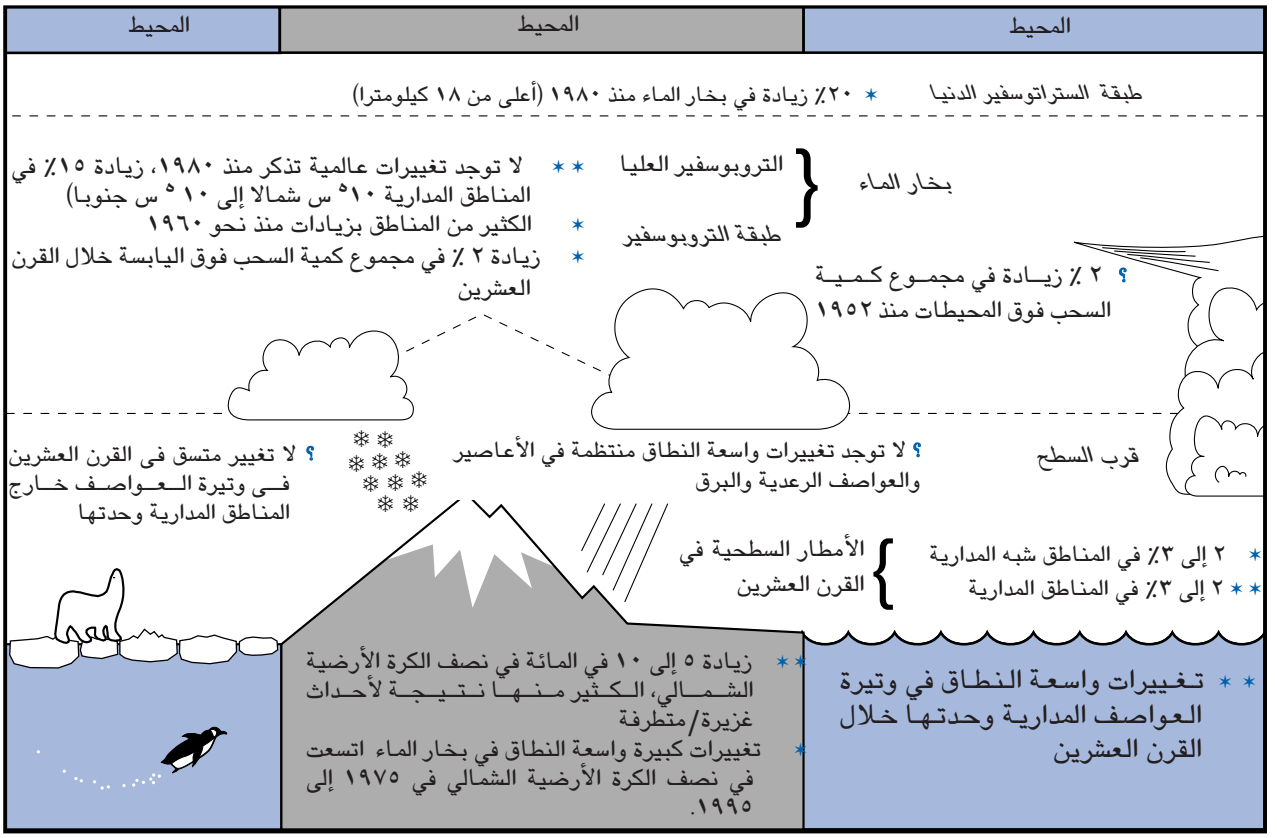
(أ) مؤشرات درجات الحرارة



الاحتمال

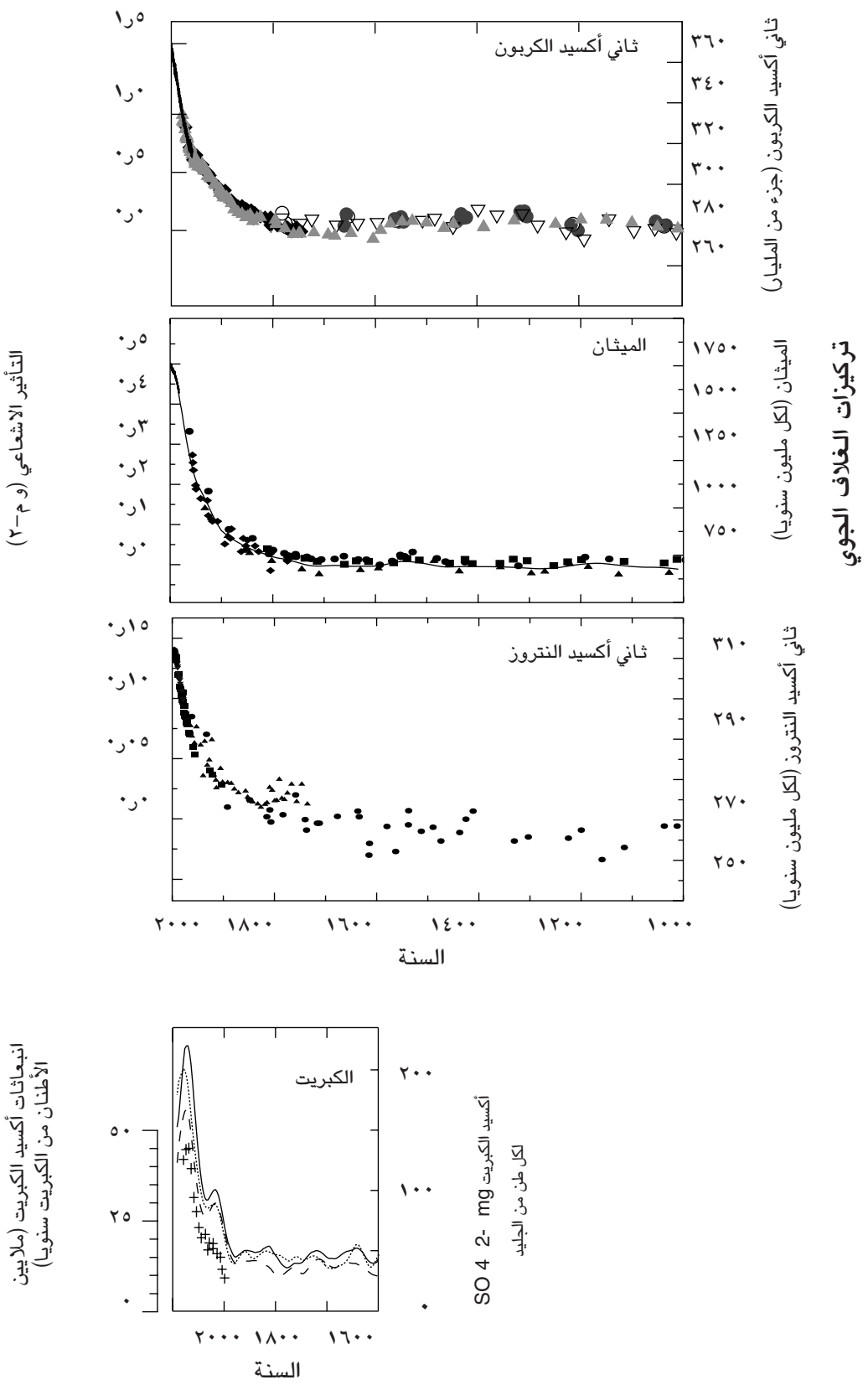
*** شبه مؤكد (لاحتمالية أكثر من ٩٩٪)
** مرجح بشدة (الاحتمالية أكثر من ٩٠٪ وأقل من ٩٩٪)
* مرجح (الاحتمالية أكثر من ٦٦٪ وأقل من ٩٠٪)
؟ احتمالية متوسطة (احتمالية أكثر من ٣٣٪ وأقل من ٦٦٪)

الشكل ٧ب : رسم تخطيطي للتباينات المرصودة في المؤشرات الهيدرولوجية والأعاصير ذات الصلة
[استنادا إلى الشكل ٣ – ٣٩ ب]

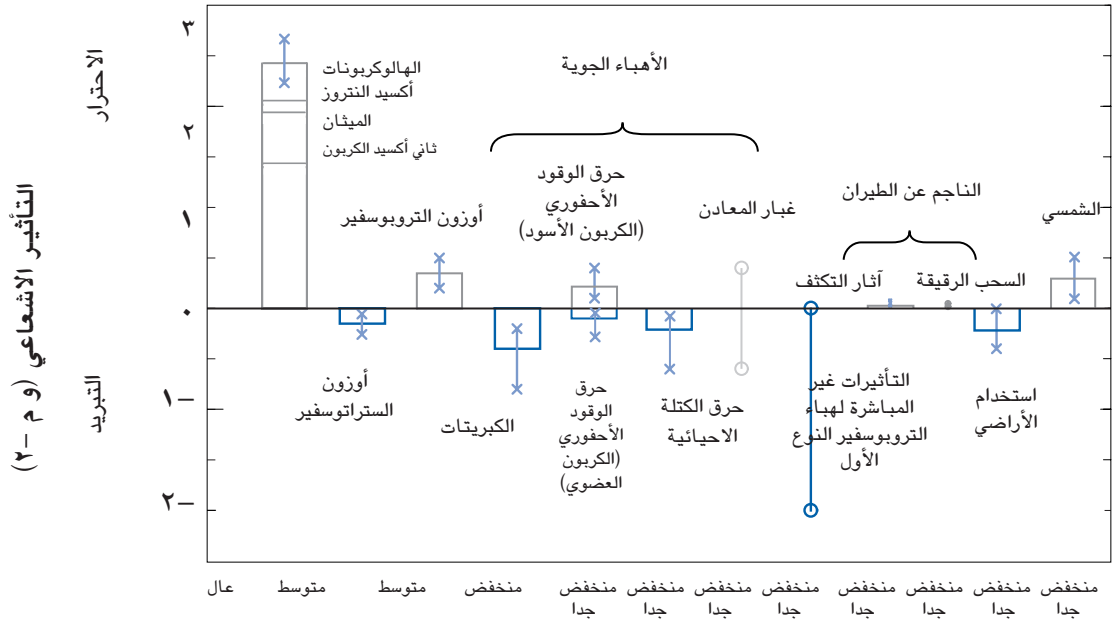


ويسمى التغيير في الطاقة المتاحة لنظام الغلاف الجوي/اليابسة في العالم نتيجة للتغيير في هذه العوامل المؤثرة التأثير الاشعاعي (و م –٢) في النظام المناخي (انظر الاطار ١). والتأثير الاشعاعي في تغير المناخ (المعرّف بهذه الطريقة) يشكل دليلا على التأثيرات المتوسطة النسبية العالمية على نظام سطح الأرض/طبقة التربوسفير نتيجة لمختلف الأسباب الطبيعية والبشرية المنشأ. ويتولى هذا القسم تحديث المعارف عن التأثيرات الاشعاعية على تغير المناخ والتي حدثت منذ عصور ما قبل الصناعة حتى الآن. ويبين الشكل ٩ التأثيرات الاشعاعية التقديرية من بداية العصر الصناعي (١٧٥٠ وحتى ١٩٩٩) بالنسبة لعوامل التأثير الطبيعية والبشرية المنشأ التي يمكن تقديرها كميا. وعلى الرغم من أن الثورات البركانية غير مدرجة في الآرقام بسبب طابعها العرضي، فإنها مصدر آخر للتأثيرات الطبيعية الهامة. ويرد ملخص للمعلومات عن كل عامل تأثير في الأقسام الفرعية التالية.

وتتباين عوامل التأثير المدرجة في الشكل ٩ تباينا شاسعا من حيث الشكل والحجم والتوزيع المكاني، فبعض غازات الدفيئة يتصاعد إلى الغلاف الجوي مباشرة، في حين أن البعض الآخر عبارة عن منتجات كيماوية نابعة من انبعاثات أخرى. ولبعض غازات الدفيئة أوقات بقاء طويلة في الغلاف الجوي ومن ثم فانها ممزوجة بطريقة جيدة في مختلف أنحاء الغلاف الجوي في حين أن البعض الآخر قصير العمر وله تركيزات إقليمية متباينة. وتنشأ معظم الغازات من مصادر طبيعية وبشرية المنشأ. وأخيرا، وكما يتبين من الشكل ٩، فإن التأثيرات الاشعاعية لمختلف العوامل يمكن أن تنطوي على اتجاه موجب (أي اتجاه لتبريد سطح الأرض).



الشكل ٨: سجلات التغييرات في تركيب الغلاف الجوي (أ) التركيزات في الغلاف الجوي لكل من ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز طوال الألف عام الماضية. وتستكمل بيانات عينات الجليد من عدة مواقع في المنطقة القطبية الجنوبية وجرينلاند (مبينة برموز مختلفة) ببيانات من عينات مباشرة من الغلاف الجوي خلال العقود القليلة الماضية (مبينة بحسب الخط الخاص بثاني أكسيد الكربون ومدرجة في المنحنى الذي يمثل المتوسط العالمي للميثان) وتبين التأثيرات الاشعاعية التقديرية من هذه الغازات على المقياس على الجانب الأيمن (ب) أزيل تركيز الكبريت في العديد من العينات الجليدية من جرينلاند مع التأثيرات العارضة لثورات البراكين (الخطوط) ومجموع انبعاثات أكسيد الكبريت من مصادر في الولايات المتحدة وأوروبا.
[استنادا إلى (أ) الشكل ٣-٢(ب) (ثاني أكسيد الكربون) والشكل ٤-١(أ) و(ب) (الميثان) والشكل ٤-٢ (أكسيد النتروز) و(ب) الشكل ٤-٥(أ).]



الشكل ٩: التأثيرات الاشعاعية السنوية في العالم (و م-٢) نتيجة لعدد من العوامل خلال الفترة من عصر ما قبل الصناعة (١٧٥٠) حتى الآن (أواخر التسعينات، نحو ٢٠٠٠) (ترد أيضا القيم العددية في الجدول ٦–١١ في الفصل السادس). وللاطلاع على التفسيرات التفصيلية، يرجى الرجوع إلى الفصل ٦–١٣. ويبين ارتفاع العمود المستطيل القيم الرئيسية أو أفضل تقديرات القيم فى حين عدم وجودها يعنى أن أفضل التقديرات مستحيلة. ويشير الخط الرأسي فوق العمود المستطيل بالعلامة "لا" إلى تقدير مدى عدم اليقين، بالنسبة لمعظم الجزء الموجه بامتداد القيم المنشورة للتأثير. ويبين خط رأسي بدون العمود المستطيل مع علامة ("O") تأثير لا يمكن إعطاء تقدير رئيسي له نتيجة لاتساع مدى عدم اليقين. وليس لمدى عدم اليقين المحدد هنا أي أساس احصائي ومن ثم فهو يختلف عن استخدام هذا المصطلح في الأماكن الأخرى بهذه الوثيقة. ومنح كل تأثير رقم دليل "لمستوى الفهم العلمي" حيث ترد المستويات مرتفع ومتوسط ومنخفض ومنخفض للغاية على التوالى. ويمثل ذلك تقديرا ذاتيا لمدى الموثوقية في تقديرات التأثير المتضمن بعض العوامل مثل الافتراضات اللازمة لتقييم التأثير، ودرجة المعرفة بالآليات الفيزيائية والكيماوية التي تحدد التأثير، وحالات عدم اليقين التي تحيط بالتقديرات الكمية للتأثير (انظر الجدول ٦–١٢). وقد جمعت غازات الدفيئة حسنة المزج معا فى عمود مستطيل واحد مع متوسط المساهمات الأحادية من ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز والهالوكربون (انظر الجدولين ٦–١ و٦–١١). وتم تقسيم حرق الوقود الأحفوري إلى عنصري "كربون أسود" و"كربون عضوي" مع أفضل التقديرات المتعلقة بكل منها على حدة والمدى. وعلامة التأثيرات الناجمة عن الغبار المعدني تعتبر ذاتها علامة على عدم اليقين. أما التأثير غير المباشر نتيجة لهباء طبقة التروبوسفير، فلم يفهم جيدا. وينطبق نفس الشئ على التأثير الناجم عن الطيران من خلال تأثيراته على الكونتريلز والسحب الرقيقة المرتفعة. ولم تجر دراسة سوى النوع "الأول" فقط من التأثيرات غير المباشرة للهباء في سياق السحب السائلة الناجمة عن تأثيراتها. أما النوع "الثاني" للتأثيرات فهو هام من الناحية المفاهيمية الا أنه لا تتوافر سوى ثقة ضئيلة للغاية في التقديرات الكمية التي تمت عن طريق المحاكاة. ومن ناحية أخرى، فإن التأثير المرتبط بالهباء الستراتوسفيري والناجم عن ثوران البراكين فهو يتغير بدرجة كبيرة خلال الفترة ولا تجرى دراسته هنا (غير أنه يمكن الرجوع إلى الشكل ٦–٨). ولجميع التأثيرات المبينة جوانب مكانية وموسمية متميزة (الشكل ٦–٧) لذا فإن المتوسطات السنوية العالمية الواردة في هذه الرقعة لا توفر صورة كاملة للاضطرابات الاشعاعية. فليس الغرض منها، نسبيا سوى إعطاء منظور أولي لحجم المتوسط السنوي العالمي ولا يمكن استخدامه بسهولة للحصول على استجابة مناخية للتأثيرات الطبيعية أو البشرية المنشأ. ويجري التركيز هنا، كما حدث في تقرير التقييم الثاني، على أن التأثيرات المتوسطة العالمية الايجابية منها والسلبية لا يمكن جمعها معا والنظر إليها على أنها تقدم معا معادلات للتأثيرات المناخية العالمية الكاملة [استنادا إلى الشكل ٦–٦].

الجدول ١: أمثلة على غازات الدفيئة المتأثرة بالأنشطة البشرية [استنادا الى الفصل ٣ والجدول ٤-١]

	CO2 ثاني أكسيد الكربون	CH4 الميثان	N2O أكسيد النتروز	CFC-11 كلوروفيل الكربون	HFC-23 الهيدروفورو كربون	CF4 البرفلورو ميثان
تركيز ما قبل العصر الصناعي	نحو ٢٨٠ جزء في المليون	٧٠٠ جزء في البليون	نحو ٢٧٠ جزء في البليون	صفر	صفر	٤٠ جزء في التريليون
تركيز ١٩٩٨	٣٦٥ جزء في المليون	١٧٤٥ جزء في البليون	٣١٤ جزء في البليون	٢٦٨ جزء في الطن	١٤ جزء في الطن	٨٠ جزء في الطن
معدل التغيير في التركيز(ب)	١,٥ جزء في المليون/سنة (أ)	٧,٠ جزء في البليون/سنة (أ)	٠,٨ جزء في البليون/سنة	-١,٤ جزء في الطن/سنة	٠,٥٥ جزء في الطن/سنة	١ جزء في الطن/سنة
البقاء في الغلاف الجوي	٥ إلى ٢٠٠ سنة(ج)	١٢ سنة (د)	١١٤ سنة (د)	٤٥ سنة	٢٦٠ سنة	أقل من ٥٠٠٠ سنة

(أ) تراوح المعدل بين ٠,٩ جزء في المليون و٢,٨ جزء في المليون سنويا وبين صفر و١٣ جزء في المليون سنويا بالنسبة للميثان خلال الفترة ١٩٩٠ إلى ١٩٩٩.

(ب) حسب المعدل للفترة ١٩٩٠ إلى ١٩٩٩ .

(ج) لا يمكن تحديد عمر واحد مفرد لثاني أكسيد الكربون لاختلاف معدلات الامتصاص من خلال مختلف عمليات الإزالة .

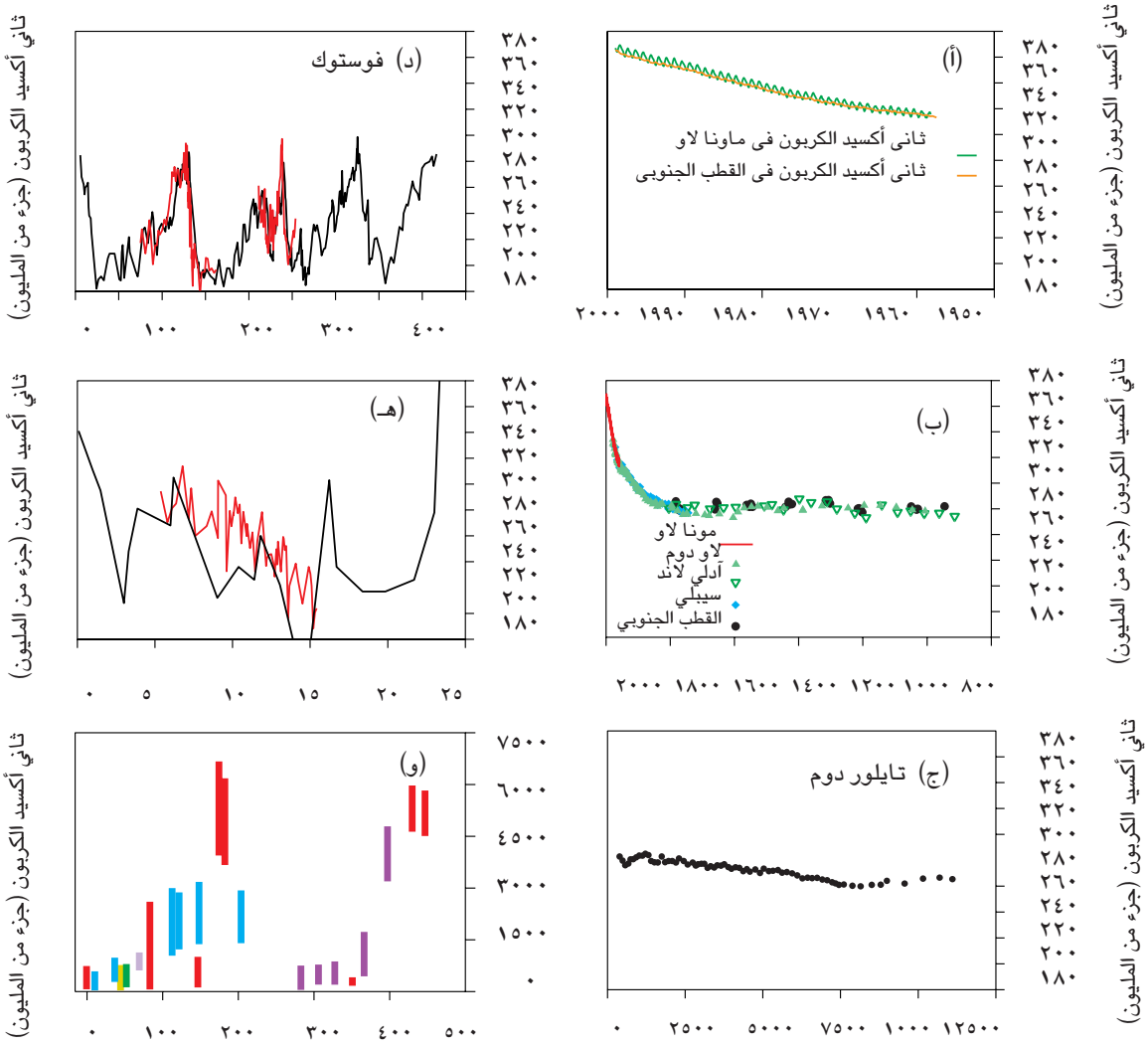
(د) حدد هذا العمر باعتباره "فترة تكيف" تراعي التأثير غير المباشر للغاز على وقت وجوده الخاص.

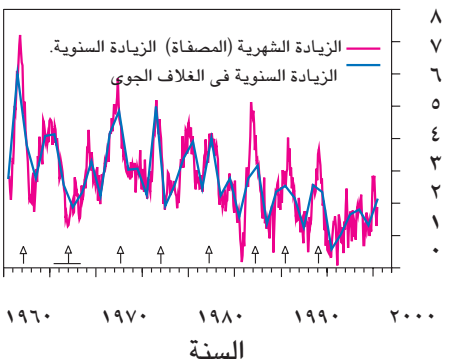
جيم ١: التغييرات المرصودة في تركيزات غازات الدفيئة الممزوجة جيدا والتأثير الاشعاعي

ظلت تركيزات غاز الدفيئة ثابتة نسبيا طوال الألفية السابقة على العصر الصناعي. غير أن تركيزات الكثير من غازات الدفيئة زادت منذ ذلك الوقت سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة نتيجة للأنشطة البشرية.

ويقدم الجدول ١ أمثلة على العديد من غازات الدفيئة وملخصات لتركيزاتها في ١٧٥٠ و١٩٩٨، وتغيرها خلال التسعينات وفترة بقائها في الغلاف الجوي. وتعتمد مساهمة أحد الأنواع في التأثيرات الاشعاعية لتغير المناخ على الخصائص الاشعاعية الجزيئية للغاز وحجم الزيادة في التركيز في الغلاف الجوي وفترة بقاء الأنواع في الغلاف الجوي منذ انبعاثها. وهذا الأخير – أي مدة بقاء غاز الدفيئة في الغلاف الجوي – خاصية تتعلق بالسياسات بدرجة كبيرة – أي أن انبعاثات غازات الدفيئة التي تظل في الغلاف الجوي لفترة طويلة عبارة عن ارتباط يكاد لا يمكن عكسه بالتأثيرات الاشعاعية المستدامة طوال عقود أو قرون أو ألفيات قبيل أن تزيد العمليات الطبيعية الكميات التي انبعثت.

التباينات في ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في نطاقات زمنية مختلفة





معدل الزيادة في ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي

الشكل ١٠: التباين في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في نطاقات زمنية مختلفة (أ) قياسات ثاني أكسيد الكربون المباشرة في الغلاف الجوي (ب) تركيز ثاني أكسيد الكربون في العينات الجليدية في منطقة القطب الجنوبي خلال الألفية الماضية. وتظهر قياسات الغلاف الجوي التي أخذت مؤخرا (ماونا لاو) للمقارنة (ج) تركيز ثاني أكسيد الكربون في عينات جليدية من تايلور دوم بمنطقة القطب الجنوبي (د) تركيز ثاني أكسيد الكربون في العينات الجليدية في فوستوك بمنطقة القطب الجنوبي (تمثل الألوان المختلفة النتائج المستمدة من الدراسات المختلفة) (هـ حتى و) تركيزات ثاني أكسيد الكربون المستخلصة بالطرق الكيماوية الأرضية. (الأعمدة والخطوط الملونة تمثل مختلف الدراسات المنشورة) (ز) الزيادات في ثاني أكسيد الكربون السنوية في الغلاف الجوي. وتمت تصفية الزيادات الشهرية في الغلاف الجوي لإزالة الدورة الموسمية. وتبين الأسهم الرأسية ظاهرة النينيو. ويحدد خط أفقي ظاهرة النينيو الممتدة خلال الفترة ١٩٩١ إلى ١٩٩٤ [استنادا إلى الأشكال ٣-٢ و٣-٣].

ثاني أكسيد الكربون

زادت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من ٢٨٠ جزء في المليون(٥) في ١٧٥٠ إلى ٣٦٧ جزء في المليون في ١٩٩٩ (٣١ في المائة، الجدول ١). ولم يتم تجاوز تركيز ثاني أكسيد الكربون الحالي خلال السنوات الأربعمائة والعشرين ألف سنة الماضية ويحتمل ألاّ يكون قد حدث ذلك خلال العشرين مليون سنة السابقة. فمعدل الزيادة طوال القرن الماضي غير مسبوق على الأقل خلال العشرين ألف عام الماضية (الشكل ١٠). ويبين التركيب النظائري لثاني أكسيد الكربون والانخفاض المرصود في الأكسجين أن الزيادة المرصودة في ثاني أكسيد الكربون ترجع في غالبها إلى تأكسد الكربون العضوي بواسطة احتراق الوقود الأحفوري وإزالة الغابات. وتوفر مجموعة متزايدة من بيانات المناخ القديم والغلاف الجوي من الهواء المحتجز في الغطاء الثلجي لمئات الألوف من السنين سياقا لزيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون خلال العصر الصناعي (الشكل ١٠) ولدى مقارنة تركيزات ثاني أكسيد الكربون الثابتة نسبيا (٢٨٠ ١٠ أجزاء في المليون) في آلاف السنين السابقة، يتبين أن الزيادة خلال العصر الصناعي كبيرة. إذ يبلغ متوسط المعدل السنوي للزيادة منذ ١٩٨٠ مقدار ٠,٤٪ سنويا. وهذه الزيادة هي نتيجة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وتعزى معظم الانبعاثات خلال العشرين عاما الماضية إلى حرق الوقود الأحفوري، ويرجع الباقي (١٠ إلى ٣٠ في المائة) في غالبيته إلى التغير في استخدام الأراضي وخاصة إزالة الغابات. وكما يرد في الشكل ٩، فإن ثاني أكسيد الكربون هو غاز الدفيئة الرئيسي المتأثر بالأنشطة البشرية مع تأثير إشعاعي قدره ١,٤٦ و م –٢ حيث يمثل ٦٠ في المائة من المجموع المستمد من التغييرات في تركيزات جميع غازات الدفيئة طويلة العمر والممزوجة فيها عالميا.

وتبين القياسات المباشرة لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي التي أجريت خلال الأربعين عاما الماضية أن التقلبات بين عام وآخر في معدل الزيادة في ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي كبيرة. ففي التسعينات، تباينت المعدلات السنوية لزيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من ٠,٩ إلى ٢,٨ جزء في المليون سنويا أي ما يعادل ١,٩ إلى ٦,٠ جيغاطن/سنويا، ويمكن إرجاع هذه التغييرات إحصائيا إلى التقلبية المناخية قصيرة الأجل التي تغير المعدل الذي يمتص به ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وإطلاقه في المحيطات واليابسة. وكانت أعلى معدلات الزيادة في ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عادة خلال سنوات ظاهرة النينيو القوية (الاطار ٤). ويمكن أن تفسر هذه المعدلات العالية للزيادة بصورة معقولة في ضوء انخفاض امتصاص الأرض لثاني أكسيد الكربون (أو اطلاق الغازات من الأرض) خلال سنوات ظاهرة النينيو مما زاد من ميل المحيطات إلى امتصاص قدر من ثاني أكسيد الكربون يزيد عن المعتاد. تقسيم ثاني أكسيد الكربون البشري المنشأ بين الزيادة في الغلاف الجوي وامتصاص اليابسة والمحيطات خلال العقدين الماضيين يمكن حسابه الآن من رصدات الغلاف الجوي. ويقدم الجدول ٢ موازنة ثاني أكسيد الكربون في العالم في الثمانينات (التى يتبين أنها مماثلة لتلك التي وضعت بمساعدة نتائج نموذج المحيطات في تقرير التقييم الثاني) وللتسعينات. واستخدمت قياسات الانخفاض في الأكسجين في الغلاف الجوي وتزايد ثاني أكسيد الكربون في وضع هذه الموازنات الجديدة. وتتسق النتائج المستمدة من هذا النهج مع التحليلات الأخرى المستندة إلى التركيب النظائري لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وبتقديرات مستقلة تستند إلى قياسات ثاني أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكربون١٣ في مياه البحار. وتستند موازنة التسعينات إلى القياسات المتوافرة حديثا وعمليات تحديث الموازنات في الفترة ١٩٨٩ إلى ١٩٩٨ المستخلصة باستخدام منهجية تقرير التقييم الثاني في التقرير الخاص الذي أعدته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي والتغيرات في استخدام الأراضى والغابات (٢٠٠٠).

وحصل البيوسفير الأرضي ككل على كربون خلال الثمانينات والتسعينات أي أن ثاني أكسيد الكربون الذي أطلق بفعل التغيير في استخدامات الأراضى (وخاصة ازالة الغابات المدارية) كان أكثر من أن تستوعبه الامتصاصات الأرضية الأخرى التي يحتمل أن توجد في كل من خارج المناطق المدارية الشمالية والمناطق المدارية. ومازال هناك عدم يقين كبير يرتبط بتقدير إطلاق ثاني أكسيد الكربون نتيجة للتغير في استخدام الأول (ومن ثم بحجم الامتصاص الأرضي المتبقي) إلى أن أتاح وضع النماذج على أساس العمليات (نماذج الكربون الأرضي والمحيطي) إجراء تقديرات كمية أولية للآليات في دورة الكربون العالمية. وتشير نتائج النموذج الأرضي إلى أن النمو النباتى المعزز نتيجة لارتفاع ثاني أكسيد الكربون (تخصيب ثاني أكسيد الكربون، وترسب النتروجين البشري المنشأ قد أسهم إسهاما كبيرا في امتصاص ثاني أكسيد الكربون أي أنه مسؤول ضمنيا عن الامتصاص الأرضي المتبقي المشار إليه أعلاه، بالاضافة إلى الآليات المقترحة الأخرى مثل التغييرات في أساليب إدارة الأراضي. غير أن التأثيرات النموذجية لتغير المناخ خلال الثمانينيات على الامتصاص الأرضي كانت طفيفة وذات طابع يحيط به عدم اليقين.

(٥) تركيزات الغازات النذرة في الغلاف الجوي المشار إليها على أنها كسر جزيئى(نسبة الخلط الجزيئى) للغاز مقابل الهواء الجاف (الجزء من المليون = $١٠^{-٦}$ جزء من المليون = $١٠^{-٩}$ من الطن = $١٠^{-١٢}$ يشار إلى الحمل في الغلاف الجوي على أنه مجموع كتلة الغاز(أي طن متري = ط ج = $١٠^{١٢}$) دورة الكربون العالمي محسوبة على أساس بج سي = جيغا طن .(PgC=GtC)

الجدول ٢: موازنات ثاني أكسيد الكربون العالمية (جيغا طن/سنويا) استنادا إلى قياسات ثاني أكسيد الكربون والأكسجين. القيم الموجبة عبارة عن تدفقات إلى الغلاف الجوي والقيم السالبة تمثل الامتصاص من الغلاف الجوي [استنادا إلى الجدولين ٣–١ و٣–٣]

	تقرير التقييم الثاني (أ) (ب) ١٩٨٠ إلى ١٩٨٩	هذا التقرير (أ) ١٩٨٠ إلى ١٩٨٩	١٩٩٠ إلى ١٩٩٩
الزيادة في الغلاف الجوي	٥,٥ ± ٠,٣	٣,٣ ± ٠,١	٣,٢ ± ٠,١
الانبعاثات (الوقود الأحفوري، الاسمنت)	٣,٣ ± ٠,١	٥,٤ ± ٠,٣	٦,٣ ± ٠,٤
التدفقات من المحيطات للغلاف الجوي	–٠,٢ ± ٠,٦	–١,٩ ± ٠,٦	–١,٧ ± ٠,٥
التدفقات من اليابسة إلى الغلاف الجوي	–٠,٢ ± ٠,٦	–٠,٢ ± ٠,٧	–١,٤ ± ٠,٧

(أ) يلاحظ أن حالات عدم اليقين المشار إليها في هذا الجدول هي ١ خطأ معياري. أما حالات عدم اليقين المشار إليها في تقرير التقييم الثاني فكانت ١,٦ خطأ معياري (أي ما يقرب من ٩٠ في المائة من درجة الثقة). وجرى تكييف حالات عدم اليقين المأخوذة من تقرير التقييم الثاني مع الخطأ المعياري ١ . وتبين أعمدة الخطأ عدم اليقين وليس التقلبية بين السنوات التي هي أكبر من ذلك بكثير.

(ب) موازنات الكربون السابقة التي وضعتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ حسبت كمية امتصاص المحيطات من نماذج، واستنتجت تدفقات الغلاف الجوي – اليابسة من الفرق.

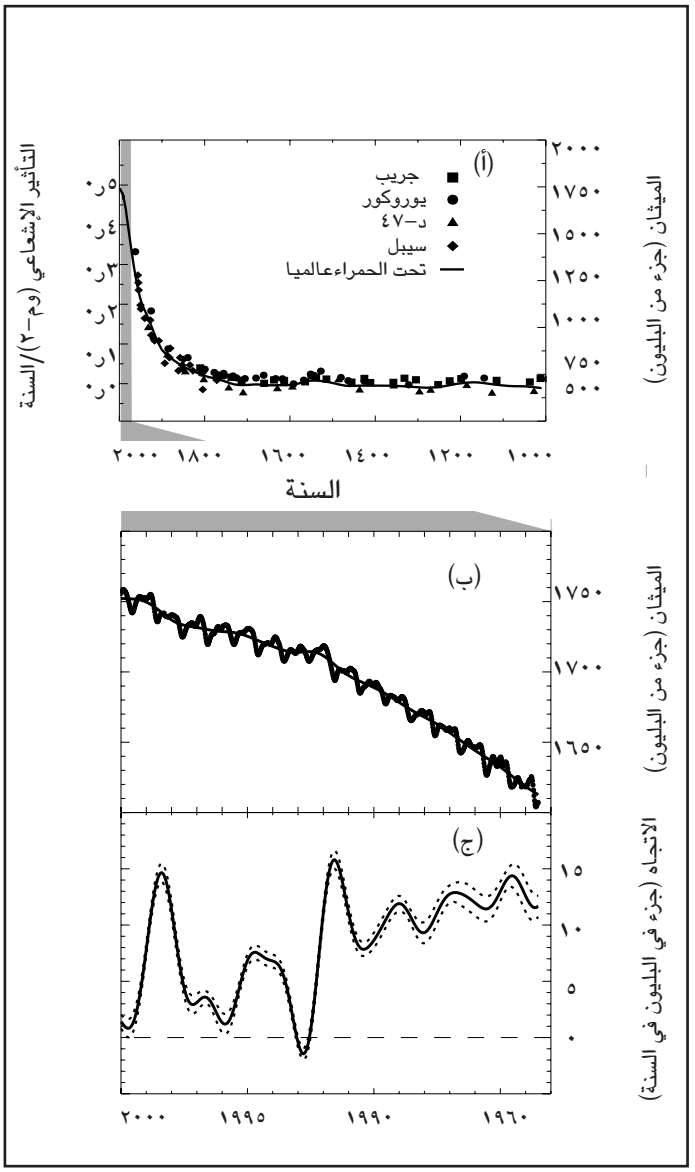
(ج) عدل بند انبعاثات الوقود الأحفوري في الثمانينات هبوطيا بصورة طفيفة منذ تقرير التقييم الثاني.

(د) يمثل تدفق الغلاف الجوي – اليابسة توازن بند إيجابي نتيجة للتغير في استخدام الأراضي والامتصاص الأرضي المتبقي. ولا يمكن الفصل بين البندين على أساس قياسات الغلاف الجوي الجارية باستخدام تحليلات مستقلة لتقدير عنصر التغير في استخدام الأراضي في ١٩٨٠ إلى ١٩٨٩. ويمكن استخلاص الامتصاص الأرضي المتبقى على النحو التالي: التغيير في استخدام الأراضي ١,٧ جيغا طن كربون/سنة (٠,٦ إلى ٢,٥) الامتصاص الأرضي المتبقي ١,٩ – جيغا طن كربون/سنة (٣,٨ إلى ٠,٣) . البيانات المقابلة للتسعينات غير متوافرة بعد.

الميثان *(CH4)*

زادت تركيزات غاز الميثان في الغلاف الجوي بنحو ١٥٠ في المائة (١,٠٦٠ جزء في البليون) منذ ١٧٥٠. ولم يتجاوز التركيز الحالي للميثان خلال الأربعمائة والعشرين ألف عام الماضية. والميثان غاز من غازات الدفيئة ذات مصادر التأثير الطبيعية (مثل الأراضي الغدقة) والبشرية (مثل الزراعة وأنشطة الغازات الطبيعية ومدافن القمامة). وأكثر قليلا من نصف الانبعاثات الحالية من الميثان نتيجة لأنشطة بشرية. وتسحب هذه الانبعاثات من الغلاف الجوي من خلال التفاعلات الكيماوية. وكما يبين الشكل ١١، فإن القياسات التمثيلية العالية لتركيز الميثان في الغلاف الجوي كانت تجري منذ ١٩٨٣، وتم تمديد سجل التركيزات في الغلاف الجوي إلى الأزمنة الأولى من خلال الهواء المستخلص من العينات الجليدية ومن طبقات الجليد. والتأثير الإشعاعي المباشر الحالي البالغ ٠,٤٨ و م – ٠٢ من الميثان يشكل ٢٠ في المائة من مجموع جميع غازات الدفيئة الممزوجة طويلة الأجل والعالمية (انظر الشكل ٩).

ويواصل تركيز غاز الميثان في الغلاف الجوي يواصل زيادته من نحو ١٦١٠ أجزاء في البليون في ١٩٨٣ إلى ١٧٤٥ جزءا في البليون في ١٩٩٨ إلا أن الزيادة السنوية المرصودة انخفضت خلال هذه الفترة. وكانت الزيادة متقلبة بصورة كبيرة خلال التسعينات، واقتربت من الصفر في ١٩٩٢، وزادت حتى ١٣ جزءا في البليون في ١٩٩٨. ولا تتوافر تفسيرات كمية واضحة لهذه التقلبية منذ تقرير التقييم الثاني. وقد تحسنت التقديرات الكمية لبعض مصادر الميثان بشرية المنشأ مثل تلك الصادرة عن إنتاج الأرز.



الشكل ١١: (أ) التغييرات فى تركيز الميثان (كسر جزيئى، بالجزء في البليون = 10^{-9}) المحدد من العينات الجليدية والثلج، والجليد وعينات الهواء الكامل المبينة للألف عام الأخيرة. ورسمت التأثيرات الاشعاعية بيانيا، مقربة على أساس النطاق الخطي منذ عصر ما قبل الصناعة، على المحور الأيمن (د) ورسمت المتوسطات العالمية لتركيز الميثان (المتغيرات الشهرية) والميثان غير المحدد المواسم (الخط المنتظم) للفترة من ١٩٨٣ إلى ١٩٩٩ (هـ) وحسب معدل النمو السنوي الفوري (ج ب/سنويا) في تركيز الميثان في الغلاف الجوي من ١٩٨٣ إلى ١٩٩٩ كمستخلص من منحنى الاتجاه غير المحدد المواسم أعلاه. وكانت حالات عدم اليقين (الخطوط المنقطة) تعادل $\pm$ ١ من الانحراف المعياري [استنادا إلى الشكل ٤-١].

معدل زيادة الميثان في الغلاف الجوي يرجع إلى عدم توازن طفيف بين المصادر المصنفة بصورة سيئة ومصادر الامتصاص مما يجعل التنبؤ بالتركيزات في المستقبل أمرا حافلا بالمشكلات. وعلى الرغم من أنه قد يكون قد تم تحديد العوامل المساهمة الرئيسية في موازنة الميثان في العالم، فإن معظمها يحيط به عدم اليقين من الناحية الكمية نتيجة لصعوبة تقدير معدلات انبعاث المصادر البيوسفيرية شديدة التقلبات. ذلك أن قوة قيود مصادر الميثان المقدرة كميا والمصنفة بصورة سيئة تعوق التنبؤ بتركيزات الميثان في المستقبل (ومن ثم مساهمتها في التأثير الاشعاعي) في أي سيناريو للانبعاثات البشرية المنشأ وخاصة بالنظر إلى أن الانبعاثات الطبيعية وسحب الميثان يمكن أن تتأثر بصورة كبيرة بتغير المناخ.

أكسيد النتروز

زاد تركيز أكسيد النتروز في الغلاف الجوي باطراد خلال العصر الصناعي ويزيد الآن ١٦ ٪ (٤٦ جزء في البليون) عما كان عليه في ١٧٥٠. ولم يحدث تجاوز للتركيز الحالي لأكسيد النتروز خلال الألف سنة الأخيرة على الأقل. وأكسيد النتروز عبارة عن غاز آخر من غازات الدفيئة التي لها مصادر طبيعية وبشرية في نفس الوقت، ويزال من الغلاف الجوي بفعل التفاعلات الكيماوية. وتواصل تركيزات أكسيد النتروز زيادتها في الغلاف الجوي بمعدل ٠,٢٥ في المائة سنويا (١٩٨٠ إلى ١٩٨٨). ورصدت تباينات كبيرة متعددة السنوات في الاتجاه التصاعدي لتركيزات أكسيد النتروز، أي انخفاض بنسبة ٥٠ ٪ في معدل الزيادة السنوية من ١٩٩١ إلى ١٩٩٣. والأسباب المقترحة لذلك متعددة الجوانب: انخفاض استخدام الأسمدة المعتمدة على النتروجين، وانخفاض الانبعاثات الطبيعية، وزيادة خسائر الستراتوسفير نتيجة لتغيرات الدورات المستحثة بركانيا. وعادت الزيادة في تركيزات أكسيد النتروز منذ ١٩٩٣ إلى المعدلات القريبة من تلك المرصودة خلال الثمانينات. وفي حين أن هذا التباين المرصود متعدد السنوات قد وفر بعض النظرات المتعمقة المحتملة للعمليات التي تتحكم في سلوك أكسيد النتروز في الغلاف الجوي، فإن الاتجاهات متعددة السنوات لهذا الغاز من غازات الدفيئة ظلت دون تفسير إلى حد كبير.

الموازنة العالمية لأكسيد النتروز تحقق توازنا أفضل مما كانت عليه في تقرير التقييم الثاني الا أن حالات عدم اليقين في الانبعاثات من المصادر المختلفة مازالت كبيرة. ويقدر أن المصادر الطبيعية لأكسيد النتروز قد اقتربت من تيرغرام نتروز/سنة (١٩٩٠) حيث تشكل التربة نحو ٦٥ ٪ من المصادر، والمحيطات نحو ٣٠ ٪. وأدت التقديرات المرتفعة الجديدة للانبعاثات من المصادر البشرية المنشأ (الزراعة وحرق الكتلة الاحيائية والأنشطة الاصطناعية وإدارة الثروة الحيوانية) البالغة ما يقرب من ٧ تيراغرام نتروز/سنة إلى الاقتراب بتقديرات المصادر/الامتصاص من التوازن بالمقارنة بتلك الواردة في تقرير التقييم الثاني. غير أن الفهم التنبؤي المرتبط بهذا الغاز من غازات الدفيئة طويل العمر والكبير لم يتحسن بصورة كبيرة منذ التقييم السابق. ويقدر التأثير الاشعاعي بمقدار ٠,١٥ وم-٢ أي ٦ ٪ من مجموع غازات الدفيئة الممزوجة عالميا وطويلة الأجل (انظر الشكل ٩). الكربون الهالوجيني والمركبات ذات الصلة تركيزات الكثير من

تلك الغازات التي هي تستنزف طبقة الأوزون ومن غازات الدفيئة في الغلاف الجوي إما تتناقص (CFC-11, CFC-113, CH3CC13 and CC14) أو تتزايد بصورة أكثر بطئا (CFC-12) في استجابتها للانبعاثات المنخفضة التي تحكمها قواعد بروتوكول مونتريال وتعديلاته. والكثير من أنواع الكربون الهالوجيني هذه من غازات الدفيئة أيضا الفعالة من الناحية الاشعاعية وطويلة العمر. والكربون الهالوجيني عبارة عن مركبات كربونية تحتوي على الفلورين والكلورين والبرومين أو اليود. والأنشطة البشرية هي المصدر الوحيد لمعظم هذه التركيبات. والكربون الهالوجيني الذي يحتوي على كلوورين (مثل الكلروفلوروكربون CFCs) والبروم (مثل الهالون) يتسبب في استنزاف طبقة الأوزون في الستراتوسفير، ويتم التحكم فيها بمقتضى بروتوكول مونتريال. وقد وصلت التركيزات المجتمعة للغازات المستنزفة للأوزون في طبقة التروبوسفير ذروتها في ١٩٩٤ ثم أخذت تتناقص ببطء. ووصلت تركيزات بعض غازات الكربون الهالوجيني الدفيئة الرئيسية ذروتها على النحو المبين في الشكل ١٢ بالنسبة للأنواع CFC-11. وتتسق تركيزات غازات CFC والكلوركربون في التروسفير مع الانبعاثات المبلغة. وتسهم غازات الكربون الهالوجيني بتأثير إشعاعي قدره ٠,٣٤ وم –٢ وهو ما يعادل ١٤٪ من التأثير الاشعاعي الناجم عن جميع غازات الدفيئة الممزوجة عالميا (الشكل ٩).

تتزايد تركيزات بدائل غازات CFC المرصودة في الغلاف الجوي وبعض هذه المركبات هي من غازات الدفيئة. وتتزايد تركيزات الهيدروكلور فلوروكربون (HCFCs) والهيدروفلوروكربون (HFCs) نتيجة لاستمرار استخداماتها السابقة واستخدامها كبدائل لغازات CFCs. فعلى سبيل المثال، فإن تركيزات غازات HFC-23 زادت بأكثر من عنصر من ثلاثة فيما بين ١٩٧٨ و١٩٩٥. ونظرا لأن التركيزات الحالية منخفضة نسبيا، فإن مساهمة غازات HFCs الحالية في التأثير الاشعاعي صغيرة نسبيا. كما أن المساهمة الحالية لغازات HCFCs في التأثير الاشعاعي صغيرة أيضا نسبيا، وقيّد بروتوكول مونتريال من انبعاثات هذه الغازات في المستقبل.

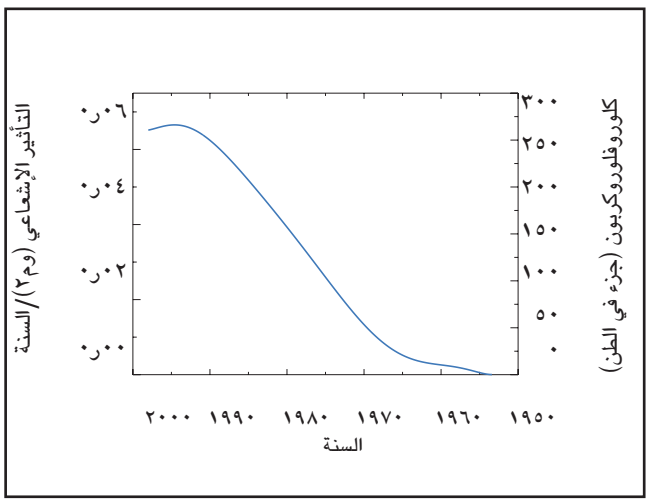
البرفلوروكربونات PFCs مثل CF4 و C2F6 والهكسافلوريد الكبريت SF6 ، لها مصادر بشرية وأزمنة بقاء طويلة للغاية في الغلاف الجوي، كما أنها عوامل امتصاص قوية للاشعاعات تحت الحمراء. ولذا فإن هذه المركبات، حتى مع بعض الانبعاثات الصغيرة نسبيا تنطوي على إمكانيات التأثير في المناخ في أزمنة بعيدة في المستقبل. فغازات البيرفلوروميثان تبقى في الغلاف الجوي لما لا يقل عن ٥٠ ٠٠٠ سنة. ولهذه الغازات خلفية طبيعية. غير أن الانبعاثات البشرية المنشأ الحالية تتجاوز الانبعاثات الطبيعية بنسبة من ١٠٠٠ مرة أو أكثر وهي مسؤولة عن الزيادة المرصودة. كما أن غازات هكسافلوريد الكبريت أكثر فعالية كغازات دفيئة بنحو ٢٢ ٢٠٠ مرة عن ثاني أكسيد الكربون على أساس الكيلوغرام الواحد.

والتركيزات الحالية في الغلاف الجوي صغيرة للغاية (٤,٢ ج ط) إلا أنها تنطوي على معدل زيادة كبير ٠,٢٤ ج.ط/سنويا). وثمة توافق جيد بين معدل الزيادة المرصودة لهكسافلوريد الكبريت في الغلاف الجوي والانبعاثات المعتمدة على بيانات المبيعات والتخزين المعدلة.

جيم – ٢ التغييرات المرصودة في الغازات الأخرى الهامة من الناحية الاشعاعية

الأوزون في الغلاف الجوي *(O3)*

ألاوزون غاز هام من غازات الدفيئة يوجد في كل من طبقة الستراتوسفير وطبقة التروبوسفير. ويعتمد دور الأوزون في موازنة الإشعاع في الغلاف الجوي اعتمادا كبيرا على الارتفاع الذي تحدث فيه التغييرات في تركيزات الأوزون. كما أن التغييرات في تركيزات هذا الغاز تتغير مكانيا. وعلاوة على ذلك، فإن الأوزون ليس من الأنواع التي تصدر انبعاثات مباشرة، بل إنه يتكون في الغلاف الجوي من عمليات كيماوية ضوئية تشمل أنواعا سابقة طبيعية ومن تأثير البشر. وما أن يتكون هذا الغاز، فإن فترة بقائه في الغلاف الجوي قصيرة نسبيا وتتراوح بين أسابيع وأشهر. ولذا فإن تقديرات الدور الإشعاعي للأوزون أكثر تعقيدا وأقل يقينا من غازات الدفيئة الممزوجة جيدا عالميا وطويلة العمر المشار إليها أعلاه.



الشكل ١٢: المتوسط العالمي لتركيزات الكلوروفلوروكربون (CFC-11) في الغلاف الجوي (جزء في الطن) من ١٩٥٠ إلى ١٩٩٨ استنادا إلى القياسات المنتظمة ونماذج الانبعاثات ويرد التأثير الاشعاعي للكلوروفلوروكربون في المحور على اليمين [استنادا إلى الشكل ٤–٦].

الخسائر المرصودة في طبقة أوزون الستراتوسفير خلال العقدين الأخيرين تتسبب في تأثير سالب قدره ٠,١٥ ٠,١ وم-٢ (أي اتجاه نحو تبريد) نظام التروبوسفير السطحي. وأشير في تقرير إلى تغير المناخ في ١٩٩٢:. التقرير التكميلي المقدم للتقييم العلمي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى أن استنزاف طبقة الأوزون من خلال الكربون الهالوجيني بشري المنشأ تتسبب في تأثير إشعاعي سالب. وكانت التقديرات الواردة في الشكل ٩ أكبر بصورة طفيفة من حيث الحجم من تلك الواردة في تقرير التقييم الثاني وذلك نتيجة لاستنزاف الأوزون الذي استمر طول السنوات الخمس السابقة، وزاد تأكيد ذلك من نتائج العدد المتزايد من الدراسات النموذجية التي أجريت. وتشير الدراسات التي تمت بمساعدة نماذج الدوران العامة أنه على الرغم من عدم التجانس في خسائر الأوزون (أى انخفاض الستراتوسفير في خطوط العرض القطبية)، فإن هذا التأثير السالب يتعلق بانخفاض درجة الحرارة السطحية بالتناسب مع حجم التأثير السالب. ولذا فإن هذا التأثير السالب بدد طوال العقدين الماضيين بعضا من التأثير الموجب الذي يحدث من غازات الدفيئة الممزوجة جيدا عالميا وطويلة الأجل (الشكل ٩)، ويرجع مصدر كبير لعدم اليقين في تقدير التأثير السالب إلى عدم اكتمال المعارف عن استنزاف الأوزون قرب التروبوسفور. وتشير الحسابات النموذجية إلى أن زيادة تغلغل الأشعة فوق البنفسجية في التروبوسفير نتيجة لاستنزاف أوزون الستراتوسفير تؤدي إلى زيادة معدلات سحب الغازات مثل الميثان ومن ثم تضخيم التأثير السالب نتيجة لاستنزاف الأوزون. ومع انتعاش طبقة الأوزون خلال العقود القادمة نتيجة لتأثيرات بروتوكول مونتريال، بالمقارنة بالحاضر، يتوقع تحول التأثير الاشعاعي المرتبط بأوزون الستراتوسفير في المستقبل إلى تأثير موجب.

يقدر أن المتوسط العالمي للتأثير الاشعاعي الناجم عن زيادة أوزون التروبوسفير منذ ما قبل عصر الصناعة قد عزز من تأثيرات غازات الدفيئة بشرية المنشأ بمقدار ٠,٣٥ ٠,٢ و م -٢ الأمر الذي يجعل أوزون التروبوسفير يحتل المرتبة الثالثة بين أهم غازات الدفيئة بعد ثاني أكسيد الكربون والميثان. ويتكون الأوزون نتيجة لتفاعلات كيماوية ضوئية، وسوف يتحدد تغيره في المستقبل بانبعاثات من بينها الميثان والملوثات (على النحو الموضح فيما بعد). وتستجيب تركيزات الأوزون بسرعة نسبية للتغيرات فى انبعاثات الملوثات. واستنادا الى الرصدات المحدودة والعديد من الدراسات النموذجية، يقدر أن أوزون التروبوسفير قد زاد بنحو ٣٥٪ منذ عصر ما قبل الصناعة مع تعرض بعض المناطق لزيادات أكبر والبعض الآخر لزيادة أقل. ولم تحدث إلاّ زيادات مرصودة قليلة في تركيزات الأوزون في التروبوسفير في العالم منذ منتصف الثمانينات في معظم المواقع النائية القليلة التي يقاس فيها بانتظام. ويرتبط النقص في الزيادات المرصودة في أمريكا الشمالية وأوروبا بانعدام الزيادة المستمرة في انبعاثات ما قبل الأوزون من هاتين القارتين. غير أن بعض المحطات الآسيوية أشارت إلى احتمال زيادة أوزون التروبوسفير، الذي يمكن ارجاعه إلى الزيادة في الانبعاثات في شرقي آسيا. ونتيجة لزيادة الدراسات النموذجية عن ذى قبل، تتوافر الآن ثقة متزايدة في تقديرات تأثيرات أوزون التروبوسفير. غير أن هذه الثقة مازالت أقل بكثير من تلك التي تحيط بغازات الدفيئة الممزوجة بصورة جيدة إلا أنها أكثر مما يحيط بتأثير الهباء. وينشأ عدم اليقين نتيجة لضعف المعلومات عن توزيعات أوزون ما قبل عصر الصناعة، وضعف المعلومات اللازمة لتقييم الاتجاهات العالمية المعتمدة على النماذج في العصر الحديث (أي بعد ١٩٦٠).

الغازات التي لها تأثيرات إشعاعية غير مباشرة فقط

يتحكم العديد من غازات التفاعل الكيماوي بما فى ذلك أنواع النيتروجين التفاعلي، وأول أكسيد الكربون والمركبات العضوية المتطايرة، جزئيا، في قدرة التروبوسفير على الأكسدة وتركيز الأوزون. وتعمل هذه الملوثات في صورة غازات دفيئة غير مباشرة من خلال تأثيراتها لا على الأوزون بمفرده، بل وعلى العمر الزمني للميثان وغازات الدفيئة الأخرى. وتهيمن الأنشطة البشرية على انبعاثات أنواع النيتروجين التفاعلية وأول أكسيد الكربون.

أول أكسيد الكربون يحدد بأنه أحد غازات الدفيئة الهامة غير المباشرة. تشير الحسابات النموذجية إلى أن انبعاث ١٠٠ طن متري من أول أكسيد الكربون يعادل من حيث اضطرابات غازات الدفيئة انبعاث نحو ٥ أطنان مترية من الميثان. ويبلغ تركيز أول أكسيد الكربون في نصف الكرة الأرضية الشمالي نحو ضعف ذلك الموجود في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، وقد زاد في النصف الثاني من القرن العشرين مع زيادة التصنيع وعدد السكان.

أنواع النيتروجين التفاعلي وأكسيد الكربون (الذى يعطي مجموعة أنواع النيتروجين التفاعلي) مركبات رئيسية في كيمياء التروبوسفير، إلاّ أن تأثيراتها الاشعاعية تظل صعبة التحديد كميا. وترجع أهمية أنواع النيتروجين العضوي التفاعلي في موازنة الاشعاعات إلى أن الزيادة في تركيزات هذه الأنواع تؤدي إلى اضطراب العديد من غازات الدفيئة، مثل الانخفاض في الميثان والهيدروفلوروكربون، وزيادة أوزون التروبوسفير. ويؤدي ترسب المنتجات التفاعلية لأنواع النيتروجين العضوي التفاعلية إلى تخصيب البيوسفير ومن ثم خفض ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وعلى الرغم من صعوبة تحديدها كميا ، فإن الزيادات في أنواع النيتروجين العضوي التفاعلية مرتقبة ، حتى عام ٢١٠٠، وسوف تسبب تغييرات كبيرة فى غازات الدفيئة.

جيم ٣ التغييرات المرصودة والنموذجية في الهباء الجوي

من المعروف أن الهباء (وهو جسيمات وقطيرات صغيرة للغاية يحملها الهواء) تؤثر بصورة كبيرة في الموازنة الاشعاعية للغلاف الجوي والأرض. وتحدث التأثيرات الاشعاعية للهباء

بطريقتين مختلفتين (١) التأثير المباشر حيث يتناثر الهباء ذاته ويمتص الأشعة الشمسية والحرارية تحت الحمراء و(٢) التأثير غير المباشر حيث يعدل الهباء من الخصائص الفيزيائية الدقيقة ومن ثم الاشعاعية وكمية السحب. وينتج الهباء عن مجموعة من العمليات الطبيعية (بما فى ذلك العواصف الترابية والنشاط البركاني، وبشرية المنشأ (حرق الوقود الأحفوري والكتلة الاحيائية). ويعتقد أن تركيزات هباء التروبوسفير في الغلاف الجوي قد زادت خلال السنوات الأخيرة نتيجة لزيادة انبعاثات الجسيمات بشرية المنشأ والغازات السابقة لها مما يؤدي إلى زيادة التأثير الاشعاعي. ويوجد الجانب الأكبر من الهباء في طبقة التروبوسفير السفلي (تحت كيلومترات قليلة) إلاّ أن التأثيرات الاشعاعية لكثير من أنواع الهباء حساسة للتوزيع الرأسي. ويتعرض الهباء لتغيرات كيماوية وفيزيائية أثناء وجوده في الغلاف الجوي وخاصة داخل السحب ويزال بدرجة كبيرة وبسرعة نسبية من خلال التهطال (عادة في غضون أسبوع). ونظرا لفترة البقاء القصيرة هذه، وعدم تجانس مصادره، فإن توزيع الهباء غير متجانس في التروبوسفير مع وجود أقصى كمياته بالقرب من المصادر. وتتوقف التأثيرات الاشعاعية الناجمة عن الهباء لا على هذه التوزيعات المكانية فحسب، بل وكذلك على حجم وشكل الجسيمات ومختلف جوانب (مثل تكوينات السحب) الدورة الهيدرولوجية وتركيباتها الكيماوية. ولذا فإن الحصول على تقديرات دقيقة لهذه التأثيرات كان نتيجة لجميع هذه العوامل وتحديا كبيرا سواء من وجهة النظر الرصدية أو النظرية.

ومع ذلك، تحقق تقدم كبير في تحديد التأثير المباشر لمجموعة أوسع من أنواع الهباء المختلفة بصورة أفضل. وقد تناول تقرير التقييم الثاني التأثيرات المباشرة لثلاثة فقط من أنواع الهباء البشرية المنشأ – هي هباء الكبريت وهباء حرق الكتلة الاحيائية والكربون الأسود (السناج) الناجم عن حرق الوقود الأحفوري. وقد أثبتت الرصدات الآن أهمية المواد العضوية في كل من هباء كربون الوقود الأحفوري وهباء كربون حرق الكتلة الاحيائية. ومنذ تقرير التقييم الثاني، أدى إدراج تقديرات تركيز هباء الكربون العضوي الناجم عن الوقود الأحفوري إلى زيادة مجموع العمق البصري المتوقع (وما ينجم عن ذلك من تأثير سالب) المرتبط بالهباء الاصطناعي. وأتاح التقدم في الرصدات وفي نماذج الهباء والاشعاع وضع تقديرات كمية لهذه العناصر المنفصلة فضلا عن تقديرات نطاق التأثير الاشعاعي المرتبط بالغبار المعدني على النحو المبين في الشكل ٩. ويقدر أن التأثير الاشعاعي المباشر يبلغ –٠,٤ و م –٢ للكبريت و–٠,٢ و م –٢ لهباء حرق الكتلة الاحيائية و –٠,١ و م –٢ للكربون العضوي الناجم عن الوقود الأحفوري و + ٠,٢ و م –٢ لهباء الكربون الأسود الناجم عن الوقود الأحفوري.غير أن عدم اليقين سيظل كبيرا نسبيا. وينشأ عدم اليقين هذا عن الصعوبات في تحديد تركيزات هباء الغلاف الجوي وخصائصه الاشعاعية والجزء من الهباء البشري المنشأ وخاصة معرفة مصادر الهباء الكربوني. ويؤدي ذلك إلى ظهور فوارق كبيرة (أي عامل يتراوح بين اثنين وثلاثة) في الأحمال، والفوارق الكبيرة في التوزيع العمودي (عامل من عشرة). كذلك فإن الهباء الغباري البشري المنشأ محدد كميا بطريقة سيئة. وتمكن الرصدات بالتوابع الاصطناعية مقترنة بالحسابات النموذجية من تحديد العلامات المكانية لمجموع التأثيرات الاشعاعية للهباء في السموات الصافية، غير أن الحجم الكمي مازال غير مؤكد. تقديرات التأثيرات الاشعاعية غير المباشرة للهباء البشري المنشأ مازالت موضع جدل على الرغم من أن الشواهد الرصدية تشير إلى تأثيرات غير مباشرة سالبة مستحثة من الهباء في السحب الدافئة. ويتوافر أسلوبان مختلفان لتقدير التأثيرات غير المباشرة للهباء هما الطرق التجريبية والطرق الميكانيكية. فقد طبقت الطرق الأولى لتقدير تأثيرات الهباء الاصطناعي في حين طبقت الطرق الثانية لتقدير تأثيرات الكبريت والهباء الكربوني الناجم عن الوقود الأحفوري وهباء الكتلة الاحيائية. وعلاوة على ذلك، استخدمت نماذج التأثيرات غير المباشرة لتقدير تأثيرات التغير الأولى في حجم القطيرات والتركيزات (التأثيرات غير المباشرة الأولى) فضلا عن تأثيرات التغييرات اللاحقة في كفاءة التهطال (التأثير الثاني غير المباشر). وتوفر الدراسات الممثلة في الشكل ٩ تقديرات متخصصة لنطاق التأثيرات الأولى منها، وأصبح النطاق أوسع الآن بصورة طفيفة مما جاء في تقرير التقييم الثاني، في حين أن الاضطراب الاشعاعي المرتبط بالتأثير غير المباشر الثاني من نفس السمة، ويمكن أن يكون من نفس الحجم مقارنة بالتأثير الأول. أصبح التأثير الاشعاعي غير المباشر للهباء يفهم الآن على أنه يشمل التأثيرات على الجليد وسحب المرحلة المختلطة الا أن من غير المعروف حجم أى من هذه التأثيرات غير المباشرة على الرغم من احتمال أن تكون موجبة. ومن غير المحتمل تقدير عدد النقاط الجليدية البشرية المنشأ في الوقت الحاضر. ولا تعرف بعد آليات تكوين الجليد في هذه السحب باستثناء ما يحدث في درجات الحرارة الباردة (دون –٤٥ ° س) حيث يتوقع أن يهيمن التكوين النووي المتجانس.

جيم – ٤ التغييرات المرصودة فى عوامل التأثير الأخرى ذات المنشأ البشري

التغييرات في استخدام الأراضي (البياض)

يبدو أن التغييرات في استخدام الأراضى، حيث تشكل إزالة الغابات العامل الرئيسي، أحدثت تأثيرات إشعاعية سالبة مقدارها –٠,٢ ٠,٢ و م –٢ (الشكل ٨). ويقدر أن أكبر التأثيرات حدثت عند خطوط العرض القطبية. وذلك لأن إزالة الغابات قد تسببت في أن تختفي الغابات المغطاة بالثلوج وذات البياض المنخفض نسبيا. وتحل مكانها المناطق المفتوحة المغطاة بالثلوج ذات البياض الأكثر ارتفاعا. ويستند التقدير الوارد أعلاه إلى عمليات محاكاة حيث استعيض عن الغطاء النباتي السائد قبل العصر الصناعي بأنماط استخدام الأراضي الراهنة. غير أن مستوى فهم هذا التأثير شديد الانخفاض، ولم يجر الا القليل جدا من التحريات بشأن هذا

التأثير بالمقارنة بالتحريات التي أجريت للعوامل الأخرى التي درست في هذا التقرير.

جيم – ٥ التغييرات المرصودة النموذجية فى النشاط الشمسي والبركاني

يقدر التأثير الاشعاعي للنظام المناخي نتيجة للتغير في الاشعاع الشمسي بمقدار ٠,٣ ٠,٢ و م –٢ للفترة ١٧٥٠ حتى الآن (الشكل ٨)، ويقدر أن معظم التغير قد حدث خلال النصف الأول من القرن العشرين. والمصدر الأساسي لجميع الطاقة في النظام المناخي للأرض هو الاشعاع القادم من الشمس. ولذا فإن التباين في إجمالي الاشعاع الشمسي يمثل عامل تأثير إشعاعي. ولا يعرف أن القيمة المطلقة لحدوث مجموع الاشعاع الشمسي المتكامل طيفيا على الأرض تزيد عن نحو ٤ و م –٢ الاّ أن الرصدات بالتوابع الاصطناعية منذ أواخر السبعينات تبين أن الفروق النسبية طوال الدورتين الماضيتين للنشاط الشمسي اللتين يبلغ كل منهما ١١ عاما تبلغ نحو ٠,١٪ وهو ما يماثل الفرق في التأثير الاشعاعي البالغ نحو ٠,٢ و م –٢. ولم تكن تتوافر، قبيل هذه الرصدات بالتوابع الاصطناعية أية قياسات مباشرة موثوق بها للاشعاع الشمسي الا أنه لم يتسن اجراء تدقيق كاف للتقنيات المستخدمة لاعادة تكوين القيم التاريخية لمجموع الاشعاع الشمسي المتكامل طيفيا من رصدات تقريبية (مثل البقع الشمسية). وتتباين الفروق الشمسية بدرجة أكبر في المنطقة فوق البنفسجية، وتشير الدراسات التي أجريت بالنماذج المناخية أن إدراج الفروق في الاشعاعات الشمسية المحلولة طيفيا، والتغيرات في أوزون الستراتوسفير المستحثة شمسيا قد تحسن من واقع المحاكاة النموذجية لتأثير التقلبية الشمسية على المناخ. واقترحت آليات أخرى لتضخيم التأثيرات الشمسية على المناخ إلا أنه لم يكن لها سند نظري أو رصدي مؤكد.

ويؤدي هباء الستراتوسفير الناجم عن الثورات البركانية المتفجرة إلى تأثيرات سالبة تستغرق بضع سنوات. وقد حدث العديد من الثورات البركانية المتفجرة في الفترات من ١٨٨٠ إلى ١٩٢٠ ومن ١٩٦٠ إلى ١٩٩١، ولم تحدث أية ثورات متفجرة منذ ١٩٩١. وأسفر المحتوى المعزز من هباء الستراتوسفير الناجم عن الثورات البركانية بالاضافة إلى الفروق الصغيرة في الإشعاع الشمسي عن تأثير إشعاعي طبيعي سالب واضح طوال العقدين بل ربما حتى الأربعة عقود الأخيرة.

جيم – ٦ إمكانيات احترار العالم

يتضمن الجدول ٣ التأثيرات الإشعاعية وإمكانيات احترار العالم بالنسبة لمجموعة واسعة من الغازات. وإمكانيات الاحترار العالمي عبارة عن مقياس للتأثيرات الاشعاعية النسبية لمادة معينة بالمقارنة بثاني أكسيد الكربون مجمعا طوال نطاق زمني مختار. وتشمل فئات الغازات الجديدة الواردة في الجدول ٣ الجزيئات العضوية المعالجة بالفلور والتي يتكون معظمها من الاثير الذى يقترح أن يكون بديلا للكربون الهالوجيني. وتنطوي بعض إمكانيات احترار العالم على عدم يقين أكثر من البعض الآخر وخاصة تلك الغازات التي لا تتوافر عنها بعد بيانات مختبرية مفصلة عن عمرها. وقد حسبت إمكانيات احترار العالم بالمقارنة بثاني أكسيد الكربون باستخدام حسابات محسنة للتأثير الاشعاعي لهذا الغاز، ودالة الاستجابة الواردة في تقرير التقييم الثاني عن تذبذب ثاني أكسيد الكربون، والقيم الجديدة للتأثير الاشعاعي والعمر الزمني لعدد من أنواع الكربون الهالوجيني. وتوضع أيضا تقديرات لإمكانيات احترار العالم غير المباشرة الناشئة عن التأثيرات الإشعاعية غير المباشرة لعدد من الغازات الجديدة، بما في ذلك أول أكسيد الكربون. ويقدر أن إمكانيات احترار العالم المباشرة الخاصة لتلك الأنواع التي حدد عمرها الزمني بصورة جيدة تعتبر دقيقة في حدود ٣٥٪ وإن كانت تلك غير المباشرة أقل يقينا.

دال – محاكاة النظام المناخي وتغيراته

تناول القسمان السابقان المناخ ابتداء من الماضي السحيق وحتى يومنا هذا من خلال رصدات متغيرات المناخ وعوامل التأثير التي تتسبب في تغير المناخ. وينتقل هذا القسم إلى المناخ في المستقبل من خلال وصف الأداة الوحيدة التي توفر تقديرات كمية لتغيرات المناخ في المستقبل وهي النماذج العددية. ويعنى الفهم الأساسي لتوازن الطاقة في نظام الأرض أن النماذج البسيطة يمكن أن توفر تقديرات كمية عريضة لبعض المتغيرات التي وضعت لها متوسطات عالمية، إلا أن التقديرات الأكثر دقة للتغذية المرتدة والتفاصيل الإقليمية لا تأتي إلا من خلال نماذج مناخية أكثر تقدما. فالتعقيد الذي تنطوي عليه عمليات النظام المناخي تحول دون استخدام استقراء الاتجاهات الماضية، والتقنيات الاحصائية أو التجريبية الخالصة في الإسقاطات. ويمكن استخدام النماذج المناخية لمحاكاة استجابات المناخ لمختلف سيناريوهات المدخلات الخاصة بعوامل التأثير في المستقبل (القسم زاى). كذلك فإن إسقاطات مصير ثاني أكسيد الكربون المنبعث (أي الامتصاص النسبي في مختلف المستودعات) وغير ذلك من غازات الدفيئة يتطلب فهم العمليات الكيماوية الاحيائية الأرضية المشاركة وإدراجها في نموذج عددي لدورة الكربون. والنموذج المناخي عبارة عن عرض حسابي مبسط للنظام المناخي للأرض (انظر الاطار ٣). وتتوقف الدرجة التي يستطيع بها نموذج محاكاة استجابات النظام المناخي، إلى حد كبير جدا، على مستوى فهم العمليات الفيزيائية والفيزيائية الأرضية والكيماوية والبيولوجية التي تحكم هذا النظام. ومنذ تقرير التقييم الثاني، حقق الباحثون تحسينات كبيرة في محاكاة النظام المناخي للأرض من خلال النماذج. فأولا يرد هنا موجز للفهم الحالي لبعض من أهم العمليات التي تحكم النظام المناخي ومدى تمثيلها في النماذج المناخية الحالية. ثم يقدم هذا القسم تقييما للقدرة العامة لهذه النماذج على وضع إسقاطات مفيدة للمناخ في المستقبل.

الجدول ٣: إمكانيات احترار العالم المباشرة بالمقارنة بثاني أكسيد الكربون (بالنسبة للغازات التي حددت أعمارها الزمنية بصورة كافية). وإمكانيات احترار العالم عبارة عن دليل لتقدير مساهمة احترار العالم النسبية نتيجة لانبعاث كيلوغرام واحد من أحد غازات الدفيئة في الغلاف الجوي مقابل انبعاث كيلوغرام واحد من ثاني أكسيد الكربون. وتظهر إمكانيات احترار العالم المحسوبة لمختلف النطاقات الزمنية تأثيرات فترات بقاء مختلف الغازات في الغلاف الجوي [استنادا إلى الجدول ٦-٧].

الغاز		فترة البقاء بالسنوات	إمكانيات احترار العالم (النطاق الزمني بالسنين) ٢٠ سنة	١٠٠ سنة	٥٠٠سنة
ثاني أكسيد الكربون	CO_2		1	1	1
الميثان (أ)	CH_4	12,0[b]	62	23	7
أكسيد النتروز	N_2O	114[b]	275	296	156
(الهيدروفلورو كربون)					
HFC-23	CHF_3	260	9.400	12.000	10.000
HFC-32	CH_2F_2	5,0	1.800	550	170
HFC-41	CH_3F	2,6	330	97	30
HFC-125	CHF_2CF_3	29	5.900	3.400	1.100
HFC-134	CHF_2CHF_2	9,6	3.200	1.100	330
HFC-134a	CH_2FCF_3	13,8	3.300	1.300	400
HFC-143	CHF_2CH_2F	3,4	1.100	330	100
HFC-143a	CF_3CH_3	52	5.500	4.300	1.600
HFC-152	CH_2FCH_2F	0,5	140	43	13
HFC-152a	CH_3CHF_2	1,4	410	120	37
HFC-161	CH_3CH_2F	0,3	40	12	4
HFC-227ea	CF_3CHFCF_3	33	5.600	3.500	1.100
HFC-236cb	$CH_2FCF_2CF_3$	13,2	3.300	1.300	390
HFC-236ea	CHF_2CHFCF_3	10	3.600	1.200	390
HFC-236fa	$CF_3CH_2CF_3$	220	7.500	9.400	7.100
HFC-245ca	$CH_2FCF_2CHF_2$	5,9	2.100	640	200
HFC-245fa	$CHF_2CH_2CF_3$	7,2	3.000	950	300
HFC-365mfc	$CF_3CH_2CF_2CH_3$	9,9	2.600	890	280
HFC-43-10mee	$CF_3CHFCHFCF_2CF_3$	15	3.700	1.500	470
Especies totalmente fluoradas					
SF_6		3.200	15.100	22.200	32.400
CF_4		50.000	3.900	5.700	8.900
C_2F_6		10.000	8.000	11.900	18.000
C_3F_8		2.600	5.900	8.600	12.400
C_4F_{10}		2.600	5.900	8.600	12.400
C_4F_8		3.200	6.800	10.000	14.500
C_5F_{12}		4.100	6.000	8.900	13.200
C_6F_{14}		3.200	6.100	9.000	13.200
Éteres y éteres halogenados					
CH_3OCH_3		0,015	1	1	<<1
HFE-125	CF_3OCHF_2	150	12.900	14.900	9.200
HFE-134	CHF_2OCHF_2	26,2	10.500	6.100	2.000
HFE-143a	CH_3OCF_3	4,4	2.500	750	230
HCFE-235da2	$CF_3CHClOCHF_2$	2,6	1.100	340	110
HFE-245fa2	$CF_3CH_2OCHF_2$	4,4	1.900	570	180
HFE-254cb2	$CHF_2CF_2OCH_3$	0,22	99	30	9
HFE-7100	$C_4F_9OCH_3$	5,0	1.300	390	120
HFE-7200	$C_4F_9OC_2H_5$	0,77	190	55	17
H-Galden 1040x	$CHF_2OCF_2OC_2F_4OCHF_2$	6,3	5.900	1.800	560
HG-10	$CHF_2OCF_2OCHF_2$	12,1	7.500	2.700	850
HG-01	$CHF_2OCF_2CF_2OCHF_2$	6,2	4.700	1.500	450

(أ) تشمل إمكانيات احترار العالم للميثان مساهمة غير مباشرة من إنتاج الـ H2O و O3 في الغلاف الجوي.

(ب) قيم الميثان وأكسيد النتروز تتعلق بأزمنة مكيفة تضم التأثيرات غير المباشرة للانبعاثات الخاصة بكل غاز في فترة بقائه الخاصة.

الاطار ٣ – النماذج المناخية: كيف توضع وكيف تستخدم؟

تعتمد النماذج المناخية الشاملة على القوانين الفيزيائية الممثلة في معادلات رياضية تحل باستخدام شبكة ثلاثية الأبعاد حول العالم. ولا بد لمحاكاة المناخ من تمثيل العناصر الرئيسية للنظام المناخي في النماذج الفرعية (الغلاف الجوي، والمحيطات وسطح الأرض، وكريوسفير والبيوسفير) جنبا إلى جنب العمليات التي تتم داخلها وفيما بينها. وقد استمدت معظم النتائج الواردة في هذا التقرير من نتائج النماذج التي تشمل بعضا من تمثيل جميع هذه العناصر.

كما تعرف نماذج المناخ في العالم التي جمعت فيها عناصر الغلاف الجوي والمحيطات معا باسم نماذج الدوران العامة في الغلاف الجوي والمحيطات. ففي نموذج الغلاف الجوي، مثلا، تحل المعادلة التي تتناول نشوء قوة الدفع والحرارة والرطوبة على نطاق واسع. كما تحل المعادلات الخاصة بالمحيطات. ويبلغ تحليل جزء الغلاف الجوي في النموذج العادي، في الوقت الحاضر، نحو ٢٥٠ كيلومترا أفقيا ونحو كيلومتر واحد رأسيا فوق طبقة الحدود. ويبلغ تحليل نموذج المحيطات العادي نحو ٢٠٠ إلى ٤٠٠ متر رأسيا والتحلل الأفقي نحو ١٢٥ إلى ٢٥٠ كيلومترا أفقيا. وتحل المعادلات عادة بالنسبة لكل نصف ساعة من تكامل النموذج. ويحدث الكثير من العمليات الفيزيائية مثل تلك ذات الصلة بالسحب أو المحيطات حاملة الحرارة، في حيز مكاني أقل من شبكة النموذج ومن ثم لا يمكن رسمها في النموذج وحلها بصورة صريحة. وتدرج تأثيراتها المتوسطة، بصورة تقريبية، وبطريقة بسيطة من خلال الاستفادة من العلاقات الفيزيائية مع المتغيرات واسعة النطاق. وتعرف هذه التقنية بوضع المعايير. ومن الضروري، لوضع إسقاطات كمية لتغير المناخ في المستقبل من استخدام نماذج مناخية تحاكي جميع العمليات الهامة التي تحكم تطور المناخ في المستقبل. وقد تطورت النماذج المناخية خلال العقود القليلة الماضية مع تزايد القوى الحاسوبية. فخلال ذلك الوقت، وضعت نماذج العناصر الرئيسية والغلاف الجوي والأراضي والمحيطات والجليد البحري بصورة منفصلة ثم ضمت تدريجيا إلى النماذج. وهذا التجميع لمختلف العناصر يعتبر عملية صعبة. ولم تدرج عناصر دورة الكبريت إلا مؤخرا لتمثيل انبعاثات الكبريت، وكيفية أكسدتها لتشكل جسيمات هبائية.

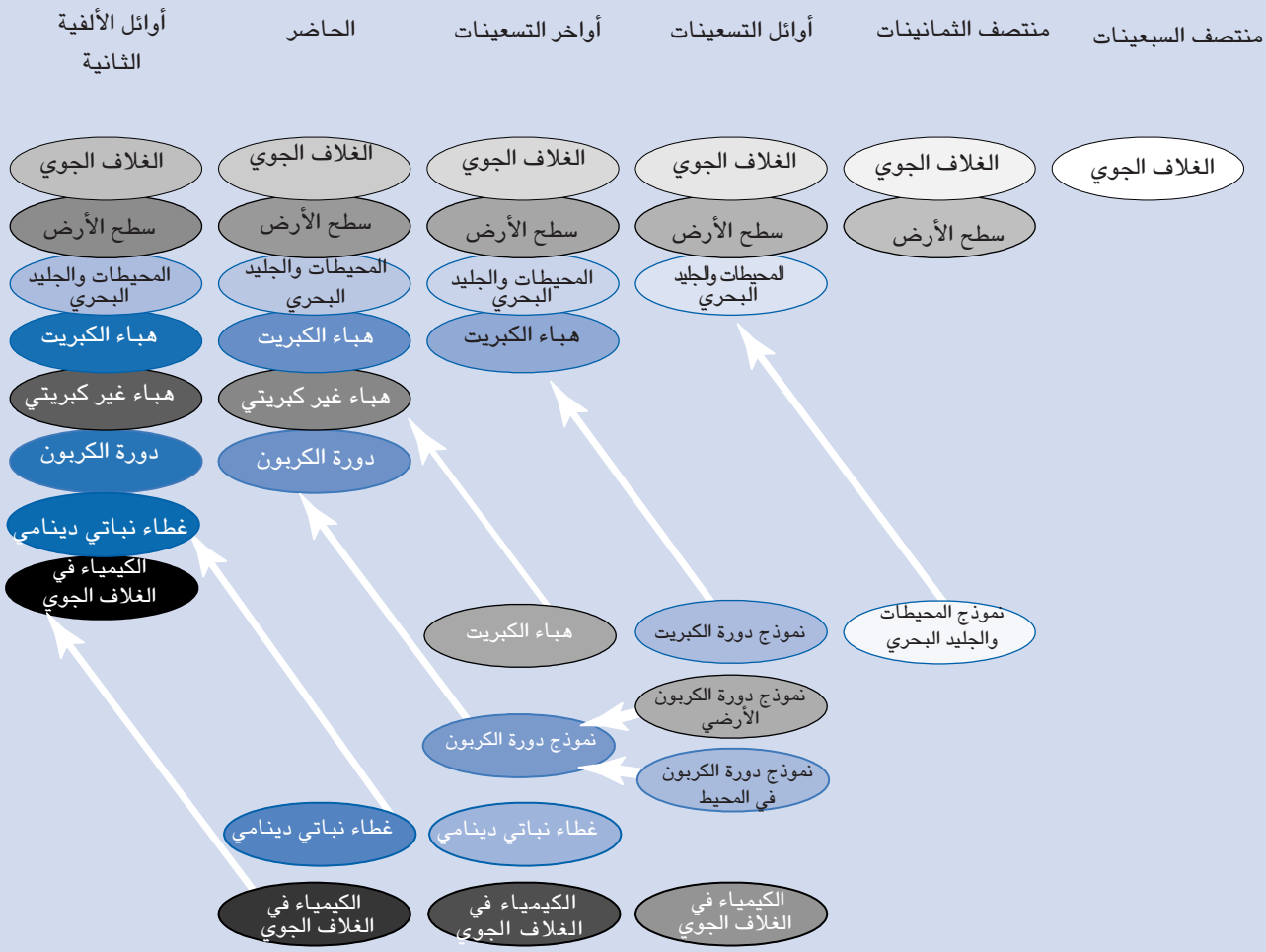
ويجري حاليا، في عدد قليل من النماذج، الجمع بين دورة الكربون الأرضي ودورة الكربون المحيطي. ويجري وضع نماذج حاليا لعنصر الكيمياء في الغلاف الجوي خارج النموذج الرئيسي للمناخ. والهدف النهائي من ذلك هو بالطبع، وضع نموذج لأكبر قدر ممكن من النظام المناخي الكامل للأرض حتى يمكن أن تتفاعل جميع العناصر. وبذلك فإن التنبؤ بتغير المناخ يراعي باستمرار تأثير التغذية المرتدة بين العناصر. وتبين الأرقام الواردة أعلاه تطور نماذج المناخ في الماضي والحاضر والمستقبل.

وتعوض بعض النماذج الأخطاء والاختلالات في التدفق السطحي من خلال "عمليات تكييف التدفق" وهي عمليات تكيف منتظمة تتحدد بصورة عملية في الوصلة المشتركة بين الغلاف الجوي والمحيطات يحتفظ بها ثابتة من الناحية الزمنية للاقتران بالمناخ الخاضع للمحاكاة من الحال المرصودة. وقد صممت استراتيجية طريقة مناخية تزيل معظم تأثيرات بعض الأخطاء النموذجية على النتائج. وما يتخذ عادة هو أولا إجراء محاكاة مناخية "للمراقبة" باستخدام النموذج. ثم تجرى عملية محاكاة تجربة تغير المناخ، وذلك مثلا، بزيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي النموذجي. وأخيرا، يؤخذ الفرق على أنه يوفر تقديرا للتغير في المناخ نتيجة للاضطرابات. وتزيد تقنية وضع الفروق معظم تأثيرات أي عمليات تكييف اصطناعية في النموذج فضلا عن الأخطاء المنتظمة المشتركة في كلا العمليتين. غير أن عقد مقارنة بين نتائج النماذج المختلفة يوضح أن طبيعة بعض الأخطاء مازالت تؤثر في النتائج.

والكثير من جوانب النظام المناخي للأرض يتسم بعدم الانتظام. إذ أن تطوره حساس للاضطرابات الصغيرة فى الظروف الأولية. وتحد هذه الحساسية من القدرة على التنبؤ بالتطور التفضيلي للطقس لفترة تبلغ الأسبوعين. غير أن القدرة على التنبؤ بالمناخ ليست محدودة للغاية نظرا للتأثيرات المنتظمة على الغلاف الجوي من جانب عناصر النظام المناخي التي تتباين ببطء. ومع ذلك، فإن من المستحسن، للتمكن من وضع تقديرات موثوق بها في وجود الظروف الأولية وعدم اليقين النموذجي، إعادة التنبؤ مرات عديدة من مختلف الحالات المضطربة الأولية وباستخدام مختلف النماذج العالمية. فهذه التجميعات هي أساس التنبؤات الاحتمالية بحالة المناخ.

والواقع أن نماذج الدوران العام الشاملة في الغلاف الجوي والمحيطات معقدة للغاية ويستحوذ إجراؤها على موارد حاسوبية كبيرة. وتستخدم النماذج البسيطة على نطاق واسع أيضا لاستكشاف مختلف السيناريوهات الخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة وتأثيرات الافتراضات أو التقريبات في المعايير الواردة في النموذج بقدر أكبر من الدقة. وقد تشمل عملية التبسيط تحليل أعمق وديناميةمبسطة وعمليات فيزيائية. وتشكل النماذج البسيطة والوسيطة والشاملة، معا، "سلم هرمي للنماذج المناخية"، وكلها ضرورية لاستكشاف الخيارات المدرجة في عملية وضع المعايير، وتقييم مدى قوة تغير المناخ.

تطور نماذج المناخ في الماضي والحاضر والمستقبل



الإطار ٣ – الشكل ١: وضع نماذج مناخية للسنوات الخمسة والعشرين الماضية يبين كيفية وضع العناصر المختلفة بصورة منفصلة أولا ثم جمعها بعد ذلك في نماذج مناخية شاملة.

دال-١ عمليات المناخ والتغذية المرتدة

تحدد العمليات الواردة في النظام المناخي التقلبية الطبيعية لهذا النظام واستجابته للاضطرابات مثل زيادة تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. وهناك الكثير من عمليات المناخ الأساسية المهمة معروفة بصورة جيدة ويجري إدخالها في النماذج بطريقة جيدة للغاية. وتضخم عمليات التغذية المرتدة (التغذية المرتدة الموجبة) أو تخفض (التغذية المرتدة السالبة) التغييرات في الاستجابة للاضطرابات الأولية ومن ثم فهي مهمة جدا للمحاكاة الدقيقة لتطور المناخ.

بخار الماء

ثمة تغذية مرتدة كبيرة تتسبب في الاحترار الكبير الذي تتنبأ به نماذج المناخ استجابة لزيادة في ثاني أكسيد الكربون هي الزيادة في بخار الماء في الغلاف الجوي. فالزيادة في درجة حرارة الغلاف الجوي تزيد من قدرته على الاحتفاظ بمائه. غير أنه بالنظر إلى أن معظم الغلاف الجوي ليس مشبعا بالقدر الكافي، فإن ذلك لا يعني تلقائيا أن يزيد بخار الماء في حد ذاته. ففي إطار الطبقة الحدودية (الكيلو متر أو الكيلو مترين الأدنى في الغلاف الجوي تقريبا)، يزيد بخار الماء مع زيادة درجة الحرارة. أما في طبقة التروبوسفير الحرة فوق طبقة الحدود، حيث تحظى تأثيرات الدفيئة على بخار المياه بأكبر قدر من الأهمية، فإن التحديد الكمي للوضع أكثر صعوبة. فكمية بخار الماء المرتدة، على النحو المستمد من النماذج الحالية، تبلغ ضعف الاحترار تقريبا الذي كان يمكن أن ينتج من بخار الماء الثابت. وقد أحدثت تحسينات كبيرة منذ تقرير التقييم الثاني في معالجة بخار الماء في النماذج على الرغم من أن إعاقة الرطوبة من السحب ظلت محاطة بعدم اليقين، وتوجد اختلافات بين توزيع بخار الماء النموذجية وتلك المرصودة. والنماذج قادرة على محاكاة أقاليم الرطوبة وتلك الجافة للغاية المرصودة في المناطق المدارية وشبه المدارية والكيفية التي تنمو بها مع تعاقب الفصول ومن سنة لأخرى. غير أن ذلك رغم ما يبعثه من اطمئنان، لا يوفر وفقا للكميات المرتدة على الرغم من أن مجموعة الشواهد تحبذ بخار الماء المرتد في سماء صافية وإيجابية من الحجم المماثل لذلك الذي وجد في المحاكاة.

السحب

كما كان الحال في تقرير التقييم الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في ١٩٩٠، فإن من المرجح أن أكبر قدر من عدم اليقين في إسقاطات المستقبل المعنية بالمناخ ينشأ عن السحب وتفاعلها مع الاشعاع. فبوسع السحب أن تمتص وأن تعكس الاشعاع الشمسي (ومن ثم تبريد السطح) وأن تمتص إشعاعات الموجة الطويلة وأن تصدرها (ومن ثم تتسبب في احترار السطح). ويتوقف التنافس بين هذه التأثيرات على ارتفاع السحب وكثافتها وخصائصها الإشعاعية. وتتوقف خصائص السحب الإشعاعية وتطورها على توزيع بخار الماء في الغلاف الجوي، وقطران الماء، وجسيمات الجليد وهباء الغلاف الجوي وكثافة السحب. وقد تحسن الأساس الفيزيائي لعملية وضع معايير السحب بدرجة كبيرة في النماذج من خلال إدراج تمثيل كبير للخصائص الفيزيائية الصغيرة للسحب في معادلة توازن مياه السحب على الرغم من أنه يظل هناك عدم يقين كبير. وتمثل السحب مصدرا كبيرا للأخطاء المحتملة في محاكاة المناخ. ومازال احتمال تقليل النماذج من شأن الامتصاص الشمسي المنتظم في السحب مسألة موضع جدل. فعلامة كمية السحب المرتدة الصناعية مازالت مسألة يحيط بها عدم اليقين، وتعرض مختلف النماذج امتدادات كبيرة لهذه المسألة. كما تنشأ حالات عدم اليقين الأخرى من عمليات التهطال وصعوبة محاكاة الدورة النهارية وكميات التهطال ووتيرته بصورة سليمة.

الستراتوسفير

لقد تزايد الإدراك بأهمية طبقة الستراتوسفير في النظام المناخي بسبب التغييرات في هيكلها، والاعتراف بالدور الحيوي للعمليات الإشعاعية والدينامية. فالجانب الرأسي من التغير في درجة الحرارة في الغلاف الجوي، بما في ذلك الستراتوسفير يعد مؤشرا هاما في دراسات الرصد والعزو. فمعظم الانخفاض المرصود في درجات حرارة طبقة الستراتوسفير الدنيا كانت نتيجة لنقص الأوزون الذي يعتبر "ثقب الأوزون" في منطقة القطب الجنوبي جزءا منها. وليس بفعل زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون. والموجات التي تنشأ في طبقة التروبوسفير يمكن أن تستنبت في الستراتوفير حيث يجري امتصاصها. ولذا، فإن التغييرات في الستراتوسفير تحدث حيثما وأينما امتصت هذه الموجات، وقد تمتد التأثيرات هبوطيا لتصل إلى طبقة التروبوسفير. وتؤدي التغييرات في الإشعاع الشمسي، وأساسا الأشعة فوق البنفسجية – إلى تغييرات في الأوزون مستحثة بطرق كيماوية ضوئية ومن ثم تغير معدلات احترار الستراتوسفير مما يؤدي إلى تغيير الدوران في التروبوسفير. وتزيد القيود المتعلقة بالتحليل والانخفاض النسبي في مستوى تمثيل بعض عمليات الستراتوسفير من عدم اليقين في النتائج النموذجية.

المحيطات

حدثت تحسينات كبيرة في وضع نماذج عمليات المحيطات وخاصة انتقال الحرارة. وكانت هذه التحسينات التى اقترنت بزيادة التحليل، هامة في الحد من الحاجة إلى تعديل التدفقات في النماذج والخروج بمحاكاة واقعية لأنماط الدورات الطبيعية واسعة النطاق وتحسين محاكاة ظاهرة النينيو (انظر الاطار ٤). فالتيارات المحيطة تحمل الحرارة من المناطق المدارية إلى خطوط العرض القطبية. فالمحيطات تتبادل الحرارة والماء (من خلال البخار والأمطار) وثاني أكسيد الكربون مع الغلاف الجوي. ونظرا لضخامة كتلة المحيطات وقدرتها الحرارية المرتفعة، فإنها تبطئ من تغير المناخ وتؤثر في النطاقات الزمنية للتقلبية في نظام الغلاف الجوي–المحيطات. وقد أحرز

تقدم كبير فى فهم عمليات المحيطات ذات الصلة بتغير المناخ. فالزيادة في التحليل فضلا عن تحسين التمثيل (وضع المعايير) للعمليات الهامة على مستوى الشبكات الفرعية (مثل الدوامات ذات النطاق المتوسط) زادت من واقعية المحاكاة. غير أنه مازال هناك عدم يقين كبير إزاء تمثيل العمليات الصغيرة النطاق مثل التدفقات الزائدة (التدفقات من خلال قنوات ضيقة مثل بين غرينلاند وايسلندا)، والتيارات الحدودية الغربية [مثل التيارات الضيقة واسعة النطاق على طول الخطوط الساحلية] حاملة الحرارة والمختلطة. فالتيارات الحدودية في عمليات المحاكاة المناخية أضعف وأكثر اتساعا مما هي في الواقع على الرغم من أن نتائج ذلك على المناخ غير واضحة.

الكريوسفير

يستمر تمثيل عمليات الجليد البحري في التحسن بعد أن أصبح العديد من النماذج المناخية يشتمل الآن على معالجات فيزيائية لدينامية الجليد. ومازال تمثيل عمليات الجليد الأرضي في نماذج المناخ العالمية في بدايته. وتتألف طبقة الكريوسفير من تلك المناطق في الأرض التي تغطيها الثلوج والجليد بصورة موسمية أو دائمة. والجليد البحري مهم حيث يعكس كميات من أشعة الشمس القادمة تزيد عما يفعله سطح البحر (أي أن له بياض أعلى) كما أنه يحمي البحر من أن يفقد الحرارة في فصل الشتاء. ولذا، فإن خفض الجليد البحري يعطي تغذية مرتدة إيجابية لاحترار المناخ عند خطوط العرض القطبية. وعلاوة على ذلك، فإنه نظرا لأن جليد البحر يحتوي على أملاح تقل عن تلك الموجودة في مياه البحر، فإنه عندما يتكون يزيد المحتوى الملحي (الملوحة) وكثافة الطبقة السطحية في المحيط. ويزيد ذلك من تبادل الماء مع الطبقات الأعمق من المحيط مما يؤثر في دوران المحيط. ويؤدي تكوين الجبال الجليدية وذوبان الأجراف الجليدية إلى إعادة المياه العذبة من اليابسة إلى المحيطات. ومن ثم فإن التغييرات في معدلات هذه العمليات يمكن أن يؤثر في دوران المحيطات من خلال تغيير الملوحة السطحية. وللثلوج بياض أعلى من سطح اليابسة ومن ثم فإن نقص الغطاء الثلجي يؤدي إلى تغذية بياضية مرتدة موجبة مماثلة على الرغم من أنها أضعف من الجليد البحري. ويجري في بعض النماذج المناخية إدخال تقلبية الخطط الثلجية والنطاق دون الشبكي المطردة التعقيد في الغطاء الجليدي وكثافته مما يمكن أن يؤثر بصورة كبيرة في البياض وتبادلات الغلاف الجوي والمحيط.

سطح اليابسة

تشير البحوث بالنماذج الذي تتضمن أحدث أنواع التمثيل الخاصة بسطح اليابسة إلى أن التأثيرات المباشرة لزيادة ثاني أكسيد الكربون على فيزيولوجية النباتات قد تؤدي إلى خفض نسبي في التبخر الناتج فوق القارات المدارية مع ما يرتبط بذلك من زيادة احترار المناطق الجافة عما كان متوقعا لتأثيرات الاحترار الناجم عن الاحتباس الحراري التقليدي. وتوفر التغييرات في سطح اليابسة تغذية مرتدة هامة حيث ستؤثر التغييرات في سطح اليابسة (مثل ارتفاع درجات الحرارة، والتغييرات في التهطال، والتغييرات في الحرارة الإشعاعية الصافية، والتأثيرات المباشرة لثاني أكسيد الكربون) في حالة سطح اليابسة (مثل رطوبة التربة والبياض والخشونة والغطاء النباتي) ويمكن تحديد عمليات تبادل الطاقة وقوة الدفع والمياه والحرارة والكربون بين سطح اليابسة والغلاف الجوي في النماذج في صورة دالات لنوع وكثافة الغطاء النباتي المحلي وعمق الخصائص الفيزيائية للتربة– وكلها تستند إلى قواعد بيانات سطح اليابسة التي تحسنت بعد استخدام رصدات التوابع الاصطناعية. وقد استخدم التقدم المحرز مؤخرا في فهم التمثيل الضوئي للغطاء النباتي واستخدام المياه في تجميع الطاقة الأرضية والمياه ودورات الكربون ضمن جيل جديد من وضع المعايير الخاصة بسطح اليابسة والذي اختير في ضوء الرصدات الميدانية ونفذ في عدد قليل من نماذج الدوران العامة مع تحسينات ملحوظة في محاكاة تدفقات الغلاف الجوي واليابسة. غير أنه مازالت هناك مشكلات كبيرة يتعين حلها في مجالات عمليات رطوبة التربة وتنبوءات انسياب المياه، وتغيير استخدام الأراضي ومعالجة التباين بين الثلوج والنطاق الشبكي الفرعي.

ويمكن أن تؤثر التغييرات فى غطاء سطح اليابسة فى المناخ العالمي بعدة طرق. فقد حددت إزالة الغابات على نطاق واسع في المناطق المدارية الرطبة (مثل أمريكا الجنوبية وأفريقيا وجنوب شرق آسيا) على أنها أهم عملية جارية على سطح اليابسة حيث أنها تخفض من التبخر وتزيد من درجة حرارة السطح. وقد توصلت معظم النماذج إلى هذه النتائج. غير أن هناك عدم يقين واسع النطاق مازال مستمرا بشأن التأثيرات الكمية لإزالة الغابات على نطاق واسع على الدورة الهيدرولوجية وخاصة فوق الأمازون.

دورة الكربون

أدت التحسينات الأخيرة في نماذج دورة كربون اليابسة والمحيطات المستندة إلى العمليات وتقييمها في ضوء الرصدات إلى زيادة الثقة في استخدامها في دراسات سيناريو المستقبل. فثاني أكسيد الكربون الطبيعي يدور طبيعيا بسرعة بين الغلاف الجوي والمحيطات واليابسة، غير أن إزالة اضطرابات ثاني أكسيد الكربون التي يضيفها النشاط البشري من الغلاف الجوي تأخذ فترة أطول. ويرجع ذلك إلى العمليات التي تحد من المعدل الذي يمكن أن تزيد به المخزونات الأرضية والمحيطية من الكربون. وتأخذ المحيطات ثاني أكسيد الكربون بشري المنشأ نتيجة لارتفاع درجة ذوبانه (نتيجة لطبيعة الكيمياء الكربونية) إلا أن معدل الامتصاص تحده السرعة المحدودة للخلط العمودي. وتأخذ النظم الإيكولوجية الأرضية ثاني أكسيد الكربون بشري المنشأ من خلال العديد من الآليات المحتملة مثل إدارة الأراضي وتخصيب ثاني أكسيد الكربون (زيادة نمو النباتات نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي) وزيادة مدخلات النيتروجين نتيجة للأنشطة البشرية.

غير أن هذا الامتصاص محدود نتيجة للصغر النسبي للجزء من الكربون النباتي الذي يمكن أن يدخل في مخازن طويلة الأجل (الأخشاب والدبال). ويتوقع أن ينخفض الجزء من ثاني أكسيد الكربون المنبعث الذي يمكن أن تمتصه المحيطات واليابسة مع زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون. وقد وضعت نماذج معتمدة على العمليات للدورات الكربونية في المحيطات واليابسة (بما في ذلك تمثيل العمليات الفيزيائية والكيماوية والبيولوجية) وتم تقييمها في ضوء القياسات ذات الصلة بدورة الكربون الطبيعية. وقد أقيمت مثل هذه النماذج للتقليل إلى أقصى حد ممكن من الاضطرابات التى يحدثها الانسان في دورة الكربون وتمكنت من إعداد سلاسل زمنية لامتصاص الكربون من المحيطات واليابسة تتسق بصورة عامة مع الاتجاهات العالمية المرصودة. ومازالت هناك اختلافات كبيرة فيما بين النماذج وخاصة فيما يتعلق بالطريقة التي تعالج بها الدوران الفيزيائي في المحيطات والاستجابات الإقليمية لعمليات النظم الإيكولوجية الأرضية للمناخ. ومع ذلك، فإن النماذج الحالية تشير باتساق إلى أنه عندما تجري دراسة تأثيرات تغير المناخ، يصبح امتصاص ثاني أكسيد الكربون بواسطة المحيطات واليابسة أصغر حجما.

دال – ٢ النظم المترابطة

كما أشير فى القسم دال–١ ، يعمل الكثير من التغذية المرتدة في إطار العناصر الفردية في النظام المناخي (الغلاف الجوي والمحيطات والكريوسفير، وسطح اليابسة) غير أن الكثير من العمليات الهامة والتغذية المرتدة تحدث من خلال الربط بين عناصر النظام المناخي. وتمثيل هذه العناصر هام لعملية التنبؤ بالاستجابات واسعة النطاق.

طرق التقلبية الطبيعية

يتزايد الإدراك بأن أنماط الدوران الطبيعي، مثل التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو وتذبذبات شمال الأطلسي، تضطلع بدور أساسي في مناخ العالم وتقلبيته بين السنوات وطويلة الأجل. وتعتبر ظاهرة التذبذبات الجنوبية الناجمة عن ظاهرة النينيو بين السنوات (انظر الإطار ٤) أقوى التقلبات الطبيعية للمناخ على النطاق الزمني لعدة سنوات. وهي عبارة عن طريقة للترابط الكامن بين الغلاف الجوي والمحيطات مع وجود نشاطها الأساسي في المناطق المدارية من المحيط الهادئ، وإن كان مع بعض التأثيرات المناخية الإقليمية الهامة فى مختلف أنحاء العالم. ولم تبدأ نماذج المناخ الإجمالي إلا الآن في عرض تقلبية المناطق المدارية من المحيط الهادئ التي تماثل التذبذبات الجنوبية الناجمة عن ظاهرة النينيو وذلك أساسا من خلال زيادة التحليل الطولي عند خط الاستواء. كما أن أنماط درجات حرارة سطح البحر ودوران الغلاف الجوي المماثلة لتلك التي تحدث خلال التذبذبات الجنوبية الناجمة عن ظاهرة النينيو ذات النطاق الزمني متعدد السنوات تحدث على أساس العقد الواحد، وطويل الأجل.

تذبذبات شمال الأطلسي هي النمط المهيمن على تقلبية دورة الغلاف الجوي في فصل الشتاء الشمالي، وتتزايد محاكاته بصورة واقعية. وترتبط تذبذبات شمالي الأطلسي ارتباطا وثيقا بتذبذبات منطقة القطب الشمالي التي لها عنصر سنوي إضافي آخر حول القطب الشمالي. وتوجد شواهد قوية على أن هذه التذبذبات تنشأ أساسا من عمليات الغلاف الجوي الداخلية التي تشمل نظام التروبوسفير والستراتوسفير بأكمله.

وترتبط التقلبات فى درجات حرارة سطح المحيط الأطلسي بقوة تذبذبات شمال الأطلسي، وثمة تفاعل متواضع متبادل بين هذه التذبذبات والمحيط الأطلسي مؤديا إلى تقلبية في العقد الواحد، أخذ يظهر باعتباره عنصرا مهما في إسقاطات تغير المناخ.

قد يظهر تغير المناخ في شكل وسيلة تحول، أوتغير في أفضلية نظم مناخية نوعية على النحو المشاهد من الاتجاه المرصود نحو القيم الموجبة خلال السنوات الثلاثين الأخيرة في دليل تذبذبات شمال الأطلسي و"تحول" المناخ في المناطق المدارية من المحيط الهادئ نحو عام ١٩٧٦. وفي حين أن النماذج المترابطة تحاكي جوانب تقلبية المناخ الطبيعي المرصودة مثل تذبذبات شمال الأطلسي، والتذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو مما يشير إلى أن الكثير من العمليات ذات الصلة مدرجة في النماذج، يتعين تحقيق المزيد من التقدم في رصد هذه الطرق الطبيعية بدقة. وعلاوة على ذلك، فإنه نظرا لأن تذبذبات شمال الأطلسي والتذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو من العناصر المحددة الرئيسية لتغير المناخ الإقليمي ويمكن أن تسفر عن تغييرات مفاجئة وغير متوقعة، حدثت زيادة في عدم اليقين بالنسبة لتلك الجوانب من تغير المناخ التي تعتمد بصورة أساسية على التغيرات الإقليمية.

الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي

الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي هو المسؤول عن جزء كبير من الانتقال الطولي للحرارة في المحيط الأطلسي. وهو عبارة عن دوران عالمي النطاق يحدث في المحيط بدفع من الاختلافات في الكثافة الناشئة عن تأثيرات درجات الحرارة والملوحة. ففي المحيط الأطلسي، تنتقل الحرارة بواسطة تدفق المياه السطحية الدافئة نحو الشمال والمياه المالحة الباردة من شمال المحيط الأطلسي العائدة إلى العمق. ويمكن أن تنطلق عملية إعادة تنظيم الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في الأطلسي بفعل الاضطرابات في الطوافية السطحية التي تتأثر بالتهطال والبخر وجريان المياه القارية وتكوين الجليد البحري وتبادل الحرارة، والعمليات، وهي عمليات يمكن أن تتغير كلها بما يكون له من نتائج على المناخ الإقليمي والعالمي.

الاطار ٤: التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو

تعتبر التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو من أقوى التقلبات الطبيعية للمناخ ضمن نطاق زمني متعدد السنوات. وقد طبق مصطلح "النينيو" أصلا على تيار محيطي دافئ ضعيف يحدث سنويا ويتجه جنوبا على طول ساحل (بيرو) خلال فترة أعياد الميلاد، ولم يصبح مرتبطا بالاحترار الكبير غير العادي إلا بعد ذلك. غير أن الاحترار الساحلي يرتبط في كثير من الأحيان بالاحترار المحيطي الشاذ الأوسع مدى بكثير في اتجاه خط التوقييت الدولي، وكانت هذه الظاهرة التي تشمل حوض المحيط الهادئ بأكمله هي التي تشكل الصلة مع الأنماط المناخية العالمية الشاذة. ويطلق على عنصر الغلاف الجوي ذات الصلة "بالنينيو" اسم "التذبذبات الجنوبية". وكثيرا ما يطلق العلماء على ذلك وصف الظاهرة عندما يجتمع الغلاف الجوي والمحيط معا (التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بهذه الظاهرة .

وهذه التذبذبات ظاهرة طبيعية، وتتوافر شواهد جيدة من عينات الشعب المرجانية والجليد من العصر الجليدي في منطقة الانديز على أنها مستمرة منذ آلاف السنين. ونادرا ما تصل الأحوال الخاصة بالمحيطات والغلاف الجوي في المناطق المدارية للمحيط الهادئ إلى نقاط متوسطة بل تتقلب بعض الشئ بصورة غير منتظمة بين أحداث النينيو ومرحلة "النينيا" المقابلة التي تتألف من تبريد المناطق المدارية للمحيط الهادئ مع فترة فاصلة تبلغ نحو ثلاث إلى ست سنوات. وتستمر أكثر مراحل كل حدث على حدة نحو سنة.

وثمة نمط متميز لدرجة حرارة سطح البحر في المحيط الهادئ يمهد الطريق لأحداث التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو. ومن الجوانب الرئيسية في هذا المجال "التجمع الدافئ" في المناطق المدارية غربي المحيط الهادئ حيث توجد أكثر مياه المحيط احترارا في العالم، والمياه الأبرد بدرجة كبيرة في شرقي المحيط الهادئ واللسان البارد على طول خط الاستواء والذي يكون في أبرز مظاهره في نحو أكتوبر/تشرين الأول، وفي أضعف مظاهره في مارس/آذار. وتقوم الرياح التجارية الشرقية في الغلاف الجوي في المناطق المدارية بتجميع المياه الدافئة في الغرب لتكوين منحدر صاعد لمستوى سطح البحر على طول خط الاستواء البالغ ٠,٦٠ م من الشرق إلى الغرب. وتدفع الرياح التيارات المحيطية السطحية، التي تحدد المكان الذي تتجه إليه تدفقات المياه السطحية، وتتفرق. وهكذا، فإن المياه الأكثر برودة المليئة بالمغذيات تصعد من أسفل على طول خط الاستواء والسواحل الغربية للأمريكتين مما يوفر الظروف المواتية لنمو العوالق النباتية والحيوانية ومن ثم توافر الأسماك. ونظرا لأن الحرارة والعواصف الرعدية تحدث عادة في المياه الدافئة، فإن نمط درجات حرارة سطح البحر يحدد توزيع الأمطار في المناطق المدارية، ويحدد ذلك بدوره أنماط الاحترار في الغلاف الجوي من خلال اطلاق الحرارة الكامنة. وتدفع الحرارة الدوامات الكبيرة التي من نوع الدوامات الموسمية في المناطق المدارية ومن ثم تحدد الرياح. ويؤدي هذا الترابط القوي بين الغلاف الجوي والمحيطات في المناطق المدارية إلى آثارة ظاهرة النينيو.

وخلال هذه الظاهرة، تتحرك المياه الدافئة من المناطق المدارية الغربية في المحيط الهادئ نحو الشرق أثناء ضعف الرياح التجارية وحدوث تحولات في نمط العواصف المطيرة مما يؤدي إلى زيادة اضعاف الرياح التجارية ومن ثم تعزيز التغييرات في درجة حرارة البحر. وينخفض مستوى سطح البحر في الغرب، إلا أنه يرتفع في الشرق بمقدار كبير يصل إلى ٠,٢٥ متر مع اندفاع المياه الدافئة نحو الشرق على طول خط الاستواء.

غير أن التغييرات في الدوران في الغلاف الجوي لا تقتصر على المناطق المدارية، بل تمتد عالميا وتؤثر في التيار المتدفق ومسارات العواصف في منتصف خطوط العرض. وتحدث أنماط معاكسة تقريبا خلال مرحلة النينيا المقابلة لهذه الظاهرة.

وتؤدي التغييرات المرتبطة بالتذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو إلى إحداث تباينات كبيرة في الطقس والمناخ حول العالم من سنة لأخرى. ولهذه التباينات تأثيرات عميقة على البشرية والمجتمع بالنظر إلى ما يرتبط بها من جفاف وفيضانات وموجات حارة وغير ذلك من التغييرات التي يمكن أن تحدث اضطرابات شديدة في الزراعة ومصايد الأسماك والبيئة والصحة والطلب على الطاقة ونوعية الهواء وتغير أيضا من مخاطر الحرائق. كما تضطلع التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو بدور بارز في وضع نماذج تبادلات ثاني أكسيد الكربون مع الغلاف الجوي. وتتوقف عمليات التصاعد المعتادة للمياه الباردة الغنية بالمغذيات والغنية بثاني أكسيد الكربون خلال النينيو.

ومن المحتمل أن يكون أيضا للتفاعل بين الغلاف الجوي والمحيط أهمية كبيرة على النطاقات الزمنية للعقد الواحد والفترات الأطول من ذلك حيث يعمل هذا الدوران. ويشكل التفاعل بين التأثير الكبير للغلاف الجوي مع الاحترار والبخر في خطوط العرض المنخفضة، وزيادة التهطال في خطوط العرض القطبية، الأساس لعدم استقرار محتمل في الدوران

المدفوع بالتباين الحرارة والملحي الحالي في المحيط الأطلسي. وقد تؤثر التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو أيضا في دوران المحيط الأطلسي من خلال تغيير توازن المياه العذبة في المناطق المدارية من ذلك المحيط، ومن ثم توفير ارتباط بين خطوط العرض المنخفضة والقطبية. غير أن عدم اليقين المرتبط بتمثيل التدفقات صغيرة النطاق فوق النتوءات ومن خلال المضايق الضيقة وحرارة المحيطات يحد من قدرة النماذج على محاكاة الأوضاع التي تشتمل على تغييرات كبيرة في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي. وانخفاض ملوحة شمالي المحيط الهادئ يعني أن الدوران لم يحدث في ذلك المحيط.

الأحداث غير الخطية وسرعة تغير المناخ

تتوافر احتمالات لحدوث تغييرات سريعة غير رجعية في النظام المناخي، إلا أن هناك درجة كبيرة من عدم اليقين عن الآليات المشاركة في ذلك ومن ثم عن احتمال هذه التحويلات أو مداها الزمني. فالنظام المناخي يشتمل على الكثير من العمليات والتغذيات المرتدة التي تتفاعل بطرق معقدة غير خطية. ويمكن أن يؤدي هذا التفاعل إلى ظهور عتبات (أو حدود دنيا) في النظام المناخي والتي يمكن عبورها إذا ما تعرض النظام لقلق كاف. وثمة شواهد على عينات الجليد القطبي تشير إلى أن نظم الغلاف الجوي يمكن أن تتغير في غضون بضعة أعوام، وأن التغييرات في الكرة الأرضية بأكملها يمكن أن تحدث بسرعة تصل إلى بضعة عقود. فعلى سبيل المثال، احتمال وجود عتبة للتحول السريع لدوران المحيط الأطلسي إلى حالة من الانهيار، قد أظهر من خلال مجموعة هرمية من النماذج – غير أنه ليس من الواضح بعد ما هي هذه العتبة ومدى احتمال أن يؤدي النشاط البشري إلى تجاوزها(انظر القسم زاي – ٦). ويمكن أن يتصف دوران الغلاف الجوي بمختلف الأنماط المستخلصة مثل الناشئة عن التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو وتذبذبات شمالي الأطلسي، وتذبذبات القطب الشمالي، والتغييرات في مرحلتهم يمكن أن يتم بسرعة – وتشير النظرية الأساسية والنماذج إلى أن تغير المناخ يمكن الإعراب عنه في أول الأمر بالتغييرات في وتيرة حدوث هذه الأنماط. فالتغيرات في الغطاء النباتي، سواء من خلال إزالة الغابات مباشرة بفعل الأنشطة البشرية أو تلك الناجمة عن احترار العالم، قد تحدث بسرعة وتستحث تغييرا آخر في المناخ. ومن المفترض أن تكوين الصحراء الكبرى بسرعة قبل نحو ٥٥٠٠ سنة، يشكل مثالا على هذه التغييرات غير المستقيمة في الغطاء الأرضي.

دال – ٣ تقنيات التفاصيل الإقليمية

لم تعالج المعلومات الخاصة بالمناخ الإقليمي إلا بصورة محدودة في تقرير التقييم الثاني. وقد تحسنت التقنيات المستخدمة في زيادة التفاصيل الإقليمية بدرجة كبيرة منذ تقرير التقييم الثاني، وأصبحت تستخدم على نطاق أوسع. وتقع في ثلاث فئات هي نماذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات عالية ومتغيرة التحليل، ونماذج المناخ الإقليمية (أو منطقة محدودة معششة) والطرق الاحصائية التجريبية والاحصائية الدينامية. وتعرض التقنيات مختلف جوانب القوة ونقاط الضعف، ويعتمد استخدامها على النطاق القاري اعتمادا قويا على احتياجات الاستخدامات النوعية.

ونماذج الدوران العامة للغلاف الجوي والمحيطات ذات التحليل غير المصقول تحاكي جوانب الدوران العامة للغلاف الجوي بصورة عامة تماما. أما على النطاق الإقليمى، فإن النموذج يبين تحيزات في متوسطات المساحات تتباين بدرجة كبيرة في النماذج من إقليم لإقليم وفيما بين النماذج مع تحديد المساحة القارية متوسطات التحيزات في درجات الحرارة الموسمية ٥٤ س وتحيزات التهطال –٤٠ و + ٨٠ ٪. وتمثل هذه تحسنا هاما بالمقارنة بنماذج الدوران التي قيّمت في تقرير التقييم الثاني.

ويبين وضع نماذج الدوران العامة في الغلاف الجوي عالي التحليل ومتغير التحليل منذ تقرير التقييم الثاني أن الدينامية والتدفقات واسعة النطاق في النماذج تتحسن مع زيادة التحليل. غير أن الأخطاء النظامية تفاقمت في بعض الحالات بالمقارنة بنماذج التحليل غير المصقول على الرغم من أنه لم يتم توثيق سوى عدد قليل جدا من النتائج.

وقد اكتملت نماذج المناخ الإقليمي منذ تقرير التقييم الثاني. وتحسنت النماذج الإقليمية باستمرار من التفاصيل المكانية المتعلقة بالمناخ المحاكي بالمقارنة بنماذج الدوران العامة في الغلاف الجوي. وأظهرت نماذج المناخ الإقليمي المدفوعة بالظروف الحدودية المرصودة تحيزات في درجات الحرارة المتوسطة بحسب المساحة (النطاقات الإقليمية ٥١٠ إلى ٥١٠ كيلومتر ٢) أقل عموما من ٥٢ س في حين أن تحيزات التهطال كانت تحت ٥٠ ٪. وتشير أعمال وضع التفاصيل على أساس إقليمي، على نطاقات منقحة، أن التغييرات يمكن أن تختلف اختلافا كبيرا في الضخامة أو العلامة عن النتائج الكبيرة لمتوسط المساحة. وتتوافر امتدادات كبيرة نسبيا بين النماذج، على الرغم من أن عزو سبب هذه الاختلافات غير واضح.

دال – ٤ التقييم العام للقدرات

تطورت النماذج المترابطة وتحسنت بدرجة كبيرة منذ تقرير التقييم الثاني. وتقدم هذه النماذج، بصفة عامة، عمليات محاكاة معقولة للمناخ حتى المستويات دون القارية على الأقل وخلال نطاقات زمنية تتراوح بين الفصول والعقود. وتعتبر النماذج المترابطة، بوصفها فئة من الفئات أدوات مناسبة لتوفير الإسقاطات المفيدة عن مناخات المستقبل. ولا تستطيع هذه النماذج بعد أن تحاكي جميع جوانب المناخ (أي أنها لا تستطيع أن تقدم الأسباب الكاملة للاتجاه المرصود في الاختلافات في درجات الحرارة بين السطح والتروبوسفير منذ عام ١٩٧٩. كما تظل السحب والرطوبة مصادر لعدم يقين كبير، إلا أنه كانت هناك تحسينات إضافية في محاكاة هذه

الكميات. ولا يوجد نموذج واحد يمكن أن يعتبر "الأحسن"، إلا أن من المهم استخلاص النتائج من طائفة من النماذج المترابطة والمقيمة بدقة في استكشاف نتائج عمليات المحاكات المختلفة. وتنشأ مبررات زيادة الثقة في النماذج عن أداء النماذج في المجالات التالية.

تعديل التدفق

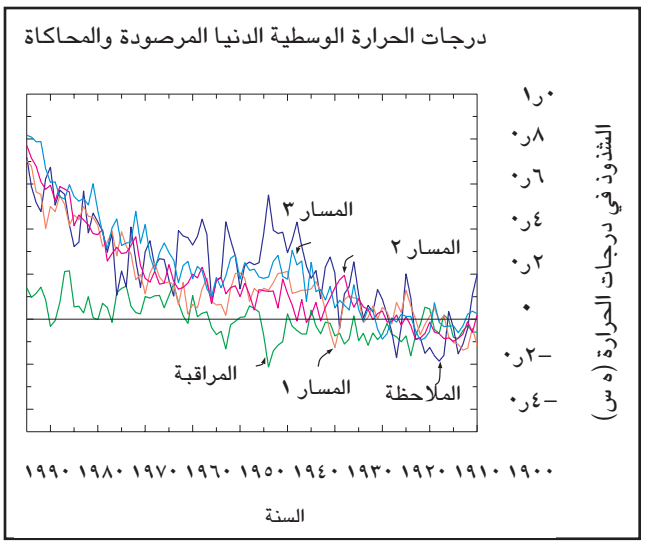
زادت الثقة العامة في الإسقاطات النموذجية نتيجة لتحسن أداء العديد من النماذج التي لا تستخدم تعديل التدفق. وتحتفظ هذه النماذج الآن بعمليات محاكاة ثابتة ومتعددة القرون للمناخ السطحي تعتبر ذات نوعية تتسم بالكفاءة مما يسمح باستخدامها في إسقاطات تغير المناخ. وعلى ذلك، فإن التغييرات التي يمكن أن تعمل بها كثير من النماذج دون تعديل للتدفقات جاءت من التحسينات في كل من عنصري الغلاف الجوي والمحيطات. فعلى الغلاف الجوي النموذجي، كانت التحسينات في حمل الحرارة والطبقة الحدودية، والسحب، وتدفقات الحرارة الكامنة السطحية هي العناصر الأكثر ملاحظة. وفي المحيط النموذجي، كانت التحسينات في التحليل وخلط الطبقات الحدودية وفي تمثيل الدوامات. وتتوافق النتائج من دراسات تغير المناخ باستخدام النماذج معدلة التدفقات، وغير معدلة التدفقات بصورة عامة، ومع ذلك، فإن تطوير النماذج غير معدلة التدفقات يزيد من الثقة في قدرتها على محاكاة المناخات في المستقبل.

مناخ القرن العشرين

تزيد الثقة في قدرة النماذج على إسقاط المناخات المستقبلية من خلال قدرة العديد من النماذج على إنتاج اتجاهات احترار في درجة حرارة الجو السطحي في القرن العشرين المدفوعة بزيادة غازات الدفيئة وهباء الكبريت. ويتضح ذلك من الشكل ١٣. غير أن السيناريوهات المثلى الخاصة بهباء الكبريت استخدمت، كما أن المساهمات من بعض العمليات الإضافية والتأثيرات قد لا تكون قد أدرجت في النموذج. وتشير بعض دراسات النموذج أن إدراج بعض التأثيرات الإضافية مثل التقلبية الشمسية والهباء البركاني قد تحسن بعض جوانب تقلبية المناخ المحاكي في القرن العشرين.

الأحداث المتطرفة والقصوى

مازال تحليل الأحداث المتطرفة والقصوى الخاضعة للمحاكاة في نماذج المناخ والثقة فيها يظهرا وخاصة بالنسبة لمسارات العواصف ووتائر العواصف. إذ تجري محاكاة الدوامات "المماثلة للأعاصير المدارية" في النماذج المناخية على الرغم من وجود عدم يقين كاف إزاء تفسيرها يستدعي الحذر في الإسقاطات الخاصة بالتغيرات في الأعاصير المدارية. غير أنه يمكن القول إجمالا بأن تحليل الأحداث المتطرفة سواء في الرصدات (انظر القسم باء–٦) أو النماذج المترابطة مازال متأخرا.



الشكل ١٣: الشذوذ في درجات الحرارة المرصودة والنموذجية والسنوية (درجة مئوية) بالمقارنة بمتوسط الرصدات خلال الفترة ١٩٠٠ إلى ١٩٣٠. وقد عرضت محاكاة المراقبة، والمحاكاة المستقلة الثلاث بنفس غازات الدفيئة وتأثير الهباء والظروف الأولية المختلفة بصورة طفيفة من نموذج الدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات. أما عمليات المحاكاة الثلاث لغازات الدفيئة زائدا الهباء، فأطلق عليها "المسار ١"، "المسار ٢"، "المسار ٣" على التوالي. [استنادا إلى الشكل ٨–١٥].

التقلبية فيما بين السنوات

تحسن أداء النماذج المترابطة في محاكاة التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو، إلا أن تقلبيتها انتقلت ناحية الغرب، ويجرى عموما التقليل من شأن قوتها. وعندما تبدأ بعض النماذج المترابطة بصورة مناسبة وببيانات خاصة بالرياح السطحية والمحيطات دون السطحية، فإنها تحقق درجة من النجاح في التنبؤ باحداث التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو.

المقارنات بين النماذج

يوفر النمو في المقارنات المنتظمة بين النماذج جوهر الأدلة على تنامي قدرات النماذج المناخية. فعلى سبيل المثال، فإن مشروع المقارنة فيما بين النماذج المترابطة يمكن من التقييم الأكثر انتظاما وشمولا، كما تعمل المقارنات فيما بين النماذج المترابطة في شكل معياري ويستجيب للتأثيرات المعيارية. وقد ظهرت الآن درجة من التقدير الكمي للتحسينات التي أدخلت على أداء النماذج المترابطة. ويوفر مشروع المقارنات فيما بين نماذج المناخ القديم مقارنات بين النماذج بالنسبة للعصر الهولوسيني المتوسط (٦٠٠٠ سنة قبل الآن) ، وللعصر الجليدي الأعظم الأخير (٢١ ألف عام قبل الآن). وتمكن هذه النماذج من محاكاة بعض جوانب المناخات القديمة بالمقارنة بطائفة من البيانات غير المباشرة للمناخ القديم، ومن الثقة (على الأقل عنصر الغلاف الجوي) طوال طائفة من تأثيرات الاختلافات.

هاء – تحديد التأثيرات البشرية على تغير المناخ

حدد القسمان باء وجيم سمات التغييرات السابقة المرصودة في المناخ وفي العوامل المؤثرة على التوالي. وفحص القسم دال قدرات النماذج المناخية على التنبؤ باستجابة النظام المناخي لهذه التغييرات المؤثرة. ويستخدم هذا القسم هذه المعلومات في دراسة مسألة ما إذا كان بالوسع تحديد التأثيرات البشرية على تغير المناخ حتى الآن.

وهذه من النقاط الهامة التي ينبغي تناولها. فقد خلص تقرير التقييم الثاني إلى أن "مجموعة الأدلة المتاحة توحي بوجود تأثير بشري على المناخ العالمي يمكن تمييزه". ولاحظ أن رصد وعزو علامات تغير المناخ بشرية المنشأ سوف يتحققان من خلال التراكم التدريجي للأدلة. كما لاحظ تقرير التقييم الثاني عدم اليقين حول عدد من العوامل بما في ذلك التقلبية الداخلية وحجم وأنماط التأثيرات والاستجابة التي منعتهم من الخروج بنتيجة أقوى.

هاء – ١ معنى الرصد والعزو

الرصد عملية بيان أن أحد التغييرات المرصودة يختلف اختلافا كبيرا (بالمعنى الاحصائي) عما يمكن تفسيره بالتقلبية الطبيعية. والعزو عملية تحديد العلة والمعلول بمستوى معين من الثقة بما في ذلك تقييم الافتراضات المتنافسة. وتحدث الاستجابة للتغييرات بشرية المنشأ في التأثيرات المناخية أمام خلفية من التقلبية المناخية المدفوعة داخليا وخارجيا. وتحدث التقلبية المناخية الداخلية أي تقلبية المناخ غير المدفوعة بعناصر خارجية، في جميع النطاقات الزمنية ابتداء من أسابيع إلى قرون بل وحتى ألفيات. وللعناصر المناخية البطيئة مثل المحيطات أدوار هامة بصورة خاصة في النطاقات الزمنية للعقد الواحد والقرن الواحد بالنظر إلى أنها تشمل تقلبية الطقس. وهكذا فإن المناخ قادر على إصدار تباينات كبيرة الحجم في نطاقات زمنية طويلة دون تأثيرات خارجية. وقد تكون التباينات (العلامات) المناخية المدفوعة طبيعيا ناجمة عن التغييرات في عوامل التأثير الطبيعية مثل الاشعاع الشمسي أو الهباء البركاني أو التغيرات في عوامل التأثير بشرية المنشأ مثل زيادة تركيزات غازات الدفيئة أو الهباء. ويعنى وجود هذه التقلبية المناخية الطبيعية أن رصد وعزو تغيرات المناخ بشرية المنشأ هي مظلة إحصائية "علامة على الضوضاء". وتبين دراسات الرصد ما إذا كانت التغيرات المرصودة عالية بصورة غير عادية بالمعنى الاحصائي، الا أن ذلك لا يعنى بالضرورة أننا نفهم أسبابها. وعزو تغير المناخ إلى أسباب بشرية المنشأ ينطوي على تحليل إحصائي وتقييم دقيق لخطوط الشواهد المتعددة التي تبين، في إطار هامش خطأ محدد سلفا، أن التغييرات المرصودة:

- يستبعد أن تكون كلها ناجمة عن تقلبية داخلية؛
- تتسق مع الاستجابات المقدرة لمجموعة معينة من التأثيرات بشرية المنشأ والطبيعية؛
- لا تتسق مع التغييرات البديلة، والمعقولة من الناحية الفيزيائية بشأن تغير المناخ في الفترة الأخيرة والتي تستبعد عناصر هامة من مجموعة معينة من التأثيرات.

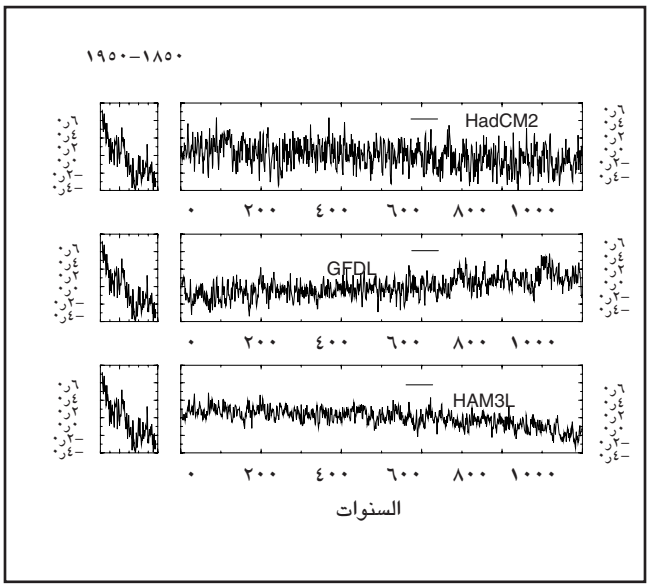
هاء – ٢ قياس رصدي أطول مدى وأكثر تفحصا عن قرب

كانت ثلاث سنوات من السنوات الخمس الأخيرة (١٩٩٥ و١٩٩٧ و١٩٩٨) أشد السنوات احترارا في العالم وفقا للتسجيل القائم على الأجهزة. وقدرت تأثيرات أخطاء العينة الرصدية بالنسبة لسجل متوسط درجات الحرارة في العالم وعلى مستوى نصف الكرة الأرضية. كما ساد فهم أفضل للأخطاء وعدم اليقين في سجل درجات الحرارة القائم على التوابع الاصطناعية (وحدة سبر بالموجات متناهية القصر). وتم إلى حد كبير تسوية الفروق فيما بين هذه الوحدة والبيانات المأخوذة بالمسبار اللاسلكي. على الرغم من عدم القدرة على تفسير أسباب الاتجاه المرصود في الاختلاف بين درجات الحرارة السطحية وتلك التي في التروبوسفير الأدنى (انظر القسم باء). وتشير إعادة التشكيل الجديدة لدرجات الحرارة خلال الألف سنة الماضية إلى أن من المستبعد أن تكون التغييرات في درجات الحرارة خلال المائة عام الأخيرة ذات منشأ طبيعي بالكامل حتى بعد مراعاة عدم اليقين الكبير في إعادة تشكيل المناخ القديم (انظر القسم باء).

هاء – ٣ تقديرات نموذجية جديدة للتقلبية الداخلية

من المستبعد أن يكون الاحترار الذي حدث خلال المائة عام الماضية نتيجة للتقلبية الداخلية وحدها على النحو الذي قدرته النماذج الحالية. فالسجل القائم على الأجهزة قصير، ويغطي فترة التأثير البشري، وتشمل سجلات المناخ القديم تباينات ذات وقع طبيعي مثل تلك الناجمة عن التباينات في الإشعاع الشمسي وفي وتيرة ثوران البراكين. ولا تترك هذه القيود سوى بدائل قليلة لاستخدام محاكاة "المراقبة" الطويلة من خلال نماذج مترابطة لتقدير تقلبية المناخ الداخلي. ومنذ صدور تقرير التقييم الثاني، استخدم المزيد من النماذج لتقديم حجم التقلبية المناخية الداخلية، والتي يتضمن الشكل ١٤ عينة تمثيلية منها. وكما يلاحظ، هناك نطاق واسع للتقلبية الداخلية على مستوى العالم في هذه النماذج. ورغم أن تقديرات التقلبية على أساس نطاق زمني أطول وذات صلة بدراسات الرصد والعزو غير مؤكدة، فإن بعض النماذج تبين، على نطاقات زمنية متعددة السنوات وعقود، تقلبية مماثلة أو أكثر مما هو مرصود حتى على الرغم من أن النماذج لا تتضمن اختلافات من مصادر خارجية. ومن ناحية أخرى، فإن الاستنتاجات المتعلقة برصد علامة من العلامات بشرية المنشأ غير حساسة للنموذج المستخدم في تقدير التقلبية الداخلية، ولا يمكن تفسير التغييرات الأخيرة باعتبارها تقلبات داخلية خالصة حتى إذا كانت قدرة التباينات الداخلية المعيارية قد زادت بعامل من اثنين أو أكثر. ولم تجد أحدث دراسات الرصد والعزو أية شواهد على أن التقلبية الداخلية المقدرة بالنماذج عند السطح لا تتسق

مع التقلبية المتبقية التي تظل في القياس بعد إزالة العلامات التقديرية بشرية المنشأ على النطاق الزمني الطويل والمكاني الشاسع المستخدم في دراسات الرصد والعزو. غير أنه يرجى ملاحظة أن القدرة على رصد حالات عدم الاتساق محدودة. وكما يشير الشكل ١٤، لا توجد أية محاكاة للمراقبة النموذجية تكشف عن اتجاه في درجات الحرارة في الهواء السطحي بنفس القدر الكبير الذي عليه الاتجاه المرصود طوال الألف سنة الماضية.



الشكل ١٤: حالات الشذوذ في متوسط درجات حرارة الهواء السطحي في العالم من محاكاة المراقبة منذ ألف سنة باستخدام ثلاثة نماذج مناخية مختلفة، وهي نماذج هادلي ومختبر دينامية الوسائل الفيزيائية الأرضية وهامبورج بالمقارنة بالسجل المتوافر مؤخرا باستخدام الأجهزة. ولا توجد أية محاكاة للمراقبة النموذجية أي اتجاه في درجات حرارة الهواء السطحي بنفس القدر الكبير الذي عليه الاتجاه المرصود. فإذا كانت التقلبية الداخلية صحيحة في هذه النماذج، فإن من غير المحتمل أن يكون الاحترار الأخير نتيجة للتقلبية المتحققة داخل النظام المناخي بمفرده [استنادا إلى الشكل ١٢–١].

هاء – ٤ تقديرات جديدة للاستجابات للتأثيرات الطبيعية

تشير عمليات التقييم المستندة إلى المبادئ الفيزيائية والمحاكاة النموذجية إلى أن من المستبعد أن تفسر التأثيرات الطبيعية وحدها الاحترار العالمي المرصود في الآونة الأخيرة أو التغييرات المرصودة في الهيكل الرأسي لدرجات حرارة الغلاف الجوي. وقد استخدمت نماذج الغلاف الجوي – المحيطات المترابطة بالكامل عمليات إعادة بناء التأثيرات الشمسية والبركانية خلال القرن إلى القرون الثلاثة الماضية لتقدير مساهمة التأثيرات الطبيعية في التقلبية والتغيرات المناخية. وعلى الرغم من أن عملية إعادة بناء التأثيرات الطبيعية غير مؤكدة، فإن إدراج تأثيراتها يؤدي إلى زيادة الفروق على النطاقات الزمنية الطويلة (متعددة العقود). ويقرب ذلك التقلبية ذات الوتيرة المنخفضة من تلك التي تستنبط من عمليات إعادة بناء المناخات القديمة. ومن المحتمل أن التأثير الطبيعي الصناعي (أي الشمسي زائدا البركاني) كان سالبا طوال العقدين الأخيرين، بل وربما العقود الأربعة الأخيرة. وتؤكد التقييمات الاحصائية أن من المستبعد أن تفسر التقلبية الطبيعية ، داخلية وطبيعية الدفع الخاضعة للمحاكاة، الاحترار في النصف الثاني من القرن العشرين (انظر الشكل ١٥). غير أن هناك دلائل تشير إلى وجود تأثير بركاني قابل للرصد على المناخ ودلائل تشير إلى وجود تأثير شمسي على المناخ وخاصة في الجزء الأول من القرن العشرين. وحتى إذا كانت النماذج تقلل من حجم الاستجابة للتأثيرات الشمسية أو البركانية، فإن الأنماط المكانية والزمنية توجد بشكل يستحيل معه أن تفسر هذه التأثيرات بمفردها التغييرات في درجات الحرارة المرصودة طوال القرن العشرين.

هاء – ٥ الحساسية لتقديرات مؤشرات تغير المناخ

ثمة طائفة واسعة من الدلائل على الاتساق الكمي بين التغيرات المناخية المرصودة والاستجابات النموذجية للتأثيرات بشرية المنشأ. وتبين النماذج والرصدات ارتفاع درجات حرارة العالم، وتزايد التباين بين درجات حرارة اليابسة والمحيطات، وتقلص صفيحة الجليد البحري وانحسار الجليد وزيادة التهطال على خطوط العرض القطبية في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وتظل هناك بعض حالات عدم الاتساق الكمي، بما في ذلك حقيقة أن النماذج تتنبأ بوتيرة للاحترار في التروبوسفير المتوسط إلى الأعلى أسرع مما يشاهد في سجلات درجات الحرارة التروبوسفيرية عن طريق التوابع الأرضية والمسبار اللاسلكي.

وقد وجدت جميع عمليات المحاكاة بغازات الدفيئة وهباء الكبريت التي استخدمت في دراسات الرصد أنه يتعين توفير مساهمة كبيرة بشرية المنشأ لتفسير الاتجاهات السطحية والتروبوسفيرية طوال الثلاثين عاما الأخيرة على الأقل. ومنذ صدور تقرير التقييم الثاني، توافرت بعض عمليات المحاكاة باستخدام قدر أكبر من غازات الدفيئة وبعض تمثيل تأثيرات الهباء. وقد تضمن العديد من الدراسات تمثيل صريح لغازات الدفيئة (مقابل زيادة معادلة في ثاني أكسيد الكربون). كما أدرجت بعض الدراسات التغييرات في طبقة الأوزون في التروبوسفير، ودورة كبريتية تفاعلية، وهي معالجة صريحة لدورة الكبريت التفاعلية، ومعالجة لتبعثر هباء الكبريت، وتحسين تقديرات التغييرات في أوزون الستراتوسفير. وإجمالا، فإنه على الرغم من أن رصد استجابة المناخ لهذه العوامل البشرية الأخرى يحيط به الغموض في كثير من الأحيان، فإن رصد تأثيرات غازات الدفيئة على التغيرات في درجة الحرارة السطحية طوال السنوات الخمسين الماضية كان كبيرا. وفي بعض الحالات، نفذت مجموعات من عمليات المحاكاة للحد من

الضوضاء في تقديرات الاستجابة المعتمدة على الوقت. ووضعت بعض الدراسات تقديرات للفروق الموسمية في الاستجابة. وأدى عدم اليقين الذي يحيط بتقديرات علامات تغير المناخ إلى صعوبة عزو التغيير المرصود في المناخ إلى مجموعة محددة من التأثيرات الطبيعية أو التي من صنع الإنسان، إلا أن جميع الدراسات وجدت أنه يتعين توافر مساهمة بشرية كبيرة لتفسير الاتجاهات السطحية وفي طبقة التروبوسفير طوال الثلاثين عاما الماضية على الأقل.

هاء – ٦ مجموعة شاسعة من تقنيات الرصد

درجات الحرارة

لقد استمدت الأدلة على وجود تأثير بشري على المناخ من طائفة واسعة للغاية من تقنيات الرصد. ويتمثل أحد المستحدثات الرئيسية منذ صدور التقييم الثاني في زيادة مجموعة التقنيات المستخدمة وتقييم درجة اعتماد النتائج على الافتراضات التي وضعت لدى استخدام هذه التقنيات. وقد أجريت دراسات تستخدم ارتباطات الأنماط، ودراسات رصد مثلى باستخدام نمط أو أكثر من الأنماط الثابتة، والأنماط متباينة التوقيت وعدد من التقنيات الأخرى. وأدت زيادة عدد الدراسات، واتساع التقنيات، وزيادة الدقة في تقييم دور التأثيرات بشرية المنشأ على المناخ، وضخامة نتائج الافتراضات التي وضعت باستخدام هذه التقنيات، إلى زيادة الثقة في هذه الجوانب المتعلقة بالرصد والعزو.

والنتائج حساسة لمجموعة النطاقات الزمنية والمكانية التي تدرس. ومن الضروري توفير بيانات عن عدة عقود لفصل علامات الدفع عن التقلبية الداخلية. وقد أثبتت الدراسات المثلى أنه لا يمكن رصد التغيرات في درجات الحرارة السطحية إلا على نطاقات في حدود ٥٠٠٠ كيلومتر. وتبين هذه الدراسات أن مستوى التوافق بين المحاكاة والرصدات في دراسات ارتباطات الأنماط يقترب مما يتوقعه المرء نظريا.

وتجد معظم دراسات العزو أنه خلال الخمسين عاما الماضية، كان المعدل التقديري لاحترار العالم وحجمه نتيجة لزيادة تركيزات غازات الدفيئة وحدها يماثل الاحترار المرصود أو يزيد عليه. وتعالج دراسات العزو مسألة ما "إذا كان حجم الاستجابة المحاكاة لعامل تأثير معين يتسق مع الرصدات". وقد أدى استخدام تقنيات العلامات المتعددة من التمكين من إجراء الدراسات التي تميز بين التأثيرات الطبيعية وتلك البشرية المنشأ. وعندما تدرج أنماط استجابة أكثر، تنشأ لا محالة مشكلة الانحلال (أي أن توليفات الأنماط المختلفة تعطي توافقات شبه متماثلة للرصدات). ومع ذلك، وحتى مع جميع الاستجابات الرئيسية التي أدرجت في التحليل، تظل هناك علامة مميزة لغاز الدفيئة قابلة للرصد. وعلاوة على ذلك فإن معظم التقديرات النموذجية التي تأخذ في الاعتبار غازات الدفيئة وهباء الكبريت تتسق مع الرصدات خلال تلك الفترة. وقد وجد أفضل توافق بين عمليات المحاكاة النموذجية والرصدات طوال المائة والأربعين عاما الماضية عندما تدرج العوامل البشرية المنشأ والطبيعية (انظر الشكل ١٥). وتبين هذه النتائج أن التأثيرات المدرجة تكفي لتفسير التغييرات المرصودة إلا أنها لا تستبعد احتمال أن تكون تأثيرات أخرى قد أسهمت أيضا. وإجمالا، تبين أن حجم استجابة درجات الحرارة لتزايد تركيزات غازات الدفيئة يتسق مع الرصدات في النطاقات موضع الدراسة (انظر الشكل ١٦)، إلا أنه تظل هناك فروق بين الاستجابة المستخلصة من النماذج وتلك المرصودة للعوامل الطبيعية وبشرية المنشأ الأخرى.

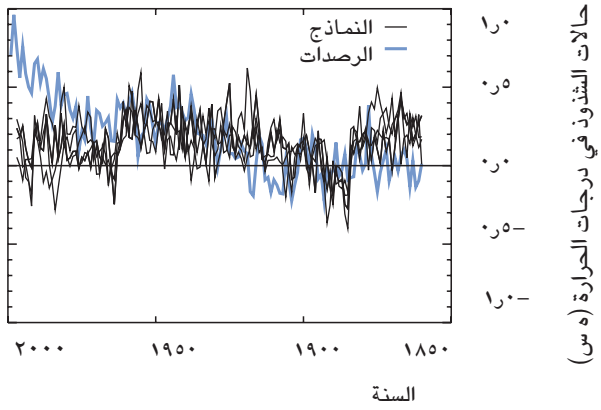
عدم اليقين في التأثيرات الأخرى التي أدرجت لا تحول دون تحديد تأثير غازات الدفيئة بشرية المنشأ طوال الخمسين عاما الماضية. فالتأثير الكبريتي، رغم عدم تأكده، كان سالبا خلال هذه الفترة. كما يقدر أن التغييرات في التأثيرات الطبيعية خلال معظم هذه الفترة كانت سالبة. ولذا لا يمكن إلغاء رصد تأثيرات غازات الدفيئة بشرية المنشأ سواء بسبب عدم التأكد من تأثيرات هباء الكبريت أو لأن التأثيرات الطبيعية لم تدرج في جميع عمليات المحاكاة النموذجية. وتسفر الدراسات التى تميز بين الاستجابات المنفصلة لغاز الدفيئة وهباء الكبريت والتأثيرات الطبيعية عن تقديرات غير مؤكدة لمدى الهباء الكبريتي والعلامات الطبيعية، إلا أن جميع الدراسات تقريبا تستطيع أن ترصد وجود علامات غاز الدفيئة بشري المنشأ في قياس المناخ الأخير.

وينبغي ألا تكون طرق الرصد والعزو المستخدمة حساسة للأخطاء في مدى الاستجابة العالمية المتوسطة للتأثيرات المختلفة. وقد تم تقدير العلامات المستخدمة في هذا التقرير، ومدى العلامة من الرصدات وليس مدى الاستجابة المستمدة من المحاكاة. ومن هنا، فإن التقديرات منفصلة عن هذه العوامل التي تحدد المدى المستمد من المحاكاة للاستجابة مثل حساسية المناخ للنموذج المستخدم. وعلاوة على ذلك، إذا كانت العلامة الناجمة عن تأثير معين تقدر بصورة مفردة، فإن المدى يكون منفصلا بدرجة كبيرة عن حجم التأثير المستخدم في استخلاص الاستجابة. إذ لا ينبغي أن يؤثر عدم اليقين المحيط بمدى التأثير الشمسي والهباء الكبريتي غير المباشر في حجم العلامة المقدرة.

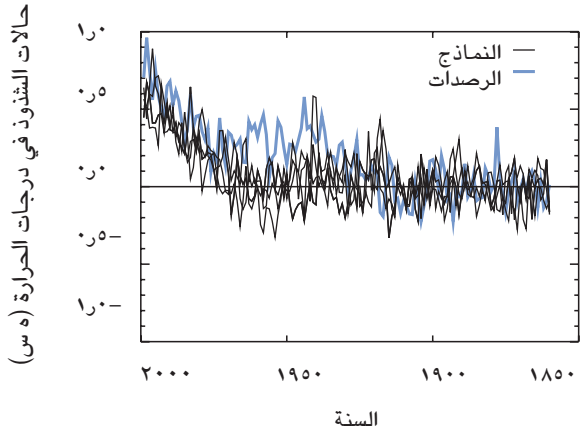
مستوى سطح البحر

من المرجح بشدة أن يكون الاحترار في القرن العشرين قد أسهم بدرجة كبيرة في الارتفاع المرصود في مستوى سطح البحر من خلال التمدد الحراري لمياه البحر والخسائر واسعة النطاق في الجليد الأرضي. وفي إطار حالات عدم اليقين الحالية هذه، تتسق الرصدات والنماذج مع النقص في التسارع الكبير في مستوى سطح البحر خلال القرن العشرين.

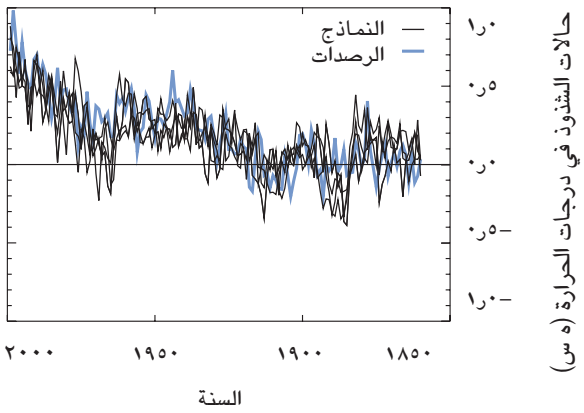
(أ) **الطبيعية**: المتوسط السنوى لدرجات الحرارة فى العالم



(ب) بشرية المنشأ: المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في العالم

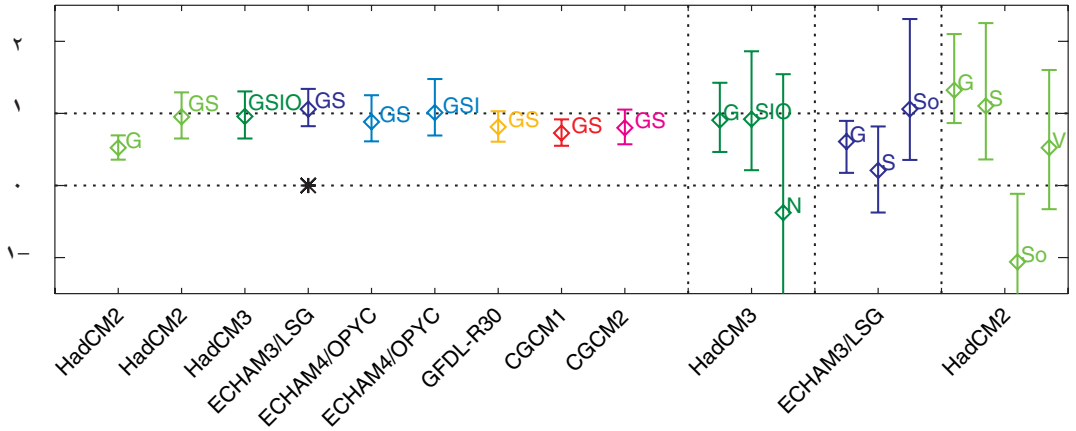


(ج) جميع التأثيرات : المتوسط السنوي لدرجات الحرارة في العالم

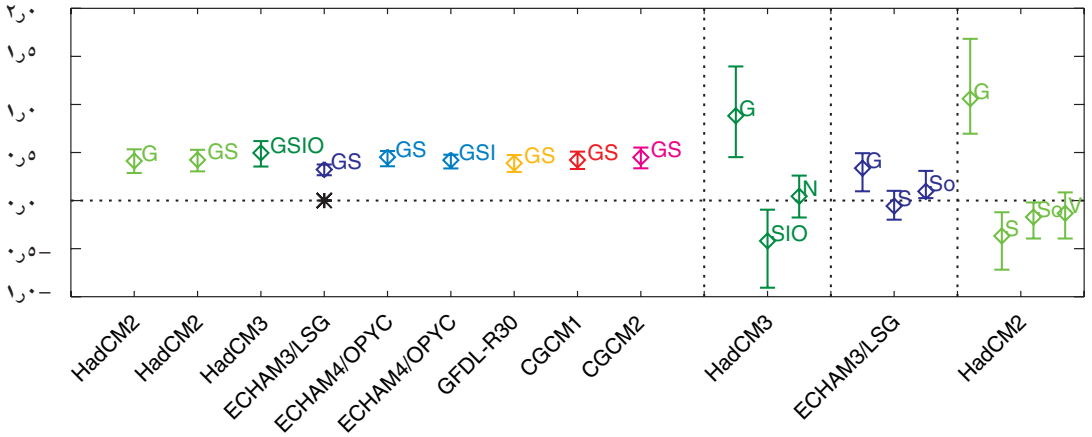


الشكل ١٥: متوسط شذوذ درجات الحرارة السطحية في العالم بالمقارنة بمتوسط الفترة ١٨٨٠ إلى ١٩٢٠ من السجلات المعدة بالأجهزة مقابل تلك المستمدة من مجموعة من أربع عمليات محاكاة باستخدام نموذج مناخ محيط وغلاف جوي مترابط ومدفوع (أ) بتأثيرات شمسية وبركانية فقط (ب) بتأثيرات بشرية المنشأ بما في ذلك غازات الدفيئة حسنة المزج في أوزون الستراتوسفير والتروبوسفير، والتأثيرات المباشرة وغير المباشرة لهباء الكبريت و(ج) بجميع التأثيرات الطبيعية وبشرية المنشأ. ويبين الخط السميك بيانات الأجهزة في حين تبين الخطوط الرفيعة عمليات المحاكاة النموذجية المختلفة في مجموعة الأربعة أعضاء. ويلاحظ أن البيانات تشير إلى القيم المتوسطة السنوية. ولم تجمع البيانات النموذجية إلا في المواقع التي توجد بها رصدات. وحسبت التغييرات في هباء الكبريت بصورة تفاعلية، وحسبت التغييرات في أوزون التروبوسفير بصورة غير مباشرة باستخدام نموذج للنقل الكيماوي. وحسبت التغييرات في درجة ضياء السحب (وهو أول تأثير غير مباشر لهباء الكبريت) على أساس محاكاة غير مباشرة أدرجت بعد ذلك في النموذج. وتستند التغييرات في أوزون الستراتوسفير إلى الرصدات. وتستند التأثيرات البركانية والشمسية إلى التوليفات المنشورة للبيانات المقاسة والتقريبية. وكانت التأثيرات الصافية بشرية المنشأ في ١٩٩٠ تبلغ ١,٠ وم−٢ متضمنة تبريد صافي قدره ١,٠وم−٢ نتيجة لهباء الكبريت. وكان التأثير الطبيعي الصافي في ١٩٩٠ مقابل ١٨٦٠ يبلغ ٠,٥وم−٢، وكان التبريد الصافي في ١٩٩٢ يبلغ ٢ وم−٢ نتيجة لجبل بناتوبو. وتعطي النماذج الأخرى المدفوعة بالتأثيرات بشرية المنشأ نتائج مماثلة لتلك المبينة في (ب)
[استنادا إلى الشكل ١٢−٧]

التصنيف اللازم على العلامات المستمدة من المحاكاة بالنماذج



المساهمات التقديرية في احترار القرن العشرين (ه س/القرن)



الشكل ١٦: (أ) تقديرات "عوامل القياس" التي يتعين ضرب العديد من العلامات المستمدة من المحاكاة بالنماذج للخروج بالتغييرات المقابلة في القياسات المرصودة. وتشير الأعمدة الرأسية إلى نطاق عدم اليقين الذى يتراوح بين ٥ و٩٥٪ نتيجة للتقلبية الداخلية. ويعنى النطاق الشامل للوحدة أن هذه التوليفة من مدى التأثير والاستجابة المستمدة من المحاكاة عن طريق النماذج تتسق مع التغير المرصود المقابل فى حين أن النطاق الشامل صفرا يعني أنه لا يمكن رصد هذه العلامة المستمدة من المحاكاة عن طريق النماذج وتحدد العلامات بأنها مجموعة من الاستجابات المتوسطة لتأثيرات خارجية يعبر عنها بدرجات الحرارة القريبة من السطح والواسعة النطاق (أكثر من ٥٠٠٠ كيلومتر) خلال الفترة ١٩٤٦ إلى ١٩٩٦ بالمقارنة بمتوسط الفترة ١٨٩٦ إلى ١٩٩٦. ويبين المدخل الأول (G) عامل القياس ومدى الثقة البالغ ٥ إلى ٩٥٪ المستمد على أساس الافتراض بأن الرصدات لا تشمل سوى استجابة لغازات الدفيئة بالإضافة إلى التقلبية الداخلية. والنطاق أقل بكثير من واحد (وهو ما يتسق مع النتائج المستمدة من النماذج الأخرى) مما يعني أن النماذج المدفوعة بغازات الدفيئة وحدها تبالغ كثيرا في التنبؤ بعلاقة الاحترار المرصود. وتبين المداخل الثمانية التالية عوامل القياس الخاصة بالاستجابات المستمدة من المحاكاة باستخدام النماذج لتأثيرات الدفيئة والكبريت (GS) مع حالتين، بما في ذلك تأثيرات أوزون التروبوسفير والكبريت غير المباشرة، كما تشمل إحداها استنزاف أوزون الستراتوسفير(GSI) وGSio على التوالي). وجميع هذه النطاقات باستثناء واحدا (CGCM1) تتسق مع الوحدة. ومن هنا، فإن هناك شواهد ضئيلة على أن النماذج تبالغ أو تقلل بصورة منتظمة من التنبؤ بمدى الاستجابة المرصودة على أساس الافتراض بأن علامات GS المستمدة من المحاكاة باستخدام النماذج، والتقلبية الداخلية ممثلة بالقدر الكافي (أى أن العوامل الطبيعية ليس لها سوى تأثيرات صافية ضئيلة على هذا التشخيص). وتتسق التقلبية الباقية المرصودة مع هذا الافتراض في جميع الحالات باستثناء حالة واحدة (ECHAM3) المبينة بالنجمة). ويضطر المرء إلى وضع هذا الافتراض لإدراج النماذج التي لا يتوافر عنها سوى محاكاة للاستجابة بشرية المنشأ، إلاّ أن تقديرات عدم اليقين في حالات العلامات المفردة هذه غير كاملة بالنظر إلى أنها تعلل عدم اليقين الكامن في الاستجابة المدفوعة طبيعيا. غير أن هذه النطاقات تشير إلى ارتفاع مستوى الثقة التي يمكن بها رفض التقلبية الداخلية، كما تمت محاكاتها بواسطة مختلف النماذج، باعتبارها تفسير للتغير الحديث في درجات الحرارة القريبة من السطح. وتوفر المداخل الثلاثة التالية تحليلا أكثر اكتمالا لعدم اليقين يبين عوامل القياس المقابل في علامات الدفيئة الأحادية (G) والكبريت (S) والتأثيرات الشمسية بالإضافة إلى البركانية (N) والشمسية فقط (SO) والبركانية فقط (V) في هذه الحالات التي تمت فيها عمليات المحاكاة ذات الصلة. وفي هذه الحالات، تقدر العوامل المتعددة في وقت واحد لتقليل عدم اليقين في مدى الاستجابة المدفوعة طبيعيا. وتزيد حالات عدم اليقين ولكن علامة الدفيئة تظل قابلة للرصد باستمرار. وفي إحدى الحالات (ECHAM3) ، يبدو أن النموذج قد بالغ في تقدير استجابة الدفيئة (نطاق القياس في علامة (G) لا يتسق مع الوحدة)، إلا أن النتيجة حساسة للعنصر من المراقبة الذي استخدم في تحديد مكان الرصد. ومن غير المعروف كذلك كيف سيستجيب لإدراج العلامة البركانية. وفي الحالات التي تدرج فيها التأثيرات الشمسية والبركانية(HadCM2) و (HadCM3)، تظل علامتا (G) و(S) قابلتين للرصد ومتسقتين مع الوحدة بصورة منفصلة عما إذا كانت العلامات الطبيعية قد قدرت بصورة مشتركة أو منفصلة (مما يتيح أخطاء مختلفة في استجابتي S و V).

(ب) المساهمات التقديرية لمتوسط الاحترار العالمي خلال القرن العشرين استنادا إلى النتائج المبينة في (أ) مع نطاق ثقة يتراوح بين ٥ و٩٥٪. وعلى الرغم من أن هذه التقديرات تتباين اعتمادا على علامة النموذج ونوع التأثير المفترض، وأقل تأكيدا إذا قدرت أكثر من علامة، فإنها تظهر جميعا مساهمة كبيرة من تغير المناخ البشري المنشأ في احترار القرن العشرين. [استنادا إلى الشكل ١٢-١٢].

هاء – ٧ حالات عدم اليقين المتبقية في الرصد والعزو

لقد تحقق بعض التقدم في الحد من عدم اليقين وإن كان الكثير من مصادر عدم اليقين التي تم تحديدها في تقرير التقييم الثاني مازالت قائمة وتشمل:

- الفروق بين الملامح العمودية لتغير درجات الحرارة في الغلاف الجوي الملاحظة في الرصدات والنماذج. وقد خفضت هذه الفروق مع استخدام المزيد من سجلات التأثيرات الأكثر واقعية في النماذج، وإن لم يتم تسويتها بالكامل بعد. كما لا يمكن استنساخ الاختلافات بين السطح المرصود والاتجاهات في طبقة التروبوسفير الدنيا خلال العقدين الأخيرين بصورة كاملة عن طريق المحاكاة النموذجية.
- حالات عدم اليقين واسعة النطاق في تقديرات التقلبية المناخية الداخلية من النماذج والرصدات. وعلى الرغم من أن من غير المحتمل (القريبة من غير المحتمل بشدة) أن تكون هذه الحالات كبيرة بالشكل الذي يؤدي إلى إلغاء الإدعاء بحدوث تغير في المناخ قابل للرصد.
- يسود عدم يقين كبير في عملية إعادة بناء التأثيرات الشمسية والبركانية التي تعتمد على البيانات الرصدية التقريبية أو المحدودة في جميع العقود باستثناء العقدين الأخيرين.يبدو أن رصد تأثير غازات الدفيئة على المناخ يعتمد على التضخيم المحتمل للتأثيرات الشمسية من خلال التفاعلات بين الأوزون والشمس وبين الشمس والسحب بشرط ألا تغير هذه من اعتماد الاستجابة على النمط أو الوقت.
- تربط حالات عدم يقين كبيرة في التأثيرات بشرية المنشأ بتأثيرات الهباء. ولم تدرج تأثيرات بعض العوامل بشرية المنشأ بما في ذلك الكربون العضوي، والكربون الأسود وهباء الكتلة الاحيائية والتغيرات في استخدام الأراضي في دراسات الرصد والعزو. وتتباين تقديرات حجم تأثيرات هذه العوامل ونمطها الجغرافي تباينا كبيرا على الرغم من أن التأثيرات العالمية الأحادية، تقدر بأنها صغيرة نسبيا.
- الفروق الكبيرة في استجابة مختلف النماذج لنفس التأثيرات. وتبرز هذه الفروق التي تكون في كثير من الأحيان أكبر من الفرق في الاستجابة في نفس النموذج باستخدام الهباء وعدم استخدامه، حالات عدم اليقين الكبيرة في التنبؤ بتغير المناخ والحاجة إلى وضع تقدير كمي لعدم اليقين هذا والحد منه من خلال مجموعات البيانات الرصدية وتحسين النماذج.

هاء–٨ الخلاصة

من المحتمل، فى ضوء القرائن الجديدة، وبعد مراعاة حالات عدم اليقين المتبقية، أن يكون معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الماضية راجعا إلى الزيادة في تركيزات غازات الدفيئة.

واو – إسقاطات مناخ الأرض في المستقبل

تستخدم أدوات نماذج المناخ مع سيناريوهات عوامل التأثير في المستقبل (أي غازات الدفيئة والهباء) كمدخلات لوضع مجموعة من التغييرات المناخية المقبلة المسقطة التي تبين الاحتمالات التي قد تكمن في المستقبل. ويوفر القسم واو–١ وصفا لسيناريوهات عوامل التأثير في المستقبل الواردة في التقرير الخاص الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن سيناريوهات الانبعاثات (SRES) والتي وضعت على أساسها، حيثما يكون ممكنا، التغييرات الواردة في هذا القسم. ويقدم القسم (واو–٢) وحتى القسم (واو–٩) إسقاطات التغيير في مناخ المستقبل الناجمة عن ذلك. وأخيرا يقدم القسم (واو – ١٠) نتائج إسقاطات المستقبل استنادا إلى سيناريوهات مستقبل تثبت فيه تركيزات غازات الدفيئة.

واو–١ التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ *(SRES)*

بدأت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٩٦ في وضع مجموعة جديدة من سيناريوهات الانبعاثات وذلك لتحديث سيناريوهات IS92 المعروفة جيدا والاستعاضة بها عنها. ويرد وضع لهذه المجموعة الجديدة المعتمدة من السيناريوهات في التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وقد وضعت أربع خطوط سردية مختلفة لوصف العلاقات بين القوى الدافعة للانبعاثات وتطورها بصورة متسقة، وإضافة سياق لوضع التقدير الكمي للسيناريوهات. وتغطي مجموعة السيناريوهات الأربعين الناشئة عن هذه العملية (٣٥ منها يحتوى على بيانات عن المجموعة الكاملة للغازات اللازمة لدفع نماذج المناخ) طائفة واسعة من القوى الدافعة الديموغرافية الاقتصادية والتكنولوجية الرئيسية لانبعاثات غازات الدفيئة والكبريت. ويمثل كل سيناريو تقديرا كميا نوعيا لواحد من الوقائع المتطورة الأربعة. وجميع السيناريوهات المستندة إلى نفس الوقائع تشكل "زمرة" من السيناريوهات (انظر الاطار ٥ الذي يصف بإيجاز الخصائص الرئيسية لخطوط الوقائع الأربعة وزمرات السيناريوهات الواردة فى التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات. ولا تشمل سيناريوهات هذا التقرير المبادرات الأخرى المتعلقة بالمناخ والتي تعنى أنه لم تدرج أية سيناريوهات تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية لتغير المناخ أو أهداف الانبعاثات الواردة في بروتوكول كيوتو. غير أن انبعاثات غازات الدفيئة تأثرت بصورة مباشرة بالسياسات التي لا تتعلق بتغير المناخ والتي صممت لتنفيذ طائفة واسعة من الأغراض (مثل نوعية الهواء).

وعلاوة على ذلك، تستطيع السياسات الحكومية، بدرجات متفاوتة، أن تؤثر في دوافع انبعاثات غازات الدفيئة مثل التغيير الديموغرافي، والتطور الاقتصادي والاجتماعي والتغيير التكنولوجي واستخدام الموارد وإدارة التلوث. ويظهر هذا التأثير بصورة عامة في الوقائع المنظورة والسيناريوهات الناشئة عن ذلك.

ونظرا لأن التقرير الخاص المعنى بسيناريوهات الانبعاثات لم يعتمد حتى ١٥ مارس/آذار ٢٠٠٠، فقد كان الوقت متأخرا جدا أيضا لكي تدرج دوائر وضع النماذج السيناريوهات المعتمدة النهائية في نماذجها، وإتاحة النتائج في الوقت المناسب لإدراجها في تقرير التقييم الثالث هذا. غير أنه قدمت مشروعات السيناريوهات إلى واضعي نماذج المناخ في وقت مبكر لتيسير مساهمتها في تقرير التقييم الثالث وفقا للقرار الصادر عن هيئة مكتب الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في ١٩٩٨. وفي ذلك الوقت، اختير أحد السيناريوهات الدليلية من كل مجموعة من السيناريوهات الأربع يستند بصورة مباشرة إلى الوقائع المنظورة (ألف١ باء وألف٢ وباء١ وباء٢). واستند اختيار السيناريو الدليلي إلى التقديرات الكمية الأولية التي تعكس على أفضل وجه خط الموضوع والجوانب الخاصة بالنماذج النوعية. واحتمالات السيناريوهات الدليلية لا تختلف كثيرا عن أي من السيناريوهات الأخرى إلا أنها تعتبر توضيحا لخط موضوع معين. كما تم اختيار سيناريوهات في وقت لاحق لتوضيح المجموعتين الأخريين من السيناريوهات (ألف١–واو١ وA1T) ضمن المجموعة ألف١ التي تستكشف على وجه الخصوص التطورات التكنولوجية البديلة مع الاحتفاظ بقوى الدفع الأخرى ثابتة. ومن هنا فإن هناك سيناريو توضيحي لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات الست، وجميعها يحظى بنفس القدر من الموضوعية. ونظرا لأن السيناريوهين التوضيحيين الأخيرين قد اختيرا في مرحلة متأخرة من العملية، فإن نتائج نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات الواردة في هذا التقرير لا تستخدم سوى مشروعين من مشروعات السيناريوهات الدليلية الأربعة. وفي الوقت الحاضر، لم يستكمل سوى السيناريوهين ألف٢ وباء٢ بواحد أو أكثر من الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات. وقد عززت نتائج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات بالنتائج المستمدة من نماذج المناخ البسيطة التي تغطي جميع السيناريوهات التوضيحية الستة. كما تقدم سيناريوهات عام ١٩٩٢ في عدد من الحالات لتوفير المقارنة المباشرة مع النتائج الواردة في تقرير التقييم الثاني. وتختلف السيناريوهات الدليلية الأربعة النهائية الواردة في التقرير الخاص SRES اختلافا طفيفا عن مشروع السيناريوهات المستخدمة في تجارب AOGCM الواردة في هذا التقرير. وحتى يمكن التأكد من التأثيرات المحتملة للاختلافات في مشروعات السيناريوهات وتلك النهائية الواردة في SRES، درس كل مشروع من مشروعات السيناريوهات الأربعة والسيناريوهات الدليلية النهائية باستخدام نموذج مناخي بسيط. وكان التغيير في درجات الحرارة في ثلاث من السيناريوهات الدليلية الأربعة (B2;A2;A1B) متماثلا بدرجة كبيرة. وكان الفارق الرئيسي في التغير في القيم المعيارية في الفترة ١٩٩٠ إلى ٢٠٠٠ والمشترك في جميع السيناريوهات. وأسفر ذلك عن تأثير أعلن فى وقت مبكر من الفترة.

وثمة فروق صغيرة أخرى في التأثير الصافي إلا أنها تنخفض حتى تصبح الفروق في تغير درجات الحرارة بحلول عام ٢١٠٠ في النسختين من هذه السيناريوهات في حدود ١ إلى ٢٪. غير أن التغيير في درجات الحرارة في السيناريو B1 أقل بدرجة كبيرة في النسخة النهائية مما يؤدي إلى فرق في تغير درجات الحرارة في ٢١٠٠ يبلغ ما يقرب من ٢٠٪ نتيجة للانخفاض العام في الانبعاثات في المجموعة الكاملة في غازات الدفيئة. ويتضمن الشكل ١٧ الانبعاثات بشرية المنشأ لغازات الدفيئة الثلاثة الرئيسية وهي ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز بالإضافة إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت بشرية المنشأ بالنسبة للسيناريوهات التوضيحية الستة الواردة في التقرير الخاص .SRES ومن الواضح أن هذه السيناريوهات تشمل طائفة واسعة من الانبعاثات. كما ترد الانبعاثات الخاصة بتقرير عام ١٩٩٢ (IS92a) للمقارنة. وتجدر الملاحظة بصورة خاصة الانخفاض الشديد في انبعاثات أكسيد الكبريت في سيناريوهات التقرير الخاص SRES الستة بالمقارنة بسيناريوهات تقرير ١٩٩٢ وذلك نتيجة للتغيرات الهيكلية في نظام الطاقة فضلا عن الشواغل بشأن تلوث الهواء المحلي والإقليمي.

واو–٢ إسقاطات التغيرات في المستقبل في غازات الدفيئة والهباء

تشير النماذج إلى أن السيناريوهات التوضيحية الواردة في التقرير الخاص SRES تؤدي إلى مسارات تركيز مختلفة لثاني أكسيد الكربون (انظر الشكل ١٨). فنماذج دورة الكربون تتوقع أن تبلغ تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في ٢١٠٠ مقدار ٥٤٠ إلى ٩٧٠ جزء في المليون بالنسبة لسيناريوهات التقرير الخاص التوضيحية (٩٠ إلى ٢٥٠٪ زيادة على التركيز البالغ ٢٨٠ جزء في المليون في ١٧٥٠). والتأثير الصافي للتغذية المرتدة لمناخ اليابسة والمحيطات على النحو الوارد في النماذج هو إحداث زيادة أخرى في تركيزات ثاني أكسيد الكربون المتوقعة في الغلاف الجوي من خلال خفض امتصاص اليابسة والمحيطات لثاني أكسيد الكربون، وتشمل هذه الاسقاطات التغذيات المرتدة المناخية في البيوسفير الأرضي، تباينا يتراوح بين –١٠ و٣٠٪ حول كل سيناريو. ويبلغ النطاق الكامل ٤٩٠ الى ١٢٦٠ جزء في المليون (زيادة ٧٥ إلى ٣٥٠ عن تركيز عام ١٧٥٠).

ويمكن أن تؤثر التدابير الرامية إلى زيادة تخزين الكربون في النظم الإيكولوجية الأرضية في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي إلا أن الحدود القصوى لخفض تركيز ثاني أكسيد

الكربون بهذه الوسيلة هي ٤٠ إلى ٧٠ جزء في المليون. وإذا أمكن إعادة تخزين جميع الكربون الذي أطلقته التغييرات التاريخية في استخدام الأراضى في البيوسفير الأرضي خلال مدار القرن (مثل من خلال إعادة التشجير)، فسوف تنخفض تركيزات ثاني أكسيد الكربون بما يتراوح بين ٤٠ و٧٠ جزء في المليون. وعلى ذلك فإن من شبه المؤكد أن تظل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناشئة عن الوقود الأحفوري تمثل العنصر المهيمن على اتجاهات تركيز ثاني أكسيد الكربون خلال هذا القرن.

تتباين الحسابات النموذجية لتركيزات غازات الدفيئة الرئيسية غير ثاني أكسيد الكربون تباينا كبيرا في عام ٢١٠٠ عبر السيناريوهات التوضيحية الستة الواردة في التقرير الخاص SRES. وعموما فإن السيناريوهات A1T; A1B;B1 تنطوئ على أقل الزيادات وA1F1 و A2 أعلاها. وتتراوح التغييرات في الميثان من ١٩٩٨ إلى ٢١٠٠ بين ١٩٠٠ و +١٩٧٠ جزء في المليون (−١١ إلى + ١١٢٪) وزيادة ثاني أكسيد الكربون من +٨٣ إلى +٢٤٤ جزء في البليون (+١٢ إلى +٤٦٪) (انظر الشكل ١٧ ب و ج). ويصل HFCs (١٣٤أ و١٤٣ أ و١٢٥) تركيزات بضعة مئات الألوف من جزء فى الطن من المستويات التي لا تذكر اليوم. ويتوقع أن يزيد PFC CFA بما يتراوح بين ٢٠٠ و٤٠٠ و SF6 بنحو ٣٥ إلى ٦٥ جزء في الطن.

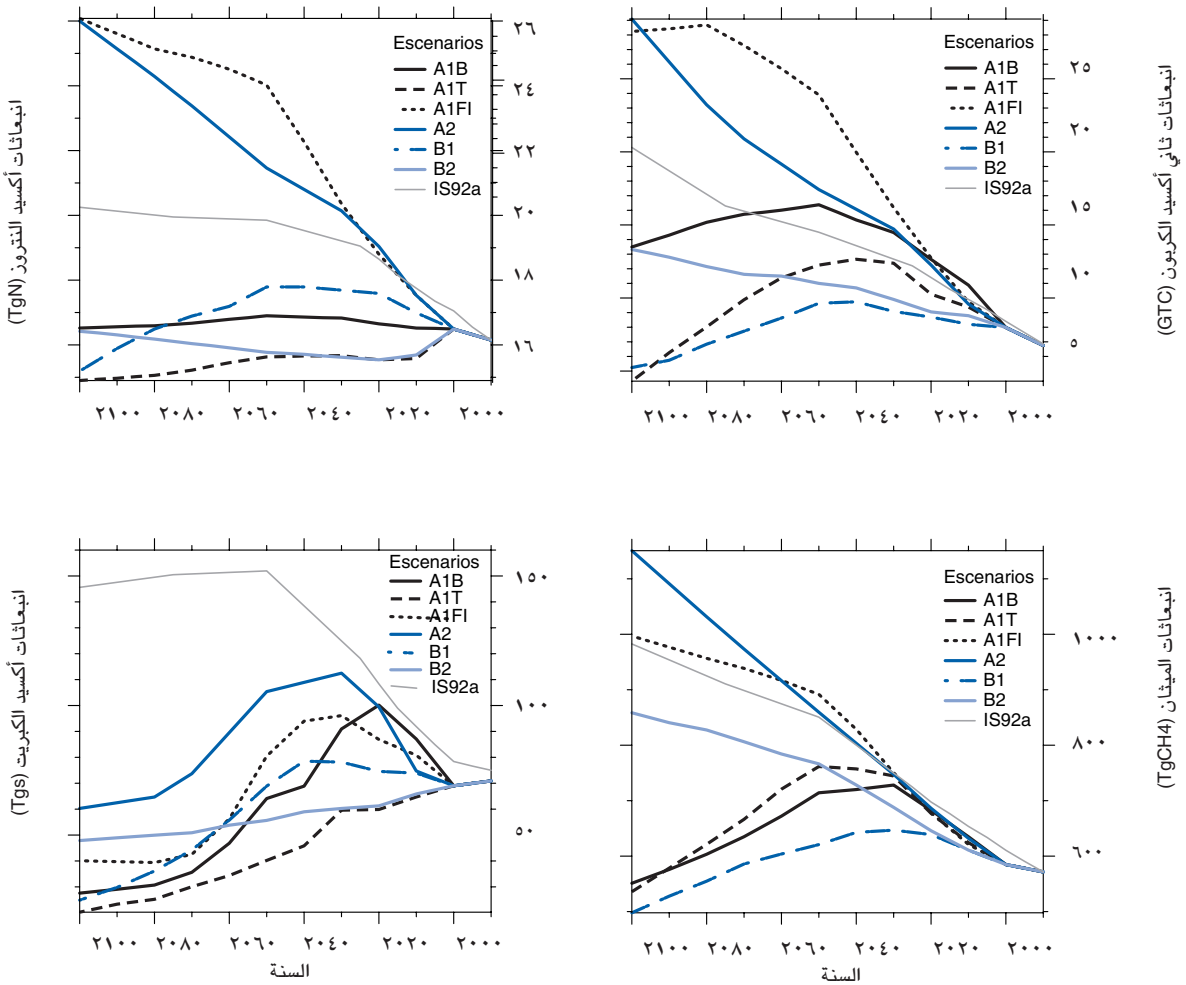
الإطار ٥: سيناريوهات الانبعاث في التقرير الخاص لسيناريوهات الانبعاثات SRES

(A1) يصف الواقع المنظور A1 وعائلة السيناريوهات عالم المستقبل الذي يتسم بالنمو الاقتصادي السريع، وعدد سكان العالم الذي يصل إلى ذروته في منتصف القرن ثم يأخذ في التناقص بعد ذلك، والتطبيق السريع للتكنولوجيا الجديدة الأكثر كفاءة. وتتباين الموضوعات الأساسية الرئيسية فيما بين الأقاليم، فبناء القدرات وزيادة التفاعلات الثقافية والاجتماعية مع احداث خفض كبير في الفروق الإقليمية الخاصة بدخل الفرد. وتتطور زمرة السيناريوهات A1 إلى ثلاثة مجموعات تصنف اتجاهات بديلة للتغييرات في التكنولوجيات في نظام الطاقة. وتتسم المجموعات الثلاثة بتركيزها التكنولوجي: مصادر الطاقة ذات الكثافة الأحفورية (A1FC) وغير الأحفورية (A1T) أو توازي بين جميع المصادر (A1B) (حيث يفسر التوازن على أنه لا يعتمد بشدة على مصدر طاقة واحد معين على أساس الافتراض بأن معدل تحسين متماثل يطبق على جميع إمدادات الطاقة وتكنولوجيات الاستخدامات النهائية).

(A2) يصف الواقع المنظور A2 وزمرة السيناريوهات ذات الصلة عالم متنافر للغاية. والموضوع الأساسي الكامن هو الاعتماد على الذات. وتتلاحم أنماط الخصوبة ببطء شديد عبر الأقاليم مما يؤدي إلى تزايد السكان بصورة مطردة. والتنمية الاقتصادية موجهة بالدرجة الأولى إقليميا كما أنها أكثر تفتتا من ناحية نصيب الفرد من النمو الاقتصادي والتغيير التكنولوجي وأكثر بطئا من خطوط الوقائع المنظورة الأخرى.

(B1) يصف الواقع المنظور وزمرة السيناريوهات B1 عالم ملتحم يعيش فيه نفس أعداد السكان الذين يصلون الذروة في منتصف القرن ثم يأخذوا في التناقص بعد ذلك كما هو الحال في الواقع المنظور A1 وإن كان مع تغيير سريع فى الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد للخدمات والمعلومات مع انخفاض كثافة المواد، وتطبيق تكنولوجيات نظيفة تتسم بالكفاءة من حيث استخدام الموارد. ويكون التركيز على الحلول العالمية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية بما في ذلك تحسين العدالة دون أية مبادرات إضافية تتعلق بالمناخ.

(B2) الواقع المنظور وزمرة السيناريوهات في B2 تصف عالما يكون التركيز فيه على الحلول المحلية للاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. انه عالم يتزايد فيه السكان باطراد بمعدل يقل عما في A2 ومستويات متوسطة من التنمية الاقتصادية وتغير تكنولوجي أقل سرعة وأكثر تنوعا مما في الوقائع المنظورة في A1 و B1. ومع أن السيناريو موجه أيضا نحو حماية البيئة والعدالة الاجتماعية فإنه يركز على المستويات المحلية والإقليمية.



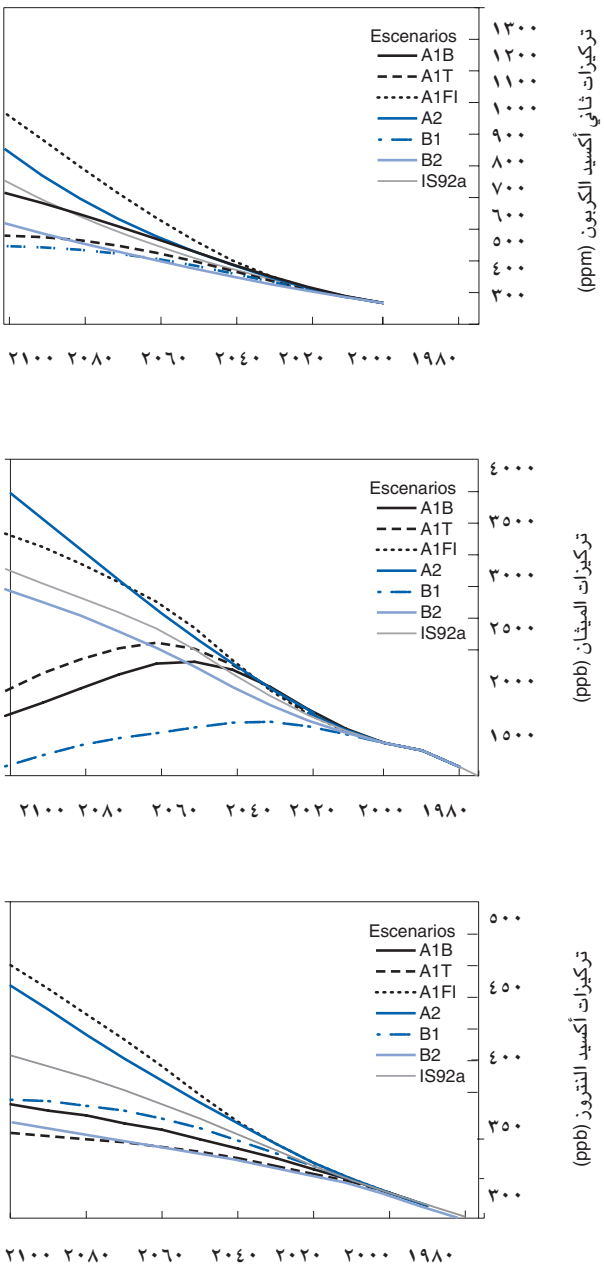
الشكل ١٧: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز بشرية المنشأ وأكسيد الكبريت بالنسبة للسيناريوهات الست الواردة في التقرير الخاصSERS (A1B, A2, B1, B2, A1FI and A1T) . وللمقارنة يرد أيضا سيناريو عام ١٩٩٢ (استنادا إلى التقرير الخاص المعنى بسيناريوهات الانبعاثات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) .

بالنسبة لسيناريوهات الانبعاثات المسقطة من غازات الدفيئة غير المباشرة (NOx, CO, VOC) بالإضافة إلى التغييرات في الميثان إلى تغيير متوسط التركيز العالمي في شق الهيدروكسيل (OH) في الغلاف الجوي بمقدار ٢٠٪ إلى +٦٪ خلال القرن القادم. ونظرا لأهمية شق الهيدروكسيل في كيمياء التروبوسفير بما يعادل، وإن كان بعلامة معاكسة، التغييرات التي تحدث في العمر الزمني لغازات الدفيئة مثل الميثان و HFCs . ويعتمد هذا لتأثير في جزء كبير منه على ضخامة انبعاثات أكسيد النتروز وثاني أكسيد الكربون والتوازن بينهما. وتحسب التغييرات في الأوزون في الغلاف الجوي والبالغ –١٢ إلى +٦٢٪ من عام ٢٠٠٠ وحتى ٢١٠٠. وأعلى الزيادات المتوقعة في القرن الحادي والعشرين هي للسيناريوهات A1F1 و A5 وستكون أكثر من ضعف ذلك الذي حدث قبل العصر الصناعي. وتعزى الزيادات في الأوزون إلى الزيادات المتزامنة والكبيرة في انبعاثات أكسيد النتروز والميثان بشرية المنشأ. وستؤدي الزيادة الكبيرة في انبعاثات غازات الدفيئة وغيرها من الملوثات بحسب المتوقع في بعض السيناريوهات التوضيحية الستة الواردة في التقرير الخاص SRES للقرن الحادي والعشرين إلى تدهور البيئة العالمية بطريقة تتجاوز تغير المناخ. كما أن التغييرات المسقطة في

السيناريوهين As و A1F1 في التقرير الخاص ستؤدي إلى تدهور نوعية الهواء في معظم أنحاء العالم من خلال زيادة المستويات الأساسية لغاز الأوزون في التروبوسفير. وفي خطوط العرض الوسطى الشمالية خلال الصيف، يبلغ متوسط الزيادة في الأوزون في المنطقة قرب السطح نحو ٣٠ جزء من البليون أو أكثر مما يزيد المستويات الأساسية إلى نحو ٨٠ جزء في البليون أو أكثر ويهدد تحقيق مواصفات جودة الهواء الحالية فوق معظم العواصم الكبرى وحتى المناطق الريفية ويضر بإنتاجية المحاصيل والغابات. وعبرت هذه المشكلة مختلف الحدود القارية وربطت بين انبعاثات أكسيد النتروز على مستوى نصف الكرة.

باستثناء الكبريت والكربون الأسود، تبين النماذج اعتماد مستقيم تقريبا لتركيزات الهباء على الانبعاثات. وتختلف العمليات التي تحدد معدل امتصاص الكربون الأسود اختلافا كبيرا فيما بين النماذج مما يؤدي إلى إثارة عدم يقين كبير بالنسبة لإسقاطات المستقبل للكربون الأسود. وقد تزيد انبعاثات الهباء الطبيعي مثل ملح البحر، والغبار، والمرحلة الغازية السابقة على الهباء مثل التيربين وأكسيد الكبريت وأكسيد كبريتيد الميثيل نتيجة للتغيرات في المناخ وكيمياء الغلاف الجوى.

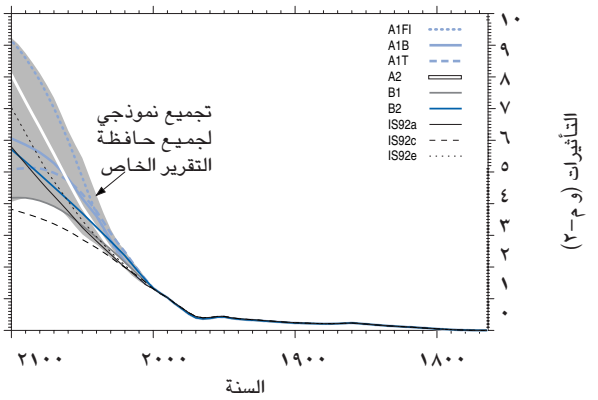
تغطي السيناريوهات التوضيحية الستة الواردة في التقرير الخاص SRES النطاق الكامل تقريبا للتأثيرات الناجمة عن المجموعة الكاملة لسيناريوهات التقرير الخاص. ويتضمن الشكل ١٩ تقديرات التأثير الاشعاعي التاريخي البشري المنشأ من ١٧٦٥ إلى ١٩٩٠ تليه التأثيرات الناشئة عن السيناريوهات الست الواردة في التقرير الخاص .SRES وترد تأثيرات المجموعة الكاملة للسيناريوهات الخمسة والثلاثين الواردة في الشكل في صورة مظروف مظلل حيث أن التأثيرات الناجمة عن السيناريوهات المختلفة تتقاطع مع الزمن. وتصنف التأثيرات المباشرة الناجمة عن هباء حرق الكتلة الاحيائية مع معدلات إزالة الغابات. وتشمل سيناريوهات التقرير الخاص احتمال زيادة أو نقص الهباء بشري المنشأ (مثل هباء الكبريت وهباء الكتلة الاحيائية وهباء الكربون الأسود والعضوي) اعتمادا على مدى استخدام الوقود الأحفوري والسياسات الخاصة بكبح الانبعاثات الملوثة. ولا تشمل سيناريوهات التقرير الخاص تقديرات الانبعاثات الخاصة بالهباء غير الكبريتي. وقد درست طريقتان لوضع إسقاطات هذه الانبعاثات في هذا التقرير: أولاهما تقيس الانبعاثات من الوقود الأحفوري وهباء الكتلة الاحيائية مع ثاني أكسيد الكربون في حين تقيس الأخرى الانبعاثات من أكسيد الكبريت وإزالة الغابات. ولم يستخدم سوى الطريقة الثانية في إسقاطات المناخ. ولأغراض المقارنة، تبين أيضا التأثيرات الاشعاعية في سيناريو عام ٩٢ . (IS92a) ومن الواضح أن نطاق السيناريوهات الجديدة في SRES قد نقل إلى أعلى بالمقارنة بسيناريوهات IS92 وكذلك إلى انبعاثات الكربون التجميعية



الشكل ١٨: تركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز في الغلاف الجوي الناشئة عن سيناريوهات التقرير الخاص الست ومن سيناريو ١٩٩٢ محسوبا على أساس المنهجية الحالية
[استنادا الى الشكلين ٣-١٢ و٤-١٤]

الأكبر حجما بصورة طفيفة الواردة في بعض سيناريوهات SRES .

في جميع سيناريوهات التقرير الخاص SRES، تواصل التأثيرات الاشعاعية الناجمة عن ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز والأوزون في الغلاف الجوي زيادتها مع توقع زيادة جزء من مجموع التأثيرات الاشعاعية الناجمة عن ثاني أكسيد الكربون في أكثر قليلا من النصف إلى نحو ثلاثة أرباع المجموع. وينخفض التأثير الاشعاعي الناجم عن الغازات المستنزفة للأوزون نتيجة لتطبيق ضوابط الانبعاثات التي تهدف إلى القضاء على استنزاف الأوزون في الستراتوسفير. وتتباين التأثيرات الاشعاعية (مقيمة بالمقارنة للوقت الحاضر ٢٠٠٠) للهباء المباشر (عناصر الكبريت والكربون الأسود والعضوي معا) في علامتها بالنسبة للسيناريوهات المختلفة. وتشير الإسقاطات إلى أن التأثيرات المباشرة بالإضافة إلى غير المباشرة للهباء ستكون أقل في الحجم من ثاني أكسيد الكربون. ولم توضع تقديرات للجوانب المكانية للتأثيرات في المستقبل. وأدرجت التأثيرات غير المباشرة للهباء على السحب في حسابات نموذج المناخ البسيط، وقيست بصورة غير مستقيمة مع انبعاثات أكسيد الكبريت مع افتراض أن قيمة الوقت الحاضر تبلغ –٠,٨ وم–٢ مثلما ورد في تقرير التقييم الثاني.



الشكل ١٩: نتائج النموذج البسيط: تقديرات التأثيرات الاشعاعية التاريخية بشرية المنشأ حتى عام ٢٠٠٠ تليها التأثيرات الاشعاعية للسيناريوهات الست التوضيحية في التقرير الخاص. وتبين الظلال مجموعة التأثيرات التي تشمل كامل السيناريوهات الخامسة والثلاثين الواردة في SRES. وتبين طريقة الحساب عن نسب تلك المشروحة في الفصول. وتعتمد القيم على التأثيرات الاشعاعية لمضاعفة ثاني أكسيد الكربون من سبعة نماذج للدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات كما ترد تأثيرات IS92a, IS92c, IS92e باتباع نفس طريقة الحساب. [استنادا إلى الشكل ٩–١٣أ]

واو – ٣ إسقاطات التغيرات المقبلة في درجات الحرارة

نتائج نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات

يحتمل أن تكون حساسية المناخ في حدود ١,٥ إلى ٤,٥ ه س. ولم يتغير هذا التقدير عن ذلك الوارد في تقرير التقييم الأول الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٩٠ وتقرير التقييم الثاني. وحساسية المناخ هي الاستجابة المتوازية لدرجات الحرارة السطحية في العالم لضعف المعادل لتركيز ثاني أكسيد الكربون. وينشأ نطاق التقديرات عن عدم اليقين في النماذج المناخية وتغذيتها المرتدة الداخلية وخاصة تلك ذات الصلة بالسحب والعمليات المتصلة بها. ويستخدم لأول مرة في هذا التقرير الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية مصطلح الاستجابة المناخية المؤقتة TCR، وهو المصطلح الذي يعرف بأنه متوسط التغير في درجات حرارة الهواء السطحي في العالم في وقت مضاعفة ثاني أكسيد الكربون في تجربة لزيادة ثاني أكسيد الكربون بنسبة ١٪ سنويا. ويفترض أن هذا المعدل لزيادة ثاني أكسيد الكربون يمثل التأثير الاشعاعي الصادر من جميع غازات الدفيئة. وتجمع الاستجابة المناخية المؤقتة عناصر الحساسة النموذجية والعوامل التي تؤثر في الاستجابة (مثل امتصاص المحيطات للحرارة). ويبلغ مدى الاستجابة المناخية المؤقتة في نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات ١,١ إلى ٣,١ ه س.

غير أن إدراج التأثير المباشر للهباء الكبريتي يقلل المتوسط العالمي للاحترار في منتصف القرن الحادي والعشرين. ويتماثل نمط استجابة درجات الحرارة السطحية لنموذج معين بإضافة الهباء الكبريتي أو عدمه بدرجة أكبر عن النمط السائد بين نموذجين باستخدام نفس التأثير.

وتضع النماذج إسقاطات للتغيرات في العديد من المتغيرات المناخية واسعة النطاق. فمع تغير التأثير الإشعاعي للنظام المناخي، ترتفع درجة حرارة اليابسة بدرجة أكبر من المحيطات ويسود احترار نسبي أكبر عند خطوط العرض القطبية. وتتوقع النماذج زيادات أصغر في درجات حرارة الهواء السطحي في شمال الأطلسي ومناطق المحيط الجنوبي القطبية بالمقارنة بالمتوسط العالمي. ويتوقع حدوث انخفاض في مدى درجات الحرارة النهارية في الكثير من المناطق مع زيادة درجات الحرارة الصغرى الليلية بأكثر من درجات الحرارة القصوى النهارية. ويبين عدد من النماذج انخفاضا عاما في التقلبية اليومية لدرجات حرارة الهواء السطحي في الشتاء وزيادة التقلبية اليومية في الصيف في مناطق اليابسة في نصف الكرة الأرضية الشمالي. ويتوقع مع احترار المناخ، تقلص الغطاء الثلجي وصفيحة الجليد البحري في نصف الكرة الشمالي. ويتسق الكثير من هذه التغيرات مع الاتجاهات الرصدية الأخيرة على النحو الوارد في القسم باء.

تستخدم مجموعة نماذج متعددة في محاكاة نموذج الدوران العام في الغلاف الجوى والمحيطات لطائفة من السيناريوهات لوضع تقدير كمي لمتوسط تغير المناخ، وعدم اليقين المستند إلى مجموعة من النتائج النموذجية. ويبلغ متوسط التغير في متوسط درجة حرارة الهواء السطحي في العالم في نهاية القرن الحادي والعشرين (٢٠٧١ إلى ٢١٠٠) بالمقارنة بالفترة

١٩٦١ إلى ١٩٩٠ مقدار ٠,٣ ه س (مع مدى يتراوح بين ١,٣ إلى ٤,٥ ه س) بالنسبة لمشروع السيناريو الدليلي و٢,٢ ه (مع مدى يتراوح بين ٠,٩ إلى ٣,٤ ه س) بالنسبة لمشروع السيناريو الدليلى .B2 ويحقق السيناريو B2 احترارا أقل يتسق مع معدله المنخفض من الزيادة في تركيز ثاني أكسيد الكربون.

وعلى أساس النطاق الزمني البالغ بضعة عقود، يمكن استخدام معدل الاحترار المرصود الحالي لكبح الاستجابة المتوقعة لسيناريو انبعاثات معينة على الرغم من عدم اليقين في حساسية المناخ. ويشير تحليل النماذج البسيطة والمقارنات بين استجابات نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات لسيناريوهات التأثيرات المثلى أن من المحتمل أن تزيد الأخطاء في إسقاطات درجات الحرارة واسعة النطاق، في معظم السيناريوهات خلال العقود القادمة، بالتناسب مع حجم الاستجابة العامة. وهكذا، فإن الحجم التقديري لمعدلات الاحترار الحالية المرصودة التي تعزى إلى التأثيرات البشرية وما يحيط بها من عدم يقين توفر تقديرا منفصلا نسبيا عن النماذج لعدم اليقين في الإسقاطات متعددة العقود في إطار معظم السيناريوهات. ومن المحتمل، اتساقا مع الرصدات الأخيرة، أن يكون الاحترار البشري المنشأ، في حدود ٠,١ إلى ٠,٢ ه س في العقد الواحد خلال العقود القليلة القادمة في إطار السيناريو .IS92a ويتماثل ذلك مع نطاق الاستجابات لهذا السيناريو استنادا إلى النسخ السبع للنموذج البسيط المستخدم في الشكل ٢٢.

معظم جوانب الاستجابة الجغرافية في تجارب سيناريو التقرير الخاص SRES تتماثل مع السيناريوهات المختلفة (انظر الشكل ٢٠)، وتتماثل مع تكاملات الزيادة المثلى في ثاني أكسيد الكربون البالغة ١٪. وأكبر فرق بين تجارب الزيادة في ثاني أكسيد الكربون بنسبة ١ ٪ بدون أي هباء كبريتي، وتجارب التقرير الخاص SRES هو الاعتدال الإقليمي للاحترار في المناطق الصناعية في تجارب التقرير الخاص حيث يكون التأثير السالب الناجم عن الهباء الكبريتي في أقصى حالاته. وقد أشير إلى هذا التأثير الإقليمي في تقرير التقييم الثاني بالنسبة لنموذجين فقط، إلا أن ذلك أظهر الآن أنه استجابة مستمرة في عدد أكبر من النماذج التي وضعت في فترة قريبة.

من المحتمل بشدة أن ترتفع درجة حرارة جميع مناطق اليابسة تقريبا بوتيرة أسرع من المتوسط العالمي وخاصة تلك الواقعة على خطوط العرض القطبية في الفصل البارد. وتشير النتائج (انظر الشكل ٢١) المستمدة من عمليات المحاكاة الأخيرة لنموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات والمدفوعة بسيناريوهي الانبعاثات A1 و B2 في التقرير الخاص SRES إلى أن الاحترار في فصل الشتاء في جميع المناطق الشمالية عند خطوط العرض القطبية يتجاوز متوسط الاحترار العالمي في كل نموذج بأكثر من ٤٠٪ (١,٣ إلى ٦,٣ ه س لمجموعة النماذج والسيناريوهات قيد الدراسة). وفي الصيف، بتجاوز الاحترار ٤٠٪ فوق متوسط التغير العالمي في وسط شمالي آسيا. ولا تبين النماذج باستمرار احترارا أقل من المتوسط العالمي إلا في جنوب آسيا وجنوبي أمريكا الجنوبية في أشهر يونيو/حزيران ويوليو/تموز وأغسطس/آب.

نتائج النموذج المناخي البسيط

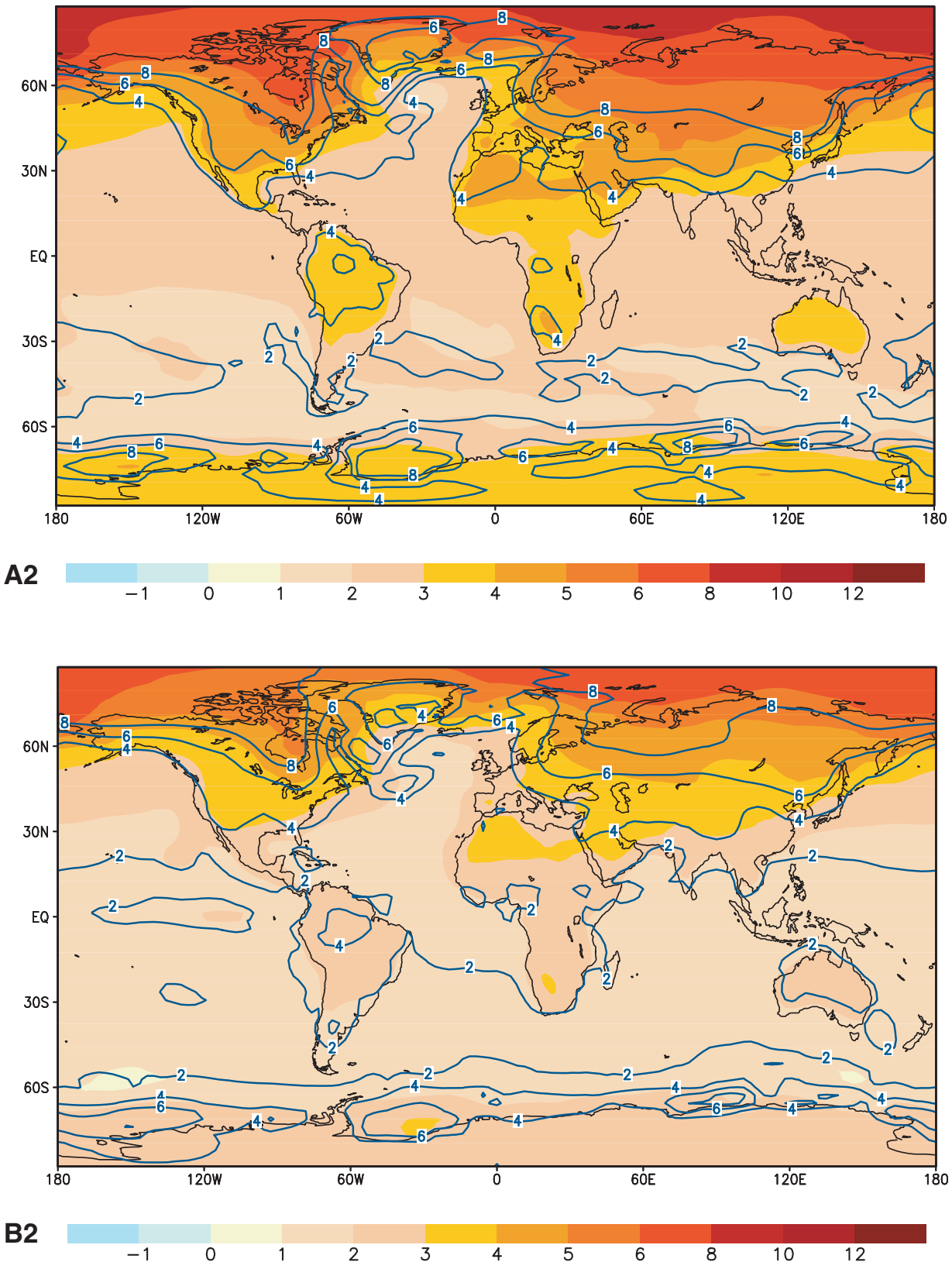
لا يمكن بسبب مصروفات الحسابات، تشغيل نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات إلا بالنسبة لعدد محدود من السيناريوهات. ويمكن تضخيم النموذج البسيط لتمثيل استجابة نموذج الدوران العام المتوسطة عالميا وتشغيله لخدمة عدد أكبر بكثير من السيناريوهات.

ويتوقع أن يزيد المتوسط العالمي لدرجات الحرارة السطحية بما يتراوح بين ١,٤ إلى ٥,٨ ه س (الشكل ٢٢ أ) خلال الفترة ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠. وتسري هذه النتائج على النطاق الكامل للسيناريوهات الخمسة والثلاثين الواردة في التقرير الخاص SRES استنادا إلى عدد من النماذج المناخية(٦) (٧). ويتوقع أن تكون الزيادة في درجات الحرارة أعلى من تلك الواردة في تقرير التقييم الثاني التي كانت تتراوح بين ١,٠ و ٣,٥ ه س استنادا إلى السيناريوهات الستة لعام .IS92 ويعزى الارتفاع المتوقع في درجة الحرارة واتساع نطاقها بالدرجة الأولى إلى الانخفاض المتوقع في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في سيناريوهات SRES بالمقارنة بتلك الواردة في سيناريوهات IS92. ويزيد معدل الاحترار المتوقع كثيرا عن التغيرات المرصودة خلال القرن العشرين ومن المحتمل جدا أن تكون غير مسبوقة خلال العشرة آلاف سنة الأخيرة على الأقل استنادا إلى بيانات المناخ القديم.

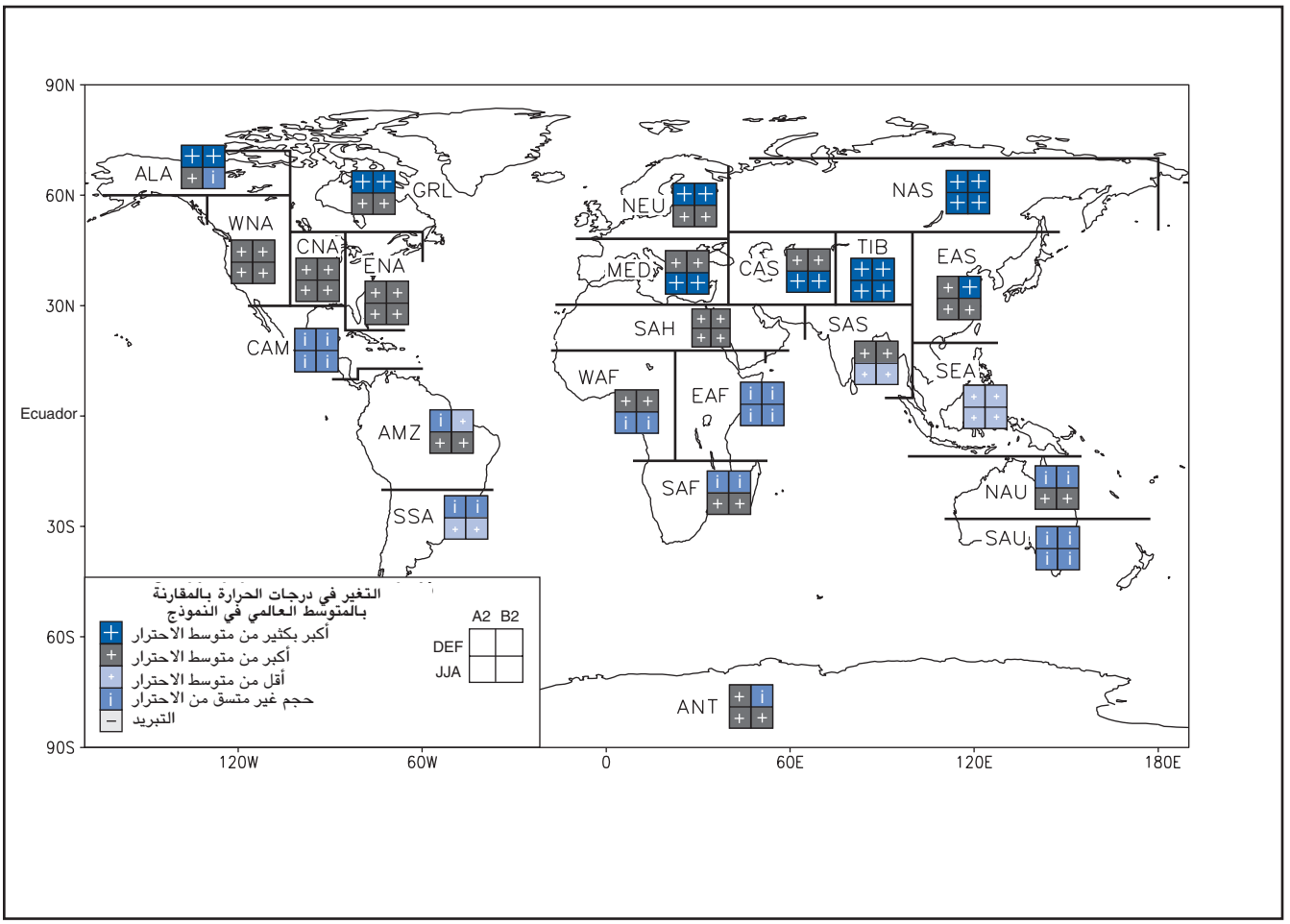
يتغير التصنيف النسبي لسيناريوهات SRES من حيث متوسط التغييرات في درجات الحرارة بمرور الوقت. وعلى وجه الخصوص، فإن انبعاثات أكسيد الكبريت تكون أكثر ارتفاعا أيضا في السيناريوهات التي تنطوي على زيادة استخدام الوقود الأحفوري (ومن ثم ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أي A2). وفي المدى القريب (نحو ٢٠٥٠) ستقلل التأثيرات التبريدية لارتفاع انبعاثات أكسيد الكبريت بدرجة كبيرة من الأضرار الناجمة عن زيادة انبعاثات غازات الدفيئة في سيناريوهات مثل .A2

(٦) النماذج المناخية المعتمدة على أسس فيزيائية معقدة هي الأداة الرئيسية لإسقاط المناخ في المستقبل. وسعيا إلى استكشاف طائفة السيناريوهات، استكملت هذه بنماذج مناخية بسيطة جرى تضخيمها لادرار استجابة في درجات الحرارة ومستوى سطح البحر تعادل النماذج المناخية المعقدة. وتستخلص هذه الإسقاطات باستخدام نموذج مناخي بسيط تضخم الحساسية المناخية وامتصاص الحرارة من جانب المحيطات فيه لكل نموذج من النماذج المناخية السبعة المعقدة. وتتراوح الحساسية المناخية المستخدمة في النموذج البسيط من ١,٧ إلى ٤,٢ ه س وهو ما يماثل النطاق المقبول عموما البالغ ١,٥ إلى ٤,٥ ه س.

(٧) لا يشمل هذا النطاق حالات عدم اليقين التي تنطوي على وضع نماذج التأثير الحراري مثل عدم اليقين المحيط بتأثير الهباء. وأدرجت دورة كربونية صغيرة في شكل تغذية مرتدة في المناخ.



الشكل ٢٠: متوسط التغير السنوي في درجات الحرارة (المظللة بالألوان) ومداها (خطوط التساوي) (الوحدة : ه س) للسيناريو A2 في SRES (اللوحة العليا) والسيناريو B2 في SRES (اللوحة السفلى). ويبين كلا السيناريوهين الفترة ٢٠٧١ إلى ٢١٠٠ بالمقارنة بالفترة ١٩٦١ إلى ١٩٩٠ ونفذت من خلال نماذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات.
[استنادا الى الشكلين ٩-١٠د و٩-١٠و]



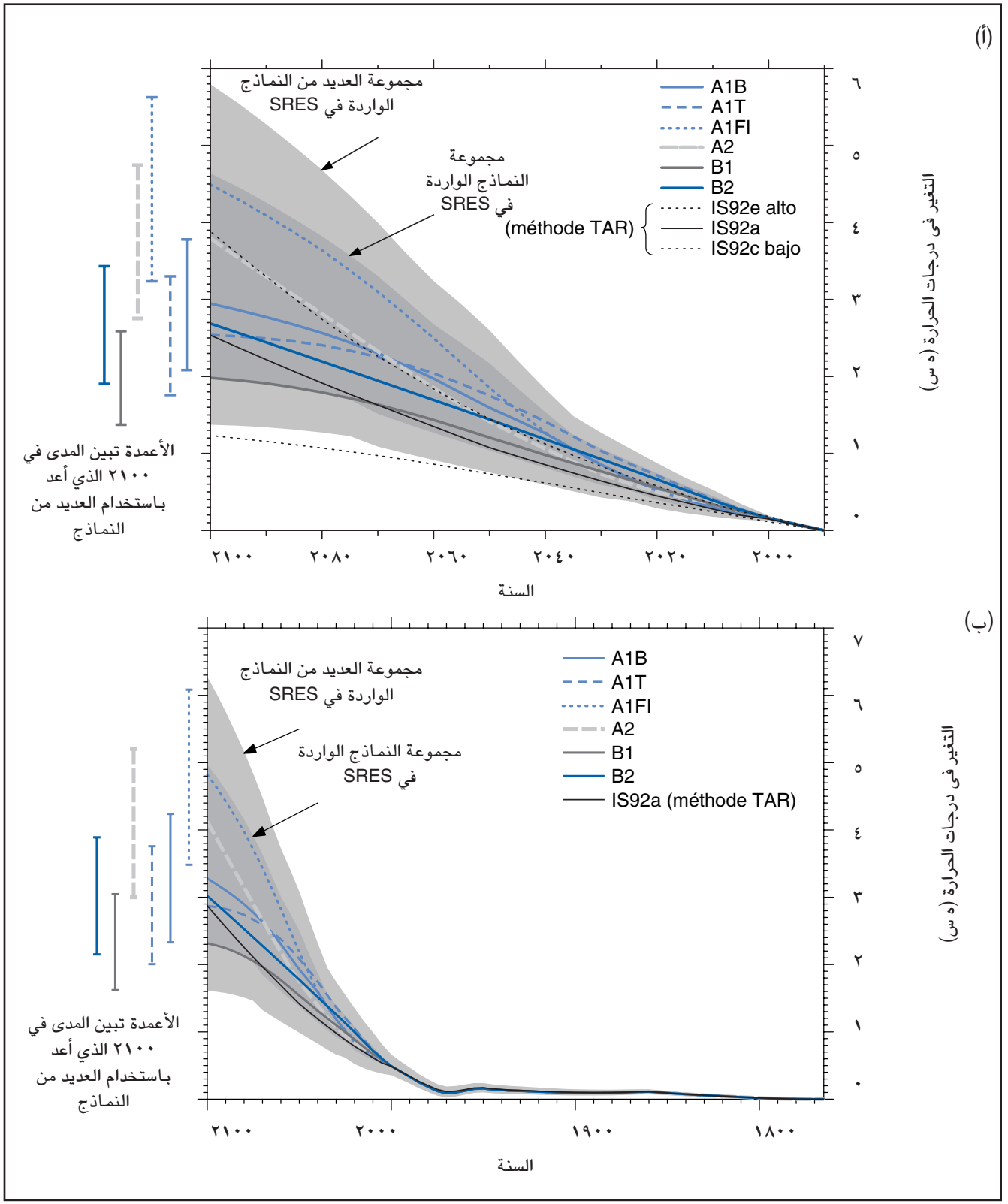
الشكل ٢١: تحليل للاتساق بين النماذج فيما بين الاحترار النسبي الاقليمي (الاحترار بالمقارنة بالمتوسط العالمي للاحترار فى كل نموذج). وقد صنفت الأقاليم على أساس أنها توافق على احترار يزيد على ٤٠٪ من المتوسط العالمي (أكبر بكثير من متوسط الاحترار)، أو على احترار يزيد عن المتوسط العالمي (أكبر من متوسط الاحترار) أو توافق على احترار أقل من المتوسط العالمي "(أقل من متوسط الاحترار)" أو عدم اتفاق بين النماذج على ضخامة الاحترار النسبي الاقليمى (زحجم غير متسق من الاحترارس). كما أن هناك فئة للموافقة على التبريد (الذى لم يحدث اطلاقا). ويعتبر أن النتائج المتسقة مما لا يقل عن سبعة من النماذج التسعة أمر ضروري للاتفاق. ويستخدم المتوسط السنوي العالمي للاحترار في النماذج نطاق ١,٢ إلى ٤,٥ ه س بالنسبة للسيناريو A2 و ٠,٩ إلى ٣,٤ ه س للسيناريو B2، ولذا فإن النطاق الإقليمي البالغ ٤٠٪ يمثل نطاقات احترار تتراوح بين ١,٧ و٦,٣ ه س للسيناريو A2 و١,٣ إلى ٤,٧ ه س للسيناريو .B2.
[استنادا الى الفصل ١٠ والاطار ١ والشكل ١].

ويظهر التأثير المعاكس في السيناريوهين B1 و B2 اللذين تنخفض فيهما انبعاثات الوقود الأحفوري وانبعاثات أكسيد الكبريت مما يؤدي إلى زيادة الاحترار في المستقبل القريب. غير أن مستوى انبعاثات غازات الدفيئة طويلة البقاء مثل ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النتروز في المدى البعيد يصبح العامل المهيمن على التغيرات المناخية الناجمة عن ذلك.

بحلول عام ٢١٠٠، تسهم الفروق في الانبعاثات فيما بين سيناريوهات التقرير الخاص SRES ومختلف استجابات نماذج المناخ بقدر من عدم اليقين مماثل في مدى تغير درجة حرارة العالم. وتنشأ حالات عدم يقين أخرى نتيجة لعدم اليقين المحيط بالتأثير الإشعاعي. وتتعلق أكبر حالات عدم اليقين المحيطة بالتأثير بهباء الكبريت.

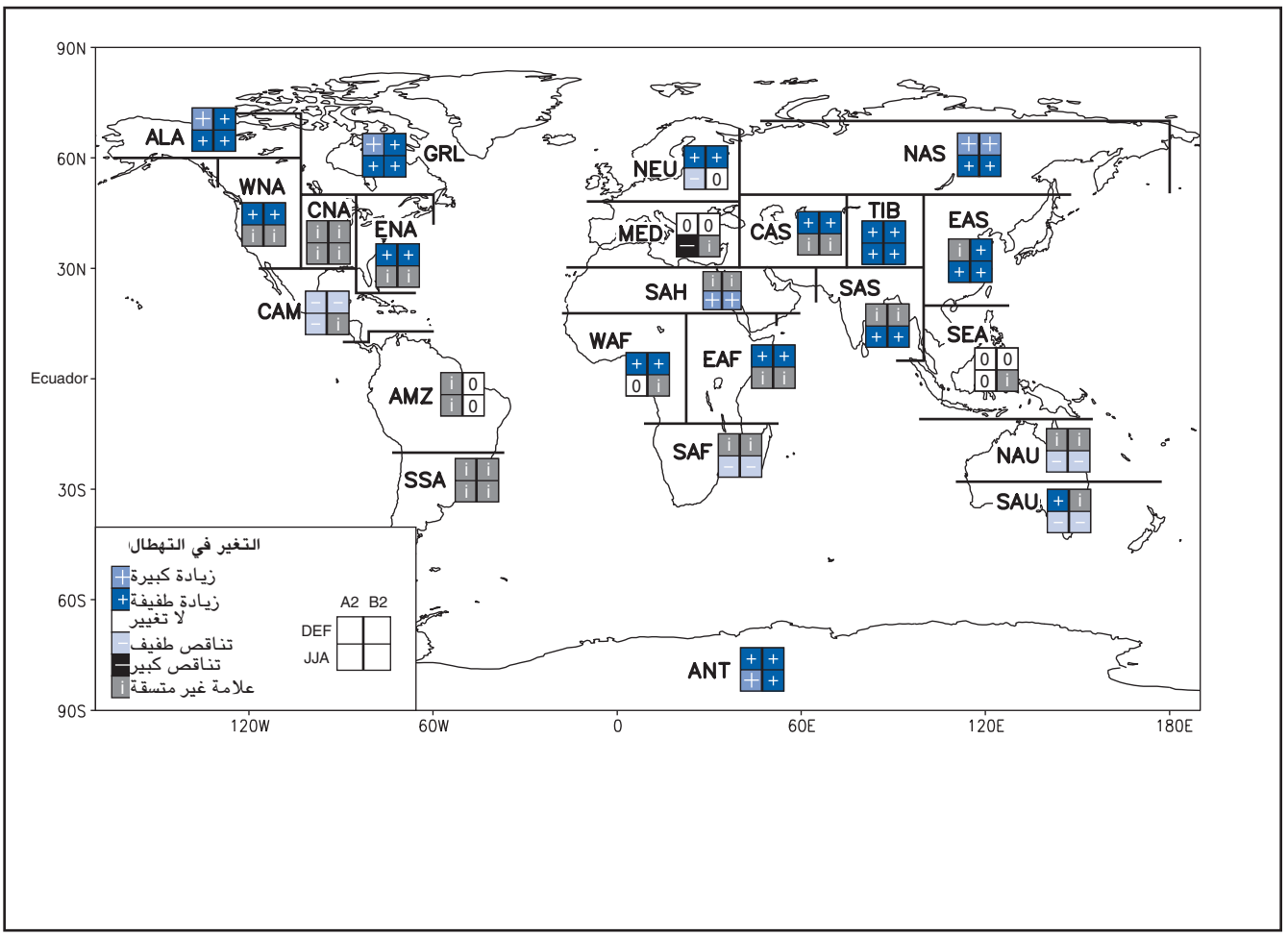
واو – ٤ إسقاطات التغيرات في التهطال في المستقبل

يتوقع أن يزيد المتوسط العالمي لبخار الماء، والبخر والتهطال. فعلى المستوى الإقليمي، يتوقع حدوث كل من الزيادة والنقص في التهطال. إذ تشير النتائج (انظر الشكل ٢٣) من عمليات محاكاة نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات المدفوعة بالسيناريوهين A2 وB2 الخاصين بالانبعاثات والواردين في التقرير الخاص SRES إلى أن من المحتمل أن يزيد التهطال في الصيف وفي الشتاء في أقاليم خطوط العرض القطبية. وتتوقع أيضا زيادات، في فصل الشتاء، في خطوط العرض المتوسطة الشمالية، وأفريقيا المدارية والمنطقة القطبية الجنوبية، في حين يظهر تناقص مستمر فى هطول الأمطار الشتوية في جنوبي وشرقي آسيا، واستراليا، وأمريكا الوسطى، وأفريقيا الجنوبية في فصل الصيف.



الشكل ٢٢: نتائج النموذج البسيط: (١) المتوسط العالمي لإسقاطات درجات الحرارة في السيناريوهات التوضيحية الستة الواردة في التقرير الخاص SRES باستخدام نموذج مناخي بسيط متوائم مع عدد من النماذج المعقدة ذات نطاق من الحساسية المناخية. ولأغراض المقارنة أيضا، ترد النتائج الخاصة بسيناريو IS92a. ويمثل التظليل الغامق عرض المجموعة الكاملة للسيناريوهات البالغ عددها ٣٥ الواردة في تقرير SRES باستخدام متوسط نتائج النموذج (متوسط الحساسية المناخية يبلغ ٢,٨ ه س). أما التظليل الفاتح فيمثل العرض المستند إلى جميع الاسقاطات النموذجية السبعة (مع حساسية مناخية تتراوح بين ١,٧ إلى ٤,٢ ه س) وتبين الأعمدة، لكل من السيناريوهات التوضيحية الستة، مجموعة نتائج النموذج البسيط في ٢١٠٠ بالنسبة لحالات التكيف النموذجية السبع لنموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات (ب) نفس الشئ مثل (أ) إلا أنه تستخدم أيضا النتائج المستخدمة لتقديرات التأثيرات بشرية المصدر التاريخية.
[استنادا إلى الشكلين ٩-١٤ و٩-١٣ب].

استنادا إلى الأنماط الناشئة عن عدد محدود من الدراسات باستخدام نماذج الدوران العام الحالية في الغلاف الجوي والمحيطات ونماذج الدوران العام القديمة ودراسات التوزيع الإقليمي، ثمة ارتباط قوى بين التهطال والتقلبية فيما بين السنوات ومتوسط التهطال. ومن المحتمل أن تؤدي الزيادات في متوسط التهطال في المستقبل إلى زيادات في التقلبية. وعلى العكس من ذلك، فإن التقلبية التهطالية قد لا تتناقص إلا في المناطق التي ينخفض فيها متوسط التهطال.



الشكل ٢٣: تحليل الاتساق بين النماذج فيما يتعلق بتغير التهطال الإقليمي. وتصنف الأقاليم على أساس إما اتفاق على الزيادة في متوسط تغيير يفوق ٢٠ ٪ (الزيادات الكبيرة)، الاتفاق على زيادة بمتوسط تغيير يتراوح بين ٥ و٢٠٪ (زيادات طفيفة)، الاتفاق على تغيير بين –٥ و–٢٠٪ (تناقص طفيف)، الاتفاق على تناقص بمتوسط تغيير يقل عن –٢٠٪ (التناقص الكبير) أو اختلاف (علامة غير متسقة). ويعتبر أن النتائج المتسقة مما لا يقل عن سبعة من النماذج التسع أمر ضروري للاتفاق.
[استنادا إلى الفصل ١٠، الاطار ١ والشكل٢].

واو – ٥ إسقاطات التغيرات في الأحداث المتطرفة في المستقبل

لم يحدث مؤخرا أن عقدت مقارنة بين التغيرات في الأحداث المتطرفة في الطقس والمناخ المرصودة حتى الآن والتغييرات التي توقعتها النماذج (الجدول ٤). من المحتمل بشدة أن تتزايد أيام الحر والموجات الحارة في جميع مناطق اليابسة تقريبا. ويتوقع أن تكون هذه الزيادات الأكبر في المناطق التي يحدث فيها تناقص في رطوبة التربة بالدرجة الأولى. ويتوقع أن تزيد درجات الحرارة الدنيا اليومية فوق جميع مناطق اليابسة تقريبا، وستكون أكثر من مناطق انحسار الثلوج والجليد. ومن المحتمل جدا أن تقل أيام الصقيع والموجات الباردة. ويتوقع أن تؤدي التغييرات في درجة حرارة الهواء السطحي والرطوبة المطلقة السطحية إلى زيادة دليل الحرارة (الذي يعتبر مقياسا للتأثيرات المجتمعة لدرجة الحرارة والرطوبة) كما يتوقع أن تؤدي الزيادة في درجة حرارة الهواء السطحي إلى زيادة "أيام درجة البرودة" التي هي مقياس لكمية التبريد اللازمة في يوم معين "أيام درجة السخونة". ويتوقع أن تزيد أحداث تطرف التهطال بأكثر من المتوسط، وأن تزيد شدة أحداث التهطال. ويتوقع أن تزيد وتيرة احداث التهطال في كل مكان تقريبا. ويتوقع أن يحدث جفاف عام في مناطق وسط القارات خلال الصيف.

الجدول ٤: تقديرات الثقة في التغيرات المرصودة والمسقطة في احداث الطقس والمناخ المتطرفة. ويتضمن الجدول تقييما للثقة في التغيرات المرصودة في أحداث الطقس والمناخ المتطرفة خلال النصف الأخير من القرن العشرين (العمود إلى اليسار)، وفي التغيرات المسقطة خلال القرن الحادي والعشرين (العمود إلى اليمين)[أ]. ويعتمد هذا التقييم على الدراسات الرصدية والنموذجية فضلا عن الموضوعية الفيزيائية لإسقاطات المستقبل في جميع السيناريوهات المستخدمة بصورة مشتركة، وتستند إلى تقديرات الخبراء (انظر الحاشية ٤) [استنادا إلى الجدول ٩-٦].

الثقة في التغييرات المرصودة (في النصف الأخير من القرن العشرين)	التغييرات في الظاهرة	الثقة في التغييرات المسقطة (خلال القرن الحادي والعشرين)
مرجح	**درجة حرارة قصوى أعلى وأيام أشد حرارة في جميع مناطق اليابسة تقريبا**	مرجح جدا
مرجح جدا	**زيادة درجة الحرارة الدنيا وانخفاض عدد أيام البرودة والصقيع في جميع مناطق اليابسة تقريبا**	مرجح جدا
مرجح جدا	**انخفاض نطاق درجات الحرارة النهارية في معظم المناطق**	مرجح جدا
مرجح فوق الكثير من المناطق	**زيادة مؤشر الحرارة في مناطق اليابسة وتزايد شدة التهطال** [ب]	مرجح جدا فوق بعض المناطق
مرجح فوق الكثير من مناطق نصف الكرة الشمالي ومناطق اليابسة متوسطة الارتفاع والقطبية	**زيادة أحداث التهطال أكثر شدة**	مرجح جدا فوق الكثير من المناطق
مرجح في عدد قليل من المناطق	**زيادة الجفاف القاري الصيفي وما يرتبط بذلك من مخاطر الجفاف**	مرجح في معظم المناطق الداخلية القارية متوسطة الارتفاع. (نقص الاسقاطات المتسقة في المناطق الأخرى)
لم ترصد في التحاليل القليلة المرصودة	**زيادة عنف الرياح الأعاصيرية المدارية** [ج]	مرجح فوق بعض المناطق
بيانات غير كافية للتقييم	**زيادة متوسط الأعاصير المدارية وشدة كميات التهطال القصوى**	مرجح فوق بعض المناطق

(أ) لمزيد من التفاصيل، انظر الفصل الثاني (الرصدات) والفصل التاسع (الاسقاطات).
(ب) بالنسبة للمناطق الأخرى إما أن البيانات غير كافية أو التحليلات متناقضة.
(ج) التغييرات المناخية والمستقبلية في مواقع الأعاصير المدارية ووتيرتها غير مؤكدة.

ويعزى ذلك إلى اجتماع زيادة درجة الحرارة واحتمالات البخر التي لا توازيها الزيادات في التهطال. ولا يوجد اتفاق كبير بين النماذج فيما يتعلق بالتغييرات في المستقبل في شدة عواصف خطوط العرض المتوسطة ، ووتيرتها وتقلبها. ولا يوجد دليل متسق كثيرا يبين التغييرات في الوتيرة المسقطة للأعاصير المدارية ومناطق تكونها. غير أن بعض قياسات الشدة تبين زيادة متوقعة، كما تشير بعض الدراسات النظرية والنموذجية إلى احتمال تزايد الحد الأعلى لهذه الشدة. ومن المحتمل أن يزيد متوسط وذروة شدة التهطال الناشئة عن الأعاصير المدارية زيادة ملموسة.

وبالنسبة لبعض الظواهر المتطرفة الأخرى، التي قد يكون للكثير منها تأثيرات هامة على البيئة والمجتمع، لا تتوفر الآن معلومات كافية لتقدير الاتجاهات الحدثية، كما أن الثقة في النماذج والفهم غير كافيين لوضع إسقاطات مؤكدة. فعلى وجه الخصوص، فإن ظاهرة على نطاق صغير للغاية مثل العواصف الرعدية والدوامات، والبرد والبرق لا يجري محاكاتها بالنماذج العالمية. فلم يجر تحليل كاف للطريقة التي قد تتغير بها الأعاصير خارج المنطقة المدارية.

واو – ٦ إسقاطات التغييرات في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيط

تظهر معظم النماذج ضعفا في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيط في نصف الكرة الأرضية الشمالي يعزى إلى انخفاض احترار السطح في المنطقة الشمالية من شمال الأطلسي. وحتى في النماذج التي يضعف فيها هذا الدوران، يظل هناك احترار فوق أوروبا نتيجة لزيادة غازات الدفيئة. ويتوقع، في التجارب التي يستقر فيها غاز الدفيئة في الغلاف الجوي عند ضعف قيمته في الوقت الحاضر، أن ينتعش الدوران من الضعف الذي كان في البداية في غضون قرن إلى عدة قرون. ويمكن أن ينهار الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيط كلية في أي من نصف الكرة إذا كان معدل التغير في التأثير الإشعاعي كبيرا بدرجة كافية، وطبق لفترة طويلة كافية. وتشير النماذج إلى أن انخفاض الدوران يقلل من مقاومته للاضطرابات. أي بمجرد أن يظهر أن الدوران المنخفض قد أصبح أقل استقرارا، ويصبح توقفه أمرا محتملا. غير أن من السابق لأوانه القول بثقة ما إذا كان انهيار هذا الدوران أمرا محتملا من عدمه أو عند أي مستوى قد يحدث ذلك، وما هي الانعكاسات التي قد تحدث بالنسبة للمناخ. فلا يبين أي من الاسقاطات الحالية بالنماذج المترابطة أن توقف كامل لهذا الدوران بحلول عام ٢١٠٠. فعلى الرغم من أن دوران شمال الأطلسي يضعف في معظم النماذج، فإن أدواره النسبية في الحرارة السطحية وتدفقات المياه العذبة تتباين من نموذج لآخر. ويبدو أن التغيرات في إجهاد الرياح لا تضطلع إلا بدور بسيط في الاستجابة المؤقتة.

واو – ٧ إسقاطات التغييرات في طرق التقلبية الطبيعية في المستقبل

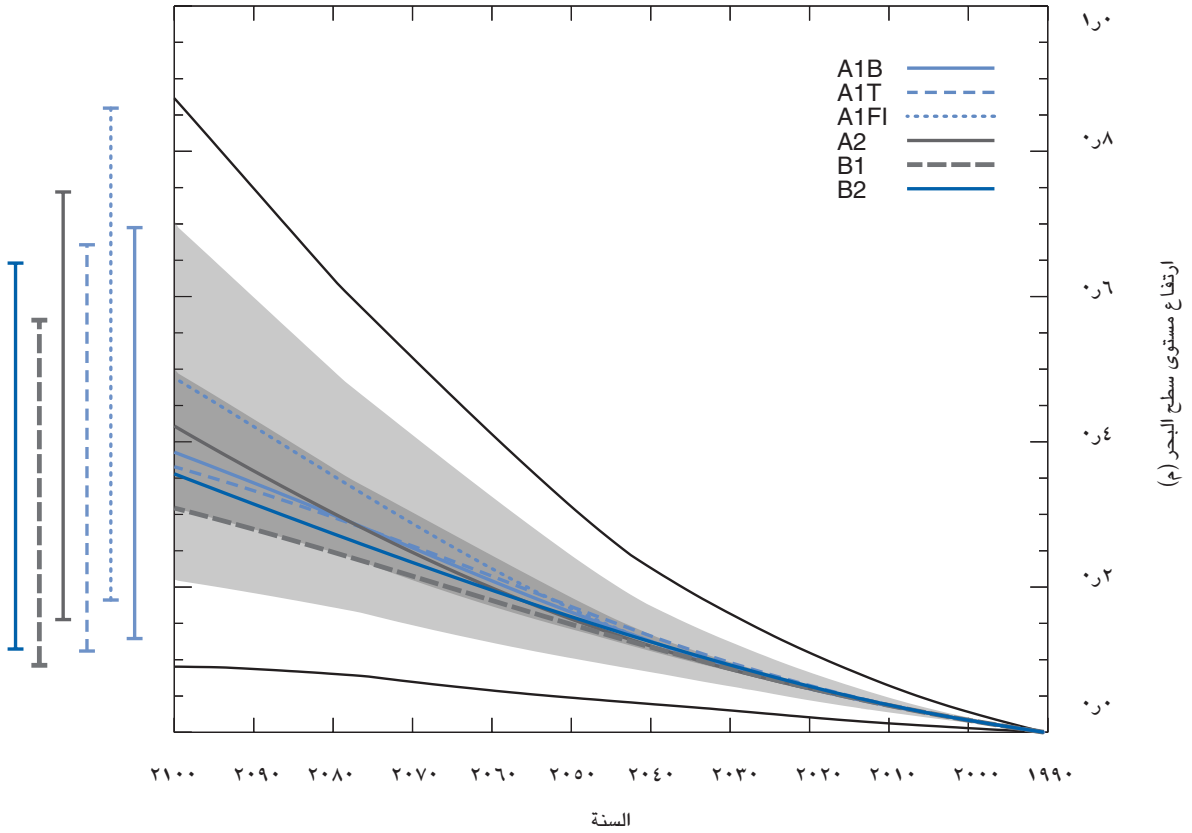
تبين الكثير من النماذج متوسط استجابة مشابه النينيو في المناطق المدارية من المحيط الهادئ مع توقع ارتفاع درجات حرارة سطح البحر في المناطق الاستوائية الوسطى والشرقية من المحيط الهادئ بدرجة أكبر من تلك السائدة في المناطق الاستوائية الغربية من المحيط الهادئ، وبمتوسط تحول مقابل نحو الشرق في التهطال. وعلى الرغم من أن كثيرا من النماذج تظهر تغيرا مشابها لظاهرة النينيو في الحالة المتوسطة لدرجات حرارة سطح البحر في المناطق المدارية من المحيط الهادئ، فإن سبب ذلك يحيط به عدم اليقين. فقد ربط بالتغيرات في التأثير الاشعاعي للسحب و/أو التضاؤل البخري لعنصر درجة حرارة سطح البحر في الشرق والغرب في بعض النماذج. وتقل الثقة في إسقاطات التغيير في وتيرة أحداث النينيو ومداها وأنماطها المكانية في المستقبل نتيجة لبعض القصور في الطريقة التي تم بها محاكاة ظاهرة النينيو في النماذج المعقدة. وتبين الاسقاطات الحالية تغييرا طفيفا أو زيادة ضئيلة في مدى أحداث ظاهرة النينيو خلال المائة عام القادمة. غير أنه حتى مع حدوث تغيير ضئيل أو عدم حدوث أي تغيير في مدى النينيو، فإن من المحتمل أن يؤدي احترار العالم إلى احداث حالات تطرق أكبر فى الجفاف وغزارة الأمطار، وزيادة مخاطر الجفاف والفيضانات التى تترافق مع أحداث النينيو فى كثير من المناطق. كما أن من المحتمل أن يؤدي الاحترار المرتبط بزيادة تركيزات غازات الدفيئة إلى زيادة تقلبية التهطال الموسمي في فصل الصيف في آسيا وتعتمد التغيرات في متوسط مدة الرياح الموسمية وقوتها على تفاصيل سيناريو الانبعاثات. فالثقة في هذه الاسقاطات محدودة بقدرة نماذج المناخ على محاكاة التطور الموسمي المفصل للرياح الموسمية.

ولا يوجد اتفاق واضح على التغييرات في وتيرة أو هيكل طرق التقلبية التي تحدث طبيعيا مثل تذبذبات شمالي الأطلس أي أن حجم وشكل التغيرات يتباين عبر النماذج.

واو – ٨ إسقاطات التغييرات في الجليد الأرضي (الجليديات، والغطاء الجليدي، والصفائح الجليدية) والجليد البحري والغطاء الثلجي في المستقبل

ستواصل الجليديات والغطاء الجليدي انحسارها على نطاق واسع خلال القرن الحادي والعشرين، ويتوقع أن يتناقص مرة أخرى الغطاء الثلجي والجليد البحري في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وقد استحدثت طرق مؤخرا لتقدير الجليديات التي تذوب نتيجة للأنماط الموسمية والجغرافية لتغير درجة حرارة الهواء السطحي التي يتم الحصول عليها من تجارب نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات.

وتشير دراسات وضع النماذج إلى أن تطور الكتلة الجليدية تحكمه أساسا التغيرات في درجات الحرارة وليس التغيرات في التهطال بالنسبة للمتوسط العالمي. فقد اجتذبت الصحيفة الجليدية في غربي المنطقة القطبية الشمالية اهتماما خاصا نتيجة لاحتوائها على قدر من الجليد يكفي لرفع مستوى سطح البحر بنحو ٦ أمتار وبسبب الاشارات إلى أن عدم الاستقرار المرتبط بهبوطها إلى تحت سطح البحر قد يؤدي إلى تصرف جليدي سريع عندما تضعف الجروف الجليدية المحيطة. غير أن من المتفق عليه الآن على نطاق واسع أن من غير المحتمل بشدة أن تؤدي خسارة الجليد الأرضي إلى ارتفاع كبير في مستوى سطح البحر من هذا المصدر خلال القرن الحادي والعشرين على الرغم من أن ديناميته لم تفهم بعد بصورة كافية وخاصة لوضع إسقاطات للنطاقات الزمنية الأطول.



الشكل ٢٤: المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر خلال الفترة ١٩٩٠–٢١٠٠ في سيناريوهات التقرير الخاص SRES . حسبت التغيرات في الزيادة الحرارية والجليد الأرضي باستخدام نموذج مناخ بسيط جرى تصميمه بصورة منفصلة لكل نموذج من النماذج السبعة الخاصة بالدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات، وأضيفت مساهمات من التغيرات في الجليد الدائم وتأثيرات الترسبات الدائمة والتعديلات طويلة الأجل في الصفائح الجليدية مع التغير المناخي السابق. وكل خط من الخطوط الستة الظاهر في المناخ يمثل متوسط نماذج الدوران العام في سيناريو من السيناريوهات التوضيحية الستة. وتبين منطقة الظلال الداكنة مدى متوسط نماذج الدوران العام في جميع السيناريوهات الخمسة والثلاثين الواردة في التقرير الخاص SRES. أما المنطقة المظللة بصورة أفتح فتبين مدى جميع نماذج الدوران العام في جميع السيناريوهات الخمسة والثلاثين. أما المنطقة المحددة بالخطوط الخارجية فتبين مدى جميع نماذج الدوران العام والسيناريوهات بما في ذلك عدم اليقين المحيط بالتغيرات في الجليد الأرضي، والتغيرات في الأراضي دائمة التجمد والترسبات الدائمة. ويلاحظ أن هذا المدى لا يراعي عدم اليقين المرتبط بالتغيرات في دينامية الجليد في الصحيفة الجليدية في غرب المنطقة القطبية الشمالية

[استنادا إلى الشكل ١١–١٢].

واو – ٩ إسقاطات التغييرات في مستوى سطح البحر في المستقبل

تقع إسقاطات المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠ باستخدام نطاق نماذج الدوران العام اقتفاء بسيناريو IS92a (بما في ذلك التأثير المباشر لانبعاثات هباء الكبريت) في حدود المدى ٠,١١ إلى ٠,٧٧ م. ويعكس هذا المدى عدم اليقين المنتظم في وضع النماذج. والمساهمات الرئيسية في هذا الارتفاع في مستوى سطح البحر هي:

- تمدد حراري في حدود ٠,١١ إلى ٠,٤٣ م يتسارع خلال القرن الحادي والعشرين؛
- مساهمة جليدية في حدود ٠,١١ إلى ٠,٢٣ م؛
- مساهمة جرينلاند في حدود –٠,٠٢ إلى ٠,٠٩م؛
- ومساهمة من المنطقة القطبية الجنوبية في حدود –٠,١٧ إلى +٠,٠٢م

كما أدرجت في حساب التغير الكامل المساهمات الأصغر حجما من ذوبان أراضي الجليد الدائم، وترسب الترسيبات، والمساهمات الجارية من الصفائح الجليدية نتيجة لتغير المناخ منذ العصر الجليدي الأعظم الأخير. وسعيا إلى وضع مدى لارتفاع مستوى سطح البحر ناشئا عن اختيار مختلف السيناريوهات الواردة في التقرير الخاص SRES، استخدمت نتائج التمدد الحراري وتغير الجليد الأرضي من نماذج بسيطة بعد مواءمتها مع العديد من نماذج الدوران العام (كما حدث في القسم واو–٣ بالنسبة لدرجة الحرارة).

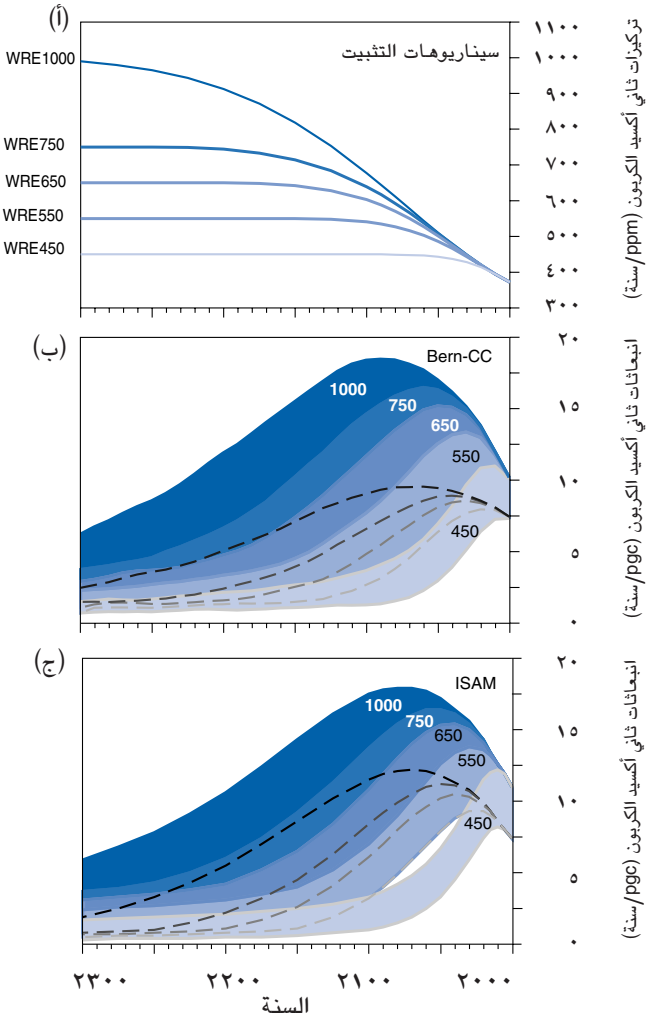
وبالنسبة لمجموع السيناريوهات الكاملة الواردة في التقرير الخاص SRES، يتوقع ارتفاع مستوى سطح البحر في حدود ٠,٠٩ إلى ٠,٨٨ متر خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ٢١٠٠ (انظر الشكل ٢٤) وذلك أساسا نتيجة للتمدد الحراري وخسارة كتلة من الجليديات والأغطية الجليدية. والقيمة الوسطى هي ٠,٤٨م وهو ما يمثل معدلا متوسطا يزيد بنحو مرتين إلى أربع مرات عن المعدل الذي ساد القرن العشرين. وكان مدى ارتفاع مستوى سطح البحر في تقرير التقييم الثاني يبلغ ٠,١٣ إلى ٠,٩٤ متر استنادا إلى سيناريوهات IS92. وعلى الرغم من إسقاطات ارتفاع التغيير في درجة الحرارة في هذا التقييم، فإن إسقاطات مستوى سطح البحر أقل بصورة طفيفة وذلك أساسا نتيجة لاستخدام نماذج محسنة مما أعطى مساهمات أقل من الجليديات والصفائح الجليدية. وإذا استمر التخزين الأرضي بمعدلاته الجارية، يمكن تغيير الإسقاطات إلى –٠,٢١ –٠,١١م. وبالنسبة لمتوسط نماذج الدوران العام، تعطي سيناريوهات التقرير الخاص SRES نتائج تختلف بمقدار ٠,٠٢ متر أو أقل للنصف الأول من القرن الحادي والعشرين. وسوف يتباين ذلك في ٢١٠٠ على مدى يصل إلى نحو ٥٠٪ من القيمة الوسطى. وفيما بعد القرن الحادي والعشرين، يعتمد مستوى سطح البحر بشدة على سيناريو الانبعاثات.

وتتفق النماذج على الخلاصة النوعية التي ترى أن مدى التباين الإقليمي في تغير مستوى البحر يماثل بدرجة كبيرة المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر. غير أن الثقة في التوزيع الإقليمي للتغير في مستوى سطح البحر من نماذج الدوران العام منخفضة نتيجة لعدم وجود الكثير من التماثل بين النماذج، على الرغم من أن جميع النماذج تقريبا تتوقع ارتفاعا أعلى من المتوسط في المحيط القطبي التالي وارتفاعا أقل من المتوسط في المحيط الجنوبي. وعلاوة على ذلك، سوف تستمر تحركات اليابسة الناجمة عن ضغوط القشرة الأرضية أو التكتونكية خلال القرن الحادي والعشرين بمعدلات لن تتأثر بتغير المناخ. ويمكن توقع أن تشهد الأقاليم التي تتعرض حاليا لانخفاض نسبي في مستوى سطح البحر، في عام ٢١٠٠ ارتفاعا في المستوى النسبي لسطح البحر. وأخيرا سوف يحدث ارتفاع كبير في مستويات المياه مع تزايد وتيرتها نتيجة لارتفاع متوسط مستوى سطح البحر. وقد تزيد وتيرتها مرة أخرى إذا زادت وتيرة العواصف أو حدتها نتيجة لتغير المناخ.

واو ١٠– إسقاطات التغيرات في الاستجابة لمستويات تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون

غازات وهباء الدفيئة

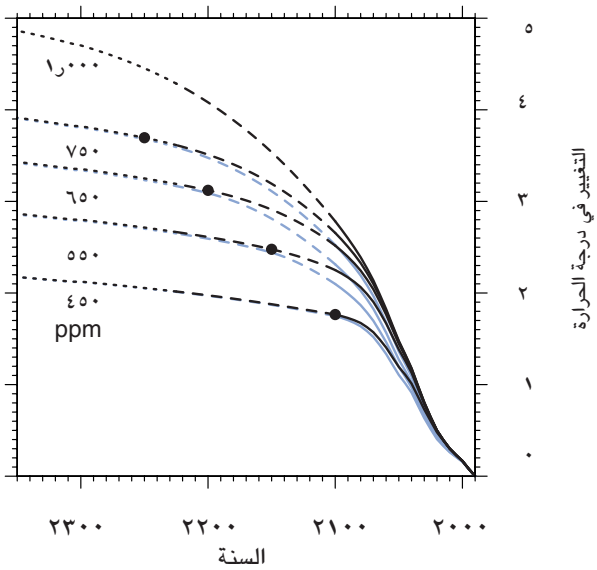
تتطلب جميع ملامح التثبيت التي تمت دراستها خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في نهاية المطاف إلى ما دون المستويات الحالية. رفعت من الملخصات الموصوفة لثاني أكسيد الكربون معدلات انبعاثات هذا الغاز البشري المنشأ التي وصلت عند مستويات تركيز ثاني أكسيد الكربون الثابتة والتي تتراوح بين ٤٥٠ و١٠٠٠ جزء في المليون (الشكل ٢٥أ). ولا تختلف النتائج (الشكل ٢٥ ب) اختلافا كبيرا عن تلك الواردة في تقرير التقييم الثاني، وإن كان المدى أوسع وذلك أساسا نتيجة لمدى امتصاص الكربون الأرضي في المستقبل بسبب الافتراضات المختلفة الواردة في النماذج. وسوف يتطلب التثبيت عند ٤٥٠ أو ٦٥٠ أو ١٠٠٠ خفض الانبعاثات بشرية المنشأ إلى ما دون مستويات ١٩٩٠ في غضون عقدين، ونحو قرن أو نحو قرنين على التوالي، وتستمر في الانخفاض باطراد بعد ذلك. وعلى الرغم من أن هناك قدرة كافية على الامتصاص في المحيط لاستيعاب ٧٠ إلى ٨٠ ٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشرية المنشأ المتوقعة، فإن هذه العملية تستغرق قرونا بالنظر إلى معدل اختلاط مياه البحر. ولذا، فإنه حتى بعد عدة قرون من حدوث الانبعاثات، سيشكل نحو ربع الزيادة في التركيزات الناجمة عن هذه الانبعاثات مستقرا في الغلاف الجوي. ويتطلب المحافظة على تركيز ثابت لمستوى ثاني أكسيد الكربون بعد عام ٢٣٠٠ انخفاض الانبعاثات لتواكب معدل امتصاص الكربون في ذلك الوقت. غير أن نقاط الامتصاص في الأراضي الطبيعية والمحيطات التي تتمتع بالقدرة على الاستمرار لمئات أو آلاف السنين تعتبر صغيرة (أقل من ٠,٣ PgC في السنة)



الشكل ٢٥: الانبعاثات المسقطة من ثاني أكسيد الكربون التي تنتج تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكبربون في الغلاف الجوي بقيم نهائية مختلفة. اللوحة (أ) تبين مسارات تركيز ثاني أكسيد الكربون (سيناريو WRE) وتبين اللوحتان (ب) و(ج) انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتضمنة على النحو الذي حددته الاسقاطات باستخدام نموذجين سريعين لدورة الكربون هما: ISAM, Bem-CC . وتم الحصول على النطاقات النموذجية في ISAM بمواءمة النموذج لوضع تقدير تقريبي لنطاق الاستجابات لثاني أكسيد الكربون والمناخ من خلال مقارنات نموذجية. وقد أعطى هذا الأسلوب مستوى منخفض لعدم اليقين في استجابة دورة الكربون. وتم الحصول على النطاقات النموذجية في نموذج Bem-CC من خلال جمع مختلف افتراضات الحدود عن سلوك تأثيرات تخصيب ثاني أكسيد الكربون، واستجابة الاستنشاق البشري لدرجة الحرارة ووقت الدوران في المحيطات ومن ثم اقترب من الحدود القصوى لعدم اليقين في استجابة دورة الكربون. وقد أشير إلى الحدود القصوى والدنيا في كل نموذج من خلال أعلى وأسفل المنطقة المظللة. في المقابل، أشير إلى الحدود الدنيا (المختفية) بخط التظليل.
[استنادا الى الشكل ٣-١٣].

درجات الحرارة

يواصل المتوسط العالمي لدرجات الحرارة زيادته لمدة مائة عام بمعدل بضعة أعشار الدرجة في القرن الواحد بعد ثبات تركيزات ثاني أكسيد الكربون وذلك نتيجة للمستويات الزمنية الأطول مدى في المحيطات. فإنعكاسات على درجات الحرارة نتيجة لملامح تركيز ثاني أكسيد الكربون المؤدية إلى التثبيت من ٤٥٠ جزء من المليون إلى ١٠٠٠ جزء من المليون تمت دراستها باستخدام نموذج مناخي بسيط جرت مواءمته مع نماذج الدوران العام السبعة على أساس متوسط حساسية مناخية قدره ٢,٨ ه س. ويبين النظام المناخي، بالنسبة لجميع المسارات المؤدية إلى التثبيت، حدوث احترار كبير خلال القرن الحادي والعشرين وما بعده (انظر الشكل ٢٦). وكلما انخفض المستوى الذى يجري تثبيت التركيزات عنده، انخفض التغيير في درجة الحرارة الكلية.



الشكل ٢٦: نتائج النموذج البسيط: المتوسط العالمي المسقط للتغيرات في درجة الحرارة عند تثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون حسب ملامح WRE (انظر الفصل ٩ القسم ٩-٣-٣). وللمقارنة، ترد أيضا النتائج المعتمدة على الملامح S في تقرير التقييم الثاني باللون الأخضر S10 (غير متوافر). والنتائج عبارة عن المتوسط المستخلص من نموذج المناخ البسيط الذي جرت مواءمته مع نماذج الدوران العام السبعة. والسيناريو الأساسي هو السيناريو AIB، وقد حدد ذلك حتى عام ٢١٠٠ فقط. أما بعد ذلك، فإن من المفترض أن تبقى انبعاثات الغازات الأخرى غير أكسيد الكربون ثابتة بقيمتها في السيناريو AIB لعام ٢١٠٠. ومضت الإسقاطات وفقا لمستوى تثبيت ثاني أكسيد الكربون. وتشير الخطوط المتقطعة بعد عام ٢١٠٠ إلى زيادة عدم اليقين في نتائج نموذج المناخ البسيط بعد ٢١٠٠. وتشير النقط السوداء إلى وقت تثبيت ثانى أكسيد الكربون. وسنة التثبيت في ملامح WRE1000 هي عام ٢٣٧٥.
[استنادا إلى الشكل ٩-١٦].

مستوى سطح البحر

إذا حدث تثبيت لتركيزات غازات الدفيئة (حتى على المستويات الحالية) سوف يستمر مستوى سطح البحر، رغم ذلك، في الارتفاع لعدة مئات من السنين. فبعد ٥٠٠ عام، قد لا يكون ارتفاع مستوى سطح البحر الناجم عن التمدد الحراري قد وصل إلا إلى نصف مستواه في نهاية المطاف الذي تشير النماذج إلى

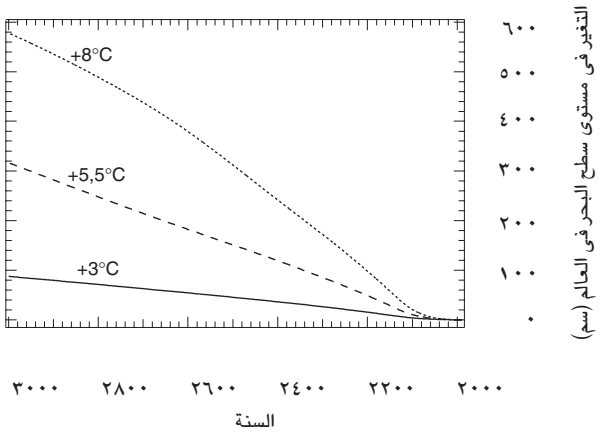
أنه سيكون في حدود ٠,٥ إلى ٢,٠ م و١ إلى ٤ م بالنسبة لمستويات ثاني أكسيد الكربون التي تزيد مرتين أو أربع مرات عن عصر ما بعد الصناعة على التوالي. ويتسم النطاق الزمني الأطول مدى بعمليات الانتشار الضعيف والدوران البطئ الذي ينقل الحرارة إلى عمق المحيط.

يحتمل فقد جزء كبير من مجموع الكتلة الجليدية. والأرجح كثيرا أن المناطق التي كان يغطيها الجليد بدرجة هامشية سوف تصبح خالية من الجليد.

وستواصل الصفائح الجليدية التفاعل مع تغير المناخ خلال العدة آلاف سنة القادمة حتى في حالة استقرار المناخ. فالصفائح الجليدية الحالية في المنطقة القطبية الشمالية وجرينلاند تحتوي، معا، على كميات من المياه تكفي لرفع مستوى سطح البحر بما يقرب من ٧٠ م في حالة ذوبانها، ولذا فإن أي تغيير جزئي ضئيل في حجمها سيكون له تأثير كبير.وتتوقع النماذج أن احترارا متوسطا سنويا محليا أكبر من ٣ ه س يستمر لعدة الفيات يمكن أن يؤدي إلى ذوبان كامل تقريبا للصفيحة الجليدية في غلاينلاند مما سيؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو ٧ أمتار. ودرجات الحرارة المسقطة فوق غلاينلاند أعلى بصفة عامة من المتوسط العالمي لدرجة الحرارة بعامل ١,٢ إلى ٣,١ في مجموعة النماذج المستخدمة في الفصل ١١. وإذا حدث احترار فوق جرينلاند بمقدار ٥,٥ ه س بما يتسق وسيناريوهات النطاق الأوسط للتثبيت (انظر الشكل ٢٦)، فإن من المرجح أن تسهم الصفيحة الجليدية لجرينلاند بنحو ٣ أمتار خلال ١٠٠٠ عام. وإذا حدث الاحترار بمقدار ٨ ه س، ، فإن المساهمة ستبلغ ٦ أمتار، حيث تذوب الصفيحة الجليدية إلى حد كبير. أما إذا كان الاحترار بمقدار أقل، فإن اختفاء الصفيحة الجليدية قد يتم بوتيرة منخفضة عن ذلك بكثير. (انظر الشكل ٢٧).

وتتوقع نماذج دينامية الجليد الحالية مساهمة الصفيحة الجليدية في غربي المنطقة القطبية الجنوبية بما لا يزيد على ٣ مم/سنويا في ارتفاع مستوى سطح البحر خلال الألف سنة القادمة حتى إذا حدثت تغييرات كبيرة في الجروف الجليدية. وتعتمد هذ النتائج إلى حد كبير على الافتراضات النموذجية ذات الصلة بسيناريوهات تغير المناخ، ودينامية الجليد وغير ذلك من العوامل. وبصرف النظر عن احتمال حدوث عدم استقرار في الدينامية الداخلية للجليد، فإن ذوبان السطح سوف يؤثر في التقلبية طويلة الأجل للصفيحة الجليدية في منطقة القطب الجنوبي. فبالنسبة للاحترار بأكثر من ١٠ ه س ، تتنبأ نماذج جريان المياه البسيطة بأنه قد تتطور منطقة فقد كتلة صافية على سطح الصفيحة الجليدية. وسوف ينشأ تحلل لا رجعة فيه في الصفيحة الجليدية لغرب المنطقة القطبية الجنوبية وذلك لأن هذه الآخيرة لا يمكنها التراجع إلى مناطق أعلى بمجرد خضوع هوامشها للذوبان السطحي وتبدأ في الانحسار. وسوف يستغرق هذا التحلل بضعة ألفيات على الأقل.

وسوف تشمل عتبات التحلل الكامل للصفيحة الجليدية في شرق المنطقة القطبية الجنوبية نتيجة للذوبان السطحي احترارا يزيد على ٢٠ ه س، وهو وضع لم يحدث منذ ١٥ مليون سنة على الأقل، وأبعد ما يكون عن التنبؤ في أي سيناريو لتغير المناخ تجري دراسته في الوقت الحاضر.



الشكل ٢٧: استجابة الصفيحة الجليدية في جرينلاند لثلاثة سيناريوهات لاحترار المناخ خلال الألفية الثالثة محسوبة على أساس التغييرات المقابلة في مستوى سطح البحر في العالم. ويشير المنحنى إلى متوسط الارتفاع في درجات الحرارة فوق جرينلاند عام ٣٠٠٠ على النحو الذي تنبأ به نموذج من بعدين للمناخ والمحيطات مدفوعا بارتفاع تركيزات غازات الدفيئة حتى عام ٢١٣٠ وبقائه ثابتا بعد ذلك. يلاحظ أن درجات الحرارة المتوقعة فوق جرينلاند تزيد بصورة عامة عن المتوسط العالمي للحرارة بعامل ١,٢ إلى ٣,١ لمجموعة النماذج المستخدمة في الفصل ١١ [استنادا إلى الشكل ١١-١٦].

زاي – تقدم الفهم

تضمنت الأقسام السابقة وصفا للحالة الراهنة للمعارف عن المناخ في الماضي والحاضر، والفهم الحالي لعوامل وعمليات التأثير في نظام المناخ والكيفية التي يمكن بها تمثيلها بصورة جيدة في النماذج المناخية. وقدمت في ضوء المعارف المتوافرة اليوم، أفضل التقديرات عما إذا كان يمكن رصد التغير في المناخ وما إذا يمكن أن يعزى التغير إلى التأثيرات البشرية. ووضعت، بأفضل المتوافر من أدوات، إسقاطات للطريقة التي يمكن أن يتغير بها المناخ في المستقبل في إطار سيناريوهات مختلفة لانبعاثات غازات الدفيئة.

ويتطلع هذا القسم إلى المستقبل بطريقة مختلفة. فعدم اليقين يسود كل خطوة من خطوات السلسلة ابتداء من انبعاثات غازات وهباء الدفيئة حيث التأثيرات التي تمارسها على النظام المناخي والمجمل (انظر الشكل ٢٨) وهناك العديد من العوامل التي مازالت تحد من القدرة على رصد وعزو وفهم تغير المناخ في الوقت الحالي، ووضع إسقاطات لما قد تكون عليه التغييرات المناخية في المستقبل. ومازال الأمر يحتاج إلى مزيد من العمل في تسعة مجالات عامة.

زاي – ١ البيانات

وقف تدهور شبكات الرصد في كثير من أنحاء العالم. فما لم يتم تحسين هذه الشبكات بصورة ملموسة، قد يتعذر أو يستحيل رصد تغير المناخ في كثير من مناطق العالم.

توسيع نطاق أساس الرصد في دراسات المناخ لتوفير بيانات دقيقة وطويلة المدى مع زيادة التغطية الزمنية والمكانية. ونظرا لما ينطوى عليه النظام المناخي من تعقيد، والنطاق الزمني متعدد العقود الذي يتسم به، ثمة حاجة إلى بيانات متساوقة طويلة الأجل لدعم استكشافات وإسقاطات تغير المناخ والبيئة. وهناك حاجة إلى توفير بيانات من الوقت الحاضر والماضي القريب، والبيانات ذات الصلة بالمناخ خلال القرون القليلة الماضية، والألفيات العديدة السابقة. وثمة نقص شديد في البيانات المتعلقة بالمناطق والبيانات القطبية لإجراء التقييم الكمي للأحداث المتطرفة على النطاق العالمي.

زاي – ٢ نظم المناخ ووضع نماذجها

تحسين تقدير انبعاثات وتركيزات غازات وهباء الدفيئة في المستقبل. فمن المهم بصورة خاصة تحقيق تحسينات في استخلاص التركيزات من انبعاثات الغازات وخاصة الهباء لدى معالجة موضوع الامتصاص البيولوجي الكيماوي والدوران وعلى وجه الخصوص لدى تحديد المساهمة المكانية والزمنية لمصادر ثاني أكسيد الكربون وبالوعات الامتصاص في الوقت الحاضر والمستقبل.

فهم وتوصيف العمليات المهيمنة بصورة كاملة (مثل مزج مياه المحيطات) والتغذيات المرتدة (مثل من السحب والمحيطات العميقة). وتكتسي هذه النظم الفرعية والظواهر والعمليات أهمية وتستحق زيادة الاهتمام بها لتحسين قدرات التنبؤ بصفة عامة. وسيكون التفاعل بين الرصد والنماذج مفتاح التقدم. فالتأثير السريع للنظام غير الخطي ينطوى على إمكانيات كبيرة في إنتاج المفاجآت.

معالجة أنماط التقلبية المناخية الأطول مدى بدرجة أكبر من الاكتمال. وينشأ هذا الموضوع في الحسابات النموذجية والنظام المناخي. ففي عمليات المحاكاة، يتعين توضيح مسألة انجراف المناخ بصورة جزئية في إطار الحسابات النموذجية بصورة أفضل، لأنه يؤدي إلى تفاقم صعوبة التمييز بين العلاقة والضوضاء. وفيما يتعلق بالتقلبية الطبيعية طويلة الأجل في النظام المناخي في حد ذاته، من المهم فهم هذه التقلبية، وتوسيع نطاق قدرات التنبؤ بأنماط التقلبية المنظمة مثل التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو.

استكشاف الطابع الاحتمالي لحالات المناخ في المستقبل بصورة أكثر اكتمالا من خلال وضع مجموعات متعددة من الحسابات النموذجية. فالنظام المناخي عبارة عن نظام مشوش غير خطي مرتبط ومن ذلك فإن التنبوءات طويلة الأجل بحالات المناخ على وجه الدقة في المستقبل غير ممكنة. والأحرى أن يظل التركيز منصبا على التنبؤ بالتوزيع الاحتمالي لحالات النظام المحتملة في المستقبل من خلال جيل من مجموعات الحلول النموذجية.

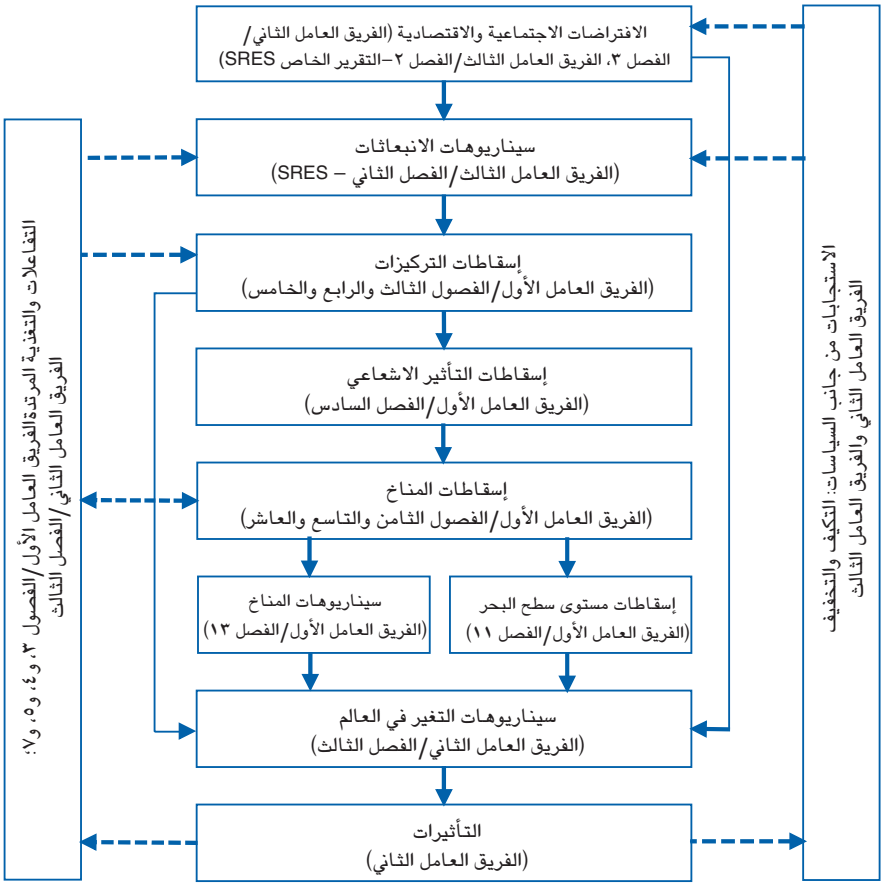
تحسين الهيكل المتكامل لنماذج المناخ العالمي والإقليمي مع التركيز على تحسين محاكاة التأثيرات الإقليمية وأحداث الطقس المتطرفة. وسوف يتطلب ذلك تحسينات في فهم الترابط بين نظم المحيطات والغلاف الجوي واليابسة الرئيسية ودراسات وضع النماذج التشخيصية والرصدية واسعة النطاق التي تتولى تقييم وتحسين الأداء عن طريق المحاكاة. وثمة مسألة هامة بصورة خاصة تتمثل في توافر البيانات الكافية اللازمة للهجوم على مسألة تغيير الأحداث المتطرفة.

زاي – ٣ الجوانب البشرية

زيادة الربط الرسمي بين النماذج الفيزيائية البيولوجية الكيماوية المتعلقة بالمناخ ونماذج النظام البشري ومن توفير الأساس للقيام بعمليات استكشاف واسعة النطاق لأنماط السبب والعلة والسبب المحتمل التي تربط بين العناصر البشرية وغير البشرية لنظام الأرض. ولا تعالج التأثيرات البشرية عموما حاليا إلا من خلال سيناريوهات الانبعاثات التي توفر التأثيرات الخارجية لنظام المناخ. وسوف يتعين في المستقبل توفير نماذج أكثر شمولا يتعين على النشاطات البشرية في ظلها أن تبدأ في التفاعل مع دينامية النظم الفرعية الفيزيائية والكيماوية والبيولوجية من خلال مجموعة متنوعة من النشاطات المساهمة والتغذية المرتدة والاستجابات.

زاي – ٤ الإطار الدولي

الإسراع دوليا بوتيرة التقدم في فهم تغير المناخ من خلال تعزيز الإطار الدولي اللازمة لتنسيق التأثيرات القطرية والمؤسسية حتى يمكن استخدام البحوث والموارد الحاسوبية والرصدية في تحقيق أكبر المنافع. وتتوافر عناصر هذا الإطار في البرامج الدولية التي يدعمها المجلس الدولي للاتحادات العلمية، ومنظمة الأرصاد العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والثقافة والعلوم (اليونسكو). وثمة حاجة مقابلة لتعزيز التعاون داخل دوائر البحوث الدولية وبناء القدرات البحثية في كثير من المناطق، ووصف مستحدثات البحوث، مثلما يفعل هذا التقدير، بأسلوب يفيد صانعي القرار.



الشكل ٢٨: مجموعة عدم اليقين في الاسقاطات التي سيجري دراستها لوضع سيناريوهات خاصة بالمناخ وما يتصل به لتحديد تأثيرات تغير المناخ وتقديرات التكيف معها وتخفيف حدتها.
[استنادا إلى الشكل ١٣–٢].

مصدر المعلومات: الملخص الفني

يوفر هذا المرفق الاسناد الترافقي للموضوعات الواردة في الملخص الفني (الصفحة والقسم) والأقسام من الفصول التي تحتوي على المعلومات المفصلة عن الموضوع

القسم ألف : مقدمة

الصفحة	الملخص الفني
٢٥	ألف–١ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأفرقة العمل التابعة لها (من أمانة الهيئة، جنيف) أوعلى صفحة الانترنت: http://www.ipcc.ch
٢٥	ألف–٢ تقريرا التقييم الأول والثاني للفريق العامل الأول

IPCC, 1990a: Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. J.T. Houghton, G.J. Jenkins and J.J. Ephraums (eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 365 pp.

IPCC, 1992: Climat Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. J.T.Houghton, B.A. Callander and S.K. Varney (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 198 pp.

IPCC, 1994: Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios. J. T. Houghton, L. G. Meira Filho, J. Bruce, Hoesung Lee, B.A. Callander, E, Haites, H. Harris and K. Maskell (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 339pp.

IPCC, 1996a: Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J. T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 572pp.

٢٦	ألف–٣ تقييم التقرير الثالث: هذا الملخص الفني ترد المعلومات الأساسية في الفصل الأول الاطار ١: ما الذي يدفع بالتغييرات في المناخ؟ ● الفصل الأول

القسم ب : التغيرات المرصودة في نظام المناخ

الصفحة

٢٨ باء–١ التغييرات المرصودة في درجات الحرارة من خلال السجلات المعتمدة على الأجهزة للأراضي والمحيطات – ● الفصل ٢–٢–٢ و٢–٣
سجلات درجات الحرارة فوق الطبقة السطحية من التوابع الاصطناعية والبالونات والطقس
● الفصل ٢–٢–٣ و٢–٢–٤
درجات حرارة سطح الأرض، خلال فترة ما قبل استخدام الأجهزة، من السجلات التقريبية– (الألف عام الأخيرة) ● الفصل ٢–٣
العصر الجليدي الأخير وما يتصل به من ذوبان – ● الفصل ٢–٤.

٣٢ باء –٢ التغييرات المرصودة في التهطال ورطوبة الغلاف الجوي
استمر معدل التهطال الأرضي السنوي – ● الفصل ٢–٥–٢
بخار الماء – ● الفصل ٢–٥–٥٣
كمية السحب – ● الفصل ٢–٥–٥

٣٢ باء –٣ التغيرات المرصودة في الغطاء الثلجي وصفحة الجليد الأرضي والبحري
الغطاء الثلجي وصفحة الجليد الأرضي – ● الفصل ٢–٢–٥
كميات الجليد البحري – ● الفصل ٢–٢–٥
كثافة الجليد البحري – ● الفصل ٢–٢–٥

٣٣ باء –٤ التغييرات المرصودة في مستوى سطح البحر
التغيرات خلال سجل الأجهزة
بيانات قياس المد خلال القرن العشرين – ● الفصل ١١–٣–٢
الاطار ٢: ما الذي يتسبب في تغير مستوى سطح البحر. – ● الفصل ١١–٢
التغييرات خلال سجلات ما قبل الأجهزة – ● الفصل ١١–٣–١

٣٥ باء – ٥ التغييرات المرصودة في أنماط الدوران في الغلاف الجوي والمحيطات
سلوك الذبذبات الجنوبية الناجمة عن ظاهرة النينيو – ● الفصل ٢–٦–٢ و٢–٦–٣
ذبذبات شمال الأطلسي، القطب الشمالي والقطب الجنوبي – ● الفصل ٢–٦–٥ و٢–٦–٦

٣٥ باء – ٦ التغييرات المرصودة في التقلبية المناخية واحداث الطقس والمناخ المتطرفة
التهطال الشديد والمتطرف – ● الفصل ٢–٧–٢
العواصف المدارية وفوق المدارية – ● الفصل ٧–٢–٣

٣٥ باء –٧ الصورة الجماعية: عالم ترتفع درجة حرارته وتغييرات أخرى في النظام المناخي
عالم ترتفع درجة حرارته – ● الفصل ٢–٨
تغيير بسيط أو لا تغيير – ● الفصل ٢–٢–٥ و٢–٧–٣

جيم-عوامل التأثير التي تسبب تغير المناخ

الصفحة

٤١ جيم -١ التغييرات المرصودة في تركيزات غازات الدفيئة الممزوجة جيدا والتأثير الاشعاعي
ثاني أكسيد الكربون - ● الفصل ٣-٢-٢، ٣-٢-٣، ٣-٣-١، ٣-٣-٢ و٣-٥ و٦-١٣
الميثان - ● الفصل ٤-٢-١- و٦-١٣
أكسيد النيتروز - ● الفصل ٤-٢ و٦-١٣
الكربون الهالوجيني والتركيبات ذات الصلة - ● الفصل ٤-٢-٢- و٦-١٣

٤٦ جيم -٢ التغيرات المرصودة في الغازات الأخرى الهامة من الناحية الاشعاعية
الأوزون في الغلاف الجوي - ● الفصل ٤-٢-٢- و٤-٢-٤ و ٦-١٣
الغازات التي لها تأثيرات اشعاعية غير مباشرة فقط - ● الفصل٤-٢-٣ و٦-١٣

٤٧ جيم -٣ التغييرات المرصودة والنموذجية في الهباء
● الفصل ٥-١، ٥-٢، ٥-٣ و٥-٤ ● والفصل ٦-٧، ٦-٨

٤٨ جيم - ٤ التغيرات المرصودة في عوامل التأثير الأخرى بشرية المنشأ
التغييرات في استخدام الأراضي (البياض) - ● الفصل ٦-١٣

جيم - ٥ التغييرات المرصودة النموذجية في النشاط الشمسي والبركاني
٤٩ التغييرات المرصودة النموذجية في النشاط الشمسي والبركاني - ● الفصل ٦-١٠

٤٩ جيم - ٦ احتمالات احترار العالم
احتمالات احترار العالم - ● الفصل ٦-١٢

دال – محاكاة النظام المناخي وتغيراته

الصفحة

٥٣ دال – ١ عمليات المناخ والتغذية المرتدة
الاطار ٣: النماذج المناخية: كيف توضع وكيف تستخدم؟ – ● الفصل ٨–٣
بخار الماء – ● الفصل٧–٢–١
السحب – ● الفصل ٧–٢–٢– و٨–٥–١
الستراتوسفير – ● الفصل ٧–٢–٤ ، ٧–٢–٥ و٨–٥–١
المحيطات – الفصل ● ٧–٣ والفصل ● ٨–٥–٢
الكريوسفير – الفصل ● ٧–٥ والفصل ● ٨–٥–٣
سطح اليابسة – الفصل ● ٧–٤ ● والفصل ٨–٥–٤
دورة الكربون – ● الفصل ٣–٦.

٥٥ دال – ٢ النظم المترابطة
طرق التقلبية الطبيعية – ● الفصل ٧–٦ ● والفصل ٨–٧.
الاطار ٤ التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو – ● الفصل ٧–٦–٥ ● والفصل ٨–٧–١
الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي – ● الفصل ٧–٣–٧ و٧–٧، ● الفصل ٩–٣–٤
الأحداث غير الخطية وسرعة تغير المناخ – ● الفصل ٧–٧

٥٧ دال – ٣ تقنيات التفاصيل الاقليمية
فئات التقنيات – ● الفصل ١٠–١، ١٠–٢ ● والفصل ١٣
Coarse resolution AOGCMs ● الفصل ١٠–٣، ● الفصل ١٣
- High resolution RCMs ● الفصل ١٠–٥، ● الفصل ١٣

٥٧ دال – ٤ التقييم العام للقدرات
تعديل التدفق – ● الفصل ٧–٢، ٧–٣ و٧–٦، ● الفصل ٨–٤ و٨–٩
مناخ القرن العشرين ● الفصل – ٨–٦
الأحداث المتطرفة – ● الفصل ٨–٨
التقلبية متعددة السنوات – ● الفصل ٨–٧
المقارنات بين النماذج – ● الفصل ٨–٦–٢ و٨–١٠

القسم هاء – تحديد التأثيرات البشرية على تغير المناخ

الصفحة

٥٩ هاء – ١ معنى الرصد والعزو – ● الفصل ١٢–١–١ و١٢–٢

٥٩ هاء – ٢ قياس رصدي أطول مدى وأكثر تفحصا عن قرب
ثلاث سنوات من السنوات الخمس الأخيرة – ● الفصل ١٢–٢–١

٥٩ هاء – ٣ تقديرات نموذجية جديدة للتقلبية الداخلية
الاحترار الذي حدث خلال المائة عام الماضية – ● الفصل ١–٢–٢–٢

٦٠ هاء – ٤ تقديرات جديدة للاستجابات للتأثيرات الطبيعية – ● الفصل ١٢–٢–٣

٦٠ هاء – ٥ الحساسية لتقديرات علامات تغير المناخ
الاستجابات النموذجية للتأثيرات بشرية المنشأ – ● الفصل ١٢–٢–٣
مساهمة هامة للتأثيرات بشرية المنشأ – ● الفصل١٢–٢–٣

٦١ هاء – ٦ مجموعة شاسعة من تقنيات الرصد
درجات الحرارة – ● الفصل ١٢–٣ و١٢–٤
مستوى سطح البحر – ● الفصل ١١–٤

٦٤ هاء – ٧ حالات عدم اليقين المتبقية في الرصد والعزو
الملخص – ● الفصل ١٢–٥

٦٤ هاء–٨ الخلاصة
معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الماضية ● الفصل ١٢–٦

واو – إسقاطات مناخ الأرض في المستقبل

الصفحة

٦٤ واو–١ التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ *SRES*
سيناريوهات التقرير الخاص SRES ● الفصل ٦–١٥–٢
الاطار ٥: سيناريوهات الانبعاث في التقرير الخاص لسيناريوهات الانبعاثات - SRES ● الفصل ٦–١٥–٢، التقرير الخاص SRES، المرفق الثاني

٦٥ واو–٢ إسقاطات التغيرات في المستقبل في غازات الدفيئة والهباء
مسارات تركيز مختلفة لثانى أكسيد الكربون – ● الفصل ٣–٣ و٣–٧، المرفق الثاني
تخزين الكربون في النظم الإيكولوجية الأرضية– ● الفصل ٣–٢ و٣–٦
كثرة غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون – ● الفصل ٤–٣، ● الفصل ٦–١٥، المرفق الثاني.
انبعاثات غازات الدفيئة غير المباشرة والكيمياء الجوية – ● الفصل ٤–٤–٤ و٤–٤–٥، ● الفصل ٦–١٥
انبعاثات غازات الدفيئة غير المباشرة ونوعية الهواء – ● الفصل ٤–٤ ٥
توقف وفرة الهباء على الانبعاثات – ● الفصل ٥–٥ و٦–١٥، المرفق الثاني
سيناريوهات انبعاثات الهباء المسقطة و- SRES ● الفصل ٥–٥
التأثيرات الاشعاعية – ● الفصل ٦–١٥ والمرفق الثاني

٦٩ واو – ٣ إسقاطات التغيرات المقبلة في درجات الحرارة
نتائج نموذج الدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات – ● الفصل ٩–٣
نتائج النموذج المناخي البسيط – ● الفصل ٩–٣

٧٢ واو – ٤ إسقاطات التغيرات في التهطال في المستقبل
المعدل الإجمالي للتساقطات والتقلبية – ● الفصل ٩–٣

٧٤ واو – ٥ إسقاطات التغيرات في الأحداث المتطرفة في المستقبل
التغييرات في الأحداث المتطرفة – ● الفصل ٩–٣–٦

٧٦ واو – ٦ إسقاطات التغيرات في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيط
ضعف الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي – ● الفصل ٩–٣–٤

٧٦ واو – ٧ إسقاطات التغييرات في طرق التقلبية الطبيعية في المستقبل
التغييرات في طرق التقلبية الطبيعية – ● الفصل ٩–٣–٥

٧٦ واو – ٨ إسقاطات التغييرات في الجليد الأرضي (الجليديات، والغطاء الجليدي، والصفائح الجليدية) والجليد البحري والغطاء الثلجي في المستقبل
الجليديات، والغطاء الجليدي، والصفائح الجليدية – ● الفصل ١١–٥–٤

٧٨ واو – ٩ إسقاطات التغييرات في مستوى سطح البحر في المستقبل – ● الفصل ١١–٥–١
التباين الإقليمي في تغير مستوى البحر – ● الفصل ١١–٥–٢
التطرف في مستوى سطح البحر – ● الفصل ١١–٥–٣

٧٨ واو – ١٠ إسقاطات التغيرات في الاستجابة لملامح تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون
غازات وهباء الدفيئة – ● الفصل ٣–٧–٣
درجات الحرارة – ● الفصل ٩–٣–٣
مستوى سطح البحر – ● الفصل ١١–٥–٤

القسم زاي – تقدم الفهم

الصفحة

٨١ زاي – ١ البيانات
تدهور شبكات الرصد في كثير من أنحاء العالم ● الفصل ١٤–٢–١

٨١ زاي – ٢ عمليات المناخ ووضع نماذجها
غازات وهباء الدفيئة – ● الفصل ١٤–٢–٦
المعالجات ● الفصل ١٤–٢–٣
أنماط التقلبية – ● الفصل ١٤–٢–٢
تجمعات نتائج النماذج – ● الفصل ١٤–٢–٢
الهيكل المتكامل لنماذج المناخ – ● الفصل ١٤–٢–٢

٨١ زاي – ٣ الجوانب البشرية
النظام الفيزيائي/النظام الانساني – ● الفصل ١٤–٣، ● الفصل ١٣–١

٨١ زاي – ٤ الإطار الدولي
التنسيق، ● الفصل ١٤–٤

قائمة المصطلحات الواردة في تقرير الفريق العامل الأول

تحرير: أ .ب م . باید

[← تشير أن المصطلحات التالية ترد أيضا في هذه القائمة. ولا تظهر كل المصطلحات الواردة في هذه القائمة في ملخص واضعي السياسات أو الملخص الفني].

فترة التكيف
انظر أيضا : Lifetime و Response time

***Aerosols* هباء**
مجموعة من الجسيمات الصلبة أو السائلة التى يحملها الهواء يتراوح حجمها عادة بين ٠,٠١ و١٠ . μ m وتبقى هذه الجسيمات في الغلاف الجوي لعدة ساعات على الأقل. وقد يكون الهباء طبيعيا أو بشري المنشأ. وقد يؤثر في المناخ بطريقتين: مباشرة من خلال بعثرة أو امتصاص الاشعاع وبصورة غير مباشرة من خلال العمل في شكل خلايا تكثيف لتكوينات السحب أو تعديل الخصائص البصرية وفترة بقاء السحب. ← انظر تأثيرات الهباء غير المباشرة.
وأصبح هذا المصطلح يرتبط، خطأ، بقوة الدفع في رذاذات الأيروسول.

***Afforestation* التشجير**
غرس أشجار جديدة في الأراضى التي كانت تحتوى تاريخيا على غابات . لمناقشة هذا المصطلح ← الغابات وما يتصل بها مثل التشجير وإعادة التشجير وإزالة الأشجار. انظر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي، والتغيير في استخدام الأراضي والغابات (IPCC 2000).

***Albedo* بياض**
الجزء من الاشعاع الشمسي الذي يعكس سطح أو هدف، ويعبر عنه عادة في صورة نسبة مئوية. وللسطوح المغطاة بالثلج بياض مرتفع. ويتراوح بياض الشمس بين المرتفع والمنخفض. والسطوح المغطاة بالنباتات والمحيطات لها بياض منخفض. ويتباين البياض الأرضي وذلك أساسا نتيجة لتباين السحب والثلوج والجليد ومنطقة الأوراق والتغيرات في الغطاء الأرضي.

***Altimetry* قياس الارتفاع**
تقنية لقياس ارتفاع سطح البحر واليابسة والجليد. فعلى سبيل المثال، فإن ارتفاع سطح البحر (بالمقارنة بمركز الأرض أو بصورة أكثر تقليدية، بالمقارنة بمعيار (المجسم الناقص من الدوران ellipsoid of revolution) يمكن قياسه من الجو بواسطة مقياس ارتفاع حديث ذي دقة تصل إلى سنتيمترات. ولقياس الارتفاع ميزة أنه مقياس يتعلق بإطار مرجعي أرضي وليس لمستوى أرض مثلما الحال في مقياس المد أو عرض التغطية شبه العالمية.

***Anthropogenic* بشري المنشأ**
ناشئ عن البشر أو من إنتاجهم أو تأثيرهم.

***Atmosphere* الغلاف الجوي**
غلاف من الغازات يحيط بالكرة الأرضية. ويتألف الغلاف الجوي الجاف من النيتروجين كلية تقريبا (٧٨,١٪ معدل مزج الحجم) والأكسجين (٢٠,٩ من معدل مزج الحجم) بالإضافة إلى عدد من الغازات النادرة مثل الأرجون (٠,٩٣ ٪ من معدل مزج الحجم) وهليوم ← وغازات الدفيئة النشطة اشعاعيا مثل ← ثاني أكسيد الكربون (٠,٠٣٥٪ من معدل مزج الحجم) والأوزون. وعلاوة على ذلك يحتوي الغلاف الجوي على بخار الماء الذي تتسم كميته بالتقلب الشديد إلا أنها عادة في حدود ١٪ من معدل مزج الحجم. كما يحتوي الغلاف الجوي على السحب ← والهباء.

***Attribution* العزو**
انظر: ← Detection and Attribution.

***autorophic respiration* استنشاق المغذيات النباتية**
انظر: ← Respiration by photosynthetic organisms.

***Biomass* الكتلة الاحيائية**
مجموع كتلة الكائنات الحية في منطقة أو حجم معين. وكانت المواد النباتية الميتة تدرج عادة حتى وقت قريب باعتبارها كتلة احيائية معينة.

***Biosphere (terrestrial and marine)* البيوسفير (الأرضي والمحيطي) الغلاف الحيوي**
الجزء من نظام الأرض الذي يشمل جميع ← النظم الإيكولوجية والكائنات الحية في الغلاف الجوي وعلى الأرض (الغلاف الحيوي للأرض) أو في المحيطات (الغلاف الحيوي البحري) ويشمل المادة العضوية الميتة مثل النفايات والمادة العضوية في التربة ومخلفات المحيطات.

Black carbon الكربون الأسود
هو نوع محدد عمليا استنادا إلى قياس امتصاص الضوء والتفاعل الكيماوي و/أو الاستقرار الحراري، ويتألف من السناج والفحم النباتي و/أو المادة العضوية غير القابلة للصهر الماصة للضوء (المصدر: Charlson and Heintzenberg 1995, p. 401kzn

Burden الحمل
مجموع الكتلة من المادة الغازية المثيرة للقلق في الغلاف الجوي.

Carbonaceous aerosol الهباء الكربوني
هباء يتكون أساسا من المواد العضوية ومختلف أشكال ← الكربون الأسود (المصدر: Charlson and Heintzenberg 1995, p. 401).انظر الكربون الأسود.

Carbon cycle دورة الكربون
يستخدم المصطلح للتعبير عن تدفق الكربون (في أشكال مختلفة مثل ثاني أكسيد الكربون) من خلال الغلاف الجوي والمحيطات والمحيط الحيوي الأرضي وليتوسفير. انظر ← بيوسفير وليتوسفير.

Carbon dioxide (CO2) ثاني أكسيد الكربون
غاز يحدث طبيعيا كما أنه أحد المنتجات الثانوية لحرق الوقود الأحفوري ← والكتلة الاحيائية فضلا عن التغيرات في ← استخدام الأراضي وغير ذلك من العمليات الزراعية. وهو ← غاز الدفيئة البشري المنشأ الرئيسي الذي يؤثر في التوازن الاشعاعي للأرض. كما أنه الغاز المرجعي الذي يقاس على أساسه جميع غازات الدفيئة الأخرى ومن ثم فإن له إمكانيات ← لاحترار العالم قدرها ١.

Carbon dioxide (CO2) fertilisation تخصيب ثاني أكسيد الكربون
تعزيز نمو النباتات نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو. وبعض أنواع النباتات، اعتمادا على آليتها للتمثيل الضوئي، أكثر حساسية للتغيرات في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وعلى وجه الخصوص فإن نباتات ← C3 تظهر استجابة لثاني أكسيد الكربون أكبر عموما من نباتات ← C 4.

Charcoal الفحم النباتي
مادة تنشأ عن تفحيم الكتلة الاحيائية بالاحتفاظ عادة ببعض الأنسجة الدقيقة المعروفة عن الأنسجة النباتية، ويتألف كيماويا بالدرجة الأولى من الكربون مع هيكل جرافيت مقلقل وكميات أقل من الأكسجين والهيدروجين (انظر Charlson and Heintzenberg, 1995, p.402).

Climate المناخ
المناخ بمعناه الضيق يعرف عادة بأنه "متوسط الطقس" أو بدقة أكبر كما يصفه الاحصائيون من حيث أنه متوسط وتقلبية الكميات ذات الصلة خلال فترة زمنية تتراوح بين أشهر إلى آلاف أو ملايين السنين. والفترة التقليدية هي ٣٠ عاما على النحو الذي حددته منظمة الأرصاد الجوية. وهذه الكميات هي من المتغيرات السطحية الشديدة التغير مثل درجات الحرارة والتهطال والرياح. والمناخ بالمعنى الواسع عبارة عن حالة بما في ذلك الوصف الإحصائي، من حالات ← نظام المناخ.

Climate change تغير المناخ
يشير تغير المناخ إلى تباين مغزوي من الناحية الإحصائية في متوسط حالة المناخ أو في قابليته يستمر لفترة ممتدة (عقود عادة أو أكثر) وقد يكون تغير المناخ راجعا إلى عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية أو لتغيرات بشرية المنشأ مستمرة في تكوين الغلاف الجوي أو استخدام الأراضي.

ويلاحظ أن ← الاتفاقية الإطارية المعنية بتغير المناخ تحدد في مادتها الأولى تغير المناخ بأنه "التغير في المناخ الذي يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يغير من تكوين الغلاف الجوي للعالم والذي يكون إضافة إلى التقلبية في المناخ الطبيعي الملاحظة خلال فترات زمنية متماثلة".

وعلى ذلك فإن الاتفاقية الإطارية ميزت بين "تغير المناخ" الذي يعزى إلى الأنشطة البشرية التي تغير من تكوين الغلاف الجوي و"التقلبية المناخية" التي تعزى إلى أسباب طبيعية.
انظر أيضا ← Climate variability.

Climate feedback التغذية المرتدة
آلية تفاعلية بين العمليات المختلفة في النظام المناخي تسمى التغذية المرتدة للمناخ حيث تطلق نتائج عملية أولية تغييرات في العملية الثانية تؤثر بدورها في العملية الأولى. والتغذية المرتدة الموجبة تعزز العملية الأصلية في حين أن التغذية المرتدة السالبة تقلل منها.

Climate model (hierarchy) النموذج المناخي
عبارة عن عرض عددي ← للنظام المناخي المعتمد على الخصائص الفيزيائية والاجتماعية والبيولوجية لعناصره، وتفاعلها وعمليات تغذيتها المرتدة وتقليل بعض أو كل خصائصه المعروفة. ويمكن أن يمثل النظام المناخي بنماذج تتباين في تعقيداتها على أنه يمكن تجديد هيكل هرمي من النماذج لأي عنصر من عناصره أو مجموعة من هذه العناصر وإن كانت تختلف في بعض الجوانب مثل عدد الأبعاد المكانية، ومدى تمثيل العمليات الفيزيائية والكيماوية والبيولوجية بوضوح أو المستوى الذي تشرك فيه عمليات لوضع المعايير التجريبية. وتوفر النماذج المترابطة للدوران العام في الغلاف الجوي والمحيطات والجليد تمثيلا شاملا للنظام المناخي. وثمة

تطور نحو النماذج الأكثر تعقيدا باستخدام الكيمياء والبيولوجيا النشطة.

وتطبق النماذج المناخية، باعتبارها أداة بحثية، لدراسة ومحاكاة المناخ ولكنها تستخدم أيضا في الأغراض العملية بما في ذلك التنبوءات المناخية الشهرية والفصلية ومتعددة السنوات انظر ← التنبؤ بالمناخ.

Climate prediction التنبؤ بالمناخ

التنبؤ بالمناخ أو التوقعات المناخية تحدث نتيجة لمحاولة وضع أكثر الأوصاف احتمالا أو تقدير التطور الفعلي للمناخ في المستقبل أي على المستويات الفصلية ومتعدد السنوات أو الأجل الطويل (انظر أيضا Climate projection وسيناريوهات تغير المناخ ← Climate (change) scenario.

Climate projection إسقاطات المناخ

A ← إسقاط استجابة النظام المناخي ← لسيناريوهات الانبعاثات أو التركيزات الخاصة بغازات وهباء الدفيئة أو ←سيناريوهات التأثير الإشعاعي، وهو يستند في غالب الأحيان إلى عمليات محاكاة بواسطة النماذج المناخية. وتميز إسقاطات المناخ عن ← تنبوءات المناخ بهدف التركيز على أن إسقاطات المناخ تعتمد على سيناريو الانبعاثات/التركيز/التأثير الإشعاعي المستخدم والذي يعتمد على الافتراضات المتعلقة مثلا بالتطورات الاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية في المستقبل والتي قد تتحقق أو لا تتحقق ومن ثم فهي تخضع لعدم يقين كبير.

Climate scenario سيناريو المناخ

تمثيل معقول ومبسط في كثير من الأحيان لمناخ المستقبل استنادا إلى مجموعة متسقة داخليا من العلاقات المناخية التي وضعت للاستخدام الصريح في استكشاف العواقب المحتملة ← لتغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية، والتي تستخدم في كثير من الأحيان في صورة مدخلات لنماذج التأثير.← وإسقاطات المناخ تستخدم في الغالب في صورة مادة خام لوضع سيناريوهات المناخ إلا أن هذه الأخيرة تحتاج عادة إلى معلومات إضافية مثل المعلومات عن المناخ الحالي المرصود. وسيناريو تغير المناخ هو الفرق بين سيناريو المناخ والمناخ الحالي.

Climate sensitivity حساسية المناخ

تشير "حساسية المناخ المتوازنة" الواردة في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى التغيير المتوازن في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة السطحية بعد تضاعف ←تركيزات ثاني أكسيد الكربون المعادل في الغلاف الجوي. وبأسلوب تشير حساسية المناخ المتوازنة إلى التغيير المتوازن في درجة حرارة الهواء السطحي بعد تغير وحدة في← التأثير الإشعاعي (ه س/ و م–٢).

والواقع أن تقييم حساسية المناخ المتوازنة يتطلب عمليات محاكاة طويلة للغاية باستخدام نماذج الدوران العام المترابطة (←النموذج المناخي).

و"حساسية المناخ الفعالة" هي قياس ذو صلة يدور حوله هذا الطلب. ويجرى تقييمها من مخرجات نموذجية للخروج بحالات غير متوازنة. وهي قياس لقوة← التغذيات المرتدة في وقت معين وقد تتباين مع تباين سجل التأثير وحالة المناخ. وقد نوقشت التفاصيل في القسم ٩–٢–١ من الفصل التاسع في هذا التقرير.

Climate system النظام المناخي

النظام المناخي هو النظام شديد التعقيد الذي يتألف من خمسة عناصر رئيسية هي ← الغلاف الجوي، ←والهيدروسفير ←وكريوسفير، ←وسطح الأرض، ←والبيوسفير والتفاعل بينهم. ويتطور النظام المناخي مع الوقت تحت تأثير ديناميته الداخلية الخاصة ونتيجة لتأثيرات خارجية مثل الثورات البركانية، والتباينات الشمسية، والتأثيرات بشرية الاستحثاث مثل تغيير تكوين الغلاف الجوي والتغيرات في← استخدام الأراضي.

Climate variability تقلبية المناخ

تشير تقلبية المناخ إلى التباينات في متوسط حالة المناخ على جميع المستويات الزمنية والمكانية فيما يتجاوز أحداث الطقس الإفرادية، والإحصاءات الأخرى (مثل الانحرافات المعيارية، ووقوع الأحداث المتطرفة، وغير ذلك) وقد تعزى التقلبية إلى عمليات داخلية طبيعية في إطار النظام المناخي (التقلبية الداخلية) أو التباينات في التأثيرات الخارجية بشرية المنشأ (التقلبية الخارجية). انظر أيضا ← Climate change.

condensation nuclei نوى تكثف السحب

جسيمات يحملها الهواء تعمل في شكل موقع أولي لتكثيف الماء السائل والتي يمكن أن تؤدي إلى تكوين قطيران سحب . انظر ← Aerosols.

CO2 fertilisation تخصيب ثاني أكسيد الكربون

انظر Carbon dioxide (CO2) fertilisation

Cooling degree days أيام درجات البرودة

مجموع درجة حرارة يومي فوق ١٨ ° س (أي يوم متوسط درجة حرارته ٢٠ ° س) يعتبر يومين من درجات البرودة . انظر أيضا ← Heating degree days.

Cryosphere كريوسفير

العنصر في النظام المناخي الذي يتألف من جميع كميات الثلج والجليد والجليد الدائم فوق أو تحت سطح الأرض والمحيطات. انظر: ← Glacier, Ice sheet.

C3 plants نباتات C3
النباتات التي تنتج تركيبا من ثلاثة أنواع من الكربون خلال قترة التمثيل الضوئي وتشمل معظم الأشجار والمحاصيل الزراعية مثل الأرز والقمح وفول الصويا والبطاطس والخضراوات.

C4 plants نباتات C4
النباتات التي تنتج تركيبا من أربعة أنواع من الكربون خلال قترة التمثيل الضوئي وخاصة المحاصيل المدارية المنشأ بما في ذلك الحشائش والمحاصيل الهامة من الناحية الزراعية مثل الذرة وقصب السكر والذرة الرفيعة والدخن.

Deforestation إزالة الغابات
تحويل الغابات إلى أغراض غير حرجية. لمناقشة مصطلح الغابات والمصطلحات ذات الصلة مثل ← التشجير ← وإعادة التشجير ← وإزالة الغابات انظر تقرير استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والغابات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC, 2000).

Desertification التصحر
تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة وشبه الرطبة الجافة الناجم عن عوامل شتى من بينها تباينات المناخ والأنشطة البشرية. وعلاوة على ذلك تعرف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ تدهور الأراضي بأنه انخفاض أو فقد الانتاجية البيولوجية أو الاقتصادية ومجموعة من الأراضي المحصولية المعتمدة على الأمطار والأراضي المحصولية المروية أو المراعي وأماكن التربية والغابات والأراضي الشجرية نتيجة لاستخدام الأراضي أو نتيجة لعملية أو مجموعة من العمليات بما في ذلك العمليات الناشئة عن نشاطات بشرية وأنماط موائل مثل (١) تعرية التربة بفعل الرياح و/أو المياه (٢) تدهور الخصائص الفيزيائية والكيماوية والبيولوجية أو الاقتصادية للتربة و(٣) خسارة الغطاء النباتي الطبيعي لفترة طويلة (اتفاقية الأمم المتحدة المعنية بمكافحة التصحر).

Detection and attribution الرصد والعزو
يتباين المناخ باستمرار على جميع النطاقات الزمنية. ورصد ← تغير المناخ عبارة عن عملية تبين أن المناخ قد تغير بالمعنى الاحصائي المعرف دون تقديم سبب لهذا التغيير. أما عزو أسباب تغير المناخ فعبارة عن عملية تحدد أرجح أسباب التغيير المرصود بمستوى محدد من الثقة.

Diurnal temperature range مدى درجات الحرارة اليومية
الفرق بين درجات الحرارة القصوى والصغرى خلال اليوم.

Dobson Unit (DU) وحدة دوبسون (وحدة مجموع الأوزون)
وحدة لقياس مجموع كمية الأوزون في عمود عمودي فوق سطح الأرض. وعدد وحدات دوبسون هو الكثافة في وحدات 10^{-5} م التي يحتلها عمود الأوزون إذا ضغط في شكل طبقة ذات كثافة موحدة عند ضغط ١٠١٣ hPa ودرجة حرارة ٠ س. وتعادل وحدة دوبسون الواحدة عموما أوزون يحتوي على 2.69×10^{20} جزيء في المتر المربع الواحد. والقيمة المعتادة لكمية الأوزون في عمود الغلاف الجوي للأرض هي ٣٠٠ وحدة وإن كانت هذه القيمة متغيرة بشدة.

Ecosystem النظام الإيكولوجي
نظام تفاعل الكائنات الحية معا مع البيئة المادية المحيطة. والحدود التي يمكن أن يطلق عليها اسم نظام إيكولوجي تعسفية بعض الشئ إذ تعتمد على تركيز الدراسة أو المصلحة. وعلى ذلك، فإن مدى النظام الإيكولوجي قد يتراوح بين نطاق مكاني صغير للغاية وحتى كوكب الأرض بكامله في نهاية المطاف.

El Nino-Southern Oscillation (ENSO) التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو
النينيو في معناها الأصلي هي تيار مياه دافئ يتدفق من آن لآخر على طول ساحل (أكوادور) و(بيرو) مثيرا للاضطراب في مصايد الأسماك المحلية. ويرتبط هذا الحدث المحيطي بتقلبات نمط الضغط السطحي في المناطق المدارية والدوران في المحيطين الهندي والهادئ يطلق عليها اسم التذبذبات الجنوبية. وتعرف هذه الظاهرة المترابطة بين الغلاف الجوي والمحيطات معا باسم التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو أو ENSO. وخلال أحداث النينيو تضعف الرياح التجارية السائدة ويقوى التيار الاستوائي العكسي مما يتسبب في تدفق المياه السطحية الدافئة في المنطقة الاندونيسية في اتجاه الشرق للتغطية على المياه الباردة في تيار بيرو. ولهذا الحدث تأثير كبير على الرياح ودرجة حرارة سطح البحر وأنماط التهطال في المناطق المدارية في المحيط الهادئ. ولها تأثيرات مناخية في جميع أنحاء منطقة المحيط الهادئ وفي الكثير من أنحاء العالم الأخرى. وعكس أحداث النينيو يسمى النينيا.

Emissions scenario سيناريو الانبعاثات
تمثيل موضوعي للتطورات المقبلة لانبعاثات المواد التي لها قدرة على النشاط الإشعاعي (مثل ← غازات الدفيئة ← والهباء) استنادا إلى مجموعة متجانسة ومتسقة داخليا من الافتراضات عن القوى الدافعة (مثل التطورات الديموغرافية والاجتماعية والاقتصادية والتغير التكنولوجي) وعلاقاتها الرئيسية.

تستخدم سيناريوهات التركيز المستمدة من سيناريوهات الانبعاثات في صورة مدخلات في نموذج مناخي لوضع ← الإسقاطات المناخية.

وعرضت في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١٩٩٢) مجموعة سيناريوهات الانبعاثات استخدمت كأساس لوضع ← إسقاطات المناخ في الهيئة الحكومية الدولية IPCC عام ١٩٩٦. ويشار إلى سيناريوهات الانبعاثات هذه باعتبارها سيناريوهات IP92. ونشرت في التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية IPCC (Nakicenovic et al., 2000) سيناريوهات انبعاثات جديدة وهي ما يسمى ← سيناريوهات SRES واستخدم بعضها، بين سيناريوهات أخرى، كأساس لإسقاطات المناخ الواردة في الفصل التاسع بهذا التقرير. وللحصول على معاني بعض المصطلحات ذات الصلة بهذه السيناريوهات انظر ← سيناريوهات SRES.

Energy balance توازن الطاقة

ينبغي أن تكون موازنة الطاقة في النظام المناخي متوازنة، بعد وضع متوسط لها على مستوى العالم وعلى فترات زمنية طويلة، ونظرا لأن ← النظام المناخي يستمد جميع طاقته من الشمس، فإن هذا التوازن يعني أن تكون كمية ← الإشعاع الشمسي القادمة، على مستوى العالم، معادلة لكمية ← الإشعاع الشمسي المنعكس الخارج، والأشعة تحت الحمراء الخارجية والتي مصدرها النظام المناخي ويسمى الاضطراب الذي يحدث في هذا التوازن الإشعاع العالمي، بشري الاستحثاث أو طبيعي، ويسمى ← التأثير الإشعاعي.

Equilibrium and transient climate experiment التجربة المناخية المتوازنة والعارضة

التجربة المناخية المتوازنة عبارة عن تجربة يتاح فيها ← للنموذج المناخي للتكيف الكامل مع التغير في التأثير الإشعاعي. وتوفر هذه التجارب معلومات عن الفرق بين الحالات الأولى والنهائية للنموذج ولكن ليس على أساس الاستجابة المعتمدة على الوقت. وإذا ترك للتأثير أن يتطور بالتدريج وفقا ← لسيناريو انبعاثات محدد، يمكن تحليل الاستجابة المعتمدة على الوقت في النموذج المناخي. وتسمى هذه التجربة التجربة المناخية العارضة. انظر ← إسقاطات المناخ.

Equivalent CO2 (carbon dioxide) ثاني أكسيد الكربون المكافئ

تركيز ← ثاني أكسيد الكربون الذي يسبب نفس كمية التأثير الإشعاعي التي يطلقها مزيج معين من ثاني أكسيد الكربون ← وغازات الدفيئة الأخرى.

Eustatic sea-level change التغير في مستوى سطح البحر

تغير في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر الناجم عن تغير في حجم المحيط في العالم. وقد يحدث ذلك نتيجة للتغيرات في كثافة المياه أو في مجموع كتلة المياه. ويشمل هذا المصطلح في بعض الأحيان في المناقشات التي تدور بشأن التغيرات في النطاقات الزمنية الجيولوجية، التغيرات فل المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر نتيجة لتغير شكل أحواض المحيطات. ولا يستخدم هذا المصطلح بهذا المعنى في هذا التقرير.

Evapotranspiraion البخر النتح

العملية المجتمعة للبخر من سطح الأرض والنتح من الغطاء النباتي.

External forcing التأثير الخارجي

انظر ← النظام المناخي.

Extreme weather event أحداث الطقس المتطرفة

أحداث الطقس المتطرفة هي الأحداث النادرة الوقوع في حدود التوزيع المرجعي الاحصائي في مكان معين. ويتباين تعريف "النادرة" إلا أن الحدث الطقس المتطرف يكون عادة نادرا أو أكثر ندرة من الجزيئ العاشر أو التسعين. وخصائص ما يسمى بالطقس المتطرف هي، بحكم تعريفه، قد تتباين من مكان لآخر.

والحدث الطقس المتطرف هو متوسط عدد الأحداث الطقسية خلال فترة زمنية معينة، وهو متوسط يعتبر متطرفا فى حد ذاته (مثل منسوب الأمطار في أحد الفصول)

Faculae البقع

هى بقع براقة في الشمس. والمنطقة التي تغطيها هذه البقع تكون أكبر في الفترات التي يزداد فيها ← النشاط الشمسي.

Feedback التغذية المرتدة

انظر: ← التغذية المرتدة للمناخ.

Flux adjustment ضبط التدفقات

لتجنب مشكلة أن يظهر نموذج دوران عام متقارن للغلاف الجوي والمحيطات بعض الأحوال المناخية غير الواقية، يمكن تطبيق شروط ضبط على تدفقات الحرارة والرطوبة في الغلاف الجوي والمحيطات (وأحيانا على الاجهادات السطحية الناجمة عن تأثير الرياح على سطح المحيط) قبل إدخال هذه التدفقات في نموذج المحيط والغلاف الجوى، ونظرا لأن عمليات الضبط هذه تكون محسوبة سلفا ومن ثم مستقلة عن تكامل النموذج المتقارن، فإنها لا تترابط مع حالات الشذوذ التي تظهر خلال التكامل. ويخلص الفصل الثامن بهذا التقرير إلى أن النماذج الحالية تقل فيها الحاجة إلى ضبط التدفقات.

Forest الغابات

نمط من الغطاء النباتي تهيمن عليه الأشجار. وثمة كثير من التعاريف لمصطلح الغابات تستخدم في مختلف أنحاء العالم مما يبين الفروق الشاسعة في الأحوال البيولوجية الفيزيائية الجغرافية والهيكل الاجتماعي والاقتصاديات. وللاطلاع على

المناقشات الخاصة بمصطلح الغابات وما يتصل به من مصطلحات مثل ← التشجير ← وإعادة التشجير ← وإزالة الغابات، انظر تقرير استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والغابات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC,2000).

Fossil CO2 (carbon dioxide) emissions انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناشئة عن حرق الوقود من الترسبات الكربونية الأحفورية مثل النفط والغاز والفحم.

Framework Convention on Climate Change الاتفاقية الإطارية المعنية بتغير المناخ

انظر: ← اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ (UNFCCC).

General Circulation الدوران العام

الحركة واسعة النطاق للغلاف الجوي والمحيطات نتيجة لاختلافات الحرارة على كوكب الأرض الدوار بهدف استعادة ← توازن الطاقة في النظام من خلال انتقال درجة الحرارة وقوة الدفع.

General Circulation Model نموذج الدوران العام

انظر: ← النموذج المناخي.

Geoid

السطح الذي يتخذه محيط من المحيطات يتمتع بكثافة متجانسة إذا كان في حالة ثابتة وفي عدم الحركة (أي لا يوجد دوران للمحيط ولا قوى سارية غير جاذبية الأرض). ويعنى ذلك أن الـ geoid سيكون سطحا ذا إمكانيات جاذبية ثابتة يمكن استخدامه كسطح مرجعي تستند إليه جميع السطوح الأخرى (مثل متوسط سطح البحر). والgeoid (والسطوح الموازية له) هي ما نطلق عليه في التجارب العامة "السطوح المستوية".

Glacier الجليديات

كتلة من الجليد الأرضي تتدفق إلى أسفل التل (من خلال التفكك الداخلي وتنزلق إلى القاعدة) وتكبحها التضاريس المحيطة مثل جوانب الوديان أو القمم المحيطة وتضاريس صخور المهاد هي المؤثر الرئيسي في دينامية الجليديات وإنزلاقها السطحي. وتتكون الجليديات من واقع تراكم الثلوج عند خطوط العرض القطبية وتتوازن بالذوبان عند خطوط العرض المنخفضة أو ا لتصريف في البحار.

Global surface temperature درجة حرارة سطح العالم

درجة حرارة سطح العالم هي المتوسط العالمي المرجح حسب المنطقة لما يلي: (١) حرارة سطح البحر فوق المحيطات (أي درجة الحرارة العامة دون السطحية في الأمتار الأولى القليلة من الميحط) و(٢) حرارة الهواء السطحي فوق اليابسة عند ١,٥م فوق الأرض.

Global Warming Potential (GWP) احتمالات الاحترار العالمي

دليل يصف الخصائص الإشعاعية لغازات الدفيئة حسنة المزج ويمثل التأثيرات المجتمعة للأوقات المختلفة التي تبقى فيها هذه الغازات في الغلاف الجوي وفعاليتها النسبية في امتصاص الأشعة تحت الحمراء الخارجية. ويقرب هذا الدليل تأثير الاحترار المتكامل زمنيا لكتلة وحدة من غاز دفيئة معين في الغلاف الجوي لليوم بالمقارنة بتلك الخاصة ← بثاني أكسيد الكربون.

Greenhouse effect ظاهرة الدفيئة (مفعول الدفيئة)

← غازات الدفيئة التي تمتص بصورة فعالة الأشعة تحت الحمراء يبتعثها سطح الأرض، والغلاف الجوي ذاته نتيجة لنفس الغازات، والتي تبتعثها السحب. ويبتعث الإشعاع الغلاف الجوي إلى جميع الجوانب بما في ذلك إلى أسفل ناحية سطح الأرض. وعلى ذلك، فإن غازات الدفيئة تستقطب الحرارة ضمن نظام السطح – التروبوسفير مما يؤدي إلى ما يسمى بمفعول الدفيئة الطبيعية.

ويرتبط إشعاع الغلاف الجوي بقوة مع درجة حرارة المستوى الذي تنبعث منه. وفي ← التروبوسفير تنخفض درجة الحرارة عموما مع الارتفاع. وعلى ذلك، فإن الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث إلى الفضاء تنشأ من خط عرض بدرجة حرارة يبلغ في المتوسط –١٩ °س متوازنة مع الاشعاع الشمسي القادم، في حين يظل سطح الأرض عند درجة حرارة أعلى بكثير يبلغ في المتوسط + ١٤ °س.

وتؤدي الزيادة في تركيزات غازات الدفيئة إلى زيادة لا انفاذية الأشعة تحت الحمراء في الغلاف الجوي ومن ثم إلى إشعاع فعال في الفضاء من خط عرض أعلى في درجة حرارة أقل. ويتسبب ذلك في تأثير إشعاعي واختلال لا يمكن تعويضه إلا بزيادة درجة حرارة نظام السطح – التروبوسفير. ويسمى ذلك مفعول الدفيئة الممتد.

Greenhouse gas غاز الدفيئة

غازات الدفيئة هي تلك المكونات الغازية الموجودة في الغلاف الجوي سواء أكانت طبيعية أو بشرية المنشأ التي تمتص الإشعاعات وتبعثها عند أطوال موجات معينة في نطاق طيف الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض، والغلاف الجوي والسحب. وتتسبب هذه الخاصية في مفعول الدفيئة. ← وغازات الدفيئة الرئيسية الموجودة في الغلاف الجوي للأرض هي بخار الماء (N2O) وثاني أكسيد الكربون (CO2) وأكسيد النيتروز (N2O) والميثان (CH4) والأوزون .(O3) وعلاوة

على ذلك، هناك عدد من غازات الدفيئة من صنع الإنسان بالكامل في الغلاف الجوي مثل الهالوكربونات وغير ذلك من المواد المحتوية على الكلور والبروم التي تناولها ← بروتوكول مونتريال. وعلاوة على غازات CO_2, N_2O and CH_4 يتناول ← بروتوكول كيوتو مادة هكسافلوريد الكبريت (SF_6) والهيدروفلوريد كربون (HFCs) والبيرفلوروكربون (PFCS) من غازات الدفيئة.

Gross Primary Production (GPP) الإنتاج الأولي الإجمالي
كمية الكربون الثابت من الغلاف الجوي من خلال ← التحليل الضوئي.

Grounding line/zone خط/منطقة النزول
الرابطة بين ← صفيحة الجليد ← والجرف الجليدي أو المكان الذي يبدأ فيه الجليد في الطوفان.

Halocarbons الهالوكربونات
مركبات تحتوي على الكلور والبروم أو الفلور والكربون. ويمكن أن يكون لهذه المركبات مفعول ← غازات الدفيئة المقوى في الغلاف الجوي. والهالو كربونات المحتوية على الكلور والبروم تشارك أيضا في استنفاد طبقة الأوزون.

Heating degree days درجة يوم التسخين
مجموع درجة حرارة يوم تقل عن ١٨ °س (أي يوم بمتوسط درجة حرارة تبلغ ١٦ °س يحسب على أنه ٢ درجة حرارة انظر ← أيضا درجة برودة الأيام.

Heterotrophic respiration الاستنشاق متباين التغذية
تحويل المادة العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون من خلال كائنات غير النباتات.

Hydrosphere الهيدروسفير
عنصر النظام المناخي الذي يتألف من سطح سائل ومياه تحت أرضية مثل المحيطات والبحار والأنهار وبحيرات المياه العذبة والمياه الجوفية وغير ذلك.

Ice cap (القلنسوة الجليدية)
كتلة جليدية في شكل قبة تغطي مساحة مرتفعة من الأرض تعتبر أصغر حجماً من ← الصفيحة الجليدية.

Ice sheet صفيحة جليدية
كتلة من الجليد الأرضي تتسم بالعمق الذي يكفي لتغطية معظم تدارس الصخور القاعدية تحتها لدرجة أن شكلها يتحدد بالدرجة الأولى من خلال ديناميتها الداخلية (أي تدفق الجليد أثناء تفككه داخليا وانزلاقه عند قاعدته(وتتدفق الصفيحة الجليدية إلى الخارج من هضبة وسطى عالية مع منحدر سطحي متوسط صغير. وتنحدر الحواف بصورة حادة، وينصرف الجليد من خلال التدفق السريع للمجاري الجليدية أو منافذ الجليديات في بعض الأحوال إلى البحار أو إلى الأجراف الجليدية الطافية عبر البحار. ولا يوجد سوى صفيحتين جليديتين كبيرتين في العالم الحديث على غلاينلاند والمنطقة القطبية الشمالية. ونظرا لأن الصفيحة الجليدية في منطقة القطب الشمالي تنقسم إلى الشرق والغرب بفعل الجبال العابرة للمنطقة القطبية خلال العصور الجليدية، فإن هناك صفائح أخرى.

Ice shelf الجرف الجليدي
صفيحة ← جليدية طافية ذات كثافة كبيرة ترتبط بالساحل (وهو عادة ذو امتداد أفقي كبير بسطح مستو وغير متوج بصورة سلسة) وهو غالبا امتداد للصفائح الجليدية في اتجاه البحر.

Indirect aerosol effect تأثير الهباء غير المباشر
قد يؤدي ← الهباء إلى ← تأثير إشعاعي غير مباشر في← النظام المناخي من خلال العمل كنواة تكثيف أو تعديل الخصائص البصرية وفترة بقاء السحب. ويمكن تمييز نوعية من التأثيرات غير المباشرة.

First indirect effect التأثير غير المباشر الأول
تأثير إشعاعي متولد عن زيادة الهباء البشري المنشأ يتسبب في زيادة أولوية في تركيز القطيرات، وتقلص حجمها إلى محتوى ثابت من المياه مما يؤدي إلى زيادة السحب ← البياض. ويعرف هذا التأثير أيضا "بتأثير تومي" Towmey effect. ويشار إلى ذلك في بعض الأحيان على أنه تأثير بياض السحب Cloud albedo effect. غير أن ذلك ينطوى على تضليل كثير نظرا لأن التأثير غير المباشر الثاني يغير أيضا بياض السحب.

Second indirect effect التأثير غير المباشر الثاني
تأثير إشعاعي متولد عن زيادة الهباء البشري المنشأ يتسبب في تقليص حجم القطيران وخفض كفاءة التهطال ومن ثم تعديل المحتوى المائي السائل، وكثافة السحب وفترة بقائها. ويعرف هذا التأثير أيضا باسم تأثير بقاء السحب أو تأثير البريشت.

Industrial revolution الثورة الصناعية
فترة من النمو الصناعي السريع مع ما تنطوي عليه من عواقب اجتماعية واقتصادية واسعة النطاق بدأت في إنجلترا خلال النصف الثاني من القرن الثامن عشر وانتشرت في أوروبا ثم بعد ذلك إلى بلدان أخرى بما فيها الولايات المتحدة. وكان اختراع الآلة البخارية نقطة انطلاق هامة لهذا التطور. وتؤرخ الثورة الصناعية لبداية الزيادة الكبيرة في استخدام الوقود الأحفوري وانبعاثات على وجه الخصوص ثاني أكسيد الكربون الأحفوري. ويشير مصطلحا قبل الثورة الصناعية والعصر الصناعي في هذا التقرير، بصورة تعسفية بعض الشئ، إلى الفترات قبيل ١٧٥٠ وبعدها على التوالي.

Infrared radiation الإشعاع دون الأحمر
عبارة عن إشعاع ينبعث من سطح الأرض، والغلاف الجوي والسحب. ويعرف أيضا بالإشعاع الأرضي أو طويل الموجة، وله نطاق مميز لمنشور طويل الموجة أطول في الواقع من طول موجة اللون الأحمر في الجزء المنظور من المنشور. ومنشور الإشعاع دون الأحمر متميز بصورة عملية عن منشور ← الإشعاع الشمسي أو قصير الموجة نتيجة للاختلاف في درجة الحرارة بين الشمس ونظام الغلاف الجوي الأرضي.

Integrated assessment التقييم المتكامل
طريقة للتحليل تجمع بين النتائج والنماذج الناجمة عن العلوم الفيزيائية والبيولوجية والاقتصادية والاجتماعية والتفاعل بين هذه العناصر، ضمن إطار متساوق، لتقييم حالة ونتائج التغيرات البيئية واستجابة السياسات لها.

Internal variability التقلبية الداخلية
انظر: ← تقلبية المناخ.

Inverse modelling النموذج المقلوب
إجراء رياضي تقدر بواسطته المدخلات في نموذج من النماذج المرصودة وليس العكس. وتستخدم، مثلا، لتقدير موقع وقوة المصادر والبالوعات الماصة لثاني أكسيد الكربون من قياسات توزيع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، ومن نماذج ← معينة لدورة الكربون في العالم، وحساب الانتقال في الغلاف الجوي.

Isostatic land movements تحركات الأراضي اليوستاتية
تشير اليوستاتية إلى الطريقة التي يستجيب بها ← الليتوسفير والغطاء للتغيرات في أحمال السطح. فعندما يتغير حمل الليتوسفير نتيجة للتغيرات في كتلة الأرض وكتلة المحيط والترسب، والتعرية أو تكوين الجبال، تنشأ تعديلات يوستاتية لإحداث توازن الحمل الجديد.

Kyoto protocol بروتوكول كيوتو
اعتمد بروتوكول كيوتو في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ خلال الدورة الثالثة لمؤتمر الأطراف في ← اتفاقية الأمم المتحدة المعنية بتغير المناخ في كيوتو، اليابان عام ١٩٩٧. ويتضمن البروتوكول التزامات ملزمة قانونا علاوة على تلك المدرجة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ. ووافقت البلدان المدرجة في الملحق باء بالبروتوكول (معظم بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي) على الحد من انبعاثات ←غاز الدفيئة البشرية المنشأ لديها (ثاني أكسيد الكربون، والميثان وأكسيد النتروز وHFCs, PFCs, SF6 بما لا يقل عن ٥٪ من مستوياتها في ١٩٩٠ خلال فترة الالتزام التي تمتد من ٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢. ولم يدخل بروتوكول كيوتو حيز التنفيذ بعد (نوفمبر/تشرين الثاني ٢٠٠٠).

Land use استخدام الأراضي
مجموع الترتيبات والأنشطة والمدخلات التي تتخذ في نوع معين من الغطاء الأرضي (مجموعة من الأعمال البشرية). والأغراض الاجتماعية والاقتصادية التي تدار من أجلها الأراضي (مثل الرعي وإنتاج الأخشاب والصيانة).

Land-use change التغير في استخدام الأراضي
تغير في استخدام أو ادارة الأراضي بواسطة البشر، والذي قد يؤدي إلى تغيير في الغطاء الأرضي. وقد يكون للغطاء الأرضي والتغير في استخدام الأراضي تأثير على ← البياض ←والبخر نتح ←ومصادر غازات الدفيئة ←وبالوعات امتصاصها أو خصائص ← النظام المناخي، وقد تؤثر بذلك على المناخ سواء محليا أو عالميا. انظر أيضا تقرير استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والغابات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC,2000).

La Nina لا نينيا
انظر: ← التذبذبات الجنوبية ذات الصلة بظاهرة النينيو.

Lifetime العمر
عبارة عن مصطلح عام يستخدم للإشارة إلى النطاقات الزمنية المختلفة التي تميز معدل العمليات التي تؤثر في تركيز الغازات النزرة. ويمكن تمييز الأعمار التالية:

Turnover time (T) وقت الدوران هو نسبة الكتلة M في مستودع (مثل مركب غازي في الغلاف الخارجي) والمعدل الكلي لإزالة S من المستودع. T=M/S. ويمكن تحديد وقت دوران منفصل لكل عملية إزالة. ويشار إلى ذلك بيولوجيا الكربون في التربة بأنه متوسط وقت البقاء Mean Residence Time (MRT).

وقت المواءمة أو وقت الاستجابة (Ta) هو النطاق الزمني الذي يصف تحلل المدخلات النبضية الفورية في المستودع. كما يستخدم مصطلح *adjustment time* لوصف تكيف كتلة المستودع بعد تغيير خطة في قوة المصدر. ويستخدم مصطلح نصف الحياة *half-life* أو التحلل الثابت *decay constant* لوضع تحديد كمي لعملية التحلل الاستقرائية الأولى. انظر ← وقت الاستجابة للحصول على تعريف مختلف يتصل بالتغييرات المناخية. ويستخدم مصطلح العمر *life time* أحيانا للتبسيط، كصنو لمصطلح adjustment time.

وفي الحالات البسيطة حيث تتناسب إزالة المركب من العالم بصورة مباشرة مع مجموع كتلة المستودع، يعادل وقت التكيف وقت الدوران T=Ta. وأحد الأمثلة على ذلك CFC-11 الذي لا يمتص من الغلاف الجوي إلا بعمليات كيميائية ضوئية في الغلاف الجوي. وفي الحالات الأكثر تعقيدا، حيث يشتمل الأمر على عدة مستودعات أو حيث لا يتناسب الامتصاص مع الكتلة الكلية، لا تعد معادلة T=Ta. سليمة. ←وثاني أكسيد الكربون

مثال متطرف. فوقت دورانه لا يتجاوز أربع سنوات نتيجة للتبادل السريع بين الغلاف الجوي والمحيطات والكتلة الاحيائية الأرضية. غير أن جزءا كبيرا من ثاني أكسيد الكربون يعود إلى الغلاف الجوي في غضون سنوات قليلة. وعلى ذلك، فإن وقت تكيف ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الخارجي يتحدد في الواقع بفعل معدل امتصاص الكربون من الطبقة السطحية للمحيطات ونقلها إلى الطبقات الأكثر عمقا. وعلى الرغم من أنه يمكن إعطاء قيمة تقريبية تبلغ ١٠٠ عام لوقت تكيف ثاني أكسيد الكربون، فإن التكيف الفعلي أسرع فى البداية وأكثر بطئا في الوقت اللاحق. وفي حالة الميثان، يختلف وقت التكيف عن وقت الدوران لأن الامتصاص يتم أساسا من خلال التفاعل الكيماوي مع الهيدركسيل راديكال OH وهو تركيز يعتمد نفسه على تركيز الميثان. ولذا فإن امتصاص تركيز الميثان S لا يتناسب مع مجموعة كتلته M.

Lithosphere الليتوسفير
طبقة عليا من الأرض الصلبة سواء أكانت قارية أو محيطية تتألف من جميع الصخور القشرية والغطاء الأعلى البارد وإن كان مرنا أساسا. ولا يعتبر النشاط البركاني، رغم أنه جزء من الليتوسفير، جزءا من ← النظام المناخي إلا أنه يعمل كعامل تأثير خارجي – انظر تحركات الأراضي اليوساتية.

LOSU (Level of Scientific Understanding) مستوى الفهم العلمي
هذا دليل يتكون من سلم من أربع خطوات هي (مرتفعة ومتوسطة ومنخفضة وشديدة الانخفاض) صمم لوصف درجة الفهم العلمي لعوامل التأثير الإشعاعي التي تؤثر في تغير المناخ. ويمثل الدليل، لكل عامل، تقديرا ذاتيا عن موثوقية تقدير تأثيره، واشتراك هذه العوامل باعتبارها افتراضات ضرورية لتقييم التأثير ودرجة المعارف عن الآليات الفيزيائية والكيماوية التي تحدد التأثير وعدم اليقين المحيط بالتقديرات الكمية.

Mean Sea Level متوسط مستوى سطح البحر
انظر: ← مستوى سطح البحر النسبي.

Mitigation التخفيف
تدخل بشري للحد من ← مصادر ←غازات الدفيئة ←أو تعزيز بالوعات امتصاصها.

Mixing Ration نسبة المزج
انظر: ← مجتزأ المول Mole fraction.

Model hierarchy الهيكل الهرمي النموذجي
انظر: ← نموذج المناخ.

Mole fraction مجتزأ المول
مجتزأ المول أو نسبة خليط معين هو نسبة عدد المولات في مكون من حجم معين إلى مجموع مولات جميع المكونات في ذلك الحجم. ويشار إليه عادة بالهواء الجاف. والقيم المعتادة ←لغازات الدفيئة طويلة العمر هي في حدود µmol/mol (أجزاء من المليون: ppm) و fmol/mol (أجزاء من التريليون ppb). ويختلف مجتزأ المول عن نسبة خلط الحجم Volume mixing ratio ، ويعبر عنه عادة باختصار ppmv وغير ذلك من خلال تصويب عدم مثالية الغازات. وهذا التصويب كبير بالنسبة لدقة قياسات الكثير من غازات الدفيئة (المصدر: Schwartz and Warneck, 1995).

Montreal Protocol بروتوكول مونتريال
بروتوكول مونتريال بشأن المواد التي تستنفد طبقة الأوزون صدر في مونتريال عام ١٩٨٧، وعدل بعد ذلك ونقح في لندن (١٩٩٠) وفي بيجين (١٩٩٩). وينظم استهلاك وإنتاج الكيماويات المحتوية على الكلور والبروم التي تدمر أوزون الستراتوسفير مثل CFCs والميثيل كلورفورم، وتيتراكلوريد الكربون وغيرها كثير.

Net Biome Production (NBP) إنتاج البيوم الصافي NEP
لا مكسب ولا خسارة من الكربون المستمد من النظام الإيكولوجي. ويعادل NEP إنتاج ← النظام الإيكولوجي الصافي بعد خصم الكربون المفقود الناجم عن اضطراب مثل حرائق الغابات وحصاد الغابات.

Net Ecosystem Production صافي إنتاج النظام الإيكولوجي (NEP)
صافي الزيادة أو الفقد في الكربون من ←نظام إيكولوجي. ويعادل NEP ←صافي الإنتاج الأولي ناقصا الكربون المفقود من خلال الاستنشاق متباين التغذية.

Net Primary Production صافي الانتاج الأولي (NPP)
الزيادة في ←الكتلة الاحيائية النباتية أو الكربون في وحدة من المناظر الطبيعية ويعادل NPP ←الإنتاج الأولي الإجمالي ناقصا الكربون المفقود من خلال الاستنشاق ذات التغذية.

Nitrogen fertilisation التخصيب بالنيتروجين
تعزيز نمو النباتات بإضافة مركبات نيتروجينية. ويشير هذا التعبير في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، عادة، إلى التخصيب الناجم عن مصادر النيتروجين البشرية المنشأ والأسمدة وأكاسيد النيتروجين المنطلقة من إحراق الوقود الأحفوري.

Non-linearity عدم الخطية
عملية تسمى "غير خطية" عندما لا توجد علاقة تناسبية بين العلة والمعلول. ← فالنظام المناخي يحتوى على الكثير من العمليات غير الخطية مما يؤدي إلى نظام ينطوي على سلوك شديد التعقيد. وقد يؤدي هذا التعقيد إلى ←تغير سريع في المناخ.

North Atlantic Oscillation (NAO) التذبذبات الشمال أطلسية
تتألف التذبذبات الشمال أطلسية من تغيرات متعارضة في الضغط البارومتري بالقرب من ايسلندا وقرب جزر الأزور. ويحدث في المتوسط أن تيارا غربيا بين منطقة الضغط المنخفض في ايسلندا ومنطقة الضغط المرتفع فى الأزور يحمل أعاصير مع ما يرتبط بها من نظم جبهية نحو أوروبا. غير أن الفرق في الضغط بين ايسلندا والأزور يتفاوت من حيث النطاقات الزمنية من الأيام إلى العقود ويمكن عكسه في بعض الأوقات.

Organic aerosol الهباء العضوي
←جسيمات الهباء التي تتألف بالدرجة الأولى من مركبات عضوية وخاصة الكربون والميثان والأكسجين وكميات أقل من عناصر أخرى. (المصدر: Charlson and Heintzenberg, 1995, p. 405) انظر: ← الهباء الكربوني.

Ozone الأوزون
الأوزون، الشكل الثلاثي الذرات من الأكسجين، عبارة عن أحد مكونات الغلاف الجوي. ويتولد في ← طبقة التروبوسفير بصورة طبيعية أو من خلال التفاعلات الكيماوية الضوئية التي تشتمل على غازات ناجمة عن أنشطة بشرية (ضباب دخاني). ويعمل الأوزون التروبوسفيري في شكل ← غاز دفيئة. ويتولد في ← الستراتوسفير من خلال التفاعل بين الأشعة فوق البنفسجية الشمسية والأوكسجين الجزيئي. ويضطلع الأوزون الستراتوسفيري بدور حاسم في التوازن الإشعاعي الستراتوسفيري وتوجد أعلى تركيزاته في ←طبقة الأوزون.

Ozone hole ثقب الأوزون
انظر: ← طبقة الأوزون.

Ozone layer طبقة الأوزون
يحتوي ← الستراتوسفير على طبقة يكون تركيز الأوزون فيها هو الأكبر ويسمى طبقة الأوزون. وتمتد هذه الطبقة من نحو ١٢ إلى ٤٠ كيلومترا. ويصل تركيز الأوزون إلى أعلى مستوياته بين نحو ٢٠ و٢٥ كيلومترا. ويصل تركيز الأوزون إلى أعلى مستوياته بين نحو ٢٠ و٢٥ كيلومترا. وتتعرض هذه الطبقة للاستنفاد من جانب الانبعاثات البشرية من مركبات الكلور والبروم. ويحدث في كل عام، في ربيع نصف الكرة الجنوبي، استنفاد شديد لطبقة الأوزون فوق منطقة القطب الجنوبي، ويحدث هذا أيضا نتيجة لمركبات الكلور والبروم بشرية المنشأ مقترنة بالأحوال الجوية النوعية في تلك المنطقة. وتسمى هذه الظاهرة ثقب الأوزون.

Parametrization وضع المعايير
يشير هذا المصطلح، في ←النماذج المناخية إلى تقنية تمثيل العمليات التي لا يمكن حلها بوضوح عند التحليل المكاني أو الزماني للنموذج (عمليات على مستوى الشبكة الفرعية) من خلال العلاقات بين التأثير المتوسط للمكان أو الزمان لهذه العمليات الشبكية الفرعية وتدفق على النطاق الأكبر.

Patterns of climate variability أنماط تقلبية المناخ
تحدث التقلبية الطبيعية في النظام المناخي وخاصة على نطاق الفصل أو النطاق الزمني الأطول، بدرجة كبيرة بأنماط مكانية مفضلة من خلال الخصائص غير الخطية الدينامية للدوران في الغلاف الجوي ومن خلال التفاعلات مع أسطح الأرض والمحيطات. وتسمى هذه الأنماط المكانية أيضا "نظم" أو "طرق". ومن الأمثلة على ذلك التذبذبات الشمال أطلسية ونمط المحيط الهادئ ← أمريكا الشمالية، ←والتذبذبات الجنوبية ذات الصلة بالنينيو، وتذبذبات منطقة القطب الشمالي.

Photosynthesis التمثيل الضوئي
العملية التي تمتص فيها النباتات ثاني أكسيد الكربون من الهواء أو البيكربونات في الماء) لتكوين مواد نشوية وتطلق الأكسجين خلال هذه العملية. وهناك العديد من المسارات للتمثيل الضوئي مع استجابات مختلفة لتركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. انظر: ← تخصيب ثاني أكسيد الكربون.

Pool بركة
انظر: ← المستودع.

Post-glacial rebound ارتداد ما بعد الجليد
الحركة الرأسية للقارات وقاع البحار بعد اختفاء أو تقلص ←الصفيحة الجليدية مثل منذ العصر الجليدي الأعظم الأخير (21 Ka BP). والارتداد هو حركة للأراضي متوازنة الضغط.

Ppm, ppb, ppt
انظر: ← مجزأ مول.

Precursors مواد سلف
مركبات فى الغلاف الجوي لا تعتبر في حد ذاتها ←غازات دفيئة ←أو هباء ولكنها تؤثر في تركيزات غازات الدفيئة أو الهباء بأن تشارك في عمليات فيزيائية أو كيماوية تنظم معدلات توليد أو تدمير هذه الغازات.

Pre-industrial عصر ما قبل الصناعة
انظر: ← الثورة الصناعية.

Projection (generic) إسقاطات عامة
الإسقاط هو تطور مقبل محتمل كمية أو مجموعة من الكميات تحسب عادة بمعاونة نموذج. ويجري التفريق بين الإسقاطات والتنبؤات لتأكيد أن الإسقاطات تشتمل على افتراضات تتعلق مثلا بالتطورات الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية المقبلة التي قد تتحقق أو لا تتحقق ومن ثم فهي تخضع لقدر كبير من عدم اليقين. انظر أيضا: ←إسقاطات المناخ ←وتنبوءات المناخ.

Proxy تقريبي
المؤشر المناخي التقريبي عبارة عن سجل محلي يفسر باستخدام مبادئ فيزيائية وفيزيائية احيائية لتمثيل بعض التوليفات من المتغيرات ذات الصلة بالمناخ التي ترجع إلى أزمنة سابقة. ويشار إلى البيانات ذات الصلة بالمناخ المستخلصة بهذه الطريقة بيانات تقريبية أو غير مباشرة ومن الأمثلة على ذلك سجلات حلقات الأشجار، وخصائص الشعب المرجانية ومختلف البيانات المستخلصة من العينات الجليدية.

Radiative forcing التأثير الإشعاعي
التأثير الإشعاعي هو التغيير في صافي الإشعاع العمودي (مقاسا بالواط في المتر المربع: و م−٢) في ← التروبوبوز نتيجة لتغير داخلي أو تغير في التأثير الخارجي ← للنظام المناخي مثل حدوث تغير في تركيز ← ثاني أكسيد الكربون أو الاشعاع الشمسي. ويحسب التأثير الإشعاعي عادة بعد إتاحة إعادة تكيف درجات حرارة الستراتوسفير مع التوازن الإشعاعي ولكن مع الاحتفاظ بجميع خصائص التروبوسفير ثابتة عند قيم لا تتغير. ويسمى التأثير الإشعاعي "الفوري" إذا لم يعلل أي تغيير في درجة حرارة الستراتوسفير. ويتناول الفصل السادس في هذا التقرير المشكلات العملية ذات الصلة بهذا التصريف ولاسيما فيما يتعلق بالتأثير الاشعاعي المرتبط بالتغيرات الناجمة عن الهباء، وتكوين التهطال بواسطة السحب.

Radiative forcing scenario سيناريو التأثير الإشعاعي
تمثيل معقول للتطورات المقبلة ←للتأثير الإشعاعي المرتبط، مثلا، بالتغيرات في تكوين الغلاف الجوي أو التغير في استخدام الأراضي أو بالعوامل الخارجية مثل التغييرات في ← النشاط الشمسي. ويمكن استخدام سيناريوهات التأثير الإشعاعي كمدخلات في النماذج المناخية المبسطة لحساب ←إسقاطات المناخ.

Radio-echosounding مسبر بالصدى – اللاسلكي
يمكن رسم خرائط لسطح الجليديات وصخور القاع ومن ثم كثافتها بواسطة الرادار حيث تنعكس الإشارات التي تخترق الجليد على الحدود السفلى مع الصخور (أو المياه بالنسبة للجسم الجليدي الطافي).

Rapid climate change تغير المناخ السريع
قد تؤدي ←عدم خطية ← النظام المناخي إلى حدوث تغير مناخي سريع يسمى في بعض الأحيان الأحداث المفاجئة أو حتى المفاجآت. ويمكن تصور بعض هذه الأحداث المفاجئة مثل إعادة التنظيم الجذري ← للدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيط، وذوبان الجليد السريع أو الذوبان واسع النطاق لطبقة الجليد الدائم مما يؤدي إلى تغيرات سريعة في ←دورة الكربون. وقد يكون البعض الآخر من هذه الأحداث غير متوقع مثل نتائج التغير السريع القوي في النظام غير الخطي وتأثيراته.

Reforestation إعادة التشجير
زراعة الأشجار في الأراضي التي كانت تضم في السابق غابات إلا أنها حولت إلى استخدامات أخرى. ولمناقشة مصطلح ←الغابات وما يتصل به من مصطلحات مثل ← التشجير ←وإعادة التشجير وإزالة الأشجار، انظر تقرير استخدام الأراضي والتغيير في استخدام الأراضي والغابات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

Regimes النظم
الأنماط المفصلة ← لتقلبية المناخ.

Relative Sea Level المستوى النسبي لسطح البحر
مستوى سطح البحر الذي يقاس بواسطة ←مقياس المد بالنسبة إلى الأرض الذي يوجد فيه هذا البحر. ومتوسط مستوى سطح البحر يعرف عادة بأنه يحاكي نسبياً المستوى النسبي لسطح البحر خلال فترة زمنية، مثل شهر أو سنة، تكفي لوضع متوسطات للعناصر العارضة مثل الأمواج.

(Relative) Sea Level Change التغير العالمي في المستوى (النسبي) لسطح البحر
التغيرات طويلة الأجل ذات الصلة بمستوى سطح البحر والتي تتم إما بواسطة ←التغيرات اليوستاتية أو ←بالتمدد الحراري أو التغيرات في التحركات الأرضية الرأسية.

Reservoir المستودع
عنصر من عناصر ←النظام المناخي، غير الغلاف الجوي، له القدرة على تخزين المواد المثيرة للقلق مثل الكربون ← وغازات الدفيئة أو ← المواد السلف لها وتجميعها أو إطلاقها. وتعتبر المحيطات والتربة ←والغابات من الأمثلة على مستودعات الكربون. الحوض تعبير مكافئ (لاحظ أن تعريف الحوض يشمل الغلاف الجوي في غالب الأحيان). وتسمى الكمية المطلقة لمادة مثار القلق يحتفظ بها في مستودع لفترة زمنية محددة، المخزون.

Respiration الاستنشاق (التنفس)
العملية التي تحول بها الكائنات الحية المادة العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون لإطلاق احتياجاتها من الطاقة واستهلاك الأكسجين.

Response time وقت الاستجابة
وقت الاستجابة أو وقت التكيف هو الوقت اللازم ← للنظام المناخي أو عناصره لإعادة التوازن في حالة جديدة بعد تأثير ناجم عن عمليات خارجية أو داخلية أو ← تغذيات مرتدة. وهو شديد الاختلاف بالنسبة للعناصر المختلفة للنظام المناخي. فوقت الاستجابة ← لتروبوسفير قصير نسبيا ويتراوح بين أيام وأسابيع في حين أن الستراتوسفير تدخل مرحلة التوازن في نطاق زمني يبلغ عادة بضعة أشهر. ونظرا للقدرة الحرارية الكبيرة للمحيطات، فإنها تمتلك وقت استجابة أطول يبلغ عادة عقود إلا أنه قد يمتد إلى قرون أو ألفيات. ولذا فإن وقت الاستجابة الخاص بنظام التروبوسفير – السطح المرتبط يعتبر قصيرا بالمقارنة بذلك الخاص بالستراتوسفير، ويتحدد أساسا بواسطة المحيطات. وقد يستجيب ← البيوسفير بسرعة مثل لحالات الجفاف إلا أنه شديد البطء أيضا بالنسبة للتغييرات المفروضة. انظر: ← العمر للحصول على تعريف مختلف لوقت الاستجابة يتصل بحالة العمليات التي تؤثر في تركيزات الغازات النزرة.

Scenario (Generic) سيناريو (عام)
وصف معقول ومبسط في غالب الأحيان للطريقة التي قد يتطور بها المستقبل استنادا إلى مجموعة افتراضات متجانسة ومتسقة داخليا عن القوى المحركة والعلاقات الرئيسية. وقد تستمد السيناريوهات من ← الإسقاطات إلا أنها تستند في غالب الأحيان إلى معلومات إضافية من مصادر أخرى، ويقترن في بعض الأحيان "بالواقع السردي" انظر أيضا ← سيناريوهات التقرير الخاص SRES ، ←وسيناريو المناخ ←وسيناريوهات الانبعاثات.

Sea level rise ارتفاع مستوى سطح البحر
انظر: ← التغير العالمي في المستوى النسبي لسطح البحر. والتمدد الحراري.

Sequestration عزل
انظر: ← امتصاص.

Significant wave height ارتفاع الموجة المعنوي
متوسط ارتفاع أعلى ثلث جميع الموجات البحرية التي تحدث في فترة زمنية معينة. ويستخدم ذلك كمؤشر على الحكم المميز لأعلى الموجات.

Sink البالوعة
أية عملية أو نشاط أو آلية تزيل ←غازات الدفيئة أو ← هباء أو مادة سلف لغازات أو هباء الدفيئة من الغلاف الجوي.

Soil moisture رطوبة التربة
ماء مختزن في سطح الأراضي أو تحته وقابل للتبخر.

Solar activity نشاط شمسي
تظهر الشمس فترات من النشاط المرتفع الملاحظ في عدد ← البقع الشمسية فضلا عن الناتج الإشعاعي، والنشاط المغناطيسي وانبعاث جسيمات الطاقة المرتفعة. وتحدث هذه الاختلافات على طائفة من النطاقات الزمنية تتراوح بين ملايين السنين والدقائق. انظر: ← الدورة الشمسية.

Solar("11 Year") Cycle الدورة الشمسية (كل ١١ عاما)
نموذج شبه منتظم ←للنشاط الشمسي مع تباين النطاق والفترة ما بين ٩ و١٣ عاما.

Solar radiation الإشعاع الشمسي
إشعاع تبتعثه الشمس. ويشار إليه أيضا بالإشعاع قصير الموجات. وللإشعاع الشمسي مدى متميز من أطوال الموجات (المنشور) تحدده درجات حرارة الشمس. انظر: ← أيضا إشعاع تحت الأحمر.

Soot particles جسيمات السناج
جسيمات تتكون خلال انطفاء الغازات على الحافة الخارجية للهيب البخار العضوي وتتألف في غالبها من الكربون مع كميات أقل من الأكسجين، ويوجد الهيدروجين في شكل مجموعات كربوكسيل والفينول وتظهر شكلا كربونيا غير كامل. انظر: ← الكربون الأسود والفحم النباتي. (المصدر: Charlson and Heintzenberg, 1995. P. 406.)

Source المصدر
أي عملية أو نشاط أو آلية تطلق غازات الدفيئة أو هباء أو مادة سابقة لغازات الدفيئة أو الهباء في الغلاف الجوي.

Spatial and temporal scales النطاقات المكانية والزمنية
قد يتباين المناخ على طائفة واسعة من النطاقات المكانية والزمنية. وقد تتراوح النطاقات المكانية بين النطاق المحلي (أقل من ١٠٠ ٠٠٠ كيلومتر٢) مروراً بالنطاق الإقليمي (١٠٠ ٠٠٠ إلى ١٠ ملايين كيلومتر٢) إلى النطاق القاري (١٠ إلى ١٠٠ مليون كيلومتر٢). أما النطاقات الزمنية فقد تتراوح بين فصل ونطاق جيولوجي (حتى مائة مليون سنة).

SRES scenarios سيناريوهات التقرير الخاص
سيناريوهات التقرير الخاص هي سيناريوهات الانبعاثات التي وضعها Nakicenovic وآخرون (٢٠٠٠) واستخدمت، بين جملة أمور، كأساس لوضع إسقاطات المناخ في الفصل التاسع من هذا التقرير. والمصطلحات التالية ذات صلة بتحسين فهم هيكل مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص واستخدامها.

Scenario family زمرة السيناريوهات
سيناريوهات لها وقائع تغير ديمغرافي واجتماعي واقتصادي

وفني. وهناك أربع زمر سيناريوهات تتألف منها مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص وهي .A1 ,A2, B1, B2

(Scenario) Group مجموعة السيناريوهات
السيناريوهات داخل الزمرة التى تعكس تغيرات مستمرة في الوقائع المنظورة. فزمرة السيناريو A1 تشمل أربع مجموعات صممت فى شكل A1T, A1C, A1G, A1B لا تستكشف الهياكل البديلة لنظم الطاقة في المستقبل. وفي الملخص لواضعي السياسات الذي أعده Nakicenovic وآخرون (٢٠٠٠)، جمعت مجموعتا A1C, A1G في مجموعة سيناريوهات A1FI "ذات الكثافة الاحفورية". أما زمر السيناريوهات الثلاثة الأخرى فيتألف كل منها من مجموعة وعلى ذلك فإن مجموعة السيناريوهات الواردة في التقرير الخاص والتي تظهر في الملخص لواضعي السياسات الذي أعده Nakicenovic وآخرون (٢٠٠٠) تتألف من ست مجموعات متميزة من السيناريوهات، جميعها سليم بنفس القدر وتضم مجتمعة طائفة عدم اليقين المرتبطة بالقوى الدافعة والانبعاثات.

Illustrative Scenario السيناريو التوضيحي
سيناريو يوضح كل مجموعة من مجموعات السيناريوهات الست التي تظهر في الملخص لواضعي السياسات الذي أعده Nakicenovic وآخرون (٢٠٠٠) . وهي تشمل أربعة سيناريوهات دليلية معدلة لمجموعات السيناريوهات A1B,A2,B1,B2 فضلا عن سيناريوهين آخرين لمجموعتي A1F1, A1T. وجميع مجموعات السيناريوهات متساوية في سلامتها.

(Scenario) Marker السيناريو الدليلي
سيناريو وضع في الأصل في شكل مسودة في موقع SRES على شبكة الانترنت ليمثل زمرة سيناريوهات معينة. واستندت عملية اختيار السيناريوهات الدليلية إلى أي من التقديرات الكمية الأولية يعكس على أفضل وجه الوقائع المنظورة، وجوانب نماذج معينة. والسيناريوهات الدليلية ليست أكثر احتمالا من السيناريوهات الأخرى إلا أن فريق كتابة التقرير الخاص SRES يرى أنها توضح وقائع منظورة معينة. وقد أدرجت في شكل معدل في Nakicenovic وآخرون (٢٠٠٠). وقد حظيت هذه السيناريوهات بأوثق أشكال الفحص من جانب فريق الكتابة بأكمله ومن خلال عملية SRES المفتوحة. وقد اختيرت سيناريوهات أيضا لتوضيح المجموعتين الأخريين من السيناريوهات (انظر أيضا "مجموعة السيناريوهات" و"السيناريو التوضيحي".

(Scenario) Storyline سيناريو الوقائع المنظورة
وصف سردي لسيناريو (أو زمرة من السيناريوهات) تبرز خصائص السيناريو الرئيسي، والعلاقات بين القوى الدافعة الرئيسية وديناميات تطورها.

***Stock* المخزون**
انظر: ← المستودع (Stock) .

***Storm surge* عباب (عرام) العاصفة**
الزيادة المؤقتة، في موقع معين، في ارتفاع سطح البحر نتيجة لظروف جوية متطرفة (انخفاض الضغط الجوي و/أو الرياح القوية). ويعرف عباب العاصفة بأنه الزيادة عن المستوى المتوقع من التباين المدى بمفرده في ذلك الوقت والمكان.

***Stratosphere* ستراتوسفير**
منطقة الغلاف الجوي الطباقية العالية الواقعة فوق ←التروبوسفير والتي تمتد من ١٠ كيلومترات (تتراوح بين ٩ كيلومترات عند خطوط العرض القطبية و١٦ كيلومترا في المناطق المدارية في المتوسط) إلى نحو ٥٠ كيلومترا.

***Sunspots* البقع الشمسية**
منطقة داكنة صغيرة في الشمس. ويزيد عدد البقع الشمسية في فترات ارتفاع النشاط الشمسي، ويتباين على وجه الخصوص بحسب ← الدورة الشمسية.

***Thermal Expansion* التمدد الحراري**
يشير ذلك، فيما يتصل بمستوى سطح البحر، إلى الزيادة في الحجم (ونقص في الكثافة) نتيجة لاحترار الماء. ويؤدي احترار المحيط إلى تمدد حجمه ومن ثم ارتفاع مستوى سطح البحر.

***Thermoline circulation* دوران مدفوع بالتباين الحراري والملحي**
دوران واسع النطاق في المحيطات يرتهن مداه بالكثافة وتسببه الخلافات في درجات الحرارة والملوحة. ويتألف هذا الدوران في شمال الأطلسي من مياه سطحية حارة تتدفق صوب الشمال ومياه عميقة باردة تتدفق نحو الجنوب مما يؤدي إلى نقل صاف للحرارة صوب القطب وتسقط المياه السطحية في مناطق الامتصاص المحظورة بشدة الواقعة في خطوط العرض القطبية.

***Tide gauge* مقياس المد**
آلة في موقع ساحلي (وبعض المواقع في أعالي البحار) تقيس بصفة مستمرة مستوى سطح البحر بالمقارنة بالأراضي المجاورة. ويعطى مستوى سطح البحر المحسوب المتوسط الزمني، التغييرات العالمية المرصودة في ← مستوى سطح البحر النسبي.

***Transient climate response* استجابة المناخ العابرة**
زيادة في درجة حرارة الهواء السطحي على أساس المتوسط العالمي، والمستخلص متوسطها على امتداد فترة ٢٠ عاما المتمركزة عند وقت مضاعفة ثاني أكسيد الكربون أي عام ٧٠ في تجربة زيادة ثاني أكسيد الكربون المركب بنسبة ١ ٪ سنويا باستخدام ←نموذج مناخي مرتبط عالميا.

Tropopause الفاصل الأسفل (التروبوبوز)
الحدود بين ←التروبوسفير ←والستراتوسفير.

Troposphere النطاق السفلي – التربوسفير
الجزء الأسفل من الغلاف الجوي الممتد من سطح الأرض وحتى ارتفاع يبلغ نحو ١٠ كيلومترات في منتصف خطوط العرض (تتراوح بين ٩ كيلومترات عند خطوط العرض القطبية و١٦ كيلومترا عند خط الاستواء في المتوسط) حيث تحدث ظواهر الرياح "والطقس". وفي التروبوسفير تنخفض درجات الحرارة عموما مع الارتفاع.

Turnover time وقت الدوران
انظر: ← العمر (lifetime) .

Uncertainty عدم اليقين
تعبير عن الدرجة التي تكون القيمة فيها (حالة النظام المناخي في المستقبل) غير معروفة. وقد ينشأ عدم اليقين عن نقص المعلومات أو عدم الاتفاق بشأن ما هو معروف أو حتى يمكن معرفته. وقد يكون لذلك أنواع كثيرة من المصادر ابتداء من الأخطاء القابلة للقياس في البيانات إلى المفاهيم أو المصطلحات المعرفة بصورة غامضة أو إسقاطات غير مؤكدة للسلوك البشري. ولذا يمكن تمثيل عدم اليقين بمقاييس قابلة للتحديد الكمي (مثل طائفة القيم التي تحسبها مختلف النماذج) أو بيانات نوعية (مثل تلك التي تعكس تقديرات فريق من الخبراء) انظر: Moss and Schneider (2000).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ
اعتمدت الاتفاقية في ٩ مايو/أيار ١٩٩٢ في نيويورك ووقعت فى قمة الأرض في ريو دى جانيرو عام ١٩٩٢ من قبل أكثر من ١٥٠ بلدا والمجموعة الأوروبية. وهدف الاتفاقية النهائي هو "تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يمنع التدخلات بشرية المنشأ في النظام المناخي". وتحتوي على التزامات على جميع الأطراف. وتهدف الأطراف الواردة في الملحق الأول في الاتفاقية، في إعادة انبعاثات غازات الدفيئة التي لا ينظمها بروتوكول مونتريال إلى مستويات عام ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠٠٠. وقد دخلت الاتفاقية حيز التنفيذ عام ١٩٩٤. انظر: ← بروتوكول كيوتو.

Uptake الامتصاص
إضافة مادة من تلك المثيرة للقلق إلى ← مستودع. ويسمى امتصاص المواد المحتوية على كربون ولا سيما ثاني أكسيد الكربون "امتصاص الكربون".

Volume mixing ratio نسبة مزج الحجم
انظر: ← مجزأ المول.

المصادر:

قائمة التقارير الرئيسية التي أصدرتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، هيئة أنشأتها المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بالاشتراك مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة عام ١٩٨٨ لتقديم بيان دولي مسؤول بشأن الرأي العلمي في تغير المناخ. وتعتبر عمليات التقييم الدورية التي تعدها الهيئة الحكومية الدولية عن أسباب تغير المناخ وتأثيراته واستراتيجياته الاستجابة المحتملة له أشمل التقارير وأحدثها المتاحة عن الموضوع، وتشكل مرجعا موحدا لجميع المعنيين بتغير المناخ في الدوائر العلمية والحكومات والصناعات في مختلف أنحاء العالم. ويقوم عدة مئات من الخبراء الدوليين، من خلال ثلاثة أفرقة عاملة، بتقييم تغير المناخ في تقرير التقييم الثالث. ويتألف هذا التقرير من ثلاثة مجلدات رئيسية وتقرير إجمالي تحت العنوان الجامع المتعلق بتغير المناخ في ٢٠٠١.

تغير المناخ ٢٠٠١: الأساس العلمي
مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنيـة بتغير المناخ
(ISBN 0521-01495-6)
تغير المناخ في ٢٠٠١: التأثيرات والتكيف والتقلبية
مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث الصادر عن الهيئة IPCC (ISBN 0 521 01500-6)
تغير المناخ فى ٢٠٠١: التخفيف
مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث الصادر عن الهيئة IPCC (ISBN 0 521 01502-2)
تغير المناخ في ٢٠٠١: تقرير إجمالي لتقرير التقييم الثالث الصادر عن الهيئة IPCC (ISBN 0 521 01507-3)

تغير المناخ في ٢٠٠١: الأساس العلمي هو أشمل وأحدث تقييم علمي لتغير المناخ في الماضي والحاضر والمستقبل، التقرير:

- يحلل مجموعة هائلة من الرصدات لجميع أجزاء النظام المناخي
- يصنف زيادة تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي
- يقيّم فهمنا للعمليات والتغذيات المرتدة التي تحكم النظام المناخي
- يعرض سيناريوهات تغير المناخ في المستقبل باستخدام طائفة عريضة من النماذج الخاصة بانبعاثات غازات وهباء الدفيئة في المستقبل
- يجري دراسة مفصلة للمدى الذي يمكن به تحديد المؤثرات البشرية على المناخ
- يشير إلى الثغرات في المعلومات والفهم التي مازالت قائمة في معارفنا عن تغير المناخ وكيفية معالجتها

ويتضمن هذا المجلد، الذي يمكن الحصول عليه من أمانة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (طرف المنظمة العالمية للأرصاد الجوية 7bis Avenue de la Paix, C,P. 2300, CH-1211 Geneva 2,Switzerland, Phone: +41 22 730 8208, Fax +41 22 730 8025 بريد الكتروني: ipcc_sec@gateway.wmo.ch)، يتألف من ملخص لواضعي السياسات وموجز فني لمساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وصدرت المساهمة الكاملة للفريق العامل التي تتضمن تقرير مفصلا عن ١٤ فصلا الذي أخذت منه مادة هذا الملخص، مع هذه الوثائق ويمكن الحصول عليه من مطبعة جامعة كمبريدج:

Cambridge University Press
The Edinburgh Building
Shaftesbury Road
Cambridge CB2 2RU
United Kingdom
Tel: +44 1223 325588
Fax: +44 1223 325152
http://www.cambridge.org/

التصميم من إعداد: met Office Graphics Studio
(c) الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠١
صورة الغلاف: Science Picture Library(c)

المنظمة العالمية
للأرصاد الجوية

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

برنامج الأمم
المتحدة للبيئة

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١

التأثيرات والتكيف وسرعة التأثر

ملخص لواضعي السياسات

تقرير الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
و
الملخص الفني لتقرير الفريق العامل الثاني

جزء من مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث للهيئة
الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المحتويات

الصفحة

تصدير

تمهيد

ملخص لواضعي السياسات

١- مقدمة

٢- الاستنتاجات المُتَوصَل إليها

٢-١ تغيرات المناخ الإقليمية التي حدثت في الآونة الأخيرة، ولاسيما الزيادات المسجلة في درجات الحرارة، أثرت بالفعل في كثير من النظم الفيزيائية والأحيائية

٢-٢ هناك إشارات أولية إلى أن بعض النظم البشرية قد تأثرت نتيجة للزيادات التي طرأت في الآونة الأخيرة على حالات الفيضان ونوبات الجفاف

٢-٣ النظم الطبيعية والبشرية سريعة التأثر بتغير المناخ وبعضها سيصيبه ضرر لا يمكن محوه

٢-٤ كثير من النظم البشرية حساس لتغير المناخ وبعضها سريع التأثر

٢-٥ التغيرات المتوقعة في الظواهر المناخية المتطرفة يمكن أن تكون لها عواقب وخيمة

٢-٦ تشكل احتمالات حدوث تغيرات واسعة النطاق وآثار ممكنة لا يمكن محوها مخاطر لايزال يتعين تحديدها كمياً بشكل يمكن الركون إليه

٢-٧ التكيف استراتيجية ضرورية على كل المستويات لاستكمال الجهود المبذولة من أجل التخفيف من وطأة تغير المناخ

٢-٨ من لديهم أقل موارد هم الأدنى قدرة على التكيف وسيكونون أسرع الناس تأثراً

٢-٩ التكيف والتنمية المستدامة وتعزيز الإنصاف يمكن أن يقوّي بعضها البعض الآخر

٣- الآثار الواقعة على النظم الطبيعية والبشرية ومدى سرعة تأثر هذه النظم

٣-١ الهيدرولوجيا وموارد المياه

٣-٢ الزراعة والأمن الغذائي

٣-٣ النظم الإيكولوجية على الأرض وفي المياه العذبة

٣-٤ المناطق الساحلية والنظم الإيكولوجية البحرية

٣-٥ صحة الإنسان

٣-٦ المستوطنات البشرية والطاقة الصناعية

٣-٧ التأمين والخدمات المالية الأخرى

٤- سرعة التأثر تختلف باختلاف الأقاليم

٥- تحسين تقييم التأثيرات ومدى سرعة التأثر والتكيف

الصفحة

تصدير

اشتركت منظمة الأرصاد الجوية العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة في إنشاء الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٨٨. وتشمل اختصاصات هذه الهيئة (١) تقييم المعلومات العلمية والاجتماعية والاقتصادية المتوفرة عن تغير المناخ وتأثيراته وعلى خيارات التخفيف من وطأة تغير المناخ ومواءمته و(٢) تقديم المشورة العلمية/الفنية/الاجتماعية – الاقتصادية عند الطلب، لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية المعنية بتغير المناخ. وأصدرت الهيئة، منذ عام ١٩٩٠، سلسلة من تقارير التقييم، والتقارير الخاصة، والأوراق الفنية، والمنهجيات وغير ذلك من المواد التى أصبحت من الأعمال المرجعية المعيارية المستخدمة على نطاق واسع من جانب صانعى السياسات والعلماء وغيرهم من الخبراء.

وهذا المجلد، الذي يشكل جزءا من تقرير التقييم الثالث (TAR)، من إعداد الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وهو يركز على علم المناخ. ويتألف من ١٤ فصلا تغطي النظام الطبيعي للمناخ والعوامل التى تدفع إلى تغير المناخ ويحلل المناخ في السابق وتوقعات تغير المناخ في المستقبل، ورصد ودور التأثيرات البشرية في المناخ في الآونة الأخيرة.

وكما هي العادة في الهيئة الحكومية الدولية، فإن النجاح في إصدار هذا التقرير اعتمد أولا وقبل كل شئ على معارف وحماس وتعاون مئات الخبراء في مختلف أنحاء العالم وفي كثير من التخصصات المترابطة وإن كانت مختلفة. ونود أن نعرب عن عرفاننا لجميع الكتاب الرئيسيين المنسقين والكتاب الرئيسيين، والكتاب المساهمين ومحرري الاستعراض والمراجعين. فقد كرس هؤلاء الأشخاص وقتا وجهدا كبيرين لإخراج هذا التقرير إلى حيز الوجود، واننا نشعر بالامتنان الشديد لالتزامهم بعملية الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ – ونود أن نتوجه بالشكر إلى موظفي وحدة الدعم الفني التابعة للفريق العامل الأول، وأمانة الهيئة الحكومية الدولية لما أبدوه من تفان في تنسيق إصدار تقرير ناجح آخر من تقارير الهيئة. كما نشعر بالعرفان للحكومات التي قدمت الدعم لمشاركة علمائها في عملية الهيئة الحكومية الدولية، والتي ساهمت في الصندوق الاستئماني للهيئة المخصص لتمويل المشاركة الأساسية للخبراء من البلدان النامية والبلدان التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقال. ونود أن نعرب عن تقديرنا لحكومات فرنسا وتنزانيا ونيوزيلندا وكندا لاستضافتها دورات الصياغة في أراضيها، ولحكومة الصين لاستضافتها الدورة الأخيرة للفريق العامل الأول في شنغهاي ولحكومة المملكة المتحدة لتمويلها وحدة الدعم الفني التابعة للفريق العامل الأول.

ونود أن نتوجه بالشكر على وجه الخصوص إلى الدكتور روبرت واطسون رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لتوجيهاته الصائبة وعمله بلا كلل وإرشاداته القديرة للهيئة، وإلى سير جون هوجتون والبروفيسور دنغ يهوى، ونواب رئيس الفريق العامل الأول لقيادتهم الماهرة للفريق حتى إصدار هذا التقرير.

غ. أ. ب. أوباسي

الأمين العام
للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية

ك. تيبفر
المدير التنفيذي
لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة
و
المدير العام
لمكتب الأمم المتحدة فى نيروبي.

تمهيد

يمثل هذا التقرير أول تقييم كامل لعلم تغير المناخ منذ أن أصدر الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تقريره الثاني عن تغير المناخ عام ١٩٩٥: علم تغير المناخ في ١٩٩٦. ويتوسع هذا التقرير ويستكمل المعلومات الواردة في ذلك التقرير وغيره من التقارير السابقة، الا أنه يقيم، في المقام الأول، المعلومات والبحوث الجديدة التي صدرت خلال السنوات الخمس الأخيرة. ويحلل التقرير الكتلة الضخمة من المعلومات حول جميع أجزاء النظام المناخي، ويستخلص إلى أن هذه الكتلة من المعطيات تعطي صورة جماعية لارتفاع درجة حرارة العالم. ويصنف التقرير تزايد تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ويقيم تأثيرات هذه الغازات والهباء الجوي في تغيير التوازن الإشعاعي لنظام الأرض – الجو. ويقيم التقرير مدى فهم العمليات التي تحكم النظام المناخي، ويقيم، من خلال دراسة الكيفية التي يمثل بها الجيل الجديد من نماذج المناخ هذه العمليات، مدى ملاءمة النماذج لوضع الإسقاطات الخاصة بتغير المناخ في المستقبل. وأجريت دراسة مفصلة للتأثيرات البشرية على المناخ وعما إذا كان يمكن تحديد ذلك بقدر من الثقة يفوق ما حدث في ١٩٩٦ وينتهي إلى أن هناك قرائن جديدة وأكثر قوة على أن معظم الاحترار المرصود خلال الخمسين عاما الأخيرة إنما يعزى إلى النشاطات البشرية. ويقدم التقرير إسقاطات بشأن تغير المناخ في المستقبل باستخدام طائفة عريضة من السيناريوهات عن انبعاثات غازات الدفيئة والهباء في الغلاف الجوي في المستقبل. ويتوقع في جميع السيناريوهات موضع الدراسة أن تستمر درجة الحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر في الزيادة خلال القرن الحادي والعشرين . وأخيرا يتناول التقرير الفجوات المتبقية في المعلومات والادراك وكيفية معالجتها.

وهذا التقرير المعنى بالأساس العلمي لتغير المناخ هو أول جزء من تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (TAR). وثمة مجلدات تقييم مصاحبة أخرى أصدرها الفريق العامل الثاني (التأثيرات والتكيف والتعرض) والفريق العامل الثالث (التخفيف). ويتمثل أحد الأهداف العامة لتقرير التقييم الثالث في توفير معلومات موضوعية يعتمد عليها في وضع السياسات ذات الصلة بتغير المناخ التي ستحقق هدف اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية الوارد في المادة ٢ والمتعلق بتثبيت تركيزات غاز الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دول التدخلات البشرية الخطيرة في النظام المناخي. وسعيا للمساعدة في تحقيق هذا الهدف، كجزء من تقرير التقييم الثالث، يعد الآن تقرير تجميعي سيستمد من تقارير أفرقة العمل معلومات علمية واجتماعية– اقتصادية ذات صلة بالأسئلة التسعة التي تعالج قضايا السياسات المعينة التي أثارها هدف الاتفاقية الاطارية (UNFCCC) .

وقد جرى تجميع هذا التقرير خلال الفترة من يوليو/تموز ١٩٩٨ إلى يناير/كانون الثاني ٢٠٠١ بواسطة ١٢٢ كاتب رئيسي. وعلاوة على ذلك، قدم ٥١٥ كاتبا مساهما مشروع نص ومعلومات للكتاب الرئيسيين. وقد عمدت مسودة التقرير لاستعراضها من جانب الخبراء مع ٤٢٠ مراجعا قدموا اقتراحات قيمة لتحسين التقرير. وقد تلا ذلك استعراض أجرته الحكومات والخبراء، وشارك فيه عدة مئات من المراجعين الآخرين. وجرى تحليل جميع التعليقات الواردة بعناية، وجمعت في وثيقة معدلة لدراستها خلال دورة الفريق العامل الأول التي عقدت في شنغهاي خلال الفترة ١٧–٢٠/١/٢٠٠١ . وقد ووفق هناك على الملخص المقدم لواضعي السياسات بالتفصيل وقُبل التقرير ذو الصلة.

كما بذلت جهود مضنية لتحسين وتيسير الاستفادة من التقرير. فكما حدث في ١٩٩٦، يتضمن التقرير ملخصا لواضعي السياسات وملخص فني (في مجلد واحد) علاوة على الفصول الرئيسية في التقرير. ويتبع الملخص لواضعي السياسات والملخص الفني نفس الهيكل حتى يمكن العثور على مزيد من المعلومات المتعلقة بالبنود ذات الأهمية الواردة في الملخص المقدم لواضعي السياسات بسهولة في الملخص الفني. ومن ناحية أخرى، فإن كل قسم في ملخص واضعي السياسات والملخص الفني أسند مرجعيا إلى القسم المعنى في الفصل ذي الصلة باستخدام معلومات المصدر حتى يمكن متابعة المواد الواردة في ملخص واضعى السياسات، والملخص الفني بسهولة وبمزيد من التفصيل في الفصول ذات الصلة. وسوف يمكن، في نهاية عام ٢٠٠١، البحث بتعمق في النسخة

ملخص لواضعي السياسات

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١

التأثيرات والتكيف وسرعة التأثر

تقرير الفريق العامل الثاني
التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

يشكل هذا الملخص، الذي اعتُمدت محتوياته المفصلة، أثناء الدورة السادسة التي عقدها الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ *(IPCC)* (جنيف، سويسرا، ١٣–١٦ شباط/ فبراير ٢٠٠١) بيان الهيئة الذي أقرته رسمياً فيما يتعلق بمدى حساسية النظم الطبيعية والبشرية لتغير المناخ ولقدرة هذه النظم على التكيف معه وسرعة تأثرها به ولعواقب تغير المناخ المحتملة.

بالاستناد إلى مسوّدة من إعداد:

ك. ك. أحمد، أوليغ أنيسيموف، نايجل آرنيل، ساندرا براون، اين بورتن، ماكس كامبوس، أوزفالدو كانزياني، تيموثي كارتر، ستيوارت ج. كوهين، بول ديسانكر، وليام إيسترلنغ، ب. بلير فيتزهاريس، دونالد فوربس، حبيبة جيتاي، آندرو جيثيكو، باتريك غونزاليس، ديوان غوبلر، سوجاتا غوبتا، آندرو هينس، هيديو هاراساوا، جارل إنجي هولتن، بوبو باتيه جالو، روجر جونز، زبغنيو كوندزيفيتش، موراري لال، إيميليو ليبر لاروفير، نيل لاري، ريك ليمنس، تشونزن ليو، كريس ماغادزا، مارتين مانينغ، لويس خوسيه ماتا، جيمس ماكارثي، روجر ماكلين، أنتوني ماكمايكل، كاثلين ميلر، إيفان ميلز، م. منير القادر ميرزا، دانييل موردييارسو، ليونارد نورس، كاميل بارمزان، مارتين باري، جوناثان باتز، ميشيل بوتي، أولغا بيليفوسوفا، باري بيتوك، جيف برايس، تيري روت، سينثيا روزنزفايغ، جوزي صاروخان، جون شلنهوبر، ستيفن شنايدر، روبرت شولس، مايكل سكوت، غراهام سيم، باري سميت، جوئيل سميث، برنت هونجن، آلّلا تسيبان، جون – باسكان فان إيبرسيل، بيير فيلينغا، ريتشارد ووريك، توم ويلبانكس، ألستير وودوارد، ديفيد وراث وعدد كبير من المراجعين.

١- مقدمة

يرد في تقرير الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، المعنون تغير المناخ، ٢٠٠١، التأثيرات والتكيف وسرعة التأثر، تقييم لمدى حساسية النظم الطبيعية والبشرية لتغير المناخ ولقدرة هذه النظم على التكيف معه وسرعة تأثرها به، ولعواقب تغير المناخ المحتملة(١). ويستند هذا التقرير إلى تقارير التقييم السابقة الصادرة عن الهيئة ويدرس مجدداً الاستنتاجات الرئيسية التي خلصت إليها التقييمات السابقة ويتضمن نتائج أحدث البحوث في هذا المجال(٢)(٣).

ويرد في تقرير الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بعنوان "تغير المناخ، ٢٠٠١: الأساس العلمي" تقييم للتغيرات المرصودة في المناخ ولأسبابها وللتغيرات المحتملة في المستقبل. ويخلص تقرير الفريق العامل الأول، فيما يخلص إليه، إلى أن المتوسط العالمي لدرجات حرارة السطح قد ارتفع بما يتراوح بين ٠ر٦ (٢ر٠ درجة سلسيوس على مدى القرن العشرين، وأن المتوسط العالمي لدرجات حرارة سطح الهواء يُتوقع له بالنسبة إلى مجموعة السيناريوهات التي وُضعت في التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن سيناريوهات الانبعاثات (SRES)، حسب النماذج، أن يرتفع بمقدار ١ر٤ إلى ٥ر٨ درجة سلسيوس بحلول عام ٢١٠٠ بالمقارنة مع عام ١٩٩٠، كما يُتوقع، حسب النماذج، أن يرتفع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بمقدار يتراوح بين ٩ سنتيمترات و٨٨ سنتيمتراً بحلول عام ٢١٠٠. وهذه الاسقاطات تشير إلى أن الاحترار سيختلف باختلاف المناطق وستصحبه زيادات وانخفاضات في التهطال. وعلاوة على ذلك ستحدث تغيرات في التقلبية المناخية وفي تواتر بعض الظواهر المناخية المتطرفة وشدتها. وتؤثر هذه السمات العامة لتغير المناخ في النظم الطبيعية والبشرية كما أنها تحدد إطار تقييم الفريق العامل الثاني. ولم تتقص الكتابات المتاحة بعد تأثيرات تغير المناخ والتكيف معه وسرعة التأثر به المرتبطة ببلوغ مدى الاحترار المقدر نهايته العليا.

ويصف هذا الملخص المعد لواضعي السياسات والذي أقرته الحكومات الأعضاء في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في جنيف، في شباط/ فبراير ٢٠٠١، الوضع الراهن لفهم تأثيرات تغير المناخ والتكيف وسرعة التأثر وأوجه عدم اليقين التي تنطوي عليها. ويمكن العثور على المزيد من التفاصيل في التقرير الأصلي(٤). ويعرض القسم ٢ من الملخص عدداً من الاستنتاجات العامة التي تبرز نتيجة لدمج المعلومات في جميع أجزاء التقرير الكامل. ويتناول كل استنتاج من هذه الاستنتاجات بُعداً مختلفاً من أبعاد تأثيرات تغير المناخ والتكيف معه وسرعة التأثر به بحيث لا تكون الغلبة لواحد من هذه الأبعاد. ويعرض القسم ٣ الاستنتاجات المتعلقة بالنظم الطبيعية والبشرية كل على حدة، ويسلط القسم ٤ الضوء على بعض القضايا التي تشغل مناطق مختلفة من العالم. أما القسم ٥ فيحدد مجالات البحث ذات الأولوية بغية تحقيق المزيد من التقدم في فهم عواقب تغير المناخ المحتملة والتكيف معه.

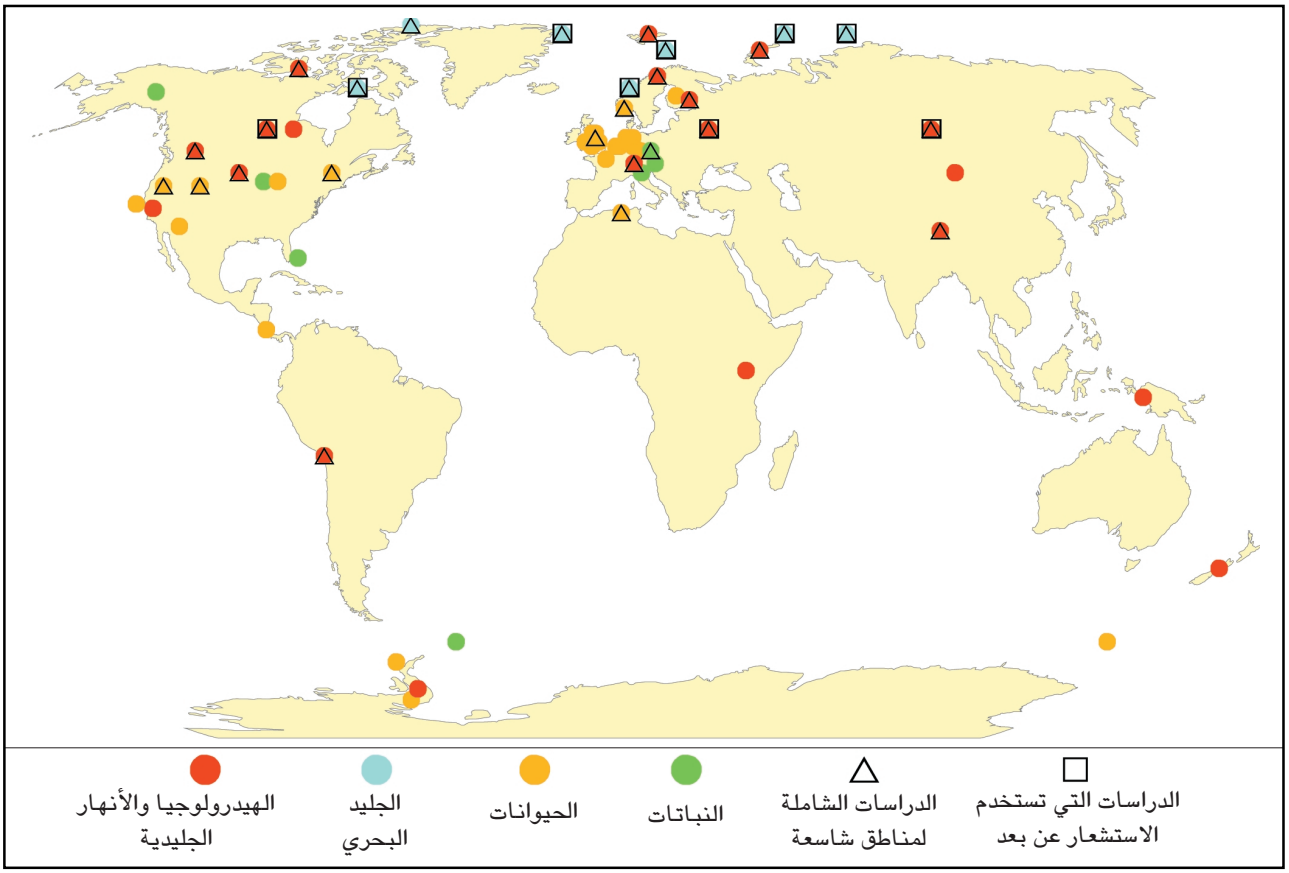
---

(١) تشير عبارة "تغير المناخ"، في مصطلح الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) إلى حدوث أي تغير في المناخ عبر الزمن سواء كان ناجماً عن التقلبية الطبيعية أو عن النشاط البشري. واستخدام هذا المصطلح في هذا التقرير يختلف عنه في الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ حيث تشير عبارة "تغير المناخ" إلى حدوث تغير في المناخ يُعزى، بشكل مباشر أو غير مباشر، إلى النشاط البشري الذي يؤدي إلى تغيير في تركيب الغلاف الجوي وذلك بالإضافة إلى تقلبية المناخ الطبيعية المرصودة على مدى فترات زمنية متماثلة. وقد تولى الفريق العامل الأول التصدي لمسألة عزو تغير المناخ إلى التأثير الطبيعي والأنشطة البشرية.

(٢) قام بوضع التقرير ١٨٣ من الكتّاب الرئيسيين المنسقين والكتّاب الرئيسيين و٢٤٣ من الكتّاب المشاركين. وتولّى مراجعته ٤٤٠ مراجعاً حكومياً وخبيراً وأشرف على عملية المراجعة ٣٣ محرراً مراجعاً.

(٣) شاركت وفود من ما يزيد على ١٠٠ بلد عضو في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في الدورة السادسة للفريق العامل الثاني المنعقدة في جنيف في الفترة من ١٣ إلى ١٦ شباط/ فبراير ٢٠٠١.

(٤) يرد ملخص أشمل للتقرير في الملخص الفني وأقسامه ذات الصلة مُشار إليها بين معقوفين في نهاية فقرات الملخص المُعد لواضعي السياسات من أجل القراء الذين يحتاجون إلى المزيد من المعلومات.



الشكل ١– ملخص لواضعي السياسات: المواقع التي تفي فيها الدراسات المنهجية الطويلة الأجل بالمعايير الصارمة لتوثيق تأثيرات تغير المناخ الإقليمي في الآونة الأخيرة المرتبطة بدرجات الحرارة على النظم الفيزيائية والأحيائية. وتمثل البيانات الخاصة بالهيدرولوجيا وانحسار الجليد والجليد البحري اتجاهات تتراوح بين عشر سنوات وقرن من الزمن. وتمثل البيانات الخاصة بالنظم الإيكولوجية الأرضية والبحرية اتجاهات لا تقل مدتها عن عقدين من الزمن. وتشمل دراسات الاستشعار عن بعد مساحات شاسعة. وتخص البيانات تأثيراً واحداً أو تأثيرات عديدة تتسق مع الآليات المعروفة لاستجابات النظم الفيزيائية/الأحيائية للتغيرات الإقليمية المرصودة المرتبطة بدرجات الحرارة. وقد تم اختيار موقع نموذجي على الخريطة بالنسبة للتأثيرات المبلغ عنها والتي تشمل مناطق شاسعة.

٢– الاستنتاجات المُتَوصّل إليها

٢–١ تغيرات المناخ الإقليمية التي حدثت في الآونة الأخيرة، ولاسيما الزيادات المسجلة في درجات الحرارة، أثرت بالفعل في كثير من النظم الفيزيائية والأحيائية

تشير الدلائل الرصدية المتاحة إلى أن تغيرات المناخ الإقليمية، ولاسيما الزيادات المسجلة في درجات الحرارة، قد أثرت بالفعل في مجموعة منوعة من النظم الفيزيائية والأحيائية في أنحاء عديدة من العالم. وتشمل أمثلة التغيرات المرصودة تقلص الأنهار الجليدية وذوبان التربة الصقيعية والتجمد المتأخر للجليد والانحسار المبكر للجليد في الأنهار والبحيرات، وزيادة طول مواسم النمو في المناطق التي تتراوح بين خطوط العرض الوسطى وخطوط العرض القطبية ونزوح المراعي الحيوانية والمناطق المزروعة صوب القطب ونحو المرتفعات، وتناقص بعض المجموعات النباتية والحيوانية وإزهار الأشجار وظهور الحشرات ووضع بيض الطيور مبكراً (انظر الشكل ١– ملخص لواضعي السياسات) وجرى توثيق الربط بين التغيرات الطارئة على درجات الحرارة الإقليمية وبين التغيرات المرصودة في النظم الفيزيائية والأحيائية في كثير من البيئات المائية والأرضية والبحرية. [الفقرات ٢–١، ٤–٣، ٤–٤، ٥–٧، ٧–١].

وقد استُمدت الدراسات المذكورة أعلاه والموضحة في الشكل ١– ملخص لواضعي السياسات من استقصاء للكتابات حدد الدراسات الطويلة الأجل، التي تستغرق في العادة عشرين عاماً أو ما يزيد، للتغيرات الطارئة على النظم الأحيائية والفيزيائية

التي يمكن ربطها بالتغيرات الإقليمية الطارئة على درجة الحرارة(٥). ففي معظم الحالات التي تم فيها اكتشاف تغيرات في النظم الأحيائية والفيزيائية كان منحى التغير هو المنحى المتوقع على أساس الآليات المعروفة. واحتمال إمكانية حدوث التغيرات المرصودة في المنحى المتوقع (بدون إشارة إلى الحجم) صدفة وعرضاً لا غير هو احتمال ضئيل جداً. وقد تكون التأثيرات المرتبطة بالتهطال هامة في أنحاء عديدة من العالم. ولا توجد اليوم بيانات مناخية وأحيائية فيزيائية منهجية ومتزامنة تستغرق مدة زمنية كافية (عقدان أو أكثر من الزمن) وهي ضرورية لتقييم تأثيرات التهطال.

كما تؤثر عوامل مثل تغير استخدام الأراضي والتلوث في هذه النظم الفيزيائية والأحيائية مما يجعل من الصعب عزو التغيرات إلى أسباب محددة في بعض الحالات المعينة. غير أن التغيرات المرصودة والطارئة على هذه النظم، إذ أُخذت في مجملها، منسجمة في اتجاهها ومتساوقة عبر مختلف المواضع و/أو المناطق (انظر الشكل ١ – ملخص لواضعي السياسات) مع الآثار المتوقعة الناجمة عن التغيرات الإقليمية في درجة الحرارة. وبذا وانطلاقاً من الدلائل الجماعية فإن هناك ثقة عالية(٦) في أن التغيرات الإقليمية التي طرأت في الآونة الأخيرة على درجة الحرارة كان لها تأثيرات ملحوظة على نظم فيزيائية وأحيائية عديدة.

٢–٢ هناك إشارات أولية إلى أن بعض النظم البشرية قد تأثرت نتيجة للزيادات التي طرأت في الآونة الأخيرة على حالات الفيضان ونوبات الجفاف

هناك دلائل بدأت تبرز على أن بعض النظم الاجتماعية والاقتصادية قد تأثرت من جراء الزيادة الأخيرة في تواتر حدوث الفيضانات ونوبات الجفاف في مناطق معينة. غير أن هذه النظم تتأثر أيضاً بالتغيرات الناجمة عن عوامل اجتماعية اقتصادية مثل التحولات الديمغرافية والتغيرات الطارئة على استخدام الأراضي. ومن الصعب، بوجه عام، تحديد التأثير النسبي الناجم عن العوامل المناخية والاجتماعية الاقتصادية تحديداً كمياً [الفقرتان ٤–٦ و٧–١].

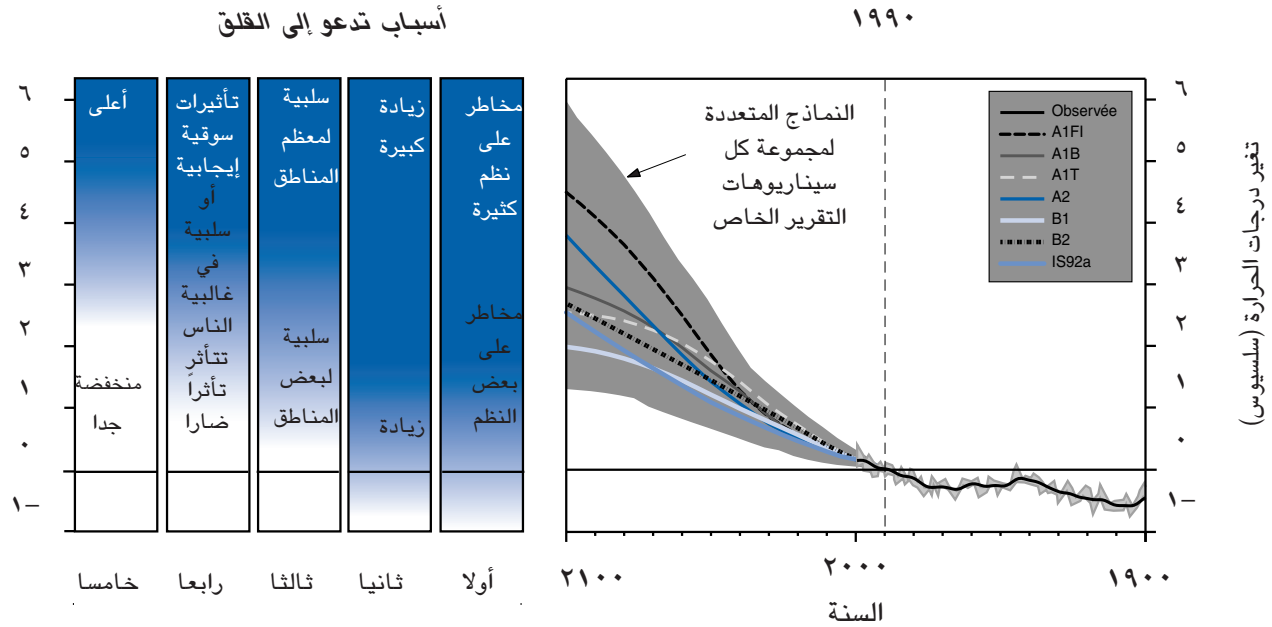
٢–٣ النظم الطبيعية والبشرية سريعة التأثر بتغير المناخ وبعضها سيصيبه ضرر لا يمكن محوه

يمكن للنظم الطبيعية أن تكون سريعة التأثر بتغير المناخ، بوجه خاص، بسبب محدودية قدرتها على التكيف. (انظر الإطار الشكل ١– ملخص لواضعي السياسات)، وقد يتعرض بعض هذه النظم لأضرار كبيرة لا يمكن محوها. وتشمل النظم الطبيعية المهددة بالخطر الأنهار الجليدية والشعاب والجزر المرجانية وأشجار المانغروف والغابات الشمالية والاستوائية والنظم الإيكولوجية القطبية والألبية وأراضي المروج الرطبة والمروج المحلية الباقية. ولئن كان هناك احتمال بتزايد أعداد بعض الأنواع أو اتساع المدى الذي توجد فيه فإن تغير المناخ سيزيد من المخاطر القائمة المتعلقة بانقراض بعض الأنواع الأكثر عرضة للخطر وسيزيد من الخسائر في التنوع الأحيائي. ومن الراسخ تماماً(٦) أن النطاق الجغرافي للأضرار أو الخسائر وعدد النظم المتأثرة سيزدادان مع زيادة حجم ومعدل تغير المناخ (انظر الشكل ١– ملخص لواضعي السياسات) [الفقرتان ٤–٣ و٧–٢–١].

---

(٥) هناك ٤٤ دراسة إقليمية لما يزيد على ٤٠٠ نبتة وحيوان يتراوح نطاقها الزمني بين ٢٠ و٥٠ عاماً وهي دراسات أجريت، أساساً، في أمريكا الشمالية وأوروبا والمنطقة القطبية الجنوبية. وهناك ١٦ دراسة إقليمية تشمل حوالى ١٠٠ عملية فيزيائية فوق معظم المناطق في العالم ويتراوح نطاقها الزمني بين حوالى ٢٠ إلى ١٥٠ عاماً. انظر القسم ٧–١ من الملخص الفني للحصول على المزيد من التفاصيل.

(٦) في هذا الملخص المعد لواضعي السياسات استُخدمت الكلمات التالية، وفقاً للمقتضيات، للإشارة إلى تقديرات حكمية لدرجة الثقة (بالاستناد إلى الرأي الجماعي للكتّاب وباستخدام الأدلة الرصدية ونتائج النمذجة والنظرية التي عمدوا إلى فحصها): ثقة عالية جداً (٩٥٪ أو يزيد)؛ ثقة عالية (٦٧–٩٥٪) ثقة متوسطة (٣٣–٦٧٪) ثقة منخفضة (٥–٣٣٪) وثقة منخفضة جداً (٥٪ أو أقل). وفي حالات أخرى، استُخدم مقياس نوعي لتقييم مستوى الفهم العلمي: راسخ تماماً، وراسخ ولكن غير مكتمل، وذو تفسيرات متضاربة، وتخميني. والأساليب المتبعة في تقييم مستويات الثقة ومستوى الفهم العلمي، وتعاريف هذه المصطلحات معروضة في الفرع ١–٤ من الملخص الفني. وكلما وردت هذه المصطلحات في الملخص المعد لواضعي السياسات فإنها تكون مصحوبة بحواش وتكون مكتوبة بالخط المائل.



أولاً – المخاطر التي تحدق بالنظم الفريدة والمهددة
ثانياً – المخاطر الناجمة عن الظواهر المناخية المتطرفة
ثالثاً – توزع التأثيرات
رابعاً – التأثيرات الإجمالية
خامساً – المخاطر الناجمة عن الثغرات الواسعة النطاق

الشكل ٢– ملخص لواضعي السياسات: أسباب تدعو إلى القلق بشأن تأثيرات تغير المناخ المتوقع. وتتزايد مخاطر حدوث تأثيرات غير مواتية بسبب تغير المناخ مع تزايد حجم ذلك التغير ويبين الجزء الواقع إلى اليسار من الشكل الارتفاع المرصود في درجات الحرارة بالنسبة لعام ١٩٩٠ ومدى الزيادة المتوقعة في درجات الحرارة بعد ذلك العام، حسب تقديرات الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بالنسبة إلى سيناريوهات التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات. أما اللوحة الواقعة إلى اليمين فتبين تصورات نظرية لخمسة أسباب تدعو إلى القلق فيما يتعلق بمخاطر تغير المناخ الناشئة حتى عام ٢١٠٠. ويشير اللون الأبيض إلى وجود تأثير متعادل ووجود تأثيرات أو أخطار سلبية طفيفة أو موجبة، ويشير اللون الأزرق الفاتح إلى وجود تأثيرات سلبية بالنسبة لبعض النظم أو مخاطر منخفضة، ويشير اللون الأزرق الغامق إلى تأثيرات أو مخاطر سلبية أوسع انتشاراً و/أو زيادة في الحجم. ولا يضع تقييم التأثيرات أو المخاطر في الاعتبار سوى حجم تغير المناخ لا معدله. ويُستعمل المتوسط السنوي العالمي للتغير في درجات الحرارة في الشكل كمرادف لحجم تغير المناخ غير أن التأثيرات الفعلية المتوقعة ستتوقف على جملة أمور منها حجم ومعدل التغيرات العالمية والإقليمية في المناخ المتوسط والتقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة والأحوال الاجتماعية والاقتصادية والتكيف.

٤-٢ كثير من النظم البشرية حساس لتغير المناخ وبعضها سريع التأثر

تشمل النظم البشرية الحساسة لتغير المناخ، أساساً موارد المياه والزراعة (وخاصة الأمن الغذائي) والحراجة، والمناطق الساحلية والنظم البحرية (المصايد)، والمستوطنات البشرية، والطاقة، والصناعة والتأمين والخدمات المالية الأخرى، وصحة الإنسان. وتتفاوت سرعة تأثر هذه النظم تبعاً للموقع الجغرافي والزمن والظروف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. [الفقرات ٤-١ و٤-٢ و٤-٣ و٤-٤ و٤-٥ و٤-٦ و٤-٧].

وتشمل التأثيرات الضارة المتوقعة بالاستناد إلى النماذج والدراسات الأخرى ما يلي:

- انخفاضاً عاماً في غلات المحاصيل المحتملة في معظم المناطق المدارية وشبه المدارية فيما يتعلق بمعظم الزيادات المتوقعة في درجات الحرارة [الفقرة ٤-٢].

- انخفاضاً عاماً في غلات المحاصيل المحتملة، مع بعض التباين، في معظم المناطق ذات خطوط العرض الوسطى فيما يتعلق بالزيادات في المتوسط السنوي لدرجات الحرارة الذي لا يتجاوز (بضع) درجات مئوية (سلسيوس) [الفقرة ٤-٢].

- تناقص توافر المياه لدى المجموعات السكانية في كثير من المناطق الشحيحة المياه وخاصة في المناطق شبه المدارية [الفقرة ٤-١].

- زيادة عدد الناس المعرضين للإصابة بالأمراض التي تحملها النواقل (مثل الملاريا) والأمراض التي تحملها المياه (مثل الكوليرا) وزيادة في معدل الوفيات الناجمة عن الإجهاد الحراري [الفقرة ٤-٧].

- زيادة على نطاق واسع في خطر اجتياح الفيضانات لمستوطنات بشرية عديدة (آلاف الملايين من السكان في المستوطنات التي تمت دراستها) نتيجة لزيادة ظواهر التهطال الشديد وارتفاع مستوى سطح البحر [الفقرة ٤-٥].

- زيادة الطلب على الطاقة من أجل التبريد نتيجة لارتفاع درجات الحرارة خلال الصيف [الفقرة ٤-٥].

وتشمل التأثيرات النافعة المتوقعة بالاستناد إلى النماذج والدراسات الأخرى ما يلي:

- زيادة في غلات المحاصيل المحتملة في بعض المناطق ذات خطوط العرض الوسطى فيما يتعلق بالزيادات في درجات الحرارة التي لا تتجاوز (بضع) درجات مئوية (سلسيوس) [الفقرة ٤-٢].

- زيادة محتملة في إمدادات الأخشاب العالمية من الغابات التي تدار بشكل ملائم [الفقرة ٤-٣].

- زيادة كميات المياه المتوافرة للمجموعات السكانية التي تعيش في بعض المناطق الشحيحة المياه، في أجزاء من جنوب شرق آسيا، مثلاً، [الفقرة ٤-١].

- انخفاض معدل الوفيات في موسم الشتاء في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والقطبية [الفقرة ٤-٧].

- انخفاض الطلب على الطاقة من أجل التدفئة نتيجة لارتفاع درجات الحرارة في فصل الشتاء [الفقرة ٤-٥].

٢-٥ التغيرات المتوقعة في الظواهر المناخية المتطرفة يمكن أن تكون لها عواقب وخيمة

يتضح مدى سرعة تأثر المجتمعات البشرية والنظم الطبيعية بالظواهر الطبيعية من الأضرار وحالات المعاناة والوفيات الناجمة عن ظواهر مثل نوبات الجفاف والفيضانات وموجات الحرارة والانهيارات الثلجية والعواصف الريحية. وإذا كانت هناك أوجه عدم يقين مرتبطة بالتقديرات المتعلقة بهذه التغيرات فإنه يُتوقع لبعض الظواهر المتطرفة أن يزداد تواتراً و/أو شدة خلاء القرن الحادي والعشرين نتيجة للتغيرات الطارئة على المتوسط و/أو تقلبية المناخ، لذا يمكن توقع زيادة شدة تأثيرات هذه الظواهر أيضاً وفقاً للاحترار العالمي [انظر الشكل ٢- ملخص لواضعي السياسات]. وبالعكس فإن تواتر وحجم الظواهر المتطرفة المصحوبة بانخفاض شديد في درجات الحرارة، مثل فترات البرد، يُتوقع أن تقل في المستقبل مما يؤدي إلى آثار إيجابية وسلبية على حد السواء. ومن المتوقع أن تكون آثار التغيرات في الظواهر المناخية المتطرفة في المستقبل أكثر وطأة على الفقراء. ويرد في الجدول ١- ملخص لواضعي السياسات، بعض الأمثلة النموذجية على الآثار الناجمة عن التغيرات المتوقعة في تقلبية المناخ والظواهر المناخية المتطرفة. [الفقرات ٣-٥ و٤-٦ و٧-٢-٤].

٢-٦ تشكل احتمالات حدوث تغيرات واسعة النطاق وآثار ممكنة لا يمكن محوها مخاطر لايزال يتعين تحديدها كمياً بشكل يمكن الركون إليه

يحتمل أن يتسبب تغير المناخ المتوقع(٧) خلال القرن الحادي والعشرين في تغيرات واسعة النطاق في النظم الأرضية في المستقبل وربما إلى تغيرات لا راد لها مما يؤدي إلى حدوث تأثيرات على النطاقين القاري والعالمي. وهذه الإمكانيات تتوقف كثيراً على السيناريوهات المناخية ولم يجر بعد تقييم لمجموعة كاملة من السيناريوهات المقنعة. ومن الأمثل على ذلك الإبطاء الشديد في حركة دوران المحيطات التي تنقل المياه الدافئة إلى شمال المحيط الأطلسي، وحدوث انحسار كبير في الصفائح الجليدية في غرينلاند وغرب المنطقة القطبية الجنوبية، وتسارع وتيرة الاحترار العالمي نتيجة ارتداد الكربون، في إطار دورته، إلى الغلاف الحيوي الأرضي وانطلاق الكربون الأرضي من مناطق التربة الصقيعية وانطلاق الميثان من الهيدرات الموجودة في الرواسب الساحلية. واحتمال حدوث كثير من هذه التغيرات في النظم الأرضية غير معروف جيداً ولكن درجته منخفضة للغاية على الأرجح، غير أن من المتوقع أن احتمالات حدوثها قد تزداد بازدياد معدل وحجم ومدة تغير المناخ (انظر الشكل ٢- ملخص لواضعي السياسات)]الفقرات ٣-٥ و٥-٧ و٧-٢-٥.

(٧) ترد تفاصيل تغير المناخ المتوقع، الموضحة في الشكل ٢- ملخص لواضعي السياسات، في الملخص المعد لواضعي السياسات الذي وضعه الفريق العامل الأول.

وإذا حدثت هذه التغيرات في النظم الأرضية فإن تأثيراتها ستكون واسعة النطاق ومستديمة. فالإبطاء الشديد في حركة الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي، مثلاً، سيكون له تأثير كبير في مستويات الأكسجين في المياه العميقة وفي امتصاص المحيطات للكربون، وفي النظم الإيكولوجية البحرية كما سيحد من الاحترار فوق أجزاء من أوروبا. ومن شأن انحلال الغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الجنوبية أو ذوبان الغطاء الجليدي في غرينلاند أن يرفع مستوى سطح البحر في العالم بمقدار يصل إلى ٣ أمتار، بالنسبة إلى المنطقتين، على مدى السنوات الألف القادمة(٨) وحسب معدل فقدان الجليد يمكن أن يتجاوز معدل وحجم ارتفاع مستوى سطح البحر إلى حد بعيد قدرة النظم البشرية والطبيعية على التكيف دون حدوث تأثيرات كبيرة. ومن شأن انطلاق الكربون الأرضي من مناطق التربة الصقيعية والميثان من الهيدرات الموجودة في الرواسب الساحلية، بفعل الاحترار، أن يزيد كذلك تركزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي ويضخم تغير المناخ. [الفقرات ٣-٥ و٥-٧ و٧-٢-٥].

الإطار ١- ملخص لواضعي السياسات - مدى الحساسية لتغير المناخ والتكيف معه وسرعة التأثر به

الحساسية هي درجة تأثر نظام ما تأثراً ضاراً أو مفيداً بالمحفزات ذات الصلة بالمناخ. وتشمل المحفزات ذات الصلة بالمناخ جميع عناصر تغير المناخ، بما فيها خصائص المناخ المتوسط، والتقلبية المناخية وتواتر وحجم الظواهر المتطرفة. ويمكن أن يكون التأثير مباشراً (مثل التغير في غلة المحاصيل استجابة لتغير في متوسط أو مدى أو تقلبية درجات الحرارة) أو غير مباشر (مثل الأضرار التي تنجم عن زيادة تواتر الفيضانات الساحلية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر).

القدرة على التكيف هي قدرة نظام ما على التكيف مع تغير المناخ (بما في ذلك التقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة) أو مع الأضرار المحتملة المتوسطة أو على الاستفادة من الفرص السانحة أو مواكبة العواقب.

سرعة التأثر هي مدى حساسية نظام ما للآثار الضارة الناجمة عن تغير المناخ أو عدم قدرة هذا النظام على مواكبتها، بما في ذلك التقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة. وسرعة التأثر تتوقف على طبيعة وحجم ومعدل التقلبية المناخية التي يتعرض لها نظام ما، ولحساسية هذا النظام وقدرته على التكيف.

(٨) ترد تفاصيل المساهمتين المتوقعتين في ارتفاع مستوى سطح البحر من الغطاء الجليدي في غرب المنطقة القطبية الجنوبية والغطاء الجليدي في غرينلاند في الملخص المعد لواضعي السياسات الذي وضعه الفريق العامل الأول. فالظواهر المناخية المتطرفة والتقلبية المناخية ومعدلات تغير المناخ هي جميعاً سمات أساسية في التصدي للتقلبية المناخية والتكيف مع تغير المناخ وليست مجرد تغيرات في ظروف مناخية عادية. فالنظم البشرية والطبيعية ستتكيف إلى حد ما تلقائياً مع تغير المناخ.

الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات) – أمثلة على التأثيرات الناجمة عن التغيرات المتوقعة في الظواهر المناخية المتطرفة

التغيرات المتوقعة خلال القرن الحادي والعشرين في الظواهر المناخية المتطرفة وأرجحيتها(أ)	أمثلة نموذجية على التأثيرات المتوقعة(ب) (حدوثها جميعاً يقدر بثقة عالية في بعض المناطق(ج))
الظواهر المتطرفة البسيطة	
ارتفاع درجات الحرارة العظمى؛ زيادة عدد الأيام الحارة وموجات الحرارة(د) في كل مناطق اليابسة تقريباً (مرجح للغاية(أ))	• ارتفاع معدل حدوث الوفيات والأمراض الخطيرة بين فئات الطاعنين في السن وفقراء الحضر [الفقرة ٤–٧] • تزايد الإجهاد الحراري لدى المواشي وفي الحياة البرية [الفقرتان ٤–٢ و٤–٣] • تحوّل في وجهات السياح [الجدول ٤– الملخص الفني والفقرة ٥–٨] • تزايد مخاطر تلف عدد من المحاصيل [الفقرة ٤–٢] • تزايد الطلب على التبريد باستخدام الكهرباء وانخفاض معولية الإمداد بالطاقة [الجدول ٤– الملخص الفني والفقرة ٤–٥]
ارتفاع (زيادة) درجات الحرارة الصغرى؛ قلة أيام البرد وأيام الصقيع وعدد موجات الحرارة(د) في جميع مناطق اليابسة تقريباً (مرجح للغاية(أ))	• انخفاض معدلات المراضة والوفيات البشرية المرتبطة بالبرد [الفقرة ٤–٧] • انخفاض مخاطر تلف عدد من المحاصيل وتزايد المخاطر المحدقة بمحاصيل أخرى [الفقرة ٤–٢] • اتساع نطاق نشاط بعض نواقل الآفات والأمراض [الفقرتان ٤–٢ و٤–٣] • انخفاض الطلب على الطاقة لأغراض التدفئة [الفقرة ٤–٥]
زيادة شدة ظواهر التهطال (محتملة للغاية(أ) في مناطق عديدة)	• زيادة الأضرار الناجمة عن الفيضانات والانهيالات الأرضية والانهيارات الجليدية وانهيالات الأوحال [الفقرة ٤–٥] • زيادة تآكل التربة [الفقرة ٥–٢–٤] • بإمكان زيادة الجريان السطحي الناجم عن الفيضانات أن تزيد من إعادة تغذية بعض مستودعات المياه الجوفية في السهول الفيضانية [الفقرة ٤–١] • زيادة الضغوط على الحكومات ونظم التأمين ضد الفيضانات من القطاع الخاص وعلى دوائر الإغاثة في حالات الكوارث [الجدول ٤– الملخص الفني والفقرة ٤–٦]
الظواهر المتطرفة المعقدة	
زيادة الجفاف في فصل الصيف في معظم المناطق الداخلية القارية ذات خطوك العرض الوسطى وما يصحب ذلك من مخاطر الجفاف (مرجحة(أ))	• انخفاض غلات المحاصيل [الفقرة ٤–٢] • زيادة الأضرار التي تلحق بأسس المباني نتيجة انكماش الأرض [الجدول ٤– الملخص الفني] • انخفاض كمية موارد المياه وتدني جودتها [الفقرتان ٤–١ و٤–٥] • تزايد مخاطر اندلاع حرائق الغابات [الفقرة ٥–٤–٢]
زيادة شدة ذروة الرياح في الأعاصير المدارية وشدة متوسط وذروة التهطال (مرجحة(أ) في بعض المناطق)	• زيادة المخاطر المحدقة بحياة الإنسان ومخاطر انتشار أوبئة الأمراض المعدية وعدد كبير من المخاطر الأخرى [الفقرة ٤–٧] • تزايد تآكل السواحل والأضرار التي تلحق بالمباني والبنية الأساسية الساحلية [الفقرتان ٤–٥ و٧–٢–٤] • تزايد الضرر اللاحق بالنظم الإيكولوجية الساحلية مثل الشعب المرجانية وأشجار المانغروف [الفقرة ٤–٤]
زيادة شدة نوبات الجفاف والفيضانات المرتبطة بظواهر النينيو في مناطق عديدة مختلفة (محتملة(أ)) (انظر أيضاً تحت عنوان نوبات الجفاف وظواهر التهطال الشديد)	• انخفاض إنتاجية الأراضي الزراعية وأراضي المراعي في المناطق المعرضة لنوبات الجفاف والفيضانات [الفقرة ٤–٣] • انخفاض إمكانات توليد الطاقة المائية في المناطق المعرضة لنوبات الجفاف [الفقرة ٥–١–١ والجدول ٧– الملخص الفني]
تزايد تقلبية التهطال في فصل الموسميات الآسيوية الصيفية (محتملة(أ))	• تزايد حجم الفيضانات ونوبات الجفاف والأضرار الناجمة عنها في المناطق المعتدلة والمدارية في آسيا [الفقرة ٥–٢–٤]
تزايد شدة العواصف التي تحدث في المناطق ذات خطوط العرض الوسطي (اتفاق قليل بين النماذج الحالية)(د)	• تزايد المخاطر المحدقة بحياة وصحة الإنسان [الفقرة ٤–٧] • زيادة الخسائر التي تلحق بالممتلكات والبنية الأساسية [الجدول ٤– الملخص الفني] • زيادة الأضرار التي تصيب النظم الإيكولوجية الساحلية [الفقرة ٤–٤]

(أ) تشير الأرجحية إلى تقديرات حكمية لدرجة الثقة المستخدمة في تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول: مرجح للغاية (٩٠–٩٩٪ من الاحتمالات)؛ مرجح (٦٦–٩٠٪ من الاحتمالات)، وما لم يبين غير ذلك فإن المعلومات الخاصة بالظواهر المناخية مستمدة من الملخص المعد لواضعي السياسات، تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول.
(ب) يمكن التخفيف من وقع هذه التأثيرات باتخاذ تدابير الاستجابة الملائمة.
(ج) تشير عبارة ثقة عالية إلى احتمالية تتراوح بين ٦٧٪ و٩٥٪ كما هو وارد في الحاشية ٦.
(د) معلومات مستمدة من تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الأول، الملخص الفني، القسم ف–٥.
(هـ) التغيرات في التوزع الإقليمي للأعاصير المدارية محتملة ولكن لم يتم إقامة الدليل عليها.

٢-٧ التكيف استراتيجية ضرورية على كل المستويات لاستكمال الجهود المبذولة من أجل التخفيف من وطأة تغير المناخ

ينطوي التكيف على إمكانية الحد من تأثيرات المناخ الضارة وتعزيز تأثيراته المفيدة، ولكنه يستتبع تحمل تكاليف ولن يمنع جميع الأضرار. ويمكن أن يكون التكيف المخطط له مكملاً للتكيف التلقائي على الرغم من أن الخيارات والحوافز أكبر بالنسبة لتكيف النظم البشرية منها بالنسبة للتكيف لحماية النظم الطبيعية. والتكيف استراتيجية ضرورية على جميع المستويات من أجل إكمال الجهود المبذولة للتخفيف من آثار تغير المناخ [الفقرة ٦].

ويمكن الاستناد إلى الخبرة المكتسبة فيما يخص التكيف مع التقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة من أجل وضع استراتيجيات ملائمة للتكيف مع تغير المناخ المتوقع. والتكيف مع التقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة الحالية يؤدي في الغالب إلى جني فوائد، كما أنه يشكل أساساً لمواكبة تغير المناخ في المستقبل. بيد أن الخبرة تظهر أيضاً أن هناك قيوداً على تحقيق التكيف المحتمل بالكامل. وعلاوة على هذا فإن سوء التكيف، مثل تعزيز التنمية في المواقع المعرضة للخطر، يمكن أن يحدث نتيجة قرارات تتخذ على أساس اعتبارات قصيرة الأجل وإغفال التقلبية المناخية المعروفة والنظرة القاصرة إلى العواقب وعدم كفاية المعلومات وفرط الاعتماد على آليات التأمين. [الفقرة ٦ من الملخص الفني].

٢-٨ من لديهم أقل موارد هم الأدنى قدرة على التكيف وسيكونون أسرع الناس تأثراً

إن قدرة النظم البشرية على التكيف مع تغير المناخ ومواكبته تتوقف على الثروة والتكنولوجيا والتعليم والمعلومات والمهارات والبنية الأساسية وتيسر الموارد والقدرات الإدارية. وتمتلك البلدان المتقدمة والبلدان النامية إمكانات لتعزيز و/أو اكتساب القدرات التكيفية. وتتفاوت المجموعات السكانية والمجتمعات المحلية تفاوتاً بالغاً من حيث تمتعها بهذه الصفات. والبلدان النامية ولاسيما أقلها نمواً هي عموماً الأفقر في هذا الصدد. ونتيجة لذلك تكون قدرة هذه البلدان أقل على التكيف كما أنها أسرع تأثراً بالأضرار الناجمة عن تغير المناخ، مثلما هي أسرع تأثراً بإجهادات أخرى. وتبلغ هذه الحالة ذروة شدتها لدى أفقر الناس في تلك البلدان. [الفقرة ٦-١، انظر أيضاً الفقرات ٥-١-٧ و٥-٢-٧ و٥-٣-٥ و٥-٤-٦ و٥-٦-١ و٥-٦-٢ و٥-٧ و٥-٨-١ للحصول على معلومات إقليمية النطاق].

وجرى تقدير الفوائد والتكاليف المترتبة على آثار تغير المناخ بالوحدات النقدية وتجميعها في تقديرات على المستوى الوطني والإقليمي والعالمي. وتستبعد التقديرات عموماً آثار التغيرات في التقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة ولا تأخذ في الحسبان آثار مختلف معدلات التغير وتأخذ في الحسبان جزئياً فقط التأثيرات الواقعة على السلع والخدمات غير المتداولة في الأسواق. ويحتمل أن يؤدي هذا الإغفال إلى بخس تقدير الخسائر الاقتصادية والمبالغة في تقدير المكاسب الاقتصادية. وتقديرات التأثيرات الإجمالية خلافية لأنها تأخذ في الاعتبار المكاسب فيما يتعلق ببعض الآثار على أنها تلغي الخسائر فيما يتعلق بآثار أخرى، ولأن الثقل المعطى في إعداد التقديرات الإجمالية للأفراد هو ذاتي بالضرورة. [الفقرتان ٧-٢-٢ و٧-٢-٣].

وعلى الرغم من القيود المذكورة أعلاه، وبالاستناد إلى بضعة تقديرات منشورة، فإن الزيادات في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة(٩) ستسبب خسائر اقتصادية صافية في كثير من البلدان النامية فيما يتعلق بجميع أبعاد الاحترار المدروسة (ثقة منخفضة(٦)) كلما زاد مستوى الاحترار زاد حجم الخسائر (ثقة متوسطة(٦)). وعلى العكس فإن من شأن زيادة في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة بما يصل إلى (بضع) درجات سلسيوس أن تؤدي إلى خليط من المكاسب والخسائر الاقتصادية في البلدان المتقدمة (ثقة منخفضة(٦)) مع حدوث خسائر اقتصادية إذا حدثت زيادات أكبر في درجات الحرارة (ثقة متوسطة(٦)). ومستوى التوزع للتأثيرات الاقتصادية من شأنه أن يزيد التفاوت في الرفاه بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية مع اتساع الهوة بحدوث زيادات في درجات الحرارة المتوقعة الأعلى (ثقة متوسطة(٦)). والتأثيرات الأكثر ضرراً المقدرة للبلدان النامية تعكس، إلى حد ما، انخفاض قدرتها على التكيف بالمقارنة مع البلدان المتقدمة. [الفقرة ٧-٢-٣].

وعلاوة على ذلك وعند تجميع الناتج القومي الإجمالي (GDP) على النطاق العالمي فإنه سيتغير بنسبة مئوية ضئيلة فيما يتعلق بارتفاع في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة بمقدار (بضع) (a few) درجات سلسيوس (ثقة ضئيلة(٦)) وسيؤدي ارتفاع الخسائر الصافية إلى زيادات أكبر في درجات الحرارة (ثقة متوسطة(٦)) (انظر الشكل ٢- ملخص لواضعي السياسات). ويُتوقع أن يكون عدد من يلحق بهم الضرر جراء تغير المناخ أكبر من عدد من يستفيدون منه، حتى إذا كانت الزيادة في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة أقل من (بضع) (a few) درجات سلسيوس. (ثقة منخفضة(٦)). وهذه النتائج حساسة للافتراضات المتعلقة بالتغيرات في المناخ الإقليمي ومستوى التنمية والقدرة على التكيف، ومعدل التغير وتقييم التأثيرات والطرق المستخدمة في تجميع الخسائر والمكاسب النقدية بما في ذلك اختيار سعر الخصم [الفقرة ٧-٢-٢].

(٩) يستخدم المتوسط العالمي لتغير درجات الحرارة كمؤشر لحجم تغير المناخ على الرغم من أن التعرضات المتوقعة والمعتمدة على السيناريوهات والمأخوذة في الحسبان في هذه الدراسات تشمل تغيرات مختلفة إقليمياً في درجات الحرارة والتهطال وغير ذلك من المتغيرات المناخية.

ومن المتوقع أن تكون آثار تغير المناخ على أشدها في البلدان النامية من حيث الخسائر في الأرواح والآثار النسبية على الاستثمارات والاقتصاد. وعلى سبيل المثال كانت الأضرار النسبية بالنسب المئوية التي أصابت الناتج القومي الإجمالي نتيجة للظواهر المناخية المتطرفة أكبر في البلدان النامية منها في البلدان المتقدمة. [الفقرة ٤-٦].

٢-٩ التكيف والتنمية المستدامة وتعزيز الإنصاف يمكن أن يقوّي بعضها البعض الآخر

كثير من المجتمعات المحلية والمناطق السريعة التأثر بتغير المناخ يتعرض أيضاً للضغط الذي تمارسه قوى مثل النمو السكاني واستنفاد الموارد والفقر. والسياسات التي تقلل الضغوط على الموارد وتحسن إدارة المخاطر البيئية وتزيد من رفاه أفقر أفراد المجتمع يمكن أن تدفع، في الوقت ذاته، التنمية المستدامة والمساواة إلى الأمام وتعزز القدرة على التكيف وتحد من سرعة التأثر بتغير المناخ وغيره من مصادر الإجهاد. ويمكن أن يؤدي إدراج الاعتبارات الخاصة بالمخاطر المناخية في تصميم وتنفيذ المبادرات الإنمائية الوطنية والدولية إلى تعزيز المساواة وتنمية أكثر استدامة تحد من سرعة التأثر بتغير المناخ. [الفقرة ٦-٢].

٣- الآثار الواقعة على النظم الطبيعية والبشرية ومدى سرعة تأثر هذه النظم

٣-١ الهيدرولوجيا وموارد المياه

يتفاوت أثر تغير المناخ في تدفق المجاري المائية وإعادة التغذية بالمياه الجوفية على الصعيد الإقليمي وفيما بين السيناريوهات المناخية وذلك تبعاً للتغيرات المتوقعة في التهطال إلى حد بعيد. وهناك توقع متسق ضمن معظم سيناريوهات تغير المناخ يتعلق بزيادة المتوسط السنوي لتدفق المجاري المائية في مناطق خطوط العرض الوسطى وجنوب شرق آسيا وانخفاضه في وسط آسيا والمنطقة المطلة على البحر المتوسط وفي الجنوب الأفريقي واستراليا (ثقة متوسطة(٦)) (انظر الشكل ٣- ملخص لواضعي السياسات)، غير أن مقدار التغير يختلف باختلاف السيناريوهات. وفيما يخص مناطق أخرى تشمل خطوط العرض الوسطى ليس هناك اتساق قوي في التوقعات الخاصة بتدفق المجاري المائية ويُعزى ذلك، في جزء منه، إلى الاختلافات في سقوط المطر المتوقع وفي جزء آخر إلى الاختلافات في التبخر المتوقع وهي اختلافات يمكن أن تعادل الزيادات في سقوط المطر. ومن المتوقع أن يتسارع انحسار معظم الأنهار الجليدية وقد يختفي كثير من الأنهار الجليدية الصغيرة (ثقة عالية(٦)). وبوجه عام، فإن التغيرات المتوقعة في المتوسط السنوي للجريان السطحي أقل قوة من التأثيرات القائمة فقط على تغير درجات الحرارة لأن التغيرات التي تطرأ على التهطال أكثر اختلافاً فيما بين السيناريوهات. أما على نطاق أحواض الصرف فإن آثار تغير ما في المناخ تختلف باختلاف الخاصيات الفيزيائية والنباتات في مستجمعات المياه وقد يضاف إلى التغيرات التي تطرأ على الغطاء الأرضي. [الفقرة ٤-١].

ويعيش نحو ١٫٧ مليار نسمة أي ثلث سكان العالم، اليوم، في بلدان تعاني مواردها المائية الإجهاد (ويعرف الإجهاد بأنه استخدام ما يزيد على ٢٠٪ من إمدادات المياه المتجددة لديها، وذلك مؤشر يشيع استخدامه للدلالة على الإجهاد المائي). ويُتوقع أن يرتفع هذا العدد إلى حوالى ٥ مليارات نسمة بحلول عام ٢٠٢٥ وذلك يتوقف على معدل نمو السكان. وبإمكان تغير المناخ المتوقع أن يؤدي إلى زيادة انخفاض تدفق المجاري المائية وإعادة التغذية بالمياه الجوفية في كثير من هذه البلدان التي تعاني إجهاداً مائياً ومنها، على سبيل المثال، بلدان منطقة وسط آسيا والجنوب الأفريقي والبلدان المطلة على حوض البحر المتوسط، ولكن تدفق المجاري المائية وإعادة التغذية بالمياه الجوفية قد يزدادان في بعض البلدان الأخرى [الفقرة ٤-١ انظر أيضاً الفقرات ٥-١-١ و٥-٢-٣ و٥-٣-١ و٥-٤-١ و٥-٥-١ و٥-٦-٢ و٥-٨-٤ للحصول على معلومات إقليمية النطاق].

ويتزايد الطلب على المياه، بشكل عام، نتيجة لنمو السكان والتنمية الاقتصادية غير أنه آخذ في التراجع في بعض البلدان نظراً لتزايد كفاءة استخدام المياه. ومن غير المحتمل أن يكون لتغير المناخ كبير أثر على طلب البلديات ودوائر الصناعة على المياه، بشكل عام، إلا أنه قد يؤثر تأثيراً كبيراً في الكميات المسحوبة لأغراض الري، وذلك يتوقف على كيفية الاستعاضة عن التبخر المتزايد أو المبالغة فيه نتيجة للتغيرات التي تطرأ على التهطال. ويعني ارتفاع درجات الحرارة، وبالتالي تزايد طلب المحاصيل على المياه نتيجة للتبخر، أن الاتجاه العام سيكون نحو حدوث زيادة في الطلب على الري. [الفقرة ٤-١].

ويمكن أن يزداد حجم وتواتر الفيضانات في مناطق عديدة نتيجة زيادة تواتر ظواهر التهطال الغزير التي يمكن أن تزيد الجريان السطحي في معظم المناطق وكذلك إعادة التغذية بالمياه الجوفية في بعض السهول الفيضانية. ويمكن أن يؤدي تغير استخدام الأراضي إلى تفاقم هذه الظواهر. وسينخفض تدفق المجاري المائية أثناء فترات الدفق المنخفض الموسمي في مناطق عديدة نتيجة تزايد التبخر. وقد تؤدي التغيرات في التهطال إلى تفاقم آثار تزايد التبخر أو إلى معادلتها. وسوف يؤدي تغير المناخ المتوقع إلى تدهور نوعية المياه من خلال ارتفاع درجات حرارة المياه وتزايد حمولة الملوثات نتيجة الجريان السطحي والطفح من منشآت تصريف النفايات. كما ستزداد النوعية تدهوراً في الأماكن التي ينخفض فيها الدفق إلا أن الزيادات في الدفق قد تخفف إلى حد ما من وطأة بعض التدهور في نوعية المياه وذلك بتخفيف الكثافة بشكل كبير. وحيثما كان سَقَط الثلج مكوِّناً هاماً في الوقت الحالي للتوازن المائي يمكن أن تسقط نسبة أكبر من التهطال في فصل الشتاء على شكل مطر ويمكن أن يؤدي هذا إلى ذروة أشد لتدفق

المجاري المائية تنتقل، بالإضافة إلى ذلك، من فصل الربيع إلى فصل الشتاء. [الفقرة ٤-١].

ويحتمل أن يوجد أقصى مستوى لسرعة التأثر في النظم المائية غير المدارة والنظم التي تشكو حالياً من إجهاد أو تلك التي تدار بطريقة سيئة وبصورة غير مستدامة نتيجة للسياسات التي تثني عن استخدام المياه على نحو يتسم بالكفاءة أو المحافظة على نوعيتها أو عدم ملاءمة إدارة مستجمعات المياه أو نتيجة الفشل في إدارة العرض والطلب المتغيرين على المياه أو عدم وجود إرشادات مهنية سليمة. وفي النظم غير المدارة توجد بضعة هياكل قائمة، أو لا توجد أية هياكل، لتخفيف آثار التقلبية الهيدرولوجية على نوعية المياه وإمداداتها. أما في النظم المدارة بصورة غير مستدامة فإن استعمال المياه والأراضي يمكن أن يضيف إجهادات تزيد سرعة التأثر بتغير المناخ. [الفقرة ٤-١].

ويمكن استخدام تقنيات إدارة موارد المياه، ولاسيما التقنيات الخاصة بالإدارة المتكاملة لموارد المياه، في التكيف مع الآثار الهيدرولوجية المترتبة على تغير المناخ ومع عدم اليقين الإضافي بهدف التقليل من سرعة التأثر. وفي الوقت الحاضر يجري اتباع نهوج تركز على جانب العرض (مثل زيادة الدفاعات ضد الفيضانات، وبناء السدود الصغيرة واستغلال مناطق تخزين المياه بما فيها النظم الطبيعية، وتحسين البنية الأساسية الخاصة بتجميع وتوزيع المياه) بشكل أوسع من النهوج التي تركز على جانب العرض (التي تغير من مدى التعرض للإجهاد) ويتركز المزيد من الاهتمام على هذا النوع الأخير من النهوج. بيد أن القدرة على تنفيذ استجابات إدارية فعالة موزعة توزعاً متفاوتاً في جميع أنحاء العالم ومستواها منخفض في كثير من البلدان التي تمر بمرحلة انتقالية والبلدان النامية. [الفقرة ٤-١].

٢-٣ الزراعة والأمن الغذائي

بالاستناد إلى البحوث التجريبية تتفاوت استجابات غلات المحاصيل لتغير المناخ تفاوتاً واسعاً حسب الأنواع والصنف المستنبت وأحوال التربة والآفات والعوامل الممرضة والآثار المباشرة لثاني أكسيد الكربون على النباتات، والتفاعلات بين ثاني أكسيد الكربون ودرجة حرارة الهواء، والإجهاد المائي والتغذية المعدنية ونوعية الهواء والاستجابات التكيفية. وبالرغم من أن زيادة تركز ثاني أكسيد الكربون يمكن أن تحفز نمو المحاصيل وغلتها فإن هذه الميزة قد لا تتغلب، دائماً، على الآثار الضارة الناجمة عن الحرارة والجفاف المفرطين (ثقة متوسطة(٦)). ومنذ تقرير التقييم الثاني (SAR) جرى دمج هذا التقدم مع التقدم المحرز في البحوث الخاصة بالتكيف الزراعي في نماذج تستعمل لتقييم آثار تغير في غلات المحاصيل وإمدادات الأغذية وعائدات المزارع والأسعار. [الفقرة ٤-٢].

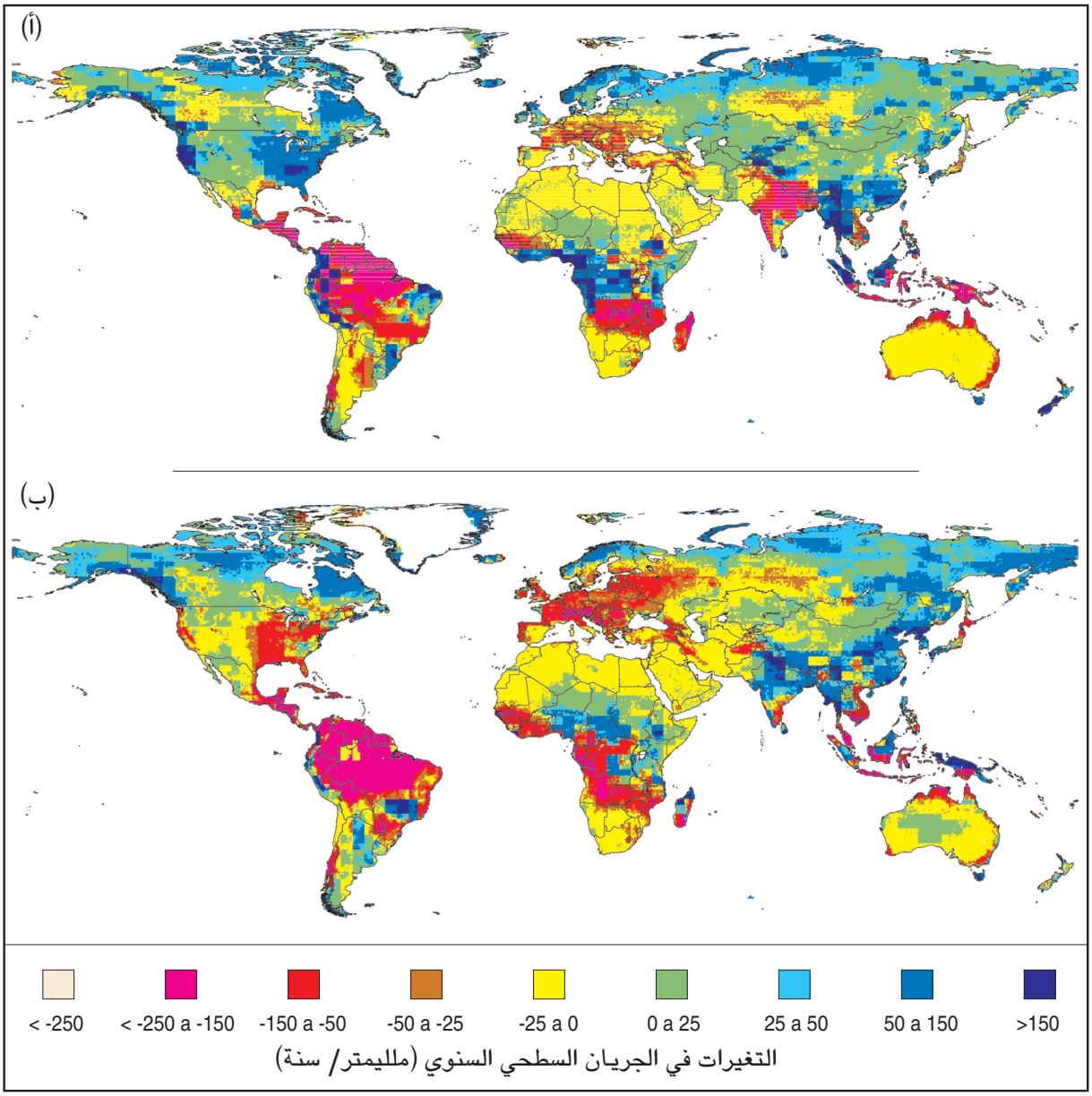
وسيتم تكبد تكاليف في مواجهة خسائر المحاصيل الناجمة عن تغير المناخ وفي تكيف نظم إنتاج الماشية. ويمكن أن تشمل هذه الخيارات الخاصة بالتكيف الزراعي وفي مجال تربية الحيوان، مثلاً، تعديل مواعيد الزرع، ومعدلات التسميد وتطبيقات الري وسمات الأصناف المستنبتة وانتقاء الأنواع الحيوانية. [الفقرة ٤-٢].

وعندما يتم تضمين التكيف الاقتصادي الزراعي المستقل فإن تقييمات نمذجة المحاصيل تشير، بثقة متوسطة إلى منخفضة(٦)، إلى أن تغير المناخ سيؤدي إلى استجابات إيجابية، عموماً، عندما يبلغ الاحترار أقل من (بضع) (a few) درجات سلسيوس وإلى استجابات سلبية، عموماً، عندما تزيد درجات الحرارة على (بضع) (a few) درجات سلسيوس فيما يخص غلات المحاصيل في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى. وتشير تقييمات مماثلة إلى أن غلات بعض المحاصيل في المواقع المدارية ستنخفض، عموماً، حتى في حالات حدوث زيادات طفيفة في درجات الحرارة لأن هذه المحاصيل تكون قريبة من درجات الحرارة القصوى لتحملها وتسود عند ذلك زراعة الأراضي الجافة/ الزراعة البعلية. وحيثما يحدث أيضاً انخفاض كبير في سقوط المطر تتأثر غلات المحاصيل في المناطق المدارية تأثراً ضاراً على نحو أكبر. ومع التكيف الزراعي التلقائي سيقل تضرر غلات المحاصيل في المناطق المدارية بتغير المناخ عن التأثر الضار دون تكيف.

وتشير معظم الدراسات الاقتصادية العالمية والإقليمية التي لا تدرج تغير المناخ إلى أن الاتجاه الهبوطي في الأسعار الحقيقية للسلع في القرن العشرين يحتمل أن يستمر في القرن الحادي والعشرين على الرغم من أن الثقة في هذه التنبؤات تنخفض كلما أوغلنا في المستقبل. وتشير تقييمات النمذجة الاقتصادية إلى أن تأثيرات تغير المناخ على الإنتاج والأسعار في المجال الزراعي يُقدّر لها أن تؤدي إلى حدوث تغيرات طفيفة بالنسبة المئوية في الدخل العالمي (ثقة منخفضة(٦))، حيث ستحدث الزيادات الكبرى في المناطق الأكثر تقدماً وستحدث الزيادات الطفيفة أو الانخفاضات في المناطق النامية. وتتوقف الثقة المحسنة في هذه النتيجة على إجراء المزيد من البحوث بشأن مدى حساسية تقييمات النمذجة الاقتصادية لافتراضاتها الأساسية. [الفقرة ٤-٢ والإطار ٥-٥].

وتشير معظم الدراسات إلى أن زيادة المتوسط السنوي العالمي لدرجات الحرارة (ببضع) (a few) درجات سلسيوس أو أكثر من شأنها أن تدفع أسعار الأغذية إلى الارتفاع نتيجة لتباطؤ زيادة الإمدادات الغذائية العالمية بالنسبة إلى زيادة الطلب العالمي عليها (راسخ ولكن غير مكتمل(٦)). وعندما يكون الاحترار أقل من (بضع) (a few) درجات سلسيوس فإن النماذج الاقتصادية لا تميز بوضوح الإشارات الدالة على تغير المناخ عن سائر مصادر التغير بالاستناد إلى تلك الدراسات المدرجة في هذا التقييم. وقد قدرت بعض الدراسات المجملة الحديثة حصول تأثيرات اقتصادية على المجموعات السكانية

السريعة التأثر، مثل المنتجين ذوي الحيازات الصغيرة والمستهلكين الفقراء في المناطق الحضرية. وقد بينت هذه الدراسات أن من شأن تغير المناخ أن يؤدي إلى انخفاض دخل المجموعات السكانية السريعة التأثر وإلى ارتفاع العدد المطلق للناس المعرضين لخطر الجوع، رغم أن هذا الافتراض الأخير غير يقيني ويتطلب إجراء المزيد من البحوث. ومن المعترف به، ولو بشكل غير كامل، أن تغير المناخ، الذي يحدث، أساساً، من خلال تزايد الظواهر المناخية المتطرفة والتحولات الزمنية/المكانية، سيؤدي إلى تفاقم مسألة الأمن الغذائي في أفريقيا. [الفقرة ٤-٢].



الشكل ٣ (ملخص لواضعي السياسات): تتبع التغيرات المقدر حدوثها في المتوسط السنوي للجريان السطحي للمياه بحلول عام ٢٠٥٠، بالنسبة إلى متوسط الجريان السطحي في الفترة ١٩٦١-١٩٩٠، إلى حد بعيد التغيرات المقدرة في التهطال. وتحسب التغيرات في الجريان السطحي بنموذج هيدرولوجي يستخدم التقديرات المناخية من نسختين مختلفتين من نموذج مركز هيدلي الخاص بالدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات (AOGCM) لسيناريو يفترض حدوث زيادة مقدارها ١٪ في التركيز الفعلي لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي: (أ) المتوسط الإجمالي في النسخة HadCM2، (ب) النسخة HadCM3. والزيادات المقدرة في الجريان السطحي في مناطق خطوط العرض العليا وجنوب شرق آسيا، والانخفاضات المقدرة في الجريان السطحي في وسط آسيا والمنطقة المطلة على البحر المتوسط والجنوب الأفريقي واستراليا تتسق إلى حد بعيد مع تجارب مركز هيدلي ومع تقديرات التهطال الخاصة بالتجارب الأخرى لنموذج مركز هيدلي الخاص بالدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات (AOGCM). وفيما يخص المناطق الأخرى في العالم تعتمد التغيرات في التهطال والجريان السطحي على السيناريو والنموذج.

٣-٣ النظم الإيكولوجية على الأرض وفي المياه العذبة

مازالت دراسات النمذجة النباتية تظهر احتمالية حدوث خلل كبير في النظم الإيكولوجية بفعل تغير المناخ (ثقة عالية(٦)). ولا ترجح هجرة النظم الإيكولوجية أو المناطق الأحيائية كوحدات منفصلة، وبدلاً من ذلك ستتغير، في بعض المواقع، تركيبة الأنواع الأحيائية والأنواع الغالبة فيها. وستتأخر نتائج هذه التغيرات بعد تغير المناخ لفترات تتراوح بين سنوات وعقود وقرون (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٤-٣].

تأثر، وسيظل يتأثر، توزع الأحياء البرية وأحجام مجموعاتها وكثافتها وسلوكها، تأثراً مباشراً بالتغيرات الطارئة على المناخ العالمي أو الإقليمي وتأثراً غير مباشر من خلال التغيرات الطارئة على النبات. وسيؤدي تغير المناخ إلى تحرك حدود توزع أسماك المياه العذبة صوب القطب مع خسارة موئل لأسماك المياه الباردة والمعتدلة البرودة ومكاسب في الموائل الخاصة بأسماك المياه الدافئة (ثقة عالية(٦)). وكثير من الأنواع والمجموعات الحيوانية معرضة بالفعل لمخاطر عالية ويُتوقع أن تزداد المخاطر التي تحدق بها نتيجة للتآزر بين تغير المناخ الذي يجعل أجزاء من الموئل الحالي غير مناسبة لكثير من الأنواع وبين التغير الطارئ على استخدام الأراضي والذي يؤدي إلى تشظي الموائل ويضع حواجز أمام هجرة الأنواع. وبدون توافر الإدارة الملائمة ستؤدي هذه الضغوط إلى انقراض معظم الأنواع المصنفة حالياً كأنواع "يتهددها خطر بالغ"، وإلى أن تصبح معظم الأنواع التي توصف بأنها "مهددة أو سريعة التأثرس" أكثر ندرة ومن ثم على قاب قوسين من الانقراض في القرن الحادي والعشرين (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٤-٣].

ويمكن أن تشمل طرق التكيف المحتملة للتقليل من المخاطر التي تتهدد الأنواع: (١) إنشاء ملاجئ، وحدائق كبرى ومحميات ذات ممرات للسماح بهجرة الأنواع؛ (٢) اللجوء إلى إنسال الحيوانات الحبيسة وإلى نقل مواقعها. غير أن هذين الخيارين قد يكونان محدودين بسبب تكاليفهما. [الفقرة ٤-٣] ويبدو أن النظم الإيكولوجية البرية تختزن كميات متزايدة من الكربون. ولدى إعداد تقرير التقييم الثاني (SAR) عُزي ذلك، إلى حد كبير، إلى زيادة الإنتاجية النباتية نظراً للتفاعل بين شدة تركيز ثاني أكسيد الكربون وارتفاع درجات الحرارة والتغيرات الطارئة على رطوبة التربة. وتؤكد النتائج الأخيرة أن هناك مكاسب تتحقق من حيث الإنتاجية ولكنها توحي بأنها في ظل الظروف الميدانية تكون أقل مما تشير إليه التجارب المحدودة في المختبرات (ثقة متوسطة(٦)). وعليه فإن كمية ثاني أكسيد الكربون الأرضي الممتصة قد تعود إلى التغير الطارئ على استخدامات وإدارة الأراضي أكثر منها إلى الآثار المباشرة المترتبة على ارتفاع ثاني أكسيد الكربون وعلى تغير المناخ. والمدى الذي لاتزال فيه النظم الإيكولوجية الأرضية تمثل مصارف صافية للكربون يكتنفه عدم اليقين نظراً للتفاعلات المعقدة بين العوامل المذكورة أعلاه (مثال ذلك أن النظم الإيكولوجية البرية والأراضي الرطبة في المنطقة القطبية الشمالية قد تكون بمثابة مصادر ومصارف للكربون في الوقت ذاته) (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٤-٣].

وعلى عكس تقرير التقييم الثاني فإن الدراسات الخاصة بأسواق الأخشاب العالمية، التي تشمل التكيف من خلال إدارة الأراضي والمنتجات، حتى بدون مشاريع حراجة تزيد من حبس الكربون وتخزينه، تشير إلى أن من شأن تغير طفيف في المناخ أن يزيد من إمدادات الأخشاب العالمية ويعزز الاتجاهات السوقية الراهنة نحو رفع حصص الأسواق في البلدان النامية (ثقة متوسطة(٦)). وقد يستفيد المستهلكون من انخفاض أسعار الأخشاب في حين أن المنتجين قد يكسبون أو قد يخسرون تبعاً للتغيرات الإقليمية في إنتاجية الأخشاب وتأثيرات الذبول المحتملة. [الفقرة ٤-٣].

٣-٤ المناطق الساحلية والنظم الإيكولوجية البحرية

من المتوقع أن تشمل تأثيرات تغير المناخ الواسعة النطاق في المحيطات زيادة درجة حرارة سطح البحر والمتوسط العالمي لمستوى سطح البحر، وتناقص الغلاف الجليدي، وتغيرات في الملوحة وأحوال الأمواج ودوران المحيطات. والمحيطات مكوِّن سريع الاستجابة لا يتجزأ من النظام المناخي له مردود هام فيزيائي وكيميائي أرضي أحيائي في المناخ. وكثير من النظم الإيكولوجية البحرية حساس لتغير المناخ. والاتجاهات والتقلبية المناخية، كما هي منعكسة في نظم المحيطات – المناخ المتعددة السنوات (مثل ظاهرة التذبذب العشري في منطقة المحيط الهادئ) والتحول من نظام إلى آخر معترف الآن بتأثيرها القوي في وفرة الأسماك والديناميات السكانية مع تأثيرها الكبير في المجتمعات البشرية المعتمدة على الأسماك. [الفقرة ٤-٤].

وستشهد مناطق ساحلية كثيرة زيادة في مستوى الفيضان وتسارعاً في التحات وخسائر في الأراضي الرطبة وأشجار المانغروف وتداخل مياه البحر مع مصادر المياه العذبة نتيجة تغير المناخ. وسيزداد مدى وشدة تأثيرات العواصف، بما في ذلك الفيضانات الناجمة عن عرام العواصف وتآكل الشواطئ، نتيجة لتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر. وستشهد السواحل الموجودة عند خطوط العرض العليا تأثيرات إضافية تتعلق بزيادة طاقة الأمواج وتدهور التربة الصقيعية. وستتفاوت التغيرات في مستوى سطح البحر على الصعيد المحلي نتيجة الارتفاع والانخساف المترتبين على عوامل أخرى. [الفقرة ٤-٤].

وستتوقف التأثيرات المترتبة في النظم الإيكولوجية الساحلية العالية التنوع والإنتاجية، مثل الشعاب المرجانية وجزر الأتول والجزر المرجانية ومستنقعات المياه المالحة وغابات المانغروف، على معدل زيادة مستوى سطح البحر بالنسبة إلى معدلات النمو وإمدادات الرواسب وحيز الهجرة الأفقية

والعقبات التي تحول دونها والتغيرات في بيئة المحيطات – المناخ، مثل درجات حرارة سطح البحر والعاصفية والضغوط الناتجة عن الأنشطة البشرية في المناطق الساحلية. وقد ارتبطت حالات تبييض المرجان على مدى السنوات العشرين الماضية بأسباب عديدة، منها ارتفاع درجات حرارة المحيطات. ومن شأن احترار سطح البحر في المستقبل أن يزيد الإجهاد الواقع على الشعاب المرجانية ويفضي إلى زيادة تواتر الأمراض البحرية (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٤–٤].

وقد تحوّل تركيز تقييمات استراتيجيات تكيف المناطق الساحلية من إقامة هياكل حماية صلدة على الشواطئ (مثل الجدران البحرية لصد الأمواج وحواجز الأمواج لمنع تآكل الشواطئ) نحو اتخاذ تدابير الحماية اللينة (مثل تغذية الشواطئ) والتراجع المدار وزيادة مرونة النظم البيوفيزيائية والاجتماعية الاقتصادية في المناطق الساحلية. وخيارات التكيف الخاصة بالإدارة الساحلية والبحرية تكون أكثر فعالية عندما تدمج مع السياسات المتبعة في المناطق الأخرى مثل خطط التخفيف من وطأة الكوارث وخطط استخدام الأراضي. [الفقرة ٤–٤].

٣–٥ صحة الإنسان

تمت، منذ تقرير التقييم الثاني، زيادة إيضاح تأثيرات الظواهر الجوية القصيرة الأمد في الصحة البشرية وخاصة فيما يتعلق بفترات الإجهاد الحراري وتضمين التأثيرات الناجمة عن تلوث الهواء، وتأثيرات العواصف والفيضانات وآثار التقلبية المناخية على النطاق الفصلي ونطاق ما بين السنوات في الأمراض المعدية. وقد تزايد فهم محددات مدى سرعة تأثر السكان بالتأثيرات الضارة بالصحة وإمكانيات الاستجابات التكيفية [الفقرة ٤–٧]. ومن المعروف أن كثيراً من الأمراض المعدية المحمولة بالنواقل والأغذية والمياه حساسة للتغيرات التي تطرأ على الأحوال المناخية. وانطلاقاً من نتائج معظم دراسات نماذج التنبؤ هناك ثقة، تتراوح بين المتوسطة والعالية(٦)، في أنه ستسجَّل، في إطار سيناريوهات تغير المناخ، زيادة صافية في المدى الجغرافي لاحتمال انتقال الملاريا وحمى الضنك، وهما مرضان معديان تحملهما النواقل ويصيب كل منهما، في الوقت الحاضر، نسبة تتراوح بين ٤٠٪ و٥٠٪ من سكان العالم(١٠). ويتجه هذان المرضان وأمراض معدية أخرى كثيرة، داخل المناطق الجغرافية التي تحدث فيها، إلى الاستفحال كما أن عدد مواسم حدوثها تنزع إلى الزيادة على الرغم من أن معدلات حدوث بعض الأمراض المعدية ستسجل انخفاضاً على الصعيد الإقليمي. ومع ذلك، وفي كل الحالات، فإن الحدوث الفعلي للأمراض يتأثر تأثراً شديداً بالأحوال البيئية المحلية وبالظروف الاجتماعية الاقتصادية والبنى الأساسية في مجال الصحة العامة. [الفقرة ٤–٧]. وستصحب تغير المناخ المتوقع زيادة في موجات الحرارة ستزيد من تفاقمها، في أغلب الأحيان، زيادة في الرطوبة وتلوث الهواء في المدن مما سيؤدي إلى ارتفاع في معدلات الوفيات المرتبطة بالحرارة وفي النوبات المرضية. وتشير الدلائل إلى أن أعظم الأثر سيقع على المجموعات السكانية الحضرية ولاسيما المسنين والمرضى وأولئك الذين لا تتاح لهم فرص تكيف الهواء (ثقة عالية(٦)). وهناك أدلة محدودة على أن انخفاض عدد الوفيات في فصل الشتاء، في بعض البلدان المعتدلة، سيفوق زيادة عددها في فصل الصيف (ثقة متوسطة(٦)) غير أن البحوث المنشورة قد اقتصرت، إلى حد كبير، على المجموعات السكانية في البلدان المتقدمة مما يحول دون إجراء مقارنة كمية معممة للتغيرات الطارئة على معدل الوفيات في فصلي الصيف والشتاء. [الفقرتان ٣–٥ و٤–٧].

ويتضح من التجارب الواسعة النطاق أن أي زيادة في الفيضان ستؤدي إلى مخاطر الإغراق وحدوث أمراض الإسهال والأمراض التنفسية وستؤدي، في البلدان النامية، إلى زيادة الجوع وسوء التغذية (ثقة عالية(٦)). وإذا إزداد معدل حدوث الأعاصير إقليميا فسيؤدي ذلك، في أغلب الأحيان، إلى حدوث آثار مدمرة وخاصة لدى المجموعات السكانية المستقرة الكثيفة التي لا تملك موارد كافية. وسيؤدي انخفاض غلات المحاصيل والإنتاج الغذائي بسبب تغير المناخ في بعض المناطق، ولاسيما المدارية منها، إلى تعريض المجموعات السكانية التي لا تنعم بالأمن الغذائي للإصابة بسوء التغذية، مما سيؤدي إلى الإضرار بتطور الأطفال وإلى خفض نشاط البالغين. وقد تتعطل الهياكل الاجتماعية الاقتصادية في بعض المناطق مما سيضر بأسباب الرزق وبالصحة على السواء [الفقرات ٣–٥ و٤–١ و٤–٢ و٤–٥ و٤–٧].

وهناك، بالنسبة إلى كل تأثير ضار متوقع بالصحة تشكيلة من خيارات التكيف الاجتماعي والمؤسسي والتكنولوجي والسلوكي للتقليل من ذلك التأثير. وبإمكان التكيف، مثلاً، أن يشمل تعزيز البنى الأساسية المتعلقة بالصحة العامة والإدارة البيئية ذات المنحى الصحي (بما في ذلك جودة الهواء والمياه، والسلامة الغذائية وتصميم المدن والإسكان وإدارة المياه السطحية) وتوفير مرافق الرعاية الطبية الملائمة. وبوجه عام فإن الآثار الضارة بالصحة الناجمة عن تغير المناخ ستكون على أشدها لدى المجموعات السكانية المنخفضة الدخل والسريعة التأثر ومعظمها موجود في البلدان الواقعة في المناطق المدارية/ شبه المدارية. ومن شأن سياسات التكيف، بشكل عام، أن تحد من هذه التأثيرات. [الفقرة ٤–٧].

(١٠) عمدت ثماني دراسات إلى نمذجة آثار تغير المناخ على هذين المرضين بواقع خمس دراسات بالنسبة إلى الملاريا وثلاث دراسات بالنسبة إلى حمى الضنك. وقد استخدمت سبع دراسات أسلوباً بيولوجياً أو أسلوباً قائماً على العمليات في حين استخدمت دراسة واحدة أسلوباً تجريبياً إحصائياً.

٣-٦ المستوطنات البشرية والطاقة والصناعة

تبين كتابات متنامية ومتزايدة العدد أن المستوطنات البشرية تتأثر بتغير المناخ بإحدى الطرق الرئيسية الثلاث التالية:

(١) تتأثر القطاعات الاقتصادية التي تعول المستوطنة نتيجة للتغيرات التي تطرأ على إنتاجية الموارد أو نتيجة للتغيرات التي تطرأ على طلب الأسواق على السلع والخدمات المنتجة هناك. [الفقرة ٤-٥].

(٢) قد تتأثر بعض جوانب البنية الأساسية المادية (بما في ذلك نظم نقل وتوزيع الطاقة)، والمباني والخدمات الحضرية (بما في ذلك شبكات النقل) وبعض الصناعات المحددة (مثل الصناعة الزراعية والسياحة والبناء) تأثراً مباشراً. [الفقرة ٤-٥].

(٣) قد تتأثر المجموعات السكانية تأثراً مباشراً بفعل الظواهر الجوية المتطرفة أو نتيجة للتغيرات التي تطرأ على الحالة الصحية أو نتيجة للهجرة. وتختلف المشاكل بعض الشيء في المراكز السكانية الكبرى (أكثر من مليون ساكن) والمراكز المتوسطة إلى الصغيرة الحجم. [الفقرة ٤-٥].

وتتمثل أكثر المخاطر التي تتهدد المستوطنات البشرية بفعل تغير المناخ انتشاراً في الفيضانات والانهيالات الأرضية الناجمة عن الزيادات المتوقعة في شدة هطول المطر وارتفاع مستوى سطح البحر في المناطق الساحلية، والمستوطنات القائمة على ضفاف الأنهار والمستوطنات الساحلية معرضة للخطر بشكل خاص (ثقة عالية(٦))، إلا أن الفيضان في المناطق الحضرية يمكن أن يمثل مشكلة في أي مكان تكون فيه مصارف أمطار العواصف وإمدادات المياه ونظم إدارة النفايات ذات قدرة محدودة. وفي هذه المناطق تكون المستقطنات، والمستوطنات الحضرية، العشوائية الأخرى، ذات الكثافة السكانية العالية والمآوى السكنية الرديئة التي تحصل على موارد ضئيلة أو لا تحصل على موارد البتة، مثل المياه النقية وخدمات الصحة العامة، وذات القدرة التكيفية المنخفضة، سريعة التأثر إلى حد بعيد. وتواجه المستوطنات البشرية، في الوقت الحاضر، مشاكل بيئية هامة أخرى يمكن أن تستفحل في ظل أنماط ارتفاع درجات الحرارة/ تزايد التهطال، منها مشاكل موارد المياه والطاقة والبنى الأساسية ومعالجة النفايات والنقل [الفقرة ٤-٥]. ويؤدي التوسع الحضري السريع في المناطق الساحلية الواطئة سواء في العالم النامي أو العالم المتقدم إلى زيادة كبيرة في الكثافة السكانية وفي قيمة الموجودات التي يصنعها البشر والمعرضة للظواهر المناخية المتطرفة الساحلية مثل الأعاصير المدارية. وتزداد بعدة أمثال (بمقدار يتراوح بين ٧٥ و٢٠٠ مليون شخص حسب الاستجابات التكيفية) التقديرات القائمة على النماذج للعدد السنوي المتوسط من الناس الذين تدهمهم الفيضانات الناجمة عن عرام العواصف الساحلية، فيما يخص السيناريوهات المتوسطة التي تفترض ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار ٤٠ سنتيمتراً بحلول الثمانينات من القرن الحادي والعشرين بالمقارنة مع السيناريوهات التي لا تفترض أي ارتفاع في مستوى سطح البحر. وجرى تقدير قيمة الخسائر المحتملة في البنية الأساسية في المناطق الساحلية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر بعشرات المليارات من الدولارات الأمريكية بالنسبة إلى بلدان مثل مصر وبولندا وفييت نام. [الفقرة ٤-٥].

والمستوطنات القليلة التنوع الاقتصادي والتي تأتي نسبة مئوية عالية من إيراداتها من صناعات تقوم على موارد أولية حساسة للمناخ (الزراعة والحراجة ومصايد الأسماك) تكون أسرع تأثراً من المستوطنات الأكثر تنوعاً (ثقة عالية(٦)). وفي المناطق المتقدمة من المنطقة القطبية الشمالية التي تكون فيها التربة الصقيعية غنية بالجليد لابد من إيلاء عناية خاصة للتخفيف من وطأة الآثار الضارة الناجمة عن ذوبان الجليد، كالضرر البالغ الذي يلحق بالمباني وبالبنية الأساسية للنقل (ثقة عالية جداً(٦)). والبنية الأساسية الخاصة بالصناعات والنقل والتجارة تكون، بوجه عام، سريعة التأثر بالمخاطر ذاتها التي تتهدد البنية الأساسية في المستوطنات. ومن المتوقع أن يزداد الطلب على الطاقة فيما يخص تبريد المباني وأن ينخفض بالنسبة لتدفئتها أما الأثر الصافي فيتوقف على السيناريو وعلى الموقع. وقد تلحق ببعض نظم إنتاج وتوزيع الطاقة تأثيرات ضارة من شأنها أن تقلل الإمدادات أو تحد من المعولية على النظم في حين قد تستفيد من هذه التأثيرات نظم أخرى للطاقة. [الفقرتان ٤-٥ و٥-٧].

وتشمل خيارات التكيف المحتملة تخطيط المستوطنات وبنياتها الأساسية ومواقع المرافق الصناعية واتخاذ مقررات مماثلة طويلة الأمد بطريقة تمكن من التقليل من الآثار الضارة الناجمة عن الظواهر المناخية المنخفضة الاحتمالية (ولكن احتماليتها في ازدياد) والعالية العواقب (وربما كانت عواقبها آخذة في الارتفاع). [الفقرة ٤-٥].

٣-٧ التأمين والخدمات المالية الأخرى

حدثت في العقود الأخيرة زيادة سريعة في التكاليف المترتبة على الأحوال الجوية العادية والمتطرفة. إذ ازدادت الخسائر الاقتصادية العالمية الناجمة عن الأحوال الجوية الكارثية بنسبة تساوي ١٠٫٣ أمثال من ٣٫٩ مليار دولار أمريكي في السنة(١) في الخمسينات إلى ٤٠ مليار دولار أمريكي في السنة في التسعينات (كلها بقيمة الدولار الأمريكي في عام ١٩٩٩ دون تعديل فيما يتعلق بتعادل القوة الشرائية) مع حدوث ربع تلك الخسائر تقريباً في البلدان النامية. وقد ارتفعت النسبة المؤمن عليها من هذه الخسائر من مستوى لا يذكر إلى ٩٫٢ مليارات دولار أمريكي في السنة خلال الفترة ذاتها. وتكون التكاليف الإجمالية أكبر بمقدار مثلين عند إدراج الخسائر الناجمة عن الظواهر الأصغر نطاقاً غير الكارثية والمتعلقة

بالطقس. وبين عام ١٩٨٥ و١٩٩٩ انخفضت نسبة الممتلكات الإجمالية/أقساط التأمين الطارئ إلى الخسائر المتصلة بالأحوال الجوية بمقدار ثلاثة أمثال. [الفقرة ٤-٦].

وقد ارتفعت تكلفة الأحوال الجوية بسرعة على الرغم من الجهود الهامة والمتزايدة المبذولة لتقوية البنية الأساسية وتعزيز التأهب لمواجهة الكوارث. ويرتبط جزء من الاتجاه التصاعدي المرصود في الخسائر الناجمة عن الكوارث على مدى السنوات الخمسين الماضية بعوامل اجتماعية اقتصادية مثل النمو السكاني وزيادة الثروة والتوسع الحضري في المناطق السريعة التأثر والجزء الآخر بعوامل مناخية مثل التغيرات المرصودة في ظواهر التهطال والفيضان. وعزو ذلك على وجه الدقة أمر معقد وهناك فروق في محصلة هذين السببين حسب المنطقة ونوع الظاهرة. [الفقرة ٤-٦].

ومن شأن تغير المناخ والتغيرات المتوقعة في الظواهر المرتبطة بالأحوال الجوية التي يُرى أنها تتصل بتغير المناخ أن تزيد من عدم اليقين الاكتواري في تقييم المخاطر (ثقة عالية(٦)). ومن شأن هذه التطورات أن تمارس ضغطاً تصاعدياً على أقساط التأمين و/أو يمكن أن تؤدي إلى إعادة تصنيف بعض المخاطر بوصفها غير قابلة للتأمين عليها مع ما يتبع ذلك من إلغاء للتغطية. ومن شأن هذه التغيرات أن تؤدي إلى زيادة تكاليف التأمين وإلى الإبطاء في توسيع نطاق الخدمات المالية ليشمل البلدان النامية وإلى الحد من توافر التأمين الخاص بتوزيع المخاطر وزيادة الطلب على التعويضات الممولة من الحكومات في أعقاب نزول الكوارث الطبيعية. وفي حالة حدوث هذه التغيرات يمكن للمرء أن يتوقع تغير الأدوار النسبية للهيئات العامة والهيئات الخاصة في توفير موارد التأمين وإدارة المخاطر. [الفقرة ٤-٦].

ويُتوقع لقطاع الخدمات المالية ككل أن يتمكن من مواكبة تأثيرات تغير المناخ على الرغم من أن السجلات التاريخية تشير إلى أن الظواهر الشديدة التأثير أو الظواهر المتعددة والمتقاربة مكانياً، وهي ظواهر احتمالية حدوثها منخفضة، تؤثر بشدة في أجزاء من هذا القطاع، خاصة إذا تصادف واستنفدت بعض العناصر غير المناخية (مثل ظروف السوق المالية غير المواتية) في وقت واحد القدرة على التكيف. وقطاعات التأمين وإعادة التأمين الخاصة بالممتلكات/الكوارث، وكذلك الشركات المتخصصة أو غير المتنوعة النشاط الصغيرة قد أبدت حساسية أكبر بما في ذلك انخفاض الربحية والإفلاس الناجم عن الظواهر المرتبطة بالأحوال الجوية. [الفقرة ٤-٦].

ويشكل التكيف مع المناخ تحديات معقدة ولكنه يتيح أيضاً فرصاً لهذا القطاع. ومن أمثلة العوامل التي تؤثر في مرونة القطاع المشاركة التنظيمية في التسعير، والمعاملة الضريبية للاحتياطيات، وقدرة (عدم قدرة) الشركات على الانسحاب من الأسواق المعرضة للخطر. وتدعم الجهات الفاعلة من القطاعين العام والخاص التكيف أيضاً عن طريق تعزيز التأهب لمواجهة الكوارث وبرامج توقي الكوارث وقوانين البناء وتحسين التخطيط لاستخدام الأراضي. بيد أنه في بعض الحالات عززت برامج التأمين والغوث العامة دون قصد الشعور بالرضا وسوء التكيف من خلال استحثاث التنمية في مناطق معرضة للخطر مثل السهول الفيضانية والمناطق الساحلية في الولايات المتحدة الأمريكية. [الفقرة ٤-٦].

ومن المتوقع أن تبلغ آثار تغير المناخ ذروتها في العالم النامي. وتشهد بعض البلدان تأثيرات في الناتج المحلي الإجمالي نتيجة لكوارث الطبيعية مع خسائر تعادل قيمتها نصف الناتج المحلي الإجمالي في إحدى الحالات. وستنشأ قضايا الإنصاف وعوائق التنمية إذا أصبحت المخاطر المتصلة بالطقس غير قابلة للتأمين أو ارتفعت الأسعار أو أصبح التأمين متاحاً بصورة محدودة. وعلى العكس من ذلك من شأن اتساع نطاق الحصول على خدمات التأمين وزيادة انتشار الأخذ بمخططات التمويل الجزئي والصيرفة الإنمائية أن تزيد قدرة البلدان النامية على التكيف مع تغير المناخ. [الفقرة ٤-٦].

٤- سرعة التأثر تختلف باختلاف الأقاليم

تتفاوت سرعة تأثر المجموعات السكانية والنظم الطبيعية بتغير المناخ تفاوتاً واسعاً بين الأقاليم كافة وكل المجموعات السكانية داخل الأقاليم. وتؤدي الاختلافات الإقليمية في المناخ المرجعي وتغير المناخ المتوقع إلى درجات مختلفة من التعرض للمحفزات المناخية في الأقاليم كافة. وللنظم الطبيعية والاجتماعية في مختلف الأقاليم خصائص وموارد ومؤسسات متنوعة معرضة لضغوط متنوعة تزيد الاختلافات في درجة الحساسية والقدرة على التكيف. ومن هذه الاختلافات تنشأ شواغل رئيسية شتى لكل إقليم من الأقاليم الكبرى في العالم. بل إن التأثيرات والقدرة التكيفية وسرعة التأثر ستتفاوت حتى داخل الأقاليم. [الفقرة ٥].

وفي ضوء ما تقدم فإن من المحتمل أن تعاني كل الأقاليم بعض الآثار الضارة الناجمة عن تغير المناخ. ويعرض الجدول ٢ (ملخص لواضعي السياسات)، في شكل مقتضب للغاية، بعضاً من الشواغل الرئيسية لمختلف الأقاليم. فبعض الأقاليم سريع التأثر، بوجه خاص، نتيجة لتعرضها المادي لأخطار تغير المناخ و/أو لمحدودية قدرتها على التكيف. ومعظم الأقاليم الأقل تقدماً سريع التأثر بوجه خاص لأن جزءاً كبيراً من اقتصاداتها يقع في قطاعات حساسة للمناخ ولأن قدرتها على التكيف منخفضة نظراً لانخفاض مستويات الموارد البشرية والمالية والطبيعية، وكذلك لمحدودية القدرة المؤسسية والتكنولوجية. فالدول الجزرية الصغيرة والمناطق الساحلية الواطئة، على سبيل المثال، سريعة التأثر، بشكل خاص، بارتفاع مستوى سطح البحر وازدياد العواصف، ومعظمها يملك قدرة محدودة على التكيف. ويُتوقع أن تكون التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ في المناطق القطبية ضخمة وسريعة وتشمل

انحسار رقعة الجليد البحري وتضاؤل سمكه وتدهور التربة الصقيعية. وتعد التغيرات الضارة في تدفقات الأنهار الفصلية والفيضانات وحالات الجفاف والأمن الغذائي والمصايد والآثار الصحية وفقدان التنوع الحيوي من بين مواطن الضعف والشواغل الكبرى الإقليمية في أفريقيا وأمريكا اللاتينية وآسيا التي تكون فيها فرص التكيف قليلة بوجه عام. بل إن هناك، حتى في المناطق التي تتمتع بقدرة تكيفية أعلى، مثل أمريكا الشمالية واستراليا ونيوزيلندا، مجتمعات محلية سريعة التأثر، مثل السكان الأصليين، كما أن إمكانية تكيف النظم الإيكولوجية محدودة للغاية. وفي أوروبا تكون سرعة التأثر أكبر، بشكل هام، في الجنوب وفي المنطقة القطبية منها في باقي مناطق الإقليم. [الفقرة ٥].

الجدول ٢– ملخص لواضعي السياسات: القدرة على التكيف، وسرعة التأثر، والشواغل الرئيسية على الصعيد الإقليمي.(أ، ب)

الإقليم	القدرة على التكيف وسرعة التأثر والشواغل الرئيسية
أفريقيا	• قدرة النظم البشرية على التكيف في أفريقيا منخفضة نظراً لانعدام الموارد الاقتصادية والتكنولوجيا وسرعة تأثر تلك النظم عالية نتيجة للاعتماد الشديد على الزراعة البعلية وتواتر نوبات الجفاف والفيضانات ونتيجة للفقر. [الفقرة ٥–١–٧] • من المتوقع أن تتناقص غلات المحاصيل حسب العديد من السيناريوهات مما يؤدي إلى انخفاض مستوى الأمن الغذائي وخاصة في البلدان الصغيرة التي تستورد الغذاء (ثقة متوسطة إلى عالية(٦)). [الفقرة ٥–١–٢] • الأنهار الكبرى في أفريقيا عالية الحساسية لتقلب المناخ، وسيخفض متوسط الجريان السطحي وتوافر المياه في بلدان منطقة البحر المتوسط وبلدان الجنوب الأفريقي (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥–١–١] • من شأن اتساع نطاق نواقل الأمراض المعدية أن يؤثر تأثيراً ضاراً في صحة الإنسان في أفريقيا (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥–١–٤] • سيتفاقم التصحر بسبب انخفاض المتوسط السنوي للمطر والجريان السطحي ورطوبة التربة، ولاسيما في الجنوب الأفريقي وشمال أفريقيا وغربها (ثقة متوسطة(٦)).[الفقرة ٥–١–٤] • من شأن نوبات الجفاف والفيضانات وغيرها من الظواهر المتطرفة أن تزيد الإجهادات الواقعة على موارد المياه والأمن الغذائي وصحة الإنسان، وأن تعوق التنمية في أفريقيا (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥–١] • يتوقع حدوث حالات انقراض خطيرة للأنواع النباتية والحيوانية من شأنها أن تؤثر في أساليب كسب الرزق والسياحة والموارد الوراثية في الريف (ثقة متوسطة (٦)). [الفقرة ٥–١–٣] • سيؤثر ارتفاع مستوى سطح البحر تأثيراً ضاراً في المستوطنات الساحلية، على سبيل المثال في خليج غينيا والسنغال وغامبيا ومصر وعلى طول الساحل الشرقي الجنوبي لأفريقيا وذلك عن طريق غمر الأراضي وتآكل السواحل (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥–١–٥]
آسيا	• قدرة النظم البشرية على التكيف منخفضة وسرعة تأثرها عالية في البلدان النامية في آسيا؛ والبلدان المتقدمة في آسيا أقدر على التكيف وأبطأ تأثراً. [الفقرة ٥–٢–٧] • ازداد حدوث الظواهر المناخية المتطرفة في المناطق المعتدلة والمدارية من آسيا بما في ذلك حدوث الفيضانات ونوبات الجفاف وحرائق الغابات والأعاصير المدارية (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥–٢–٤] • من شأن انخفاض الإنتاجية الزراعية والأحياء المائية بسبب الإجهاد الحراري والمائي وارتفاع مستوى سطح البحر والفيضانات ونوبات الجفاف والأعاصير المدارية أن يقلل من الأمن الغذائي في بلدان عديدة في مناطق آسيا الجافة والمدارية والمعتدلة؛ وسيتسع نطاق الزراعة وتزداد إنتاجيتها في المناطق الشمالية (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة٥–٢–١]

الإقليم	القدرة على التكيف وسرعة التأثر والشواغل الرئيسية
	• قد ينخفض الجريان السطحي وتوافر المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة من آسيا ولكنهما سيزدادان في شمالي آسيا (ثقة متوسطة (٦)). [الفقرة ٥-٢-٣] • ستتعرض صحة الإنسان للتهديد نتيجة للزيادة المحتملة في مدى التعرض للإصابة بالأمراض المعدية المحمولة بالنواقل وللإجهاد الحراري في مناطق من آسيا (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٢-٦] • من شأن ارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة شدة الأعاصير المدارية أن يؤديا إلى نزوح عشرات الملايين من الناس في المناطق الساحلية الواطئة في المناطق المعتدلة والمدارية من آسيا (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٢-٥ والجدول ٨- الملخص التنفيذي] • من شأن تغير المناخ أن يؤدي إلى زيادة الطلب على الطاقة والإقلال من إغراء السياحة وأن يؤثر في النقل في بعض مناطق آسيا (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرتان٥-٢-٤ و٥-٢-٧] • من شأن تغير المناخ أن يؤدي إلى تفاقم الأخطار المحدقة بالتنوع الأحيائي نتيجة لاستخدام الأراضي وتغير الغطاء الأرضي وضغط السكان في آسيا (ثقة متوسطة(٦)). وسيعرض ارتفاع مستوى سطح البحر الأمن الإيكولوجي للخطر بما في ذلك أشجار المانغروف والشعاب المرجانية (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٢-٢] • ستؤدي حركة التخم الجنوبي من مناطق التربة الصقيعية نحو القطب إلى تغير في الكارست الحراري والتآكل الحراري مع حدوث آثار سلبية على البنية الأساسية الاجتماعية وعلى الصناعات (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٢-٢]
استراليا ونيوزيلندا	• قدرة النظم البشرية على التكيف عالية عموماً ولكن هناك مجموعات في استراليا ونيوزيلندا، مثل السكان الأصليين في بعض المناطق، قدرتها منخفضة على التكيف وبالتالي فإن سرعة تأثرها عالية. [الفقرتان ٥-٣ و٥-٣-١] • التأثير الصافي على بعض المحاصيل في المناطق المعتدلة نتيجة لتغير المناخ، والتغير الطارئ على أول أكسيد الكربون، قد يكون نافعاً في أول الأمر إلا أن الرصيد يُتوقع أن يصبح سالبا بالنسبة إلى بعض المناطق والمحاصيل بزيادة تغير المناخ (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٣-٣] • يحتمل أن تصبح المياه قضية رئيسية (ثقة عالية(٦)) نتيجة لاتجاهات الجفاف المتوقعة في معظم مناطق الإقليم والتحول إلى حالة متوسطة مشابهة لظاهرة النينيو. [الفقرتان ٥-٣ و٥-٣-١] • من شأن الزيادة في شدة المطر الغزير والأعاصير المدارية (ثقة متوسطة(٦)) والتغيرات الخاصة بأقاليم محددة في تواتر الأعاصير المدارية أن تحدث تغييرات في المخاطر التي تتهدد الأرواح والممتلكات والنظم الإيكولوجية بفعل الفيضانات وعرام العواصف والأضرار التي تحدثها الرياح. [الفقرة ٥-٣-٤] • قد تصبح بعض الأنواع ذات البيئة المناخية الملائمة المحدودة والتي لا تتمكن من الهجرة نظراً لتجزؤ المناظر الطبيعية، والفروق بين أنواع التربة أو التضاريس، مهددة أو منقرضة (ثقة عالية(٦)) وتشمل النظم الإيكولوجية الاسترالية السريعة التأثر، بشكل خاص، بتغير المناخ الشعاب المرجانية والموائل القاحلة وشبه القاحلة في جنوب غرب استراليا والمناطق الداخلية فيها، والنظم الألبية الاسترالية. وتعد الأراضي الرطبة ذات المياه العذبة في المناطق الساحلية في كل من استراليا ونيوزيلندا سريعة التأثر كما أن بعض النظم الإيكولوجية في نيوزيلندا سريعة التأثر بفعل تسارع اجتياح الأعشاب الضارة. [الفقرة ٥-٣-٢]
أوروبا	• قدرة النظم البشرية على التكيف عالية عموماً في أوروبا؛ وجنوب أوروبا والمنطقة القطبية الشمالية الأوروبية أسرع تأثرا من سائر أجزاء أوروبا [الفقرتان ٥-٤ و٥-٤-٦] • يحتمل أن ينخفض الجريان السطحي وتوافر المياه ورطوبة التربة في فصل الصيف في جنوب أوروبا، ومن شأن ذلك أن يوسع الفوارق بين الشمال والجنوب المعرض للجفاف، ويحتمل حدوث زيادة في هذه الأمور في فصل الشتاء في الشمال والجنوب (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٤-١]	

الإقليم	القدرة على التكيف وسرعة التأثر والشواغل الرئيسية
أوروبا	• بإمكان نصف الأنهار الجليدية الألبية ومناطق التربة الصقيعية الشاسعة أن تختفي بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٤-١] • سيزداد خطر فيضان الأنهار في مناطق أكثر في أوروبا (ثقة متوسطة إلى عالية (٦))؛ أما في المناطق الساحلية فسيزداد خطر الفيضان والتحات وخسارة الأراضي الرطبة زيادة كبيرة مع ما يترتب على ذلك من آثار على المستوطنات البشرية والصناعة والسياحة والزراعة والموائل الطبيعية الساحلية. [الفقرتان ٥-٤-١ و٥-٤-٤] • ستكون هناك بعض الآثار الإيجابية، بوجه عام، على الزراعة في أوروبا الشمالية (ثقة متوسطة(٦))؛ وستنخفض الإنتاجية في جنوبي وشرقي أوروبا (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٤-٣] • سيحدث انتقال للنطاقات الأحيائية إلى أعلى وصوب الشمال. وستهدد خسارة موائل هامة (الأراضي الرطبة والتندرا والموائل المنعزلة) بعض الأنواع (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٤-٢] • قد يؤدي ارتفاع درجات الحرارة وموجات الحرارة إلى تغير الأماكن التقليدية التي يقصدها السياح في فصل الصيف، وقد يؤثر تساقط الثلوج بكميات أقل مما يمكن التعويل عليه تأثيرا ضارا في السياحة الشتوية (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٤-٤]
أمريكا اللاتينية	• قدرة النظم البشرية على التكيف منخفضة في أمريكا اللاتينية، ولاسيما فيما يتعلق بالظواهر المناخية المتطرفة، وسرعة التأثر عالية. [الفقرة ٥-٥] • من شأن خسارة وانحسار الأنهار الجليدية أن يؤثرا تأثيراً ضاراً في الجريان السطحي وإمدادات المياه في المناطق التي تكون فيها الأنهار الجليدية الذائبة موردا مائيا هاما (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٥-١] • سيزداد تواتر الفيضانات ونوبات الجفاف، مع تسبب الفيضانات في زيادة حمولة الرواسب وفي تدهور نوعية المياه في بعض المناطق (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٥] • من شأن الزيادة في شدة الأعاصير المدارية أن تغير الأخطار المحدقة بالأرواح والممتلكات والنظم الإيكولوجية من جراء الأمطار الغزيرة والفيضان وعرام العواصف والأضرار التي تسببها الرياح (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٥] • من المتوقع أن تنخفض غلات المحاصيل الهامة في الكثير من المواضع في أمريكا اللاتينية حتى عندما تتم مراعاة الآثار الناجمة عن أول أكسيد الكربون؛ ويمكن أن تصبح زراعة الكفاف في بعض مناطق أمريكا اللاتينية مهددة (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٥-٤] • سيمتد التوزع الجغرافي للأمراض المعدية صوب القطب ونحو المرتفعات العليا، وسيزداد التعرض لأمراض مثل الملاريا وحمى الضنك والكوليرا (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٥-٥] • ستتأثر المستوطنات البشرية الساحلية والأنشطة الإنتاجية والبنية الأساسية ونظم المانغروف الإيكولوجية تأثرا سلبيا بارتفاع مستوى سطح البحر (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٥-٣] • ستزداد الخسائر في معدل التنوع الأحيائي (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٥-٢]
أمريكا الشمالية	• قدرة النظم البشرية على التكيف عالية عموماً وسرعة تأثرها منخفضة في أمريكا الشمالية، ولكن بعض المجتمعات المحلية (مثل السكان الأصليين وأولئك الذين يعتمدون على موارد حساسة لتغير المناخ) أسرع تأثرا؛ وتؤدي الاتجاهات الاجتماعية والاقتصادية والديمغرافية إلى تغيير مدى سرعة التأثر في الأقاليم الفرعية. [الفقرتان ٥-٦ و٥-٦-١] • بعض المحاصيل سيستفيد من الاحترار الطفيف مع ما يصحبه من زيادة في أول أكسيد الكربون، ولكن الآثار الناجمة ستتفاوت بين المحاصيل والمناطق (ثقة عالية(٦))، بما في ذلك حدوث تراجع بسبب الجفاف في البراري الكندية والسهول العظمى في الولايات المتحدة الأمريكية، واحتمال زيادة الإنتاج الغذائي في مناطق من كندا شمالي مناطق الإنتاج الحالية وزيادة الإنتاج المختلط لغابات المناطق الدافئة والمعتدلة (ثقة متوسطة(٦)). غير أن المنافع التي تعود على المحاصيل ستتراجع بمعدل متزايد وقد تصبح خسارة صافية مع تزايد الاحترار (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥-٦-٤]

الإقليم	القدرة على التكيف وسرعة التأثر والشواغل الرئيسية
	• ستشهد مستجمعات المياه التي تغلب عليها مياه الثلج الذائب في غرب أمريكا الشمالية ذروة تدفق مبكرة في فصل الربيع (ثقة عالية(٦)) وانخفاضاً محتملاً في التدفقات في فصل الصيف (ثقة متوسطة(٦)) وانخفاضاً في مستويات البحيرات وتدفقاتها بالنسبة إلى البحيرات العظمى – نهر سانت لورانس في ظل معظم السيناريوهات (ثقة متوسطة(٦))؛ ومن شأن الاستجابات التكيفية أن تؤدي إلى موازنة بعض، لا كل، التأثيرات الواقعة على مستخدمي المياه وعلى النظم الإيكولوجية المائية (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥–٦–٢]
	• ستتعرض للخطر نظم إيكولوجية طبيعية فريدة مثل أراضي المروج الرطبة والتندرا الألبية والنظم الإيكولوجية للمياه الباردة، ولا يرجح حدوث تكيف فعال (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥–٦–٥]
	• من شأن ارتفاع مستوى سطح البحر أن يؤدي إلى زيادة التحات والفيضانات في السواحل وخسارة أراض رطبة ساحلية وزيادة خطر عرام العواصف، ولاسيما في فلوريدا وجزء كبير من الساحل الأطلسي في الولايات المتحدة الأمريكية (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥–٦–١]
	• تتزايد الخسائر ذات الصلة بالأحوال الجوية والمغطاة بالتأمين كما تتزايد مدفوعات القطاع العام الخاصة بالإغاثة في حالات الكوارث في أمريكا الشمالية؛ ولم يتضمن حتى الآن التخطيط لقطاع التأمين، على نحو منهجي، المعلومات الخاصة بتغير المناخ، لذا فهناك احتمالية قائمة لعنصر المفاجأة (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥–٦–١]
	• قد تتخطى الأمراض المحمولة بالنواقل، بما فيها الملاريا وحمى الضنك وداء لايم، حدود مدى وجودها في أمريكا الشمالية؛ وستستفحل معدلات المراضة والوفيات نتيجة لتردي نوعية الهواء وللإجهاد الحراري (ثقة متوسطة(٦))؛ وستلعب العوامل الاجتماعية الاقتصادية وتدابير الصحة العامة دوراً ضخماً في تحديد حدوث الآثار الصحية ومداها [الفقرة ٥–٦–٦]
المناطق القطبية	• النظم الواقعة في المناطق القطبية سريعة التأثر إلى حد بعيد بتغير المناخ كما أن النظم الإيكولوجية الحالية قليلة القدرة على التكيف معه؛ ويحتمل أن تتكيف المجتمعات المتقدمة تكنولوجياً بسهولة مع تغير المناخ ولكن المجتمعات المحلية للسكان الأصليين الذين يتبعون أساليب عيش تقليدية، قليلة القدرة على التكيف وخياراتها ضئيلة فيما يخص التكيف. [الفقرة ٥–٧]
	• يُتوقع أن يكون معدل تغير المناخ في المناطق القطبية من بين أعلى وأسرع معدلات تغير المناخ في جميع أنحاء المعمورة، وسيتسبب في تأثيرات فيزيائية وإيكولوجية واجتماعية واقتصادية وخاصة في المناطق القطبية الشمالية وشبه الجزيرة القطبية الجنوبية والمحيط الجنوبي (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥–٧]
	• اتضحت تغيرات المناخ التي حدثت بالفعل في تناقص رقعة وسُمك الجليد البحري في المنطقة القطبية الشمالية وذوبان التربة الصقيعية وتآكل السواحل، والتغيرات في الغطاء الجليدي والأجراف الجليدية وتغير توزع ووفرة الأنواع في المناطق القطبية (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥–٧]
	• قد تتكيف بعض النظم الإيكولوجية القطبية من خلال الإحلال النهائي بواسطة هجرة الأنواع وتغير تركيبتها وربما عن طريق الزيادة في الإنتاجية الكلية في النهاية؛ وستكون نظم الحافة الجليدية التي توفر موئلاً لبعض الأنواع مهددة (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥–٧]
	• تتضمن المناطق القطبية مستحثات هامة لتغير المناخ، وهي قد تستمر، إذا ما أُطلق لها العنان، لعقود من الزمان بعد تثبيت تركزات غازات الدفيئة، وقد تحدث تأثيرات لا رادّ لها في الغطاء الجليدي وحركة دوران المحيطات في العالم وارتفاع مستوى سطح البحر (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرة ٥–٧]
الدول الجزرية الصغيرة	• قدرة النظم البشرية على التكيف منخفضة عموماً في الدول الجزرية الصغيرة وسرعة تأثرها عالية؛ من المحتمل أن تكون الدول الجزرية الصغيرة من بين أشد البلدان تأثراً بصورة خطيرة بتغير المناخ [الفقرة ٥–٨]
	• سيتسبب ارتفاع مستوى سطح البحر المتوقع، بمقدار ٥ ملليمترات في السنة طوال المائة عام القادمة، في زيادة تآكل السواحل وحدوث خسائر في الأراضي والممتلكات ونزوح الناس وزيادة المخاطر الناجمة عن عرام العواصف وانخفاض مرونة النظم الإيكولوجية الساحلية وتداخل المياه المالحة مع موارد المياه العذبة وارتفاع تكاليف الموارد اللازمة للاستجابة لهذه التغيرات والتكيف معها (ثقة عالية(٦)). [الفقرتان ٥–٨–٢ و٥–٨–٥]

الإقليم	القدرة على التكيف وسرعة التأثر والشواغل الرئيسي
	• الجزر ذات إمدادات المياه المحدودة للغاية سريعة التأثر إلى حد بعيد بتأثيرات تغير المناخ في توازن المياه (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٨-٤] • ستتأثر الشعاب المرجانية سلباً بالتبييض وبانخفاض معدلات التكلس نتيجة ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون (ثقة متوسطة(٦))؛ وسيلحق أثر ضار بأشجار المانغروف وطبقة الحشائش البحرية وغيرها من النظم الإيكولوجية الساحلية وما يرتبط بها من تنوع أحيائي من ارتفاع درجات الحرارة وسرعة ارتفاع مستوى سطح البحر (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرتان ٤-٤ و٥-٨-٣] • من شأن تدهور النظم الإيكولوجية أن يؤثر سلباً في أسماك ومصايد أسماك الحيد البحري ومن يكسبون عيشهم من مصايد أسماك الحيد ومن يعتمدون على مصايد الأسماك فقط كمصدر غذائي هام (ثقة متوسطة(٦)). [الفقرتان ٤-٤ و٥-٨-٤] • تجعل محدودية الأراضي الزراعية وتملّح التربة الزراعة في الدول الجزرية الصغيرة، سواء لإنتاج الغذاء المحلي أو من أجل المحاصيل النقدية، سريعة التأثر إلى حد بعيد بتغير المناخ (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٨-٤] • ستواجه السياحة، وهي مصدر هام للدخل والعملات الأجنبية في جزر كثيرة، اختلالاً شديداً نتيجة تغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر (ثقة عالية(٦)). [الفقرة ٥-٨-٥]

(أ) بالنظر إلى أن الدراسات المتاحة لم تستخدم مجموعة مشتركة من السيناريوهات والطرائق المناخية وبالنظر إلى أوجه عدم اليقين فيما يتعلق بحساسيات النظم الطبيعية والاجتماعية وقدرتها على التكيف، فإن تقييم سرعة التأثر على الصعيد الإقليمي هو تقييم نوعي بالضرورة.

(ب) الأقاليم الواردة في الجدول ٢- ملخص لواضعي السياسات تأتي موصوفة في شكل بياني في الشكل ٢- من الملخص الفني.

٥- تحسين تقييم التأثيرات ومدى سرعة التأثر والتكيف

منذ التقييمات السابقة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تحقق تقدم في كشف التغير في النظم الأحيائية والفيزيائية واتُخذت خطوات لتحسين فهم القدرة على التكيف وسرعة التأثر بالظواهر المناخية المتطرفة وما إلى ذلك من القضايا الحرجة المرتبطة بالتأثيرات. ويشير هذا التقدم إلى الحاجة إلى اتخاذ مبادرات من أجل البدء في تصميم استراتيجيات في مجال التكيف وبناء قدرات تكيفية. غير أن الحاجة تقضي بإجراء المزيد من البحوث بغرض تعزيز التقييمات المستقبلية والحد من أوجه عدم اليقين لضمان توافر المعلومات الكافية لوضع السياسات بشأن التصدي للعواقب الممكنة الناجمة عن تغير المناخ بما في ذلك إجراء البحوث من قبل البلدان النامية وكذلك في هذه البلدان. [الفقرة ٨].

وفيما يلي المجالات ذات الأولوية العالية التي يتعين فيها تضييق الفجوات بين المعارف الراهنة وبين احتياجات عملية وضع السياسات:

- التقييم الكمي لحساسية النظم الطبيعية والبشرية لتغير المناخ وقدرتها على التكيف معه وسرعة تأثرها به، مع التركيز الخاص على التغيرات في نطاق التغاير المناخي وتواتر وشدة الظواهر المناخية المتطرفة؛
- تقييم العتبات الممكنة التي عندها تحدث استجابات شديدة التقطع لتغير المناخ والمحفزات المناخية الأخرى؛
- فهم الاستجابات الدينامية التي تبديها النظم الإيكولوجية للإجهادات المتعددة، بما فيها تغير المناخ، على الصعيد العالمي والإقليمي وعلى أصعدة أضيق نطاقاً؛

- وضع نُهج حيال الاستجابات التكيفية وتقييم فعالية وتكاليف خيارات التكيف وتحديد الفوارق في فرص التكيف في مختلف الأقاليم والدول والمجموعات السكانية والعقبات التي يواجهها.

- تقييم التأثيرات المحتملة الناجمة عن التشكيلة الكاملة لتغيرات المناخ المتوقعة وخاصة فيما يتعلق بالسلع والخدمات غير السوقية باستخدام مقاييس متعددة، وبالمعالجة المتسقة لجوانب عدم اليقين، تشمل أعداد الناس المتأثرين ومساحة اليابسة المتأثرة وإعداد الأنواع المهددة والقيمة النقدية للتأثيرات والآثار المترتبة في هذا الصدد على مختلف مستويات التثبيت وغير ذلك من سيناريوهات السياسة، دون الاقتصار عليها؛

- تحسين الأدوات الخاصة بالتقييم المتكامل بما في ذلك تقييم المخاطر لاستقصاء التفاعلات بين مكوِّنات النظم الطبيعية والنظم الفيزيائية وعواقب مختلف القرارات المتعلقة بالسياسات؛

- تقييم فرص إدراج المعلومات العلمية عن التأثيرات وسرعة التأثر والتكيف في عمليات اتخاذ القرارات وإدارة المخاطر، ومبادرات التنمية المستدامة؛

- تحسين نظم وطرائق المراقبة الطويلة الأجل وفهم عواقب تغير المناخ والإجهادات الأخرى الواقعة على النظم البشرية والطبيعية.

وهناك احتياجات خاصة شاملة لهذه البؤر وهي ترتبط بتعزيز التعاون والتنسيق الدوليين من أجل تقييم التأثيرات وسرعة التأثر والتكيف على الصعيد الإقليمي بما في ذلك بناء القدرات والتدريب بهدف المراقبة والتقييم وجمع البيانات وخاصة في البلدان النامية ومن أجلها (خاصة فيما يتعلق بالنقاط التي حُددت أعلاه).

الملخص الفني

تغير المناخ ٢٠٠١:
التأثيرات والتكيف وسرعة التأثر

تقرير الفريق العامل الثاني
التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

تم قبول هذا الملخص غير أنه لم يجر إقراره بالتفصيل في الدورة السادسة التي عقدها الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (جنيف، سويسرا، ١٣–١٦ شباط/ فبراير ٢٠٠١). ويعني ذلك بولس تقارير الهيئة في دورة ما يعقدها فريق عامل أو فريق للخبراء أن المادة لم تخضع لمناقشة تتناول النص سطراً سطراً ولم يُتفق عليها ولكنها مع ذلك تمثل رأياً شاملاً وموضوعياً ومتوازناً عن المسألة موضع البحث.

الكتاب الرئيسيون

ك. س. وايت (الولايات المتحدة الأمريكية)، ك. ك. أحمد (بنغلاديش)، أو. أنيسيموف (روسيا)، ن. آرنيل (المملكة المتحدة)، س. براون (الولايات المتحدة الأمريكية)، م. كامبوس (كوستاريكا)، ت. كارتر (فنلندا)، شونزن ليو (الصين)، س. كوهين (كندا)، ب. ديسانكر (ملاوي)، د. ج. دوكين (الولايات المتحدة الأمريكية)، و. ايسترلنغ (الولايات المتحدة الأمريكية)، ب. فيتزهاريس (نيوزلندا)، ه. غيتاي (استراليا)، أ. جيثيكو (كينيا)، س. غوبتا (الهند)، ه. هاراساوا (اليابان)، ب. ب. جالاو (غامبيا)، ذ. و. كوندزيفتش (بولوندا)، إي. ل. لاروفير (البرازيل)، م. لال (الهند)، ن. ليري (الولايات المتحدة الأمريكية)، ك. ماغادزا (زمبابوي)، ل. ج. ماتا (فنزويلا)، ر. ماكلين (استراليا)، أ. ماكمايكل (المملكة المتحدة)، ك. ميللر (الولايات المتحدة الأمريكية)، إي. ميلز (الولايات المتحدة الأمريكية)، م. ك. ميرزا (بنغلاديش)، د. موردييارسو (أندونيسيا)، ل. أ. نورس (بربادوس)، ك. بارميزان (الولايات المتحدة الأمريكية)، م. ل. باري (المملكة المتحدة)، أو. بيليفوسوفا (كازاخستان)، ب. بيتوك (استراليا)، ج. برايس (الولايات المتحدة الأمريكية)، ت. رووت (الولايات المتحدة الأمريكية)، ك. روزنزفايغ (الولايات المتحدة الأمريكية)، ج. صاروخان (المكسيك)، ه.– ج. شلنوبر (ألمانيا)، س. شنايدر (الولايات المتحدة الأمريكية)، م. ج. سكوت (الولايات المتحدة الأمريكية)، ج. سيم (بابوا غينيا الجديدة)، ب. سميت (كندا)، ج. ب. سميث (الولايات المتحدة الأمريكية)، أ. تسيبان (روسيا)، ب. فيلينغا (هولندا)، ر. ووريك (نيوزيلندا)، د. ورات (نيوزيلندا)

المحرران المراجعان

م. مانينغ (نيوزيلندا) و ك. نوبر (البرازيل)

المحتويات

الصفحة

١- نطاق ونهج التقييم
١-١ المهمة المسندة إلى التقييم
١-٢ ما هي القضايا الهامة المحتملة المطروحة ؟
١-٣ نهج التقييم
١-٤ التعامل مع أوجه عدم اليقين

٢- طرائق وأدوات التقييم
٢-١ اكتشاف الاستجابات لتغير المناخ باستخدام الأنواع أو النظم الدالة
٢-٢ التحسب للآثار المترتبة على تغير المناخ في المستقبل
٢-٣ التقييم المتكامل
٢-٤ تقدير التكاليف والتقييم
٢-٥ الأطر التحليلية الخاصة بالقرارات

٣- سيناريوهات تغير المناخ في المستقبل
٣-١ السيناريوهات ودورها
٣-٢ السيناريوهات الاقتصادية الاجتماعية وسيناريوهات استخدام الأراضي والسيناريوهات البيئية
٣-٣ سيناريوهات ارتفاع مستوى سطح البحر
٣-٤ سيناريوهات المناخ
٣-٥ سيناريوهات القرن الحادي والعشرين
٣-٦ كيف يمكن لنا تحسين السيناريوهات واستخدامها؟

٤- النظم الطبيعية والبشرية
٤-١ موارد المياه
٤-٢ الزراعة والأمن الغذائي
٤-٣ النظم الإيكولوجية على الأرض وفي المياه العذبة
٤-٤ المناطق الساحلية والنظم الإيكولوجية البحرية
٤-٥ المستوطنات البشرية والطاقة والصناعة
٤-٦ التأمين والخدمات المالية الأخرى
٤-٧ صحة الإنسان

٥- التحليل الإقليمي
٥-١ أفريقيا
٥-٢ آسيا
٥-٣ استراليا ونيوزيلندا
٥-٤ أوروبا
٥-٥ أمريكا اللاتينية
٥-٦ أمريكا الشمالية
٥-٧ المناطق القطبية
٥-٨ الدول الجزرية الصغيرة

٦- التكيف والتنمية المستدامة والإنصاف
٦-١ القدرة على التكيف
٦-٢ التنمية والاستدامة والإنصاف

٧- المسائل العالمية والموجز التجميعي
٧-١ اكتشاف تأثيرات التغير المناخي
٧-٢ خمسة أسباب تدعو للقلق

٨- الاحتياجات من المعلومات

١- نطاق ونهج التقييم

١-١ المهمة المسندة إلى التقييم

أُنشئت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في عام ١٩٨٨ من قبل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) بهدف تقييم المعلومات العلمية والفنية والاجتماعية الاقتصادية ذات الصلة في فهم تغير المناخ البشري المنشأ وتأثيراته المحتملة وخيارات التخفيف من وطأته والتكيف معه. وتنتظم الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في الوقت الحاضر في ثلاثة أفرقة عاملة هي: الفريق العامل الأول (WGI) الذي يتصدى للتغيرات المرصودة والمتوقعة في المناخ؛ والفريق العامل الثاني (WGII) الذي يتصدى لمسائل سرعة التأثر بتغير المناخ وتأثيراته والتكيف معه؛ والفريق العامل الثالث (WGIII) الذي يتصدى لخيارات التخفيف من تغير المناخ.

ويعد هذا المجلد المعنون "تغير المناخ ٢٠٠١: التأثيرات والتكيف وسرعة التأثر" مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث (TAR) الذي وضعته الهيئة عن القضايا العلمية والفنية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية المرتبطة بنظام المناخ وبتغير المناخ.(١) وتتمثل المهمة الموكولة إلى الفريق العامل الثاني فيما يتعلق بتقرير التقييم الثالث في تقييم سرعة تأثر النظم الإيكولوجية والقطاعات الاجتماعية الاقتصادية وصحة الناس بتغير المناخ وكذلك ما لتغير المناخ من تأثيرات إيجابية وسلبية محتملة عن هذه النظم. ويبحث هذا التقييم أيضاً مدى جدوى عملية التكيف لتعزيز الآثار الإيجابية المترتبة على تغير المناخ والتخفيف من الآثار السلبية. ويستند هذا التقييم الجديد إلى تقييمات الهيئة السابقة حيث يعيد بحث النتائج الأساسية التي خلصت إليها التقييمات السابقة ويؤكد على المعلومات الجديدة والآثار المترتبة على دراسات أقرب عهداً.

١-٢ ما هي القضايا الهامة المحتملة المطروحة؟

تؤدي الأنشطة البشرية، التي تتمثل، أساساً، في حرق الوقود الأحفوري وإحداث تغييرات في الغطاء الأرضي، إلى تغيير تركيز العناصر المكونة للغلاف الجوي أو خواص السطح الذي يمتص أو يبدد الطاقة الإشعاعية. وتبين من مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث المعنون "تغير المناخ، ٢٠٠١ الأساس العلمي" "أن من المرجح أن معظم الاحترار المرصود على مدى الخمسين عاماً الماضية يعود، في ضوء القرائن الجديدة المتاحة ومع مراعاة أوجه عدم اليقين المتبقية، إلى حدوث زيادة في تركيزات غازات الدفيئة". ومن المتوقع أن تشمل التغيرات التي ستطرأ على المناخ في المستقبل المزيد من الاحترار والتغيرات في أنماط وكميات التهطال، وارتفاع مستوى سطح البحر والتغيرات في تواتر وشدة بعض الظواهر المناخية المتطرفة.

والمخاطر المرتبطة بالتغيرات المتوقعة في المناخ مرتفعة. ذلك أن العديد من النظم الأرضية التي تمد المجتمعات البشرية بأسباب الحياة حساسة للمناخ وستتأثر بالتغيرات التي ستطرأ عليه (ثقة عالية للغاية). ويمكن لنا أن نتوقع حدوث تأثيرات في حركة دوران المحيطات ومستوى سطح البحر والدورة المائية ودورتي الكربون والعناصر المغذية ؛ وجودة الهواء وإنتاجية وبنية النظم الإيكولوجية الطبيعية، وإنتاجية الأراضي الزراعية والمراعي والأراضي المنتجة للأخشاب، والتوزع الجغرافي للأنواع النباتية والحيوانية، بما فيها نواقل ومستودعات الأمراض التي تصيب الإنسان، وسلوك تلك الأنواع ووفرتها وبقائها. ومن شأن التغيرات التي تطرأ على هذه النظم نتيجة لتغير المناخ، وكذلك الآثار المباشرة لذلك التغير على البشر، أن تؤثر، سلباً وإيجاباً، في رفاه البشر. كما سيتأثر رفاه البشر نتيجة للتغيرات التي ستطرأ على إمدادات المياه والغذاء والطاقة وغير ذلك من السلع المادية المستمدة من هذه النظم وكذلك نتيجة للتغيرات التي ستطرأ على الطلب على تلك الإمدادات، كما سيتأثر رفاه البشر نتيجة للتغيرات التي ستطرأ على فرص الاستخدامات غير الاستهلاكية للبيئة في مجالي الاستجمام والسياحة؛ والتغيرات التي ستطرأ على القيم غير المحسوسة للبيئة مثل القيم الثقافية وقيم صون البيئة؛ والتغيرات في الدخل وفي خسارة الممتلكات والأرواح من جراء الظواهر المناخية المتطرفة؛ والتغيرات التي ستطرأ على صحة الإنسان. وسيؤثر تغير المناخ في آفاق التنمية المستدامة في شتى أنحاء العالم وقد يؤدي إلى زيادة اتساع هوة اللامساواة القائمة. وستتباين التأثيرات من حيث توزعها باختلاف الناس والأماكن والأزمنة (ثقة عالية للغاية)، مما يثير تساؤلات هامة بشأن الإنصاف.

---

(١) تشير عبارة تغير المناخ، في مصطلح الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، إلى حدوث أي تغير في المناخ عبر الزمن سواء كان ناجماً عن التقلبية الطبيعية أو عن النشاط البشري. وهذا الاستخدام يختلف عن التعريف الوارد في المادة ١ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ حيث تشير عبارة "تغير المناخ" إلى تغير المناخ الذي يُعزى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تركيب الغلاف الجوي والذي يضاف إلى تقلبية المناخ الطبيعية على مدى فترات زمنية متماثلة.

وعلى الرغم من أن القضايا الهامة المطروحة كبيرة على نحو واضح فليس من السهل دائماً تحديد المخاطر المرتبطة بتغير المناخ. ذلك أن المخاطر تتوقف على احتمالية وحجم شتى أنواع التأثيرات. ويرد في تقرير الفريق العامل الثاني تقييم للتقدم المحرز في حالة المعارف المتعلقة بمحفزات تغير المناخ التي قد تتعرض لها النظم، وحساسية النظم المعرضة لتلك المحفزات وقدرتها التكيفية على التخفيف من وطأة التأثيرات الضارة، أو مواكبتها، أو تعزيز التأثيرات النافعة، وسرعة تأثرها بالتأثيرات الضارة (انظر الإطار ١). وتشمل التأثيرات المحتملة التأثيرات التي تهدد بإلحاق ضرر جوهري لا راد له ببعض النظم في غضون القرن القادم أو تهدد بإلحاق خسائر بها؛ وتأثيرات معتدلة قد تتكيف معها النظم بسهولة، وتأثيرات ستعود بالفائدة على بعض النظم.

الإطار ١– مدى الحساسية لتغير المناخ والتكيف معه وسرعة التأثر به

الحساسية هي درجة تأثر نظام ما تأثراً ضاراً أو مفيداً بالمحفزات ذات الصلة بالمناخ. وتشمل المحفزات ذات الصلة بالمناخ جميع عناصر تغير المناخ، بما فيها خصائص المناخ المتوسط، والتقلبية المناخية وتواتر وحجم الظواهر المتطرفة. ويمكن أن يكون التأثير مباشراً (مثل التغير في غلة المحاصيل استجابة لتغير في متوسط أو مدى أو تقلبية درجات الحرارة) أو غير مباشر (مثل الأضرار التي تنجم عن زيادة تواتر الفيضانات الساحلية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر).

القدرة على التكيف هي قدرة نظام ما على التكيف مع تغير المناخ (بما في ذلك التقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة) أو مع الأضرار المحتملة المتوسطة أو على الاستفادة من الفرص السانحة أو مواكبة العواقب.

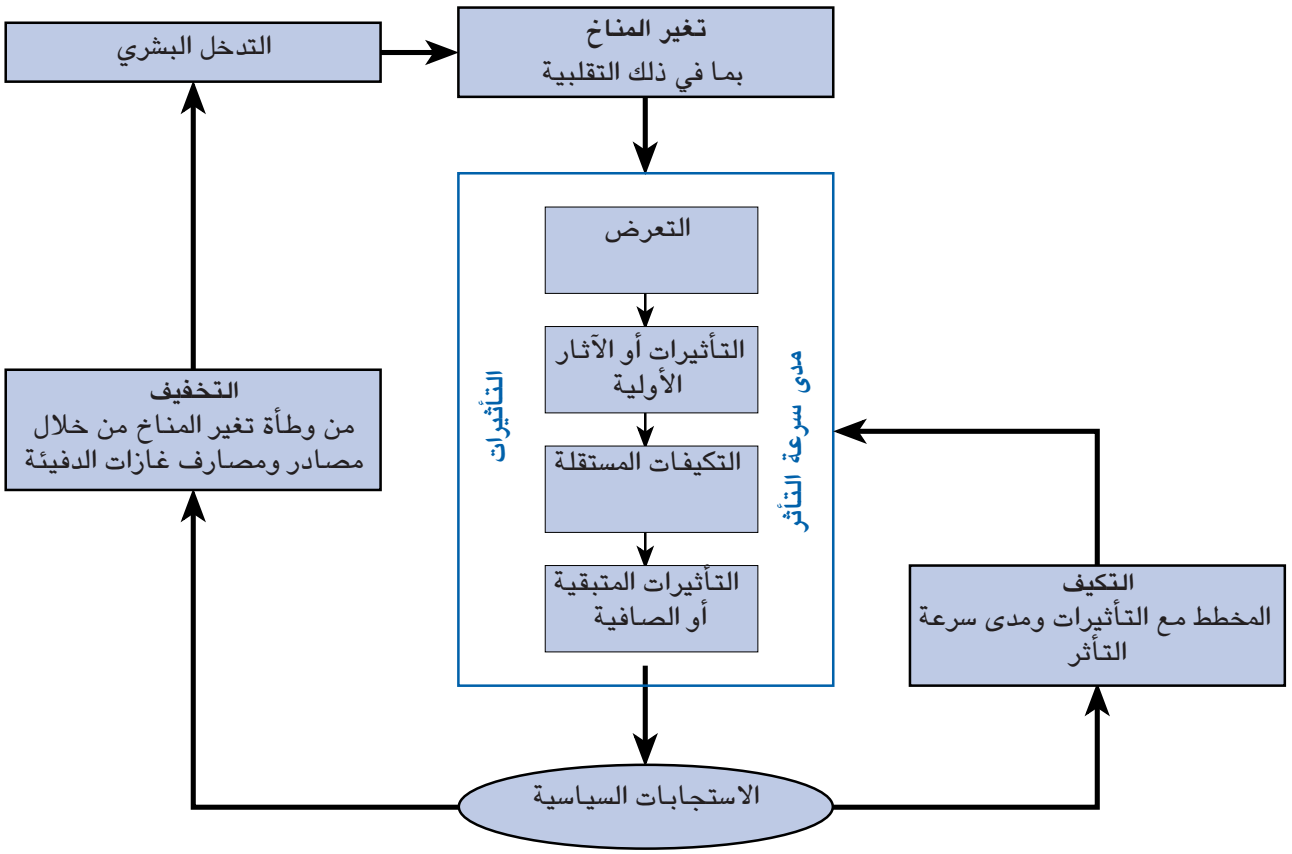
سرعة التأثر هي مدى حساسية نظام ما للآثار الضارة الناجمة عن تغير المناخ أو عدم قدرة هذا النظام على مواكبتها، بما في ذلك التقلبية المناخية والظواهر المناخية المتطرفة. وسرعة التأثر تتوقف على طبيعة وحجم ومعدل التقلبية المناخية التي يتعرض لها نظام ما، وحساسية هذا النظام وقدرته على التكيف.

ويوضح الشكل ١– الملخص الفني نطاق التقييم الذي أجراه الفريق العامل الثاني وعلاقته بالأجزاء الأخرى من نظام المناخ وتعرض الأنشطة البشرية التي تغير المناخ النظم الطبيعية والبشرية لمجموعة مُحورة من الإجهادات أو المحفزات. والنظم الحساسة لهذه المحفزات تتأثر بالتغيرات التي يمكن أن تؤدي إلى تكيفات مستقلة أو متوقعة. وستؤدي هذه التكيفات المستقلة إلى إعادة تشكيل التأثيرات المتبقية أو الصافية الناجمة عن تغير المناخ. ويمكن للاستجابات السياسية، كرد فعل للتأثيرات المحسوسة بالفعل أو تحسباً لحدوث تأثيرات محتملة في المستقبل، أن تتخذ شكل تكيفات مخططة بهدف التقليل من الآثار الضارة أو تعزيز الآثار النافعة. كما يمكن للاستجابات السياسية أن تتخذ شكل تدابير للتخفيف من وطأة تغير المناخ عن طريق تخفيض انبعاث غازات الدفيئة وتعزيز المصارف. ويركز تقييم الفريق العامل الثاني على الإطار المركزي من الشكل ١– الملخص التنفيذي – التعرض، التأثيرات ومدى سرعة التأثر وعلى الإطار البيضاوي الذي يضم سياسة التكيف.

١–٣ نهج التقييم

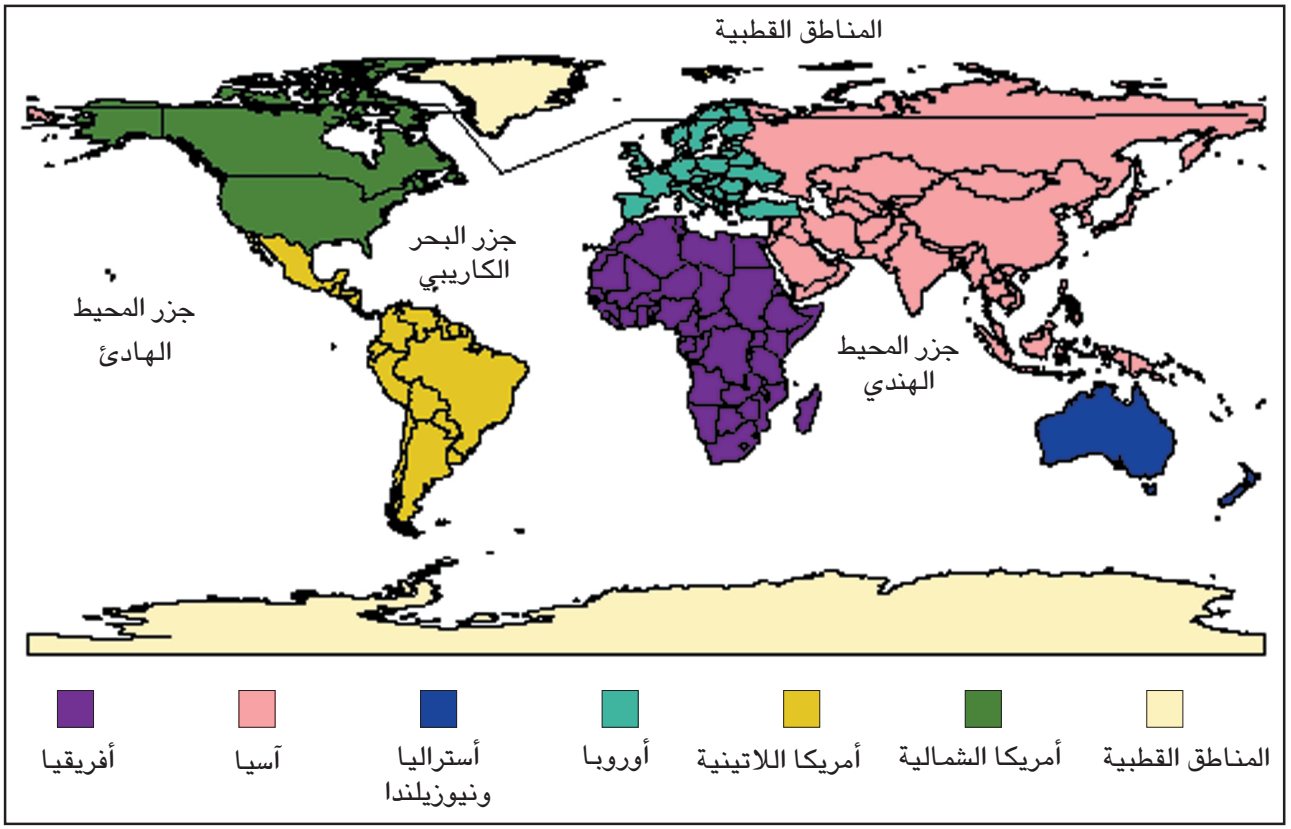
تنطوي عملية التقييم على تقدير وتوليف المعلومات المتاحة من أجل تعزيز فهم التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ والتكيف معه وسرعة التأثر به. وتُستمد المعلومات، في الغالب الأعم، من الكتابات المنشورة والمراجعة من قبل الخبراء. كما تستقى الدلائل من الكتابات المنشورة وغير المراجعة ومن مصادر غير منشورة ولكن فقط بعد تقييم جودتها وصحتها من جانب واضعي هذا التقرير.

وقد تم الاضطلاع بتقييم الفريق العامل الثاني من قبل فريق خبراء دولي عينته حكومات وهيئات علمية واختير من قبل مكتب الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لخبرته العلمية والفنية وبهدف تحقيق توازن جغرافي شامل. وينتمي هؤلاء الخبراء إلى أوساط جامعية وإلى حكومات وإلى دوائر الصناعة ومنظمات علمية وبيئية. وهم يشاركون دون تقاضي أي مقابل من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، متبرعين بساعات طويلة من وقتهم في دعم عمل الهيئة.



الشكل ١: الملخص الفني: نطاق التقييم الذي أجراه الفريق العامل الثاني

وقد وُضع هيكل هذا التقييم على نحو يسمح ببحث التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ وبحث تكيف النظم والمناطق مع ذلك التغير وسرعة تأثرها به وتوفير توليفة عالمية من القضايا المشتركة بين النظم والمشتركة بين الأقاليم. وتجري دراسة تغير المناخ، قدر الإمكان، وبالنظر إلى الكتابات المتاحة، في سياق التنمية المستدامة والإنصاف. ويمهد القسم الأول الوضع للتقييم بمناقشة السياق الذي يحدث فيه تغير المناخ، والطرائق والأدوات والسيناريوهات المستخدمة. وترد في الفصول المفردة تقييم لمدى سرعة تأثر النظم المائية والنظم الإيكولوجية الأرضية (بما فيها الزراعة والحراجة)، ونظم المحيطات والنظم الساحلية، والمستوطنات البشرية (بما في ذلك قطاع الطاقة والقطاع الصناعي)، والتأمين والخدمات المالية الأخرى وصحة الإنسان. وقد أُفرد فصل مكرس لكل إقليم من الأقاليم الرئيسية الثمانية في العالم وهي: أفريقيا وآسيا واستراليا ونيوزيلندا وأوروبا وأمريكا اللاتينية وأمريكا الشمالية والمناطق القطبية والدول الجزرية الصغيرة. وهذه الأقاليم مبينة في الشكل ٢– الملخص التنفيذي. وجميع هذه الأقاليم يغلب عليه عدم التجانس وعليه فإن تأثيرات تغير المناخ والقدرة على التكيف معه وسرعة التأثر به ستتباين تبايناً هاماً في داخل كل إقليم من هذه الأقاليم. أما القسم الأخير من التقرير فهو يؤلف بين القدرة على التكيف والإمكانات التي تنطوي عليها من أجل التخفيف من وطأة التأثيرات الضارة وتعزيز الآثار النافعة وزيادة حجم المعلومات الخاصة بالتنمية المستدامة وبالإنصاف وبالاستعراضات والتي تتلاءم مع تفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) والأحكام الرئيسية في الاتفاقات الدولية والخاصة بالتصدي لتغير المناخ. كما يحتوي التقرير على ملخص لواضعي السياسات يقدم توليفة موجزة من الاستنتاجات التي خلص إليها التقرير والتي تهم بشكل خاص أولئك الذين يتحملون المسؤولية عن اتخاذ القرارات استجابة لتغير المناخ. ويوفر هذا الملخص الفني ملخصاً أشمل للتقييم وترد فيه إشارات إلى الأقسام ذات الصلة من التقرير الأساسي بين معقوفتين في نهاية الفقرات للتيسير على القراء الذين يودون الحصول على المزيد من المعلومات عن موضوع معين [١–١].



الشكل ٢ – الملخص الفني: الأقاليم التي تناولها تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. والملاحظ أن الأقاليم التي تقع فيها الدول الجزرية الصغيرة تشمل المحيطات الهادئ والهندي والأطلسي والبحرين الكاريبي والمتوسط. وتمتد الحدود بين أوروبا وآسيا على طول جبال الأورال الشرقية ونهر أورال وبحر قزوين. أما بالنسبة إلى المناطق القطبية فإن المنطقة القطبية الشمالية تتألف من المناطق الواقعة شمالي الدائرة القطبية الشمالية التي تشمل جزيرة غرينلاند في حين تتألف المنطقة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) من قارة أنتاركتيكا بالإضافة إلى جنوب المحيط الجنوبي، الذي تبلغ درجة حرارته –٥٨ سلسيوس.

١-٤ التعامل مع أوجه عدم اليقين

منذ تقرير التقييم الثاني تم التوكيد باطراد على وضع طرائق لتحديد سمات أوجه عدم اليقين والإبلاغ عنها. ويجري تطبيق نهجين إثنين لتقييم أوجه عدم اليقين في التقييم الذي أجراه الفريق العامل الثاني. وقد اعتُمد نهج كمي لتقدير مستويات الثقة في الحالات التي يكون فيها الفهم الحالي للعمليات ذات الصلة، وسلوك النظم، والرصدات وعمليات المحاكاة باستخدام النماذج ووضع التقديرات كافياً لدعم الاتفاق العام بين واضعي التقرير بشأن الاحتمالات البايزية المرتبطة بنتائج مختارة. ويُستخدم نهج أكثر نوعية لتقييم جودة أو مستوى الفهم العلمي الذي يدعم استنتاجاً ما والإبلاغ عنه (انظر الإطار ٢). ويرد شرح مسهب لهذين النهجين وللأساس المنطقي الذي يقومان عليه في الوثيقة المعنونة "تقرير التقييم الثالث: القضايا الشاملة" في سلسلة الأبحاث الإرشادية (http://www.gispri.or.jp) التي تدعم المواد التي تعدها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لزيادة استخدام المصطلحات والمفاهيم المتساوقة في مجلدات تقرير التقييم الثالث التي يضعها الفريق العامل [الفقرة ١-١و٢-٦]

الإطار ٢- مستويات الثقة وحالة المعارف

التقييم الكمي لمستويات الثقة

بتطبيق النهج الكمي يُسنِد واضعو التقرير مستويات ثقة تمثل درجة الاعتقاد السائد بينهم في مدى صحة استنتاج ما وذلك بالاستناد إلى آرائهم الفنية الجماعية في الدلائل الرصدية ونتائج النمذجة والنظريات التي درسوها. وقد استخدمت خمسة من مستويات الثقة. وفي الجداول الواردة في الملخص الفني استعيض عن الكلمات برموز:

ثقة عالية للغاية (*****)	٩٥ ٪ أو يزيد
ثقة عالية (****)	٦٧-٩٥٪
ثقة متوسطة (***)	٣٣-٦٧٪
ثقة منخفضة (**)	٥-٣٣٪
ثقة منخفضة للغاية (*)	٥٪ أو أقل

التقييم النوعي وحالة المعارف

بتطبيق النهج النوعي يعمد واضعو التقرير إلى تقييم مستوى الفهم العلمي الداعم لاستنتاج ما، وذلك بالاستناد إلى كمية الدلائل الداعمة ودرجة اتفاق الخبراء حول تفسير الدلائل. وقد استخدمت أربعة تصنيفات نوعية كالتالي:

- راسخ تماماً: النماذج تضم العمليات المعروفة أو أن الرصدات تتسق مع النماذج أو أن دلائل عديدة تدعم النتيجة التي يتم الخلوص إليها.
- راسخ ولكن غير مكتمل: النماذج تضم معظم العمليات المعروفة على الرغم من أن بعض عمليات تعيّن البارامترات قد لا تكون خضعت لاختبارات جيدة؛ أو أن الرصدات قد تكون متساوقة إلى حد ما إلا أنها غير كاملة؛ أو أن التقديرات التجريبية الراهنة تقوم على أسس متينة ولكن إمكانية إدخال تغييرات على العمليات المهيمنة بمرور الوقت ضخمة، أو أن هناك دليلاً واحداً أو بضعة دلائل تدعم النتيجة التي يتم الخلوص إليها.
- تفسيرات متنافسة: تكون مختلف التمثيلات النموذجية مسؤولة عن شتى جوانب الرصدات أو الدلائل أو أنها تضم مختلف جوانب العمليات الأساسية مما يؤدي إلى تفسيرات متنافسة.
- أفكار تخمينية: أفكار مستساغة نظرياً ولكنها غير ممثلة تمثيلاً ملائماً في الكتابات أو أنها تشتمل على كثير من أوجه عدم اليقين التي يصعب الإقلال منها.

[الإطار ١-١]

٢- طرائق وأدوات التقييم

يعتمد تقييم تأثيرات تغير المناخ والتكيف معه وسرعة التأثر به على طائفة واسعة من التخصصات الفيزيائية والبيولوجية والتخصصات في مجال العلوم الاجتماعية وهو يستخدم، بالتالي، مجموعة متنوعة هائلة من الطرائق والأدوات. وقد أدت هذه الطرائق، منذ وضع تقرير التقييم الثاني، إلى تحسين اكتشاف تغير المناخ في النظم الأحيائية والفيزيائية وإلى طرح نتائج جوهرية جديدة. وعلاوة على ذلك تم اتخاذ خطوات مشوبة بالحذر، منذ تقرير التقييم الثاني، للتوسع في "صندوق العدة" من أجل التصدي على نحو أكثر فعالية للأبعاد البشرية للمناخ كأسباب ونتائج، في الوقت ذاته، للتغير وللتعامل بشكل أقرب مع القضايا الشاملة للقطاعات فيما يتعلق بسرعة التأثر والتكيف وعملية وضع السياسات. وبوجه خاص بدأ عدد أكبر من الدراسات تطبيق طرائق وأدوات لتحديد تكاليف وقيمة الآثار المترتبة ومعالجة أوجه عدم اليقين وإدماج الآثار عبر القطاعات والأقاليم وتطبيق الأطر التحليلية للقرارات من أجل تقييم القدرة على التكيف. وبوجه عام، فإن هذه التطورات المنهجية المتواضعة تمثل تحليلات مشجعة من شأنها أن تضع أساساً أمتن لفهم الكيفية التي يتم بها اتخاذ القرارات فيما يتعلق بالتكيف مع تغير المناخ في المستقبل. [الفقرة ٢-٨].

٢-١ اكتشاف الاستجابات لتغير المناخ باستخدام الأنواع أو النظم الدالة

تم منذ تقرير التقييم الثاني، استحداث وتطبيق طرائق على اكتشاف التأثيرات الحالية لتغير المناخ التي حدثت في القرن العشرين على النظم اللاأحيائية والأحيائية. ويُعد تقييم التأثيرات الواقعة على النظم البشرية والطبيعية التي حدثت بالفعل نتيجة لتغير المناخ عنصراً مكملاً هاماً للتوقعات القائمة على النماذج للتأثيرات في المستقبل. وتعرقل هذا الاكتشاف قوى غير مناخية متعددة لها علاقات متشابكة في أغلب الأحيان وتؤثر بشكل متزامن في تلك النظم. وقد شملت المحاولات التي بُذلت للتغلب على هذه المشكلة استخدام أنواع دالة (مثل الفراش وطيور البطريق والضفادع وحيوانات شقيق البحر) لاكتشاف الاستجابات لتغير المناخ والاستدلال على التأثيرات الأعم الواقعة على النظم الطبيعية بسبب تغير المناخ (كما يحدث مثلاً في المروج المحلية والمناطق الساحلية في القطب الجنوبي، والغابات الجبلية الرطبة في المناطق المدارية والمنطقة المدية الصخرية الواقعة في المحيط الهادئ، على التوالي) ومن العناصر الهامة في عملية الاكتشاف هذه البحث عن أنماط التغير المنهجية عبر العديد من الدراسات التي

تتساوق مع التوقعات المستندة إلى تغيرات مرصودة أو متنبأ بها في المناخ. وتزداد الثقة في عزو هذه التغيرات المرصودة إلى تغير المناخ عندما تتم إعادة محاكاة الدراسات عبر مختلف النظم والأقاليم الجغرافية. وعلى الرغم من أن عدد الدراسات يبلغ المئات في الوقت الحاضر فإن بعض الأقاليم والنظم لايزال ناقص التمثيل [الفقرة ٢-٢]

ولتحري الروابط المحتملة بين التغيرات المرصودة في المناخ الإقليمي والعمليات البيولوجية أو الفيزيائية في النظم الإيكولوجية جمع فريق الكتّاب ما يزيد على ٢٥٠٠ مقال عن المناخ وواحد من الكيانات التالية: الحيوانات والنباتات والأنهار الجليدية والجليد البحري والجليد الذي يغطي البحيرات أو المجاري المائية. ولتحديد ما إذا كانت هذه الكيانات قد تأثرت بالمناخ المتغير ولم تُدرج سوى الدراسات التي تفي باثنين من المعايير التالية على الأقل:

- يطرأ تغير عبر الزمن على إحدى سمات هذه الكيانات (حدود المراعي وموعد الذوبان، مثلاً).
- هناك ترابط بين تلك السمة وبين التغيرات الطارئة على درجة الحرارة المحلية.
- تغير درجة الحرارة المحلية عبر الزمن.

ويتعين أن يُظهر اثنان على الأقل من هذه المعايير الثلاثة علاقة متبادلة ذات دلالة إحصائية. ولم يتم النظر في غير درجات الحرارة لأنه من الثابت جيداً في الكتابات الموضوعة كيف أنها تؤثر في الكيانات المدروسة ولأن اتجاهات درجات الحرارة أكثر تجانساً، على الصعيد العالمي، من العوامل المناخية الأخرى المتغيرة محلياً مثل التغيرات التي تطرأ على التهطال. ويجب على الدراسات المنتقاة أن تكون قد عالجت بيانات لا يقل تاريخها عن ١٠ سنوات وأكثر من ٩٠٪ من تلك البيانات يعود تاريخه إلى أكثر من ٢٠ عاماً.

وقد خفضت هذه المعايير الصارمة من عدد الدراسات المستخدمة في التحليل فأصبح عددها ٤٤ دراسة تناولت حيوانات ونباتات وشملت ما يزيد على ٦٠٠ نوع من الأنواع. ومن هذه الأنواع هناك حوالي ٩٠٪ (أي ما يزيد على ٥٥٠ نوعاً) تظهر عليها تغيرات عبر الزمن. ومن هذه الأنواع الخمسمائة والخمسين أو يزيد يظهر على حوالي ٨٠٪ منها (أي أكثر من ٤٥٠ نوعاً) تغير في اتجاه متوقع نظراً للفهم العلمي للآليات المعروفة التي تربط درجات الحرارة بكل سمة من سمات الأنواع. أما احتمال أن تظهر على أكثر من ٤٥٠ من أصل الأنواع الخمسمائة والخمسين أو يزيد تغيرات في الاتجاهات المتوقعة بمحض صدف عشوائية فاحتمال ضئيل.

وقد شملت ست عشرة دراسة تناولت الأنهار الجليدية والجليد البحري ورقعة الغطاء الثلجي/ ذوبان الثلج أو الجليد الذي يغطي البحيرات أو المجاري المائية ما يزيد على ١٥٠ موقعاً. ومن بين هذه المواقع المائة والخمسين أو يزيد تظهر على ٦٧٪ (١٠٠ موقع أو يزيد) تغيرات في السمات عبر الزمن. وتكشفت حوالي ٩٩٪ من تلك المواقع المائة أو يزيد (٩٩ موقعاً أو يزيد) عن اتجاهات في المنحى المتوقع نظراً للفهم العلمي للآليات المعروفة التي تربط درجات الحرارة بالعمليات الفيزيائية التي تحكم التغير الطارئ على تلك السمة. واحتمال أن تُظهر المواقع التسعة والتسعون أو يزيد من أصل المواقع المائة أو يزيد تغيرات في الاتجاهات المتوقعة بمحض الصدفة فقط احتمال ضئيل. [الفقرات ٥-٢ و٥-٤ و١٩-٢]

٢-٢ التحسب للآثار المترتبة على تغير المناخ في المستقبل

لقد شملت التحسينات المدخلة على الطرائق والأدوات الخاصة بدراسة تأثيرات التغيرات المستقبلية في المناخ، منذ تقرير التقييم الثاني، زيادة التوكيد على استخدام النماذج التي تركز على العمليات وسيناريوهات تغير المناخ العارضة، وخطوط الأساس الاجتماعية الاقتصادية المنقحة ونطاقات مكانية وزمنية عالية الاستبانة. وقد عمدت الدراسات القطرية والتقييمات الإقليمية في كل قارة إلى اختبار النماذج والأدوات في شتى السياقات. وتم ربط النماذج الخاصة بالتأثيرات من الدرجة الأولى بنماذج النظم العالمية. كما أُدرجت مسألة التكيف في العديد من التقييمات للمرة الأولى في أغلب الحالات.

وتظل هناك ثغرات منهجية فيما يتعلق بالنطاقات والبيانات والتثبت من صحة البيانات وتحقيق التكامل بين التكيف وبين الأبعاد البشرية لتغير المناخ. وتقتضي إجراءات تقييم سرعة التأثر على الصعيدين الإقليمي والمحلي، واستراتيجيات التكيف الطويلة الأمد إجراء تقييمات عالية الاستبانة ومنهجيات للربط بين النطاقات، والنمذجة الدينامية التي تستخدم مجموعات البيانات المناظرة ومجموعات البيانات الجديدة. وكثيراً ما ينعدم التثبت من صحة البيانات على مختلف النطاقات. وهناك حاجة إلى تحقيق التكامل الإقليمي بين مختلف القطاعات من أجل وضع مسألة سرعة التأثر في سياق التنمية المحلية والإقليمية. وقد تحسنت طرائق وأدوات تقييم سرعة التأثر بالظواهر المناخية المتطرفة ولكنها تظل مقيدة نتيجة لانخفاض مستوى الثقة في سيناريوهات تغير المناخ وحساسية النماذج الخاصة بالتأثيرات لحالات الشذوذ المناخية الكبرى. وتقتضي الضرورة فهم الآثار الاقتصادية العليا والأبعاد البشرية الأخرى المترتبة على التغير العالمي

وتحقيق التكامل بينها. ولاتزال النماذج الخاصة بالتكيف ومؤشرات سرعة التأثر المستخدمة لإضفاء الأولوية على خيارات التكيف في المراحل الأولى من التطوير في ميادين عديدة. وهناك حاجة إلى تحسين الطرائق المستخدمة لتمكين الأطراف المعنية من المشاركة في عمليات التقييم. [الفقرة ٢-٣]

٢-٣ التقييم المتكامل

التقييم المتكامل هو عملية مشتركة بين عدة تخصصات يتم في إطارها تجميع المعارف المستقاة من شتى التخصصات العلمية في مجالات العلوم الطبيعية والاجتماعية وتفسيرها وتعميمها من أجل تحري وفهم العلاقات السببية داخل النظم المعقدة وفيما بينها. وتشمل الأساليب المنهجية المستخدمة في عمليات التقييم تلك النمذجة بالاستعانة بالحاسبات الآلية وتحليلات السيناريوهات وألعاب المحاكاة والتقييم المتكامل التشاركي والتقييمات النوعية التي تستند إلى التجارب والخبرات القائمة. وتم، منذ تقرير التقييم الثاني، إحراز تقدم ذي شأن فيما يتعلق بوضع وتطبيق هذه الأساليب إزاء التقييم المتكامل على الصعيدين العالمي والإقليمي.

ومع ذلك فقد ركّز التقدم المحرز حتى اليوم، وخاصة فيما يتعلق بالنمذجة المتكاملة، على قضايا التخفيف من وطأة الظواهر المناخية على النطاقين العالمي أو الإقليمي كما ركز، بشكل ثانوي فقط، على القضايا المتعلقة بالتأثيرات وسرعة التأثر والتكيف. وتقتضي الضرورة زيادة التركيز على استنباط طرائق لتقييم سرعة التأثر، وخاصة على النطاقين الوطني ودون الوطني حيث يشعر الناس بتأثيرات تغير المناخ ويتم تنفيذ الاستجابات للتصدي لها. ويجب استنباط الطرائق المعدة لإدراج مسألتي التكيف والقدرة التكيفية بوضوح في التطبيقات المحددة. [الفقرة ٢-٤]

٢-٤ تقدير التكاليف والتقييم

تعتمد طرائق تقدير التكاليف الاقتصادية والتقييم الاقتصادي على مفهوم تكلفة الفرصة البديلة للموارد المستخدمة أو المتدهورة أو تلك التي يتم توفيرها. وتتوقف تكلفة الفرصة البديلة على ما إذا كانت الأسواق تنافسية أو احتكارية وعلى ما إذا كان يتم تدخيل أية عوامل خارجية. كما أن تلك التكلفة تتوقف على المعدل الذي يتم به تصحيح الظواهر المستقبلية والذي يمكن أن يتباين باختلاف البلدان وعبر الزمن والأجيال. ويمكن أيضاً تقييم أثر عدم اليقين إذا عُرفت احتمالات مختلف الحصائل الممكنة. ويمكن تقييم السلع والخدمات العمومية وغير السوقية عن طريق الاستعداد لتسديد قيمتها أو الاستعداد لقبول تعويضات نتيجة لفقدانها. ويجب تقدير التأثيرات الواقعة على مختلف الفئات والمجتمعات والأمم والأنواع. ويمكن تبرير المقارنة بين التوزعات البديلة للرعاية الاجتماعية بين الأفراد والفئات في بلد ما إذا ما تمت تلك التوزعات وفقاً لمعايير متساوقة داخلياً. ولا يمكن، حتى اليوم، إجراء مقارنات ذات مغزى فيما بين الأمم التي تختلف هياكلها الاجتماعية والأخلاقية والحكومية.

منذ تقرير التقييم الثاني لم تحدث أية تطورات جوهرية جديدة على منهجية تقدير التكاليف والتقييم. غير أن الكثير من التطبيقات الجديدة للطرائق القائمة على طائفة آخذة في الاتساع من قضايا تغير المناخ قد أقامت الدليل على مواطن قوة بعض من هذه الطرائق وعلى محدوديتها. وتقتضي الضرورة بذل جهود بحثية لتعزيز الطرائق الخاصة بالتقييمات المتعددة الأغراض. وهناك اتجاه متزايد باطراد إلى تفضيل التقييمات المتعددة الأغراض إلا أنه يجب تطوير الوسائل التي يمكن بها لمقاييس تلك التقييمات الأساسية أن تعكس على نحو أدق مختلف السياقات الاجتماعية والسياسية والاقتصادية والثقافية. وعلاوة على ذلك فإن الطرائق الخاصة بتحقيق التكامل فيما بين هذه المقاييس المتعددة لاتزال غائبة عن مجموعة الوسائل المنهجية المستخدمة. [الفقرة ٢-٥]

٢-٥ الأطر التحليلية الخاصة بالقرارات

ينبغي لواضعي السياسات المسؤولين عن استنباط وتنفيذ السياسات التكيفية أن يكونوا قادرين على الاعتماد على النتائج الناجمة عن مجموعة أو أكثر من مختلف مجموعات الأطر التحليلية الخاصة بالقرارات. ومن الطرائق الشائعة الاستخدام تحليل التكلفة والفائدة وتحليل فعالية التكاليف، ومختلف أنواع تحليل القرارات (بما في ذلك الدراسات المتعددة الأغراض) والتقنيات التشاركية مثل التمرينات في مجال رسم السياسات.

ولم يتم التبليغ إلا عن عدد قليل جداً من الحالات التي عمد فيها واضعو السياسات إلى استخدام الأطر التحليلية الخاصة بالقرارات في تقييم خيارات التكيف. ومن بين العدد الضخم من عمليات تقييم تأثيرات تغير المناخ المستعرضة في تقرير التقييم الثالث فإن نسبة قليلة منها تتضمن تقديرات شاملة وكمية لخيارات التكيف ولتكاليفها وفوائدها وسمات عدم اليقين الذي يكتنفها. وهذه المعلومات ضرورية حتى يتم

تطبيق أية طريقة لتحليل القرارات تطبيقاً ذا دلالة على قضايا التكيف. وتمس الحاجة إلى زيادة استخدام مثل هذه الطرائق في دعم القرارات الخاصة بالتكيف وذلك من أجل إرساء دعائم فعاليتها وتحديد توجهات البحوث الضرورية في سياق مسألة سرعة التأثر بتغير المناخ والتكيف مع مقتضياته. [الفقرة ٢-٧]

٣- سيناريوهات تغير المناخ في المستقبل

٣-١ السيناريوهات ودورها

السيناريو هو عبارة عن وصف متماسك ومتساوق داخلياً ومستساغ لحالة قد يكون عليها العالم في المستقبل. والسيناريوهات أمور يُحتاج إليها، عادة، في عمليات تقييم تأثيرات تغير المناخ والتكيف مع مقتضياتها وسرعة التأثر بها وذلك من أجل إعطاء آراء بديلة عن الظروف المستقبلية التي يُرى أنها قد تؤثر في نظام أو نشاط ما. وهناك فارق بين السيناريوهات المناخية التي تصف عامل التأثير الإشعاعي، الذي يحظى باهتمام الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الرئيسي، وبين السيناريوهات غير المناخية التي تشكل السياق الاجتماعي الاقتصادي والبيئي الذي يعمل فيه التأثير المناخي. ويقوم معظم تقديرات التأثيرات المترتبة على تغير المناخ على النتائج الناجمة عن النماذج الخاصة بالتأثيرات والتي تعتمد على السيناريوهات المناخية الكمية والسيناريوهات غير المناخية كمدخلات.]الفقرة ٣-١-١، الإطار ٣-١

٣-٢ السيناريوهات الاقتصادية الاجتماعية وسيناريوهات استخدام الأراضي والسيناريوهات البيئية

إن السيناريوهات غير المناخية التي تصف التغيرات المستقبلية الاقتصادية الاجتماعية والتغيرات الطارئة على استخدام الأراضي وعلى البيئة هامة بالنسبة لتحديد سمات حساسية النظم لتغير المناخ وسرعة تأثرها وقدرتها على التكيف. وقد تم، في الآونة الأخيرة فقط، اعتماد هذه السيناريوهات على نطاق واسع فيما يتعلق بعمليات تقييم التأثيرات وذلك جنباً إلى جنب مع السيناريوهات المناخية.

السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية. استُخدمت السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية على نطاق أوسع للتكهن بانبعاثات غازات الدفيئة من استخدامها في تقييم سرعة التأثر بالمناخ والقدرة التكيفية. وتحدد معظم السيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية عدة مواضيع أو مجالات مختلفة مثل السكان أو النشاط الاقتصادي وكذلك العوامل الأساسية مثل هيكل آليات تصريف الأمور والقيم الاجتماعية وأنماط التغير التكنولوجي. وتُمكّن السيناريوهات من بيان سرعة التأثر الأساسية في المجال الاجتماعي الاقتصادي والظروف السابقة لتغير المناخ؛ وتحديد التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ، وتقييم سرعة التأثر في مرحلة ما بعد التكيف.[الفقرة ٣-٢]

سيناريوهات تغير استخدام الأراضي واستخدام الغطاء الأرضي. ينطوي تغير استخدام الأراضي وتغير استخدام الغطاء الأرضي على عدة عمليات مركزية بالنسبة إلى تقدير مدى تغير المناخ وتأثيراته. أولها أن تغير استخدام الأراضي والغطاء الأرضي يؤثر في تدفقات الكربون وانبعاثات غازات الدفيئة مما يغير بشكل مباشر من تركيب الغلاف الجوي وخواص التأثير الإشعاعي. وثانيتها أن تغير استخدام الأراضي والغطاء الأرضي يؤدي إلى تغيير خصائص سطح الأرض، وبشكل غير مباشر، إلى تغيير العمليات المناخية. وثالثتها أن تغيير وتحويل الغطاء الأرضي قد يؤدي إلى تغيير خواص النظم الإيكولوجية وسرعة تأثرها بتغير المناخ. وأخيراً فإن عدة خيارات واستراتيجيات فيما يتعلق بالتخفيف من وطأة غازات الدفيئة تنطوي على ممارسات تخص الغطاء الأرضي والممارسات المتغيرة المتعلقة باستخدام الأراضي. وقد وُضعت أعداد كبيرة ومتنوعة من سيناريوهات تغير استخدام الأراضي والغطاء الأرضي، إلا أن معظم تلك السيناريوهات لا يتناول بوضوح قضايا تغير المناخ، بل تركز على قضايا أخرى منها، على سبيل المثال، الأمن الغذائي ودورة الكربون. وقد أدخلت تحسينات كبيرة، منذ تقرير التقييم الثاني، على تحديد الأنماط الحالية والتاريخية لاستخدام الأراضي والغطاء الأرضي، وكذلك على تقدير السيناريوهات المستقبلية. وتعد نماذج التقييم المتكامل، في الوقت الحاضر، أنسب الأدوات لوضع سيناريوهات تغير استخدام الأراضي واستخدام الغطاء الأرضي. [الفقرتان ٣-٣-١ و٣-٣-٢]

السيناريوهات البيئية. تشير السيناريوهات البيئية إلى التغيرات التي تطرأ على عوامل بيئية أخرى غير المناخ ستحدث في المستقبل بغض النظر عن تغير المناخ. ولأن هذه العوامل يمكن أن تلعب أدواراً هامة في تغيير التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ في المستقبل، فإن الحاجة تدعو إلى وضع سيناريوهات لتصوير الظروف البيئية المحتملة في المستقبل مثل تركيب الغلاف الجوي (ثاني أكسيد الكربون وأوزون التروبوسفير والمركبات المحمضة والأشعة فوق البنفسجية باء،

مثلاً)؛ وتوافر المياه واستخدامها وجودتها؛ والتلوث البحري. وبغض النظر عن الآثار المباشرة التي تنجم عن إخصاب ثاني أكسيد الكربون، فإن التغيرات التي تطرأ على العوامل البيئية الأخرى نادراً ما تمت دراستها إلى جانب تغيرات المناخ في عمليات تقييم التأثيرات السابقة على الرغم من أن استخدامها آخذ في الزيادة ببروز طرائق التقييم المتكامل. [الفقرة ٣-٤-١]

٣-٣ سيناريوهات ارتفاع مستوى سطح البحر

هناك حاجة إلى سيناريوهات تتعلق بارتفاع مستوى سطح البحر وذلك لتقييم طائفة متنوعة من الأخطار التي تتهدد المستوطنات البشرية والنظم الإيكولوجية الطبيعية والمشاهد الطبيعية في المناطق الساحلية. وتعد السيناريوهات النسبية الخاصة بمستوى سطح البحر (أي ارتفاع مستوى سطح البحر بالإشارة إلى تحركات سطح اليابسة محلياً) من الأمور المهمة للغاية بالنسبة إلى عمليات تقييم التأثيرات والتكيف. وهناك حاجة إلى سجلات مقاييس المد وقياس ارتفاع الأمواج التي يعود تاريخها إلى ٥٠ عاماً أو يزيد بالإضافة إلى معلومات عن الظواهر الجوية الوخيمة والعمليات الساحلية وذلك من أجل إرساء قواعد مستويات أو اتجاهات أساسية. وقد أدت التقنيات الحديثة في مجال قياس الارتفاعات بواسطة التوابع الاصطناعية والتسوية الجيوديسية إلى تعزيز وتقييس التحديدات الأساسية لمستوى سطح البحر النسبي في مناطق شاسعة من العالم. [الفقرة ٣-٦-٢]

وعلى الرغم من أن بعض مكوِّنات ارتفاع مستوى سطح البحر يمكن نمذجتها إقليمياً باستخدام نماذج تقارن المحيطات والغلاف الجوي فإن أكثر الطرائق شيوعاً للحصول على السيناريوهات تتمثل في تطبيق متوسطات عالمية للتقديرات انطلاقاً من نماذج بسيطة. ويتم، أحياناً، تحري التغيرات الطارئة على حدوث الظواهر المناخية المتطرفة مثل عُرام العواصف ونظام الأمواج مما يمكن أن يؤدي إلى حدوث تأثيرات ساحلية كبرى، وذلك عن طريق إضافة الظواهر المرصودة تاريخياً إلى متوسط آخذ في الارتفاع في مستوى سطح البحر. وفي الآونة الأخيرة بدأت بعض الدراسات تعبر عن ارتفاع مستوى سطح البحر من زاوية احتمالية مما يمكّن من تقييم ارتفاع مستويات البحر من زاوية خطر تجاوز عتبة حرجة للتأثير. [الفقرات ٣-٦-٣ و٣-٦-٤ و٣-٦-٥ و٣-٦-٦]

٣-٤ سيناريوهات المناخ

استخدمت ثلاثة أنواع رئيسية من سيناريوهات المناخ في عمليات تقييم التأثيرات: السيناريوهات التراكمية والسيناريوهات التناظرية وسيناريوهات المناخ القائمة على النماذج. وتعد السيناريوهات التراكمية تعديلات بسيطة للمناخ الأساسي المرجعي وفقاً للتغيرات المتوقعة المستقبلية التي يمكن أن تقدم مساعدة قيّمة لاختبار حساسية النظم للمناخ. ومع ذلك ولأنها تنطوي على تعديلات اعتباطية فإنها قد لا تكون واقعية إذا تعلق الأمر بالأرصاد الجوية. أما السيناريوهات التناظرية لمناخ متغير من السجلات الماضية أو من مناطق أخرى فقد يكون من العسير تحديدها ومن النادر أن يجري تطبيقها رغم أنها يمكن أن تعطي، في بعض الأحيان، نظرات ثاقبة بشأن تأثيرات الأحوال المناخية خارج نطاق الزمن الحاضر [الفقرة ٣-٥-٢]

وتستخدم معظم السيناريوهات حصائل نماذج الحركة العامة للغلاف الجوي (GCMs) وهي تبنى عادة عن طريق تعديل مناخ أساسي (يقوم، على نحو نمطي، على رصدات إقليمية للمناخ عبر فترة زمنية مرجعية مثل الفترة ١٩٦١-١٩٩٠) وذلك عن طريق التغير المطلق أو النسبي بين المناخ الحاضر الذي تجري محاكاته وبين المناخ المستقبلي. وقد تم في إطار معظم الدراسات الخاصة بالتأثيرات التي أجريت في الآونة الأخيرة وضع سيناريوهات تستند إلى حصائل نماذج مؤقتة للحركة العامة للغلاف الجوي على الرغم من أن بعضها لايزال يطبق نتائج التوازن الأولية. وتمثل الغالبية العظمى للسيناريوهات تغيرات في متوسط المناخ؛ غير أن بعض السيناريوهات الحديثة قد أدرجت أيضاً تغييرات في التقلبية والظواهر المناخية المتطرفة. وهي يمكن أن تؤدي إلى حدوث تأثيرات هامة بالنسبة لبعض النظم. ويمكن الحصول على تفاصيل إقليمية من حصائل النطاقات البدائية لنماذج الحركة العامة للغلاف الجوي باستخدام ثلاث طرائق رئيسية؛ الاستيفاء البسيط، وتخفيض القيم الإحصائية والنمذجة الدينامية العالية الاستبانة. والطريقة البسيطة، التي تكرر نمط التغير في نماذج الحركة العامة للغلاف الجوي، هي أكثر الطرق المطبقة على نطاق واسع في وضع السيناريوهات. وعلى العكس من ذلك فإن الأسلوب الإحصائي والأسلوب القائم على النمذجة يمكن لهما أن يحدثا تغيرات محلية في المناخ تختلف عن تقديرات النماذج الكبيرة النطاق للحركة العامة للغلاف الجوي. وتقتضي الضرورة إجراء المزيد من البحوث من أجل تقدير القيمة المضافة إلى الدراسات الخاصة بالتأثيرات في إطار تمارين الأقلمة هذه. ومن الأسباب الكامنة وراء هذا الحذر

عدم اليقين الكبير الذي يكتنف إسقاطات نماذج الحركة العامة للغلاف الجوي والذي يتطلب زيادة التحديد الكمي عن طريق إجراء المقارنات بين النماذج والقيام بعمليات محاكاة جديدة للنماذج وطرائق قياس الأنماط [الفقرات ٣-٥-٢ و٣-٥-٤ و٣-٥-٥]

٣-٥ سيناريوهات القرن الحادي والعشرين

في عام ٢٠٠٠ انتهت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ من وضع تقرير خاص عن سيناريوهات الانبعاثات (SRES) بهدف الاستعاضة عن مجموعة أولى من ستة سيناريوهات لعام ١٩٩٢ وُضعت من أجل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في عام ١٩٩٢. وهذه السيناريوهات الجديدة تدرس الفترة الممتدة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠ وتشمل طائفة من الافتراضات الاجتماعية الاقتصادية (مثل عدد السكان في العالم والناتج المحلي الإجمالي). كما تم حساب ما لها من آثار على الجوانب الأخرى للتغير العالمي، وبعض هذه الآثار تم تلخيصه في الجدول ١- الملخص الفني، بالنسبة إلى الفترة الممتدة من عام ٢٠٥٠ إلى عام ٢١٠٠. فعلى سبيل المثال، من المتوقع أن يرتفع متوسط تركيزات أوزون التروبوسفير في شهر تموز/ يوليو فوق القارات الصناعية في نصف الكرة الأرضية الشمالي من حوالى ٤٠ جزءاً في البليون في عام ٢٠٠٠ إلى ما يزيد على ٧٠ جزءاً في البليون في عام ٢١٠٠ وفق أكثر سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص إيضاحاً؛ وبالمقارنة فإن معيار الهواء النقي هو دون ٨٠ جزءاً في البليون. وقد تتجاوز المستويات القصوى للأوزون في حالة حدوث الضباب الدخاني محلياً ذلك بأضعاف كثيرة. وتتراوح تقديرات تركيز ثاني أكسيد الكربون بين ٤٧٨ جزءاً في المليون و١٠٩٩ جزءاً في المليون بحلول عام ٢١٠٠، نظراً لنطاق الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص وأوجه عدم اليقين بشأن دورة الكربون (الجدول ١- الملخص الفني). ومدى التأثير الإشعاعي المتضمَن هذا يؤدي إلى احترار عالمي تقديري في الفترة الممتدة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢١٠٠ يتراوح بين ١ر٤ إلى ٥ر٨ سلسيوس على افتراض طائفة من الحساسيات المناخية. وهذا النطاق أعلى من المدى الوارد في تقرير التقييم الثاني والذي يتراوح بين ٠ر٧ و٣ر٥ سلسيوس نظراً لأن مستويات التأثير الإشعاعي في سيناريوهات التقرير الخاص (SRES) هي أعلى منها في السيناريو أ - وللهيئة لعام ١٩٩٢، وذلك، أولاً، نتيجة لانخفاض انبعاثات الأهباء الجوية الكبريتية وخاصة بعد عام ٢٠٥٠. ويتراوح النطاق المعادل لتقديرات ارتفاع مستوى سطح البحر في العالم (بالنسبة لهذا النطاق لتغير درجات الحرارة في العالم بالإضافة إلى طائفة من حساسيات ذوبان الجليد) حتى عام ٢١٠٠ بين ٩ سنتيمترات و٨٨ سنتيمتراً (بالمقارنة مع ١٥ سنتيمتراً -٩٥ سنتيمتراً في تقرير التقييم الثاني). [الفقرات ٣-٢-٤-١ و٣-٤-٤ و٣-٨-١ و٣-٨-٢]

أما من حيث متوسط التغيرات الطارئة على المناخ الإقليمي فإن النتائج الناجمة عن نماذج الحركة العامة للغلاف الجوي، التي تم اختبارها بافتراض سيناريوهات الانبعاثات الجديدة الواردة في التقرير الخاص، تتكشف عن تشابهات عديدة مع الاختبارات السابقة. وتخلص مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث إلى أن معدلات الاحترار يتوقَع أن تكون أعلى من المتوسط العالمي فوق معظم مناطق اليابسة وستكون أوضح في المناطق ذات خطوط العرض القطبية في فصل الشتاء. ومع استمرار الاحترار فسيتقلص الغطاء الثلجي ورقعة الجليد البحري في نصف الكرة الأرضية الشمالي. وتشير النماذج إلى حدوث احترار أقل من المتوسط العالمي في منطقة شمالي المحيط الأطلسي ومناطق المحيطات الجنوبية الكائنة حول القطب وكذلك في جنوبي وجنوب شرق آسيا وجنوبي أمريكا اللاتينية في الفترة الممتدة بين حزيران/ يونيو وآب/ أغسطس. وعلى الصعيد العالمي ستسجل زيادات في متوسط بخار الماء والتهطال. وعلى الصعيد الإقليمي يتوقع أن يزداد التهطال في الفترة الممتدة من كانون الأول/ ديسمبر إلى شباط/ فبراير فوق المناطق الشمالية الخارجة عن المدارين، والمنطقة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) وأفريقيا المدارية. وتتفق النماذج أيضاً على حدوث انخفاض في كمية التهطال فوق أمريكا الوسطى وعلى عدم حدوث تغير كبير في جنوب شرق آسيا. وتشير التقديرات إلى زيادة التهطال في الفترة ما بين حزيران/ يونيو وآب/ أغسطس في المناطق الشمالية ذات خطوط العرض القطبية والمنطقة القطبية الجنوبية وجنوب آسيا؛ ولا يتوقَع أن يتغير التهطال كثيراً في جنوب شرق آسيا كما يتوقَع أن ينخفض في أمريكا الوسطى واستراليا والجنوب الأفريقي ومنطقة البحر المتوسط.

كما يمكن توقع حدوث تغيرات في تواتر وشدة الظواهر المناخية المتطرفة. واستناداً إلى الاستنتاجات التي خلص إليها تقرير الفريق العامل الأول وسُلم الأرجحية المستخدم فيه، وتحت تأثير غازات الدفيئة حتى عام ٢١٠٠، من المرجح للغاية أن تزداد درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال النهار مصحوبة بتزايد تواتر الأيام الحارة. كما أن من المرجح للغاية أن تصبح موجات الحرارة أكثر تواتراً وأن ينخفض عدد موجات البرد وأيام الصقيع (في المناطق التي تحدث فيها). ومن المرجح أن تحدث زيادات في ظواهر التهطال الغزير في مواقع عديدة، ومن المرجح كذلك أن تزداد تقلبية أمطار الموسميات الصيفية الآسيوية. وسيزداد تواتر حدوث نوبات الجفاف في فصل الصيف في مواقع قارية داخلية عديدة ومن المرجح أن تزداد شدة نوبات الجفاف، وكذلك الفيضانات، المرتبطة بظواهر النينيو. ومن المرجح أن تزداد شدة ذروة الرياح ومتوسط غزارة كميات التهطال وكميات التهطال القصوى الناجمة عن الأعاصير المدارية. ويتعذر تحديد منحى التغيرات الطارئة على متوسط شدة العواصف في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى باستخدام النماذج المناخية الحالية. [الجدول ٣-١٠]

الجدول ١– الملخص الفني: سيناريوهات التقرير الخاص *(SRES)* والآثار الناجمة عنها بالنسبة إلى تركيب الغلاف الجوي والمناخ وارتفاع مستوى سطح البحر. والأرقام الخاصة بالسكان والناتج المحلي الإجمالي، ونسبة نصيب الفرد من الدخل (وهي مقياس للإنصاف على الصعيد المحلي) هي الأرقام المطبقة في نماذج التقييم المتكامل المستخدمة في تقدير الانبعاثات (بالاستناد إلى الجدولين ٣–٢ و٣–٩).

التاريخ	عدد السكان في العالم (بالمليارات) (أ)	الناتج المحلي الإجمالي على الصعيد العالمي (١٠ [١٢] دولار أمريكي/ سنة) (ب)	نسبة نصيب الفرد من الدخل (ج)	تركيز أوزون التروبوسفير (جزء في المليون) (د)	تركيز ثاني أكسيد الكربون (جزء في المليون) (هـ)	تغير درجات في العالم (سلسيوس) (و)	ارتفاع مستوى سطح البحر في العالم (سنتيمتر) (ز)
١٩٩٠	٥ر٣	٢١	١٦ر١	–	٤٥٣	صفر	صفر
٢٠٠٠	٦ر١–٦ر٢	٢٥–٢٨	١٢ر٣–١٤ر٢	٤٠	٧٦٣	٠ر٢	٢
٢٠٥٠	٨ر٤–١١ر٣	٥٩–١٨٧	٢ر٤–٨ر٢	٦٠ ~	٣٦٤–٣٢٦	٠ر٨–٢ر٦	٥–٣٢
٢١٠٠	٧ر٠–١٥ر١	١٩٧–٥٥٠	١ر٤–٦ر٣	٧٠ <	٨٧٤–٩٩٠١	١ر٤–٥ر٨	٩–٨٨

(أ) الأرقام الخاصة بعام ٢٠٠٠ تبين تراوح النطاق فيما بين سيناريوهات الانبعاثات الإيضاحية الستة الواردة في التقرير الخاص (SRES)؛ والأرقام الخاصة بعامي ٢٠٥٠ و٢١٠٠ تبين تراوح النطاق فيما بين جميع سيناريوهات التقرير الخاص الأربعين.

(ب) انظر الحاشية (أ)؛ الناتج المحلي الإجمالي (تريليون دولار أمريكي في السنة بقيمة عام ١٩٩٠).

(ج) انظر الحاشية (أ)؛ نسبة البلدان المتقدمة والاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية (المدرجة في المرفق الأول) إلى البلدان النامية (غير المدرجة في المرفق الأول).

(د) تقديرات النماذج بالنسبة للقارات الصناعية الواقعة في نصف الكرة الأرضية الشمالي بافتراض الانبعاثات للأعوام ٢٠٠٠ و٢٠٦٠ و٢١٠٠ انطلاقاً من سيناريوهي الانبعاثات A1F وA2 الإيضاحيين في الحد الأعلى من نطاق سيناريوهات التقرير الخاص (الفصل ٤ من تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الأول).

(هـ) القيمة المرصودة لعام ١٩٩٩ (الفصل ٣ من تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الأول)؛ والأرقام الخاصة بالأعوام ١٩٩٠ و٢٠٥٠ و٢١٠٠ مستمدة من عمليات تشغيل نماذج بسيطة تتخلل نطاق ٣٥ من السيناريوهات المحددة كمياً تحديداً كاملاً والواردة في التقرير الخاص والتي تفسر أوجه عدم اليقين في التغذية المرتدة المتعلقة بدورة الكربون والمتعلقة بحساسية المناخ (بيانات مستقاة من S.C.B. Raper، الفصل ٩ من تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الأول). والجدير بالملاحظة أن النطاقات الخاصة بعامي ٢٠٥٠ و٢١٠٠ تختلف عن النطاقات التي يعرضها ذلك التقرير (التذييل الثاني). وهي نطاقات تتخلل سيناريوهات الانبعاثات الإيضاحية الستة الواردة في التقرير الخاص انطلاقاً من عمليات المحاكاة التي تستخدم نموذجين اثنين مختلفين من نماذج دورة الكربون.

(و) التغير الطارئ على المتوسط العالمي لدرجات الحرارة بالنسبة إلى عام ١٩٩٠ والذي حُسب متوسطه بين عمليات تشغيل لنماذج مناخية بسيطة تضاهي نتائج سبعة من نماذج الدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات (AOGCMs) بمتوسط حساسية مناخية مقدارها ٢ر٨ سلسيوس بالنسبة إلى ٣٥ من سيناريوهات الانبعاثات المحددة تحديداً كمياً كاملاً والواردة في التقرير الخاص (الفصل التاسع من تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الأول).

(ز) بالاستناد إلى التغيرات الطارئة على المتوسط العالمي لدرجات الحرارة ولكن مع مراعاة أوجه عدم اليقين التي تكتنف بارامترات النماذج فيما يتعلق بالجليد القاري، والتربة الصقيعية ورسوب الترسبات (الفصل ١١ من تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الأول).

٣–٦ كيف يمكن لنا تحسين السيناريوهات واستخدامها؟

تشمل بعض سمات وضع وتطبيق السيناريوهات، وهي سمات أصبحت الآن راسخة جيداً كما تم اختبارها، الاستمرار في تطوير قواعد البيانات العالمية والإقليمية من أجل تحديد الظروف المرجعية واستخدام السيناريوهات التراكمية على نطاق واسع لاستكشاف حساسية النظم قبل تطبيق السيناريوهات القائمة على النماذج وتحسين توافر تقديرات متوسط التغيرات العالمية الطويلة الأمد وتطبيقها على نطاق أوسع على أساس الإسقاطات التي تضعها المنظمات الدولية المتخصصة أو استخدام نماذج بسيطة، وكمّ متعاظم من المعلومات التي يسهل النفاذ إليها والتي تمكن من بناء سيناريوهات إقليمية فيما يتعلق ببعض جوانب التغير العالمي. [الفقرة ٣–٩–١]

وهناك أيضاً مواطن نقص كثيرة في مجال وضع السيناريوهات في الوقت الحاضر ويجري الآن، بنشاط، تحري العديد منها. وتشمل هذه التحريات بذل جهود لتمثيل التغيرات الاجتماعية الاقتصادية وتلك الطارئة على استخدام الأراضي وعلى البيئة في السيناريوهات، والحصول على سيناريوهات ذات استبانة أعلى (زمنياً ومكانياً)؛ وإدراج التغيرات الطارئة على التقلبية بالإضافة إلى الظروف الوسطية في السيناريوهات. وتدعو الحاجة إلى إيلاء المزيد من الاهتمام لوضع السيناريوهات التي تعالج القضايا المتصلة بالسياسات العامة مثل تثبيت تركيزات غازات الدفيئة أو التكيف وكذلك إيلاء الاهتمام لتحسين تمثيل أوجه عدم اليقين في الإسقاطات وذلك ربما داخل إطار لتقييم المخاطر. [الفقرة ٣-٩-٢]

٤- النظم الطبيعية والبشرية

يتوقَع أن تتعرض النظم الطبيعة والبشرية للتقلبات المناخية مثل التغيرات في متوسط ومدى وتقلبية درجات الحرارة والتهطال وكذلك تواتر ووخامة الظواهر الجوية. كما ستعرض النظم للآثار غير المباشرة المترتبة على تغيرالمناخ مثل ارتفاع مستوى سطح البحر والتغيرات في رطوبة التربة وأحوال الأراضي والمياه وتواتر اندلاع الحرائق وغزو الآفات، والتغيرات في توزع نواقل ومستودعات الأمراض المعدية. وتتوقف حساسية نظام ما لحالات التعرض هذه على سمات النظام وتشمل احتمال حدوث آثار ضارة وأخرى نافعة. وتلطف القدرة على التكيف من إمكانات أي نظام فيما يتعلق بتحمل التأثيرات الضارة. وتتحدد القدرة على تكييف الإدارة البشرية للنظم عن طريق يُسر الوصول إلى الموارد والمعلومات واستقرار وفعالية مؤسسات تصريف الشؤون الثقافية والاقتصادية والاجتماعية التي تسهّل أو تقيّد كيفية استجابة النظم البشرية.

٤-١ موارد المياه

هناك اتجاهات ظاهرة في أحجام تدفقات المجاري المائية، بالزيادة والنقصان، في مناطق عديدة. غير أن مستوى الثقة في أن هذه الاتجاهات هي وليدة تغير المناخ منخفض نتيجة لعوامل مثل تقلبية السلوك الهيدرولوجي عبر الزمن، وحداثة التسجيل باستخدام الأجهزة، واستجابة تدفقات الأنهار للمحفزات الأخرى غير تغير المناخ. وفي المقابل هناك ثقة عالية في أن الرصدات الخاصة بتسارع انحسار الأنهار الجليدية على نطاق واسع وحدوث تحولات في توقيت تدفق المجاري المائية من فصل الربيع نحو فصل الشتاء في مناطق عديدة ترتبط بالزيادات المرصودة في درجات الحرارة. والثقة العالية في هذه النتائج قائمة لأن هذه التغيرات تأتي نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وهي لا تتأثر بالعوامل التي تتحكم في أحجام تدفقات المجاري المائية. وسيتواصل انحسار الأنهار الجليدية، بل إن عدداً كبيراً من الأنهار الجليدية الصغيرة قد يختفي (ثقة عالية). ويتوقف معدل الانحسار على معدل ارتفاع درجات الحرارة [الفقرتان ٤-٣-٦-١ و٤-٣-١١]

ويتباين الأثر المترتب على تغير المناخ فيما يتعلق بتدفقات المجاري المائية وإعادة التغذية بالمياه الجوفية إقليمياً وفيما بين السيناريوهات وهو يتبع، إلى حد كبير، التغيرات المتوقعة في التهطال: وفي بعض المناطق في العالم يتسق منحى التغيير بين السيناريوهات على الرغم من أن الحجم لا يتسق. وفي مناطق أخرى من العالم يكتنف عدم اليقين منحى التغير. وترد في الشكل ٣- الملخص الفني تغيرات محتملة في تدفق المجاري المائية في ظل سيناريوهين اثنين من سيناريوهات تغير المناخ.

وتعتمد الثقة في المنحى والحجم المتوقعين للتغير في تدفقات المجاري المائية وإعادة التغذية بالمياه الجوفية اعتماداً كبيراً على الثقة في التغيرات المقدرة الطارئة على التهطال. وتتسق الزيادات التي وردت في الخرائط في تدفقات المجاري المائية في المناطق ذات خطوط العرض القطبية وجنوب شرق آسيا وانخفاض تدفقات المجاري المائية في وسط آسيا والمنطقة المطلة على البحر المتوسط والجنوب الأفريقي بشكل عام عبر مختلف النماذج المناخية. أما التغيرات الطارئة في المناطق الأخرى فتتباين باختلاف تلك النماذج. [الفقرتان ٤-٣-٥ و٤-٣-٦-٢]

وستنتقل التدفقات القصوى للمجاري المائية من فصل الربيع إلى فصل الشتاء في مناطق عديدة حيث يُعد تساقط الثلوج في الوقت الحاضر مكوِّناً هاماً من مكوِّنات ميزانية المياه (ثقة عالية). ويعني ارتفاع درجات الحرارة أن نسبة أكبر من التهطال الشتوي الذي ينزل يسقط على شكل مطر بدلاً من الثلج وعليه فإنه لا يجري تخزينه فوق سطح الأرض حتى يذوب في فصل الربيع. وفي المناطق القارصة البرد يعني ارتفاع درجات الحرارة، مع ذلك، أن التهطال الشتوي يسقط في شكل ثلوج وعليه لن يكون هناك تغيير كبير في توقيت تدفقات المجاري المائية في هذه المناطق. وبالتالي فإن من المرجح أن تحدث أعظم التغيرات في المناطق "الهامشية"، بما فيها وسط وشرق أوروبا وسلسلة الجبال الصخرية الجنوبية، حيث يؤدي الارتفاع الطفيف في درجات الحرارة إلى التقليل بشدة من تساقط الثلوج. [الفقرة ٤-٣-٦-٢]

الجدول ٢– الملخص الفني: أمثلة على التأثيرات الناجمة عن التغيرات المتوقعة في الظواهر المناخية المتطرفة.

التغيرات المتوقعة خلال القرن الحادي والعشرين في الظواهر المناخية المتطرفة وأرجحيتها (أ)	**أمثلة نموذجية على التأثيرات المتوقعة** (ب) حدوث جميعها يقدر بثقة عالية في بعض المناطق (ج)
الظواهر المتطرفة البسيطة	
ارتفاع درجات الحرارة العظمى؛ زيادة عدد الأيام الحارة وموجات الحرارة (د) في كل مناطق اليابسة تقريباً (مرجح للغاية +)	• ارتفاع معدل حدوث الوفيات والأمراض الخطيرة بين فئات الطاعنين في السن وفقراء الحضر • تزايد الإجهاد الحراري لدى المواشي وفي الحياة البرية • تحول في وجهات السياح • تزايد مخاطر دلف عدد من المحاصيل • تزايد الطلب على التبريد باستخدام الكهرباء وانخفاض معولية الإمداد بالطاقة
ارتفاع (زيادة) درجات الحرارة الصغرى؛ قلة أيام البرد وأيام الصقيع وعدد موجات الحرارة(د) في جميع مناطق اليابسة تقريباً (مرجح للغاية (أ))	• انخفاض معدلات المراضة والوفيات البشرية المرتبطة بالبرد • انخفاض مخاطر تلف عدد من المحاصيل وتزايد المخاطر المحدقة بمحاصيل أخرى • اتساع نطاق نشاط بعض نواقل الآفات والأمراض • انخفاض الطلب على الطاقة لأغراض التدفئة
زيادة شدة ظواهر التهطال (محتملة للغاية(أ) في مناطق عديدة)	• زيادة الأضرار الناجمة عن الفيضانات والانهيالات الأرضية والانهيارات الجليدية وانهيالات الأوحال • زيادة تآكل التربة • بإمكان زيادة الجريان السطحي الناجم عن الفيضانات أن تزيد من إعادة تغذية بعض مستودعات المياه الجوفية في السهول الفيضانية • زيادة الضغوط على الحكومات ونظم التأمين ضد الفيضانات من القطاع الخاص وعلى دوائر الإغاثة في حالات الكوارث
الظواهر المتطرفة المعقدة	
زيادة الجفاف في فصل الصيف في معظم المناطق الداخلية القارية ذات خطوط العرض الوسطى وما يصحب ذلك من مخاطر الجفاف (مرجحة (أ))	• انخفاض غلات المحاصيل • زيادة الأضرار التي تلحق بأسس المباني نتيجة انكماش الأرض • انخفاض كمية موارد المياه وتدني جودتها • تزايد مخاطر اندلاع حرائق الغابات
زيادة شدة ذروة الرياح في الأعاصير المدارية وشدة متوسط وذروة التهطال (مرجحة (أ) في بعض المناطق)	• زيادة المخاطر المحدقة بحياة الإنسان ومخاطر انتشار أوبئة الأمراض المعدية وعدد كبير من المخاطر الأخرى • تزايد تآكل السواحل والأضرار التي تلحق بالمباني والبنية الأساسية الساحلية • تزايد الضرر اللاحق بالنظم الإيكولوجية الساحلية مثل الشعب المرجانية وأشجار المانغروف
زيادة شدة نوبات الجفاف والفيضانات المرتبطة بظواهر النينيو في مناطق عديدة مختلفة (محتملة(أ)) (انظر أيضاً تحت عنوان نوبات الجفاف وظواهر التهطال الشديد)	• انخفاض إنتاجية الأراضي الزراعية وأراضي المراعي في المناطق المعرضة لنوبات الجفاف والفيضانات • انخفاض إمكانات توليد الطاقة المائية في المناطق المعرضة لنوبات الجفاف
تزايد تقلبية التهطال في فصل الموسميات الآسيوية الصيفية (محتمل (أ))	• تزايد حجم الفيضانات ونوبات الجفاف والأضرار الناجمة عنها في المناطق المعتدلة والمدارية من آسيا
تزايد شدة العواصف التي تحدث في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى (اتفاق قليل بين النماذج الحالية) (د)	• تزايد المخاطر المحدقة بحياة وصحة الإنسان • زيادة الخسائر التي تلحق بالممتلكات والبنية الأساسية • زيادة الأضرار التي تصيب النظم الإيكولوجية الساحلية

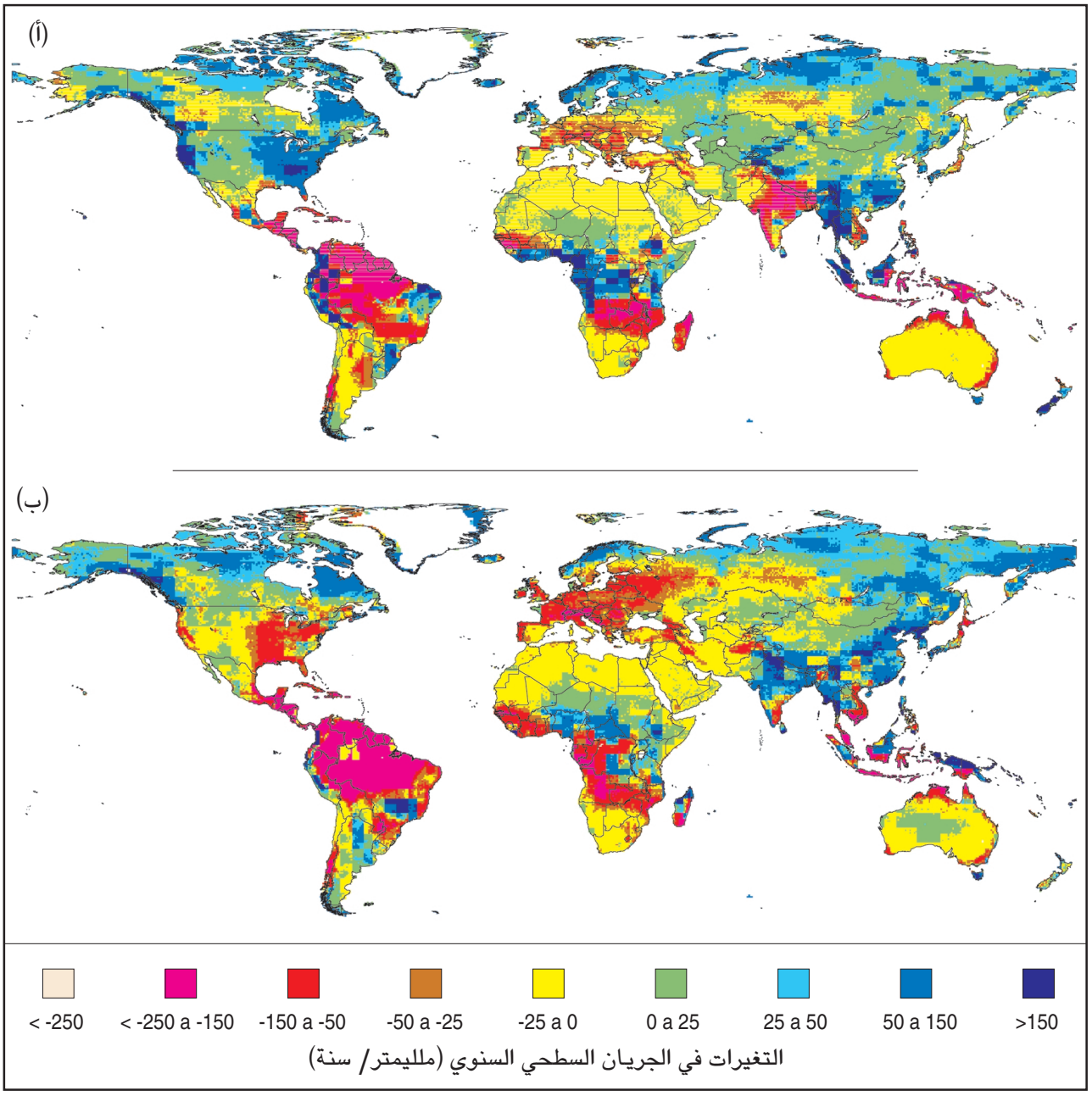
(أ) تشير الأرجحية إلى تقديرات حكمية لدرجة الثقة المستخدمة في تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول: مرجح لغاية و٩٠–٩٩ ٪ من الاحتمالات)؛ مرجح (٦٦–٩٠٪ من الاحتمالات)، وما لم يبين غير ذلك فإن المعلومات الخاصة بالظواهر المناخية مستمدة من الملخص المعد لواضعي السياسات، تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول.

(ب) يمكن التخفيف من وقع هذه التأثيرات باتخاذ تدابير الاستجابة الملائمة.

(ج) بالاستناد إلى معلومات مستقاة من بعض فصول هذا التقرير تشير عبارة ثقة عالية إلى احتمالية تتراوح بين ٦٧٪ و٩٥٪ كما هو وارد في الحاشية ٦.

(د) معلومات مستمدة من تقرير التقييم الثالث الذي وضعه الفريق العامل الأول، الملخص الفني، القسم واو –٥.

(هـ) التغيرات في التوزع الإقليمي للأعاصير المدارية محتملة ولكن لم يتم إقامة الدليل عليها.



الشكل ٣– الملخص الفني: يتبع نمط التغيرات الطارئة على الجريان السطحي نمط التغيرات المحكية الطارئة على التهطال الذي يختلف باختلاف النماذج المناخية. والزيادات المنمذجة في الجريان السطحي في كلتا الخريطتين [(أ) المتوسط الإجمالي في النسخة HadCM2 و(ب) النسخة HadCM3؛ انظر القسم ٤–٣–٦–٢ من الفصل ٤ لمناقشة النماذج والسيناريوهات المستخدمة] بالنسبة إلى المناطق ذات خطوط العرض القطبية وجنوب شرق آسيا، والانخفاضات في الجريان السطحي في وسط آسيا والمنطقة المطلة على البحر المتوسط والجنوب الأفريقي واستراليا تتسق بشكل عام من حيث منحى التغير، عبر معظم النماذج المناخية. وفيما يخص المناطق الأخرى في العالم تختلف التغيرات الطارئة على الجريان السطحي باختلاف سيناريوهات تغير المناخ.

وستتدهور نوعية المياه، بوجه عام، نتيجة لارتفاع درجات حرارتها (ثقة عالية). وسيتغير أثر درجات الحرارة في نوعية المياه نتيجة للتغيرات الطارئة على حجم التدفق الذي إما قد يؤدي إلى تفاقم الأثر الناجم عن درجات الحرارة أو إلى التخفيف منه تبعاً لمنحى التغير في حجم التدفق. وعند تعادل كل الشروط الأخرى فإن ارتفاع درجة حرارة المياه يؤثر في معدل سير العمليات الأحيائية الكيميائية الأرضية (وبعضها يؤدي إلى تدهور المياه والبعض الآخر إلى تنظيفها) كما أنه، وذلك الأهم، يخفض من تركيز الأكسجين الذائب في الماء. وفي الأنهار قد يوازن هذا الأثر، إلى حد ما، بواسطة زيادة تدفقات المجاري المائية، التي من شأنها زيادة تخفيف التركيز الكيميائي، أو قد يتم تعزيزه عن طريق انخفاض تدفقات

المجاري المائية الذي سيؤدي إلى زيادة التركيزات. أما في البحيرات فإن التغيرات التي تطرأ على المزج قد توازن أو تؤدي إلى تهويل الآثار الناجمة عن ارتفاع درجات الحرارة. [الفقرة ٤-٣-١٠]

ومن المرجح أن يزداد حجم وتواتر الفيضانات في معظم الأقاليم كما أن من المرجح أن تنخفض التدفقات المنخفضة أصلاً في مناطق عديدة. ويتسق المنحى العام للتغير الطارئ على التدفقات المتطرفة وتقلبية التدفقات، بشكل عام، في مختلف سيناريوهات تغير المناخ. على الرغم من انخفاض الثقة في حجم التغير المحتمل في أي مستجمع للمياه. وتعتبر الزيادة العامة في حجم وتواتر الفيضانات نتيجة للزيادة العامة المقدرة في تواتر ظواهر التهطال الغزير على الرغم من أن أي تغير ما في التهطال يتوقف على خصائص المستجمعات. وتتوقف التغيرات الطارئة على التدفقات المنخفضة على التغيرات في التهطال والتبخر. ويتوقع، بوجه عام، أن يزداد التبخر مما قد يؤدي إلى تخفيض التدفقات المنخفضة أصلاً حتى في المناطق التي يزداد فيها التهطال أو التي لا يطرأ فيها عليه تغير يذكر. [الفقرتان ٤-٣-٨ و٤-٣-٩]

وهناك اليوم حوالي ١ر٧ مليار نسمة، أي ثلث سكان العالم، من الذين يعيشون في بلدان تعاني من إجهاد مائي (أي أنها تستخدم أكثر من ٢٠٪ من إمداداتها المائية المتجددة، وهذا ما يشكل مؤشراً شائع الاستخدام على الإجهاد المائي). ويتوقع أن يرتفع ذلك العدد إلى حوالي ٥ مليارات نسمة بحلول عام ٢٠٢٥، وذلك يتوقف على معدل النمو السكاني. وقد يؤدي تغير المناخ المتوقع إلى زيادة تخفيض تدفقات المجاري المائية وإعادة التغذية بالمياه الجوفية في كثير من هذه البلدان التي تعاني إجهاداً مائياً، مثل بلدان وسط آسيا والجنوب الأفريقي والبلدان المطلة على البحر المتوسط، ولكنها قد تزداد في بعض البلدان الأخرى.

وهناك طلب متزايد، عموماً، على المياه نتيجة للنمو السكاني والتنمية الاقتصادية إلا أنه آخذ في الانخفاض في بعض البلدان. ومن غير المرجح أن تكون لتغير المناخ آثار ضخمة على طلب البلديات ودوائر الصناعة على المياه إلا أنه قد يؤثر تأثيراً كبيراً في كميات المياه المسحوبة لأغراض الري. وفي قطاعي البلديات والصناعة من المرجح أن تستمر المحفزات المناخية في ممارسة آثار ضخمة على الطلب على المياه. غير أن كميات المياه المسحوبة لأغراض الري تتحدد أكثر نتيجة لعوامل مناخية إلا أن زيادتها أو انخفاضها في منطقة ما يتوقفان على التغير الطارئ على التهطال: فارتفاع درجات الحرارة، وبالتالي ارتفاع كميات المياه المتبخرة من المحاصيل، يعني أن الاتجاه العام سيكون نحو زيادة في الطلب على المياه لأغراض الري. [الفقرات ٤-٤-٢ و٤-٤-٣ و٤-٥-٢]

ويتوقف تأثير تغير المناخ في موارد المياه لا على التغيرات الطارئة على حجم وتوقيت وجودة تدفقات المجاري المائية وإعادة التغذية بالمياه الجوفية فحسب بل أيضاً على خصائص النظم مما يغير من الغضوط الممارسة على تلك النظم وكيفية تطور إدارة النظم وماهية العمليات المنفذة للتكيف مع تغير المناخ. وقد يكون للتغيرات غير المناخية أثر أكبر على موارد المياه منه على تغير المناخ. ونظم موارد المياه تتطور باستمرار لمواجهة التحديات المتغيرة المطروحة على الإدارة. وسيؤدي كثير من الضغوط المتعاظمة إلى زيادة سرعة التأثر بتغير المناخ إلا أن كثيراً من التغيرات الإدارية ستؤدي إلى تقليص مدى سرعة التأثر. ويرجح أن تكون النظم التي تفتقر إلى الإدارة أسرع تأثراً بتغير المناخ وهذه النظم ليس لها على وجه التحديد، أية هياكل إدارية قائمة للتخفيف من الآثار المترتبة على التقلبية الهيدرولوجية. [الفقرة ٤-٥-٢]

ويشكل تغير المناخ تحدياً للممارسات الحالية فيما يتعلق بإدارة موارد المياه وذلك بإضافة عنصر عدم اليقين. وستؤدي الإدارة المتكاملة لموارد المياه إلى تعزيز الإمكانات في مجال التكيف مع التغير. والأساس التاريخي لتصميم وتشغيل البنية الأساسية لم يعد يصمد أمام تغير المناخ لأنه لا يمكن افتراض أن يكون النظام الهيدرولوجي في المستقبل هو ذاته النظام الذي كان سائداً في الماضي. وعليه فإن التحدي الرئيسي يتمثل في إدماج أوجه عدم اليقين في مجالي تخطيط وإدارة موارد المياه. وتعد الإدارة المتكاملة لموارد المياه وسيلة تستخدم باطراد للتوفيق بين الاستخدامات والطلبات المختلفة والمتغيرة، ويبدو أنها توفر قدراً من المرونة أكبر مما توفره الإدارة التقليدية لموارد المياه. ومن شأن تحسين القدرة على التنبؤ بتدفقات المجاري المائية قبل أسابيع أو أشهر أن يعزز بشكل كبير إدارة المياه وقدرتها على مواكبة التقلبية الهيدرولوجية المتغيرة. [الفقرة ٤-٦]

غير أن القدرة على التكيف (وبالتحديد القدرة على تنفيذ الإدارة المتكاملة لموارد المياه) تتباين تبايناً شديداً من حيث توزيعها على شتى أنحاء العالم. ومن الناحية العملية قد يكون من الصعب جداً تغيير ممارسات إدارة المياه في بلد تكون فيها مؤسسات الإدارة والعمليات السوقية قليلة التطور. وعليه يتمثل التحدي المطروح في استنباط وسائل للأخذ بممارسات الإدارة

المتكاملة لموارد المياه في ظروف مؤسسية محددة، وذلك أمر ضروري حتى في حالة عدم حدوث تغير في المناخ وبهدف تحسين فعالية إدارة المياه. [الفقرة ٤-٦-٤]

٤-٢ الزراعة والأمن الغذائي

تختلف استجابة غلات المحاصيل لتغير المناخ اختلافاً واسعاً وذلك تبعاً للأنواع والصنف المستنبت وأحوال التربة ومعالجة الآثار المباشرة لثاني أكسيد الكربون والعوامل الموقعية الأخرى. ومن الراسخ بدرجة ثقة متوسطة أن ارتفاع درجات الحرارة المتوقع (بضع) (a few) درجات (٢-٣ سلسيوس) سيؤدي إلى زيادات عامة في غلات المحاصيل في المناطق المعتدلة مع حدوث بعض الاختلاف على الصعيد الإقليمي (الجدول ٥-٤). وعندما ترتفع درجات الحرارة المتوقعة أكثر من ذلك فإن معظم استجابات غلات المحاصيل في المناطق المعتدلة تصبح سلبية على وجه العموم. ويؤدي التكيف الزراعي المستقل إلى التقليل من فاقد غلات المحاصيل في المناطق المعتدلة وإلى تحسين الربح في معظم الحالات (الشكل ٤- الملخص الفني). وفي المناطق المدارية حيث تكون بعض المحاصيل قريبة من أقصى طاقة تحملّها وحيث تهيمن زراعة الأراضي الجافة فإن الغلات تنخفض، بشكل عام، حتى عندما تكون التغيرات في درجات الحرارة طفيفة؛ وحيثما تنخفض كميات المطر انخفاضاً كبيراً فإن غلات المحاصيل تتأثر تأثراً سلبياً (ثقة متوسطة). ومع التكيف الزراعي المستقل يتبين، بدرجة ثقة معتدلة، أن غلات المحاصيل في المناطق المدارية تميل إلى أن تكون أقل تأثراً نتيجة تغير المناخ منها بدون تكيف، ولكنها تميل مع ذلك إلى أن تظل دون المستويات الأساسية. وستؤثر الظواهر المناخية المتطرفة أيضاً في غلات المحاصيل. وسيعود ارتفاع درجات الحرارة الصغرى بالفائدة على بعض المحاصيل وخاصة في المناطق المعتدلة وبالضرر على محاصيل أخرى وخاصة في المناطق ذات خطوط العرض المنخفضة (ثقة عالية). وسيعود ارتفاع درجات الحرارة العظمى، بوجه عام، بالضرر على محاصيل كثيرة (ثقة عالية). [الفقرة ٥-٣-٣]

وتشير تطورات هامة طرأت على البحوث المضطلع بها منذ تقرير التقييم الثاني بشأن ما لثاني أكسيد الكربون من آثار مباشرة على المحاصيل إلى أن الآثار النافعة قد تكون أعظم في ظل بعض الظروف المجهدة بما في ذلك ارتفاع درجات الحرارة والجفاف. وعلى الرغم من أن هذه الآثار راسخة جيداً بالنسبة لبضعة محاصيل في ظل الظروف التجريبية، فإن معرفتها غير مكتملة فيما يتعلق بالظروف دون المثلى التي تسود المزارع العادية. كما حققت البحوث التي أجريت على مسألة التكيف الزراعي مع تغير المناخ إنجازات هامة. وقد تمت على نطاق واسع وفي إطار نماذج خاصة بالمحاصيل، محاكاة تكيفات زراعية على مستوى المزرعة (مستقلة) زهيدة التكلفة من قبيل تغيير مواعيد الزرع وانتقاء الأصناف المستنبتة. وتم فحص تكيفات موجهة أكثر تكلفة، مثل تغيير مخصصات استخدام الأراضي وتطوير واستخدام البنى الأساسية في مجال الري، في عدد صغير ولكنه متعاظم، من سلسلة مترابطة من النماذج الاقتصادية والنماذج الخاصة بالمحاصيل ونماذج التقييم المتكامل ونماذج القياس الاقتصادي.

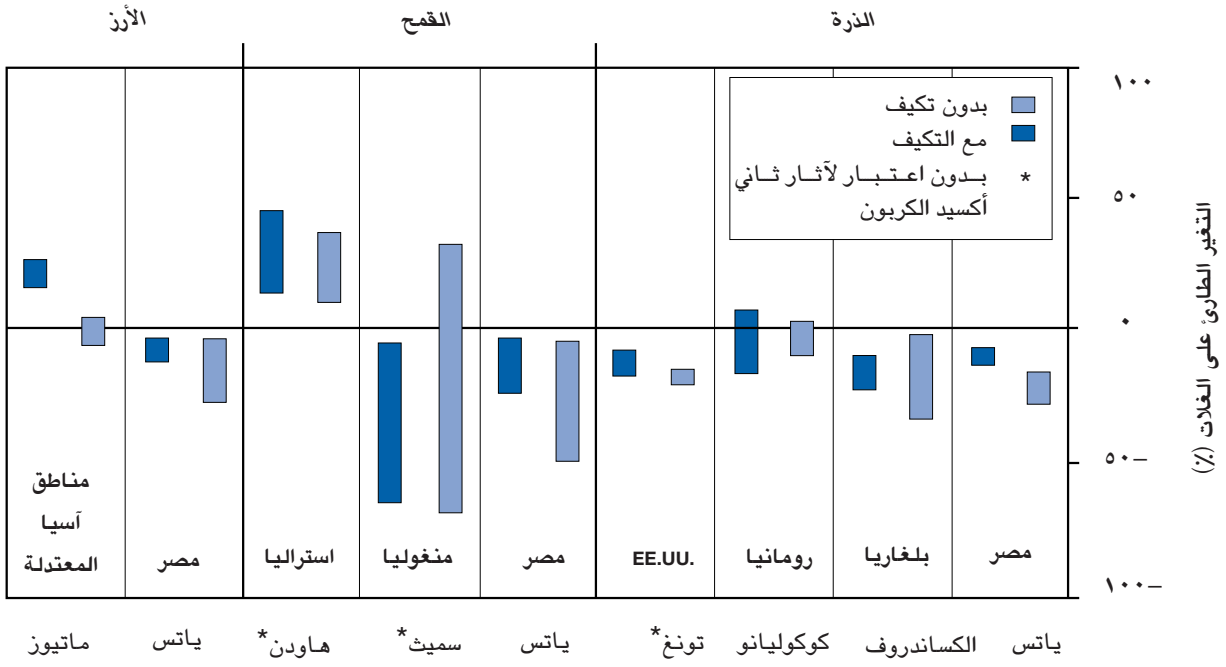
ويعد تدهور التربة وموارد المياه أحد التحديات المستقبلية الرئيسية التي تواجه الزراعة في العالم. ومن الراسخ، مع درجة عالية من الثقة، أن تلك العمليات قد تزداد شدتها بفعل التغيرات الضارة في درجات الحرارة والتهطال. وقد تبين أن استخدام الأراضي وإدارتها كان لهما أثر على أحوال التربة أعظم منه على الآثار المباشرة المترتبة على تغير المناخ؛ وهكذا فإن التكيف يملك إمكانات للتخفيف بشكل ذي شأن من وطأة هذه التأثيرات. ومن الاحتياجات الحاسمة في مجال البحوث تقدير ما إذا كان تدهور الموارد سيؤدي إلى زيادة كبيرة في المخاطر التي تواجهها المجموعات السكانية الزراعية والريفية السريعة التأثر. [الفقرات ٥-٣-٢ و٥-٣-٤ و٥-٣-٦]

وفي حالة عدم حدوث تغير في المناخ فإن معظم الدراسات العالمية والإقليمية تتوقع تراجع الأسعار الحقيقية للسلع الزراعية. ومستوى الثقة في هذه الإسقاطات يتدنى كلما أوغلنا في المستقبل. وتشير التقديرات إلى أن التأثيرات المترتبة على تغير المناخ فيما يتعلق بالزراعة تؤدي إلى حدوث تغيرات ضئيلة بالنسب المئوية في الدخل العالمي مع حدوث تغيرات إيجابية في أكثر الأقاليم تقدماً وتغيرات أقل شأناً أو سلبية في الأقاليم النامية (ثقة ضئيلة إلى متوسطة). وستتباين فعالية التكيف (الزراعية والاقتصادية) فيما يتعلق بتحسين التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ باختلاف الأقاليم وستعتمد، إلى حد بعيد، على الموارد التي تحبو الطبيعة بها الأقاليم بما في ذلك قيام مؤسسات مستقرة وفعالة. [الفقرتان ٥-٣-١ و٥-٣-٥] وتشير معظم الدراسات إلى أن من شأن زيادة قدرها ٢ر٥ سلسيوس أو أكثر في المتوسط السنوي لدرجات الحرارة أن تدفع أسعار الأغذية إلى الارتفاع (ثقة منخفضة) نتيجة لتباطؤ زيادة القدرة العالمية على إنتاج الغذاء بالمقارنة مع تزايد الطلب العالمي عليه. وعندما يقل الاحترار عن ٢ر٥ سلسيوس فإن نماذج تقييم الأثر العالمي لا يمكن لها أن تميز علامات تغير المناخ عن مصادر التغير الأخرى. وقد عمدت بعض الدراسات

المجملة التي أجريت في الآونة الأخيرة إلى تقدير التأثيرات الاقتصادية الواقعة على المجموعات السكانية السريعة التأثر مثل المنتجين ذوي الحيازات الصغيرة والمستهلكين الفقراء في المناطق الحضرية. وتبين هذه الدراسات أن تغير المناخ سيؤدي إلى انخفاض دخل المجموعات السكانية السريعة التأثر وإلى ارتفاع العدد المطلق للناس المعرضين لخطر الجوع (ثقة منخفضة) [الفقرتان ٥-٣-٥ و٥-٣-٦]

وبدون تكيف مستقل من المرجح أن تؤدي الزيادات في عدد الظواهر المناخية المتطرفة إلى ارتفاع عدد الماشية التي تنفق نتيجة الإجهاد الحراري رغم أن الاحترار الشتوي قد يقلل من الوفيات في فترة الولادة الحديثة في المناطق ذات خطوط العرض المعتدلة (راسخ ولكن غير مكتمل). وتعتبر الاستراتيجيات الرامية إلى جعل الماشية تتكيف مع الإجهادات الفيزيولوجية الناجمة عن الاحترار استراتيجيات فعالة، ومع ذلك فإن بحوث التكيف يعرقلها انعدام التجريب وإجراء عمليات المحاكاة. [الفقرة ٥-٣-٣]

وتعتبر الثقة في التقديرات العددية المحددة لتأثيرات تغير المناخ في الإنتاج والدخل والأسعار والمتحصل عليها من نماذج التقييمات المتكاملة الكبرى والمجملة ثقة منخفضة لوجود عدة أوجه متبقية من عدم اليقين. والنماذج حساسة للغاية لبعض البارامترات التي أخضعت لتحليل الحساسية إلا أنه لم يبلغ عن الحساسية لعدد ضخم من البارامترات الأخرى. وتشمل أوجه عدم اليقين الأخرى حجم ودوام الآثار الناجمة عن ثاني أكسيد الكربون المرتفع في الغلاف الجوي والواقعة على غلات المحاصيل في ظل ظروف زراعية واقعية؛ والتغيرات المحتملة في المحاصيل والخسائر في الحيوانات بسبب الآفات؛ والتقلبية المكانية في استجابات المحاصيل لتغير المناخ، وآثار التغيرات الطارئة على تقلبية المناخ والظواهر المناخية المتطرفة في المحاصيل والماشية. [الإطار ٥-٣].



الشكل ٤- الملخص الفني: نطاقات التغيرات الطارئة على غلات المحاصيل بالنسب المئوية (معبراً عنها بالمدى الرأسي للقضبان العمودية فقط) وتشمل سيناريوهات مختارة من سيناريوهات تغير المناخ، مع التكيف الزراعي أو بدونه، وهي مستمدة من دراسات مزدوجة ترد في الجدول ٥-٤. ويتمايز كل زوج من النطاقات عن غيره حسب الموقع الجغرافي والمحصول. وتمثل أزواج القضبان الرأسية نطاق التغيرات الطارئة بالنسبة المئوية مع التكيف أو بدونه. وتمثل نهايات كل نطاق القيم الجماعية المرتفعة والمنخفضة للتغيرات بالنسب المئوية المستمدة من كل سيناريوهات المناخ المستخدمة في الدراسة. أما المدى الأفقي للقضبان فغير ذي معنى. وعلى المحاور العمودية يرد لقب الكاتب الرئيسي كما يظهر في الجدول ٥-٤؛ وترد معلومات كاملة عن المصدر المعني في القائمة المرجعية في الفصل ٥.

٤-٣ النظم الإيكولوجية على الأرض وفي المياه العذبة

تخضع النظم الإيكولوجية لضغوط عديدة مثل التغيرات الطارئة في استخدام الأراضي وترسب المغذيات والملوثات، والحصاد ورعي الماشية، وإدخال الأنواع الغريبة وتقلبية المناخ الطبيعية. ويشكل تغير المناخ ضغطاً إضافياً يمكن أن يغير تلك النظم أو يُعَرضها للخطر. وسيكون للتكيف في مجال إدارة الأراضي والمياه وللتفاعلات مع الضغوط الأخرى مفعولها في ما لتغير المناخ من تأثيرات على هذه النظم. وتكون القدرة التكيفية أكبر بالنسبة إلى الأراضي والمياه المُدارة بشكل مكثف وفي مجال إنتاج السلع المعروضة في الأسواق (مثل إنتاج الأخشاب في المزارع الكبرى) منها بالنسبة إلى الأراضي المدارة على نحو أقل كثافة والقيم غير السوقية لتلك الأراضي والمياه.]الفقرتان ٥-١ و٥-٢

وهناك مجموعات من أنواع كثيرة مهددة بالفعل ويتوقع أن تحدق بها مخاطر أكبر نتيجة للتآزر بين الإجهادات الناجمة عن تغير المناخ مما يجعل أجزاء من الموئل الحالي غير ملائمة وبين التغير الطارئ على استخدام الأراضي الذي يؤدي إلى تجزئة الموائل. وبدون تكيف فإن بعض الأنواع التي تصنف في الوقت الحاضر في فئة زالأنواع التي يتهددها خطر بالغ ستنقرض، أما معظم الأنواع المصنفة في فئة زالأنواع المهددة أو السريعة التأثرس فستصبح أكثر ندرة في القرن الحادي والعشرين (ثقة عالية). وقد يكون لهذا أعظم الأثر على المجتمعات البشرية المتدنية الدخل التي تعتمد على الحياة البرية لتعيش عيشة الكفاف. وعلاوة على ذلك فإن هناك ثقة عالية في أن فقدان الأنواع أو تدني أعدادها سيكون لهما أثر على الخدمات التي تقدمها الحياة البرية من خلال الأدوار التي يضطلع بها داخل النظام الإيكولوجي (مثل التلقيح بغبار الطلع، والمكافحة الطبيعية للآفات) والاستجمام (مثل الصيد والقنص ومشاهدة الحياة البرية، والممارسات الثقافية والدينية للسكان الأصليين). ويمكن أن تشمل طرائق التكيف المحتملة للتقليل من المخاطر المحدقة بالأنواع إقامة الملاجئ والحدائق الكبرى والمحميات ذات الممرات للسماح بهجرة الأنواع وكذلك اللجوء إلى إنسال الحيوانات الحبيسة ونقل مواضعها، غير أن هذين الخيارين قد يكونان محدودين نظراً لتكلفتهما. [الفقرة ٥-٤]

وهناك الآن الكثير من الدراسات الرصدية والتجريبية التي تقيم الدليل على الروابط بين التغير الطارئ على المناخ الإقليمي وبين العمليات البيولوجية أو الفيزيائية في النظم الإيكولوجية. ويشمل ذلك زيادة طول فصل نمو النباتات بما يتراوح بين ١ر٦ يوم إلى ٣ر٦ أيام في العقد الواحد في المناطق ذات خطوط العرض القطبية الشمالية (وذلك عامل يؤدي إلى تغير التركيبة المجتمعية)؛ وارتفاع درجات حرارة البحيرات والأنهار نتيجة لقصر مدة الغطاء الثلجي وتحول الأعشاب الألبية في المراعي إلى أعلى وارتفاع معدل وفيات الأحياء البرية وتقلص مراعيها نتيجة للإجهاد الحراري. ومن التغيرات الأخرى التغيرات الطارئة على أعداد السكان وأحجام الأجسام، وأوقات الهجرة (انظر الجدول ٢-١ الملخص الفني والفقرة ٧-١ والشكل ١١- الملخص الفني والجدول ١٦- الملخص الفني للحصول على المزيد من المعلومات). [الفقرة ٥-٢-١]

وتشير نماذج توزع النباتات منذ تقرير التقييم الثاني إلى أن من غير المرجح للغاية أن تحدث حركات جماعية في النظم الإيكولوجية أو المنطقة الأحيائية نظراً لتباين طاقة تحمل الأنواع المعنية للمناخ واختلاف القدرات في مجال الهجرة والآثار الناجمة عن الأنواع الغازية. وستتغير تركيبة وغلبة الأنواع مما سيؤدي إلى نشوء أنواع من النظم الإيكولوجية قد تختلف اختلافاً تاماً عن النظم التي نشاهدها اليوم. وستتخلف هذه التغيرات عن التغيرات الطارئة على المناخ بمدة زمنية تتراوح بين سنوات وعقود وقرون (ثقة عالية). ولم تدرج في تلك الدراسات آثار التغيرات على اضطرابات من قبيل الحرائق أو الأشجار التي تقتلعها الظواهر الجوية، أو هجمات الآفات على النباتات. [الفقرة ٥-٢]

ولاتزال دراسات النمذجة الحديثة تكشف عن احتمالات حدوث تعطل هام في النظم الإيكولوجية نتيجة تغير المناخ (ثقة عالية). وتشير زيادة تطوير النماذج البسيطة المترابطة المتاحة لدى وضع تقرير التقييم الثاني إلى المجالات التي تكون فيها درجة تعطل النظم الإيكولوجية واحتمالات الهجرة منها مرتفعة. وتؤدي البيانات الرصدية والنماذج الدينامية الأحدث الخاصة بالنباتات والمرتبطة بالنماذج المناخية المؤقتة إلى تشذيب الإسقاطات. غير أن الحصائل الدقيقة تتوقف على عمليات دقيقة بحيث لا يمكن للنماذج الحالية الإحاطة بها تماماً. [الفقرة ٥-٢]

ومن شأن تزايد تركيز ثاني أكسيد الكربون أن يؤدي إلى حدوث زيادة في الإنتاجية الأولية الصافية (نمو النباتات وسقوط الفرش الحرجي وموت النباتات) في معظم النظم في حين قد تكون لارتفاع درجات الحرارة آثار إيجابية أو سلبية (ثقة عالية). وتبين تجارب أجريت على ثلاثة أنواع تمت تربيتها في ظروف كانت نسبة ثاني أكسيد الكربون مرتفعة فيها على مدى عدة سنوات، حدوث حفز مستمر ومتساوق للتمثيل الضوئي ووجود قرائن ضئيلة على فقدان الحساسية في الأمد الطويل لثاني أكسيد الكربون. غير أن التغيرات الطارئة على إنتاجية

النظم الإيكولوجية الصافية (التي تشمل نمو النباتات وسقوط الفرش الحرجي وموت النباتات وتحلل الفرش الحرجي وديناميات كربون التربة) وعلى الإنتاجية الصافية للمنطقة الأحيائية (التي تشمل تلك الآثار بالإضافة إلى الآثار المترتبة على الحرائق وغيرها من الاضطرابات) أقل احتمالاً من أن تكون إيجابية ولربما كانت سلبية على وجه العموم. وتؤكد البحوث المبلغ عنها منذ تقرير التقييم الثاني على الرأي القائل باحتمال حدوث أضخم وأول التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ في الغابات الشمالية نتيجة حدوث تغيرات في نظم الاضطرابات المرتبطة بالطقس ودورة المغذيات. [الفقرتان ٥-٦-١-١ و٥-٦-٣-١]

ويبدو أن النظم الإيكولوجية الأرضية تختزن كميات متزايدة من الكربون. وقد عُزي ذلك، عند وضع تقرير التقييم الثاني، إلى حد كبير، إلى تزايد إنتاجية النباتات نظراً للتفاعل بين ارتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون وارتفاع درجات الحرارة والتغيرات التي تطرأ على رطوبة التربة. وتؤكد النتائج التي خُلص إليها في الآونة الأخيرة على حدوث مكاسب من حيث الإنتاجية ولكنها توحي بأنها في ظل الظروف الميدانية أقل مما تشير إليه التجارب المختبرية (ثقة متوسطة). وعليه فإن كمية ثاني أكسيد الكربون الأرضي قد تعود إلى التغير الطارئ على استخدامات وإدارة الأراضي أكثر مما تعود إلى الآثار المباشرة المترتبة على ارتفاع ثاني أكسيد الكربون وعلى تغير المناخ. والمدى التي لاتزال فيه النظم الإيكولوجية الأرضية تمثل مصارف صافية للكربون يكتنفه عدم اليقين نظراً للتفاعلات المعقدة بين العوامل المذكورة آنفاً (مثال ذلك أن النظم الإيكولوجية البرية والأراضي الرطبة في المنطقة القطبية الشمالية قد تكون بمثابة مصادر ومصارف للكربون في الوقت ذاته) (ثقة متوسطة).

وفي المناطق الجافة أو شبه الجافة (مثل المراعي والغابات الجافة/ الأراضي المشجرة) حيث يُرجح أن يؤدي تغير المناخ إلى التقليل من رطوبة التربة المتاحة، ومن المتوقع أن تنخفض الإنتاجية. وقد تبطل زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون مفعول بعض هذه الخسائر. غير أن الكثير من هذه المناطق متأثر بظاهرتي النينيو/ النينيا والظواهر المناخية المتطرفة الأخرى والاضطرابات مثل الحرائق. ويمكن أن تؤدي التغيرات التي تطرأ على تواتر هذه الظواهر والاضطرابات إلى حدوث فاقد في الإنتاجية وبالتالي إلى احتمال تدهور نوعية الأراضي أو احتمال حدوث فاقد في كمية الكربون المخزون أو إلى انخفاض في معدل امتصاص الكربون (ثقة متوسطة). [الفقرة ٥-٥]

وستحل الغابات أو المروج محل بعض الأراضي الرطبة، أما الأراضي الرطبة التي تغطي التربة الصقيعية فيرجح أن يدخل عليها خلل نتيجة لذوبان التربة الصقيعية (ثقة عالية). ومن المرجح أن يكون الأثر الصافي الأولي على مخزونات الكربون في النظم الإيكولوجية في المناطق ذات خطوط العرض القطبية سلبياً نتيجة الاحترار لأن التحلل قد يستجيب، مبدئياً، على نحو أسرع من الإنتاج. وفي هذه النظم يرجح أن تكون التغيرات الطارئة على البياض وامتصاص الطاقة أثناء فصل الشتاء بمثابة تغذية مرتدة موجبة في الاحترار الإقليمي نتيجة لذوبان الثلج في مرحلة مبكرة وانتقال حد نمو الأشجار صوب المناطق القطبية على مدى فترة زمنية تتراوح بين عقود وقرون. [الفقرتان ٥-٨ و٥-٩]

وتعتمد معظم عمليات الأراضي الرطبة على الهيدرولوجيا على مستوى أحواض تجميع الأمطار وهكذا فإن التكيفات مع تغير المناخ المتوقع قد تكون مستحيلة من الناحية العملية. ومن المرجح أن تكون المجتمعات المحلية التي تعيش في المناطق القطبية الشمالية والمناطق شبه القطبية السبخة التي تعتمد في تغذيتها على مياه المطر على التربة الصقيعية وكذلك الأراضي الرطبة المنخفضة الواقعة أكثر إلى الجنوب والتي لا تملك سوى أحواض صغيرة لتجميع الأمطار، أسرع تأثراً بتغير المناخ. ومن المرجح أن يعرّض تزايد سرعة التحويل والصرف في التربة الخثية في جنوب شرق آسيا هذه المناطق إلى المزيد من المخاطر الكبرى من حيث اندلاع الحرائق وأن يؤثر في قدرة الأراضي الرطبة المدارية على البقاء على الحياة. [الفقرة ٥-٨]

والفرص السانحة للتكيف مع التغيرات المتوقعة في النظم الإيكولوجية في المناطق ذات خطوط العرض القطبية والمناطق الألبية محدودة لأن هذه النظم ستستجيب لأقصى قدر من القوة للتغيرات المستحثة عالمياً في المناخ. وبإمكان الإدارة الحريصة لموارد الحياة البرية أن تقلل إلى أقصى حد من التأثيرات المناخية الواقعة على السكان الأصليين. وكثير من الأقاليم الواقعة في المناطق ذات خطوط العرض القطبية تعتمد بشدة على مورد واحد أو بضعة موارد مثل الأخشاب وزيت الرنة أو تعتمد على الأجور التي تكسبها من مكافحة الحرائق. ومن شأن التنويع الاقتصادي أن يخفف من وطأة التأثيرات الناجمة عن التغيرات الكبرى التي تطرأ على توافر سلع وخدمات معينة أو على قيمتها الاقتصادية. ويعني ارتفاع مستويات استيطان الكثير من مجموعات النباتات الألبية وعدم قدرتها على الهجرة إلى المناطق الأعلى أن هذه الأنواع سريعة التأثر بشكل كبير. [الفقرة ٥-٩]

وعلى عكس تقرير التقييم الثاني فإن الدراسات الخاصة بأسواق الأخشاب العالمية، التي تشمل التكيف من خلال إدارة الأراضي والمنتجات، تشير إلى أن من شأن تغير المناخ أن يؤدي إلى زيادة إمدادات الأخشاب العالمية (ثقة متوسطة). وعلى النطاقين الإقليمي والعالمي سيتوقف مدى وطبيعة التكيف، أساساً، على أسعار منتجات الأخشاب والمنتجات غير الخشبية وعلى القيمة النسبية للبدائل، وتكلفة الإدارة وعلى التكنولوجيا المستخدمة. وفي مواقع محددة من شأن التغيرات الطارئة على نمو الغابات وعلى الإنتاجية أن تفرض قيوداً على الخيارات فيما يتعلق باستراتيجيات التكيف (ثقة عالية) وبإمكانها أن تحد منها. وفي الأسواق يكون للأسعار دور في عملية التكيف عن طريق إدارة الأراضي والمنتجات. وسيشمل التكيف في الغابات المدارة استخلاص كميات الأخشاب الميتة والمحتضرة، وإعادة زرع الأنواع الجديدة التي تتلاءم بشكل أفضل مع المناخ الجديد وزرع الأنواع المحورة جينياً وتكثيف الإدارة أو الإقلال منها. وسيستفيد المستهلكون من انخفاض أسعار الأخشاب، أما المنتجون فقد يكسبون أو يخسرون تبعاً للتغيرات الإقليمية في إنتاجية الأخشاب وتأثيرات الذبول المحتملة. [الفقرة ٥-٦]

وسيؤدي تغير المناخ إلى انتقال الحدود الجنوبية والشمالية لتوزع الأسماك صوب القطب مع خسارة موئل لأسماك المياه الباردة والمياه المعتدلة البرودة ومكاسب في الموائل الخاصة بأسماك المياه الدافئة (ثقة عالية). والمياه الداخلية، بوصفها إحدى فئات النظم الإيكولوجية، سريعة التأثر بالتغير المناخي وبالضغوط الأخرى نظراً لصغر حجمها ولوجودها في مصب الكثير من الأنشطة البشرية (ثقة عالية). وتشمل العناصر الأسرع تأثراً انخفاض وفقدان جليد البحيرات والأنهار (ثقة عالية للغاية) وخسارة موئل لأسماك المياه الباردة (ثقة عالية للغاية) وارتفاع معدلات انقراض بعض الأنواع ومعدلات غزو الأنواع الغريبة (ثقة عالية)، والتفاقم المحتمل لمشاكل التلوث القائمة مثل إغناء المياه بالمغذيات والمواد السمية والمطر الحمضي والأشعة فوق البنفسجية باء (ثقة متوسطة). [الفقرة ٥-٧]

٤-٤ المناطق الساحلية والنظم الإيكولوجية البحرية

سيؤدي تغير المناخ إلى ارتفاع درجة حرارة سطح البحر وإلى ارتفاع مستوى سطح البحر وإلى تناقص غطاء الجليد البحري وحدوث تغيرات في الملوحة وأحوال الأمواج ودوران المحيطات. وقد بدأت بعض هذه التغيرات تحدث بالفعل. ومن المتوقع أن يكون للتغيرات الطارئة على المحيطات آثار تغذية مرتدة هامة على المناخ العالمي وعلى مناخ المنطقة الساحلية المتاخمة. (انظر تقرير التقييم الثالث – الفريق العامل الأول) كما سيكون لها تأثيرات عميقة على الإنتاج الأحيائي للمحيطات بما في ذلك إنتاج الأسماك. فعلى سبيل المثال ستؤثر التغيرات الطارئة على حركة دوران المياه العالمية وعلى الخلط الرأسي، في توزع العناصر من أصل أحيائي وكفاءة امتصاص المحيطات لثاني أكسيد الكربون. ومن شأن التغيرات الطارئة على معدلات ارتفاع مياه القاع إلى السطح أن تكون لها تأثيرات كبرى على إنتاج الأسماك الساحلية وعلى المناخات الساحلية. [الفقرة ٦-٣]

وإذا ازداد تواتر ظواهر ارتفاع درجات الحرارة المرتبطة بظاهرة النينيو فإن الكتلة الأحيائية للعوالق (البلانكتون) ووفرة يرقات الأسماك ستقلان مما سيؤثر سلباً في الأسماك والثدييات البحرية والطيور البحرية وفي التنوع الأحيائي في المحيطات (ثقة عالية). وبالإضافة إلى تقلبية ظاهرة النينيو/التذبذب الجنوبي (ENSO) تم الاعتراف، منذ تقرير التقييم الثاني، بدوام نظم التفاعل بين المناخ – المحيطات المتعددة السنوات والتحولات من نظام إلى آخر. وقد تم الربط بين التغيرات الطارئة على أنماط تفريخ أسراب الأسماك وبين هذه التحولات. والتقلبات الطارئة على وفرة الأسماك ينظر إليها باطراد على أنها استجابات أحيائية للتقلبات المناخية المتوسطة الأجل بالإضافة إلى الإفراط في الصيد والعوامل الأخرى البشرية المنشأ. وبالمثل فإن بقاء الثدييات والطيور البحرية يتأثر بالتقلبية على نطاق ما بين السنوات والتقلبية الأطول أجلاً الطارئة على عدة من الخاصيات والعمليات الأوقيانوغرافية وتلك المتعلقة بالغلاف الجوي وخاصة في المناطق ذات خطوط العرض القطبية. [الفقرة ٦-٣-٤]

وإن الاعتراف المتزايد بدور نظام المناخ – المحيطات في إدارة الأرصدة السمكية يؤدي إلى وضع استراتيجيات تكيفية جديدة تقوم على تحديد النسب المئوية المقبولة من الأسماك التي يمكن إزالتها وعلى مرونة الأرصدة. وتشير نتيجة أخرى من نتائج الاعتراف بالتغيرات المرتبطة بالمناخ والطارئة على توزع أسراب الأسماك البحرية إلى أن استدامة مصايد العديد من الأمم تتوقف على التكيفات التي تزيد من مرونة اتفاقيات الصيد الثنائية والمتعددة الأطراف مقرونة بإجراء تقييمات للأرصدة ووضع خطط للإدارة على الصعيد الدولي. كما يتوقف إنشاء مصايد مستدامة على فهم التآزر بين التأثيرات المرتبطة بالمناخ على المصايد وبين عوامل مثل الضغوط الناجمة عن الصيد وظروف الموئل. [الفقرتان ٦-٣-٤ و٦-٦-٤]

وقد يعوض التكيف، عن طريق التوسع في زراعة الأحياء المائية، جزئياً، عن التخفيضات المحتملة في كميات أسماك

المحيطات التي يتم صيدها. ولقد ازداد إنتاج الأحياء المائية البحرية بنسبة تزيد على الضعف منذ عام ١٩٩٠ ومثل ذلك الإنتاج، في عام ١٩٩٧، حوالى ٣٠٪ من إجمالي إنتاج الأسماك التجارية والأسماك الصدفية المعدة للاستهلاك البشري. غير أن إنتاجية الأحياء المائية في المستقبل قد تكون محدودة بأرصدة أسماك الرنكة والأنشوقة وما إلى ذلك من الأنواع الموجودة في المحيطات والتي تستخدم في توفير دقيق الأسماك وزيوت الأسماك المعدة لتغذية الأنواع التي تتم تربيتها والتي قد تتأثر سلباً جراء تغير المناخ. ويؤدي انخفاض مستويات الأكسجين المذاب والمرتبط بارتفاع درجات حرارة مياه البحر ووفرة المواد العضوية إلى نشوء ظروف ملائمة لتفشي الأمراض في المصايد البرية ومصايد تربية الأحياء المائية وكذلك إلى تكاثر الطحالب في المناطق الساحلية. كما أن التلوث وتدمير الموائل، اللذين يمكن أن يقترنا بتربية الأحياء المائية، قد يحدان من التوسع في تلك التربية وكذلك من نجاح الأرصدة البرية في البقاء. [الفقرة ٦-٣-٥]

وهناك مناطق ساحلية كثيرة تشهد بالفعل زيادات في مستويات الفيضانات وتسارعاً في تآكل السواحل وتداخل مياه البحر مع مصادر المياه العذبة، وهذه العمليات ستزداد تفاقماً نتيجة لتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر. وقد أسهم ارتفاع مستوى سطح البحر، على نحو خاص، في تآكل الشواطئ الرملية والحصوية وتآكل الحواجز؛ كما أسهم في فقد الكثبان الساحلية والأراضي الرطبة، وحدوث مشاكل تتعلق بالصرف في كثير من المناطق الساحلية الواطئة ذات خطوط العرض الوسطى. وستظل النظم الإيكولوجية الساحلية الشديدة التنوع والإنتاجية والمستوطنات الساحلية والدول الجزرية تتعرض لضغوط يتوقع أن تكون تأثيراتها سلبية للغاية بل قد تكون كارثية في بعض الحالات. [الفقرة ٦-٤]

والخطوط الساحلية الواقعة في المناطق المدارية وشبه المدارية ذات خطوط العرض الاستوائية، وخاصة في المناطق التي توجد فيها ضغوط سكانية بشرية هامة، معرّضة بشدة لتأثيرات تغير المناخ. وستؤدي هذه التأثيرات إلى تفاقم الكثير من المشاكل الراهنة. من ذلك، مثلاً، أن الأنشطة البشرية أدت إلى زيادة هبوط الأرض في كثير من المناطق الدلتاوية وذلك من جراء تزايد كميات المياه الجوفية المسحوبة وتجفيف تربة الأراضي الرطبة وتخفيض كميات الترسبات النهرية أو إيقافها. وستتسارع وتيرة كل المشاكل المتعلقة بالفيضان وتملح المياه الجوفية الصالحة للشرب وتآكل السواحل نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر على الصعيد العالمي والتي تضاف إلى ظاهرة الغمر المحلية. وتُعد مناطق دلتاوية شاسعة في آسيا والجزر الصغيرة، التي اعتُرف منذ أكثر من عقد من الزمن بسرعة تأثرها والتي لاتزال سرعة تأثرها تزداد اليوم، معرّضة للخطر على نحو خاص.]الفقرتان ٦-٤-٣ و٦-٥-٣

كما أن الخطوط الساحلية ذات خطوط العرض المرتفعة (القطبية) معرّضة لتأثيرات احترار المناخ على الرغم من أن هذه التأثيرات لم تُدرس دراسة وافية. وفيما عدا السواحل التي تغلب عليها الصخور أو تلك التي بدأت تنشأ بسرعة فإن تسارع ارتفاع مستوى سطح البحر المقترن بمناخ الأمواج الأشد قوة، والمصحوب بتناقص غطاء الجليد البحري، وارتفاع درجات حرارة الأرض، الذي يعزز ذوبان التربة الصقيعية والجليد الأرضي (مع ما يتبع ذلك من فاقد في الحجم في الأشكال الأرضية الساحلية) سيكون له تأثيرات وخيمة على المستوطنات والبنية الأساسية وسيؤدي إلى انحسار سريع للسواحل. [الفقرة ٦-٤-٦]

وستتأثر النظم الإيكولوجية الساحلية مثل الشعاب المرجانية والجزر المرجانية الحلقية (الأتول) والمستنقعات المالحة وغابات المانغروف والنباتات المائية المغمورة بارتفاع مستوى سطح البحر وارتفاع درجات حرارته وحدوث أية تغيرات في تواتر وشدة العواصف. وستتوقف التأثيرات الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر على أشجار المانغروف والمستنقعات المالحة على معدل الارتفاع بالمقارنة مع التراكم الرأسي ومكان الهجرة الأفقية الذي يمكن أن يكون محدوداً بسبب التنمية البشرية في المناطق الساحلية. ومن المرجح أن تتمكن الشعاب المرجانية الموفورة الصحة من مواكبة ارتفاع مستوى سطح البحر ولكن هذا الأمر أقل يقينية فيما يتعلق بالشعاب التي تدهورت نوعيتها نتيجة تبييض المرجان والأشعة فوق البنفسجية باء والتلوث وغير ذلك من الإجهادات. وقد ارتبطت فصول تبييض المرجان على مدى العشرين عاماً الماضية بعدة أسباب منها ارتفاع درجات حرارة المحيطات. ومن شأن احترار سطح البحر في المستقبل أن يزيد من الإجهاد الواقع على الشعاب المرجانية ويؤدي إلى زيادة تواتر حدوث الأمراض البحرية (ثقة عالية). وقد يكون للتغيرات الطارئة على كيمياء المحيطات نتيجة لارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون تأثير سلبي على تطور وصحة الشعاب المرجانية مما سيكون له أثر ضار على المصايد الساحلية وعلى الاستخدامات الاجتماعية والاقتصادية لموارد الشعاب. [الفقرتان ٤-٦-٤ و٦-٤-٥]

وهناك قلة قليلة من الدراسات التي بحثت التغيرات المحتملة في ارتفاع واتجاهات أمواج المحيطات السائدة وفي الأمواج

الناجمة عن العواصف وعرام العواصف نتيجة لتغير المناخ. ويمكن توقع أن تؤدي هذه التغيرات إلى تأثيرات خطيرة في السواحل الطبيعية والسواحل التي يدخل عليها الإنسان تغييرات لأنها ستضاف إلى ارتفاع مستوى سطح البحر على نحو أكبر مما يحدث الآن.

وقد تم توثيق حالات سرعة التأثر بالنسبة لطائفة متنوعة من الظروف الساحلية وذلك، في بادئ الأمر، باستخدام منهجية عادية استحدثت في مطلع التسعينات. وأكدت هذه الدراسات، ودراسات أخرى أعقبتها، التقلبية المكانية والزمانية للتقلبية الساحلية على الصعيدين الوطني والإقليمي. وفي إطار المنهجية المشتركة تم تحديد ثلاث استراتيجيات للتكيف الساحلي وهي: الحماية والتكيف والتراجع. ومنذ تقرير التقييم الثاني تحول توكيد استراتيجيات التكيف الخاصة بالمناطق الساحلية بالانتقال من هياكل الحماية الصلبة (مثل الجدران البحرية لصد الأمواج وحواجز الأمواج للحيلولة دون تآكل الشواطئ) نحو اتخاذ تدابير الحماية اللينة (مثل تغذية الشواطئ) والتراجع المدار وزيادة مرونة النظم البيوفيزيائية والاجتماعية الاقتصادية بما في ذلك اللجوء إلى التأمين ضد الفيضانات من أجل تفريق المخاطر المالية. [الفقرتان ٦-٦-١ و٦-٦-٢]

وبإمكان التقييم المتكامل للمناطق الساحلية والنظم الإيكولوجية البحرية وزيادة فهم تفاعلاتها مع التنمية البشرية وتقلبية المناخ المتعددة السنوات أن يؤديا إلى إدخال تحسينات على التنمية المستدامة وعلى الإدارة. وتكون خيارات التكيف فيما يخص الإدارة الساحلية والبحرية أفعل ما تكون عندما تدرج مع السياسات المتبعة في مجالات أخرى مثل خطط التخفيف من وطأة وخطط استغلال الأراضي.

٤-٥ المستوطنات البشرية والطاقة والصناعة

إن المستوطنات البشرية أماكن تتكامل فيها كثير من التأثيرات المناخية التي يُشعر بها أول ما يُشعر في القطاعات الأخرى وهي تختلف عن بعضها البعض من حيث الموقع الجغرافي والحجم والظروف الاقتصادية والقدرات السياسية والمؤسسية. ونتيجة لذلك من الصعب إطلاق بيانات شاملة فيما يتعلق بالمناخ أو تغير المناخ لا تكون لها استثناءات عديدة. غير أن تصنيف المستوطنات البشرية بالنظر في مسارات حيث يتمكن المناخ من الإضرار سواء بالحجم أو أية اعتبارات فيزيائية أخرى، والقدرات التكيفية (الثروة وتعليم العامة، والقدرات التكنولوجية والمؤسسية) من شأنه أن يساعد على تفسير بعض الفوارق في التأثيرات المتوقعة. [الفقرة ٧-٢]

وتتأثر المستوطنات البشرية بالمناخ بطرق رئيسية ثلاث:

(١) تتأثر القطاعات الاقتصادية التي تدعم المستوطنة نتيجة للتغيرات التي تطرأ على القدرة الإنتاجية (في مجالي الزراعة والمصايد مثلاً) أو التغيرات التي تطرأ على طلب الأسواق على السلع والخدمات المنتجة هناك (بما في ذلك طلب الناس الذين يعيشون في المناطق المجاورة وطلب القطاع السياحي). وتتوقف أهمية هذا التأثير، في جزء منه، على ما إذا كانت المستوطنة ريفية، مما يعني، على وجه العموم، أنها تعتمد على صناعة واحدة أو صناعتين من الصناعات التي تقوم على الموارد، أو حضرية، وفي هذه الحالة هناك، عادة (وليس دائماً)، مجموعة أكبر من الموارد البديلة. كما أن تلك الأهمية تتوقف على القدرة التكيفية للمستوطنة. [الفقرة ٧-١]

(٢) قد تتأثر بشكل مباشر بعض جوانب البنية الأساسية المادية (بما في ذلك نظم نقل وتوزيع الطاقة)، والمباني والخدمات الحضرية (بما فيها نظم النقل) وصناعات معينة (مثل الصناعة الزراعية والسياحة والإنشاء). ومن الأمثلة على ذلك أن المباني والبنية الأساسية في المناطق الدلتاوية قد تتأثر بالفيضانات الساحلية والنهرية؛ وقد يرتفع الطلب على الطاقة في المناطق الحضرية أو قد ينخفض نتيجة للتغيرات الطارئة على التوازنات بين عمليتي تدفئة وتبريد المباني؛ وقد تتأثر السياحة الساحلية والجبلية بسبب تغير أنماط درجات الحرارة وكميات التهطال الفصلية وارتفاع مستوى سطح البحر. ويمكن أن يعني تركز السكان والبنى الأساسية في المناطق الحضرية تعرض المزيد من الناس والمزيد من رأس المال المادي للخطر وإن كان هناك أيضاً الكثير من وفورات الحجم الكبير والتقارب الذي يكفل توافر الإدارة الجيدة للبنى الأساسية الجيدة الإدارة وتوفير الخدمات. وعندما تضاف هذه العوامل إلى تدابير الوقاية الأخرى فإن المخاطر يمكن التقليل منها إلى حد كبير. غير أن بعض المراكز الحضرية الكبرى في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية ومنطقة الكاريبي، وكذلك بعض المستوطنات الصغرى (بما فيها القرى والمراكز الحضرية الصغرى) كثيراً ما تملك حظاً أقل من الثروة والنفوذ السياسي والقدرات المؤسسية مما لا يمكنها من الإقلال من المخاطر على هذا النحو. [الفقرة ٧-١]

(٣) قد يتأثر السكان تأثراً مباشراً بسبب الأحوال الجوية المتطرفة أو التغيرات التي تطرأ على الحالة الصحية أو بسبب الهجرة. وقد تؤدي نوبات الأحوال الجوية

المتطرفة إلى تغيرات في معدلات الوفيات أو الإصابات أو المراضة. فقد تتحسن الحالة الصحية، مثلاً، نتيجة لانخفاض الإجهاد الناجم عن البرد أو قد تتدهور نتيجة لتزايد الإجهاد الحراري وارتفاع معدلات المراضة. وقد تؤثر تحركات السكان الناجمة عن تغير المناخ في أحجام وخصائص المجموعات السكانية التي تقطن المستوطنات مما يؤدي، بدوره، إلى تغير الطلب على الخدمات الحضرية. والمشاكل المطروحة تختلف اختلافاً بسيطاً في المراكز السكانية الكبرى (المراكز التي يتجاوز عدد سكانها المليون نسمة مثلاً) والمراكز الإقليمية المتوسطة إلى الصغيرة الحجم. ومن الأرجح أن تكون المراكز الأولى قِبلة للمهاجرين من المناطق الريفية والمستوطنات الصغرى والمناطق الواقعة على جانبي الحدود، إلا أن المستوطنات الكبرى تمتلك، بوجه عام، سيطرة أكبر على الموارد الوطنية. وهكذا فإن المستوطنات الصغرى قد تكون، في الحقيقة، أسرع تأثراً. وتظل المستوطنات العشوائية المحيطة بالمدن الكبرى والمدن المتوسطة الحجم في العالم النامي مدعاة للقلق لأنها تنطوي، في الوقت الحاضر، على عدة أخطار صحية وبيئية يمكن أن تتفاقم نتيجة للاحترار العالمي كما أنها تسيطر سيطرة محدودة على الموارد. [الفقرة ٧–١]

ويصنف الجدول ٣– الملخص الفني عدة أنواع من التغيرات البيئية الناجمة عن المناخ والتي نوقشت في الكتابات التي وُضعت عن المناخ وعن المستوطنات البشرية. ويورد الجدول ثلاثة أنواع من المستوطنات يقوم كل منها على واحدة من الآليات الرئيسية الثلاث التي يؤثر المناخ بواسطتها في المستوطنات. وتوافق التأثيرات آلية الأثر الناجم. وهكذا قد تتأثر مستوطنة ما تأثراً إيجابياً نتيجة لما لتغير المناخ من آثار في قاعدة مواردها (زيادة الإنتاج الزراعي مثلاً) وتأثراً سلبياً نتيجة للآثار الواقعة على بنيتها الأساسية (زيادة تواتر الفيضات التي تغرق محطاتها المائية وتحميل شبكتها الكهربائية ما لا تطيق مثلاً). وقد تشعر مختلف أنواع المستوطنات بهذه الآثار بدرجات نسبية مختلفة من الشدة (فالمستوطنات غير الساحلية، مثلاً، لا تشعر بشكل مباشر، بالآثار الناجمة عن ارتفاع مستوى سطح البحر)؛ والتأثيرات مرتبة حسب أهميتها وتتراوح بين أشدها أهمية، بشكل عام، وبين أقلها أهمية. ومعظم الكتابات حول الآثار الواقعة على المستوطنات تقوم على سيناريوهات تفترض تضاعف مستوى ثاني أكسيد الكربون أو على دراسات تصف تأثير الأحوال الجوية الراهنة (السيناريوهات التناظرية) إلا أنها وُضعت في سياق السيناريوهات المؤقتة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. [الفقرة ٧–١]

وقد يؤدي تغير المناخ إلى إيجاد ظروف محلية وإقليمية تنطوي على عجز أو فائض في المياه، وهي ظروف تسود فصلياً، وفي بعض الأحيان، في المواقع الجغرافية ذاتها. وتتمثل أكثر التأثيرات الخطيرة انتشاراً في الفيضانات والانهيالات الأرضية والانهيالات الوحلية والانجرافات الثلجية التي تستحثها زيادات متوقعة في شدة كميات الأمطار وارتفاع مستوى سطح البحر. ويشير عدد متزايد من الكتابات إلى أن مجموعة واسعة جداً من المستوطنات في كل منطقة مناخية، تقريباً، قد تتأثر (ثقة راسخة ولكن غير مكتملة). ويُعتقد أن المستوطنات الساحلية وتلك الواقعة على ضفاف الأنهار معرضة للمخاطر بشكل خاص إلا أن الفيضانات في المدن يمكن أن تمثل مشكلة في أي مكان لا يتم فيه تصميم شبكات صرف مياه المطر وإمدادات المياه وشبكات إدارة النفايات بقدر كاف من المقدرة أو التطور (بما في ذلك التصليد التقليدي وتصميم النظم الأكثر تطوراً) من أجل تجنب غرق المدن. أما أشد الأخطار الأخرى تهديداً فتتمثل في الأعاصير المدارية (الأعاصير أو أعاصير التيفون) التي قد تشتد ذروتها في عالم أكثر حرارة. وتجتمع في الأعاصير المدارية الآثار الناجمة عن غزارة الأمطار وعُتو الرياح وعرام العواصف في المناطق الساحلية والتي يمكن أن تتوغل في المناطق الداخلية وتعيث فيها، إلا أن المواقع التي تحدث فيها ليست عامة كعموم الفيضانات والانهيالات الأرضية. وهناك عشرات الملايين من الناس الذين يعيشون في مستوطنات معرضة لاحتمالات الفيضانات. وعلى سبيل المثال، تزداد تقديرات المتوسط السنوي لعدد الناس الذين ستدهمهم الفيضانات الناجمة عن عرام العواصف الساحلية بعدة أمثال (بمقدار يتراوح بين ٧٥ مليون و٢٠٠ مليون نسمة، تبعاً للاستجابات التكيفية) فيما يخص السيناريوهات المتوسطة المدى التي تفترض ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار ٤٠ سنتيمتراً بحلول الثمانينات من القرن الحادي والعشرين بالمقارنة مع السناريوهات التي لا تفترض أي ارتفاع في مستوى سطح البحر. وجرى تقدير قيمة الخسائر المحتملة في البنية الأساسية في المناطق الساحلية نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر بعشرات المليارات من الدولارات بالنسبة إلى بلدان مثل مصر وبولندا وفييت نام. وترد في وسط الجدول ٣– الملخص الفني آثار مثل موجات الحرارة أو موجات البرد التي يمكن أن تضر بقاعدة الموارد (مثل الزراعة) وبصحة الإنسان وتؤدي إلى اختلال الطلب على الطاقة لأغراض التدفئة والتبريد. ويشمل ذلك أيضاً التأثيرات البيئية مثل تدني نوعية الهواء والمياه. كما يتوقع أن تكون العواصف الريحية وشح

المياه والحرائق عناصر هامة نسبياً في مناطق عديدة. وعلى قدر أقل من الأهمية هناك آثار مثل ذوبان التربة الصقيعية والآثار الواقعة على الجزر نتيجة للحرارة، وهي وإن كانت هامة محلياً، فإنها قد لا تنطبق على طائفة واسعة من المستوطنات وقد تكون أقل أهمية بمجرد أخذ مسألة التكيف بعين الاعتبار. [الفقرتان ٧-٢ و٧-٣]

ويُتوقع أن يؤدي الاحترار العالمي إلى حدوث زيادات في الطلب على الطاقة لتبريد المباني وإلى انخفاض استخداماتها فيما يتعلق بتدفئة المباني. فالزيادات في عدد موجات الحرارة تؤدي إلى زيادة الطلب على الطاقة لأغراض التبريد كما يؤدي انخفاض عدد موجات البرد إلى الإقلال من الطلب على الطاقة لأغراض التدفئة. ويتوقف الأثر الصافي المتوقع في الاستهلاك السنوي للطاقة على السيناريو والموقع المحددين. ويشكل تكيف المستوطنات البشرية ونظم الطاقة والصناعة مع تغير المناخ تحديات فيما يتعلق بتصميم وتشغيل المستوطنات (في بعض الحالات) أثناء حدوث الأحوال الجوية الأكثر وخامة وفرصاً للإفادة (في حالات أخرى) من الأحوال الجوية الأكثر اعتدالاً. فمن المعروف، على سبيل المثال، أن نظم نقل الشبكات الكهربائية تتأثر سلباً بالظواهر المناخية القاسية مثل الأعاصير المدارية وأعاصير الطورناد والعواصف الثلجية. ويعني وجود قدرة محلية على الحد من الأخطار البيئية أو من آثارها الصحية في أي مستوطنة ضمناً وبشكل عام وجود قدرة محلية على التكيف مع تغير المناخ إلا إذا كان التكيف يعني توظيف بنيات أساسية مكلفة بشكل خاص. ويتطلب التكيف مع مناخ أشد حرارة انسجام المستوطنات البشرية مع بيئة متغيرة وليس مجرد ارتفاع درجات الحرارة. ويجمع خبراء المناطق الحضرية على أن التكيف البيئي الناجح لا يمكن أن يحدث بدون قيادة تستند إلى قاعدة محلية وتملك مهارات تقنية ومؤسسية ودعماً سياسياً ويجب أن تملك تلك القيادة إمكانية الاستفادة الجيدة من الموارد على المستوى الوطني. [الفقرات ٧-٢ و٧-٣ و٧-٤ و٧-٥]

وتنطوي خيارات التكيف الممكنة على تخطيط المستوطنات وبنياتها الأساسية ومواقع مرافقها الصناعية واتخاذ قرارات مماثلة طويلة النفس من أجل الحد من الآثار الضارة الناجمة عن الظواهر ذات الاحتمالية المنخفضة (ولكنها متزايدة) والعواقب الفادحة (وقد تكون متعاظمة). ويمكن أن تسهم الكثير من التقنيات التقليدية والمتطورة المحددة في تحسين التخطيط والإدارة البيئيين بما في ذلك استحداث أدوات تقوم على الأسواق لمكافحة التلوث وإدارة الطلب والحد من الهدر وتقسيم الأراضي إلى مناطق ذات استخدامات مختلطة وتخطيط النقل (مع توفير ما يلائم المشاة ومستخدمي الدراجات) وتقييمات التأثيرات البيئية، وإجراء دراسات التكيف ووضع الخطط البيئية الاستراتيجية واتخاذ إجراءات لمراجعات الحسابات الخاصة بالبيئة ووضع تقارير عن حالة البيئة. وقد عمدت مدن عديدة إلى اتباع مزيج من هذه الاستراتيجيات في وضع "جداول أعمال محلية للقرن الحادي والعشرين" وكثير من جداول الأعمال تلك يتناول قائمة من المشاكل الحضرية التي يمكن أن تتفاعل عن كثب مع تغير المناخ في المستقبل. [الفقرتان ٧-٢ و٧-٥]

٤-٦ التأمين والخدمات المالية الأخرى

إن قطاع الخدمات المالية، الذي يعرف عموماً بأنه المؤسسات الخاصة والعامة التي تقدم خدمات التأمين والإغاثة في حالات الكوارث والمصارف وإدارة الأصول المالية، هو مؤشر فريد على التأثيرات الاجتماعية الاقتصادية المحتملة الناجمة عن تغير المناخ لأنه حساس لتغير المناخ ولأنه يُدمج الآثار الواقعة على باقي القطاعات. والقطاع هو عبارة عن عامل أساسي من عوامل التكيف (عن طريق دعم مدونات البناء، مثلاً، وإلى حد أقل من خلال تخطيط استغلال الأراضي) كما أن الخدمات المالية تمثل آليات لتفريق المخاطر التي يتم من خلالها توزيع التكاليف الناجمة عن الظواهر ذات العلاقة بالطقس على باقي القطاعات وعلى جميع مستويات المجتمع. غير أن بإمكان التأمين، سواء تم توفيره من قبل كيانات عامة أو خاصة، أن يشجع على التقاعس وعلى سوء التكيف وذلك بتعزيز التنمية في مناطق معرضة للخطر مثل السهول الفيضانية أو المناطق الساحلية في الولايات المتحدة الأمريكية. ومن المرجح أن تظهر آثار تغير المناخ في قطاع الخدمات المالية، في المقام الأول، من خلال تغيرات تطرأ على التوزع المكاني وتواتر وشدة الظواهر الجوية المتطرفة (الجدول ٤ – الملخص الفني). [الفقرات ٨-١ و٨-٢ و١٥-٢-٧]

وقد أظهرت تكاليف الظواهر الجوية المتطرفة اتجاهاً تصاعدياً سريعاً في العقود القليلة الماضية. وارتفعت الخسائر الاقتصادية العالمية السنوية نتيجة للظواهر الجوية الكبرى من ٣٫٩ مليار دولار أمريكي في السنة في الخمسينات إلى ٤٠ مليار دولار أمريكي في السنة في التسعينات (كلها بقيمة الدولار الأمريكي في عام ١٩٩٩ دون تعديل فيما يتعلق بتعادل القوة الشرائية). وقد حدث ربع الخسائر، تقريباً، في البلدان النامية. وقد ارتفعت النسبة المؤمن عليها من تلك الخسائر من مستوى لا يذكر إلى ٩٫٢ مليارات دولار أمريكي في السنة خلال الفترة ذاتها. وإذا ما تمت مراعاة الظواهر الجوية من كل الأحجام فإن إجمالي هذه الخسائر يتضاعف (انظر الجدول ٥ – الملخص الفني). وقد ارتفعت تكاليف الظواهر الجوية بسرعة

على الرغم من الجهود الهامة والمتزايدة المبذولة لتقوية البنية الأساسية وتعزيز التأهب لمواجهة الكوارث. وتؤدي هذه الجهود إلى التوهين بدرجة غير معروفة من الارتفاع المرصود في تكاليف الخسائر على الرغم من أن الكتابات التي تحاول الفصل بين القوى المحركة الطبيعية والقوى المحركة البشرية لم تعمد إلى تحديد هذا الأثر كمياً. وكعلامة على تزايد سرعة تأثر صناعة التأمين فإن نسبة الممتلكات الإجمالية/ أقساط التأمين على الخسائر إلى الخسائر المتعلقة بالظواهر الجوية، وهي مؤشر هام على القدرة التكيفية، علمًا بأنها قد تدنت بمقدار ثلاثة أمثال في الفترة ما بين عامي ١٩٨٥ و١٩٩٩. [الفقرة ٨-٣]

ويرتبط جزء من الاتجاه التصاعدي المرصود في الخسائر التاريخية الناجمة عن الكوارث بعوامل اجتماعية اقتصادية، مثل النمو السكاني وزيادة الثروة والتوسع الحضري في المناطق السريعة التأثر، والجزء الآخر بعوامل مناخية مثل التغيرات المرصودة في ظواهر التهطال والفيضان ونوبات الجفاف. وعزو ذلك على وجه الدقة أمر معقد وهناك فروق في محصلة هذين السببين حسب المنطقة ونوع الظاهرة. وكثير من الاتجاهات المرصودة في الخسائر المتعلقة بالأحوال الجوية يتسق مع ما يمكن توقعه في ظل تغير المناخ. ومن الجدير بالملاحظة أن معدل نمو الخسائر البشرية المنشأ والخسائر المتعلقة بظواهر غير جوية كان أدنى بكثير من معدل الخسائر المتعلقة بالأحوال الجوية. [الفقرة ٨-٢-٢]

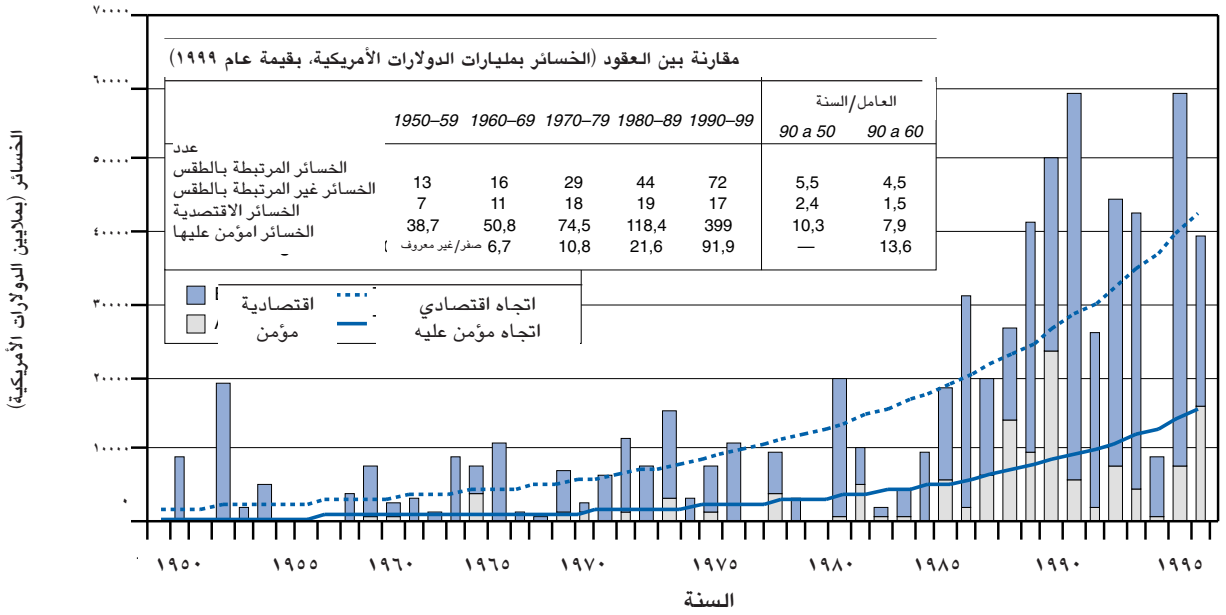
وقد أظهر التاريخ الحديث أن بإمكان الخسائر المتعلقة بالأحوال الجوية أن تُجهد شركات التأمين إلى حد المس بأرباحها ورفع أسعار الاستهلاك وإلغاء التغطية وزيادة الطلب على التعويضات والإغاثة الممولة من مصادر عامة. ومن شأن تزايد أوجه عدم اليقين أن يؤدي إلى زيادة مدى سرعة تأثر قطاع التأمين والقطاع الحكومي وإلى تَعَقُّد جهود التكيف والإغاثة في حالات الكوارث في ظل تغير المناخ. [الفقرتان ٨-٣ و١٥-٢-٧]

ويُتَوقع لقطاع الخدمات المالية ككل أن يتمكن من مواكبة تأثيرات تغير المناخ في المستقبل على الرغم من أن السجلات التاريخية تشير إلى أن الظواهر الشديدة التأثير أو الظواهر المتعددة والمتقاربة مكانياً، وهي ظواهر احتمالية حدوثها منخفضة، تؤثر بشدة في أجزاء من هذا القطاع، خاصة إذا تصادف واسْتَنفدت بعض العناصر غير المناخية (مثل ظروف السوق المالية غير المواتية التي يمكن أن تستنفد احتياطيات خسائر شركات التأمين عن طريق تآكل قيمة السندات المالية وغير ذلك من أصول شركات التأمين) في وقت واحد القدرة على التكيف. وهناك ثقة عالية في أن تغير المناخ والتغيرات المتوقعة في الأحوال المتعلقة بالطقس التي يرى أنها ترتبط بتغير المناخ من شأنها أن تؤدي إلى زيادة عدم اليقين الإكتواري في مجال تقييم المخاطر وبالتالي في سير أسواق التأمين. ومن شأن هذه التطورات أن تمارس ضغطاً تصاعدياً على الأقساط و/ أو يمكن أن تتسبب في إعادة تصنيف المخاطر بوصفها غير قابلة للتأمين عليها مع ما يتبع ذلك من إلغاء للتغطية. ومن شأن هذه التطورات، بدورها، أن تمارس المزيد من الضغوط على نظم التأمين والغوث القائمة على الحكومات، التي ظهر عليها بالفعل بعض الإجهاد في مناطق عديدة وبدأت تحاول الحد من حالات تعرضها (عن طريق رفع مبالغ مسموح التأمين و/ أو وضع سقف للمطالبات القصوى الواجبة الدفع).

والاتجاهات نحو زيادة حجم الشركات والتنويع وتحقيق التكامل مع الخدمات المالية الأخرى وكذلك تحسين أدوات نقل المخاطر، تسهم جميعها في المتانة. غير أن قطاعات التأمين وإعادة التأمين الخاصة بتأمين الممتلكات/ الخسائر تبدي حساسية أكبر وقد واجهت بعض آحاد الشركات بالفعل حالات إفلاس تتعلق بكوارث ناجمة عن ظواهر جوية. وفي ظل بعض الظروف وفي بعض المناطق قد تكون الصناعة المصرفية أيضاً، بوصفها مقدماً للقروض، عرضة لتغير المناخ. غير أن القطاع المصرفي، يحيل المخاطر ثانية إلى شركات التأمين التي كثيراً ما تشتري منتجات ديونها. [الفقرات ٨-٣ و٨-٤ و١٥-٢-٧]

ويشكل التكيف [٢] مع تغير المناخ تحديات معقدة ولكنه يتيح فرصاً أمام قطاع الخدمات المالية. ومن الأمثلة على العوامل التي تؤثر في مرونة القطاع في المشاركة التنظيمية في التسعير والمعاملة الضريبية للاحتياطيات، وقدرة (عدم قدرة) الشركات على الانسحاب من الأسواق المعرضة للخطر وتختلف إدارة المخاطر المرتبطة بالمناخ باختلاف البلد والإقليم. وهي، في العادة، عبارة عن مزيج من الترتيبات التجارية والعمومية والتأمين الذاتي. وفي مواجهة تغير المناخ يمكن توقع اختلاف الدور النسبي لكل من هذه القطاعات. وتوفر بعض خيارات الاستجابة المحتملة منافع تدعم التنمية المستدامة وغايات التخفيف من وطأة تغير المناخ (مثل اتخاذ التدابير المتعلقة بكفاءة الطاقة والتي تجعل المباني أيضاً أكثر مرونة عند نزول الكوارث الطبيعية بالإضافة إلى مساعدة انقطاع على التكيف مع تغير المناخ). [الفقرتان ٨-٣-٤ و٨-٤-٢]

(٢) كثيراً ما يُستخدم مصطلح "التخفيف" في قطاعي خدمات التأمين والخدمات المالية بالمعنى ذاته تقريباً الذي يعطى لمصطلح "التكيف" من قبل دوائر البحوث والسياسات الخاصة بالمناخ.



الشكل ٥– الملخص الفني: أظهرت تكاليف الظواهر الجوية الكارثية اتجاهاً صعودياً سريعاً في العقود القليلة الماضية. إذ ارتفعت الخسائر الاقتصادية السنوية الناجمة عن الظواهر الكبرى بـ ١٠ر٣ أمثال من ٤ مليارات دولار أمريكي في السنة في الخمسينات إلى ٤٠ مليار دولار أمريكي في السنة في التسعينات (كلها بقيمة الدولار في عام ١٩٩٩). وارتفعت النسبة المؤمن عليها من هذه الخسائر من مستوى لا يكاد يذكر إلى ٩ر٢ مليار دولار أمريكي سنوياً خلال الفترة ذاتها وانخفضت نسبة الأقساط إلى الخسائر الناجمة عن الكوارث بنسبة الثلثين. والجدير بالذكر أن التكاليف تكون أكبر بواقع مثلين عند تضمين الخسائر الناجمة عن الظواهر العادية غير الكارثية المرتبطة بالطقس. وتشمل الأرقام عادة الجهات الذاتية التأمين "الحبيسة" ولكنها لا تشمل أنواع التأمين الذاتي الأقل رسمية.

ومن المتوقع أن تبلغ آثار تغير المناخ أشدها في البلدان النامية (وخاصة البلدان التي تعتمد على الإنتاج الأولي كمصدر رئيسي للدخل) من حيث الخسائر التي تلحق بالأرواح والآثار الواقعة على الاستثمارات وعلى الاقتصاد. وقد بلغت الأضرار الناجمة عن الكوارث الطبيعية قرابة نصف الناتج المحلي الإجمالي في إحدى الحالات. وأدت الكوارث الناجمة عن الأحوال الجوية إلى انتكاس التنمية وخاصة عندما يتم تحويل وجهة الأموال من مشاريع التنمية إلى جهود الإنعاش بعد حلول الكوارث. [الفقرة ٥–٨]

الجدول ٤– الملخص الفني: الظواهر المتطرفة المرتبطة بالمناخ وآثارها على صناعة التأمين: التغيرات المرصودة والتغيرات المتوقعة خلال القرن الحادي والعشرين (بعد الجدول ٣–١٠؛ انظر أيضاً الجدول ٨–١)

التغيرات الطارئة على الظواهر المناخية المتطرفة	التغيرات المرصودة	التغيرات المتوقعة	نوع الظواهر ذات الصلة بقطاع التأمين	النطاق الزمني ذو الصلة	القطاعات/ الأنشطة الحساسة	فروع التأمين الحساسة
	الأرجحية					
درجات الحرارة المتطرفة ارتفاع درجات الحرارة العظمى وزيادة عدد الأيام الحارة وموجات الحرارة (ب) في كل مناطق اليابسة تقريباً	مرجحة(أ) (اتجاهات مختلطة بالنسبة إلى موجات الحرارة في عدة مناطق)	مرجحة للغاية(أ)	موجات حرارة	يومي – اسبوعي حد أقصى	المعولية الكهربائية، المستوطنات البشرية	الصحة، الحياة، الممتلكات، تعطل الأعمال والتجارة
			موجات حرارة، نوبات جفاف	شهري – فصلي حد أقصى	الغابات (صحة الأشجار) الموارد الطبيعية، الزراعة، موارد المياه، الطلب على الكهرباء والمعولية الكهربائية، الصناعة، الصحة، السياحة	الصحة، المحاصيل، تعطل الأعمال والتجارة
ارتفاع (زيادة) درجات الحرارة الصغرى، قلة أيام البرد وأيام الصقيع وموجات البرد في جميع مناطق اليابسة تقريباً	مرجحة للغاية(أ) (لم يتناول الفريق العامل الأول موجات البرد)	مرجحة للغاية(أ)	الصقيع، تخلج التربة بفعل الصقيع	يومي – شهري حد أدنى	الزراعة، الطلب على الطاقة، الصحة، النقل، المستوطنات البشرية	الصحة، المحاصيل، تعطل الأعمال والتجارة، المركبات
الأمطار/ كميات التهطال المتطرفة زيادة شدة ظواهر التهطال	مرجحة(أ) فوق كثير من المناطق القارية ذات خطوط العرض الوسطى إلى العليا في نصف الكرة الأرضية الشمالي	مرجحة للغاية(أ) فوق كثير من المناطق	فيضانات خاطفة	كل ساعة – يومي حد أقصى	المستوطنات البشرية	الممتلكات، الفيضانات، المركبات، تعطل الأعمال والتجارة، الحياة، الصحة
			الفيضانات، الغمر بالمياه، انهيالات الوحل	أسبوعي – شهري حد أقصى	الزراعة، الغابات، النقل، جودة المياه، المستوطنات البشرية، السياحة	الممتلكات، الفيضانات، المحاصيل، الحركة البحرية، تعطل الأعمال والتجارة

الجدول ٤– الملخص الفني (تابع)

التغيرات الطارئة على الظواهر المناخية المتطرفة	التغيرات المرصودة	التغيرات المتوقعة الأرجحية	نوع الظواهر ذات الصلة بقطاع التأمين	النطاق الزمني ذو الصلة	القطاعات/ الأنشطة الحساسة	فروع التأمين الحساسة
الأمطار/ كميات التهطال المتطرفة (تابع)						
زيادة الجفاف في فصل الصيف وما يصحب ذلك من مخاطر الجفاف	مرجحة (أ) في بضع مناطق	مرجحة (أ) في معظم المناطق الداخلية القارية ذات خطوط العرض الوسطى (انعدام الإسقاطات المتسقة في المناطق الأخرى)	الجفاف في فصل الصيف، انخساف الأرض، حرائق الغابات	شهري – فصلي حد أدنى	الغابات (صحة الأشجار)، الموارد الطبيعية، الزراعة، موارد المياه، إمدادات الطاقة (المائية)، المستوطنات البشرية	المحاصيل، الممتلكات، الصحة
تزايد شدة العواصف التي تحدث في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى(ج)	أرجحية متوسطة (أ) للزيادة في نصف الكرة الأرضية الشمالي ونقص في نصف الكرة الأرضية الجنوبي	اتفاق قليل بين النماذج الحالية	عواصف ثلجية، عواصف جليدية، انهيارات جليدية	كل ساعة – أسبوعي	الغابات، الزراعة، توزيع الطاقة ومعوليتها، المستوطنات البشرية، الوفيات، السياحة	الممتلكات، المحاصيل، المركبات، الطيران، الحياة، تعطل الأعمال والتجارة
			عواصف البَرَد	كل ساعة	الزراعة، الممتلكات	المحاصيل، المركبات، الممتلكات، الطيران
زيادة شدة نوبات الجفاف والفيضانات المرتبطة بظواهر النينيو في مناطق عديدة مختلفة (انظر أيضاً تحت عنوان "نوبات الجفاف وظواهر التهطال الشديد")	معلومات غير قاطعة	مرجحة(أ)	نوبات الجفاف والفيضانات	مختلف	الغابات (صحة الأشجار) الموارد الطبيعية، الزراعة، موارد المياه، إمدادات الطاقة (المائية)، المستوطنات البشرية	الممتلكات، الفيضانات، المركبات، المحاصيل، الحركة البحرية، تعطل الأعمال والتجارة، الحياة، الصحة
الرياح المتطرفة						
تزايد شدة العواصف التي تحدث في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى(ب)	لا توجد دلائل قاطعة على حدوث تغيير	اتفاق قليل بين النماذج الحالية	العواصف الريحية في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى	كل ساعة – يومي	الغابات ، توزيع ومعولية الكهرباء ، المستوطنات البشرية	الممتلكات، المركبات، الطيران، الحركة البحرية، تعطل الأعمال والتجارة، الحياة
			أعاصير الطورناد	كل ساعة	الغابات، توزيع ومعولية الكهرباء ، المستوطنات البشرية	الممتلكات، المركبات، الطيران، الحركة البحرية، تعطل الأعمال والتجارة

الجدول ٤– الملخص الفني (تابع)

التغيرات الطارئة على الظواهر المناخية المتطرفة	التغيرات المرصودة	التغيرات المتوقعة (الأرجحية)	نوع الظواهر ذات الصلة بقطاع التأمين	النطاق الزمني ذو الصلة	القطاعات/ الأنشطة الحساسة	فروع التأمين الحساسة
زيادة شدة ذروة الرياح في الأعاصير المدارية وشدة متوسط وذروة التهطال(ج)	الرياح المتطرفة غير مرصودة في التحليلات القليلة المتاحة؛ بيانات غير كافية بالنسبة إلى التهطال	مرجحة(أ) في بعض المناطق	العواصف المدارية بما فيها الأعاصير وأعاصير الهاريكين وأعاصير التيفون	كل ساعة – أسبوعي	الغابات، توزيع ومعولية الكهرباء، المستوطنات البشرية، الزراعة	الممتلكات، المركبات، الطيران، الحركة البحرية، تعطل الأعمال والتجارة، الحياة
الظواهر المتطرفة الأخرى						
الرجوع إلى البيانات المذكورة أعلاه الخاصة بارتفاع درجات الحرارة وتزايد العواصف المدارية وتلك التي تحدث في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى	الرجوع إلى البيانات المذكورة ذات الصلة أعلاه	الرجوع إلى البيانات ذات الصلة أعلاه	البرق	آني	توزيع ومعولية الكهرباء، المستوطنات البشرية، حرائق الغابات	الحياة، الممتلكات، المركبات، الطيران، الحركة البحرية، تعطل الأعمال والتجارة
الرجوع إلى البيانات أعلاه فيما يتعلق بتزايد الأعاصير المدارية، والموسميات الصيفية الآسيوية وشدة العواصف في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى	الرجوع إلى البيانات ذات الصلة الواردة أعلاه	الرجوع إلى البيانات ذات الصلة الواردة أعلاه	عُرام المد (المرتبط بالأنواء الساحلية)، غمر السواحل	كل يوم	المناطق الساحلية، البنية الأساسية، الزراعة والصناعة، السياحة	الحياة، الحركة البحرية، الممتلكات، المحاصيل
تزايد تقلبية التهطال في فصل الموسميات الصيفية الآسيوية	غير معالجة من قبل الفريق العامل الأول	محتملة(أ)	الفيضانات ونوبات الجفاف	فصلي	الزراعة، المستوطنات البشرية	المحاصيل، الممتلكات، الصحة، الحياة

(أ) تشير الأرجحية إلى تقديرات حكمية لدرجة الثقة المستخدمة في تقرير التقييم الثالث للفريق العامل الأول: مرجح للغاية (٩٠–٩٩٪ من الاحتمالات)؛ مرجح (٦٦–٩٠٪ من الاحتمالات)؛ وما لم يبين غير ذلك فإن المعلومات الخاصة بالظواهر المناخية مستمدة من الملخص المعد لواضعي السياسات والملخص الفني. وتشير هذه الأرجحيات إلى التغيرات المرصودة والمتوقعة في الظواهر المناخية المتطرفة وأرجحية حدوثها وترد في الأعمدة الثلاثة الأولى من الجدول.

(ب) معلومات مستقاة من الفرع واو –٥ من الملخص الفني الذي وضعه الفريق العامل الأول.

(ج) التغيرات في التوزع الإقليمي للأعاصير المدارية ممكنة ولكن لم يتم إثباتها.

وستنشأ قضايا الإنصاف وعوائق التنمية إذا أصبحت المخاطر المتصلة بالطقس غير قابلة للتأمين عليها أو ارتفعت أسعار أقساط التأمين أو أصبح التأمين أو التمويل متاحاً بصورة محدودة. وهكذا فإن زيادة عدم اليقين يمكن أن تعوق التنمية. وعلى العكس من ذلك فإن من شأن زيادة توسيع نطاق الحصول على موارد التأمين والتأهب للكوارث والانتعاش منها أو النفاذ إلى تلك الموارد أن يزيد من قدرة البلدان النامية على التكيف مع تغير المناخ. كما أن بإمكان التوسع في الأخذ بمخططات التمويل الجزئي والصيرفة الإنمائية أن يكون آلية فعالة تساعد البلدان والمجتمعات المحلية النامية على التكيف. [الفقرة ٨-٣]

وقد حدد هذا التقييم للخدمات المالية بعض المجالات التي تحسنت فيها المعارف كما أنه أكد وزاد من عدد الاستنتاجات التي تم الخلوص إليها في تقرير التقييم الثاني. وسلط الأضواء كذلك على العديد من المجالات التي لابد فيها من زيادة الفهم، وخاصة تحسين تحليل الخسائر الاقتصادية من أجل تحديد عللها وتقدير الموارد المالية اللازمة في التعامل مع الأضرار الناجمة عن تغير المناخ والتكيف معه وتقييم الطرائق البديلة لاستدرار هذه الموارد والغوص في استقصاء مدى سرعة تأثر القطاع ومرونته إزاء طائفة من سيناريوهات الظواهر الجوية المتطرفة وإجراء المزيد من البحوث حول كيفية تمكن القطاع (العناصر الخاصة والعامة) من الابتكار لتلبية الزيادة المحتملة في الطلب على تمويل التكيف في البلدان المتقدمة والبلدان النامية لتفريق المخاطر الناجمة عن تغير المناخ والحد منها. [الفقرة ٨-٧]

٧-٤ صحة الإنسان

سيكون لتغير المناخ على الصعيد العالمي آثار شتى في صحة الإنسان بعضها إيجابي ولكن معظمها سلبي. ومن شأن تغير تواتر موجات الحرارة وموجات البرد، وتواتر الفيضانات ونوبات الجفاف والصورة البيانية لتلوث الهواء والعوامل الهوائية المثيرة للحساسية أن يؤثر في صحة السكان بشكل مباشر. ولتغير المناخ آثار صحية أخرى على النظم الإيكولوجية والاجتماعية. وتشمل تلك الآثار تغير نمط حدوث الأمراض المعدية وإنتاج الغذاء على الصعيد المحلي ونقص التغذية وشتى العواقب الصحية الناجمة عن نزوح السكان وتعطل الأنشطة الاقتصادية.

وهناك قرائن قليلة منشورة على أن تغيرات في الحالة الصحية للسكان قد حدثت، في الواقع، نتيجة للاتجاهات المرصودة في المناخ على مر العقود القليلة الماضية. ومن المصاعب التي تبرز من حين لآخر فيما يتعلق بتحديد هذه التأثيرات أن الأسباب الكامنة وراء حدوث معظم الاضطرابات الصحية البشرية وسياقاتها "الأساسية" الاجتماعية الاقتصادية والديمغرافية والبيئية تتغير تغيراً كبيراً بمرور الزمن.

وقد وفرت دراسات للتأثيرات الصحية المرتبطة بتقلبية المناخ على نطاق ما بين السنوات (وخاصة التأثيرات المتعلقة بدورة النينيو) دلائل على حساسية صحة الإنسان للمناخ وخاصة للأمراض التي ينقلها البعوض. ويؤدي المزج بين المعارف الحالية القائمة على البحوث والفهم النظري الحاصل ونتائج النمذجة التنبؤية إلى الخلوص إلى عدة استنتاجات بشأن التأثيرات المستقبلية لتغير المناخ في صحة المجموعات السكانية البشرية.

وإذا زاد تواتر وشدة موجات الحرارة فإن مخاطر حدوث الوفيات والأمراض الخطيرة ستزداد ولاسيما بين الفئات العمرية الطاعنة في السن وبين فقراء الحضر (ثقة عالية). وكثيراً ما تؤدي زيادة الرطوبة وتلوث الهواء في المدن إلى تفاقم الآثار الناجمة عن زيادة موجات الحرارة. ويتوقع أن تحدث أعظم الزيادات في الإجهاد الحراري في المدن الواقعة في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى إلى العليا (المعتدلة) وخاصة لدى المجموعات السكانية التي لا تتكيف طرزها المعمارية مع التغيرات الطارئة والتي لا تتاح لها فرص كثيرة فيما يتعلق بتكييف الهواء. وتشير نمذجة تأثيرات موجات الحرارة لدى المجموعات السكانية الحضرية التي تسمح بالتأقلم مع التغير، إلى أن عدداً من المدن في الولايات المتحدة الأمريكية ستشهد، في المتوسط، موت عدة مئات من الناس الآخرين كل صيف. وعلى الرغم من أن تأثير تغير المناخ في معدل الوفيات المتعلقة بالإجهاد الحراري في مدن البلدان النامية قد يكون ذا شأن فإنه لم تُجرَ سوى بحوث قليلة على هذه المجموعات السكانية. وسيؤدي ارتفاع درجات الحرارة في فصل الشتاء وتناقص عدد فترات البرد إلى تخفيض معدلات الوفيات المرتبطة بالبرد في عدد كبير من البلدان المعتدلة (ثقة عالية). وتشير دلائل محدودة إلى أن انخفاض عدد الوفيات في فصل الشتاء، في بعض البلدان المعتدلة على الأقل، سيفوق زيادة عددها في فصل الصيف (ثقة متوسطة). [الفقرة ٩-٤]

وستؤثر أية زيادات في تواتر وشدة الظواهر المتطرفة مثل العواصف والفيضانات والأعاصير تأثيراً ضاراً على صحة الإنسان عن طريق شتى السُبل. فهذه الأخطار الطبيعية يمكن أن تتسبب في خسائر مباشرة في الأرواح وفي حدوث إصابات ويمكنها أن تؤثر في الصحة بشكل غير مباشر نتيجة لفقدان المأوى ونزوح السكان وتلوث إمدادات المياه وخسارة الإنتاج

الغذائي (مما يؤدي إلى الجوع وسوء التغذية)، وتزايد مخاطر تفشي أوبئة الأمراض المعدية (بما فيها أمراض الإسهال والأمراض التنفسية)، وتضرر البنية الأساسية التي تقدم الخدمات الصحية (ثقة عالية للغاية). وإذا ازدادت الأعاصير إقليمياً فستكون لها، في أغلب الأحيان، آثار مدمرة وخاصة على المجموعات السكانية الكثيفة التي لا تملك موارد كافية. وقد كان للكوارث الكبرى المرتبطة بالمناخ، في السنوات القليلة الماضية، آثار ضارة كبرى على صحة الإنسان ومن تلك الكوارث الفيضانات التي اجتاحت الصين وبنغلاديش وأوروبا وفنزويلا وموزامبيق بالإضافة إلى إعصار ميتش الذي عصف بأمريكا الوسطى. [الفقرة ٩–٥]

وسيؤدي تغير المناخ إلى تردي جودة الهواء في المناطق الحضرية مع حدوث مشاكل فيما يتعلق بتلوث ذلك الهواء (ثقة معتدلة). ومن شأن ارتفاع درجات الحرارة (وتزايد الإشعاع فوق البنفسجي في بعض النماذج) أن يؤدي إلى تزايد تكوّن أوزون التروبوسفير وهو عنصر ملوث له آثار ضارة واضحة جداً على الصحة التنفسية. أما الآثار الناجمة عن تغير المناخ بالنسبة إلى سائر الملوثات الهوائية فأقل وضوحاً. [الفقرة ٩–٦]

ومن شأن ارتفاع درجات الحرارة والتغيرات الطارئة على التهطال وعلى تقلبية المناخ أن تؤدي إلى تغير النطاقات الجغرافية وفصلية انتقال الأمراض المعدية المحمولة بالنواقل، مما يوسع نطاق حدوث بعض الأمراض المعدية ويطيل فتراتها ومن نطاق وفترات الإصابة ببعض الأمراض الأخرى. وتنتقل الأمراض المعدية المحمولة بالنواقل عن طريق كائنات تقتات بالدم مثل البعوض والقراد. ولتظل على قيد الحياة، تعتمد هذه الكائنات، على التفاعلات المعقدة بين المناخ وبين سائر العوامل الإيكولوجية. وفي الوقت الحاضر يعيش ٤٠٪ من سكان العالم في مناطق موبوءة بالملاريا. وفي المناطق التي توجد فيها بنى تحتية محدودة أو متدنية في مجال الصحة العامة ينزع ارتفاع درجات الحرارة إلى توسيع النطاق الجغرافي لانتقال الملاريا إلى المناطق العالية الارتفاع (ثقة متوسطة إلى عالية) والمناطق ذات خطوط العرض القطبية (ثقة متوسطة إلى منخفضة). وسيؤدي ارتفاع درجات الحرارة، بالإضافة إلى الأنماط المواتية لتساقط الأمطار والمياه السطحية، إلى إطالة فصل الانتقال في بعض المواقع (ثقة عالية). ومن شأن التغيرات الطارئة على المناخ، بما فيها التغيرات التي تطرأ على تقلبيته، أن تؤثر في عدد كبير من الأمراض المعدية الأخرى المحمولة بالنواقل (مثل حُمى الضنك وداء الليشمانيات وشتى أنواع التهابات الدماغ المحمولة بالبعوض، وداء لايم والتهابات الدماغ المحمولة بالقراد) وذلك في المناطق الهامشية لنطاقات توزعها الحالية (ثقة متوسطة/عالية). أما بالنسبة لبعض الأمراض المحمولة بالنواقل في بعض المواقع فإن تغير المناخ سيؤدي إلى تخفيض انتقال الأمراض عن طريق انخفاض كميات الأمطار أو عن طريق ارتفاع درجات الحرارة على نحو يتعذر معه انتقال الأمراض (ثقة متوسطة). وتشير طائفة من النماذج الرياضية، بدرجة اتساق عالية، إلى أن سيناريوهات تغير المناخ ستؤدي، على مدى هذا القرن القادم، إلى حدوث زيادة صافية طفيفة في نسبة سكان العالم الذين يعيشون في مناطق يحتمل فيها انتقال حمى الضنك والملاريا (ثقة متوسطة إلى عالية). وسيؤدي تغير الظروف المناخية إلى زيادة معدل حدوث شتى الأمراض المعدية المنقولة بالمياه وبالأغذية. [الفقرة ٩–٧].

وقد يُحدث تغير المناخ تغيرات في البيئة البحرية من شأنها أن تبدل مخاطر التسمم بالتوكسينات البيولوجية الناجم عن الاستهلاك الآدمي للأسماك والأسماك الصدفية. ويمكن للتوكسينات البيولوجية المرتبطة بالمياه الدافئة، مثل السيغاتيرا في مياه المناطق المدارية أن توسع من نطاق وجودها ليشمل المناطق ذات خطوط العرض العليا (ثقة متوسطة). ومن شأن ارتفاع درجات حرارة سطح البحر أيضاً أن يزيد من معدل حدوث تكاثر الطحالب السامة (ثقة متوسطة) ذات العلاقات المعقدة بالتسمم البشري والتي تلحق الضرر بالبيئة وبالاقتصاد. وستؤدي التغيرات الطارئة على نوعية وكمية المياه إلى التأثير في معدل حدوث أمراض الإسهال (ثقة متوسطة). [الفقرة ٩–٨]

ويمكن أن تؤثر التغيرات التي تطرأ على إمدادات الغذاء بسبب تغير المناخ في تغذية وصحة الفقراء في بعض مناطق من العالم. وتشير الدراسات التي أجريت على تأثيرات تغير المناخ في الإنتاج الغذائي إلى أن بإمكان التأثيرات، على الصعيد العالمي، أن تكون إيجابية أو سلبية غير أن مخاطر انخفاض غلات المحاصيل الغذائية ستكون على أشدها في البلدان النامية التي يوجد فيها، حسب التقديرات، ٧٩٠ مليون من البشر المصابين بنقص التغذية في الوقت الحاضر. وستكون المجموعات السكانية التي تعيش في مناطق منعزلة ولا تتيسر لها فرص الوصول إلى الأسواق شديدة التأثر، على نحو خاص، بتناقص الإمدادات الغذائية أو بتعطلها. ويعد نقص التغذية من الأسباب الأساسية الكامنة وراء توقف النمو البدني والذهني لدى الأطفال وقلة الإنتاجية لدى البالغين والاستعداد للإصابة بالأمراض المعدية. ومن شأن تغير المناخ أن يزيد من أعداد الناس المصابين بنقص التغذية في العالم النامي (ثقة

متوسطة)، وخاصة في المناطق المدارية. [الفقرتان ٩-٩ و٥-٣]

وفي بعض الظروف قد تسبب تأثيرات تغير المناخ خللاً اجتماعياً وتدهوراً في الحالة الاقتصادية ونزوح السكان مما يؤثر في صحة الإنسان. والتأثيرات الصحية المرتبطة بنزوح السكان الناجم عن الكوارث الطبيعية أو تدهور بالغ البيئة (ثقة عالية). [الفقرة ٩-١٠]

وهناك، بالنسبة إلى كل أثر صحي ضار متوقع طائفة من خيارات التكيف الاجتماعية والمؤسسية والتكنولوجية والسلوكية التي من شأنها أن تهوّن من ذلك الأثر (انظر الجدول ٥- الجدول الفني). وبشكل عام فإن الآثار الصحية الضارة الناجمة عن تغير المناخ ستكون على أشدها لدى المجموعات السكانية السريعة التأثر والمنخفضة الدخل ومعظمها يقطن البلدان المدارية/ شبه المدارية. وهناك حاجة أساسية وعامة إلى تعزيز البنى التحتية في مجال الصحة العامة (البرامج والخدمات ونظم المراقبة) وإلى الإبقاء عليها. كما تتوقف قدرة المجتمعات المحلية المتأثرة على التكيف مع المخاطر التي تتهدد الصحة على الظروف الاجتماعية والبيئية والسياسية والاقتصادية. [الفقرة ٩-١١].

الجدول ٥- الملخص الفني : الخيارات الخاصة بالتكيف من أجل الحد من الآثار الصحية المترتبة على تغيرالمناخ

الحصيلة الصحية	الخيارات التشريعية	الخيارات الفنية	الخيارات التعليمية - الاستشارية	الخيارات الثقافية والسلوكية
الإجهاد الحراري	– مبادئ توجيهية خاصة بالبناء والإنشاء	الإسكان، المباني العامة، تخطيط المدن للحد من آثار الجزر الحرارية، تكييف الهواء	– نظم الإنذار المبكر	– الملابس، القيلولة
الظواهر الجوية المتطرفة	– سنّ قوانين للتخطيط – مبادئ توجيهية خاصة بالبناء والإنشاء – الهجرة القسرية – حوافز اقتصادية لتشجيع البناء	– تخطيط المدن – مآوٍ للحماية من العواصف	– نظم الإنذار المبكر	– استخدام مآوى الحماية من العواصف
نوعية الهواء	– ضوابط الانبعاثات – قيود على حركة السير	– تحسين النقل العمومي، تركيب محولات حفازة في السيارات، إنشاء مداخن عالية	– إنذارات بحوث التلوث	– التشارك في استخدام السيارات
الأمراض المحمولة بالنواقل		– مكافحة النواقل – التطعيم، الناموسيات المشربة بالمبيدات الحشرية – المراقبة المستدامة، برامج الوقاية والمكافحة	– التثقيف الصحي	– ممارسات تخزين المياه
الأمراض المحمولة بالمياه	– سن قوانين لحماية مستجمعات المياه – تنظيم جودة المياه	– التحري الجيني/ الجزيئي للعوامل الممرضة – تحسين معالجة المياه (المرشحات، مثلاً) – تحسين الإصحاح (المراحيض، مثلاً)	– التنبيه إلى ضرورة غلي المياه	– غسل الأيدي وما إلى ذلك من الممارسات الصحية – استخدام المراحيض الحُفرية

٥- التحليل الإقليمي

تتفاوت سرعة تأثر المجموعات السكانية والنظم الطبيعية بتغير المناخ تفاوتاً واسعاً بين الأقاليم وكل المجموعات السكانية القاطنة داخل الأقاليم. وتؤدي الاختلافات الإقليمية في المناخ المرجعي وتغير المناخ المتوقع إلى حدوث درجات مختلفة من التعرض للمُحفزات المناخية في الأقاليم كافة. وللنظم الطبيعية والاجتماعية في مختلف الأقاليم خصائص وموارد ومؤسسات متنوعة، وهي معرضة لضغوط متنوعة تزيد الاختلافات في درجة الحساسية والقدرة على التكيف. وتنشأ من هذه الاختلافات شواغل رئيسية شتى لكل إقليم من الأقاليم الكبرى في العالم. بل إن التأثيرات والقدرة التكيفية وسرعة التأثر ستتفاوت داخل الأقاليم. ونظراً لأن الدراسات المتاحة لم تستخدم مجموعة مشتركة من السيناريوهات والطرائق المناخية، ونظراً لأن أوجه عدم اليقين فيما يتعلق بحساسيات النظم الطبيعية والاجتماعية وقدرتها على التكيف، فإن تقييم سرعة التأثر السريع على المستوى الإقليمي يعتبر تقييماً نوعياً بالضرورة.

٥-١ أفريقيا

تعتبر أفريقيا على درجة عالية من سرعة التأثر بتغير المناخ. وتتعلق التأثيرات التي تهمُّ أفريقيا، بوجه خاص، بموارد المياه، وإنتاج الأغذية، وصحة الإنسان، والتصحر، والمناطق الساحلية، وخصوصاً فيما يتعلق بالظواهر المتطرفة. ذلك أن تآزر استخدام الأراضي وتغير المناخ سيسهم في استفحال التصحر. ويظهر الشكل ٦ الملخص الفني تأثيرات رئيسية مختارة في أفريقيا.

٥-١-١ موارد المياه

تعتبر موارد المياه مجالاً رئيسياً من المجالات السريعة التأثر في أفريقيا، مما يؤثر على إمدادات المياه للاستخدام المنزلي، وللزراعة والصناعة. وفي أحواض الأنهار المشتركة يؤدي إبرام بروتوكولات للتعاون الإقليمي إلى تقليل التأثيرات الضارة واحتمالات نشوب نزاعات. وتبين الاتجاهات في توافر المياه في أفريقيا للفرد الواحد على الصعيد الإقليمي طوال نصف القرن الماضي أن توافر المياه قد تناقص بنسبة ٧٥ في المائة. ورغم أن العقدين الماضيين شهدا انخفاضات في تدفقات الأنهار، وخصوصاً في غرب أفريقيا جنوبي الصحراء الكبرى، فإن هذا الاتجاه يعكس أساساً التأثير الذي أحدثه النمو السكاني – الذي تضاعف أربع مرات في معظم البلدان في نفس الفترة. فالنمو السكاني وتدهور نوعية المياه يعتبران خطرين هامين يهددان الأمن المائي في كثير من ربوع أفريقيا، ومن المحتمل أن يؤدي تلازم الزيادات السكانية المستمرة وتأثيرات الاحترار العالمي إلى تفاقم ندرة المياه في الأقاليم شبه الرطبة في أفريقيا.

وتعتبر أفريقيا هي القارة التي تشهد أدنى عامل تحويل التهطال إلى جريان سطحي، حيث يصل في المتوسط إلى ١٥ في المائة. ورغم أن المنطقة الاستوائية والمناطق الساحلية في الشرق والجنوب الأفريقي تعتبر رطبة، فإن بقية القارة تعتبر جافة إلى شبه رطبة إلى قاحلة. وسيكون التأثير السائد للاحترار العالمي متمثلاً في انخفاض في رطوبة التربة في المناطق شبه الرطبة وفي انخفاض الجريان السطحي. وتشير الاتجاهات الحالية في أحواض الأنهار الكبرى إلى تناقص الجريان السطحي بحوالى ١٧ في المائة عما كان عليه في العقد الماضي.

وقد وظف معظم بلدان أفريقيا استثمارات كبيرة في مرافق الطاقة الكهرمائية لدعم أساس التنمية الاقتصادية. ويبين التخزين في خزانات المياه حساسية ملحوظة للتباينات في الجريان السطحي وفترات الجفاف. كما بلغ التخزين في البحيرات والسدود الكبرى مستويات حرجة، تهدد بالخطر النشاط الصناعي. فالنتائج النموذجية وبعض الخزانات والبحيرات تشير إلى أن الاحترار العالمي سوف يزيد تواتر حدوث مثل هذا التخزين المنخفض نتيجة لظروف الفيضان أو الجفاف المتصلة بظاهرة النينيو – التذبذب الجنوبي (ENSO) [الفقرة ١٠-٢-١]

٥-١-٢ الأمن الغذائي

هناك توافق آراء على نطاق واسع بأن تغير المناخ سوف يؤدي إلى تفاقم الأمن الغذائي، وأساساً من خلال تزايد الحالات المتطرفة والتحولات الزمنية/ المكانية. وتشهد القارة الأفريقية فعلاً عجزاً كبيراً في إنتاج الأغذية في كثير من المناطق، وسيكون التدهور المحتمل في رطوبة التربة عبئاً إضافياً. كما تعتبر البلدان التي لا تنعم بالأمن الغذائي معرضة بدرجة أكبر لخطر التأثيرات الضارة التي ستنجم عن تغير المناخ. وتقدم مصايد الأسماك في المناطق الداخلية والبحرية إسهاماً كبيراً في مقدار ما يتناوله الناس من البروتين في كثير من البلدان الأفريقية. ونتيجة للإجهاد المائي وتدهور الأراضي، سوف تصبح مصايد الأسماك في المناطق الداخلية أكثر عرضة للجفاف المتكرر وإتلاف الموئل. ومن المحتمل أن يحدث احترار المحيطات تأثيراته على مصايد الأسماك البحرية الساحلية. [الفقرة ١٠-٢-٢]



الشكل ٦- الملخص الفني: تأثيرات رئيسية مختارة بالنسبة لأفريقيا

٥-١-٣ إدارة الموارد الطبيعية والتنوع الأحيائي

مع تغير المناخ قد تتسارع عملية فقدان التنوع الأحيائي بشكل لا عودة فيه. ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى تحولات جذرية في المناطق الأحيائية الغنية بالتنوع الأحيائي مثل منطقة كارو النضرة في جنوب أفريقيا، ويؤدي إلى خسائر كثيرة في الأنواع في مناطق أحيائية أخرى. وربما تؤدي التغيرات في تكرر حدوث حرائق الغطاء النباتي وشدتها ومداها وتعديل الموئل بسبب تغير في استخدام الأراضي إلى إبطال عمليات التكيف الطبيعية كما تؤدي إلى انقراض بعض الأنواع. فالتغيرات في النظم الإيكولوجية سوف تؤثر على إمدادات المياه وحطب الوقود وخدمات أخرى. [الفقرة ١٠-٢-٣-٢]

٥-١-٤ صحة الإنسان

ستكون للتغيرات في درجة الحرارة وكمية الأمطار تأثيرات سلبية كثيرة على صحة الإنسان. وسوف تعمل الزيادات في درجات الحرارة على توسيع نطاق موائل نواقل الأمراض. وحيثما تكون البنية الأساسية الصحية غير وافية سوف ينجم عن نوبات الجفاف والفيضانات تزايد الإصابة بالأمراض المحمولة بالمياه. ويمكن أن يؤدي تزايد سقوط الأمطار إلى تزايد انتشار حمى وادي الصدع. كما أن رداءة المرافق الصحية في الأماكن الحضرية وتزايد درجات الحرارة في المياه الساحلية يمكن أن يسهما في استفحال أوبئة الكوليرا. [الفقرتان ١٠-٢-٤-١، ١٠-٢-٤-٤]

٥–١–٥ المستوطنات والبنية الأساسية

رغم أن البنية التحتية الأساسية اللازمة للتنمية – النقل والاسكان والخدمات – غير وافية في كثير من الحالات، فإنها مع ذلك تمثل استثماراً كبيراً من جانب الحكومات. فحدوث زيادة في تكرر وقوع الفيضانات المدمرة، وموجات الحرارة والعواصف الترابية والزوابع الشديدة والظواهر المتطرفة الأخرى يمكن أن يتسبب في تدهور سلامة هذه البنية الأساسية البالغة الأهمية بمعدلات لا تستطيع أن تتحملها الاقتصادات، مما يؤدي إلى تدهور خطير في نظم تنفيذ الخدمات الاجتماعية والصحية والاقتصادية. وهذه الحالة سوف تعرض الرفاه العام للإنسان لخطر كبير. [الفقرة ١٠–٢–٥–٣]

إن ارتفاع سطح البحر، وتآكل السواحل واقتحام المياه المالحة وإغراق الفيضان ستكون لها تأثيرات هامة على المجتمعات المحلية والاقتصادات الأفريقية. فمعظم المدن الكبرى في أفريقيا تقع على طول السواحل وتعتبر سريعة التأثر بدرجة عالية بالظواهر المتطرفة وارتفاع مستوى سطح البحر وتآكل السواحل بسبب عدم كفاية التخطيط العمراني المادي وتزايد الانجراف في التيار الحضري. فالتوسع غير المدروس والسريع يحتمل أن يهيئ جموعاً غفيرة من السكان للإصابة بالأمراض المعدية من عوامل ذات صلة بالمناخ مثل الفيضانات. [الفقرة ١٠–٢–٥–٢]

٥–١–٦ التصحر

إن تبدل الأنماط المكانية والزمانية في درجة الحرارة وسقوط الأمطار والإشعاع الشمسي والرياح بسبب تغير المناخ سوف تعمل على استفحال التصحر. فالتصحر خطر بالغ يهدد إدارة الموارد المستدامة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والمناطق شبه الرطبة الجافة في أفريقيا، مما يقوض الأمن الغذائي والأمن المائي. [الفقرة ١٠–٢–٦]

٥–١–٧ القدرة على التكيف

نظراً لتنوع المعوقات التي تواجه كثيراً من الدول، فإن القدرة الشاملة لأفريقيا على التكيف مع تغير المناخ تعتبر حالياً منخفضة جداً. فخطط العمل الوطنية التي تنطوي على تغييرات طويلة الأجل وتتبع استراتيجيات زلا يُندم عليهاس يمكن أن تزيد قدرة المنطقة على التكيف. فالتنبؤ الفصلي، على سبيل المثال، بالربط ما بين درجات حرارة سطح البحر بانتشار الأمراض الخطيرة – تعتبر استراتيجية تكيفية واعدة تساعد على إنقاذ الأرواح. ومن غير المحتمل أن تكون التكنولوجيات والنهج الحالية، وخصوصاً في الزراعة والمياه وافية لتلبية المطالب المتوقعة، وستكون تقلبية المناخ الزائدة إجهاداً إضافياً. ومن غير المحتمل أن تتوافر لدى البلدان الأفريقية بمفردها موارد كافية للاستجابة بشكل ناجع.

ويتيح تغير المناخ أيضاً بعض الفرص. فعمليات التكيف مع تغير المناخ العالمي، بما في ذلك نقل التكنولوجيا وتنحية أيونات الكربون، تتيح مسارات جديدة للتنمية يمكن أن تستفيد من موارد أفريقيا وطاقاتها البشرية. ويتزايد بالفعل الآن التعاون الإقليمي في مجالات العلوم وإدارة الموارد والتنمية، كما أن النفاذ إلى الأسواق الدولية سوف يؤدي إلى تنويع الاقتصادات وزيادة الأمن الغذائي.

ويتسم هذا التقييم لسرعة التأثر بتغير المناخ بعدم اليقين. فتنوع المناخات الأفريقية، ودرجة التقلبية العالية في سقوط الأمطار، ووجود شبكة رصد متناثرة تجعل التكهنات بتغير المناخ في المستقبل أمراً صعباً على المستوى دون الإقليمي والمحلي. ويعتبر التعرض وسرعة التأثر بتغيرات المناخ أمراً راسخاً جداً. كما أن الحساسية للتفاوتات المناخية راسخة ولكنها غير مكتملة. بيد أن عدم اليقين بشأن أحوال المستقبل يعني أن هناك ثقة منخفضة في التكاليف المتوقعة لتغير المناخ. ويستطيع هذا التقييم أن ينشئ الإطار اللازم للدول كل على حدة لكي تبدأ في وضع منهجيات لتقدير هذه التكاليف، بناء على الظروف الخاصة بكل منها.

٥–٢ آسيا

سوف يفرض تغير المناخ إجهاداً كبيراً على الموارد في جميع أنحاء المنطقة الآسيوية. فآسيا يقطنها ما يزيد على ٦٠ في المائة من سكان العالم؛ والموارد الطبيعية تتعرض بالفعل لإجهاد، كما تتسم مرونة معظم القطاعات في آسيا في مواجهة تغير المناخ بالضعف. فكثير من البلدان يعتمد من الناحية الاجتماعية الاقتصادية على الموارد الطبيعية مثل المياه والغابات والمراعي والمروج المعشوشبة ومصايد الأسماك. فحجم التغيرات في المتغيرات المناخية قد يختلف بدرجة كبيرة عبر المناطق الفرعية والبلدان الآسيوية. ويبين الجدول ٦ الملخص الفني، الحساسية بسبب تغير المناخ لدى بضعة قطاعات سريعة التأثر في آسيا وتأثيرات هذه الحدود. وسرعة تأثر المنطقة بتغير المناخ مدونة في الجدول ٧ – الملخص الفني، فيما يتعلق بفئات مختارة من المناطق/ القضايا.

الجدول ٦ – الملخص الفني – حساسية مناطق آسيوية مختارة لتغير المناخ

تغير في العناصر المناخية وارتفاع مستوى سطح البحر	المنطقة السريعة التأثر	التغير الأولي	التأثيرات الأولية	التأثيرات الثانوية
٠٫٥ – ٢ س (١٠ إلى ٤٥ سم ارتفاع في مستوى سطح البحر	بنغلاديش سونداربانز	– إغراق حوالي ١٥ في المائة (~ 750 كم٢) – زيادة في درجة الملوحة	– فقدان أنواع نباتية – فقدان أنواع من الحياة البرية	– خسارة اقتصادية – استفحال عدم الأمن وفقدان الوظائف
٤س (+١٠ في المائة كمية الأمطار)	تربة صقيعية في سيبيريا	– انخفاض مساحة التربة الصقيعية – تحرك في الحد الجنوبي للتربة الصقيعية في سيبيريا بمقدار ~ 100-200 كم شمالاً	– تغير في صلابة الصخور – تغير في قدرة التربة على التحمل – تغير في قابلية انضغاط الصخور المتجمدة – التآكل الحراري	– آثار على صناعات التشييد والبناء – آثار على صناعة التعدين – آثار على التنمية الزراعية
پ٣ س (پ+٢٠ في المائة كمية الأمطار)	موارد المياه في كازاخستان	– تغير في الجريان السطحي	– زيادة في فيضانات الشتاء – نقصان في معدلات الانسياب في الصيف	– خطورة على الأرواح والممتلكات – إجهاد مائي في الصيف
–٢ س (–٥ إلى ١٠ في المائة من كمية الأمطار؛ ارتفاع مستوى سطح البحر) بمقدار ٤٥ سنتيمتراً	الأراضي الواطئة في بنغلاديش	– نحو ٢٣–٢٩ في المائة زيادة في مدى الإغراق	– تغير في فئة عمق الفيضان – تغير في نمط زراعة محصول الأرز الموسمي	– خطورة على الأرواح والممتلكات – تزايد المشاكل الصحية – نقص في غلة محصول الأرز

٥–٢–١ الزراعة والأمن الغذائي

إن عدم الشعور بالأمن الغذائي يبدو أنه الشاغل الرئيسي لآسيا. فإنتاج المحاصيل وتربية المائيات سوف يهددهما الإجهاد الحراري والإجهاد المائي، وارتفاع مستوى سطح البحر، وتزايد الفيضان، والرياح الشديدة التي تصاحبها الأعاصير المدارية الشديدة (ثقة عالية). وبوجه عام، من المتوقع أن تشهد مناطق تقع في المناطق ذات خطوط العرض المتوسطة والعالية زيادات في غلات المحاصيل؛ أما الغلات في المناطق ذات خطوط الطول المنخفضة فسوف تتناقص. وسوف تؤدي استطالة فترة فصل الصيف إلى تحرك حد النظام الإيكولوجي الزراعي صوب الشمال في شمال آسيا ويؤدي إلى زيادة إجمالية في إنتاجية الزراعة (ثقة متوسطة). وسوف تؤثر تقلبية المناخ وتغيره أيضاً في المواعيد الزمنية لموسم الحصاد وكذلك في مدة زراعة المحصول وفترة نموه. وفي الصين، من المتوقع أن تنخفض غلات عديد من المحاصيل الرئيسية نتيجة لتغير المناخ.

فالنقص الشديد في المياه مصحوباً بالإجهاد الحراري لابد وأن يؤثر تأثيراً ضاراً على القمح ويؤثر بشكل أشد على إنتاجية الأرز في الهند حتى في ظل الآثار الإيجابية لتزايد ثاني أكسيد الكربون في المستقبل. ويمكن لأمراض المحاصيل مثل تبقع القمح وحُباط الأرز وندوة الغمد والساق في نبات الأرز أن تصبح أوسع انتشاراً في المناطق المدارية والمعتدلة المناخ في آسيا إذا ما أصبح المناخ أكثر حرارة ورطوبة. وقد تشمل تدابير التكيف الرامية إلى الحد من الآثار السلبية لتقلبية المناخ تغير مواعيد الحصاد للاستفادة من الفترة الرطبة ولتفادي ظواهر الطقس المتطرفة (مثل الأعاصير، والرياح الشديدة) أثناء موسم الزراعة. [الفقرة ١١-٢-٢-١]

وتهيمن آسيا على تربية المائيات، حيث تنتج نسبة ٨٠ في المائة من جميع ما يُنتج من أسماك وجمبري ومحاريات. ويتعرض كثير من المائيات الطليقة لإجهاد نتيجة للاستغلال المفرط، وسحب شبكات الصيد عبر قاع البحر، ونتيجة للتنمية الساحلية والتلوث من أنشطة في المناطق البرية. وعلاوة على ذلك، فإن الإنتاجية البحرية تأثرت بدرجة كبيرة بسبب تنقل الأحياء العالقة، مثل التنقل الموسمي لأسماك السردين في بحر اليابان، استجابة لتغيرات درجات الحرارة الحادثة أثناء ظاهرة النينيو/ التذبذب الجنوبي. وتهب العواصف والأعاصير من حين لآخر على الشريط الساحلي فتضيف أحمالاً من الرواسب إلى المياه الساحلية. ويتطلب الأمر المحافظة الفعالة والإدارة المستدامة لمصايد الأسماك البحرية والبرية على المستوى الإقليمي وذلك ليتسنى للموارد المائية الحية أن تبقى لتلبية الحاجات الغذائية الإقليمية والوطنية. [الفقرة ١١-٢-٤-٤]

٥-٢-٢ النظم البيئية والتنوع الأحيائي

يعمل تغير المناخ على تفاقم الأخطار الحالية التي تهدد التنوع الأحيائي، والتي تنجم من استعمال الأراضي/ تغير الغطاء وضغط السكان في آسيا (ثقة متوسطة). وتتزايد الأخطار التي تهدد المجموعات الغنية من الأنواع الحية في آسيا. ويتعرض للخطر ما يبلغ ١٢٥٠ نوعاً من أنواع النباتات الراقية البالغ عددها ١٥ ٠٠٠ نوع في الهند. وهناك اتجاهات مماثلة تبدو واضحة في الصين وماليزيا وميانمار وتايلند. ومن المحتمل أن تفنى أنواع كثيرة وجماعات كبيرة من أنواع أخرى عديدة في آسيا نتيجة لتآزر آثار تغير المناخ وتجزئة الموئل. ففي النظم الإيكولوجية الصحراوية، قد ينجم عن زيادة حدوث نوبات الجفاف انخفاض في الكلأ المحلي حول الواحات، مما يؤدي إلى وفاة قطعان كثيرة من حيوانات المنطقة المحلية، ويعرض للخطر بقاء هذه الحيوانات. ومع ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار متر واحد، سوف تختفي تماماً جزيرة السوندربانز (أكبر النظم الإيكولوجية لأشجار المانغروف في بنغلاديش. [الفقرتان ١١-٢-١، ١١-٢-١-٦]

وسيؤدي تدهور التربة الصقيعية نتيجة للاحترار العالمي إلى زيادة سرعة تأثر كثير من القطاعات المعتمدة على المناخ، مما يؤثر على الاقتصاد في شمال آسيا (ثقة متوسطة). فالبيانات المعلنة عن الاحترار في خطوط العرض العالية في نصف الكرة الأرضية الشمالي يمكن أن تؤدي إلى ترقيق أو اختفاء التربة الصقيعية في الأماكن التي توجد بها الآن. فالانكماش الواسع النطاق في منطقة التربة الصقيعية في شمال آسيا شيء محتمل. وتحرك الحد الجنوبي للمنطقة المتشتتة صوب القطب يعتبر شيئاً محتملاً في منغوليا وشمال شرق الصين. كما أن الحد الفاصل بين مناطق التربة الصقيعية المتواصلة وغير المتواصلة (المتقطعة أو الفصلية) على هضبة التبت يحتمل أن يتنقل صوب وسط الهضبة على طول الحدود الشرقية والغربية. [الفقرة ١١-٢-١-٥]

وتكرر نشوب حرائق الغابات من المتوقع أن يزداد في شمال آسيا (ثقة متوسطة). فارتفاع درجة حرارة الهواء السطحي، وخصوصاً أثناء الصيف، قد توجد ظروفاً مواتية لهبوب العواصف الرعدية وما يصاحبها من برق، مما يمكن أن يحدث حرائق الغابات في الغابات الشمالية في كثير من الأحيان. ومن المتوقع أن تنشب حرائق في الغابات بشكل متكرر أكثر في البقاع الشمالية من شمال آسيا نتيجة للاحترار العالمي. [الفقرة ١١-٢-١-٣]

٥-٢-٣ الموارد المائية

من المتوقع أن يصبح توافر المياه العذبة متأثراً بدرجة عالية بتغير المناخ المتوقع (ثقة عالية). وسوف تبدو زيادات في الجريان المائي السطحي أثناء فترات الشتاء والصيف في شمال آسيا (ثقة متوسطة). كما أن البلدان التي يزيد فيها استعمال المياه بأكثر من ٢٠ في المائة من إجمالي الموارد المائية الكامنة المتاحة، من المتوقع أن تشهد إجهاداً مائياً شديداً أثناء فترات الجفاف. ومن المتوقع أن يتناقص الجريان السطحي بشكل جذري في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في آسيا في ظل سيناريوهات تغيرات المناخ المتوقعة. ومن المحتمل أن يؤدي تغير المناخ إلى تغير حجم تدفق المجاري المائية وكذلك التوزيع الزمني لتدفقات المجاري المائية طوال العام. ومع زيادة بمقدار ٢س في درجة حرارة الهواء مصحوبة بانخفاض يتراوح بين ٥-١٠ في المائة في التهطال أثناء الصيف، سوف ينخفض الجريان السطحي في كازاخستان بدرجة كبيرة، مما يؤدي إلى حدوث آثار خطيرة على الزراعة وقطعان الماشية. وسوف تصبح المياه سلعة شحيحة في كثير من بلدان جنوب وجنوب شرق آسيا، وخصوصاً حيثما يوجد الحد الأدنى من مرافق الخزانات اللازمة لخزن المياه من أجل الري. وسيسفر تزايد السكان وتركز جموع السكان في المناطق الحضرية عن ممارسة ضغوط متزايدة على توافر المياه ونوعية المياه. [الفقرة ١١-٢-٣-١]

الجدول ٧ – الملخص الفني: سرعة تأثر القطاعات الرئيسية بتأثيرات تغيرات المناخ بالنسبة لمناطق فرعية مختارة في آسيا. ويرد في الباب ١–٤ من الملخص الفني شرح يوضح ترتيب مستويات الثقة.

الأقاليم	الغذاء والألياف	التنوع الأحيائي	الموارد المائية	النظم الإيكولوجية الساحلية	صحة الإنسان	المستوطنات
شمالي آسيا	مرن بدرجة طفيفة ××××	سريع التأثر بدرجة عالية ×××	مرن بدرجة طفيفة ×××	مرن بدرجة طفيفة ××	متأثرة بدرجة معتدلة ××	متأثرة بدرجة طفيفة أو غير متأثرة ×××
المناطق القاحلة وشبه القاحلة في آسيا						
– آسيا الوسطى	سريع التأثر بدرجة عالية ××××	متأثر بدرجة معتدلة ××	سريعة التأثر بدرجة عالية ××××	متأثرة بدرجة معتدلة ××	متأثرة بدرجة معتدلة ×××	متأثرة بدرجة معتدلة ×××
– هضبة التبت	متأثر بدرجة طفيفة أو غير متأثر ××	سريع التأثر بدرجة عالية ×××	متأثرة بدرجة معتدلة ××	لا ينطبق	لا تتوفر معلومات	لا تتوفر معلومات
المناطق المعتدلة المناخ في آسيا	سريع التأثر بدرجة عالية ××××	متأثر بدرجة معتدلة ×××	سريعة التأثر بدرجة عالية ××××	سريعة التأثر بدرجة عالية ××××	سريعة التأثر بدرجة عالية ×××	سريع التأثر بدرجة عالية ××××
آسيا المدارية						
– جنوب آسيا	سريع التأثر بدرجة عالية ××××	سريع التأثر بدرجة عالية ×××	سريعة التأثر بدرجة عالية ××××	سريعة التأثر بدرجة عالية ××××	متأثرة بدرجة معتدلة ×××	سريع التأثر بدرجة عالية ×××
– جنوب شرق آسيا	سريع التأثر بدرجة عالية ××××	سريع التأثر بدرجة عالية ×××	سريعة التأثر بدرجة عالية ××××	سريعة التأثر بدرجة عالية ××××	متأثرة بدرجة معتدلة ×××	سريع التأثر بدرجة عالية ×××

٥–٢–٤ الظواهر الجوية المتطرفة

البلدان النامية في المناطق المعتدلة والمدارية في آسيا أصبحت بالفعل سريعة التأثر تماماً بالظواهر المناخية المتطرفة مثل أعاصير التيفون وغيره من الأعاصير ونوبات الجفاف والفيضانات. ومن شأن تغير المناخ وتقلبيته أن يؤدي إلى استفحال حالات سرعة التأثر (ثقة عالية). ومن المعروف أن ظواهر الطقس المتطرفة تسبب آثاراً ضارة في مناطق منفصلة

ومتباعدة في آسيا. وهناك بعض دلائل تشير إلى حدوث زيادات في شدة أو تواتر حدوث بعض هذه الظواهر المتطرفة على نطاقات إقليمية طوال القرن العشرين. [الفقرات ١١-١-٢-٢، ١١-١-٢-٣، ١١-٤-١]

تزايد شدة التهطال، وخصوصاً أثناء الرياح الموسمية الصيفية، يمكن أن يزيد المناطق المعرضة للفيضان في المناطق المعتدلة والمدارية في آسيا. وهناك احتمال لوجود أحوال أكثر جفافاً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في آسيا أثناء الصيف، وهو ما يمكن أن يؤدي إلى مزيد من نوبات الجفاف الشديد (ثقة متوسطة). وقد شهد كثير من البلدان في المناطق المعتدلة والمدارية من آسيا نوبات جفاف شديد وفيضانات غزيرة بشكل متكرر في القرن العشرين. ومن المحتمل أن تصبح الفيضانات السريعة أكثر تكراراً في كثير من الأقاليم المعتدلة والمدارية في آسيا في المستقبل. ومن المتوقع حدوث نقصان في فترة المعاودة فيما يتعلق بظواهر التهطال المتطرفة وإمكانية حدوث فيضانات بشكل متكرر في بقاع من الهند ونيبال وبنغلاديش. [الفقرات ١١-١-٣-٣، ١١-٢-٢-٢، ١١-١-٢-٣، ١١-٤-١]

وتحويل أراضي الغابات إلى أراض لزراعة المحاصيل والرعي يعتبر فعلاً قوة دافعة رئيسية تؤدي إلى فقدان الغابات في المناطق المدارية والمعتدلة في البلدان الآسيوية. ومع زيادة تكرر حدوث الفيضانات ونوبات الجفاف، سيكون لهذه الأفعال تأثيرات بعيدة المدى على البيئة (على سبيل المثال تآكل التربة، وافتقاد خصوبة التربة، وافتقاد التقلبية الجينية في المحاصيل، ونضوب الموارد المائية). [الفقرة ١١-١-٤-١]

ومازالت الأعاصير المدارية وعرام العواصف تحدث خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات في الهند وبنغلاديش. وسوف يؤدي اشتداد الأعاصير مصحوبة بارتفاع مستوى سطح البحر إلى مزيد من الخسائر في الأرواح والممتلكات في المناطق الساحلية الواطئة في البلدان المعرضة للأعاصير في آسيا (ثقة متوسطة). وستكون للزيادة المتوقعة في تواتر وشدة الحالات المناخية المتطرفة آثار محتملة هامة على نمو المحاصيل والإنتاج الزراعي وكذلك الآثار الاقتصادية والبيئية الهامة (على سبيل المثال، السياحة، النقل). [الفقرات ١١-٢-٤-٥، ١١-٢-٦-٣، ١١-٣]

ويدعو الأمر إلى اتخاذ طائفة عريضة من التدابير الوقائية على المستويين الإقليمي والوطني، ومن بينها الوعي وتقبل عوامل الخطورة بين المجتمعات الإقليمية، وذلك لتجنب أو لتخفيف تأثيرات الكوارث المصاحبة لحالات الطقس الأكثر تطرفاً على الهياكل الاقتصادية والاجتماعية للبلدان الواقعة في المناطق المعتدلة والمدارية في آسيا. [الفقرة ١١-٣-٢]

٥-٢-٥ دلتات الأنهار والمناطق الساحلية

سوف تُغمر بالمياه دلتات الأنهار الكبيرة والمناطق الساحلية الواطئة في آسيا بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر (ثقة عالية). فأنواع الإجهاد المتصلة بالمناخ في المناطق الساحلية تشمل فقدان أراض زراعية وتملّح الأراضي الزراعية نتيجة للتغير في مستوى سطح البحر والتواتر المتغير للأعاصير المدارية مع شدتها. وتبين تقديرات الفقدان المحتمل من الأراضي نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر والخطورة على نزوح السكان المعروضة في الجدول ٨- الملخص الفني مدى ضخامة المسألة بالنسبة للمناطق الواطئة الرئيسية في آسيا الساحلية. وحالياً، فإن التآكل الساحلي للشواطئ الساحلية الطينية في آسيا لا يحدث بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر؛ إذ إن هذا يحدث إلى حد كبير بسبب الرواسب العالقة المحمولة سنوياً عن طريق الأنهار والمنقولة إلى المحيط بسبب أنشطة الإنسان وتطور دلتات الأنهار. وهذه الأفعال يمكن أن تجعل تأثيرات تغير المناخ أكثر وخامة في الأقاليم الساحلية في آسيا. [الفقرة ١١-٢-٤-٢]

٥-٢-٦ صحة الإنسان

تعمل الأحوال التي يشوبها مزيد من الاحترار والرطوبة على زيادة احتمال الإصابة بدرجة أكبر بالأمراض المعدية وذات الصلة بالحرارة في المناطق المدارية والمعتدلة في آسيا (ثقة متوسطة). فارتفاع درجة حرارة الهواء السطحي والتغيرات في التهطال في آسيا سيكون لها آثار ضارة على صحة الإنسان. ورغم أن الاحترار سوف يسفر عن انخفاض في وفيات فترة الشتاء في البلدان المعتدلة، فلربما يحدث المزيد في تواتر الإجهاد الحراري ومدته وخصوصاً في الحواضر الكبرى أثناء الصيف. كما أن الاحترار العالمي سوف يزيد الإصابة بالأمراض التنفسية والقلبية في بقاع من المناطق القاحلة وشبه القاحلة في آسيا وكذلك المناطق المعتدلة والمدارية في آسيا. ويمكن أن تؤدي التغيرات في درجة الحرارة البيئية والتهطال إلى انتشار الأمراض المحمولة بالنواقل إلى المناطق المعتدلة والقاحلة في آسيا. ويمكن لانتشار الأمراض المحمولة بالنواقل إلى خطوط عرض نحو الشمال أن يشكل تهديداً خطيراً على صحة الإنسان. وزيادة درجات حرارة سطح البحر على طول الخطوط الساحلية الآسيوية سيدعم تفشي النواقل النباتية. وفي هذه النواقل النباتية مواطن للأمراض البكتيرية المعدية. والأمراض المنقولة عن طريق المياه – ومن بينها الكوليرا ومجموعة أمراض الإسهال التي تسببها كائنات عضوية مثل الجيارديات (Giardia) والسالمونيلا وخفية الأبواغ - (cryptosporidium) يمكن أن تصبح أكثر انتشاراً في كثير من بلدان جنوب آسيا في حالة وجود مناخ أكثر حرارة. [الفقرات ١١-٢-٥-١، ١١-٢-٥-٢، ١١-٢-٥-٤]

الجدول ٨ – الملخص الفني: الفقدان المحتمل من الأراضي والسكان المعرضون في البلدان الآسيوية فيما يتعلق بمقادير مختارة من ارتفاع مستوى سطح البحر، مع افتراض عدم حدوث تكيف

البلد	ارتفاع مستوى سطح البحر (سم)	الفقدان المحتمل من الأراضي (كم٢)	السكان المعرضون (في المائة)	السكان المعرضون (مليون)	السكان المعرضون (في المائة)
بنغلاديش	٤٥	١٥ ٦٦٨	١٠ر٩	٥ر٥	٥ر٠
	١٠٠	٢٩ ٨٤٦	٢٠ر٧	١٤ر٨	١٣ر٥
الهند	١٠٠	٥ ٧٦٣	٠ر٤	٧ر١	٠ر٨
اندونيسيا	٦٠	٣٤ ٠٠٠	١ر٩	٢ر٠	١ر١
اليابان	٥٠	١ ٤١٢	٠ر٤	٢ر٩	٢ر٣
ماليزيا	١٠٠	٧ ٠٠٠	٢ر١	پ٠ر٠٥	پ٠ر٣
باكستان	٢٠	١ ٧٠٠	٠ر٢	غ م	غ م
فييت نام	١٠٠	٤٠ ٠٠٠	١٢ر١	١٧ر١	٢٣ر١

غ م: غير متاح

٥–٢–٦ صحة الإنسان

تعمل الأحوال التي يشوبها مزيد من الاحترار والرطوبة على زيادة احتمال الإصابة بدرجة أكبر بالأمراض المعدية وذات الصلة بالحرارة في المناطق المدارية والمعتدلة في آسيا (ثقة متوسطة). فارتفاع درجة حرارة الهواء السطحي والتغيرات في التهطال في آسيا سيكون لها آثار ضارة على صحة الإنسان. ورغم أن الاحترار سوف يسفر عن انخفاض في وفيات فترة الشتاء في البلدان المعتدلة، فلربما يحدث المزيد في تواتر الإجهاد الحراري ومدته وخصوصاً في الحواضر الكبرى أثناء الصيف. كما أن الاحترار العالمي سوف يزيد الإصابة بالأمراض التنفسية والقلبية في بقاع من المناطق القاحلة وشبه القاحلة في آسيا وكذلك المناطق المعتدلة والمدارية في آسيا. ويمكن أن تؤدي التغيرات في درجة الحرارة البيئية والتهطال إلى انتشار الأمراض المحمولة بالنواقل إلى المناطق المعتدلة والقاحلة في آسيا. ويمكن لانتشار الأمراض المحمولة بالنواقل إلى خطوط عرض نحو الشمال أن يشكل تهديداً خطيراً على صحة الإنسان. وزيادة درجات حرارة سطح البحر على طول الخطوط الساحلية الآسيوية سيدعم تفشي النواقل النباتية. وفي هذه النواقل النباتية مواطن للأمراض البكتيرية المعدية. والأمراض المنقولة عن طريق المياه – ومن بينها الكوليرا ومجموعة أمراض الإسهال التي تسببها كائنات عضوية مثل الجيارديات (Giardia) والسالمونيلا وخفية الأبواغ - (cryptosporidium) يمكن أن تصبح أكثر انتشاراً في كثير من بلدان جنوب آسيا في حالة وجود مناخ أكثر حرارة. [الفقرات ١١–٢–٥–١، ١١–٢–٥–٢، ١١–٢–٥–٤]

٥–٢–٧ القدرة على التكيف

يتوقف التكيف مع تغير المناخ في البلدان الآسيوية على مدى تحمل التدابير التكيفية والنفاذ إلى التكنولوجيا والمعوقات الطبيعية الحيوية مثل توافر موارد الأراضي والمياه وخواص التربة والتنوع الجيني من أجل إنبات المحاصيل (على سبيل المثال التطوير الحاسم لأصناف مستنبتة من الأرز المقاوم للحرارة)، والطبوغرافيا. وتواجه معظم البلدان النامية في آسيا زيادة في السكان، وانتشار عملية التحضر وافتقاد الموارد المائية الكافية، والتلوث البيئي، وهي تعرقل الأنشطة الاجتماعية الاقتصادية. ويتعين على هذه البلدان فردياً وجماعياً أن تقيّم المبادلات ما بين إجراءات تغير المناخ والاحتياجات الأقرب عهداً (مثل الجوع، وتلوث الهواء والماء والطلب على الطاقة). ويتعين وضع استراتيجيات للمواجهة بالنسبة لثلاثة قطاعات حاسمة: موارد الأرض والموارد المائية وإنتاجية الأغذية. وبوسع تدابير التكيف التي ترمي إلى توقع الآثار المحتملة لتغير المناخ أن تساعد على مقابلة كثير من الآثار السلبية. [الفقرة ١١–٣–١]

٥-٣ استراليا ونيوزيلندا

يمتد إقليم استراليا/ نيوزيلندا فوق المناطق المدارية وخطوط العرض المتوسطة وتسوده مناخات ونظم إيكولوجية متنوعة، من بينها الصحارى والغابات المطيرة والشعب المرجانية ومناطق الجبال الألبية. ويتأثر المناخ بشدة بالمحيطات المحيطة بالإقليم. وتتعرض استراليا لسرعة تأثر هامة بسبب اتجاه الجفاف المتوقع فوق منطقة كبيرة من البلد في فترة ال ٥٠-١٠٠ سنة القادمة (الشكل ٣ في الملخص الفني) وذلك لأن مناطق زراعية كبيرة تتأثر حالياً تأثراً ضاراً بنوبات الجفاف الدورية، وهناك بالفعل مناطق واسعة من الأراضي القاحلة وشبه القاحلة. أما نيوزيلندا وهي بلد أصغر وفيه تضاريس جبلية أكثر، ومناخ بحري أكثر اعتدالاً، فقد يكون أكثر مرونة لتغيرات المناخ من استراليا، رغم وجود درجة كبيرة من سرعة التأثر (ثقة متوسطة). ويبين الجدول ٩ – الملخص الفني حالات سرعة التأثر الرئيسية والقدرة على التكيف مع تأثيرات تغير المناخ بالنسبة لاستراليا ونيوزيلندا. [الفقرة ١٢-٩-٥]

ولا تتوافر حتى الآن تقديرات قطاعية عامة شاملة لصافي تكاليف تأثيرات تغير المناخ بالنسبة لمختلف السيناريوهات المتعلقة بانبعاثات غازات الدفيئة والسيناريوهات الاجتماعية المختلفة. ولاتزال الثقة منخفضة جداً بشأن تقدير تغير المناخ الوارد في التقرير الخاص الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، فيما يتعلق باستراليا ونيوزيلندا، وهذا التقدير يتراوح من -٢ر١ إلى -٨ر٣ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي فيما يتعلق بتركيزات تضاعف ثاني أكسيد الكربون المكافئ. وهذا التقدير لا يعلل كثيراً من الآثار والتكيفات المستبانة حالياً. [الفقرة ١٢-٩]

وتعتبر الظواهر المتطرفة مصدراً هاماً من مصادر التأثيرات المناخية الراهنة، ومن المتوقع أن تطغى التغيرات في الظواهر المتطرفة على تأثيرات التغير المناخي. وفترات معاودة الأمطار الغزيرة والفيضانات وتموجات سطح البحر بمقدار معين في أماكن محددة سوف تعدل من أثرها زيادات محتملة في شدة الأعاصير المدارية وظواهر الأمطار الغزيرة وتغيرات في التواتر المكاني المحدد للأعاصير المدارية. وتشير سيناريوهات التغير المناخي القائمة على النماذج الأخيرة الجامعة بين الغلاف الجوي والمحيط (A-O) إلى أن مناطق واسعة من استراليا سوف تشهد نقصاناً هاماً في كمية الأمطار المتساقطة أثناء القرن الحادي والعشرين. وتؤدي ظاهرة النينيو/ التذبذب الجنوبي إلى حدوث فيضانات وحالات ممتدة من الجفاف، وخصوصاً في داخل استراليا وفي بقاع من نيوزيلندا. وسيكون الإقليم حساساً لتغيرات صوب حالة متوسطة تزيد عما يشبه ظاهرة النينيو. [الفقرة ١٢-١-٥]

وقبل تثبيت تركيزات غازات الدفيئة، من المتوقع أن يزداد مال درجة الحرارة ما بين الشمال والجنوب في خطوط العرض المتوسطة – الجنوبية (ثقة متوسطة إلى عالية)، مما يقوي الرياح الغربية وما يصاحبها من مال سقوط الأمطار من الغرب إلى الشرق عبر تسمانيا ونيوزيلندا. وعقب تثبيت تركيزات غاز الدفيئة، سوف ينقلب الحال في هذه الاتجاهات (ثقة متوسطة). [الفقرة ١٢-١-٥-١]

وسوف يضيف تغير المناخ المزيد إلى الإجهادات القائمة التي تعرقل إنجاز هدف استخدام الأراضي بشكل مستدام والحفاظ على التنوع الأحيائي البري والمائي. وهذه الإجهادات تشمل عملية اكتساح من جانب أنواع حيوانية ونباتية دخيلة، وتدهور وتجزؤ النظم الإيكولوجية الطبيعية من خلال التنمية الزراعية والحضرية، وازدياد ملوحة الأراضي الجافة (استراليا)، وزوال الغطاء الحرجي (استراليا ونيوزيلندا)، والتنافس على موارد المياه الشحيحة. وفي داخل هذين البلدين، تعتبر فئات الناس المحرومة اقتصادياً واجتماعياً، وخصوصاً الشعوب الأصلية، سريعة التأثر على وجه التحديد بالإجهادات الواقعة على الصحة والظروف المعيشية المستحثة بتغير المناخ. وهناك مشاكل رئيسية تعمل على استفحال الأمور ومن بينها النمو السريع في السكان ونمو البنية الأساسية في المناطق الساحلية سريعة التأثر، والاستخدام غير المناسب للموارد المائية والترتيبات المؤسسية المعقدة. [الفقرات ١٢-٣-٢، ١٢-٣-٣، ١٢-٤-١، ١٢-٤-٢، ١٢-٦-٤، ١٢-٨-٥]

٥-٣-١ الموارد المائية

تتعرض الموارد المائية فعلاً لحالة من الضيق والشدة في بعض المناطق ولهذا تعتبر سريعة التأثر بدرجة عالية، وخصوصاً فيما يتعلق بازدياد درجة الملوحة (في بقاع من استراليا) والتنافس على إمدادات المياه بين الزراعة وتوليد الكهرباء والمناطق الحضرية والتدفقات البيئية (ثقة عالية). كما أن تزايد التبخر والتناقص المحتمل في سقوط الأمطار في مناطق كثيرة سوف يؤثر تأثيراً ضاراً على إمدادات المياه والزراعة وبقاء وتناسل أنواع أحيائية رئيسية في بقاع من استراليا ونيوزيلندا (ثقة متوسطة). [الفقرات ١٢-٣-١، ١٢-٣-٢، ١٢-٤-٦، ١٢-٥-٢، ١٢-٥-٣، ١٢-٥-٦]

الجدول ٩ – الملخص الفني: المجالات الرئيسية لسرعة التأثر والقدرة على التكيف مع تأثيرات تغير المناخ في استراليا ونيوزيلندا. ويشار إلى درجة الثقة التي تحدثها التأثيرات الواردة في الجدول بوضع نجوم في العمود الثاني (انظر الباب ١–٤ في الملخص الفني فيما يتعلق بمفتاح شرح ترتيب مستوى الثقة). وتستند مستويات الثقة وتقديرات سرعة التأثر والقدرة على التكيف إلى المعلومات المستعرضة في الفصل ١٢، وتفترض استمرار الأنماط الحالية لنمو السكان والاستثمارات.

القطاع	التأثير	سرعة التأثر	التكيف	القدرة على التكيف	الباب
الهيدرولوجيا وامدادات المياه	– معوقات في مجال الري وإمدادات المياه في الحواضر، وازدياد الملوحة –××××	عالية في بعض المناطق	–التخطيط، وتوزيع المياه والتسعير	متوسطة	١٢–٣–١، ١٢–٣–٢
	– تسرب المياه المالحة إلى بعض مستودعات المياه الأرضية في المناطق الجزرية والساحلية –××××	عالية في مناطق محددة	–إمدادات مياه بديلة، تراجع	منخفضة	١٢–٣–٣
النظم الإيكولوجية البرية	–ازدياد ملوحة مزارع الأراضي اليابسة وبعض المجاري المائية (استراليا) – ×××	عالية	–تغيرات في ممارسات استخدامات الأراضي	منخفضة	١٢–٣–٣
	–افتقاد التنوع الأحيائي وخصوصاً في المناطق المتناثرة، ومناطق الجبال الاسترالية وجنوب غرب استراليا –××××	من متوسطة إلى عالية في بعض المناطق	–إدارة المشاهد الطبيعية؛ قليل محتمل من المناطق الجبلية	متوسطة إلى منخفضة	١٢–٤–٢، ١٢–٤–٤، ١٢–٤–٨
			–إدارة الأراضي، الوقاية من الحرائق	متوسطة	١٢–١–٥–٣، ١٢–٥–٤، ١٢–٥–١٠
	– زيادة أخطار الحرائق – ×××	متوسطة	–إدارة المشاهد الطبيعية	متوسطة	١٢–٤–٣
	– انتشار الأعشاب الضارة –×××	متوسطة			
النظم الإيكولوجية المائية	–زيادة ملوحة بعض المناطق الساحلية الرطبة بالمياه العذبة – ×××	عالية	–تدخل طبيعي	منخفضة	١٢–٤–٧
		متوسطة	–تغيير توزيعات المياه	منخفضة	١٢–٤–٥، ١٢–٤–٦
	–تغيرات في النظم الإيكولوجية للأنهار والمناطق الرطبة الداخلية –×××	متوسطة في المياه داخل استراليا	–تغيير توزيعات المياه، تقليل انصباب المغذيات	متوسطة إلى منخفضة	١٢–٣–٤
	–تحسين التغذية –×××				

الجدول ٩- الملخص الفني (تابع)

القطاع	التأثير	سرعة التأثر	التكيف	القدرة على التكيف	الباب
النظم الإيكولوجية الساحلية	تبييض المرجان، وخصوصاً الحاجز المرجاني الكبير -××××	عالية	الشعب المرجانية الأصلية	منخفضة	١٢-٤-٧
	انتشار طحالب أكثر سمية؟-×	غير معروفة			١٢-٤-٧
الزراعة، الرعي والحراجة	-إنتاجية منخفضة، زيادة الإجهاد على المجتمعات الريفية إذا ازدادت نوبات الجفاف، زيادة خطورة حرائق الغابات -×××	متوقفة على المكان وتتفاقم بمرور الوقت	-تغيرات في الإدارة والسياسة، الوقاية من الحرائق، تنبؤات فصلية	متوسطة	١٢-٥-٢، ١٢-٥-٣، ١٢-٥-٤
	-تغيرات في الأسواق العالمية بسبب تغيرات المناخ في أماكن أخرى - ×××، ولكن العلامة غير مؤكدة	عالية، لكن العلامة غير مؤكدة	-التسويق، التخطيط، بيئة ملائمة ومحاصيل الوقود، تبادل رخص الكربون	متوسطة	١٢-٥-٩
	-زيادة انتشار الآفات والأمراض -××××	متوسطة			١٢-٥-٧
	- المزيد من ثاني أكسيد الكربون يزيد الإنتاجية في البداية ثم يعادل ذلك فيما بعد تغيرات المناخ -××	تغيرات مع الزمن	- الاستبعاد والرش - تغير في ممارسات الزراعة، وتغير الصناعة	متوسطة	١٢-٥-٣، ١٢-٥-٤
البستنة	-تأثيرات مختلطة (+ و -)، الأنواع الأحيائية والمكان -××××	منخفضة عامة	الانتقال إلى مكان جديد	عالية	١٢-٥-٣
الأسماك	-تغيرات في إفراخ صغار السمك (بعض الأنواع) -××	الأثر الخالص غير معروف	المراقبة، الإدارة	-	١٢-٥-٥
المستوطنات والصناعة	-تزايد تأثيرات الفيضان والعواصف وعرام العواصف، وارتفاع مستوى البحر -×××	عالية في بعض الأماكن	-تقسيم إلى مناطق، تخطيط لمواجهة الكوارث	متوسطة	١٢-٦-١، ١٢-٦-٤
صحة الإنسان	-التوسع وانتشار الأمراض عن طريق النواقل -×××× -تزايد التلوث الهوائي الكيميائي الضوئي -××××	عالية متوسطة (بعض المدن)	-حجر صحي، الاستئصال، أو المكافحةضوابط لمراقبة الانبعاثات	من متوسطة إلى عالية عالية	١٢-٧-١، ١٢-٧-٤، ١٢-٧-١

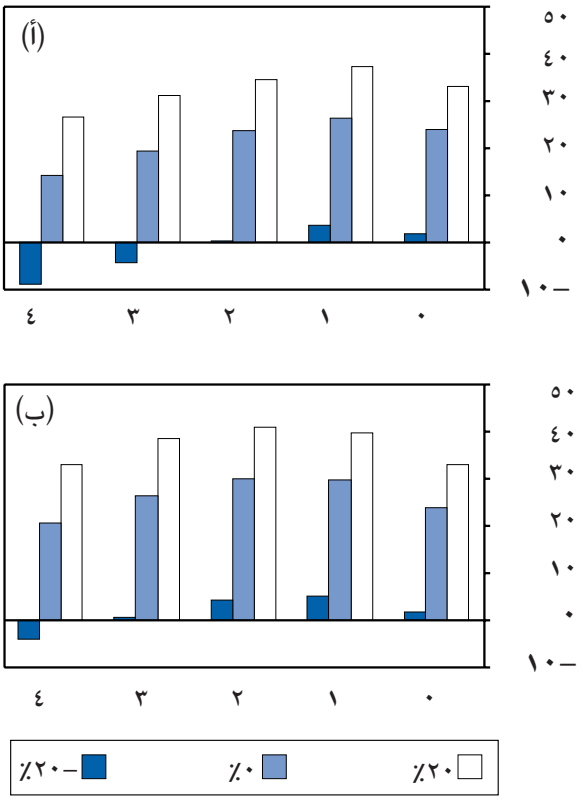
٥-٣-٢ النظم الإيكولوجية

إن زيادة الاحترار بمقدار ١ سلسيوس سوف تهدد بقاء أنواع أحيائية تنمو حالياً قرب الحد الأعلى من نطاقها الخاص بدرجة الحرارة، وأبرزها في أقاليم المناطق الجبلية الألبية الحدية وفي جنوب غرب إقليم زغربي استرالياس. كما أن الأنواع غير القادرة على الارتحال أو الانتقال إلى مكان جديد بسبب بوار الأرض من الأشجار، واختلافات التربة أو الطبوغرافيا يمكن أن تصبح مهددة أو منقرضة. وهناك نظم إيكولوجية استرالية أخرى تعتبر سريعة التأثر بصفة خاصة، ومن بينها الشعب المرجانية والموائل القاحلة وشبه القاحلة. وتعتبر الأراضي الرطبة بالمياه العذبة في المناطق الساحلية في استراليا ونيوزيلندا سريعة التأثر، وبعض النظم الإيكولوجية في نيوزيلندا تعتبر سريعة التأثر بانتشار الأعشاب الضارة بشكل متسارع. [الفقرات ١٢-٤-٢، ١٢-٤-٣، ١٢-٤-٤، ١٢-٤-٥، ١٢-٤-٧]

٥-٣-٣ إنتاج الأغذية

تعتبر الأنشطة الزراعية سريعة التأثر بصفة خاصة بالانخفاض على المستوى الإقليمي في كمية الأمطار المتساقطة في جنوب غرب استراليا وداخلها (ثقة متوسطة). ومن المحتمل أن يزداد تكرار الجفاف وما ينجم عن ذلك من إجهادات على الزراعة في مناطق من استراليا ونيوزيلندا نتيجة لتغيرات بسبب ارتفاع درجات الحرارة وظاهرة النينيو (ثقة متوسطة). وربما تتيح عملية تعزيز نمو النباتات والفعالية في استخدام المياه الناجمة من زيادات في ثاني أكسيد الكربون فوائد أولية تعادل أية تأثيرات سلبية لتغير المناخ (ثقة متوسطة)، رغم أنه من المتوقع أن يكون التوازن سلبياً مع احترار بدرجات حرارة تتجاوز ٢-٤ س ومصحوبة بتغيرات في سقوط الأمطار (ثقة متوسطة). وهذا موضح في الشكل ٧- الملخص الفني فيما يتعلق بإنتاج القمح في استراليا، بالنسبة لطائفة من سيناريوهات تغير المناخ. والاعتماد على صادرات المنتجات الزراعية والحراجية يجعل الإقليم حساساً جداً للتغيرات في الإنتاج وأسعار السلع الأساسية وهي التغيرات المستحثة بتغيرات المناخ في أماكن أخرى. [الفقرات ١٢-٥-٢، ١٢-٥-٣، ١٢-٥-٦، ١٢-٥-٩، ١٢-٨-٧]

وتتأثر مصايد الأسماك في استراليا ونيوزيلندا بمدى ومكان ارتفاع مياه القاع المليئة بالمغذيات إلى السطح والتي تتحكم فيها الرياح السائدة والتيارات الحدودية. وإضافة إلى ذلك، فإن ظاهرة النينيو/ التذبذب الجنوبي تؤثر على إفراخ بعض صغار السمك. ومعدل انتشار الطحالب السامة. [الفقرة ١٢-٥-٥]



الشكل ٧- الملخص الفني: التغير بالنسبة المئوية في متوسط الناتج الإجمالي السنوي من القمح الاسترالي فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون (مستويات ٧٠٠ جزء في المليون) وطائفة من التغييرات في درجة الحرارة وسقوط الأمطار: (أ) مواعيد الزراعة الحالية (ب) والمواعيد المثلى للزراعة. واستجابة غلة القمح مبينة (باللون الأبيض) فيما يتعلق بتغيرات سقوط الأمطار بنسبة +٢٠ في المائة ومقدار صفر (أزرق فاتح)، و-٢٠ في المائة (أزرق غامق)، فيما يتعلق بدرجات احترار تتراوح من صفر إلى ٤ سلسيوس.

٥-٣-٤ المستوطنات والصناعة وصحة الإنسان

تعمل الاتجاهات الملحوظة في تزايد السكان والاستثمار في المناطق المعرضة على زيادة سرعة التأثر بالأعاصير المدارية وعرام العواصف. وبالتالي فإن الزيادات المتوقعة في شدة الأعاصير المدارية والتغيرات المحتملة في تواتر حدوثها في أماكنها المعينة، إلى جانب ارتفاع مستوى سطح البحر، ستكون لها تأثيرات كبيرة - أبرزها زيادة شدة عرام العواصف في فترة متكررة معينة (ثقة متوسطة إلى عالية). وسيعمل تزايد تكرار سقوط الأمطار الغزيرة على تزايد أضرار الفيضانات في المستوطنات والبنية الأساسية (ثقة متوسطة). [الفقرات ١٢-١-٥-١، ١٢-١-٥-٣، ١٢-١-٦-١، ١٢-٦-٤]

وهناك ثقة عالية في أن تغيرات المناخ المتوقعة سوف تعزز انتشار بعض نواقل الأمراض، مما يزيد بالتالي إمكانية انتشار

الأمراض مثل فيروس التهاب المفاصل المتعددة (Ross River virus) المنقول عن طريق البعوض، والتهاب الدماغ (Murray Valley encephalitis) رغم وجود الأمن الأحيائي والخدمات الصحية. [الفقرة ١٢-٧-١]

٥-٣-٥ خيارات التكيف الأساسية

تشمل خيارات التكيف الأساسية تحسين الفعالية في استخدام المياه والآليات الفعالة لتبادل المياه، واتباع سياسات أنسب في استخدام الأراضي؛ وتوفير المعلومات المناخية والتنبؤات الفصلية إلى مستخدمي الأراضي لمعاونتهم على تدبر الأمر في مواجهة تقلبية المناخ وتغيره؛ وتحسين الأصناف المستنبتة من المحاصيل؛ ومعايير هندسية منقحة وتقسيم المناطق من أجل تطوير البنية الأساسية؛ وتحسين خدمات الأمن الأحيائي والخدمات الصحية. بيد أن كثيراً من النظم الإيكولوجية الطبيعية في استراليا ونيوزيلندا ليس لديها سوى قدرة محدودة على التكيف، وسيواجه كثير من الأنظمة المدارة قيوداً تحد من التكيف تفرضها عوامل التكلفة والمقبولية وغيرها من العوامل. [الفقرات ١٢-٣-٢، ١٢-٣-٣، ١٢-٥-٦، ١٢-٧-٤، ١٢-٨-٤، ١٢-٨-٥]

٥-٤ أوروبا

أحوال الطقس في الوقت الحاضر تؤثر على النظم الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية في أوروبا بطرق تكشف عن الحساسيات وسرعات التأثر بتغير المناخ في هذه النظم. وربما يعمل تغير المناخ على تفاقم مثل هذه الآثار (ثقة عالية جداً). وتختلف سرعة التأثر بالمناخ في أوروبا بدرجة كبيرة فيما بين المناطق الفرعية. فأوروبا الجنوبية وأوروبا ناحية القطب الشمالي أكثر سرعة في التأثر من البقاع الأخرى في أوروبا. وستكون المناطق القريبة من الحدود والأقل ثراء أقل قدرة على التكيف، مما يؤدي إلى آثار هامة في مجال الإنصاف (ثقة عالية جداً). والنتائج التي تم التوصل إليها في تقرير التقييم الثالث (للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) فيما يتعلق بسرعات التأثر الرئيسية في أوروبا، إنما تتفق بوجه عام مع تلك التي وردت في التقرير الخاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وتقرير التقييم الثاني (SAR)، بيد أنها تخص بدرجة أكثر الآثار دون الإقليمية وتشمل معلومات جديدة بشأن القدرة على التكيف. [الفقرات ١٣-١-١، ١٣-١-٤، ١٣-٤]

٥-٤-١ الموارد المائية

تتعرض الموارد المائية وإدارتها في أوروبا لضغوط في الوقت الحاضر، ومن المحتمل أن تتفاقم هذه الضغوط بسبب تغير المناخ (ثقة عالية). ومن المحتمل أن يزداد خطر الفيضان عبر بقاع كثيرة في أوروبا – باستثناء المناطق التي تقل فيها ذروة ذوبان الجليد – ومن المتوقع أن تزداد خطورة نقص المياه، وخصوصاً في أوروبا الجنوبية (ثقة متوسطة إلى عالية). ومن المحتمل أن يعمل تغير المناخ على توسيع نطاق الفروق بشأن الموارد المالية بين أوروبا الشمالية وأوروبا الجنوبية (ثقة عالية). فنصف الأنهار الجليدية الموجودة في جبال الألب في أوروبا يمكن أن يختفي بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين. [الفقرة ١٣-٢-١]

٥-٤-٢ النظم الإيكولوجية

سوف تتغير النظم الإيكولوجية الطبيعية نتيجة لتزايد درجة الحرارة وتركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وستتناقص مناطق التربة الصقيعية؛ وستتعدى الأشجار والجنيبات ذات السيقان المتعددة حدودها إلى منطقة التندرا الشمالية الحالية؛ وربما تتعدى الأشجار ذات الأوراق العريضة مناطقها إلى مناطق الغابات الصنوبرية الحالية. ومن المحتمل أن تزداد الإنتاجية الأولية الصافية في النظم الإيكولوجية (نتيجة لترسب النيتروجين)، بيد أن زيادة التحلل نتيجة لدرجة الحرارة المتزايدة قد تبطل مفعول أي تخزين إضافي للكربون. ويتعرض التنوع في محميات الطبيعة لخطر يتهددها بسبب التغير السريع. فافتقاد موائل هامة (الأراضي الرطبة، ومناطق التندرا وموائل منعزلة) سوف يهدد بعض الأنواع (من بينها أنواع نادرة/ مستوطنة وطيور مهاجرة). ومن المتوقع حدوث تنقلات لحيوانات مناطق معينة نتيجة لتغيرات في النظم الإيكولوجية البحرية والمائية والبرية (ثقة عالية؛ أدلة راسخة ولكن غير مكتملة). [الفقرات ١٣-٢-١-٤، ١٣-٢-٢-١، ١٣-٢-٢-٣ إلى ١٣-٢-٢-٥]

وسوف تتدهور خواص التربة في ظل سيناريوهات ازدياد درجة الحرارة والمناخ الأكثر جفافاً في أوروبا الجنوبية. وستتباين جسامة هذا الأثر بشكل ملحوظ بين الأماكن الجغرافية وربما يخفف منه حدوث تغييرات في التهطال (ثقة متوسطة؛ أدلة راسخة ولكن غير مكتملة). [الفقرة ١٣-٢-١-٢]

وفي المناطق الجبلية، سوف يؤدي حدوث ارتفاعات في درجات الحرارة إلى تنقل المناطق الأحيائية إلى أعلى. وستكون هناك إعادة توزيع للأنواع الأحيائية، مع حدوث خطر، في بعض الحالات، يهدد بالانقراض (ثقة عالية). [الفقرة ١٣-٢-١-٤] وسوف يزداد قطع الأشجار في الغابات التجارية في أوروبا الشمالية (ثقة متوسطة؛ أدلة راسخة ولكن غير مكتملة)، رغم أنه قد تزداد آفات الغابات والمرض. ومن المحتمل حدوث حالات نقصان في منطقة البحر المتوسط مع زيادة خطورة الجفاف والحرائق (ثقة عالية؛ أدلة راسخة تماماً). [الفقرة ١٣-٢-٢-١]

٥-٤-٣ الزراعة والأمن الغذائي

سوف تزداد الغلات الزراعية بالنسبة لمعظم المحاصيل نتيجة لتزايد تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وهذه الزيادة في الغلات ستقابلها خطورة في نقص المياه في أوروبا الجنوبية والشرقية وقصر فترة النمو في كثير من محاصيل الحبوب بسبب تزايد درجة الحرارة. ومن المحتمل أن تشهد أوروبا الشمالية آثاراً إيجابية إجمالية، في حين قد تتعرض بعض نظم الإنتاج الزراعي في أوروبا الجنوبية لخطر يتهددها (ثقة متوسطة؛ أدلة راسخة ولكن غير مكتملة).

وتتضمن التغيرات في مصايد الأسماك وإنتاج المائيات نتيجة لتغير المناخ تنقلات لحيوانات مناطق معينة تؤثر على التنوع الأحيائي للأسماك والمحاريات في مناطق المياه العذبة والمناطق البحرية. وستتفاقم هذه التغييرات بسبب مستويات الاستغلال غير المستدام والتغير البيئي (ثقة عالية).

٥-٤-٤ المستوطنات البشرية والخدمات المالية

تواجه صناعة التأمين تأثيرات يحتمل أن تكون عالية التكلفة بسبب تغير المناخ عن طريق أضرار تصيب الممتلكات، ولكن هناك نطاقاً كبيراً لتدابير تكيفية إذا اتخذت مبادرات عما قريب (ثقة عالية). وستواجه صناعات النقل والطاقة وغيرها من الصناعات طلباً متغيراً وفرصاً سانحة في السوق. فتركز الصناعة على الساحل يعرضها لخطر ارتفاع مستوى سطح البحر وللظواهر المتطرفة، مما يتطلب الوقاية أو نقلها إلى مكان آخر (ثقة عالية). [الفقرة ١٣-٢-٤]

ومن المحتمل أن تتغير الأفضليات المتعلقة بأنشطة الاستجمام مع ارتفاع درجة الحرارة. ويحتمل أن تؤدي موجات الحرارة إلى إنقاص الطلب على فترة الذروة التقليدية في الصيف على الأماكن المقصودة لقضاء الأجازات على شواطئ البحر المتوسط. كما أن أحوال الثلوج التي لا يُركن إليها كثيراً سوف تؤثر تأثيراً ضاراً على السياحة الشتوية (ثقة متوسطة). [الفقرة ١٣-٢-٤-٤]

وسوف يتزايد بدرجة كبيرة خطر الفيضان والتآكل وفقدان الأراضي الرطبة في المناطق الساحلية، مع حدوث تأثيرات بالنسبة للمستوطنات البشرية، والصناعة والسياحة والزراعة والموائل الطبيعية الساحلية. وتبدو أوروبا الجنوبية أسرع تأثراً بهذه التغيرات، رغم أن ساحل بحر الشمال يشهد فعلاً تعرضاً بدرجة عالية للإغراق (ثقة عالية). ويعرض الجدول ١٠ – الملخص الفني تقديرات للتعرض للفيضانات والأخطار التي تتعرض لها سواحل أوروبا. [الفقرة ١٣-٢-١-٣]

الجدول ١٠ – الملخص الفني: تقديرات التعرض للفيضانات وتواتر حدوثها على سواحل أوروبا في سنة ١٩٩٠ وفي ثمانينات القرن الحادي والعشرين (٢٠٨٠) وتعتبر تقديرات تواتر حدوث الفيضانات حساسة بدرجة عالية لمعيار الحماية المفترض وينبغي تفسيرها من الناحية الإرشادية فقط (الاتحاد السوفياتي السابق مستبعد).

		تواتر حدوث الفيضانات	
الإقليم	**١٩٩٠ السكان المعرضون (بالملايين)**	**١٩٩٠ متوسط عدد الأفراد الذين يدهمهم الفيضان (بالآلاف سنوياً)**	**٢٠٨٠ (الثمانينات من القرن ٢١) زيادة بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر مع افتراض عدم التكيف (نسبة مئوية)**
ساحل الأطلسي	١٩ر٠	١٩	من ٥٠ إلى ٩٠٠٠
ساحل البلطيق	١ر٤	١	من صفر إلى ٣٠٠٠
ساحل البحر المتوسط	٤ر١	٣	من ٢٦٠ إلى ١٢ ٠٠٠٠

٥-٤-٥ صحة الإنسان

تتعرض صحة الإنسان لمجموعة من الأخطار من خلال زيادة التعرض لسلسلة نوبات الحرارة (وهي تتفاقم بسبب تلوث الهواء في المناطق الحضرية)، واتساع نطاق الأمراض المحمولة بالنواقل، وفيضان السواحل والأنهار. وستقل الأخطار المتصلة بالبرد (ثقة متوسطة؛ تفسيرات متعارضة). [الفقرة ١٣-٢-٥]

٥-٤-٦ القدرة على التكيف

تعتبر إمكانية تكيف النظم الاجتماعية الاقتصادية في أوروبا عالية نسبياً بسبب الظروف الاقتصادية [الناتج القومي الإجمالي المرتفع والنمو المستقر]، ووجود فئات سكانية مستقرة (مع القدرة على التنقل داخل المنطقة)، ونظم دعم سياسية ومؤسسية وتكنولوجية مطورة جيداً. بيد أن إمكانية التكيف لدى النظم الطبيعية تعتبر بوجه عام منخفضة (ثقة عالية جداً). [الفقرة ١٣-٣]

٥-٥ أمريكا اللاتينية

تتوافر أدلة بشأن تقلبية المناخ في مجموعة واسعة من النطاقات الزمنية في جميع أنحاء أمريكا اللاتينية، من نطاقات مشتركة بين الفصول إلى نطاقات طويلة الأجل. وفي كثير من المناطق الفرعية في أمريكا اللاتينية، عادة ما تكون تقلبية المناخ مرتبطة بظواهر تنجم عنها فعلاً تأثيرات ذات عواقب اجتماعية اقتصادية وبيئية هامة يمكن أن تتفاقم بفعل الاحترار العالمي وما يرتبط به من تغيرات في الطقس والمناخ.

وللتفاوتات في التهطال أثر كبير على الجريان السطحي وتدفق المجاري المائية، التي تتأثر في نفس الوقت بذوبان الأنهار الجليدية والثلوج. وتتوقف التفاوتات في التهطال والعلامة الدالة عليها على المنطقة الفرعية الجغرافية قيد النظر. وتتفاوت درجة الحرارة في أمريكا اللاتينية أيضاً فيما بين المناطق الفرعية. ورغم أن هذه التفاوتات قد تتوقف على مصدر ونوعية البيانات المرجعية وكذلك على فترات التسجيل المستخدمة من أجل الدراسات والتحليلات، يمكن عزو هذه التباينات إلى حالة من حالات تغير المناخ (ثقة منخفضة). [الفقرة ٤-١-١-٢-١]

وتعتبر ظاهرة النينيو/ التذبذب الجنوبي مسؤولة عن جزء كبير من تقلبية المناخ على نطاقات لما بين السنوات في أمريكا اللاتينية (ثقة عالية). والمنطقة سريعة التأثر بظاهرة النينيو، مع تأثيرات تتباين عبر أرجاء القارة. وعلى سبيل المثال، ترتبط ظاهرة النينيو بأحوال جافة في شمال شرق البرازيل وشمالي منطقة الأمازون، وفي التيبلانو السهل المشترك بين بيرو وبوليفيا وساحل المحيط الهادئ في أمريكا الوسطى. وقد حدثت أشد نوبات الجفاف في المكسيك في العقود الأخيرة أثناء سنوات ظاهرة النينيو، بينما أظهرت المنطقة الشمالية من البرازيل وشمال غرب بيرو أحوالاً رطبة على غير العادة. وترتبط ظاهرة النينيا بتهطال وفيضان غزيرين في كولومبيا ونوبة جفاف في المنطقة الجنوبية من البرازيل. فإذا ازدادت ظاهرة النينيو أو النينيا، فسوف تتعرض أمريكا اللاتينية لهذه الظروف أكثر من مرة.[الفقرة ١٤-١-٢]

وكثيراً ما تشهد بعض المناطق الفرعية في أمريكا اللاتينية ظواهر متطرفة، وقد أدت حالات التآلف غير العادي بين الأحوال الهيدرولوجية والمناخية على مر التاريخ إلى حدوث كوارث في أمريكا اللاتينية. فالأعاصير المدارية وما يرتبط بها من أمطار غزيرة وفيضانات وانهيالات أرضية تعتبر شيئاً شائعاً جداً في أمريكا الوسطى والمنطقة الجنوبية من المكسيك. وفي شمال غرب أمريكا الجنوبية وشمال شرق البرازيل يرتبط كثير من الحالات المتطرفة التي تحدث ارتباطاً قوياً بظاهرة النينيو. [الفقرة ١٤-١-٢]

٥-٥-١ الموارد المائية

لقد أصبح من الراسخ تماماً أن الأنهار الجليدية في أمريكا اللاتينية انحسرت في العقود العديدة الماضية. فالاحترار في مناطق الجبال العالية يمكن أن يؤدي إلى اختفاء الثلوج والسطح الجليدي (ثقة متوسطة)، وهو ما يمكن أن يؤثر على الأنشطة الرياضية والسياحية في الجبال. ولأن هذه المناطق تسهم في تدفق المجاري المائية للأنهار، فإن هذا الاتجاه سوف يقلل أيضاً من توافر المياه لأغراض الري، وتوليد الطاقة الكهرمائية والملاحة. [الفقرة ١٤-٢-٤]

٥-٥-٢ النظم الإيكولوجية

من الأمور الراسخة تماماً أن أمريكا اللاتينية يخصها واحد من أكبر تجمعات التنوع الأحيائي على وجه الأرض، ويمكن توقع أن تعمل التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ على زيادة خطورة فقدان التنوع الأحيائي (ثقة عالية). ويمكن أن يُعزى النقصان الملحوظ في مجموعات الضفادع والثدييات الصغيرة في أمريكا الوسطى إلى تغير مناخي على المستوى الإقليمي. كما أن غابة الأمازون الباقية معرضة لخطر يهددها بسبب اجتماع ما يفعله الإنسان من خلل وزيادات في تواتر حدوث الحرائق ونطاقها، ونقصان التهطال نتيجة فقدان التبخر – النتح، والاحترار العالمي، وظاهرة النينيو. وينبغي اعتبار الغابة المدارية الجديدة التي تجف موسمياً مهددة بشدة في أمريكا الوسطى.

ويتزايد معدل فناء الأشجار في ظل الظروف الجافة التي تسود بالقرب من الأطراف المتكونة حديثاً في غابات الأمازون. وستكون هذه الأطراف التي تؤثر على جزء كبير متزايد من الغابة بسبب إزالة الغابات، معرضة على وجه الخصوص لآثار نقص كمية الأمطار المتساقطة. وفي المكسيك قد يتأثر بذلك ما يقرب من ٥٠ في المائة من الغابة المدارية ذات الأشجار النفضية. وقد أوجدت الأمطار الغزيرة التي هطلت أثناء ظاهرة النينيو في سنة ١٩٩٧–١٩٩٨ تغيرات جذرية في النظم الإيكولوجية الجافة للمنطقة الساحلية شمالي بيرو. وسيعمل الاحترار العالمي على توسيع المنطقة الملائمة للغابات المدارية كأنواع نباتات التوازن. بيد أن القوى التي تدفع إلى إزالة الغابات تجعل من غير المحتمل أن يُسمح للغابات المدارية أن تشغل هذه المساحات الزائدة. إن التغير في استخدام الأراضي يتفاعل مع المناخ عن طريق عمليات المردود الإيجابي التي تعمل على تسارع فقدان الغابات المدارية الرطبة. [الفقرة ١٤–٢–١]

الجدول ١١ – الملخص الفني: تقديرات لتأثيرات تغير المناخ على المحاصيل السنوية في أمريكا اللاتينية

الدراسة(أ)	سيناريو المناخ	النطاق	المحصول	تأثير ناتج المحصول
داوننغ، ١٩٩٢	+٣س –٢٥ في المائة التهطال	نورت شيكو، شيلي	قمح ذرة بطاطس عنب	نقصان زيادة زيادة نقصان
بايتجن، ١٩٩٤	معهد غودارد للدراسات الفضائية GISS، مختبر الديناميات الجيوفيزيائية للسوائل GFDL، مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة UKMO	أوروغواي	قمح شعير	–٣٠ –٤٠ إلى –٣٠
دي سيكويرا وزملاؤه، ١٩٩٤	معهد غودارد للدراسات الفضائية GISS، مختبر الديناميات الجيوفيزيائية للسوائل GFDL، مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة UKMO	البرازيل	قمح ذرة فول الصويا	–٥٠ إلى –١٥ –٢٥ إلى –٢ –١٠ إلى +٤٠
ليفرمان وأبريان، ١٩٩١	مختبر الديناميات الجيوفيزيائية للسوائل GFDL، معهد غودارد للدراسات الفضائية GISS	تلالتيزابان، المكسيك	ذرة	–٢٠ –٢٤ –٦١
ليفرمان وزملاؤه، ١٩٩٤	معهد غودارد للدراسات الفضائية ، مختبر الديناميات الجيوفيزيائية للسوائل، مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة	المكسيك	قمح	–٦١ إلى –٦
سالا وبارويلو، ١٩٩٤	معهد غودارد للدراسات الفضائية ، مختبر الديناميات الجيوفيزيائية للسوائل، مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة	الأرجنتين	ذرة	–٣٦ إلى –١٧
بايتجن وماغرين، ١٩٩٥	مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة	الأرجنتين أوروغواي (٩ مواقع)	قمح	–٥ إلى –١٠

الجدول ١١ – الملخص الفني: (تابع)

الدراسة(أ)	سيناريو المناخ	النطاق	المحصول	تأثير ناتج المحصول
كـونـدي وزمـلاؤه، ١٩٩٧(أ)	مجلس وقائع مدينة المكسيك CCCM، مختبر الديناميات الجيوفيزيائية للسوائل	المكسيك (٧ مواقع)	ذرة	زيادة – نقصان
مـاغـريـن وزمـلاؤه، ١٩٩٧(أ)	معهد غودارد للدراسات الفضائية، مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة، مختبر الديناميات الجيوفيزيائية للسوائل، معهد ماكس بلانك MPI	الأرجنتين (٤٣ موقعاً)	ذرة قمح عباد الشمس فول الصويا	–١٦ إلى +٢ –٨ إلى +٧ –٨ إلى +١٣ –٢٢ إلى +٢١
هـوفسـتـاتـر وزمـلاؤه، ١٩٩٧	متزايد تدريجياً	أوروغواي	شعير ذرة	–١٠(ب) –٨ إلى +٥(ج) –١٥(د) –١٣ إلى +١٠(ج)

(أ) انظر الفصل ١٤ قائمة مرجعية لمصدر مكتمل من المعلومات.
(ب) بسبب زيادة قدرها ١ س.
(ج) تغيير من –٢٠ إلى +٢٠ في المائة في التهطال.
(د) بسبب زيادة قدرها ٢ س.

٥–٥–٣ ارتفاع مستوى سطح البحر

سوف يؤثر ارتفاع مستوى سطح البحر على النظم الإيكولوجية لأشجار المانغروف، وذلك بإزالة موائلها الحالية وإنشاء مناطق جديدة تغمرها مياه المد والجزر، وقد تنتقل إليها بعض أنواع أشجار المانغروف. وهذا سوف يؤثر أيضاً على مصايد أسماك المنطقة لأن معظم المحاريات والفقريات التجارية تستخدم مستنقعات أشجار المانغروف من أجل مفرز فقس الأسماك وملاذها. وسوف يؤثر غمر السواحل الذي ينجم عن ارتفاع مستوى سطح البحر وفيضان الأنهار والسهول على توافر المياه والأرض الزراعية، وبذلك تتفاقم المشاكل الاجتماعية الاقتصادية والصحية في هذه المناطق. [الفقرة ١٤–٢–٣]

٥–٥–٤ الزراعة

تُظهر الدراسات التي جرت في الأرجنتين وأوروغواي والبرازيل وشيلي والمكسيك، استناداً إلى نماذج الدوران العام ونماذج المحاصيل، تناقص الغلات بالنسبة لمحاصيل عديدة (مثل الذرة والقمح والشعير والعنب) حتى عندما تأخذ في الاعتبار الآثار المباشرة لتخصيب ثاني أكسيد الكربون وتنفيذ تدابير التكيف المعتدلة على مستوى المزرعة (ثقة عالية). وسوف تؤدي الزيادات المتوقعة في درجة الحرارة إلى إنقاص غلات المحاصيل في المنطقة وذلك يسبب قصر فترة دورة المحاصيل. وطوال الأربعين سنة الماضية كان إسهام الزراعة في الناتج المحلي الإجمالي في بلدان أمريكا اللاتينية عند نسبة ١٠ في المائة. ومازالت الزراعة قطاعاً رئيسياً في الاقتصاد الإقليمي لأنها يعمل بها من ٣٠–٤٠ في المائة من السكان الناشطين اقتصادياً. وهي أيضاً هامة للغاية بالنسبة للأمن الغذائي لأفقر قطاعات السكان. ويمكن أن تتهدد زراعة الكفاف بشدة في بعض أرجاء أمريكا اللاتينية بما في ذلك شمال شرق البرازيل.

ومن الدلائل الراسخة ولكن غير المكتملة أن تغير المناخ سوف يخفض نواتج الحراجة ذلك لأن نقص المياه غالباً ما يحد من النمو أثناء فصل الجفاف، وهو المتوقع أن يصبح أطول وأكثر شدة في كثير من أرجاء أمريكا اللاتينية. ويلخص الجدول ١١ – الملخص الفني الدراسات المضطلع بها في المنطقة فيما يتعلق بمختلف المحاصيل وظروف الإدارة، وكلها

تخضع لظروف الري البعلي، ومعظم هذه النتائج يتكهن بحدوث تأثيرات سلبية، وخصوصاً فيما يتعلق بالذرة. [الفقرة ١٤-٢-٢]

٥-٥-٥ صحة الإنسان

سوف يتوقف نطاق التأثيرات الصحية الناتجة من تغير المناخ في أمريكا اللاتينية بشكل أساسي على حجم وكثافة وموقع وثروة السكان. وهناك تأثيرات للتعرض لموجات الحرارة أو البرد على معدلات الوفيات بين الجماعات المعرضة للخطر في المنطقة (ثقة متوسطة).

وستؤثر الزيادات في درجة الحرارة على صحة الإنسان في المدن التي يكثر فيها التلوث مثل مكسيكو سيتي وسانتياغو، في شيلي ومن الراسخ جيداً أن ظاهرة النينيو/ التذبذب الجنوبي تسبب تغيرات في جماعات نواقل الأمراض وفي تواتر الأمراض المنقولة عن طريق المياه في البرازيل وبيرو وبوليفيا والأرجنتين وفنزويلا إلا أن الزيادات في درجة الحرارة والتهطال سوف تغير التوزع الجغرافي للأمراض المعدية مثل الكوليرا والالتهاب السحائي (ثقة عالية)، رغم أن هناك تكهنات عما ستكون عليه التغيرات في أنماط الأمراض في مختلف الأماكن. ومن الراسخ تماماً أن الظواهر المتطرفة تميل إلى زيادة معدلات الوفيات والاعتلال (الإصابات، والأمراض المعدية، والمشاكل الاجتماعية، والأضرار التي تصيب المرافق الأساسية للإصحاح)، على نحو ما ظهر في أمريكا الوسطى عندما هب إعصار ميتش في سنة ١٩٩٨ والأمطار الغزيرة في المكسيك وفنزويلا في سنة ١٩٩٩ وفي شيلي والأرجنتين في سنة ٢٠٠٠. [الفقرة ١٤-٢-٥]

٥-٦ أمريكا الشمالية

سوف تشهد أمريكا الشمالية تأثيرات إيجابية وسلبية معاً نتيجة لتغيرات المناخ (ثقة عالية). وسوف تؤدي التأثيرات المتباينة في النظم الإيكولوجية والمستوطنات البشرية إلى تفاقم الفروق دون الإقليمية في إنتاج الموارد الحساسة بسبب المناخ والتأثر السريع بالظواهر المتطرفة. وسوف تنشأ فرص وتحديات لعملية التكيف غالباً ما تنطوي على إجهادات متعددة (الجدول ١٢ – الملخص الفني). ويجري تجريب بعض استراتيجيات التكيف الإبتكارية كنوع من الاستجابة للتحديات الحالية المرتبطة بالمناخ (مثل الشواطئ المائية)، بيد أن بضع حالات قد فحصت الكيفية التي يمكن بها تنفيذ هذه الاستراتيجيات بينما تواصل المناخيات الإقليمية تغيرها.

وسوف تتطلب أنماط التنقل في درجة الحرارة والتهطال وناقلات الأمراض وتوافر المياه استجابات تكيفية – بما في ذلك، على سبيل المثال، الاستثمارات في الوقاية من العواصف، وفي البنية الأساسية لإمدادات مياه الشرب، إلى جانب خدمات الصحة المجتمعية. [الفقرتان ١٥-٣-٢، ١٥-٤]

٥-٦-١ المجتمعات المحلية والبنية الأساسية الحضرية

تعتبر التغيرات المحتملة في تواتر وشدة ومدة الظواهر المتطرفة من بين أهم الأخطار المرتبطة بتغير المناخ في أمريكا الشمالية. والتأثيرات المحتملة لتغير المناخ في المدن تشمل تناقص فترات البرد الشديد في الشتاء، وتزايد تواتر الحرارة الشديدة، وارتفاع مستويات سطح البحر وخطر عرام العواصف؛ وتغيرات في توقيت وتواتر وشدة الفيضانات المرتبطة بالعواصف وحالات التهطال الشديدة. وهذه الظواهر – وخصوصاً موجات الحرارة المتزايدة والتغيرات في الظواهر المتطرفة سوف تصاحبها تأثيرات على الصحة.

وتستطيع المجتمعات المحلية الحد من تأثرها السريع بالتأثيرات الضارة عن طريق الاستثمارات في البنية الأساسية التكيفية، التي يمكن أن تكون باهظة التكلفة. وقد لا تتمكن المجتمعات المحلية الريفية والفقيرة ومجتمعات السكان الأصليين من توفير هذه الاستثمارات. وعلاوة على ذلك فإن قرارات الاستثمار في البنية الأساسية تقوم على طائفة متنوعة من الاحتياجات تتجاوز تغير المناخ، ومن بينها نمو السكان وشيخوخة النظم القائمة. [الفقرة ١٥-٢-٥]

٥-٦-٢ الموارد المائية والنظم الإيكولوجية المائية

إن التغيرات غير المؤكدة في التهطال تؤدي إلى اتفاق لا يذكر بشأن التغيرات في مجموع الجريان السطحي السنوي عبر أرجاء أمريكا الشمالية. وتؤدي التأثيرات المنمذجة لدرجات الحرارة المتزايدة في تبخر مياه البحيرات إلى توقعات متناسقة لانخفاض مستويات البحيرات والتدفقات فيما يتعلق بنظام البحيرات العظمى – في سانت لورانس وفقاً لمعظم السيناريوهات (ثقة متوسطة). وسوف يسفر تزايد حدوث ظواهر التهطال الغزير عن ترسبات أكبر وأحمال تلوث من مصادر غير محددة في المجاري المائية (ثقة متوسطة). وإضافة إلى ذلك من المحتمل في المناطق حيث يعتبر ذوبان الجليد الموسمي جانباً هاماً من جوانب النظام الهيدرولوجي السنوي (على سبيل المثال، كاليفورنيا، حوض نهر كولومبيا)، أن يسفر تزايد درجات الحرارة عن تنقل موسمي في الجريان السطحي، مع

نسبة أكبر من مجموع الجريان السطحي الذي يحدث في الشتاء إلى جانب نقص محتمل في الجريان الصيفي (ثقة عالية). وهذا يمكن أن يؤثر تأثيراً ضاراً بتوافر ونوعية المياه فيما يتعلق باستخدامات المياه داخل وخارج المجرى المائي أثناء الصيف (ثقة متوسطة). ويبين الشكل ٨– الملخص الفني التأثيرات المحتملة. [الفقرة ١٥–٢–١]

وتشمل الاستجابات التكيفية لمثل هذه التغيرات الفصلية في الجريان السطحي تعديلاً في إدارة القدرة على التخزين الاصطناعي، وتزايد الركون إلى الإدارة المنسقة لإمدادات المياه الجوفية والسطحية، وعمليات النقل الطوعي للمياه بين مختلف مستخدمي المياه. ومثل هذه الأفعال يمكن أن تقلل تأثيرات الجريان الصيفي المنخفض على مستخدمي المياه، بيد أنه قد يكون من الصعب أو من المستحيل موازنة التأثيرات الضارة على كثير من النظم الإيكولوجية المائية، وقد تتعذر مواصلة توفير المستويات الحالية من الموثوقية والنوعية لجميع مستخدمي المياه. ومن المحتمل أن تشهد بعض المناطق (مثل غربي الولايات المتحدة) عمليات انتقال سوقية متزايدة لإمدادات المياه المتوافرة من زراعة الري إلى الاستخدامات الحضرية وغيرها من الاستخدامات ذات القيمة العالية نسبياً. وإعادة التوزيعات هذه تطرح تساؤلات بشأن الأولوية الاجتماعية وتنطوي على تكاليف خاصة بالتكيف وهي تعتمد على المؤسسات القائمة.

الجدول ١٢– الملخص الفني: مسائل التكيف للتغير المناخي في المناطق الفرعية لأمريكا الشمالية. ويرد أيضاً تبيان بعض المسائل الفريدة التي تخص بعض المواقع.

المناطق الفرعية في أمريكا الشمالية	سياق التنمية	تغير المناخ خيارات التكيف والتحديات
معظم أو كل المناطق الفرعية	– أسواق السلع الأساسية المتغيرة – تنمية كثيفة لموارد المياه فوق مساحات كبيرة – محلية وعبر الحدود ا– تفاقات باستحقاقات طويلة/ المطالبة بالأرض/ اتفاق تعاهدي – محلية وعبر الحدود – توسع حضري – توسع في النقل	– دور أسواق المياه/ الأسواق البيئية تصميم متغير وعمليات نظامي المياه والطاقة – تكنولوجيا/ ممارسات جديدة في الزراعة والحراجة – حماية النظم الإيكولوجية المهددة أو التكيف مع المشاهد الطبيعية الجديدة – تزايد دور السياحة الصيفية (الطقس الدافئ) – أخطار على نوعية المياه من الظواهر المتطرفة – إدارة الصحة المجتمعية لمواجهة عوامل الخطورة المتغيرة – أدوار متغيرة للمساعدات العامة في حالات الطوارئ والتأمين الخاص
الحد القطبي الشمالي	– نظام النقل في الشتاء – أساليب حياة السكان الأصليين	– تصميم لمواجهة الظروف المتغيرة للتربة الصقيعية والجليد – دور اثنين من الاقتصادات وهيئات الإدارة المشتركة
المناطق الساحلية	انخفاض في بعض الموارد البحرية التجارية (أسماك القد، السالمون) تنمية كثيفة للمناطق الساحلية	تربية المائيات، حماية الموائل، خفض في عدد الأسطول تخطيط المناطق الساحلية في المناطق التي يشتد عليها الطلب
البحيرات العظمى	– حساسية لتقلبات سطح البحيرات	– مواجهة الانخفاض في متوسط مستويات سطح البحيرات دون زيادة التعدي على الخطوط الشاطئية

٥-٦-٣ مصايد الأسماك البحرية

من المعترف به الآن أن الاختلافات المرتبطة بالمناخ في البيئات البحرية/ الساحلية تلعب دوراً هاماً في تقرير إنتاجية العديد من مصايد أسماك أمريكا الشمالية في مناطق المحيط الهادئ، وشمال المحيط الأطلسي، وبحر بيرينغ، وخليج المكسيك. وهناك صلات معقدة تربط بين التفاوتات والتغيرات المناخية في عمليات تؤثر على الإنتاجية والتوزيع المكاني لتجمعات الأسماك البحرية (ثقة عالية)، إلى جانب أوجه عدم يقين متصلة بأنماط الصيد التجاري في المستقبل. وتشير التجارب التي أجريت مؤخراً على أسماك السالمون في المحيط الهادئ وأسماك القد في المحيط الأطلسي أن الإدارة المستدامة لمصايد الأسماك سوف تتطلب معلومات علمية دقيقة ومناسبة من حيث التوقيت بشأن الظروف البيئية التي تؤثر على الثروة السمكية، وكذلك المرونة المؤسسية والعملية للاستجابة بسرعة لهذه المعلومات. [الفقرة ١٥-٢-٣-٣]

٥-٦-٤ الزراعة

إن حدوث تغير مناخي يتراوح من صغير إلى متوسط لن يعرض للخطر إنتاج الأغذية والألياف (ثقة عالية). وستكون هناك آثار إقليمية قوية في مجال الإنتاج، حيث تعاني بعض المناطق من خسارة كبيرة في الميزة النسبية لصالح مناطق أخرى (ثقة متوسطة). وعموما سوف ينجم عن هذا أثر خالص صغير. وسوف تزداد الرفاهية الزراعية للمستهلكين والمنتجين في حالة حدوث احترار طفيف. بيد أن الفائدة سوف تنخفض بمعدل متزايد – إذ من المحتمل أن تصبح خسارة خالصة – مع تزايد الاحترار. وهناك احتمال بتزايد الجفاف في السهول العظمى في الولايات المتحدة/ والبراري الكندية مع وجود فرص محتملة لتنقل محدود صوب الشمال في مناطق الإنتاج في كندا.

ومن المتوقع أن تعادل الخسائر زيادة الإنتاج المتأتية من تأثيرات فسيولوجية لثاني أكسيد الكربون وعمليات مواءمة على مستوى السوق في نطاق الزراعة والمزارع (على سبيل المثال عمليات مواءمة سلوكية واقتصادية ومؤسسية). وتشير الدراسات الاقتصادية التي تتضمن عمليات المواءمة على مستوى السوق في نطاق الزراعة والمزارع إلى أن الآثار السلبية لتغير المناخ على الزراعة ربما بالغت في تقديرها الدراسات التي لم تأخذ عمليات المواءمة هذه في الاعتبار (ثقة متوسطة). بيد أن قدرة المزارعين على تطويع خياراتهم الخاصة بالمدخلات والمخرجات هي أمر يصعب التنبؤ به وسوف يعتمد على السوق والإشارات المؤسسية. [الفقرة ١٥-٢-٣-١]

٥-٦-٥ الغابات والمناطق المحمية

من المتوقع أن يؤدي تغير المناخ إلى زيادة النطاق المساحي وإنتاجية الغابات على مدى السنوات ال ٥٠-١٠٠ القادمة (ثقة متوسطة). بيد أن التغير المناخي يحتمل أن يسبب تغيرات في طبيعة ونطاق العديد من زعوامل الاضطرابس (على سبيل المثال الحرائق وتفشي الحشرات) (ثقة متوسطة). وتشير سيناريوهات تغير المناخ المتطرف أو الطويل الأجل إلى احتمال انخفاض واسع النطاق في الغابات (ثقة منخفضة).

وهناك دلائل قوية تشير إلى أن تغير المناخ يمكن أن يؤدي إلى فقدان أنواع محددة في النظم الإيكولوجية مثل المناطق الجبلية العالية ومناطق ساحلية معينة (مستنقعات مياه مالحة، على سبيل المثال) وفقدان أنواع في المناطق الداخلية (على سبيل المثال مروج زالحفر الدائريةس في أحواض الأنهار) وأنواع الأراضي الرطبة (ثقة عالية). وهناك قدر معتدل من إمكانية التكيف لمنع هذه الخسائر عن طريق تخطيط برامج صون الموارد الطبيعية لاستبانة وحماية النظم الإيكولوجية المعرضة للخطر على وجه الخصوص. أما الأراضي التي تُدار من أجل إنتاج الأخشاب فمن المحتمل أن تكون أقل تعرضاً لتغير المناخ من الغابات غير المدارة وذلك بسبب إمكانية إدارة عملية التكيف. [الفقرة ١٥-٢-٢]

٥-٦-٦ صحة الإنسان

ربما تعمل الأمراض المحمولة بالنواقل، ومن بينها الملاريا وحمى الضنك على توسيع نطاقاتها في الولايات المتحدة وربما تظهر في كندا وربما يشهد مرض لايم المنقول بالقراد توسع نطاقه في كندا. بيد أن العوامل الاقتصادية الاجتماعية مثل التدابير الصحية العامة سوف تؤدي دوراً كبيراً في تحديد وجود أو نطاق هذه الأمراض المعدية. وربما تزداد الأمراض المرتبطة بالمياه مع زيادة حرارة الهواء ودرجة حرارة المياه، مصحوبة بظواهر جريان سطحي غزير من السطوح الزراعية والحضرية. ويمكن أن يؤدي تزايد تواتر عواصف الحمل الحراري إلى مزيد من حالات الربو المرتبط بحدوث العواصف الرعدية. [الفقرة ١٥-٢-٤]

أولاً – ألاسكا، يوكون وكولومبيا البريطانية الساحلية

منطقة مستقرة بدرجة طفيفة/ وافرة المياه:
تأثيرات إيكولوجية محتملة، طاقة كهرومائية، وفيضان

- تزايد أخطار الفيضان في الربيع
- انحسار/ اختفاء جليدي في الجنوب، تقدم في الشمال؛ تأثيرات على الجريان المائي، إيكولوجيا المجاري المائية
- زيادة الإجهاد الواقع على أسماك السالمون وأنواع الأسماك الأخرى
- غرق بالفيضان المناطق الرطبة الساحلية

تغيرات في الملوحة/ النظام الإيكولوجي لمصب الأنهار

ثانياً – الولايات الواقعة على ساحل المحيط الهادئ (الولايات المتحدة الأمريكية)

كثرة عدد السكان مع النمو السريع؛ تناقص وفرة المياه من الشمال إلى الجنوب؛ زراعة كثيفة بالري؛ بنية أساسية ضخمة للتحكم في المياه؛ اعتماد كبير على الطاقة الكهرومائية، مسائل الأنواع الأحيائية المهددة بالانقراض؛ زيادة التنافس على الماء:

- مزيد من سقوط الأمطار في الشتاء/ كمية أقل من الثلوج المتساقطة – ذروة فصلية مبكرة في الجريان السطحي، زيادة الفيضان في الخريف/ الشتاء، تناقص إمدادات المياه في الصيف
- زيادات محتملة في الجريان السطحي السنوي في سييرا نيفادا والكاسكيدز Cascades
- زيادة محتملة في الملوحة في الصيف في خليج سان فرانسيسكو وساكرامنتو ودلتا سان جواكين
- تغيرات في النظام الإيكولوجي للبحيرات والمجاري المائية – استفادة الأنواع الأحيائية من المياه الدافئة؛ أضرار تصيب الأنواع الأحيائية في المياه الباردة (على سبيل المثال سمك الأطروط والسلمون)

ثالثاً – جبال روكي (الولايات المتحدة الأمريكية وكندا)

نسبة طفيفة من السكان في الشمال، نمو سكاني سريع في الجنوب زراعة بالري، استجمام، توسع حضري مع تنافس متزايد على المياه؛ منطقة منابع الأنهار بالنسبة لمناطق أخرى:

- ارتفاع في خط الثلج الدائم في الشتاء – الربيع، زيادات محتملة في الثلوج المتساقطة، ذوبان الثلوج في وقت مبكر، تكرر سقوط المطر على الثلوج – تغيرات في المجاري المائية الفصلية، انخفاض محتمل في المجاري المائية في الصيف، انخفاض رطوبة التربة في الصيف
- تغيرات في درجة حرارة المجاري المائية تؤثر في تكون الأنواع الأحيائية، زيادة انعزال أسماك مجاري المياه الباردة

رابعاً – الجنوب الغربي

نمو سكاني سريع، اعتماد على مياه جوفية محدودة وإمدادات المياه السطحية، شواغل مقلقة بخصوص نوعية المياه في منطقة الحدود، شواغل مقلقة بخصوص أنواع مهددة بالانقراض، سرعة التأثر بالفيضان الجارف:

- تغيرات محتملة في التراكم الثلجي والجريان السطحي
- انخفاض محتمل في إعادة تغذية المياه الجوفية – نقص إمدادات المياه
- تزايد درجات حرارة المياه – مزيد من الإجهاد على الأنواع الحية المائية
- زيادة تواتر ظواهر التهطال الكثيف – تزايد خطر الفيضانات الجارفة

خامساً – المنطقة القطبية الشمالية ودون القطبية الشمالية

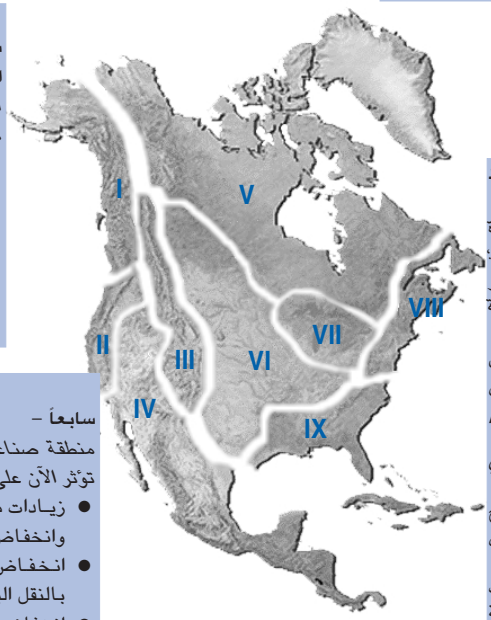
تناثر السكان بدون كثافة (كثير منهم يعتمدون على النظم الطبيعية)؛ الغطاء الثلجي في الشتاء معلم هام من معالم الدورة الهيدرولوجية:

- غطاء ثلجي أرق، زيادة بمقدار ١–٣ شهور في فصل الخلو من الجليد، ازدياد نطاق المياه المكشوفة
- ازدياد تقلبية مستوى البحيرات، احتمال الجفاف التام لبعض البحيرات الدلتاوية
- تغيرات في الإيكولوجيا المائية وتوزيع الأنواع الأحيائية نتيجة لتزايد درجات الحرارة واستطالة موسم النمو

سادساً – الوسط الغربي في الولايات المتحدة والمروج الكندية

الأراضي الداخلية الزراعية – تعتمد غالباً على الأمطار مع بعض مناطق تعتمد بشدة على الري:

- تناقص/ تزايد سنوي في تدفق المجاري المائية؛ انخفاض كبير محتمل في تدفق المجرى المائي صيفاً
- احتمال متزايد بحدوث نوبات شديدة من الجفاف
- احتمال تزايد القحولة في المناطق شبه القاحلة
- زيادة أو نقصان في الطلب على الري وتوافر المياه – تأثيرات غير مؤكدة على إيرادات قطاع المزارع، وعلى مستويات المياه الجوفية وتدفقات المجاري المائية ونوعية المياه



سابعاً – البحيرات العظمى

منطقة صناعية كثيفة السكان؛ تباينات في مستويات البحيرات/ التدفقات تؤثر الآن على الطاقة الكهرمائية والنقل البحري وبنية الخطوط الشاطئية:

- زيادات محتملة في التهطال مصحوبة بانخفاض الجريان السطحي وانخفاض مستوى سطح البحيرات
- انخفاض ناتج الطاقة الكهرمائية؛ انخفاض أعماق القنوات الخاصة بالنقل البحري
- انخفاض في نطاق جليد البحيرات – بعض السنوات بدون غطاء ثلجي
- تغيرات في المناطق الأحيائية للعوالق النباتية والعوالق الحيوانية، ارتحال أنواع الأسماك شمالاً، احتمال استئصال أنواع تعيش في المياه الباردة

ثامناً – الشمال الشرقي من الولايات المتحدة والمنطقة الشرقية من كندا

تعداد كبير من السكان معظمهم في المناطق الحضارية – تتوافر إمدادات مياه وافية بوجه عام، أعداد كبيرة من السدود الصغيرة، ولكن قدرة محدودة في مجموع خزانات المياه؛ كثافة سكانية في السهول الفيضية:

- تناقص كمية ومدة الغطاء الثلجي
- انخفاضات كبيرة محتملة في تدفق المجرى المائي
- تسارع تآكل السواحل، تسرب الأملاح إلى مستودعات المياه الأرضية الساحلية
- تغيرات في حجم وتوقيت تجمد/ انتهاء الجليد، مع تأثيرات على فيضان الربيع
- احتمال زوال النظم الإيكولوجية للمستنقعات
- تنقلات في توزيعات أنواع الأسماك، أنماط الارتحال

تاسعاً – الجنوب الشرقي والخليج ووسط المنطقة المطلة على المحيط الأطلسي في الولايات المتحدة الأمريكية

تزايد السكان – وخصوصاً في المناطق الساحلية، نوعية المياه/ مشاكل تلوث مصادر غير محددة، إجهاد على النظم الإيكولوجية المائية:

- سهول فيضية ساحلية مزدحمة بالسكان معرضة لخطر الفيضان من ظواهر التهطال المتطرفة، الأعاصير
- تدفقات محتملة في المناطق الواطئة، تدفقات أكبر في الذروة، نوبات جفاف أطول
- زيادة محتملة في التهطال وزيادات أو انخفاضات محتملة في الجريان السطحي/ تصريف الأنهار، زيادة في تقلبية التدفقات
- احتمال حدوث توسع كبير في المنطقة المحورية المتعامدة شمالي خليج المكسيك – تأثيرات أخرى على النظم الساحلية المتصلة بتغيرات في التهطال/ حمل التلوث من مصدر غير محدد
- تغيرات في نظم المصب الخليجي ونطاق الأراضي الرطبة وعمليات في المناطق الأحيائية، توزع الأنواع الأحيائية

الشكل ٨ – الملخص الفني: تأثيرات محتملة على موارد المياه في أمريكا الشمالية

٥-٦-٧ نظم التأمين العامة والخاصة

ازدادت الخسائر الناجمة عن الكوارث والمقومة وفقاً لمعدلات التضخم ثمانية أمثال في أمريكا الشمالية على مدى العقود الثلاثة الماضية (ثقة عالية). وقد تزايدت حالات التعرض والفوائض لدى شركات التأمين الخاصة (وخصوصاً أصحاب شركات التأمين على الممتلكات) وشركات إعادة التأمين، كما لوحظت خسائر في الأرباح المتصلة بحالات الطقس وحالات الإعسار. وتتزايد خسائر التأمين في أمريكا الشمالية (٥٩ في المائة من الإجمالي العالمي) مع حالة الثراء، ومع استمرار تحرك السكان إلى المناطق سريعة التأثر. وتتباين سرعة تأثر شركات التأمين بهذه التغيرات بدرجة كبيرة حسب المنطقة.

وأدت الظواهر المتطرفة التي حدثت مؤخراً إلى استجابات عديدة من جهات التأمين بما في ذلك تزايد الاهتمام بقوانين المباني والتأهب لمواجهة حالات الكوارث. ومن المعهود أن ممارسات شركات التأمين كانت تستند في الأساس إلى الخبرة المناخية التاريخية؛ وبدأ هؤلاء في الآونة الأخيرة فقط في استخدام نماذج للتكهن بالخسائر المرتبطة بالمناخ في المستقبل، ولهذا صارت إمكانية حدوث المفاجآت أمراً واقعاً. وتلعب الحكومات دوراً أساسياً كجهات تأمين أو كمقدمة للإغاثة في حالات الكوارث، وخصوصاً في الحالات التي يعتبر القطاع الخاص فيها الأخطار غير قابلة للتأمين عليها. [الفقرة ١٥-٢-٧]

٥-٧ المناطق القطبية

من المتوقع أن يكون تغير المناخ في المنطقة القطبية من بين أكبر التغيرات في أية منطقة على وجه الأرض. وتظهر بيانات القرن العشرين فيما يتعلق بمنطقة القطب الشمالي اتجاهاً إلى الاحترار بدرجة تصل إلى ٥ سلسيوس فوق مساحات شاسعة من الأراضي (ثقة عالية جداً)، وفي الوقت نفسه تزايد التهطال (ثقة منخفضة). وهناك بعض مناطق تشهد نوعاً من البرودة في شرقي كندا. وقد تناقص نطاق الجليد البحري بنسبة ٢ر٩ في المائة لكل عقد، وقد ترقق هذا النطاق على مدى الفترة ١٩٧٨-١٩٩٦ (ثقة عالية). وحدث انخفاض هام من الناحية الإحصائية في نطاق ثلوج الربيع فوق منطقة أوراسيا منذ سنة ١٩١٥ (ثقة عالية). وانخفضت المنطقة التي توجد تحتها تربة صقيعية وسادها نوع من الدفء (ثقة عالية جداً). وأصبحت طبقة الأرض التي يذوب عنها الجليد فصلياً فوق التربة الصقيعية سميكة في بعض المناطق، وظهرت مناطق جديدة لذوبان التربة الصقيعية الشاسعة. وفي المنطقة القطبية الجنوبية ظهر اتجاه ملحوظ للاحترار في شبه جزيرة المنطقة القطبية الجنوبية مع افتقاد ملحوظ في الجرف الجليدي (ثقة عالية). ويتزايد نطاق الغطاء النباتي في الأراضي العليا في شبه جزيرة المنطقة القطبية الجنوبية (ثقة عالية جداً). وفي مناطق أخرى يبدو الاحترار أقل وضوحاً. فليس هناك تغير هام في الجليد البحري في المنطقة القطبية الجنوبية منذ سنة ١٩٧٣، رغم أنه من الواضح قد انحسر بما يزيد على ٣ درجات من خطوط العرض ما بين منتصف الخمسينات ومطلع السبعينات (ثقة متوسطة). [الفقرة ١٦-١-٣-٢]

وتعتبر منطقة القطب الشمالي سريعة التأثر للغاية بالتغير المناخي، ومن المتوقع أن تظهر سريعاً تأثيرات كبرى فيزيائية وإيكولوجية واقتصادية. وستؤدي طائفة من آليات التغذية بالمعلومات المرتجعة إلى تضخيم الاستجابة، مع حدوث تأثيرات تالية على نظم وشعوب أخرى. وستكون هناك تكوينات مختلفة من الأنواع الأحيائية على الأرض وفي البحر وتنقلات نحو القطب من مجموعات الأنواع الحية وإخلالات شديدة بالنسبة لجماعات السكان الذين يتبعون أساليب معيشية تقليدية. ففي المناطق المتقدمة النمو في منطقة القطب الشمالي وحيث تكون التربة الصقيعية غنية بالجليد، سوف يتطلب الأمر إيلاء اهتمام خاص لتخفيف وطأة التأثيرات الضارة نتيجة ذوبان الجليد، مثل الأضرار الشديدة بالمباني والبنية الأساسية للنقل (ثقة عالية جداً). وستكون هناك آثار مفيدة للاحترار المناخي، مثل نقص الطلب على طاقة التدفئة. وسيكون الفقدان الكبير للجليد البحري في محيط منطقة القطب الشمالي مواتياً لفتح طرق بحرية وسياحة إيكولوجية في منطقة القطب الشمالي وهذا ما قد تكون له تأثيرات كبيرة لخدمة التجارة والمجتمعات المحلية. [الفقرات ١٦-٢-٥-٣، ١٦-٢-٧-١، ١٦-٢-٨-١، ١٦-٢-٨-٢]

وفي المنطقة القطبية الجنوبية سوف يؤدي التغير المناخي المتوقع إلى حدوث تأثيرات تتحقق ببطء (ثقة عالية). ولأن هذه التأثيرات سوف تحدث على مدى فترة طويلة فإنها سوف تستمر طويلاً بعد أن تكون انبعاثات غازات الدفيئة قد استقرت. وعلى سبيل المثال ستكون هناك تأثيرات بطيئة ولكن مطردة على صفائح الغطاء الجليدي وأنماط دوران المحيط على المستوى العالمي، وهو الشيء الذي لا يمكن محوه طوال قرون في المستقبل، وسوف تحدث تغيرات في أماكن أخرى من العالم ومن بينها ارتفاع مستوى سطح البحر. ومن المتوقع حدوث فقدان كبير آخر في أرصفة الجرف الجليدي حول شبه جزيرة المنطقة القطبية الجنوبية. ومن المحتمل أن يؤدي ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض حجم الجليد البحري إلى حدوث

تغييرات طويلة الأجل في مجال جغرافيا المحيطات الطبيعية والنظام البيئي للمحيط الجنوبي، مع كثافة النشاط البيولوجي وزيـادة معدلات نمو الأسماك. [الفقرتان ١٦-٢-٣-٤، ١٦-٢-٤-٢]

وتشتمل المناطق القطبية على أنواع هامة من التغير المناخي. فمن المتوقع أن ينخفض امتصاص الكربون في المحيط الجنوبي بدرجة كبيرة نتيجة لعوامل فيزيائية وبيولوجية معقدة. ومن المتوقع أن تزداد انبعاثات غازات الدفيئة من منطقة التندر وذلك بسبب تغيرات في المحتوى المائي وتحلل فحم المستنقعات المكشوف وذوبان التربة الصقيعية. وستعمل الانخفاضات في مساحة الثلوج والجليد العالية الانعكاس، على تضخيم الاحترار (ثقة عالية جداً). وسوف يعمل تجدد المياه العذبة نتيجة زيادة الجريان السطحي في منطقة القطب الشمالي وتزايد سقوط الأمطار وذوبان أجزاء من الجرف الجليدي في تلك المنطقة ونقص تكوّن الجليد البحري على إبطاء عمليات الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في محيط شمال الأطلسي والمحيط الجنوبي وعلى تخفيض التهوية في مياه المحيطات العميقة. [الفقرة ١٦-٣-١]

وسوف يحدث تكيف مع التغير المناخي في النظم الإيكولوجية القطبية الطبيعية، وأساساً عن طريق ارتحال الأنواع وتغير مآلفها. وقد تصبح بعض الأنواع الأحيائية مهددة بالانقراض (على سبيل المثال فيل البحر وعجل البحر والدببة القطبية)، في حين قد تزدهر أنواع أخرى (مثل الوعل والأسماك). ورغم أن هذه التغيرات قد تحدث اضطراباً لكثير من النظم الإيكولوجية المحلية ولأنواع أحيائية أخرى بعينها، يظل الاحتمال بأن تغير المناخ المتوقع سوف يعمل في نهاية المطاف على زيادة الإنتاجية الإجمالية للنظم الطبيعية في المناطق القطبية. [الفقرة ١٦-٣-٢]

وفيما يتعلق بالمجتمعات المحلية الأصلية التي تنتهج أساليب معيشية تقليدية، فإن فرص التكيف للتغير المناخي تعتبر محدودة (ثقة عالية جداً). وسوف تؤثر التغيرات الحادثة في الجليد البحري وتواتر فصول الثلوج والموئل وتباين الأنواع الأحيائية المستخدمة للغذاء في ممارسات الصيد والحصاد، ويمكن أن تعرض للخطر التقاليد وأساليب العيش الراسخة منذ أمد طويل. أما المجتمعات المتطورة تكنولوجياً فمن المحتمل أن تتكيف بسهولة تماماً مع تغير المناخ بانتهاج طرائق معدلة للانتقال وبزيادة الاستثمار للاستفادة من الفرص التجارية الجديدة. [الفقرة ١٦-٣-٢]

٥-٨ الدول الجزرية الصغيرة

يشكل تغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر تهديداً خطيراً للدول الجزرية الصغيرة، التي تنتشر في مناطق المحيط الهادئ والمحيط الهندي والمحيط الأطلسي وكذلك في البحر الكاريبي والبحر المتوسط. ومن بين الخصائص التي تميز الدول الجزرية والتي تعمل على زيادة سرعة تأثرها صغر حجمها الطبيعي بالنسبة إلى المساحات الشاسعة من المحيط؛ والموارد الطبيعية المحدودة؛ والانعزال النسبي؛ والانفتاح الشديد للاقتصادات الصغيرة التي تعتبر حساسة بدرجة كبيرة للصدمات الخارجية والمعرضة بشدة للكوارث الطبيعية والظواهر المتطرفة الأخرى؛ والتزايد السريع للسكان مع كثافة عالية؛ وبنية أساسية متخلفة؛ وأموال وموارد بشرية ومهارات محدودة. وهذه الخصائص تحد من قدرة البلدان الجزرية الصغيرة على تخفيف وطأة أثر تغير المناخ والتكيف معه ومع ارتفاع مستوى سطح البحر في المستقبل. [الفقرة ١٧-١-٢]

ويشهد كثير من الدول الجزرية الصغيرة بالفعل آثار التغيرات الكبيرة فيما بين السنين في أحوال المحيطات والغلاف الجوي. ونتيجة لهذا يحتمل أن تكون العواقب الأهم والعاجلة بالنسبة للدول الجزرية الصغيرة ذات صلة بالتغيرات في نظم سقوط المطر ومخزون رطوبة التربة والرياح السائدة (السرعة والاتجاه)، والتباينات القصيرة الأجل في المستويات الإقليمية والمحلية لسطح البحر، وأنماط تأثير الموج. وهذه التغيرات واضحة في الاتجاهات الماضية والحاضرة للمناخ وتقلبية المناخ، مع اتجاه صاعد في متوسط درجة الحرارة بما يصل إلى ٠ر١ سلسيوس لكل عقد وارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار ٢ ملليمتر سنوياً في المناطق المدارية للمحيط والتي توجد بها معظم الدول الجزرية الصغيرة، ويشير تحليل البيانات الرصدية من مختلف المناطق إلى حدوث زيادة في درجة حرارة الهواء السطحي التي تعتبر أكبر من المعدلات العالمية للاحترار وخصوصاً في المحيط الهادئ والبحر الكاريبي. ويبدو الكثير من التقلبية في سجل سقوط الأمطار في جزر المحيط الهادئ والبحر الكاريبي مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً ببدء ظاهرة النينيو/التذبذب الجنوبي .(ENSO) بيد أن جزءاً من التقلبية يمكن أيضاً عزوه إلى التنقلات في منطقة اللقاء بين الأقاليم المدارية وجنوب المحيط الهادئ، التي يتعين تفهم تأثيرها بشكل أفضل على أنماط تقلبية سقوط الأمطار. وتحد المعوقات الخاصة بسجلات الرصد وخصوصاً من محددات القياس الجيوديسي للمد والجزر من تفسير الاتجاهات الحالية لمستوى سطح البحر. [الفقرة ١٧-١-٣]

٥-٨-١ الإنصاف والتنمية المستدامة

رغم أن إسهام الدول الجزرية الصغيرة في الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة لا يكاد يذكر، يحتمل أن تكون الآثار المتوقعة لتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر على هذه الدول خطيرة. وستكون هذه التأثيرات محسوسة تشعر بها أجيال كثيرة بسبب قلة القدرة التكيفية للدول الجزرية الصغيرة، والحساسية العالية للصدمات الخارجية وزيادة سرعة التأثر بالكوارث الطبيعية. وسيكون من الصعب للغاية بالنسبة لمعظم الدول الجزرية الصغيرة أن تحقق التكيف بطريقة مستدامة مع هذه الظروف المتغيرة. [الفقرة ١٧-٢-١]

٥-٨-٢ المنطقة الساحلية

يعزى كثير من التغير الساحلي الذي يشاهد حالياً في الدول الجزرية الصغيرة إلى الأنشطة التي يمارسها الإنسان على الساحل. وسيكون للارتفاع المتوقع في مستوى سطح البحر بمقدار ٥ مم سنوياً على مدى السنوات المائة القادمة مضافاً إلى المزيد من التنمية الساحلية تأثيرات سلبية على السواحل (ثقة عالية). وهذا بدوره سوف يزيد سرعة تأثر البيئات الساحلية بخفض المرونة الطبيعية وزيادة تكلفة التكيف. ومع افتراض أن هذه الشدة سوف تتباين على المستوى الإقليمي فإن أخطر الاعتبارات بالنسبة لبعض الدول الجزرية الصغيرة سوف تتمثل فيما إذا كان لديها الجهد الكافي للتكيف مع ارتفاع مستوى سطح البحر داخل حدودها الوطنية الخاصة. [الفقرتان ١٧-٢-١، ١٧-٢-٣]

٥-٨-٣ النظم الإيكولوجية والتنوع الأحيائي

سوف يؤثر التغير المناخي وارتفاع مستوى سطح البحر المتوقعان في المستقبل على التنقلات في تكوين الأنواع وتنافسها. وتشير التقديرات إلى أن واحدة من بين كل ثلاث نباتات مهددة بالزوال هي من النباتات المستوطنة في الجزر، في حين أن نسبة ٢٣ في المائة من أنواع الطيور الموجودة على الجزر معرضة للانقراض. [الفقرة ١٧-٢-٥]

سوف تتأثر الشعب المرجانية وأشجار المانغروف وطبقات الحشائش البحرية التي غالباً ما تعتمد على الظروف البيئية المستقرة تأثراً ضاراً بارتفاع درجة حرارة الهواء والبحر وارتفاع مستويات سطح البحر (ثقة متوسطة). وقد نجم عن الاحترار العرضي المتكرر لسطح البحر إجهاد كبير على تجمعات المرجان التي أصبحت معرضة لتبييض المرجان على نطاق واسع. وتغيرت بفعل أنشطة الإنسان مناطق أشجار المانغروف التي تنتشر على السواحل والخلجان ذات الطاقة المنخفضة والخصبة بالمغذيات/ الرواسب في المناطق المدارية. ومن المحتمل أن تؤثر التغيرات في مستويات سطح البحر على نزوح بقايا غابات المانغروف في اتجاه البر وعلى طول الشواطئ، وهي الغابات التي توفر حماية للسواحل والموارد الأخرى. وسوف تؤثر أية زيادة في درجة حرارة سطح البحر تأثيراً سيئاً في تجمعات الحشائش البحرية التي تتعرض بالفعل لإجهاد من تلوث أرضي ومن الجريان السطحي. ومن المحتمل أن تؤثر التغيرات في هذه الأنظمة تأثيراً سلبياً على تجمعات الأسماك التي تعتمد عليها كأراض لموئلها وللتكاثر. [الفقرة ١٧-٢-٤]

٥-٨-٤ الموارد المائية والزراعة ومصايد الأسماك

تعتبر الموارد المائية والزراعة مدعاة لبالغ القلق لأن معظم الدول الجزرية الصغيرة لا تمتلك إلا موارد محدودة من الأ ً راضي القابلة للزراعة والمياه. وتعتمد المجتمعات المحلية على مياه الأمطار من مستجمعات المياه وبقع مسترسبة محدودة من المياه العذبة. وعلاوة على ذلك فإن الفلاحة الزراعية وخصوصاً في الجزر المنخفضة والجزر المرجانية تتركز عند الساحل أو بالقرب منه. وسوف تسبب التغيرات في ارتفاع منسوب المياه الجوفية وتملح التربة نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر نوعاً من الإجهاد لكثير من المحاصيل الأساسية، مثل القلقاس.

ورغم أن صيد السمك يعتبر عملاً حرفياً أو تجارياً صغير النطاق، فهو نشاط هام في معظم الجزر الصغيرة ويسهم بنصيب كبير في استهلاك سكان الجزر من البروتين. وسوف يواجه كثير من أراضي التربية والتكاثر وموائل الأسماك والمحاريات مثل مناطق أشجار المانغروف والشعب المرجانية وطبقات الحشائش البحرية ومستنقعات المياه المالحة تهديدات متزايدة من تأثيرات محتملة لتغير المناخ المتوقع. وتعتبر موارد المياه والزراعة ومصايد الأسماك حساسة بالفعل لتقلبية الأحوال الملاحظة حالياً في أحوال المحيطات والغلاف الجوي في كثير من الدول الجزرية الصغيرة، ويحتمل أن تتفاقم التأثيرات بسبب تغير المناخ ومستوى سطح البحر في المستقبل (ثقة عالية). [الفقرتان ١٧-٢-٦، ١٧-٢-٨-١]

الجدول ١٣– الملخص الفني: أهمية السياحة بالنسبة لدول وأقاليم جزرية صغيرة مختارة.

البلد	عدد السياح (بالآلاف)(أ)	السياح كنسبة مئوية من السكان(أ)	المتحصلات من السياحة(ب)	
			كنسبة مئوية من الناتج القومي الإجمالي	كنسبة مئوية من الصادرات
أنتيغوا وبربودا	٢٣٢	٣٦٤	٦٣	٧٤
جزر البهاما	١٦١٨	٥٨٦	٤٢	٧٦
بربادوس	٤٧٢	١٨٢	٣٩	٥٦
الرأس الأخضر	٤٥	١١	١٢	٣٧
جزر القمر	٢٦	٥	١١	٤٨
كوبا	١١٥٣	١١	٩	غير متاح
قبرص	٢٠٨٨	٢٨١	٢٤	٤٩
دومينيكا	٦٥	٩٨	١٦	٣٣
الجمهورية الدومينيكية	٢٢١١	٢٨	١٤	٣٠
فيجي	٣٥٩	٤٥	١٩	٢٩
غرينادا	١١١	١١٦	٢٧	٦١
هايتي	١٤٩	٢	٤	٥١
جامايكا	١١٩٢	٤٦	٣٢	٤٠
ملديف	٣٦٦	١٣١	٩٥	٦٨
مالطة	١١١١	٢٩٥	٢٣	٢٩
موريشيوس	٥٣٦	٤٦	١٦	٢٧
بابوا غينيا الجديدة	٦٦	٢	٢	٣
سانت كيتس ونيفيس	٨٨	٢١١	٣١	٦٤
سانت لوسيا	٢٤٨	١٦٥	٤١	٦٧
سانت فنسنت	٦٥	٥٥	٢٤	٤٦
ساموا	٦٨	٣١	٢٠	٤٩
سيشيل	١٣٠	١٦٧	٣٥	٥٢
سنغافورة	٧١٩٨	٢٠٩	٦	٤
جزر سليمان	١٦	٤	٣	٤
ترينيداد وتوباغو	٣٢٤	٢٩	٤	٨
فانواتو	٤٩	٢٧	١٩	٤١

(أ) تتعلق البيانات بشأن التدفقات السياحية والنسبة إلى تعداد السكان بالسنة ١٩٧٩.

(ب) تتعلق البيانات الخاصة بالمتحصلات من السياحة بالسنة ١٩٩٧ بخصوص البلدان التالية: جامايكا، جزر البهاما، جزر سليمان، الرأس الأخضر، ساموا، سنغافورة، سيشيل، مالطة، ملديف، موريشيوس؛ بالسنة ١٩٩٦ بخصوص البلدان التالية: أنتيغوا وبربودا، بابوا غينيا الجديدة، الجمهورية الدومينيكية، دومينيكا، سانت فنسنت، سانت لوسيا، فيجي، كندا، كوبا، هايتي؛ وتتعلق بالسنة ١٩٩٥ بخصوص البلدان التالية: بربادوس، ترينيداد وتوباغو، جزر القمر، فانواتو، قبرص؛ وتتعلق بالسنة ١٩٩٤ بخصوص سانت كيتس ونيفيس.

٥-٨-٥ صحة الإنسان والاستيطان والبنية الأساسية والسياحة

يحتمل أن تتأثر عدة نظم بشرية بالتغيرات المتوقعة في المناخ ومستويات سطح البحر في كثير من الدول الجزرية الصغيرة. وتعد صحة الإنسان مدعاة لقلق بالغ مع وجود كثير من الجزر المدارية تتعرض لتواتر كثير من الأمراض المحمولة بالنواقل والمنقولة بالمياه والتي يمكن عزوها للتغيرات في درجة الحرارة وسقوط الأمطار وهو ما قد يتصل بظاهرة النينيو/التذبذب الجنوبي (ENSO) ونوبات الجفاف والفيضان. وتحدث حالات المناخ المتطرفة عبئاً ضخماً على بعض مجالات رفاه الإنسان، ويحتمل أن تتزايد هذه الأعباء في المستقبل. وتقع جميع المستوطنات تقريباً والبنية الأساسية الاجتماعية الاقتصادية والأنشطة مثل السياحة في المناطق الساحلية أو بالقرب منها في الدول الجزرية الصغيرة. وتوفر السياحة مصدراً هاماً للدخل وفرص العمل بالنسبة لكثير من الدول الجزرية الصغيرة (الجدول ١٣- الملخص الفني). ويمكن أن تتسبب التغيرات في نظامي درجة الحرارة وسقوط الأمطار، وكذلك فقدان الشواطئ، في تقويض اقتصادات كثير من الدول الجزرية الصغيرة (ثقة عالية). ولأن هذه المناطق سريعة التأثر جداً بتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر في المستقبل، من الأهمية حماية وتدعيم الشواطئ والمواقع بتنفيذ برامج تشكل موارد للاستعمال الرشيد. وقد تم الاهتداء إلى الإدارة الساحلية المتكاملة كواحد من النهج التي ستكون مفيدة لكثير من الدول الجزرية الصغيرة من أجل صناعة سياحة مستدامة. [الفقرتان ١٧-٢-٧، ١٧-٢-٩]

٥-٨-٦ الأصول الاجتماعية الثقافية والتقليدية

سوف تتعرض بعض الأصول التقليدية في الجزر (السلع والخدمات) للخطر أيضاً نتيجة لتغير المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر. وهذه الأصول تشمل مصادر العيش والتكنولوجيات التقليدية (المهارات والمعرفة، والبنيان المجتمعي المترابط، الذي ساعد في الماضي على تدعيم مرونة هذه الجزر أمام شتى أنواع الصدمات. وقد أدى ارتفاع مستوى سطح البحر والتغيرات المناخية، مصحوبة بإجهادات بيئية أخرى، إلى دمار مواقع ثقافية وروحية فريدة وأصول من التراث التقليدي ومناطق محمية ساحلية هامة في كثير من جزر المحيط الهادئ. [الفقرة ١٧-٢-١٠]

٦- التكيف والتنمية المستدامة والإنصاف

ينطوي التكيف مع تغير المناخ على احتمال إحداث خفض كبير في الآثار الضارة لتغير المناخ وتحسين التأثيرات المفيدة، وإن كان هذا التكيف سيكون بثمن والآخر سيترك بعض الضرر. وفي النظم الطبيعية تتسم عملية التكيف برد الفعل في حين يمكن أن تكون تحسبية في النظم البشرية. ويعرض الشكل ٩- الملخص الفني أنواعاً وأمثلة للتكيف مع تغير المناخ. وتبين التجربة الخاصة بالتكيف مع تقلبية المناخ والظواهر المتطرفة أن هناك في القطاعين الخاص والعام معوقات تعرقل تحقيق إمكانية التكيف. إن انتهاج وفاعلية عمليات التكيف الخاصة أو السوقية المنحى في القطاعات والمناطق تحد منها قوى أخرى وظروف مؤسسية ومختلف مصادر قصور السوق. وهناك أدلة غير كثيرة تشير إلى أن عمليات التكيف الخاصة سوف تستخدم لمواجهة الأضرار الناجمة عن تغير المناخ في البيئات الطبيعية. وفي بعض الحالات يمكن أن تكون لتدابير التكيف عواقب غير مقصودة بما في ذلك الضرر البيئي. كما أن التكاليف الإيكولوجية والاجتماعية والاقتصادية للاعتماد على عملية التكيف التلقائية كرد فعل مع الآثار التراكمية لتغير المناخ تعتبر كبيرة. ويمكن تجنب كثير من هذه التكاليف عن طريق التكيف التحسبي المدروس. فكثير من استراتيجيات التكيف إذا ما صممت بشكل ملائم يمكن أن توفر فوائد متعددة في الأجلين القريب والبعيد. بيد أن هناك حدوداً تعرقل تنفيذها وفعاليتها. ويؤدي تعزيز القدرة على التكيف إلى خفض سرعة تأثر القطاعات والمناطق بالتغير المناخي بما في ذلك التقلبية والظواهر المتطرفة، وبالتالي فإنها تعزز التنمية المستدامة والإنصاف. [الفقرتان ١٨-٢-٤، ١٨-٣-٤]

وتنطوي عملية التكيف التحسبية المدروسة على إمكانية خفض سرعة التأثر وتحقيق فرص مرتبطة بتغير المناخ بغض النظر عن التكيف التلقائي. ويعتبر التكيف الذي تساعد الهيئات العامة على تيسيره جزءاً هاماً من استجابة المجتمع لتغير المناخ. وعادة ما يكون لتنفيذ سياسات وبرامج وتدابير التكيف فوائد عاجلة وفوائد أخرى في المستقبل. كما أن عمليات التكيف مع المناخ الحالي والأخطار المتصلة بالمناخ (على سبيل المثال نوبات الجفاف المتكررة والعواصف والفيضانات والظواهر المتطرفة الأخرى) تعتبر عموماً متوافقة مع التكيف مع الظروف المناخية المتغيرة والتي تغيرت فعلاً. ويحتمل ألا تنفذ تدابير التكيف إلا إذا كانت متوافقة أو متكاملة مع القرارات أو البرامج التي تعالج الإجهادات غير المناخية. ونادراً ما تحدث حالات التأثر السريع المصحوبة بالتغير المناخي بشكل مستقل عن الظروف غير المناخية. ويتم الإحساس بتأثيرات المحفزات المناخية عن طريق الإجهادات الاقتصادية أو الاجتماعية، ويتم تقييم عمليات التكيف مع المناخ (من الأفراد والمجتمعات المحلية والحكومات) وتنفيذ التكيف في ضوء هذه الظروف. وغالباً ما تكون تكاليف التكيف هامشية بالنسبة لتكاليف إدارية أو إنمائية أخرى. ولكي تكون عملية التكيف مع تغير المناخ فعالة، يجب أن تأخذ في الاعتبار الإجهادات غير

المناخية وأن تكون متوافقة مع معايير السياسة والأهداف الإنمائية والهياكل الإدارية القائمة. [الفقرتان ١٨-٣-٥، ١٨-٤]

وتتصل السمات الرئيسية لتغير المناخ فيما يتعلق بسرعة التأثر والتكيف بالتقلبية والظواهر المتطرفة، وليست في الظروف المعتادة التي تغيرت بدرجة طفيفة (الشكل ١٠- الملخص الفني). ولاتزال المجتمعات والاقتصادات تضطلع طوال قرون بعمليات تكيف مع المناخ. وتعتبر معظم القطاعات والمناطق والمجتمعات المحلية في الظروف العادية قابلة بدرجة معقولة للتكيف مع التغيرات، وخصوصاً إذا كانت التغيرات تحدث بشكل تدريجي. ومع ذلك فإن الخسائر نتيجة التغيرات المناخية والحالات المتطرفة تعتبر كبيرة، وفي بعض القطاعات آخذة في الازدياد. وتشير هذه الخسائر إلى أن التكيف التلقائي لم يكن كافياً لمعادلة الأضرار المرتبطة بالتغيرات الزمنية في الظروف المناخية. ولهذا تعتبر المجتمعات المحلية أكثر عرضة للتأثر السريع وأقل قدرة على التكيف مع التغيرات في تواتر و/ أو جسامة الظروف غير العادية، ولاسيما الظواهر المتطرفة، التي تعتبر ملازمة للتغير المناخي. كما أن الدرجة التي يتحقق بها نجاح عمليات التكيف في المستقبل في موازنة التأثيرات الضارة للتغير المناخي سوف تتحدد بالنجاح في التكيف مع التغير المناخي والتقلبية والظواهر المتطرفة. [الفقرة ١٨-٢-٢]

الشكل ٩- الملخص الفني: أنواع التكيف مع تغير المناخ، أمثلة.

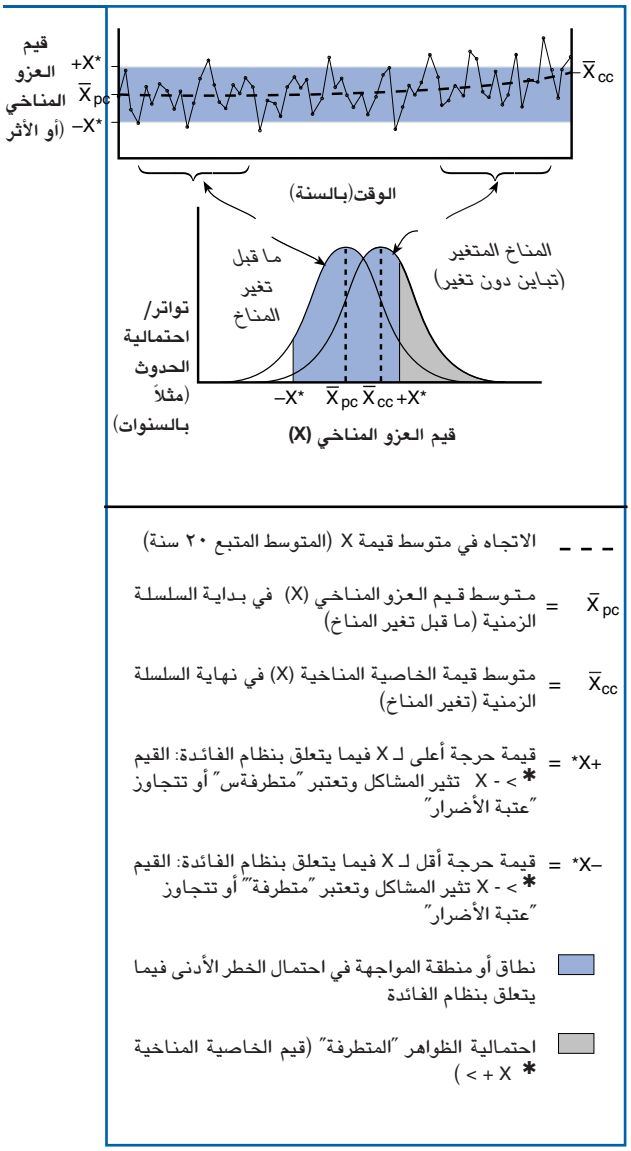
		تحسبي	تفاعلي
النظم الطبيعية			• تغيرات في طول موسم النمو • تغيرات في تكوين النظام الإيكولوجي • ارتحال الأراضي الرطبة
النظم البشرية	القطاع الخاص	• تعويضات، إعانات • إنفاذ قوانين المباني • تدعيم الشاطئ	• تغيرات في ممارسات الفلاحة • تغيرات في أقساط التأمين • شراء أجهزة تكييف
	القطاع العام	• نظم الإنذار المبكر • قوانين المباني الجديدة، معايير التصميم • حوافز من أجل الارتحال إلى أماكن جديدة	• الاشتراك في التأمين • بناء المساكن على ركائز • إعادة تصميم شبكات النفط

٦-١ القدرة على التكيف

تتباين القدرة على التكيف تبايناً كبيراً فيما بين المناطق والبلدان والفئات الاقتصادية الاجتماعية، وسوف تتغير على مر الزمن. والجدول ١٤- الملخص الفني، يلخص تدابير التكيف والقدرات عليه حسب القطاع، ويعرض الجدول ١٥- الملخص الفني هذه المعلومات بالنسبة لكل منطقة يغطيها تقرير التقييم الثالث (للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ). وتعتبر المناطق والمجتمعات المحلية الأسرع تأثراً معرضة بدرجة كبيرة لآثار التغير المناخي الخطيرة، ولا تتوفر لديها سوى قدرة محدودة على التكيف. وتعتمد القدرة على التكيف ومواجهة تأثيرات التغير المناخي على الثروة والمعارف العلمية والفنية والمعلومات والمهارات والبنية الأساسية والمؤسسات والإنصاف. فالبلدان ذات الموارد الاقتصادية المحدودة بمستويات التكنولوجيا المنخفضة وضعف المعلومات والمهارات ورداءة البنية الأساسية والمؤسسات غير المستقرة أو الضعيفة والقدرات التأهيلية غير المنصفة والنفاذ للموارد، إنما لديها قدرة قليلة على التكيف وتعتبر سريعة التأثر بدرجة عالية. كما أن الجماعات والمناطق التي لديها قدرة محدودة على التكيف إزاء أي من هذه الأبعاد تعتبر أسرع تأثراً بأضرار التغير المناخي، كما هي تماماً أسرع تأثراً بالإجهادات الأخرى. [الفقرتان ١٨-٥، ١٨-٧]

٦-٢ التنمية والاستدامة والإنصاف

تعتبر الأنشطة المطلوبة لتعزيز القدرة على التكيف متكافئة أساساً لتلك الأنشطة التي تعزز التنمية المستدامة. فتعزيز القدرة على التكيف شرط ضروري لخفض سرعة التأثر، وخصوصاً بالنسبة لأكثر المناطق والدول والفئات الاجتماعية الاقتصادية عرضة للتأثر السريع. ويتعرض كثير من القطاعات والمناطق التي هي سريعة التأثر بالتغير المناخي للضغط أيضاً من قوى مثل النمو السكاني ونضوب الموارد. ويمكن المشاركة في المضي قدماً بعملية التكيف للمناخ وأهداف الاستدامة بإحداث تغيرات في السياسات التي تقلل الضغط على الموارد وتحسن إدارة الأخطار البيئية وتعزز القدرة على التكيف. ويمكن مواصلة أهداف التكيف مع المناخ والإنصاف عن طريق اتخاذ مبادرات تعزز رفاه أفقر أفراد المجتمع – على سبيل المثال تحسين الأمن الغذائي وتيسير سبل النفاذ إلى المياه النقية والرعاية الصحية، وتوفير المأوى وسبل النفاذ إلى الموارد الأخرى. وتؤدي القرارات والأنشطة والبرامج الخاصة بالتنمية أدواراً هامة في تهيئة القدرة على التكيف لدى المجتمعات المحلية والمناطق، بيد أنها تميل إلى عدم مراعاة الأخطار المرتبطة بتقلبية المناخ وتغيره. ويعتبر إدراج الأخطار المناخية في تصميم وتنفيذ المبادرات الإنمائية أمراً ضرورياً لخفض سرعة التأثر وتعزيز الاستدامة. [الفقرة ١٨-٦-١]



الشكل ١٠- الملخص الفني: تغير المناخ، والتقلبية، والظواهر المتطرفة ونطاق المواجهة.

الجدول ١٤– الملخص الفني: التكيف والقدرة على التكيف في القطاعات (استنتاجات رئيسية مستقاة من الفصول ٤–٩)

القطاع	الاستنتاجات الرئيسية
موارد المياه	– لدى المسؤولين عن إدارة المياه خبرة في التكيف مع التغيير. توجد طرائق كثيرة لتقييم وتنفيذ الخيارات التكيفية. بيد أن شيوع التغير المناخي قد يحول دون وجود بعض الاستراتيجيات التكيفية التقليدية، وغالباً لا تستخدم عمليات التكيف المتاحة. – يمكن لعملية التكيف أن تشمل الإدارة في جانب العرض (على سبيل المثال تعديل البنية الأساسية أو الترتيبات المؤسسية) وعلى جانب الطلب (تغيير الطلب أو تقليل الأخطار). وتوجد سياسات عديدة زلا يُندم عليهاس، وهي سوف تولد فوائد اجتماعية خالصة بغض النظر عن تغير المناخ. – التغير المناخي هو مجرد واحد من ضغوط عديدة تواجه المسؤولين عن إدارة المياه ولا تتخذ قرارات بشأن إدارة المياه في أي مكان بقصد مواجهة التغير المناخي، رغم أن هذا يؤخذ بدرجة متزايدة في الاعتبار من أجل إدارة الموارد في المستقبل، وهناك بعض جوانب للتأثر السريع تقع بعيداً عن المسؤولية التقليدية للمسؤولين عن إدارة المياه. – تقديرات التكاليف الاقتصادية لتأثيرات تغير المناخ على الموارد المائية تعتمد بقوة على افتراضات مقدمة بشأن عملية التكيف. وقد تحول معوقات مرتبطة بعدم اليقين وبالمؤسسات وبالإنصاف دون حدوث عملية التكيف المثلى من الناحية الاقتصادية. – الظواهر المتطرفة غالباً ما تعتبر عوامل حافزة على التغيير في إدارة المياه، وذلك بكشف جوانب التأثر السريع وزيادة الوعي بأخطار المناخ. والتغير المناخي يعدل مؤشرات الحالات المتطرفة والتقلبية مما يعقد القرارات الخاصة بالتكيف. – القدرة على التكيف تتأثر بالقدرة المؤسسية والثروة وفلسفة الإدارة والنطاق الزمني للتخطيط والإطار التنظيمي والقانوني والتكنولوجيا وحراك السكان. – يحتاج المديرون المسؤولون عن المياه إلى أدوات للبحث والإدارة تهدف إلى التكيف مع عدم اليقين والتغير بدلاً من تحسين سيناريوهات المناخ.
النظم الإيكولوجية وخدماتها	– ربما يكون التكيف ممكناً مع فقدان بعض خدمات النظم الإيكولوجية وخصوصاً النظم الإيكولوجية المدارة. بيد أن التكيف مع الخسائر في النظم الإيكولوجية البرية والتنوع الأحيائي قد يكون صعباً أو مستحيلاً. – هناك قدرة كبيرة على التكيف في الزراعة بما في ذلك التغيرات المحصولية وعمليات إحلال الموارد، بيد أن التكيف مع تغير المناخ المتطور والتقلبية فيما بين السنوات غير مؤكد. – عمليات التكيف في الزراعة ممكنة بيد أنها لن تحصل بدون تكاليف انتقالية كبيرة، وتكاليف التوازن (أو تكاليف متبقية). – من المتوقع حدوث تأثيرات ضارة أكبر في المجالات حيث تشح فيها الموارد الطبيعية وتكون قدرة المزارعين على التكيف محدودة للغاية. – وفي كثير من البلدان حيث تزداد أهمية المراعي، يعمل افتقاد البنية الأساسية والاستثمار في الموارد على الحد من خيارات التكيف. – تعتبر الحراجة التجارية قابلة للتكيف حيث إنها تعكس تاريخاً من قرارات إدارية طويلة الأجل في ظل عدم اليقين. ومن المتوقع حدوث عمليات تكيف في إدارة استخدام الأرض (زراعة الحراجة مع اختيار الأنواع) وإدارة المنتجات (التجهيز – التسويق). – التكيف في البلدان المتقدمة سيكون أحسن حالاً في حين سيكون سيئاً في البلدان النامية والبلدان التي تمر بمراحل انتقالية وخصوصاً في المناطق المدارية وشبه المدارية.

الجدول ١٤- الملخص الفني (تابع)

القطاع	الاستنتاجات الرئيسية
المناطق الساحلية	– بدون عمليات تكيف ستكون عواقب الاحترار العالمي وارتفاع مستوى سطح البحر ذات آثار مدمرة. – تستلزم عملية التكيف الساحلية ما هو أكثر من اختيار واحد من الخيارات الفنية للتصدي لارتفاع مستوى سطح البحر (يمكن للاستراتيجيات أن تهدف إلى الحماية أو الاستيعاب أو التراجع) وهي عملية معقدة ومتكررة أكثر من كونها اختياراً بسيطاً. – تعتبر خيارات التكيف أكثر قبولاً وفعالية عندما تكون مندمجة في إدارة منطقة ساحلية أو برامج تخفيف وطأة الكوارث، والتخطيط في استخدام الأراضي واستراتيجيات التنمية المستدامة. – ستكون خيارات التكيف مشروطة بالسياسات والأهداف الإنمائية القائمة التي تتطلب من الباحثين وواضعي السياسات العمل في سبيل إطار مقبول عادة للتكيف. – إن قدرة المناطق الساحلية على التكيف مع ما يحدث من اضطرابات تتصل بالمرونة الساحلية التي تشمل مكونات مورفولوجية وإيكولوجية واجتماعية اقتصادية. ويعتبر تعزيز المرونة – بما في ذلك القدرة التقنية والمؤسسية والاقتصادية والثقافية على مواكبة التأثيرات – استراتيجية تكيفية مناسبة بصفة خاصة في ظل عدم اليقين مستقبلاً والرغبة في مداومة الفرص الإنمائية. – وستكون المجتمعات المحلية والساحلية والقطاعات الاقتصادية البحرية القاعدة ذات الدرجة المنخفضة للتعرض والقدرة العالية على التكيف أقل الجهات تأثراً. كما أن المجتمعات المحلية التي تنخفض فيها الموارد الاقتصادية والبنية الأساسية الرديئة والاتصالات المتخلفة ونظم النقل غير المتطورة، والدعم الاجتماعي الضعيف، تتوفر لها سبل نفاذ أقل إلى خيارات التكيف وتعتبر أسرع تأثراً.
المستوطنات البشرية والطاقة والصناعة	– نتيجة لتغير المناخ تحدث تأثيرات أوسع نطاقاً وأكثر تكلفة من خلال تغير الاحتماليات في الظواهر الجوية المتطرفة التي تطغى على مرونة التصميم في النظم البشرية. – تتوافر خيارات كثيرة للتكيف لتقليل سرعة تأثر المستوطنات. بيد أن مديري المناطق الحضرية وخصوصاً في البلدان النامية لديهم قدرة ضئيلة على التصدي للمشاكل الراهنة (الإسكان، الإصحاح، المياه، والطاقة)، إذ إن التصدي لأخطار التغير المناخي يتجاوز امكاناتهم. – يعتبر الافتقار إلى الموارد المالية، وضعف المؤسسات والتخطيط غير الوافي أو غير المناسب عقبات ضخمة أمام التكيف في المستوطنات البشرية. – لا يمكن للتكيف البيئي الناجح أن يحدث بدون قيادة قاعدتها في المنطقة المحلية، تتمتع بكفاءة من الناحية الفنية، وتكون قيادة مدعومة سياسياً. – إن عدم اليقين فيما يتعلق بالقدرة والرغبة في الاستجابة يعرقل تقييم التكيف وسرعة التأثر.
التأمين والخدمات المالية الأخرى	– يحتمل أن تصبح عملية التكيف في الخدمات المالية وخدمات التأمين في الأجل القصير تكيفاً مع تواترات متغيرة ووخامة الظواهر الجوية المتطرفة. – يمكن أن يؤدي تزايد المخاطرة إلى زيادة حجم الأعمال التجارية التقليدية وظهور نواتج جديدة لإدارة المخاطر المالية، بيد أن تزايد التقلبية في حالات الخسارة سوف تزيد درجة عدم اليقين من الناحية الاكتوارية. – توجد لدى شركات الخدمات المالية قدرة على التكيف مع الصدمات الخارجية، ولكن لا توجد أدلة تذكر تشير إلى أن التغير المناخي يجري إدماجه في قرارات الاستثمار.

الجدول ١٤- الملخص الفني (تابع)

القطاع	الاستنتاجات الرئيسية
	– تتأثر قدرة القطاع المالي على التكيف بمدى المشاركة التنظيمية الرقابية، وقدرة الشركات على الانسحاب من الأسواق المعرضة للمخاطر والسياسة المالية بشأن الاحتياطيات المخصصة للكوارث. – عملية التكيف سوف تشمل التغيرات في أدوار التأمين بنوعيه الخاص والعام، وستعمل التغيرات في توقيت الخسائر المتصلة بالمناخ وشدتها وتواترها و/ أو توزيعها، على حدوث تزايد في الطلب على التأمين الحكومي المثقل بالأعباء وعلى برامج تقديم المساعدات في حالات الكوارث. – تواجه البلدان النامية الساعية إلى التكيف بطريقة مناسبة من حيث التوقيت، صعوبات محددة، من بينها قلة رأس المال، وضعف سبل النفاذ إلى التكنولوجيا، وغياب البرامج الحكومية. – تشمل عمليات تكيف شركات التأمين زيادة الأسعار، وعدم تجديد وثائق التأمين، ووقف إصدار وثائق التأمين الجديدة، وتحديد المبالغ القصوى للمطالبات، وزيادة الأقساط المقتطعة – وهي إجراءات يمكن أن تؤثر بشكل خطير على الاستثمار في البلدان النامية. – عادة ما تتوفر لدى البلدان المتقدمة قدرة أكبر على التكيف، بما في ذلك التكنولوجيا والإمكانيات الاقتصادية لتحمل التكاليف.
صحة الإنسان	– تشمل عملية التكيف تغيرات في المجتمع أو المؤسسات أو التكنولوجيا أو السلوك بغية خفض التأثيرات السلبية المحتملة أو زيادة التأثيرات الإيجابية. فهناك خيارات عديدة للتكيف التي قد تحدث على مستويات السكان أو المجتمع المحلي أو المستوى الشخصي. – يتمثل أهم وأنجع تدبير للتكيف من حيث الفعالية بالنسبة إلى التكاليف في إعادة إنشاء البنية الأساسية في مجال الصحة العامة – التي تناقصت في السنوات الأخيرة في معظم أنحاء العالم. ويمكن توقي الكثير من الأمراض والمشاكل الصحية التي تتفاقم بسبب التغير المناخي بشكل فعال بوجود موارد كافية مالية وموارد في مجال الصحة العامة للإنسان، وهذا يشمل التدريب والإشراف والتصدي في حالات الطوارئ، ويشمل برامج الوقاية والمكافحة. – سوف تتوقف فعالية التكيف على التوقيت. وتهدف الوقاية زالأوليةس إلى الحد من الأخطار قبل أن تحدث الحالات في حين تهدف عملية التدخل زالثانويةس إلى الحيلولة دون حدوث مزيد من الحالات. – تشمل العوامل المحددة للقدرة على التكيف مع الأخطار ذات الصلة بالمناخ مستوى الموارد المادية وفعالية الحكم الرشيد والمؤسسات المدنية ونوعية البنية الأساسية للصحة العامة وأعباء الأمراض الكائنة من قبل. – سوف تتوقف القدرة على التكيف على البحث لتفهم الارتباطات بين المناخ والطقس والظواهر الجوية المتطرفة والأمراض المحمولة بالنواقل.

الجدول ١٥– الملخص الفني: التكيف والقدرة عليه في المناطق (الاستنتاجات الرئيسية مستقاة من الفصول ١٠ إلى ١٧)

القطاع	الاستنتاجات الرئيسية
أفريقيا	– من شأن تدابير التكيف أن تعزز المرونة وأن تتيح فوائد خالصة في موارد المياه (الري وإعادة استخدام المياه وإدارة المياه الجوفية ومستودعاتها وإزالة ملوحة المياه)، والزراعة (تغييرات في المحاصيل والتكنولوجيا والري وتربية الحيوانات الداجنة)، والحراجة (إعادة تجديد الأنواع الأحيائية المحلية، مواقد الطبخ ذات الفاعلية في استخدام الطاقة، الإدارة المستدامة في المجتمعات المحلية). – بدون عملية التكيف، سوف يقلل التغير المناخي شبكة محميات الحيوانات البرية بدرجة كبيرة بسبب تغيير النظم الإيكولوجية والتأثير على نزوح الأنواع الأحيائية وانقراضها. وهذا يمثل سرعة تأثر هامة من النواحي الإيكولوجية والاقتصادية الهامة في أفريقيا. –سوف يعمل وجود نهج لتقاسم الأخطار بين البلدان على تعزيز استراتيجيات التكيف، بما في ذلك مواجهة حالات الكوارث، والإبلاغ عن الأخطار، والإجلاء في حالات الطوارئ، وإدارة تعاونية لموارد المياه. – معظم البلدان في أفريقيا تعتبر سريعة التأثر بوجه خاص لتغير المناخ بسبب قلة القدرة على التكيف نتيجة لاستشراء الفقر وتكرر موجات الجفاف، وعدم الإنصاف في توزيع الأراضي والاعتماد على الزراعة البعلية. – تعزيز القدرة على التكيف يتطلب تعزيز القدرات التمكينية المحلية في اتخاذ القرارات وإدماج التكيف مع المناخ في استراتيجيات أوسع للتنمية المستدامة.
آسيا	– المجالات ذات الأولوية من أجل التكيف تشمل موارد الأرض والمياه وإنتاجية الأغذية والتأهب لحالات الكوارث والتخطيط لها، وخصوصاً فيما يتعلق بالبلدان الأفقر حالاً، والمعتمدة على الموارد. – عمليات التكيف مطلوبة بالفعل للتصدي لحالات سرعة التأثر المرتبطة بتقلبية المناخ في مجالات صحة الإنسان، والمستوطنات الساحلية، والبنية الأساسية، والأمن الغذائي. وتعتبر مرونة معظم القطاعات في آسيا إزاء التغير المناخي ضعيفة جداً. وسيكون توسيع نطاق الري صعباً ومكلفاً في كثير من البلدان. – يعتبر التغير المناخي بالنسبة لكثير من البلدان النامية في آسيا مجرد واحدة من مشاكل عديدة يتعين التصدي لها بما في ذلك الاحتياجات المطلوبة في الأجل القريب مثل الجوع وإمدادات المياه والتلوث والطاقة. وتعتبر الموارد المتاحة من أجل التكيف مع المناخ محدودة. وتتصل عمليات الاستجابة من أجل التكيف اتصالاً وثيقاً بالأنشطة الإنمائية التي ينبغي أخذها في الاعتبار عند تقديم خيارات التكيف. – لوحظت بالفعل دلائل مبكرة لتغير المناخ وقد تصبح أكثر وضوحاً على مدى عقد أو عقدين من الزمن. وإذا لم يستغل هذا الوقت لتصميم وتنفيذ عمليات التكيف، فسوف يفوت أوان تجنب الانقلابات الفجائية. وتتطلب عملية التكيف الطويلة الأجل اتخاذ إجراءات تحسبية. – وتتوافر طائفة كبيرة من التدابير الوقائية على المستوى الإقليمي والوطني للحد من التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية للكوارث. وهذه الاستراتيجيات تشمل إذكاء الوعي والتوسع في صناعة التأمين. – يتطلب إعداد استراتيجيات فعالة للتكيف المشاركة المحلية، وإدراج تصورات المجتمع المحلي، وإدراك الإجهادات المتعددة الواقعة على الإدارة المستدامة للموارد.

الجدول ١٥- الملخص الفني: (تابع)

القطاع	الاستنتاجات الرئيسية
	– تتباين القدرات على التكيف بين البلدان، تبعاً للبنية الاجتماعية والثقافية والقدرة الاقتصادية ومستوى الاضطرابات البيئية. والعوامل التي تحد من التكيف تشمل ضعف قاعدة الموارد وقاعدة البنية الأساسية، والفقر والتفاوتات في الدخول والمؤسسات الضعيفة والتكنولوجيا المحدودة. – يكمن التحدي في آسيا في التعرف على فرص تيسير التنمية المستدامة مع استراتيجيات تجعل القطاعات الحساسة للمناخ مرنة أمام تقلبية المناخ. – استراتيجيات التكيف قد تستفيد من اتباع نهج ذي منحى يهتم أكثر بالنظم، مع التشديد على الإجهادات المتفاعلة العديدة، مع اعتماد أقل على سيناريوهات المناخ.
استراليا ونيوزيلندا	– عمليات التكيف لازمة لمواجهة الأخطار الناجمة من تقلبية المناخ والظواهر الجوية المتطرفة. ولدى اقتصادات ومجتمعات الرعي قدرة كبيرة على التكيف ولكنها سريعة التأثر لأية زيادة في تكرر نوبات الجفاف أو طولها. – خيارات التكيف تشمل إدارة المياه، وممارسات وسياسات استخدام الأراضي، والمعايير الهندسية اللازمة للبنية الأساسية، والخدمات الصحية. – عمليات التكيف لن تكون مجدية إلا إذا كانت متوافقة مع البيئة الإيكولوجية والاجتماعية الاقتصادية الأرحب نطاقاً، وأن تكون لها فوائد اجتماعية واقتصادية خالصة، وأن يهتم بها أصحاب المصلحة. – عمليات الاستجابة للتكيف قد تعرقلها الآفاق المتضاربة في التخطيط القصير والطويل الأجل. – تعتبر المجتمعات المحلية الأفقر بما في ذلك كثير من مستوطنات السكان الأصليين، سريعة التأثر بصفة خاصة بالأخطار ذات الصلة بالمناخ والإجهادات الواقعة على الصحة، ذلك لأنها غالباً ما توجد في مناطق مكشوفة وتملك إمكانيات إسكان أقل من الكافية وإمكانيات أقل من حيث الرعاية الصحية، والموارد الأخرى اللازمة للتكيف.
أوروبا	– تعتبر إمكانية التكيف في النظم الاجتماعية الاقتصادية عالية نسبياً بسبب الظروف الاقتصادية القوية والوضع السكاني المستقر (مع القدرة على الارتحال) ونظم الدعم السياسي والمؤسسي والتكنولوجي المتطورة. – تمثل استجابة الأنشطة الإنسانية والبيئية الطبيعية لاضطرابات الطقس الحالية دليلاً مرشداً للحساسيات الحرجة في ظل تغير مناخي في المستقبل. – يتطلب التكيف في الغابات تخطيطاً طويل الأجل؛ ومن غير المرجح أن تتواجد تدابير التكيف بطريقة مناسبة من حيث توقيتها. – تبين التحليلات على مستوى المزارع إمكانية حدوث تخفيضات كبيرة في التأثيرات الضارة لو نفذت عملية التكيف بالكامل. – التكيف بالنسبة للنظم الطبيعية عادة ما يكون منخفضاً. – المناطق الحدية بدرجة أكبر والأقل ثراء ستكون أقل قدرة على التكيف؛ ومن ثم فإن التغير المناخي، دون انتهاج سياسات مناسبة للاستجابة، سيؤدي إلى زيادة عدد حالات عدم الإنصاف.

الجدول ١٥- الملخص الفني: (تابع)

القطاع	الاستنتاجات الرئيسية
أمريكا اللاتينية	– تكمن في تدابير التكيف إمكانية تقليل الخسائر المتصلة بالمناخ في الزراعة والحراجة. – توجد فرص للتكيف مع حالات نقص المياه والفيضان عن طريق إدارة موارد المياه. – تدابير التكيف في قطاع مصايد الأسماك تشمل عمليات إنسال الأنواع الأحيائية المتغيرة الحبيسة، وزيادة الأسعار لتقليل الخسائر.
أمريكا الشمالية	– حدوث إنهاك للنظم الاجتماعية والاقتصادية بسبب التغير المناخي السريع وتغيرات مستوى سطح البحر سوف يؤدي إلى زيادة الحاجة إلى استراتيجيات تكيف صريحة. وفي بعض الحالات قد تنجم عن التكيف فوائد خالصة، وخصوصاً إذا كان التغير المناخي بطيئاً. – يعتقد أصحاب المصالح في معظم القطاعات أن التكنولوجيا وجدت ليتم تطويعها، وإن كان ذلك على حساب بعض التكلفة الاجتماعية والاقتصادية. – من المتوقع أن يحقق التكيف نجاحاً أكبر في الزراعة والحراجة. بيد أن عملية التكيف بالنسبة للمياه والصحة والأغذية والطاقة والمدن يحتمل أن تتطلب تغييرات كبيرة في المؤسسات والبنية الأساسية. – في قطاع المياه، تشمل عمليات التكيف مع التغيرات في الجريان السطحي الفصلي التخزين وإدارة كميات العرض الموصول، والنقل. وقد لا يتسنى مواصلة المستويات العالية الحالية من التعويل على إمدادات المياه وخصوصاً مع الانتقال إلى استعمالات عالية القيمة. وقد تؤدي التدابير التكيفية مثل أسواق المياه إلى شواغل مقلقة بشأن يسر الحصول عليها والنزاعات على أولويات التخصيص في توزيعها. – غالباً ما تعتبر عمليات التكيف مثل وجود حواجز لمنع الفيضان والسدود ناجحة في مواجهة معظم التغيرات في الطقس، بيد أنها يمكن أن تزيد سرعة التأثر بالظواهر الأكثر تطرفاً. – هناك امكانية معتدلة للتكيف عن طريق برامج صون الموارد الطبيعية التي تحمي النظم الإيكولوجية المعرضة بصفة خاصة للانقراض، مثل المناطق الجبلية الألبية الشاهقة والأراضي الرطبة. وقد يكون من الصعب أو من المستحيل معادلة التأثيرات الضارة في النظم المائية.
المناطق القطبية	– سيحدث التكيف في النظم الإيكولوجية القطبية الطبيعية عن طريق الهجرة والمآلف المتغيرة للأنواع الأحيائية. وستتعرض أنواع أحيائية مثل فيل البحر وعجل البحر والدببة القطبية لخطر الانقراض؛ في حين قد تزدهر أنواع أحيائية أخرى مثل الأسماك. – إمكانية التكيف تعتبر محدودة في مجتمعات السكان الأصليين التي تتبع أساليب معيشية تقليدية. – المجتمعات المتقدمة تكنولوجياً يحتمل أن تتكيف بسهولة تماماً، رغم أن الاستثمارات الرأسمالية العالية المطلوبة قد ينجم عنها تكبد تكاليف للحفاظ على الأساليب المعيشية. – يعتمد التكيف على التطورات التكنولوجية، والترتيبات المؤسسية، وتوافر التمويل وتبادل المعلومات.

الجدول ١٥– الملخص الفني: (تابع)

القطاع	الاستنتاجات الرئيسية
الدول الجزرية الصغيرة	– أصبحت الحاجة إلى التكيف ماسة بدرجة متزايدة، حتى لو حدث تنفيذ سريع للاتفاقات العالمية الرامية إلى تخفيض الانبعاثات في المستقبل. – التكيف في معظمه سوف تنفذه الشعوب والمجتمعات المحلية التي تسكن البلدان الجزرية؛ ويعتبر الدعم من الحكومات أمراً أساسياً لتنفيذ التدابير التكيفية. – سوف يتطلب إحراز التقدم إدماج استراتيجيات مناسبة للحد من الأخطار مع مبادرات للسياسات القطاعية في مجالات مثل التخطيط للتنمية المستدامة، وتوقي ومواجهة الكوارث، إدارة متكاملة للمناطق الساحلية والتخطيط في مجال الرعاية الصحية. – تتمثل استراتيجيات التكيف مع ارتفاع مستوى سطح البحر في التراجع والاستيعاب والوقاية. ويبدو أن اتخاذ تدابير مثل التراجع إلى أراض أعلى، ورفع مستوى الأراضي واستخدام المباني كعوائق، ليس له سوى فائدة عملية قليلة، وخصوصاً عندما تكون عملية الصد باستخدام كتل مادية محدودة. – التدابير الرامية إلى الحد من شدة الأخطار الصحية تشمل برامج التوعية الصحية ومرافق الرعاية الصحية وتصريف المجاري والتخلص من الفضلات الصلبة، وخطط التأهب لمواجهة الكوارث. – تكونت لدى أهل الجزر بعض القدرة على التكيف بتطبيق المعارف التقليدية، والتكنولوجيا المناسبة محلياً والممارسة المعتادة. بيد أن القدرة التكيفية العامة تعتبر منخفضة بسبب الحجم المادي للدول ومحدودية سبل النفاذ إلى رأس المال والتكنولوجيا ونقص مهارات الموارد البشرية، وافتقاد الأمن في حق التمتع بالملكية العقارية، والازدحام الشديد ومحدودية النفاذ إلى الموارد اللازمة للتشييد والبناء. – كثير من الجزر الصغيرة تحتاج إلى مساعدات خارجية مالية وفنية وغيرها من المساعدات اللازمة للتكيف. ويمكن تعزيز القدرة على التكيف عن طريق التعاون الإقليمي وتجميع الموارد المحدودة.

٧– المسائل العالمية والموجز التجميعي

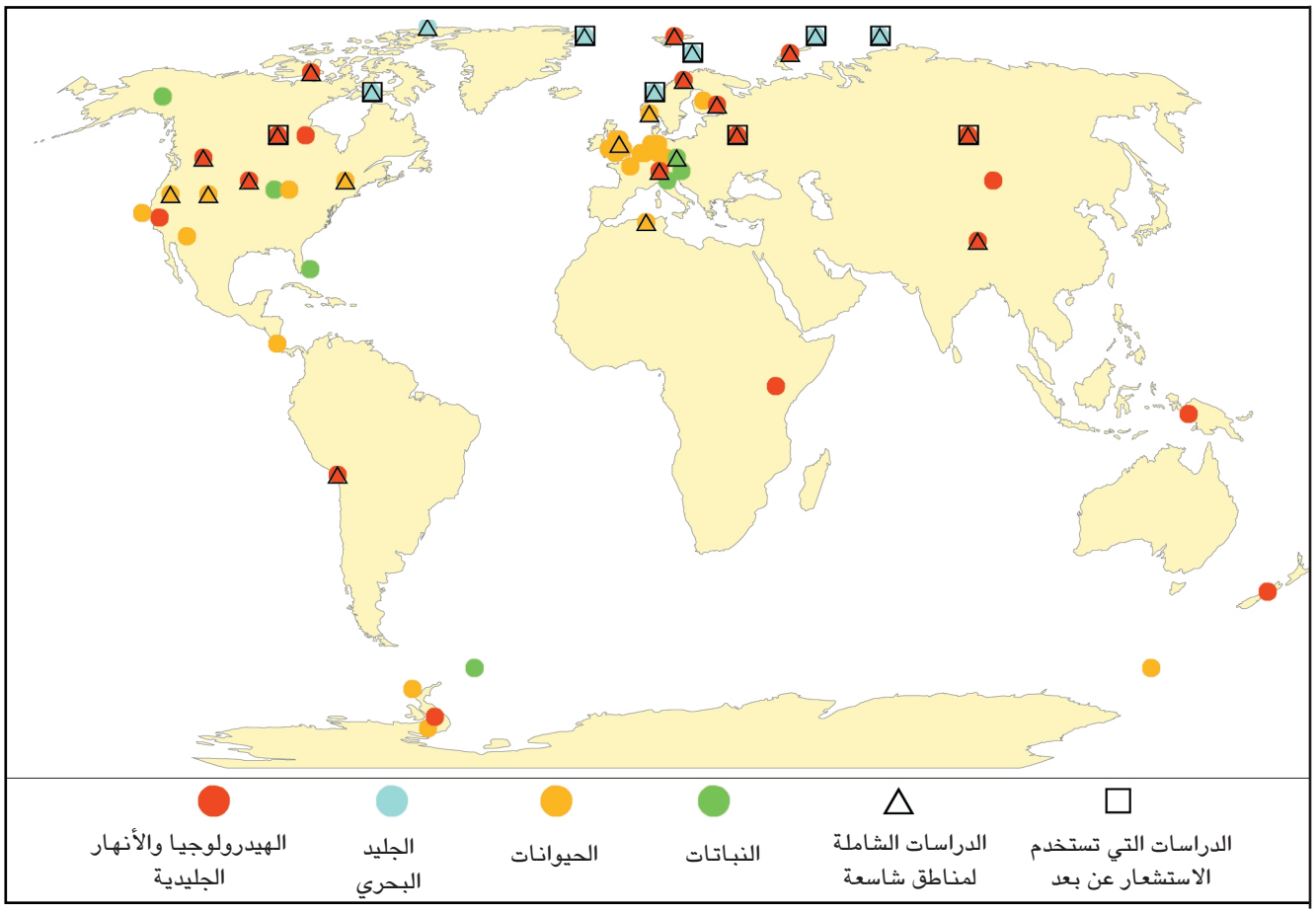
٧–١ اكتشاف تأثيرات التغير المناخي

تبين الدلائل الرصدية أن تغيرات المناخ في القرن العشرين قد أثرت بالفعل على مجموعة متنوعة من النظم الفيزيائية والبيولوجية. وتشمل أمثلة التغيرات الملاحظة ذات الصلات بالمناخ تقلص الأنهار الجليدية؛ وذوبان التربة الصقيعية؛ وتزحزح الجليد المتجمد ومواعيد تحطم الجليد في الأنهار والبحيرات، وحدوث زيادات في الأمطار المتساقطة وغزارة المطر في معظم المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والعليا في نصف الكرة الشمالي؛ وطول فترة مواسم النمو؛ والتبكير في مواعيد الإزهار في الأشجار، وظهور الحشرات ومواعيد التبييض لدى الطيور، وقد سُجلت جوانب ارتباط هامة من الناحية الإحصائية بين التغيرات في المناخ الإقليمي والتغيرات الملاحظة في النظم الفيزيائية والبيولوجية في مجال المياه العذبة والبيئات البرية والبحرية في جميع القارات. [الفقرة ١٩–٢]

إن وجود عوامل سببية عديدة (مثل التغير في استخدام الأ ً راضي والتلوث) يجعل رد كثير من التأثيرات الملاحظة إلى التغير المناخي الإقليمي أحد التحديات المعقدة. ومع ذلك فإن الدراسات التي أجريت للنظم التي تعرضت لتغير مناخي إقليمي ذي دلالة – وذات حساسيات معروفة لهذا التغير – تثبت وجود تغيرات متسقة مع العلاقات الراسخة جيداً بين المناخ والعمليات الفيزيائية أو البيولوجية (على سبيل المثال تنقلات في توازن الطاقة للأنهار الجليدية، التنقلات في نطاقات الحيوانات والنباتات عندما تتجاوز درجات الحرارة حدود العتبات الفسيولوجية) في حوالى ٨٠ في المائة من الحالات البيولوجية وحوالى ٩٩ في المائة من الحالات الفيزيائية. ويبين الجدول ١٦– الملخص الفني 450~ تغيراً في العمليات أو الأنواع الأحيائية التي ارتبطت مع تغيرات في درجات الحرارة على المستوى الإقليمي. ويبين الشكل ١١– الملخص

الفني، المواقع التي سجلت فيها الدراسات تأثيرات لتغير درجات الحرارة على المستوى الإقليمي. وأوجه الاتساق هذه تعزز ثقتنا في وجود عوامل ارتباط بين التغيرات في المناخ الإقليمي والتغيرات الملاحظة في النظم الفيزيائية والبيولوجية. واستناداً إلى التغيرات الملاحظة، هناك ثقة عالية في أن تغيرات المناخ في القرن العشرين تركت تأثيراً ملحوظاً في كثير من النظم الفيزيائية والبيولوجية. وتشير التغيرات في مناطق الكائنات الحية والنظم الفيزيائية التي رصدت ملاحظات بشأنها في القرن العشرين إلى أن هذه النظم حساسة للتغيرات المناخية التي تعتبر صغيرة بالنسبة إلى التغيرات التي يتوقع حدوثها في القرن الحادي والعشرين. وتظهر السجلات القديمة أيضاً وجود حساسية عالية لدى النظم البيولوجية للتغير المناخي الطويل الأجل. [الفقرة ١٩-٢-٢]

ومن المتوقع أن تكون العلامات التي تشير إلى تأثيرات التغير المناخي على المستوى الإقليمي أوضح في النظم الفيزيائية ونظم الكائنات الحية مما هي عليه في النظم الاجتماعية والاقتصادية، التي تتعرض في نفس الوقت لكثير من الإجهادات المعقدة غير المتصلة بالمناخ مثل نمو السكان والتوسع الحضري. وتشير الدلائل الأولية إلى أن بعض النظم الاجتماعية والاقتصادية قد تأثرت إلى حد ما، بالتغيرات المناخية الإقليمية في القرن العشرين (على سبيل المثال زيادة الأضرار الناجمة عن الفيضانات ونوبات الجفاف في بعض المواقع مع زيادات واضحة في تأثيرات التأمين). وإن إجراء تفسيرات عارضة أو تفسيرات بديلة لمثل هذه التأثيرات الإقليمية الملاحظة لا يسفر إلا عن ثقة منخفضة إلى متوسطة بشأن تحديد ما إذا كان التغير المناخي يؤثر في هذه النظم. [الفقرة ١٩-٢-٢-٤]



الشكل ١١- الملخص الفني: المواقع التي تفي فيها الدراسات المنهجية الطويلة الأجل التي تستوفي المعايير الصارمة الموثقة لتأثيرات التغير المناخي الإقليمي في الآونة الأخيرة المرتبطة بدرجات الحرارة على النظم الفيزيائية والأحيائية. وتمثل البيانات الخاصة بالهيدرولوجيا وانحسار الجليد والجليد البحري اتجاهات تتراوح بين عشر سنوات وقرن من الزمن. وتمثل البيانات الخاصة بالنظم الإيكولوجية الأرضية والبحرية اتجاهات لا تقل مدتها عن عقدين من الزمن. وتشمل دراسات الاستشعار عن بعد مساحات شاسعة. والبيانات تمثل تأثيراً واحداً أو تأثيرات متعددة تتسق مع الآليات المعروفة لاستجابات النظم الفيزيائية/ الأحيائية للتغيرات الإقليمية المرصودة المرتبطة بدرجات الحرارة. وقد تم اختيار موقع نموذجي على الخريطة بالنسبة للتأثيرات المبلغ عنها والتي تشمل مساحات شاسعة.

ومن المتوقع أن تكون العلامات التي تشير إلى تأثيرات التغير المناخي على المستوى الإقليمي أوضح في النظم الفيزيائية ونظم الكائنات الحية مما هي عليه في النظم الاجتماعية والاقتصادية، التي تتعرض في نفس الوقت لكثير من الإجهادات المعقدة غير المتصلة بالمناخ مثل نمو السكان والتوسع الحضري. وتشير الدلائل الأولية إلى أن بعض النظم الاجتماعية والاقتصادية قد تأثرت إلى حد ما، بالتغيرات المناخية الإقليمية في القرن العشرين (على سبيل المثال زيادة الأضرار الناجمة عن الفيضانات ونوبات الجفاف في بعض المواقع مع زيادات واضحة في تأثيرات التأمين). وإن إجراء تفسيرات عارضة أو تفسيرات بديلة لمثل هذه التأثيرات الإقليمية الملاحظة لا يسفر إلا عن ثقة منخفضة إلى متوسطة بشأن تحديد ما إذا كان التغير المناخي يؤثر في هذه النظم. [الفقرة ١٩-٢-٢-٤]

٧-٢ خمسة أسباب تدعو للقلق

يجري هنا تجميع بعض المعارف الحالية بشأن تأثيرات تغير المناخ وسرعة التأثر والتكيف توافقاً مع خمسة أسباب تدعو للقلق: النظم الفريدة والمهددة بالانقراض، والتأثيرات الإجمالية العالمية، وتوزيع التأثيرات، والظواهر الجوية المتطرفة، والظواهر الفردية الواسعة النطاق. ودراسة هذه الأسباب التي تدعو للقلق إنما تسهم في تفهم نواحي سرعة التأثر والفوائد المحتملة المرتبطة بتغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية، وهو ما يمكن أن يساور مقرري السياسات على إجراء مداولات حول ما يمكن أن يشكل تدخلاً خطيراً في النظام المناخي في سياق المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. ولا يسود في هذا السياق بُعد واحد بعينه.

ويعرض الشكل ١٢ في الملخص الفني استنتاجات نوعية بشأن تأثيرات تغير المناخ المتصلة بالأسباب التي تدعو للقلق. وعند حدوث زيادة صغيرة في متوسط درجة الحرارة(٣) على الصعيد العالمي وبعض الأسباب الداعية للقلق تظهر إمكانية حدوث تأثيرات سلبية، في حين تظهر أسباب أخرى تأثيرات ضارة أو أخطار قليلة. وعند حدوث زيادات في درجة الحرارة تبين جميع الدلائل إمكان حدوث تأثيرات ضارة حيث تصبح التأثيرات في كل سبب من الأسباب الداعية للقلق أكثر سلبية عند تزايد درجات الحرارة. وتوجد ثقة عالية في هذه العلاقة العامة بين التأثيرات وتغير درجة الحرارة، بيد أن الثقة تعتبر عموماً منخفضة في التقديرات الخاصة في حدود بداية تغير درجات الحرارة التي تحدث عندها مختلف أنواع التأثيرات. [الفقرة ١٩-٨]

٧-٢-١ النظم الفريدة والمهددة بالانقراض

إن حدوث زيادات صغيرة في متوسط درجة الحرارة على الصعيد العالمي قد يسبب أضراراً هامة لا راد لها بالنسبة لبعض النظم والأنواع الأحيائية بما في ذلك حدوث خسارة محتملة على المستويات المحلية أو الإقليمية أو العالمية. وتعتبر بعض الأنواع النباتية والحيوانية والنظم الطبيعية والمستوطنات البشرية حساسة بدرجة عالية للمناخ، ويحتمل أن تتأثر تأثراً ضاراً بالتغيرات المناخية المرتبطة بسيناريوهات متوسط الاحترار العالمي بما يقل عن ١س. وقد تصبح التأثيرات الضارة بالأنواع الأحيائية والنظم أكثر عدداً وخطورة بسبب التغيرات المناخية التي تصاحب متوسط الاحترار العالمي بمقدار ١-٢س، وعلى الأرجح أن تصبح أكثر عدداً وخطورة مع ارتفاع درجات الحرارة. فكلما ازداد معدل ومقدار درجة الحرارة والتغيرات المناخية الأخرى زاد الاحتمال بتجاوز العتبات الحرجة للنظم. فكثير من هذه النظم المهددة معرضة للخطر الناجم من التغير المناخي لأنها تواجه ضغوطاً غير مناخية مثل تلك المتصلة باستخدام الإنسان للأراضي وتغير استخدام الأراضي والتلوث.[الفقرة ١٩-٣]

إن الأنواع التي قد تصبح مهددة بخطر الانقراض على المستوى المحلي أو العالمي بسبب التغيرات في المناخ التي قد تصاحب زيادة صغيرة في متوسط درجات الحرارة على الصعيد العالمي تشمل بوجه عام الأنواع الأحيائية المهددة بشكل بالغ الخطورة، والأنواع ذات النطاقات الصغيرة وذات الكثافة المنخفضة في أعدادها، والأنواع ذات الاحتياجات المحدودة في موائلها، والأنواع التي يعتبر موئلها المناسب غير متجانس في توزيعه، وخصوصاً إذا تعرضت للضغط من استعمال الإنسان للأراضي والتغير في الغطاء الأرضي. وأمثلة الأنواع الأحيائية التي قد تهدد بقاءها تغييرات صغيرة تشمل طيور الغابات في تنزانيا، ورسبلندنت كوتزال الزاهية في أمريكا الوسطى والغوريلا الجبلية في أفريقيا والنباتات والحيوانات البرية المائية التي تستوطن الغابات المطيرة في المناطق شبه المدارية والدب الرائع المنظر في مناطق جبال الأنديز والنمر البنغالي وغيره من الأنواع الأحيائية المستوطنة في الأراضي الرطبة في السوندربان، والأنواع النباتية الحساسة لسقوط الأمطار والتي موطنها مملكة كيب فلورال في جنوب أفريقيا. والنظم الطبيعية التي قد تصبح مهددة بالانقراض تشمل الشعب المرجانية وأشجار المانغروف وأراضي رطبة ساحلية أخرى؛ والنظم الإيكولوجية الجبلية التي تقتصر على مناطق جبلية يتراوح ارتفاعها ما بين ٢٠٠-٣٠٠ متر؛ وأراضي المروج الرطبة، والمراعي المحلية المتبقية؛ وموئل أسماك المياه

(٣) تصنف المتوسطات البينية للزيادة في متوسط درجات الحرارة على المستوى العالمي وقدرها صفر-٢، و٢-٣ و٣س بالقياس إلى سنة ١٩٩٠، بأنها صغيرة ومتوسطة وكبيرة، على التوالي. ويبرز النطاق الكبير نسبياً بخصوص صفة زصغيرس لأن ما صدر من كتابات في هذا الشأن لا يعالج على نحو واف احتراراً بمقدار ١-٢س. وينبغي اعتبار مقادير التغير في متوسط درجة الحرارة على المستوى العالمي كمؤشر تقريبي للتوقيت الذي قد تحدث فيه التأثيرات؛ وليس القصد منها تعريف حدود بدايات مطلقة أو وصف جميع الجوانب ذات الصلة في تأثيرات تغير المناخ، مثل معدل التغير في المناخ والتغيرات في التهطال والظواهر المناخية المتطرفة أو الآثار المتخلفة (الكامنة) مثل ارتفاع مستويات سطح البحر.

الباردة؛ وبعض أسماك المياه المعتدلة البرودة؛ والنظم الإيكولوجية الكائنة فوق التربة الصقيعية، والنظم الإيكولوجية عند الحافة الجليدية والتي توفر موئلاً للدببة القطبية وطيور البطريق. أما المستوطنات البشرية التي قد تتعرض لخطر شديد بسبب التغيرات في المناخ ومستوى سطح البحر والتي قد ترتبط بمعدل احترار متوسط إلى كبير فتشمل بعض مستوطنات المناطق الساحلية الواطئة والجزر والسهول الفيضانية وجوانب التلال وخصوصاً تلك التي تقل مكانتها الاجتماعية الاقتصادية مثل المستقطنات وغيرها من المستوطنات العشوائية الأخرى. وهناك مستوطنات أخرى يحتمل تعرضها للخطر وتشمل الشعوب التقليدية التي تعتمد اعتماداً كبيراً على الموارد الطبيعية التي تعتبر حساسة لتغير المناخ. [الفقرة ١٩-٣]

الجدول ١٦ – الملخص الفني: العمليات والأنواع الأحيائية التي توصلت إليها الدراسات والتي ترتبط بتغير درجات الحرارة على المستوى الإقليمي(أ)

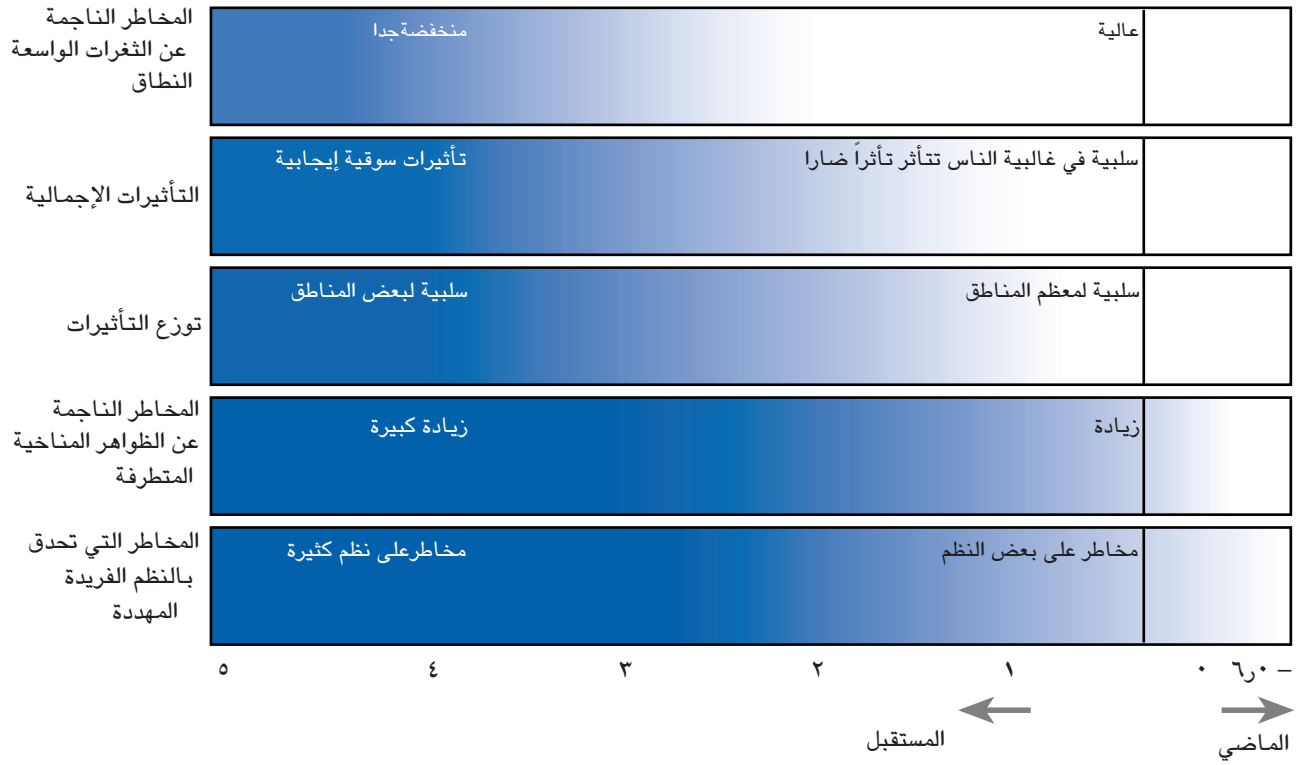
الإقليم	الأنهار الجليدية، الغطاء الثلجي/ الذوبان، جليد البحيرات/ المجاري المائية(ب)		الغطاء النباتي		اللافقريات		الأحياء البرية المائية والزواحف		الطيور		الثدييات	
أفريقيا	١	صفر	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
المنطقة القطبية الجنوبية (انتاركتيكا)	٣	٢	صفر	–	–	–	–	–	٣	صفر	–	–
آسيا	١٤	صفر	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
استراليا	١	صفر	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
أوروبا	٢٩	٤	٤١	٣	٤٧	١	٧	صفر	٣٦٨	٩٢	٧	صفر
أمريكا الشمالية	٣٦	٤	١٢	صفر	–	–	–	–	١٧	صفر	٣	صفر
أمريكا اللاتينية	٣	صفر	–	–	–	–	٢٢	صفر	١٥	صفر	–	–
المجموع	٨٧	١٠	٥٥	٣	٤٧	١	٢٩	صفر	٤٠٠	٩٢	١٠	صفر

(أ) تمثل الأعمدة عدد الأنواع الأحيائية والعمليات في كل منطقة التي تبين في كل دراسة أنها ترتبط بتغير في درجة الحرارة على المستوى الإقليمي. وبغية الإدراج في الجدول، كان لزاماً لكل دراسة أن تبين أن الأنواع الأحيائية أو العملية كانت تتغير بمرور الزمن وأن درجة الحرارة على المستوى الإقليمي كانت تتغير بمرور الزمن، وتوصلت معظم الدراسات أيضاً إلى أن هناك ارتباطاً ذا دلالة بين الكيفية التي كانت تتغير بها الأنواع الأحيائية أو العمليات. ويشير الرقم الأول إلى عدد الأنواع الأحيائية أو العمليات المتغيرة بالطريقة المتوقعة مع الاحترار العالمي. والرقم الثاني هو عدد الأنواع الأحيائية أو العمليات المتغيرة بطريقة عكس تلك المتوقعة مع كوكب يشهد الاحترار. وتشير الخانات الشاغرة أنه لم توجد دراسات تتعلق بهذه المنطقة وهذه الفئة.

(ب) الجليد البحري غير مدرج في الجدول.

٧-٢-٢ التأثيرات الإجمالية

مع حدوث زيادة صغيرة في درجة الحرارة، يمكن لتأثيرات قطاع السوق الإجمالية أن تقدر بنسبة مئوية قليلة بالزائد أو بالناقص من الناتج المحلي الإجمالي (ثقة متوسطة)؛ ويمكن للتأثيرات غير السوقية الإجمالية أن تكون سلبية (ثقة منخفضة). أما التأثيرات الخالصة الصغيرة فهي أساساً نتيجة لأن الاقتصادات المتقدمة، وكثير منها يمكن أن تكون له تأثيرات إيجابية، يمثل إسهامها غالبية الإنتاج العالمي. بيد أنه باستعمال ثقل أكبر للتأثيرات في البلدان الأفقر لتعكس شواغل الإنصاف، يمكن أن ينجم عن ذلك تأثيرات إجمالية خالصة تعتبر سلبية حتى مع احترار متوسط. ومن الممكن أيضاً أن تتأثر غالبية الناس تأثيراً سلبياً بسيناريوهات تغير المناخ في هذا النطاق، حتى لو كان التأثير المالي الإجمالي الخالص إيجابياً. ومع حدوث زيادات متوسطة إلى عالية في درجات الحرارة، تميل المنافع إلى النقصان وتميل الأضرار إلى الزيادة، ولهذا يصبح صافي التغيير في الرفاه الاقتصادي العالمي سلبياً، وسلبياً بدرجة متزايدة مع زيادة الاحترار (ثقة متوسطة). ويمكن أن تكون لبعض القطاعات، مثل الموارد الساحلية والمائية، تأثيرات سلبية في البلدان المتقدمة والبلدان النامية. ويمكن أن تكون لقطاعات أخرى مثل الزراعة وصحة الإنسان، تأثيرات إيجابية في بعض البلدان وتأثيرات سلبية خالصة في بلدان أخرى. [الفقرة ١٩-٥]



الزيادات في متوسط درجة الحرارة العالمية بعد سنة ١٩٩٠

الشكل ١٢- الملخص الفني: التأثيرات أو الأخطار المتأتية من تغير المناخ، حسب السبب الداعي القلق. فكل صف يتطابق مع سبب يدعو للقلق وتتطابق الظلال مع شدة التأثير أو الخطر. والفراغ الأبيض يعني عدم وجود خطر أو تأثير أو خطر يفترض أنه محايد، واللون الأصفر يعني تأثيرات سلبية نوعاً أو أخطار قليلة نوعاً، واللون الأحمر يعني تأثيرات سلبية أكثر أو أخطاراً أشد. وقد ازدادت متوسطات درجات الحرارة العالمية في القرن العشرين بمقدار ٠ر٦ س وأدت إلى حدوث بعض التأثيرات. وقد وُضعت التأثيرات كنقاط تمثل الزيادات في متوسط درجة الحرارة العالمية بعد سنة ١٩٩٠ وهذا الرقم يعالج فقط الكيفية التي تتغير بها التأثيرات أو الأخطار حينما تحذف حدود عتبات الزيادة في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة، وليست الكيفية التي تتغير بها التأثيرات أو الأخطار عند معدلات تغير مختلفة في المناخ. وينبغي اعتبار درجات الحرارة هذه مؤشرات تقريبية للتأثيرات، وليست كحدود عتبات مطلقة.

وتعتبر النتائج حساسة للافتراضات بشأن التغيرات في المناخ على المستوى الإقليمي، ومستويات التنمية والقدرة على التكيف، ومعدلات التغير وتقدير قيمة التأثيرات، والأساليب المستخدمة لتجميع الخسائر والمكاسب، بما في ذلك اختيار سعر الخصم. وعلاوة على ذلك، لم تأخذ هذه الدراسات في الاعتبار العوامل التي قد تكون هامة مثل التغييرات في الظواهر المتطرفة، والاستجابات النافعة التكميلية لخطر الظواهر المتطرفة التي أحدثتها عوامل غير المناخ، والتغير السريع في المناخ الإقليمي (على سبيل المثال، الناتج من تغيرات في دوران المحيط)، والآثار المركبة للإجهادات المتعددة، أو رد الفعل المتعارض أو التكميلي لتلك الإجهادات. ولأن العوامل هذه مازال يتعين تعليلها في تقديرات التأثيرات الإجمالية ولأن التقديرات لا تشمل جميع الفئات الممكنة للتأثيرات، وخصوصاً التأثيرات غير السوقية، فإن التقديرات الخاصة بالتأثيرات الإجمالية لتغير المناخ على الرفاه الاقتصادي تعتبر غير مكتملة. ونظراً لأوجه عدم اليقين التي تكتنف التقديرات الإجمالية، فلا يمكن استبعاد إمكانية الآثار السلبية عند حدوث زيادة صغيرة في درجة الحرارة. [الفقرة ١٩-٥]

٧-٢-٣ تأثيرات التوزيع

تميل البلدان النامية إلى أن تكون أسرع تأثراً بالتغير المناخي من البلدان المتقدمة (ثقة عالية). ومن المتوقع أن تعاني البلدان النامية من تأثيرات ضارة أكثر من البلدان المتقدمة (ثقة متوسطة). فحدوث زيادة صغيرة في درجة الحرارة ستكون له تأثيرات سلبية خالصة على قطاعات الأسواق في كثير من البلدان النامية (ثقة متوسطة) وتأثيرات إيجابية خالصة في قطاعات الأسواق في كثير من البلدان المتقدمة (ثقة متوسطة). وتعزى النتائج المختلفة إلى حد ما إلى الاختلافات في نواحي التعرض والحساسيات (على سبيل المثال، درجات الحرارة الحالية أقل من الوضع الأمثل في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى والواقعة قرب القطب الشمالي بالنسبة لكثير من المحاصيل، ولكن عند الحد الأمثل أو فوقه في المناطق ذات خطوط العرض المنخفضة) كما تعزى النتائج المختلفة إلى حد ما إلى قدرة أقل على التكيف في البلدان النامية بالقياس إلى البلدان المتقدمة. وعند حدوث زيادة متوسطة في درجة الحرارة، تبدأ التأثيرات الإيجابية الخالصة في التحول إلى تأثيرات سلبية، وتتفاقم التأثيرات السلبية (ثقة عالية). ونتائج هذه الدراسات لا تأخذ في الاعتبار تماماً التأثيرات غير السوقية لتغير المناخ مثل التأثيرات في النظم الطبيعية التي قد تكون حساسة لمقادير صغيرة من الاحترار. والمناطق سريعة التأثر بشكل خاص تشمل مناطق الدلتا، والدول الجزرية الصغيرة الواطئة وكثير من المناطق القاحلة حيث تكون موجات الجفاف وتوافر الماء مثيرة للإشكال حتى بدون تغير المناخ. وفي داخل المناطق أو البلدان من المتوقع أن تكون التأثيرات على أشدها من الناحية النسبية على المعوزين. ويمكن الاستدلال بأن أفقر أفراد المجتمع هم الأسرع تأثراً بالتغير المناخي بسبب افتقارهم للموارد التي يمكن بها مواجهة التأثيرات والتكيف معها، بيد أن بضع دراسات قد محصت بشكل صريح توزع التأثيرات على الفقراء بالنسبة لشرائح أخرى في المجتمع. [الفقرة ١٩-٤]

ويحتمل أن تزداد بمرور الوقت شدة التأثيرات على النظم غير المدارة، بيد أن التأثيرات على النظم المدارة يمكن أن تزداد أو تنقص خلال القرن الحادي والعشرين. ويتأثر توزيع التأثيرات على مدى القرن الحادي والعشرين بعدة عوامل. فمع زيادة تركيزات غازات الدفيئة سوف تزداد أيضاً جسامة التعرض للتغيير في المحفزات المناخية. كما أن الضغوط غير المناخية على النظم الطبيعية والاجتماعية التي تعمل على زيادة سرعة تأثر الأنظمة سوف تزيد بمرور الوقت نتيجة لنمو السكان وتزايد المطالب على الأراضي والمياه والبنية الأساسية العامة وعلى الموارد الأخرى. وتزايد السكان والإيرادات والثروة يعني أيضاً أن المزيد من البشر والموارد الإنسانية قد يتعرض لتغير المناخ، وهذا قد يميل إلى زيادة أضرار قطاعات الأسواق بالأرقام المطلقة بالدولار؛ وقد كانت هذه هي الحالة من الناحية التاريخية. وفي مجابهة هذه الاتجاهات هناك عوامل مثل تزايد الثروة والتكنولوجيا وتحسين المؤسسات، التي يمكن أن تزيد القدرة على التكيف وتقلل سرعة التأثر بتغير المناخ. [الفقرتان ٨، ١٩-٤]

وسواء ازدادت التأثيرات وسرعة التأثر أو نقصت بمرور الوقت فإن هذا قد يتوقف جزئياً على معدلات تغير المناخ والتنمية وقد يختلف بالنسبة للنظم المدارة وغير المدارة. وكلما أسرع معدل التغير المناخي كان التعرض أكبر في المستقبل للتغييرات التي يحتمل أن تكون ضارة وكان الاحتمال أكبر في تجاوز حدود عتبات النظم. وكلما أسرع معدل التنمية، تعرضت الموارد أكثر للتغير المناخي في المستقبل – ولكن هذا يحدث أيضاً لقدرة المجتمعات على التكيف في المستقبل. ويحتمل أن تكون الفوائد الناجمة عن زيادة القدرة على التكيف أكبر بالنسبة للنظم المدارة بشكل مكثف من النظم التي هي في الوقت الحاضر غير مدارة أو مدارة بشكل بسيط. ولهذا السبب ولاحتمال زيادة الضغوط غير المناخية على النظم الطبيعية في المستقبل، فمن المتوقع أن تزداد سرعة تأثر النظم الطبيعية بمرور الزمن (ثقة متوسطة). [الفقرتان ١٩-٤-٢، ١٩-٤-٣]

إن مسارات التنمية في المستقبل سواء كانت مستدامة أو غير ذلك سوف تشكل سرعة التأثر بتغير المناخ في المستقبل، وقد تمس تأثيرات التغير المناخي التوقعات المرتقبة للتنمية المستدامة في مختلف أنحاء العالم. فالتغير المناخي واحد من إجهادات كثيرة تواجه النظم البشرية والطبيعية. وسوف تتحدد شدة كثير من هذه الإجهادات، إلى حد ما بمسارات التنمية التي تتبعها المجتمعات البشرية؛ أما المسارات التي تسبب إجهادات أقل فمن المتوقع أن تقلل سرعة تأثر النظم البشرية والطبيعية بتغير المناخ. ويمكن للتنمية أيضاً أن تؤثر على سرعة التأثر في المستقبل بتعزيز القدرة على التكيف عن طريق تراكم الثروة والتكنولوجيا والمعلومات والمهارات والبنية الأساسية المناسبة، وتنمية المؤسسات الفعالة؛ وتعزيز الإنصاف؛ ويمكن لتأثيرات التغير المناخي أن تؤثر على التوقعات المرتقبة للتنمية المستدامة بتغيير القدرة على إنتاج الأغذية والألياف، وإمدادات المياه ونوعيتها، وصحة الإنسان، وعن طريق تحويل الموارد المالية والبشرية إلى عملية التكيف. [الفقرة ١٨]

٧-٢-٤ الظواهر الجوية المتطرفة

يرتبط كثير من التأثيرات المناخية بالظواهر الجوية المتطرفة وينطبق الشيء نفسه على تأثيرات التغير المناخي. فالاحتمال الكبير في حدوث أضرار من الظواهر المتطرفة ينشأ من شدتها وفجائيتها وعدم إمكانية التنبؤ بها، مما يجعل من الصعب التكيف معها، ويمكن لأنماط التنمية أن تزيد من سرعة التأثر بالظواهر المتطرفة. وعلى سبيل المثال فإن التنمية الواسعة النطاق على طول المناطق الساحلية تزيد التعرض لعرام العواصف والأعاصير المدارية، مما يزيد سرعة التأثر.

ويتزايد تواتر وجسامة كثير من الظواهر المناخية المتطرفة حتى مع زيادة صغيرة في درجة الحرارة وسوف تتزايد هذه الظواهر مع ارتفاع درجات الحرارة (ثقة عالية). والظواهر المتطرفة تشمل على سبيل المثال، الفيضانات، ونقص رطوبة التربة، الأعاصير المدارية والعواصف، وشدة ارتفاع درجات الحرارة، والحرائق. وغالباً ما تكون تأثيرات الظواهر المتطرفة واسعة النطاق على المستوى المحلي ويمكن أن تؤثر تأثيراً قوياً على قطاعات ومناطق محددة. والزيادات في الظواهر المتطرفة يمكنها أن تسبب تجاوزات في التصميم الحرج أو العتبات الطبيعية، التي تزداد وراءها بشكل سريع جسامة التأثرات (ثقة عالية). ويمكن أن يكون تعدد الظواهر المتتالية غير المتطرفة مصدر إشكال لأنها يمكنها أن تقلل القدرة على التكيف باستنفاد احتياطيات شركات التأمين وإعادة التأمين. [الفقرتان ٨، ١٩-٦-٣-١]

ومن شأن حدوث زيادة في تواتر وجسامة الظواهر المتطرفة أن تكون لها آثار ضارة عبر جميع القطاعات والمناطق. ويمكن للزراعة والموارد المائية أن تكون سريعة التأثر على وجه الخصوص بالتغيرات في الحالات المتطرفة في مجالي الهيدرولوجيا ودرجة الحرارة، ويمكن أن تتأثر البنية الأساسية والنظم الإيكولوجية في المناطق الساحلية تأثيراً ضاراً بسبب التغيرات في حدوث الأعاصير المدارية وعرام العواصف. ومن المحتمل أن تزداد الوفيات ذات الصلة بالطقس الحار مع ازدياد درجات الحرارة؛ ومن المحتمل أن تتناقص الوفيات ذات الصلة بالطقس البارد. وقد تؤدي الفيضانات إلى انتشار الأمراض المرتبطة بالمياه والمحمولة بالنواقل، وخصوصاً في البلدان النامية، وكثير من الأضرار المالية الناجمة عن الظواهر المتطرفة ستكون لها أصداء على عدد كبير من المؤسسات المالية، ومن شركات التأمين وإعادة التأمين على المستثمرين والبنوك وصناديق الإغاثة في حالات الكوارث. وستترتب على التغيرات في إحصاءات الظواهر المتطرفة آثار فيما يتعلق بتصميم معايير التطبيقات الهندسية (مثل جروف حواجز صد مياه الفيضان والجسور وتصميم المباني والتقسيم إلى مناطق)، التي تستند إلى تقديرات فترات المعاودة، وتأثيرات من أجل تقدير الأداء الاقتصادي وجدوى مشاريع معينة تتأثر بحالة الطقس. [الفقرة ١٩-٦-٣-١]

٧-٢-٥ الظواهر الفردية واسعة النطاق

إن لتغير المناخ المستحدث بأنشطة الإنسان إمكانية إثارة تغيرات واسعة النطاق في نظم الأرض مما قد يكون له عواقب شديدة على النطاقات الإقليمية أو العالمية. فاحتمالات التسبب في حدوث هذه الظواهر لا تحظى بفهم جيد ولكن لا ينبغي تجاهلها نظراً لوخامة عواقبها. وتشمل الظواهر من هذا النوع التي قد تطرأ الإيقاف الكامل أو الجزئي لتكون المياه العميقة في شمال المحيط الأطلسي أو في المنطقة القطبية الجنوبية وانحلال الطبقات الجليدية في غرب المنطقة القطبية الجنوبية وغيرنلاند، وحدوث اضطرابات كبيرة في ديناميات الكربون الذي ينظمه الغلاف الجوي. ومن الصعب تحديد توقيت واحتمالية حدوث ثغرات واسعة النطاق، لأن هذه الظواهر تحركها تفاعلات معقدة بين مكونات النظام المناخي. ويمكن للتأثير المتقطع الفعلي أن يعطل انطلاق سلسلة الأحداث طوال عقود تمتد إلى قرون. وهذه الأمور الطارئة حساسة لجسامة ومعدل التغير المناخي، فالزيادات الكبيرة في درجة الحرارة يحتمل أن تؤدي إلى ثغرات واسعة النطاق في نظام المناخ (ثقة متوسطة).

ويمكن للثغرات هذه أن تحدث تأثيرات شديدة على النطاق الإقليمي بل وعلى النطاق العالمي، بيد أن تحليلات التأثيرات المتعمقة لاتزال ناقصة. وتظهر عمليات المحاكاة العديدة لنموذج المناخ مع زيادة الاحترار توقفاً تاماً في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في منطقة شمال الأطلسي. ورغم أن التوقف التام قد يستغرق حدوثه عدة قرون، فإن التوقف الإقليمي للحمل الحراري وحدوث ضعف هام في الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي قد يحدث خلال القرن التالي. فإذا ما حدث هذا فإنه قد يؤدي إلى تغير مناخي إقليمي سريع في منطقة شمال الأطلسي، مع حدوث تأثيرات كبرى في المجتمعات وفي النظام الإيكولوجي. وقد يؤدي انهيار الطبقة الجليدية في غرب المنطقة القطبية الجنوبية إلى ارتفاع في مستوى سطح البحر على الصعيد العالمي بمقدار عدة أمتار، وهو ما يصعب جداً التكيف معه، ورغم أن عملية الانحلال قد تستغرق عدة مئات من السنين فإن هذه العملية يمكن أن تنطلق بشكل لا راد له في القرن القادم. ويتبين أن الحجم النسبي لعمليات التغذية المرتدة الداخلة في دورة الكربون عن طريق المحيطات والغلاف الحيوي للأرض أنه يتغير بزيادة درجات الحرارة. ويمكن للتشبع ونقص الأثر الصافي لبواليع الصرف الخاص بالغلاف الحيوي للأرض – المتوقع حدوثه على مدى القرن القادم – مع حدوث عمليات مماثلة أن يؤدي إلى طغيان التغذية المرتدة الإيجابية على التغذية المرتدة السلبية ويؤدي إلى تضخم قوي لاتجاه الاحترار. [الفقرة ١٩-٦-٣-٢]

٨- الاحتياجات من المعلومات

بالرغم مما أحرز من تقدم، لاتزال هناك ثغرات كبيرة في المعرفة فيما يتعلق بالتعرض والحساسية والقدرة على التكيف وسرعة تأثر النظم الفيزيائية والإيكولوجية والاجتماعية بتغير المناخ. ويعتبر إحراز تقدم في هذه المجالات من الأولويات اللازمة للتقدم في تفهم العواقب المحتملة لتغير المناخ بالنسبة للمجتمع البشري والعالم الطبيعي، وكذلك لدعم تحليلات الاستجابات الممكنة.

التعرض. يعتبر إحراز تقدم في أساليب عرض التوقعات لنواحي التعرض للمحفزات المناخية وغيرها من الإجهادات غير المناخية على نطاقات مكانية أدق أمراً لازماً لتحسين تفهم العواقب المحتملة لتغير المناخ، بما في ذلك الفروق الإقليمية والمحفزات التي قد تحتاج النظم إلى التكيف معها. وينبغي أن يعتمد العمل في هذا المجال على النتائج المستقاة من البحوث بشأن حساسية النظم وقابليتها للتكيف وسرعة تأثرها، وذلك لتحديد أنواع المحفزات المناخية والإجهادات غير المناخية التي تؤثر أعظم الأثر على النظم. وهذا البحث لازم بصفة خاصة في البلدان النامية التي يفتقر كثير منها إلى البيانات التاريخية، ونظم المراقبة الوافية وإلى قدرات البحث والتطوير. وسيؤدي تطوير القدرة المحلية في مجال التقييم البيئي والإدارة إلى زيادة فعالية الاستثمار. ويُعتبر من الأولويات وجود أساليب لاستقصاء التغييرات الممكنة في تواتر وشدة الظواهر المناخية المتطرفة، وتقلبية المناخ، والتغيرات الفجائية الواسعة النطاق في نظام الأرض مثل تباطؤ أو توقف الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي في المحيطات. ولابد أيضاً من العمل على تعزيز فهم الكيفية التي تؤثر بها العوامل الاجتماعية والاقتصادية على نواحي تعرض مختلف المجموعات السكانية.

الحساسية. لاتزال الحساسية للمحفزات المناخية مقدرة تقديراً كمياً سيئاً بالنسبة لكثير من النظم الطبيعية والبشرية. ومن المتوقع أن تشمل استجابات النظم للتغير المناخي قياسات لا خطية قوية واستجابات متقطعة أو فجائية واستجابات متغيرة مع الزمن، وتأثيرات متبادلة معقدة مع نظم أخرى. ومع ذلك فإن كثيراً من النظم يشهد تطوراً غير جيد في إعداد التقدير الكمي للانحناءات وحدود العتبات والتأثيرات المتبادلة في استجابات النظم. ولابد من بذل جهد لتطوير وتحسين النماذج الدينامية، القائمة على العمليات، للنظم الطبيعية والاجتماعية والاقتصادية؛ ولتقدير البارامترات النموذجية لاستجابات النظم لتغيرات المناخ؛ ولإثبات صحة نتائج محاكاة النموذج. وينبغي أن تشمل هذه الجهود استخدام الأدلة الرصدية، والرصدات القديمة، حيثما انطبق الأمر، والمراقبة الطويلة الأجل للنظم والقوة المؤثرة عليها. ومن الأولويات اللازمة مواصلة العمل على كشف تأثيرات التغير المناخي المرصود، من أجل زيادة الاستقصاء الذي يمكن أن يوفر معلومات تجريبية لتفهم حساسية النظم للتغير المناخي.

القدرة على التكيف. أُحرز تقدم في تقصي التدابير التكيفية والقدرة على التكيف. ومع ذلك يلزم القيام بأعمال من أجل تفهم أفضل لقابلية تطبيق تجارب التكيف مع تقلبية المناخ على تغير المناخ، ولاستخدام هذه المعلومات لتطوير التقديرات التجريبية الأساس لفاعلية وتكاليف عملية التكيف، ولاستنباط نماذج تكهن للسلوك التكيفي التي تأخذ في الاعتبار صنع القرارات في ظل عدم اليقين. ويلزم القيام أيضاً بأعمال من أجل تفهم أفضل للعوامل المحددة للقدرة على التكيف ولاستخدام هذه المعلومات للنهوض بتفهم الفروق في القدرة على التكيف عبر المناطق والأمم والجماعات الاجتماعية الاقتصادية،

وكذلك تفهم الكيفية التي تتغير بها القدرة على التكيف مع مرور الزمن. ومن المتوقع أن تكون نواحي التقدم في هذه المجالات مفيدة لتحديد استراتيجيات ناجحة لتعزيز القدرة على التكيف بطرق قد تكون تكميلية لتخفيف وطأة آثار تغير المناخ، وللتنمية المستدامة ولأهداف الإنصاف.

سرعة التأثر. تعتبر التقديرات الخاصة بسرعة التأثر بتغير المناخ ذات صفة نوعية إلى حد كبير وهي تعالج مصادر سرعة التأثر والطابع الذي تتصف به. ويلزم القيام بأعمال أخرى لإدماج المعلومات بشأن نواحي التعرض والحساسية والقابلية للتكيف لتوفير مزيد من المعلومات التفصيلية والكمية بشأن التأثيرات المحتملة لتغير المناخ والدرجة النسبية لسرعة تأثر شتى المناطق والأمم والجماعات الاجتماعية الاقتصادية. وتتطلب خطى التقدم إعداد وتحسين تدابير أو مؤشرات عديدة لسرعة التأثر مثل عدد الأشخاص أو الأنواع الأحيائية أو النظم أو مساحة الأراضي التي تأثرت سلبياً أو إيجابياً أو نسبتها المئوية، أو التغيرات الطارئة على انتاجية النظم؛ والقيمة المالية لتغير الرفاهية الاقتصادية بالأرقام المطلقة والنسبية؛ وقياس حالات الغبن في التوزيع.

عدم اليقين. لاتزال هناك ثغرات كبيرة في تنقيح وتطبيق الأساليب المتعلقة بمعالجة جوانب عدم اليقين وخصوصاً فيما يتعلق بتوفير معلومات علمية من أجل عملية اتخاذ القرارات، ولابد من إدخال إجراء تحسينات على طرق التعبير عن الأرجحية والثقة ونطاق عدم اليقين فيما يتعلق بتقديرات الحصائل الناتجة، وكذلك كيفية ملاءمة هذه التقديرات مع نطاقات أوسع في عدم اليقين. وينبغي تنقيح الأساليب اللازمة لتوفير حسابات (متسمة بالشفافية) لكيفية إعداد أي تقدير تجميعي من معلومات غير مجمعة. ولذا لابد من بذل المزيد من الجهود لترجمة الآراء التقديرية إلى توزيعات الاحتمالات في نماذج التقديرات المتكاملة.

مسرد المصطلحات

التبدد *Ablation*

كل العمليات التي تؤدي إلى تلاشي الثلج والجليد من الكتل الجليدية أو الجليد الطافي أو الغطاء الثلجي.

التأقلم *Acclimatization*

التواؤم الفزيولوجي مع التغيرات المناخية.

الطبقة النشطة *Active Layer*

الطبقة العليا من التربة في مناطق التربة الصقيعية التي تخضع لعمليتي التجمد والذوبان الفصليتين.

القدرة على التكيف *Adaptability*

انظر adaptive capacity.

التكيف *Adaptation*

تعديل النظم الطبيعية أو البشرية تجاوباً مع محفزات مناخية حقيقية أو متوقعة أو مع الآثار الناجمة عنها مما يخفف من وطأة الضرر اللاحق بتلك النظم أو يؤدي إلى استغلال الفرص المفيدة. ويمكن التمييز بين أنواع عديدة من التكيف بما في ذلك التكيف الاستباقي والتفاعلي، والتكيف الخاص والعام والتكيف الذاتي والمبرمج:

- التكيف الاستباقي – هو التكيف الذي يحدث قبل ملاحظة التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ. ويطلق عليه أيضاً اسم التكيف التحسبي (Proactive).
- التكيف الذاتي – وهو التكيف الذي لا يشكل استجابة واعية للمحفزات المناخية ولكنه يأتي نتيجة لتغيرات إيكولوجية تطرأ على النظم الطبيعية أو نتيجة للتغيرات السوقية أو الاجتماعية التي تطرأ على النظم البشرية. ويشار إليه أيضاً بالتكيف التلقائي.
- التكيف المبرمج – وهو التكيف الناجم عن قرار سياسي يُتخذ عن قصد ويقوم على إدراك لتغير الظروف أو لوشك تغيرها ولضرورة اتخاذ تدابير للعودة إلى وضع مرغوب أو الحفاظ عليه أو تحقيقه.
- التكيف الخاص – وهو التكيف الذي يأتي نتيجة لمبادرة الأفراد أو الأسر أو الشركات الخاصة إليه أو لتنفيذه. والتكيف الخاص هو، في العادة، في صالح من يقوم به وترشيداً لشؤونه.
- التكيف العام – وهو التكيف الذي تبادر إليه وتنفذه الحكومات على جميع المستويات. ويتجه التكيف العام، في العادة، إلى تلبية الاحتياجات الجماعية.
- التكيف التفاعلي – وهو التكيف الذي يحدث بعد ملاحظة التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ.

انظر أيضاً تقييم التكيف (adaptation assessment)، ومنافع التكيف (adaptation benefits)، وتكاليف التكيف (adaptation costs)، والقدرة على التكيف (adaptive capacity)، وعدم القدرة على التكيف (maladaptation).

تقييم التكيف *Adaptive Assessment*

التعرف على الخيارات المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ وتقييمها بتطبيق معايير مثل التوافر والمنافع والتكاليف والفعالية والكفاءة والجدوى.

منافع التكيف *Adaptation Benefits*

تكاليف الأضرار التي تم تفاديها أو المنافع الحاصلة نتيجة لاعتماد وتنفيذ تدابير التكيف.

تكاليف التكيف *Adaptation Costs*

تكاليف وضع الخطط الخاصة بتدابير التكيف وإعدادها وتيسيرها وتنفيذها بما في ذلك تكاليف الانتقال.

القدرة على التكيف *Adaptation Capacity*

قدرة نظام ما على التكيف مع تغير المناخ (بما في ذلك تقلبية المناخ والظواهر المناخية المتطرفة) من أجل التخفيف من وطأة الأضرار المحتملة أو الاستفادة من الفرص المتاحة أو مواجهة العواقب.

المؤرجات الهوائية *Aero-Allergens*

المؤرجات (العوامل التي تؤدي إلى الإصابة بالحساسية) الموجودة في الهواء.

الأهباء الجوية *Aerosols*

مجموعة من الجسيمات الصلبة أو السائلة التي يحملها الهواء ويتراوح حجمها عادة بين ٠٫٠١ (ملليمتر و١٠ ملليمترات وتبقى هذه الجسيمات في الغلاف الجوي لعدة ساعات على الأقل. وقد تكون الأهباء الجوية طبيعية أو بشرية المنشأ. وقد تؤثر في المناخ بطريقتين اثنتين: إما مباشرة من خلال بعثرة وامتصاص الإشعاع أو بصورة غير مباشرة من خلال العمل في شكل نويات تكثيف لتكوينات السحب أو تعديل الخصائص البصرية للسحب وفترة بقائها.

التشجير *Afforestation*

غرس أشجار جديدة في الأراضي التي لم تكن تضم غابات في تاريخها. ولمناقشة مصطلح زالغابةس وما يتصل به من مصطلحات مثل زالتشجيرس وسإعادة التشجيرس وسإزالة الأشجارس، انظر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي، والتغير في استخدام الأراضي والغابات .(IPCC, 2000)

التأثيرات الإجمالية *Aggregate Impacts*

التأثيرات الإجمالية المجمعة فيما بين القطاعات و/أو المناطق. ويتطلب تجميع التأثيرات معرفة (أو وجود افتراضات بشأن) الأهمية النسبية للتأثيرات في مختلف القطاعات والمناطق. وتشمل تدابير التأثيرات الإجمالية، على سبيل المثال، العدد الإجمالي للناس المتأثرين أو التغير الطارئ على الإنتاجية الأساسية الصافية أو عدد النظم الخاضعة للتغير أو إجمالي التكاليف الاقتصادية.

علم الاقتصاد الزراعي *Agronomy*

فرع الزراعة الذي يتناول نظرية وممارسة إنتاج المحاصيل الحقلية والإدارة العلمية للتربة.

منخفضات الآلاس *Alases*

وقبات متضامة ناجمة عن ذوبان الثلوج.

البياض *Albedo*

الجزء من الإشعاع الشمسي الذي يعكسه سطح أو هدف، ويعبر عنه عادة في صورة نسبة مئوية. وللسطوح المغطاة بالثلوج عادة بياض مرتفع. ويتراوح بياض التربة بين مرتفع ومنخفض. والسطوح المغطاة بالنباتات والمحيطات لها بياض منخفض. أما البياض الأرضي فيختلف وذلك، أساساً، نتيجة لتباين درجة التغيم والثلوج والجليد ومناطق الأوراق والتغيرات الطارئة على الغطاء الأرضي.

تكاثر الطحالب *Algal Blooms*

انتشار الطحالب بكثرة في البحيرات أو الأنهار أو المحيطات.

القلوية *Alkalinity*

مقياس لقدرة الماء على إبطال مفعول الأحماض.

المؤرجات *Allergens*

مواد أنتيجينية قادرة على التسبب في فرط حساسية فورية.

ألبي *Alpine*

منطقة حيوية جغرافية تتكون من منحدرات فوق حد نمو الأشجار وتتسم بوجود نباتات عشبية نجمية الشكل ونباتات خشبية في شكل جنيبات قصيرة بطيئة النمو.

النقل البديل للمخاطر *Alternative Risk Transfer*

بدائل أسواق رأس المال للتأمين التقليدي (مثل سندات الكوارث).

أنواع نهرية السرء *Anadromous Species*

أنواع سمكية مثل سمك السلمون التي تسرأ بيضها في المياه العذبة ثم تهاجر إلى المحيطات لتنمو حتى تبلغ مرحلة النضوج.

لاهوائي *Anaerobic*

كائن يعيش وينشط أو يوجد في غياب الأكسجين الطليق.

نقص الأكسجين *Anoxia*

عوز الأكسجين الشديد الذي يؤدي إلى الإصابة بضرر دائم.

مياه قعرية أنتاركتيكية *Antarctic Bottomwater*

نوع من المياه يوجد في البحار التي تحيط بالمنطقة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) تتراوح درجة حرارتها بين الصفر و –٠ر٨ سلسيوس في حين تتراوح درجات ملوحتها بين ٣٤ر٦ و٣٤ر٧ وحدة ملوحة عملية (PSU) ودرجة كثافة تقارب ٢٧ر٨٨. وهذه هي أشد المياه كثافة في المحيط المفتوح.

تيار محيط بالقطب الجنوبي *Antrctic Circumpolar Current*

تيار محيطي جنوبي يتدفق حول الكرة الأرضية برمتها تدفعه الرياح الغربية حول القطبية.

مياه وسيطة أنتاركتيكية *Antarctic Intermediate Water*

مياه تتكون نتيجة للانخفاض الشديد في درجات الحرارة والتقاء الكتل المائية Ekman في المحيط الجنوبي.

بشري المنشأ *Anthropogenic*

ناشئ عن نشاط البشر أو من إنتاجهم أو تأثيرهم.

AOGCM انظر *climate model*

الكائنات المفترسة العليا *Apex Consumers*
كائنات تأتي على رأس السلاسل الغذائية فهي أعلى الكائنات المفترسة.

الأحياء المائية *Aquaculture*
تربية وتعهد الأسماك والأسماك الصدفية (المحاريات) إلخ. أو زراعة نباتات من أجل الحصول على الغذاء في برك خاصة.

مستودع مياه جوفية *Aquifer*
طبقة من الصخور المسامية تحمل مياه ومستودعات المياه الجوفية غير المحصورة تتغذى مباشرة نتيجة لهطول المطر محلياً وبالأنهار والبحيرات كما أن معدل إعادة التغذية يتأثر بإنفاذية الصخور والتربة الفوقية. وتتسم مستودعات المياه الجوفية المحصورة بوجود طبقة فوقية غير مسامية أو عازلة كما أن هطول المطر محلياً لا يؤثر في مستودعات المياه الجوفية.

الفيروسات المنقولة بالمفصليات *Arbovirus*
أي نوع من مختلف أنواع الفيروسات التي تحملها مفصليات الأرجل وتشمل العوامل المسببة لحمى الضنك والحمى الصفراء وبعض أنواع التهابات الدماغ.

مناطق قاحلة *Arid Regions*
النظم الإيكولوجية التي يقل فيها التهطال عن ٢٥٠ ملليمتراً في السنة.

ذاتي التغذية *Autotrophic*
كائنات لا تعتمد على مصادر خارجية (لمركبات) الكربون العضوي لتوفير عناصرها العضوية الخاصة بها والتي يمكنها أن تصنعها كلية من مواد غير عضوية. فالنباتات ذاتية التغذية (Photoautotrophs) حيث إنها تستخدم الطاقة المستمدة من ضوء الشمس في إنتاج مركبات الكربون العضوي من الكربون غير العضوي والماء في إطار عملية التمثيل الضوئي.

التدفق الأساسي *Baseflow*
التدفق الدائم لنهر أو مجرى مائي ينتج، أساساً، انسياب المياه الجوفية وانسياب المياه الجوفية المتأخر و/أو تدفق البحيرات.

أساسي | مرجعي *Baseline/Reference*
البيانات الأساسية أو المرجعية هي أية بيانات يمكن بالمقارنة بها قياس أي تغير. وقد تكون البيانات زمعطيات أساسية حاليةس وفي هذه الحالة فإنها تمثل الظروف الراهنة التي يمكن ملاحظتها. وقد تكون أيضاً زمعطيات أساسية مستقبليةس تتعلق بمجموعة من الظروف المتوقعة في المستقبل تستبعد العامل الحافز المتمثل في المصلحة. ويمكن أن تؤدي التفسيرات البديلة للظروف المرجعية إلى نشوء عدة معطيات مرجعية.

حوض *Basin*
منطقة مستجمع صرف مجرى مائي أو نهر أو بحيرة.

كائنات قاعية *Benthic Organisms*
الكائنات الحية التي تعيش في قيعان البحار أو الأنهار أو البحيرات أو قريباً من تلك القيعان.

تنوع أحيائي *Biodiversity*
أعداد مختلف الجينات ووفرتها النسبية (التنوع الجيني) والأنواع والنظم الإيكولوجية (الجماعات) في منطقة ما. انظر أيضاً functional diversity.

بقع التنوع الأحيائي الساخنة *Biodiversity Hot Spots*
المناطق التي يرتفع فيها تركز الأنواع المتوطنة التي تواجه تدميراً استثنائياً للموئل.

الوقود الأحيائي *Biofuels*
وقود ينتج من مادة عضوية جافة أو زيوت احتراق تنتج من النباتات. ومن الأمثلة على الوقود الأحيائي الكحول (من السكر المخمر) وسائل أسود ينجم عن عملية صناعة الورق والخشب وزيت فول الصويا.

الكتلة الأحيائية *Biomass*
مجموع كتلة للكائنات الحية في منطقة معينة أو حجم معين، وكثيراً ما تدرج المواد النباتية الميتة حديثاً باعتبارها كتلة أحيائية ميتة.

وحدة أحيائية *Biome*
تجمّع مجموعات نباتية وحيوانية متشابهة في وحدات جغرافية واسعة في ظل ظروف بيئية متشابهة.

البيوسفير، الغلاف الحيوي *Biosphere*
الجزء من نظام الأرض الذي يشمل جميع النظم الإيكولوجية والكائنات الحية في الغلاف الجوي وعلى الأرض (الغلاف الحيوي للأرض) أو في المحيطات (الغلاف الحيوي البحري)، بما في ذلك المادة العضوية الميتة مثل النفايات والمادة العضوية الموجودة في التربة ومخلفات المحيطات.

كائنات حية *Biota*

كل الكائنات الحية التي تعيش في منطقة ما، وتعتبر النباتات والحيوانات وحدة واحدة.

سبخة، مستنقع *Bog*

منطقة رديئة الصرف غنية بتراكم المواد النباتية التي كثيراً ما تحيط بكتلة من المياه غير المحصورة وتوجد فيها نباتات نمطية (مثل السُّعَادَى والخلنَج والاسفغنوم).

غابة بوريالية، شمالية *Boreal Forest*

غابات الصنوبر والتنّوب والشّوح واللاركس الممتدة من الساحل الشرقي لكندا غرباً حتى آلاسكا وتمتد من سيبيريا غرباً عبر كامل روسيا إلى السهل الأوروبي.

حاجز أمواج *Breakwater*

بنية تقام على الساحل (كجدار أو رصيف يمتد في البحر) تكسر حدة الأمواج وبذلك تحمي الميناء أو المرسى أو الشاطئ أو منطقة الساحل.

نباتات C3 *C3 Plants*

النباتات التي تنتج مركّباً من ثلاثة أنواع من الكربون خلال فترة التمثيل الضوئي وتشمل معظم الأشجار والمحاصيل الزراعية مثل الأرز والقمح وفول الصويا والبطاطس والخضروات.

نباتات C4 *C4 Plants*

النباتات التي تنتج مركّباً من أربعة أنواع من الكربون خلال فترة التمثيل الضوئي (وخاصة المحاصيل المدارية المنشأ بما في ذلك الحشائش والمحاصيل الهامة من الناحية الزراعية مثل الذرة وقصب السكر والذرة الرفيعة والدخن.

دورة الكربون *Carbon Cycle*

المصطلح المستخدم لوصف تدفق الكربون (في أشكال مختلفة مثل ثاني أكسيد الكربون) من خلال الغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الحيوي الأرضي والقشرة الأرضية.

ثاني أكسيد الكربون *Carbon Dioxide (CO2)*

غاز يحدث طبيعياً كما أنه أحد النواتج الثانوية الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري والكتلة الأحيائية فضلاً عن التغيرات في استخدام الأراضي وغير ذلك من العمليات الصناعية. وهو غاز الدفيئة البشري المنشأ الرئيسي الذي يؤثر في التوازن الإشعاعي للأرض، كما أنه الغاز المرجعي الذي يقاس على أساسه سائر غازات الدفيئة ومن ثم فله إمكانات لإحداث الاحترار العالمي قدرها ١.

تخصيب بثاني أكسيد الكربون *Carbon Dioxide Fertilization*

تعزيز نمو النباتات نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وتعد بعض أنواع النباتات، تبعاً لآليتها الخاصة بالتمثيل الضوئي، أكثر حساسية للتغيرات الطارئة على تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وعلى وجه الخصوص فإن نباتات C3 تظهر استجابة لثاني أكسيد الكربون أكبر عموماً من نباتات C4.

تدفق الكربون *Carbon Flux*

انتقال الكربون من مجموعة كربونية إلى مجموعة أخرى في وحدات لقياس الكتلة لكل وحدة.

سعة البيئة *Carrying Capacity*

عدد الأفراد الذين تضمهم مجموعة سكانية والذين يمكن للموارد الموجودة في الموئل أن تدعمهم.

مستجمع مياه *Catchment*

منطقة لتجميع وصرف مياه المطر.

داء شاغاس *Chagas'Disease*

مرض طفيلي تسببه المثقبية الكروزية (Trypanosoma cruzi) وينقله بق الفسفس في الأمريكتين وهو يظهر على فترتين سريريتين اثنتين: الفترة الحادة (حمى، تضخم الطحال وظهور وذمة) والفترة المزمنة: (متلازمة هضمية وعلة قلبية قد تؤدي إلى الموت).

الكوليرا *Cholera*

خمج معوي يؤدي في كثير من الأحيان إلى حدوث إسهال قوي وآلام بطنية حادة ثم إلى الانهيار التام نتيجة للتجفاف.

المناخ *Climate*

المناخ، بمعناه الضيق، يعرف عادة بأنه "متوسط الطقس" أو بدقة أكبر كما يصفه خبراء الإحصاء بأنه متوسط وتقلبية الكميات ذات الصلة خلال فترة زمنية تتراوح بين أشهر وآلاف السنين. والفترة التقليدية تبلغ ٣ عقود من الزمن كما حددت ذلك المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). وهذه الكميات هي، في أغلب الأحيان، من المتغيرات السطحية مثل درجات الحرارة والتهطال والرياح. والمناخ، بالمعنى الأوسع، عبارة عن حالة من حالات نظام المناخ بما في ذلك وصفه من الناحية الإحصائية.

تغير المناخ *Climate Change*

تشير عبارة تغير المناخ إلى حدوث أي تغير في المناخ عبر الزمن سواء كان ناجماً عن التقلبية الطبيعية أو عن النشاط البشري. وهذا الاستخدام يختلف عن التعريف الوارد في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ حيث تشير عبارة "تغير المناخ" إلى حدوث تغير في المناخ يُعزى، بشكل مباشر أو غير مباشر، إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تركيب الغلاف الجوي والذي يضاف إلى تقلبية المناخ الطبيعية على مدى فترات زمنية متماثلة.انظر أيضاً Climate varaibility.

النموذج المناخي *Climate Model (Hierarchy)*

عبارة عن عرض عددي للنظام المناخي القائم على الخصائص الفيزيائية والاجتماعية والبيولوجية لعناصره وتفاعلاتها وعمليات تغذيتها المرتدة ويمثل كل خصائصه المعروفة أو بعضها. ويمكن أن يمثل النظام المناخي بنماذج تختلف درجات تعقيدها على أنه يمكن تحديد هيكل هرمي من النماذج لأي عنصر من عناصره أو لمجموعة من تلك العناصر وإن كانت تختلف في بعض الجوانب مثل عدد الأبعاد المكانية ومدى تمثيل العمليات الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية بوضوح أو المستوى الذي يتم فيه إشراك عمليات تحديد البارامترات التجريبية. وتوفر النماذج المتقارنة للدوران العام بين الغلاف الجوي والمحيطات والجليد البحري تمثيلاً شاملاً للنظام المناخي. وهناك تطور نحو النماذج الأكثر تعقيداً باستخدام الكيمياء والبيولوجيا النشيطتين. وتطبق النماذج المناخية، باعتبارها أداة من أدوات البحوث، لدراسة ومحاكاة المناخ ولكنها تستخدم أيضاً في الأغراض العملية بما في ذلك التنبؤات المناخية الشهرية والفصلية وتلك الخاصة بفترات ما بين السنوات.

التنبؤ بالمناخ *Climate Prediction*

التنبؤ بالمناخ أو التوقعات المناخية تحدث نتيجة لمحاولة وضع أكثر الأوصاف احتمالاً أو تقدير التطور الفعلي للمناخ في المستقبل (على النطاق الزمني الفصلي أو نطاق ما بين السنوات أو النطاق الأطول أجلاً، مثلاً). انظر أيضاً œclimate projec tion و Climate scenario.

إسقاطات المناخ *Climate Projection*

إسقاط لاستجابة النظام المناخي لسيناريوهات الانبعاثات أو التركيزات الخاصة بغازات الدفيئة والأهباء الجوية أو سيناريوهات التأثير الإشعاعي، وهو يستند في غالب الأحيان إلى عمليات محاكاة بواسطة النماذج المناخية. وتتميز إسقاطات المناخ عن تنبؤات المناخ بهدف التوكيد على أن إسقاطات المناخ تعتمد على سيناريو الانبعاثات/ التركيز/ التأثير الإشعاعي المستخدم والذي يعتمد على الافتراضات المتعلقة، مثلاً، بالتطورات الاقتصادية الاجتماعية والتكنولوجية المستقبلية التي قد تتحقق أو لا تتحقق ومن ثم فهي محفوفة بقدر كبير من عدم اليقين.

سيناريو المناخ *Climate Scenario*

تمثيل معقول ومبسط، في أغلب الأحيان، للمناخ الذي سيسود في المستقبل استناداً إلى مجموعة متسقة داخلياً من العلاقات المناخية التي وضعت للاستخدام الصريح في تحري العواقب المحتملة لتغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية المنشأ والتي تستخدم في كثير من الأحيان في صورة مدخلات لنماذج التأثير. وإسقاطات المناخ تستخدم في الغالب كمادة خام لوضع سيناريوهات المناخ، إلا أن هذه الأخيرة تحتاج عادة إلى معلومات إضافية مثل المعلومات عن المناخ الحالي المرصود. وسيناريو تغير المناخ هو الفارق بين سيناريو المناخ والسيناريو الحالي.

النظام المناخي *Climate System*

النظام المناخي هو النظام الشديد التعقيد الذي يتألف من خمسة عناصر رئيسية هي: الغلاف الجوي والهيدروسفير والغلاف الجوي وسطح الأرض والغلاف الحيوي والتفاعلات القائمة بينها. ويتطور النظام المناخي عبر الزمن تحت تأثير ديناميته الداخلية الخاصة به ونتيجة لتأثيرات خارجية مثل ثورات البراكين والتباينات الشمسية والتأثيرات المستحثة بشرياً مثل تغيير تركيبة الغلاف الجوي واستخدام الأراضي.

تقلبية المناخ *Climate Variability*

تشير تقلبية المناخ إلى التباينات في متوسط حالة المناخ وما إلى ذلك من الإحصاءات المناخية (مثل الانحرافات المعيارية وحدوث الظواهر الجوية المتطرفة إلخ.) على جميع النطاقات الزمنية والمكانية التي تتجاوز نطاق الظواهر الجوية الإفرادية. وقد تُعزى التقلبية إلى عمليات داخلية طبيعية في إطار النظام المناخي (التقلبية الداخلية) أو التباينات في التأثير الإشعاعي الخارجي البشري المنشأ (التقلبية الخارجية). انظر أيضاً Climate change.

مرض سار *Communicable Disease*

مرض مُعْدٍ يحدث نتيجة لانتقال عامل بيولوجي مسبب للعدوى (فيروس أو بكتيريا أو الكائنات الأوالي أو طفيلي كبريّ متعدد الخلايا).

نطاق التكيف *Coping Range*

التباين في المحفزات المناخية الذي يمكن لنظام ما استيعابه بدون إحداث تأثيرات هامة.

Coral Bleaching إبيضاض الشعب المرجانية

تحوّل لون المرجان إلى اللون المبيض نتيجة لفقد الطحالب التعايشية. ويحدث الإبيضاض نتيجة لصدمة فسيولوجية بسبب حدوث تغيرات مفاجئة في درجات الحرارة والملوحة والكلورة.

Cordillera الكورديليرا

سلسلة جبلية فردية تتصل فيها القمم عن كثب. وفي أمريكا الجنوبية يشير مصطلح زالكورديليراس إلى سلسلة جبلية فردية.

Cryosphere الغلاف الجليدي

عنصر النظام المناخي الذي يتألف من جميع كميات الثلج والجليد والتربة الصقيعية فوق سطح الأرض والمحيطات أو تحتها.

Cryptosporidiosis داء خفيات الأبواغ

عدوى انتهازية يسببها طفيلي معوي شائع في الحيوانات. ويحدث الانتقال عن طريق ابتلاع طعام أو ماء ملوث ببراز حيواني. ويسبب الطفيلي إسهالاً مزمناً شديداً وخاصة في الأشخاص الذين يحملون فيروس العوز المناعي البشري (HIV).

Deepwater Formation تكون المياه العميقة

يحدث عندما تتجمد مياه البحر لتكون الجليد البحري. ويؤدي إطلاق الملح محلياً وما يتبعه من زيادة في كثافة الملح إلى تكوّن المياه الباردة المالحة التي ترسب في قاع المحيط. انظر Antarctic bottomwater.

Deforestation إزالة الغابات (أو الأحراج)

تحويل الغابات إلى مناطق غير حرجية. ولمناقشة مصطلح "غابة" وما يتصل به من مصطلحات مثل "التشجير" و"إعادة التشجير" و"إزالة الغابات" انظر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة (IPCC, 2000).

Dengue Fever حمى الضنك

مرض فيروسي مُعْد ينقله البعوض وكثيراً ما يطلق عليه اسم "الحمى القاصمة للظهر" لأنها تظهر على شكل آلام شديدة في المفاصل والظهر. وقد تؤدي العدوى اللاحقة بالفيروس إلى الإصابة بحمى الضنك النزفية (DHF) ومتلازمة صدمة الضنك (DSS) التي قد تؤدي إلى الموت.

Desert صحراء

نظام إيكولوجي تقل فيه كمية التهطال عن ١٠٠ ملليلتر في السنة.

Desertification تصحر

تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة الناجم عن عوامل شتى منها تباينات المناخ والأنشطة البشرية. وعلاوة على ذلك تعرّف اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD) تدهور الأراضي بأنه تعرض المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة لانخفاض أو خسارة الإنتاجية البيولوجية أو الاقتصادية أو تعقيدات الأراضي المحصولية المعتمدة على الأمطار والأراضي المحصولية المروية والمراعي وأراضي الرعي والغابات والجنبات نتيجة لاستخدام الأراضي أو من عملية أو مجموعة من العمليات بما فيها العمليات الناشئة عن أنشطة بشرية وأنماط سُكنى مثل (١) تعرية التربة بفعل الرياح و/أو المياه؛ (٢) تدهور الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية أو الاقتصادية و(٣) فقد الغطاء النباتي الطبيعي منذ زمن بعيد.

Diatom دياتومات

صنف من الطحالب الوحيدة الخلية (Bacillariophyceae) التي تنتشر على سطح التربة وفي المياه العذبة والنظم البحرية ولاسيما المياه الباردة ذات الملوحة المنخفضة نسبياً. ويتراوح حجم هذه الخلايا بين ٥ ميكرونات و٢٠٠٠ ميكرون.

Disturbance Regime نظام اضطرابي

تواتر وشدة وأنواع الاضطرابات مثل الحرائق أو تفشي الحشرات أو الآفات، والفيضانات ونوبات الجفاف.

Diurnal Temperature Range مدى درجات الحرارة النهاري

الفرق بين درجات الحرارة العظمى والصغرى خلال يوم واحد.

Downscaling تقليص النطاق

تقليص نطاق نموذج ما من مستوى عالمي إلى مستوى إقليمي.

Drought جفاف، نوبة جفاف

ظاهرة تحدث عندما يقل مستوى التهطال كثيراً عن المستويات العادية المسجلة مما يؤدي إلى حالات اختلال هيدرولوجية خطيرة تؤثر تأثيراً خطيراً في نظم إنتاج الموارد البرية.

Ecosystem النظام الإيكولوجي

نظام واضح لتفاعل الكائنات الحية مجتمعة مع البيئة المادية المحيطة. والحدود التي يمكن أن يطلق عليها اسم نظام إيكولوجي اعتباطية بعض الشيء إذ تعتمد على تركيز الدراسة أو المصلحة. وعلى ذلك فإن مدى النظام الإيكولوجي قد يتراوح

بين نطاق مكاني صغير للغاية وحتى كوكب الأرض برمته في نهاية المطاف.

خدمات النظم الإيكولوجية *Ecosystem Services*

العمليات أو الوظائف الإيكولوجية ذات القيمة بالنسبة إلى الفرد أو المجتمع.

منطقة تماس النظم الإيكولوجية المتجاورة *Ecotone*

المنطقة الانتقالية بين النظم الإيكولوجية المتجاورة (بين الغابات والأراضي المعشوشبة، مثلاً) وهي تنطوي، عادة، على تنافس بين الكائنات المشتركة بينها.

تُرْبِيّ *Edaphic*

من التربة أو يتعلق بها: العوامل الأصيلة في التربة.

كمية المطر الفعلية *Effective Rainfall*

النسبة من إجمالي كمية المطر المتساقطة التي تصبح متاحة لنمو النباتات.

ظاهرة النينيو – التذبذب الجنوبي *El Niño-Southern Oscillation (ENSO)*

ظاهرة النينيو في معناها الأصلي عبارة عن تيار مياه دافئة يتدفق دورياً على طول ساحل إكوادور وبيرو مثيراً الاضطراب في مصايد الأسماك المحلية. وترتبط هذه الظاهرة المحيطية بتقلبات نمط الضغط السطحي بين المناطق المدارية والدوران في المحيطين الهندي والهادئ يطلق عليها اسم التذبذب الجنوبي. وتعرف هذه الظاهرة المتقارنة بين الغلاف الجوي والمحيطات باسم ظاهرة النينيو – التذبذب الجنوبي (ENSO). وخلال حدوث ظاهرة النينيو تضعف الرياح التجارية السائدة في حين يقوى التيار الاستوائي العكسي مسبباً تدفق المياه السطحية الدافئة في المنطقة الاندونيسية في اتجاه الشرق للتغطية على المياه الباردة في تيار بيرو. ولهذه الظاهرة أثر كبير على الرياح ودرجة حرارة سطح البحر وأنماط التهطال في المناطق المدارية من المحيط الهادئ. كما أن لها آثاراً مناخية في جميع أنحاء منطقة المحيط الهادئ وفي كثير من أنحاء العالم الأخرى. ويطلق على الظاهرة المعاكسة لظاهرة النينيو اسم النينيا.

سيناريو الانبعاثات *Emission Scenario*

تمثيل معقول للتطورات المستقبلية لانبعاثات المواد ذات القدرة على النشاط الإشعاعي (مثل غازات الدفيئة والأهباء الجوية) استناداً إلى مجموعة متجانسة ومتسقة داخلياً من الافتراضات بشأن القوى الدافعة (مثل التطورات الديمغرافية والاجتماعية الاقتصادية والتغيرات التكنولوجية) والعلاقات الرئيسية التي تربط بينها. وقد عرضت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، في عام ١٩٩٢، مجموعة من سيناريوهات الانبعاثات استخدمت كأساس لوضع إسقاطات المناخ في تقرير التقييم الثاني .(IPCC 1996) ويشار إلى سيناريوهات الانبعاثات هذه باعتبارها سيناريوهات .IS92 وقد نشرت في التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (Nakicenovic et al., 2000) سيناريوهات انبعاثات جديدة وهي ما يطلق عليه اسم سيناريوهات SRES.

متوطن *Endemic*

مقتصر على أو خاص بناحية أو منطقة. ويمكن أن تشير كلمة "متوطن"، فيما يتعلق بصحة الإنسان، إلى مرض أو ناقل للمرض موجود أو يسود عادة بين مجموعة سكانية أو منطقة جغرافية في جميع الأوقات.

بحيرة داخلية *Endorheic Lake*

بحيرة لا يتدفق منها أي ماء وتعرف أيضاً باسم البحيرة المحصورة.

مرض حيواني متوطن *Enzootic*

مرض يصيب الحيوانات في منطقة ما وهو ما يعادل المرض المتوطن بين الآدميين.

وباء *Epidemic*

يحدث فجأة بين أعداد تفوق ما هو متوقع في العادة، وهو يطلق خاصة على الأمراض المعدية ولكنه ينطبق كذلك على أي مرض أو إصابة أو أي أمر له علاقة بالصحة ويحدث في إطار هذه التفشيات.

انجراف، تحات *Erosion*

عملية انجراف أو انتقال التربة والصخور بفعل التجوية والتحلل الكتلي وبفعل المجاري المائية والأنهار الجليدية والأمواج والرياح والمياه الجوفية.

انظر *sea-level rise* *Eustatic Sea-Level Rise*

وفرة المغذيات *Eutrophication*

العملية التي تصبح بمقتضاها كتلة مائية (ضحلة في أغلب الأحيان) (سواء بشكل طبيعي أو بفعل التلوث) غنية بالمغذيات المذابة مع حدوث نقص فصلي في الأكسجين المذاب.

تبخّر *Evaporation*
العملية التي يتحول سائل نتيجة لها، إلى غاز.

التبخر – النتح *Evapotranspiration*
اجتماع التبخر الناجم عن سطح الأرض والنتح الصادر عن النباتات.

بحيرة ذات صرف خارجي *Exoheic Lake*
بحيرة تصرف مياهها بتدفق الأنهار منها إلى الخارج.

انظر *introduced species* *Exotic Species*

تعرّض *Exposure*
الطابع والمدى الذي يتم بهما تعرض نظام ما لتغيرات مناخية هامة.

وحدة خاضعة للتعرض *Exposure Unit*
نشاط أو مجموعة أو منطقة أو مورد تخضع لمحفزات مناخية.

عوامل خارجية *Externalities*
نواتج ثانوية لأنشطة تؤثر في رفاه الناس أو تضر بالبيئة حيث لا تنعكس هذه التأثيرات في أسعار السوق. ولا تدخل التكاليف (أو الفوائد) المرتبطة بهذه العوامل الخارجية في نظم محاسبة التكاليف.

انقراض *Extinction*
الاختفاء التام لنوع ما برمته.

استئصال *Extirpation*
اختفاء نوع ما من جزء من المجال الذي يعيش فيه؛ انقراض محلي.

ظاهرة جوية متطرفة *Extreme Weather Event*
ظاهرة نادرة الحدوث في حدود التوزيع المرجعي الإحصائي لها في مكان معين. ويختلف تعريف كلمة "نادرة" من سياق لآخر، غير أن الظاهرة الجوية المتطرفة تكون عادة نادرة أو أكثر ندرة من المئين العاشر أو التسعين. وقد تختلف سمات ما يسمى بالظاهرة الجوية المتطرفة، حكماً، من مكان لآخر. و"الظاهرة الجوية المتطرفة" هي متوسط عدد الظواهر الجوية خلال فترة زمنية معينة، وهو متوسط يعتبر متطرفاً في حد ذاته (مثل كمية المطر المتساقطة خلال فصل ما).

فترة الحضانة الخارجية *Extrinsic Incubation Period*
هي، في النواقل من جنس مفصليات الأرجل التي تقتات بالدم، الفترة التي تنقضي بين الحصول على وجبة الدم المعدية والوقت الذي تصبح فيه المفصليات قادرة على نقل العامل المعدي. وفي حالة الملاريا هي عبارة عن مراحل حياة البلازموديوم الطفيلي التي تنقضي داخل البعوض الأنثى الناقلة للعدوى (أي خارج الثوي البشري).

تغذية مرتدة *Feedback*
عملية تؤدي إلى حدوث تغيرات في عملية ثانية تؤثر بدورها في العملية الأولى؛ والتغذية المرتدة الموجبة تعزز العملية الأولى في تقلل التغذية المرتدة السالبة منها.

مستنقع *Fen*
أرض منخفضة تغطيها المياه كلها أو جزءاً منها إلا إذا تم تجفيفها اصطناعياً.

ألياف *Fiber*
الأخشاب، الحطب (سواء كان خشبياً أو غير خشبي).

انعدام الأمن الغذائي *Food Insecurity*
حالة تحدث عندما يفتقر الناس إلى الحصول بشكل مضمون على كميات كافية من الأغذية المأمونة المغذية لينموا ويتطوروا بشكل عادي ويحيوا حياة نشطة موفورة الصحة. وقد تنجم هذه الحالة عن عدم توافر الأغذية وقلة القدرة الشرائية وعدم ملاءمة التوزيع أو الاستخدام غير المناسب للأغذية على مستوى البيت. وقد يكون انعدام الأمن الغذائي مزمناً أو فصلياً أو مؤقتاً.

انظر *climate prediction* و *climate projection* *Forecast*

غابة *Forest*
نمط من الغطاء النباتي تهيمن عليه الأشجار. وهناك كثير من التعاريف الموضوعة لمصطلح زغابةس المستخدمة في مختلف أنحاء العالم مما يعكس الفوارق الشاسعة في الأحوال البيولوجية الفيزيائية الجغرافية والهيكل الاجتماعي والاقتصاديات. وللإطلاع على المناقشات الخاصة بمصطلح "غابة" والمصطلحات المرتبطة به مثل "التشجير"، "إعادة التشجير" و"إزالة الغابات (الأحراج)" انظر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة (IPCC, 2000).

الطبقات الرسوبية الحاوية للمياه العذبة *Freshwater Lens*
كتلة مياه جوفية على شكل عدسة تقع تحت جزيرة محيطية وتقع تحتها مياه مالحة.

تنوع وظيفي Functional Diversity
عدد الكائنات الحية ذات الوظائف المختلفة في نظام إيكولوجي ما (يشار إليه بعبارة "أنواع وظيفية" و"مجموعات وظيفية").

تحليل التوازن العام General Equilibrium Analysis
هو منهج يدرس في آن واحد جميع الأسواق في اقتصاد ما ويسمح بتأثيرات التغذية المرتدة بين الأسواق الإفرادية.

جيومورفي Geomorphic
يتعلق بشكل الأرض أو بسمات سطحها.

نهر جليدي Glacier
كتلة من الجليد الأرضي تتدفق إلى أسفل (من خلال التفكك الداخلي وتنزلق قاعدتها) وتكبحها التضاريس المحيطة (مثل جوانب الوديان أو القمم المحيطة). وتعد تضاريس صخور المهاد المؤثر الرئيسي في ديناميات الأنهار الجليدية وانزلاقها السطحي. وتتكون الأنهار الجليدية نتيجة لتراكم الثلوج عند خطوط العرض القطبية وتتوازن بالذوبان عند خطوط العرض المنخفضة أو بالتصريف في البحار.

ظاهرة الدفيئة *Greenhouse Effect*
تمتص غازات الدفيئة بصورة فعلية الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من سطح الأرض ومن الغلاف الجوي ذاته نتيجة لتلك الغازات ذاتها، ومن السحب. وينبعث إشعاع الغلاف الجوي إلى كل الجوانب بما فيها إلى أسفل سطح الأرض. وهكذا فإن غازات الدفيئة تحبس الحرارة داخل نظام السطح/التروبوسفير. ويسمى ذلك زظاهرة الدفيئة الطبيعيةس. أما إشعاع الغلاف الجوي فهو يقترن بقوة بدرجة حرارة السطح الذي ينبعث منه. وفي التروبوسفير تنخفض درجة الحرارة، عموماً، مع الارتفاع. والحقيقة أن الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث إلى الفضاء تنشأ من ارتفاع يبلغ متوسط درجة حرارته –١٩ سلسيوس بالتوازن مع الإشعاع الشمسي القادم الصافي في حين يظل سطح الأرض عند درجة حرارة أعلى بكثير يبلغ متوسطها ١٤ °سلسيوس. وتؤدي الزيادة في تركيز غازات الدفيئة إلى زيادة لاإنفاذية الغلاف الجوي للأشعة تحت الحمراء ومن ثم إلى إشعاع فعال ينبعث إلى الفضاء من ارتفاع أعلى بدرجة حرارة أكثر انخفاضاً. ويتسبب ذلك في حدوث تأثير إشعاعي يمثل اختلالاً لا يمكن تعويضه بزيادة درجة حرارة نظام السطح/التروبوسفير. ويطلق على هذا الأمر اسم "ظاهرة الدفيئة المعززة".

غاز الدفيئة *Greenhouse Gas*
غازات الدفيئة هي المكونات الغازية الموجودة في الغلاف الجوي سواء كانت طبيعية أو بشرية المنشأ، التي تمتص وتبعث بالإشعاع في أطوال موجات معينة في نطاق طيف الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من سطح الأرض، والغلاف الجوي والسحب، وتسبب هذه الخاصية ظاهرة الدفيئة. وبخار الماء وثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والميثان والأوزون كلها من غازات الدفيئة الأولية في الغلاف الجوي لكوكب الأرض. وعلاوة على ذلك، هناك عدد من غازات الدفيئة البشرية الصنع كلية في الغلاف الجوي مثل الهالوكربونات والمواد الأخرى المحتوية على الكلور والبرومين والتي يجري تناولها ضمن إطار بروتوكول مونتريال. وإلى جانب ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وأكسيد النيتروز (N_2O) والميثان (CH_4)، يتناول بروتوكول كيوتو غازات الدفيئة الأخرى مثل هكسافلوريد الكبريت (SF_6) والهيدروفلوروكربونات (HFCs) والبيرفلوروكربونات (PFCs).

مصدّ أمواج Groin
رصيف منخفض ضيق يمتد متعامداً تقريباً على خط الساحل وهو مُعدّ لحماية الساحل من التآكل بفعل التيارات أو المد والجزر أو الأمواج، أو لغرض دعم أو إيجاد شاطئ ما.

الإنتاج الأولي الإجمالي *Gross Primary Production*
كمية الكربون المثبتة من الغلاف الجوي من خلال عملية التمثيل الضوئي.

تغذية المياه الجوفية *Groundwater Recharge*
العملية التي تتم بها إضافة المياه الخارجية إلى منطقة تشبّع مستودع للمياه الجوفية سواء كان ذلك بشكل مباشر في "التكوين" أو بشكل غير مباشر عن طريق تكوين آخر.

موئل *Habitat*
المكان الخاص أو البيئة الخاصة التي يميل فيها كائن حي أو نوع إلى العيش؛ جزء محدود من البيئة الإجمالية.

تمارج الملوحة *Halocline*
طبقة في المحيط يكون فيها معدل تغير الملوحة مع العمق أكبر بكثير من الطبقات التي تليها مباشرة سواء فوقها أو تحتها.

فيروس هنتا *Hantavirus*
فيروس من أسرة الفيروسات البنياوية يسبب ضرباً من الحمى النزفية. ويُعتقد أن الإنسان يصاب بهذا المرض، أساساً، نتيجة انتقال العدوى من القوارض إليه سواء بالتلامس المباشر مع الحيوانات أو باستنشاق أو ابتلاع غبار يحتوي على بولها المجفف.

أراض خلنجية *Heath*

أي من مختلف الجنيبات القليلة الارتفاع في الأراضي القفر المفتوحة تنمو عادة في تربة حمضية سيئة الصرف.

جزيرة حرارية *Heat Island*

منطقة داخل منطقة حضرية تتسم بدرجات حرارة بيئية أكثر ارتفاعاً من المنطقة المحيطة بها نظراً لامتصاص الطاقة الشمسية من قبل مواد مثل الأسفلت.

عشبي، معشوشب *Herbaceous*

النباتات المزهرة غير الخشبية.

الاستنشاق المتباين التغذية *Heterotrophic Respiration*

إطلاق ثاني أكسيد الكربون نتيجة لتحلل المادة العضوية.

ملاريا المرتفعات *Highland Malaria*

ملاريا تحدث حول الحدود الارتفاعية لتوزعها.

مستوطنة بشرية *Human Settlement*

مكان أو منطقة يسكنها مستوطنون.

نظام بشري *Human System*

أي نظام يلعب فيه التنظيم البشري دوراً رئيسياً. وكثيراً، وليس دائماً، ما يكون هذا المصطلح مرادفاً لمصطلح زمجتمعس أو زنظام اجتماعيس (مثل النظام الزراعي، والنظام السياسي، والنظام التكنولوجي والنظام الاقتصادي) وهي جميعاً نظم بشرية بالمعنى الوارد في تقرير التقييم الثالث .(TAR)

طبقة مياه سفلى *Hypolimnion*

هي الجزء من البحيرة الذي يلي الممال الحراري (thermocline) من أسفل وهو مكون من مياه راكدة وتكون درجة حرارته متجانسة أساساً، إلا خلال فترة الانقلاب.

القلنسوة الجليدية *Ice Cap*

كتلة جليدية في شكل قبة تغطي مساحة مرتفعة من الأرض تعتبر أصغر كثيراً من حيث حجمها من الصفيحة الجليدية.

اختناق جليدي *Ice Jam*

تراكم الجليد النهري أو البحري المتكسر والذي يُحبس في قناة ضيقة.

صفيحة جليدية *Ice Sheet*

كتلة من الجليد الأرضي تتسم بالعمق الذي يكفي لتغطية معظم المهاد الصخري تحتها لدرجة أن شكلها يتحدد بالدرجة الأولى من خلال ديناميتها الداخلية (أي تدفق الجليد أثناء تفككه داخلياً وانزلاقه عند قاعدته). وتتدفق الصفيحة الجليدية إلى الخارج من هضبة وسطى عالية مع منحدر سطحي متوسط صغير. وتنحدر الحواف بصورة حادة، وينصرف الجليد من خلال التدفق السريع للمجاري الجليدية أو منافذ الأنهار الجليدية في بعض الحالات إلى البحار أو الأجراف الجليدية الطافية على البحار. ولا يوجد غير صفيحتين جليديتين كبيرتين في العالم الحديث: غرينلاند والمنطقة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا). نظراً لأن الصفيحة الجليدية في أنتاركتيكا انقسمت إلى الشرق والغرب بفعل الجبال العابرة للمنطقة القطبية الجنوبية خلال العصور الجليدية فإن هناك صفائح أخرى.

الجرف الجليدي *Ice Shelf*

صفيحة جليدية طافية ذات سمك كبير ترتبط بالساحل (وهو عادة ذو امتداد أفقي كبير بسطح مستو ومتعرج بعض الشيء) وهو غالباً عبارة عن امتداد للصفائح الجليدية في اتجاه البحر.

كبت مناعي *Immunosuppression*

تراجع وظائف جهاز المناعة عند شخص ما.

تقييم الأثر (المناخي) *(Climate) Impact Assessment*

عملية تحديد وتقييم ما لتغير المناخ من عواقب ضارة ونافعة على النظم الطبيعية والبشرية.

التأثيرات (المناخية) *(Climate) Impacts*

ما لتغير المناخ من عواقب على النظم الطبيعية والبشرية. وبأخذ دراسة التكيف في الاعتبار يمكن للمرء أن يميز بين التأثيرات المحتملة والتأثيرات المتبقية:

- التأثيرات المحتملة – وهي كل التأثيرات التي قد تحدث بالنظر إلى التغيرات المتوقعة في المناخ ودون اعتبار لمسألة التكيف.
- التأثيرات المتبقية – وهي التأثيرات الناجمة عن تغير المناخ والتي تحدث بعد عملية التكيف.

انظر أيضاً aggregate impacts و market impacts و non-market impact.

السكان الأصليون *Indigenous Peoples*

هم أناس سكن أسلافهم مكاناً أو بلداً ثم جاء بعد ذلك أشخاص ينتمون إلى حضارة أو خلفية عرقية أخرى إلى المكان أو البلد

المعني وسيطروا على أولئك السكان عن طريق الغزو أو الاستيطان أو أي طريقة أخرى والذين يعيشون اليوم وفقاً لأعرافهم وتقاليدهم الاجتماعية والاقتصادية والثقافية أكثر من تقيدهم بالأعراف والتقاليد التي تسود البلد الذي هم جزء منه الآن (يطلق عليهم أيضاً عبارة "native," "aboriginal" or "tribal" peoples).

الثورة الصناعية *Industrial Revolution*

حقبة من النمو الصناعي السريع مع ما انطوت عليه من آثار اجتماعية واقتصادية بعيدة المدى بدأت في إنكلترا خلال النصف الثاني من القرن الثامن عشر وانتشرت في أوروبا ثم بعد ذلك إلى بلدان أخرى منها الولايات المتحدة. وتوافق الثورة الصناعية بداية الزيادة الكبيرة في استخدام الوقود الأحفوري وإطلاق ثاني أكسيد الكربون الأحفوري على الخصوص في الجو. ويشير مصطلحا "ما قبل الثورة الصناعية" و"العصر الصناعي" في تقرير التقييم الثالث، بصورة اعتباطية بعض الشيء، إلى الفترتين ما قبل عام ١٧٥٠ وما بعدها على التوالي.

أمراض معدية *Infectious Diseases*

المرض المعدي هو أي مرض يمكن أن ينتقل من شخص إلى آخر. وقد يحدث ذلك بالتماس البدني المباشر أو بالاشتراك في لمس شيء ما تلوث بكائنات معدية، أو عن طريق حامل للمرض، أو بتناثر قطيرات خامجة في الجو نتيجة للسعال أو الزفير.

بنية أساسية *Infrastructure*

هي المعدات الأساسية والمنافع والمؤسسات الإنتاجية والمرافق والخدمات التي لا محيد عنها بالنسبة لتطوير وتسيير ونمو منظمة أو مدينة أو أمة.

إعسار، عدم ملاءة *Insolvency*

عدم القدرة على الوفاء بالالتزامات المالية؛ إفلاس.

التقييم المتكامل *Integrated Assessment*

طريقة للتحليل تجمع بين النتائج والنماذج الناجمة عن العلوم الفيزيائية والبيولوجية والاقتصادية والاجتماعية والتفاعل بين جميع هذه العناصر، ضمن إطار متساوق، لتقييم حالة ونتائج التغيرات البيئية واستجابة السياسات لها.

أنواع دخيلة *Introduced Species*

هي أنواع توجد في منطقة تقع خارج النطاق الطبيعي المعروف الذي توجد فيه أصلاً نتيجة لتفرقها العارض بسبب الآدميين (يطلق عليها أيضاً اسم exotic species أو alien Species).

أنواع غازية *Invasive Species*

هي الأنواع الدخيلة التي تغزو الموائل الطبيعية.

أنواع أساسية *Keystone Species*

هي الأنواع التي تلعب دوراً خدمياً أساسياً يؤثر في كثير من الكائنات الحية الأخرى والتي قد يؤدي موتها إلى خسارة عدد من الأنواع وإلى حدوث تغيرات كبرى في وظيفة النظام الإيكولوجي.

بروتوكول كيوتو *Kyoto Protocol*

اعتمد بروتوكول كيوتو في الدورة الثالثة لمؤتمر الأطراف (COP) في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) في كيوتو، باليابان، عام ١٩٩٧. ويتضمن البروتوكول التزامات ملزمة قانوناً علاوة على تلك المدرجة في الاتفاقية .(UNFCCC) وقد وافقت البلدان المدرجة في الملحق باء بالبروتوكول (معظم بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية) على الحد من انبعاثات غازات الدفيئة البشرية المنشأ التي تطلقها (ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز والهيدروفلوروكربونات (HFCs) والبيرفلوروكربونات (PFCs) وهكسافلوريد الكبريت (SF6)) بما لا يقل عن ٥٪ من مستوياتها التي بلغتها عام ١٩٩٠ خلال فترة الالتزام التي تمتد من عام ٢٠٠٨ إلى عام ٢٠١٢. ولم يدخل بروتوكول كيوتو حيز التنفيذ بعد (حزيران/ يونيو ٢٠٠١). حيث تم الاتفاق على صيغة لتنفيذه خلال مؤتمر قمة الأطراف المنعقد بمراكش–المغرب.

النينيا *La Niña*

انظر EL Niño-Southern Oscillation (ENSO).

استخدام الأراضي *Land Use*

مجموع الترتيبات والأنشطة والمدخلات التي تتخذ في نوع معين من الغطاء الأرضي (مجموعة من الإجراءات البشرية). والأغراض الاجتماعية والاقتصادية التي تدار من أجلها الأراضي (مثل الرعي وإنتاج الأخشاب والصيانة).

انزلاق أرضي *Landslide*

كتلة من المواد التي تنزلق إلى أسفل بفعل الجاذبية وكثيراً ما يكون ذلك مصحوباً بالمياه عندما تتشبع بها تلك المواد؛ حركة سريعة لكتلة من التراب أو الصخور أو الحتات إلى أسفل منحدر ما.

الشذوذات الواسعة النطاق *Large-Scale Singularities*

تغيرات مفاجئة ومثيرة تطرأ على نظام ما تجاوباً مع تغيرات

سلسلة في القوى الدافعة. ومن الأمثلة على ذلك قد تؤدي زيادة تدريجية في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي إلى حدوث هذه الشذوذات الواسعة النطاق من مثل تباطؤ أو انهيار الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي أو انهيار الصفيحة الجليدية في غرب المنطقة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا). ومن العسير التنبؤ بحدوث ومدى وتوقيت الشذوذات الواسعة النطاق.

غسيل التربة *Leaching*

إزالة عناصر التربة أو المواد الكيميائية المستخدمة عن طريق الترشيح.

البقوليات *Legume*

هي النباتات القادرة على تثبيت النتروجين من الهواء عن طريق إقامة علاقة تعايشية مع البكتيريا الموجودة في التربة (مثل البازلاء والفول والفصة والبرسيم).

علم اللمنولوجيا *Limnology*

دراسة البحيرات وكائناتها الحية.

منطقة ساحلية *Littoral Zone*

منطقة تقع على الساحل؛ منطقة ساحلية بين خطين أعلى وأسفل لارتفاع المياه.

جدول أعمال القرن ٢١ على الصعيد المحلي *Local Agenda 21*

جداول أعمال القرن ٢١ على الصعيد المحلي هي الخطط المحلية الخاصة بالبيئة والتنمية والتي تنوي كل سلطة محلية وضعها من خلال التشاور مع السكان مع إيلاء عناية خاصة بإشراك النساء والشباب. وقد عمدت سلطات محلية كثيرة إلى وضع جداول أعمال القرن ٢١ المحلية من خلال عملية تشاورية كوسيلة لإعادة توجيه سياساتها وخططها وعملياتها نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة. والمصطلح مأخوذ من الفصل ٢٨ من جدول أعمال القرن ٢١ وهو الوثيقة التي أقرها بشكل رسمي جميع ممثلي الحكومات التي حضرت مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية (المعروف أيضاً بقمة الأرض) في ريو دي جانيرو في عام ١٩٩٢.

سوء التكيف *Maladaptation*

أية تغيرات تطرأ على النظم الطبيعية أو البشرية وتؤدي، عرضاً، إلى زيادة سرعة التأثر بالمحفزات المناخية؛ تكيف لا ينجح في التقليل من سرعة التأثر بل بالعكس يؤدي إلى زيادة ذلك التأثر.

الملاريا *Malaria*

مرض طفيلي متوطن أو وبائي تسببه أنواع طفيلية من جنس "البلازموديوم" (الأوالي) وينقله البعوض من جنس "الأنوفيليس"؛ ويؤدي هذا المرض إلى الإصابة بنوبات حرارة مرتفعة وإلى اضطرابات مجموعية وهو يقضي على حوالى مليوني شخص كل عام.

تأثيرات سوقية *Market Impacts*

تأثيرات ترتبط بمعاملات السوق وتؤثر تأثيراً مباشراً في الناتج المحلي الإجمالي (الناتج المحلي الإجمالي هو عبارة عن الحسابات القومية لبلد ما) – التغيرات التي تطرأ على عرض وسعر السلع الزراعية، مثلاً. انظر أيضاً non-market impacts.

انهيال *Mass Movement*

يطلق على حركات كل المواد الأرضية التي تسوقها وتسيطر عليها الجاذبية.

التهاب السحايا *Meningitis*

التهاب سحايا الدماغ (وهي القشرة التي تغطي الدماغ).

التوالي Metazoan

حيوانات تتألف أجسامها من خلايا عديدة. انظر أيضاً protozoan.

الحلقة المكروبية *Microbial Loop*

شبكة غذائية معقدة تشمل البكتيريا والحيوانات والنباتات الوحيدة الخلية والفيروسات والمواد العضوية المذابة والتي تتخذ شكل جسيمات دقيقة. وتستخدم المواد المذابة أو التي تتخذ شكل جسيمات دقيقة والتي تطلقها الكائنات الحية من قبل البكتيريا التي تقتات عليها الأوالي التي تأكلها بدورها التوالي. ويمر حوالى ٥٠٪ (وأحياناً أكثر) من الإنتاج الأولي من خلال الحلقة الميكروبية بدلاً من المرور على طول السلسلة الغذائية التقليدية الممتدة من العوالق النباتية إلى الحيوانات العاشبة.

مناخ محلي تفصيلي Microclimate

مناخ محلي على سطح الأرض أو قريباً منه. انظر أيضاً climate.

التخفيف *Mitigation*

تدخل بشري للحد من مصادر غازات الدفيئة أو تعزيز مصارف امتصاصها.

طبقة مختلطة *Mixed Layer*

هي المنطقة العليا من المحيط الجيدة المزج بسبب التفاعل مع الغلاف الجوي فوقها.

الموسميات *Monsoon*
رياح تحدث في الدوران العام للغلاف الجوي الذي يتسم باتجاه ريحي فصلي متواصل وبتغير ملحوظ في اتجاهه من فصل إلى آخر.

شبه ألبي *Montane*
المنطقة البيوجغرافية التي تتألف من منحدرات المرتفعات الرطبة والباردة نسبياً والتي تقع تحت حد نمو الأشجار وتتسم بوجود أشجار ضخمة دائمة الخضرة كنوع مهيمن من أنواع الحياة.

بروتوكول مونتريال *Montreal Protocol*
تم اعتماد بروتوكول مونتريال بشأن المواد التي تستنفد طبقة الأوزون في مونتريال في عام ١٩٨٧ ثم عُدل بعد ذلك ونُقح في لندن (١٩٩٠) وكوبنهاغن (١٩٩٢) وفيينا (١٩٩٥) ومونتريال (١٩٩٧) وبيجينغ (١٩٩٩). وهو يراقب استهلاك وإنتاج المواد الكيميائية المحتوية على الكلورين والبرومين التي تدمر أوزون الستراتوسفير مثل الكلوروفلوروكربون وكلوروفورم الميثيل ورابع كلوريد الكربون ومواد كثيرة أخرى.

المراضة *Morbidity*
معدل حدوث مرض ما أو أي اضطراب صحي آخر في صفوف مجموعة سكانية ما مع الأخذ بعين الاعتبار لمعدلات المراضة الخاصة بفئات عمرية معينة. وتشمل الحصائل الصحية حدوث/ انتشار الأمراض المزمنة، ومعدلات الإقامة بالمستشفيات، واستشارات الرعاية الأولية وأيام العجز (أي الأيام التي يُتغيب فيها عن العمل) ومعدل انتشار الأعراض.

مورفولوجيا *Morphology*
شكل وبنية كائن ما أو أي جزء من أجزائه.

الوفيات *Mortality*
معدل حدوث الموت في صفوف مجموعة سكانية ما في فترة زمنية محددة؛ وتراعى في حساب معدل الوفيات معدلات وفيات فئات عمرية محددة وبالتالي فإن ذلك يؤدي إلى قياس متوسط العمر المتوقع ومدى حدوث الموت المبكر.

عوالق دقيقة *Nanoplankton*
عوالق نباتية يتراوح طولها بين ١٠ و٥٠ ميكرون.

إنتاج المنطقة الأحيائية الصافي *Net Biome Production (NBP)*
صافي الزيادة أو الفقد في الكربون من منطقة ما. ويعادل إنتاج المنطقة الأحيائية الصافي إنتاج النظام الإيكولوجي الصافي بعد خصم الكربون المفقود الناجم عن حدوث اضطراب ما (مثل حرائق الغابات أو حصاد الغابات).

صافي إنتاج النظام الإيكولوجي *Net Ecosystem Production (NEP)*
صافي الزيادة أو الفقد في الكربون من نظام إيكولوجي ما. ويعامل صافي إنتاج النظام الإيكولوجي صافي الإنتاج الأولي مطروحاً منه الكربون المفقود نتيجة للاستنشاق المتباين التغذية.

صافي الإنتاج الأولي *Net Primary Production (NPP)*
الزيادة في الكتلة الأحيائية أو الكربون في وحدة ما من وحدات المناظر الطبيعية. ويعادل صافي الإنتاج الأولي الإنتاج الأولي الإجمالي مطروحاً منه الكربون المفقود نتيجة للاستنشاق الذاتي التغذية.

أوكسيدات النيتروز *Nitrogen Oxides (NO2)*
أي واحد من عدة مركبات لأوكسيدات النتروجين.

عدم الخطية *Non-Linearity*
تسمى أي عملية "غير خطية" عندما لا تكون هناك علاقة تناسبية بين العلة والمعلول.

تأثيرات غير سوقية *Non-Market Impacts*
هي التأثيرات التي تمس النظم الإيكولوجية أو عافية الإنسان، إلى أنها لا ترتبط ارتباطاً مباشراً بالمعاملات في الأسواق كارتفاع احتمالات خطر حدوث الوفاة المبكرة، مثلاً. انظر أيضاً market impacts.

تلوث من مصدر غير محدد *Non-Point-Source Pollution*
تلوث من مصادر لا يمكن تحديدها كنقاط متميزة مثل مناطق إنتاج المحاصيل والأخشاب والمناجم السطحية وتصريف النفايات وأعمال البناء. انظر أيضاً point-source pollution.

سياسة "لا يُندم عليها" *No Regrets Policy*
سياسة من شأنها أن تؤدي إلى جني منافع اجتماعية صافية سواء كان هناك تغير مناخي بشري المنشأ أو لا.

التذبذب الشمال أطلسي *North Atlantic Oscillation (NAO)*
يتألف التذبذب الشمال أطلسي من تغيرات متعارضة في الضغط البارومتري بالقرب من أيسلندا وجزر آسور. وهو

الطريقة السائدة للتقلبية المناخية الشتوية في منطقة شمال الأطلسي التي تتراوح بين وسط أمريكا الشمالية وأوروبا.

أنواع لزومية *Obligate Species*
أنواع تقتصر على نمط عيش وحيد يميزها.

سير الناقلة المحيطي *Ocean Conveyor Belt*
الطريق الافتراضي الذي تتبعه المياه في دورانها حول كامل المحيط العالمي تدفعها الرياح وحركة الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي.

التهوية المحيطية *Ocean Ventilation*
تدفق المياه إلى أسفل من المنطقة القريبة من السطح إلى أعماق المحيط. انظر أيضاً Deepwater formation.

عديم المغذيات *Oligotrophic*
المناطق غير المنتجة نسبياً من البحار والبحيرات والأنهار والتي تنخفض محتوياتها من المغذيات. انظر أيضاً eutrophic.

تكاليف الفرص البديلة *Opportunity Costs*
تكاليف الفرص الضائعة
تكلفة نشاط اقتصادي يُتخلى عنه بسبب اختيار نشاط غيره.

علم دراسة التضاريس *Orography*
دراسة الجغرافيا الفيزيائية للجبال والصخور الجبلية.

الأوزون *Ozone*
الأوزون، الشكل الثلاثي الذرات من الأكسجين، عبارة عن أحد مكونات الغلاف الجوي. وهو يتولد في طبقة التروبوسفير بصورة طبيعية ومن خلال التفاعلات الكيميائية الضوئية التي تشتمل على غازات ناجمة عن الأنشطة البشرية (الضباب الدخاني الكيميائي الضوئي). ويمكن للأوزون الموجود في طبقة التروبوسفير، وعندما يكون تركيزه عالياً، أن يعود بالضرر على طائفة كبيرة من الكائنات الحية. ويعمل الأوزون التروبوسفيري في شكل غاز دفيئة. وفي الستراتوسفير يتولد الأوزون نتيجة للتفاعل بين الأشعة فوق البنفسجية الشمسية والأكسجين الجزيئي (O_2) . ويضطلع الأوزون الستراتوسفيري بدور حاسم في التوازن الإشعاعي الستراتوسفيري. ويؤدي استنفاد الأوزون الستراتوسفيري، نتيجة للتفاعلات الكيميائية التي قد تتعزز بسبب تغير المناخ، إلى زيادة في تدفق الإشعاع فوق البنفسجي – باء على مستوى الأرض. انظر أيضاً Montreal Protocol.

جسيمات دقيقة *Particulates*
جسيمات صلبة صغيرة جداً تنجم خلال عملية احتراق الوقود الأحفوري ووقود الكتلة الأحيائية. وقد تتألف الجسيمات الدقيقة من طائفة كبيرة من المواد. ومما يثير المخاوف الكبرى فيما يتعلق بالصحة الجسيمات الدقيقة التي يقل قطرها عن ١٠ نانومترات ويطلق عليها اسم PM10.

خث *Peat*
مواد غير مدمجة توجد في التربة وهي تتألف، بدرجة كبيرة، من مادة عضوية متحللة جزئياً تراكمت في ظروف اتسمت برطوبة فائقة أو ظروف أخرى تتراجع فيها معدلات التحلل.

يمّي *Pelagic*
أشياء تنتمي إلى أعالي البحار أو تعيش فيها أو تحدث فيها.

تربة صقيعية *Permafrost*
الأرض الدائمة التجمد كلما استقرت درجات الحرارة تحت درجة الصفر سلسيوس لعدة سنوات.

الفينولوجيا *Phenology*
دراسة الظواهر الطبيعية التي يتكرر حدوثها بصورة دورية (الإزهار والهجرة مثلاً) وعلاقتها بالمناخ وبالتغيرات الفصلية.

منطقة نفاذ الضوء *Photic Zone*
المياه العليا في البحيرات والأنهار والبحار التي يكون فيها الضوء كافياً مما يسمح بحدوث عملية التمثيل الضوئي.

ضباب دخاني كيميائي ضوئي *Photochemical Smog*
مزيج من الملوثات الهوائية الكيميائية الضوئية المؤكسدة الناجمة عن تفاعل ضوء الشمس مع الملوثات الهوائية الأولية وخاصة الهيدروكربونات.

ناتج التمثيل الضوئي *Photosynthate*
مادة تنتج عن عملية التمثيل الضوئي.

التمثيل الضوئي *Photosynthesis*
العملية التي تمتص فيها النباتات ثاني أكسيد الكربون من الهواء (أو البيكربونات في الماء) لتكوين الكربوهيدرات وتطلق الأكسجين في هذه العملية. وهناك العديد من المسارات للتمثيل الضوئي مع استجابات مختلفة لتركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. انظر أيضاً Co2 fertilization، C3 plants، و C4 plants.

فيزيوغرافي *Physiographic*

مصطلح يتعلق بوصف الطبيعة أو الظواهر الطبيعية أو يستخدم فيه.

حشرات تقتات بالنباتات *Phytophagous Insects*

حشرات تتغذى بالنباتات.

العوالق النباتية *Phytoplankton*

الشكل النباتي للعوالق (الدياتومات، مثلاً). والعوالق النباتية هي النباتات المهيمنة في البحار وهي لحاء شبكة الأغذية البحرية بكاملها. وهذه الكائنات الوحيدة الخلية هي العوامل الرئيسية في تثبيت الكربون في المحيط من خلال التمثيل الضوئي. انظر أيضاً zooplankton.

العوالق *Plankton*

كائنات مائية تنساق أو تسبح بفتور. انظر أيضاً phytoplankton و zooplankton.

تلوث من مصدر محدد *Point-Source Pollution*

تلوث ناجم عن أي مصدر محصور أو متميز مثل المواسير والخنادق والأنفاق والآبار والحاويات أو عمليات العلف الحيواني المركز أو السفن الطافية. انظر أيضاً non-point-source pollution.

فُرُج مائية *Polynyas*

مساحات من المياه المفتوحة في الكتل الجليدية الطافية أو الجليد البحري.

حوض *Pool*

انظر reservoir.

إنتاج محتمل *Potential Production*

الإنتاج التقديري لمحصول ما في ظروف تكون فيها المغذيات والمياه متوافرة بمستويات مثلى من أجل نمو النباتات وتطورها؛ الظروف الأخرى مثل طول النهار ودرجات الحرارة وخصائص التربة إلخ. والتي تحددها خصائص الموقع.

عصر ما قبل الثورة الصناعية *Pre-Industrial*

انظر Industrial Revolution.

طاقة أولية *Primary Energy*

طاقة موجودة في الموارد الطبيعية (مثل الفحم والنفط الخام وضوء الشمس واليورانيوم) لم تخضع لأي تحويل أو تحول بشري المنشأ.

فائض المنتجين *Producer Surplus*

عائدات تتجاوز تكاليف الإنتاج الذي يوفر تعويضاً لأصحاب المهارات أو الأصول الإنتاجية النادرة (مثل الأراضي المنتجة زراعياً).

إسقاطات عامة *Projection (Generic)*

الإسقاط هو تطور مقبل محتمل لكمية أو مجموعة من الكميات تحسب، في غالب الأحيان، بمساعدة أحد النماذج. ويجري التمييز بين الإسقاطات والتنبؤات للتأكيد على أن الإسقاطات تشتمل على افتراضات تتعلق، مثلاً، بالتطورات الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية المستقبلية التي قد تتحقق أو لا تتحقق ومن ثم فإنه يكتنفها قدر كبير من عدم اليقين. انظر أيضاً climate projection و Climate prediction.

الأوالي *Protozoan*

حيوانات وحيدة الخلية.

التأثير الإشعاعي *Radiative Forcing*

التأثير الإشعاعي هو التغيير الطارئ على صافي الإشعاع الرأسي (مقاساً بالواط في المتر المربع (و م٢) في التروبوبوز) نتيجة لتغير داخلي أو تغير في التأثير الخارجي للنظام المناخي مثل حدوث تغير في تركيز ثاني أكسيد الكربون أو الإشعاع الشمسي ويُحسب التأثير الإشعاعي، عادة، بعد مراعاة إعادة تكيف درجات حرارة الستراتوسفير مع التوازن الإشعاعي ولكن مع الاحتفاظ بجميع خصائص التروبوسفير ثابتة عند قيم لا تتغير.

أراضي المراعي *Rangeland*

الأراضي المعشوشبة وأراضي الجنيبات والسافانا والتندرا التي لا تدخل عليها أية تحسينات.

انظر baseline/refrence *Reference Scenario*

إعادة التشجير *Reforestation*

زراعة الأشجار في الأراضي التي كانت تضم في السابق غابات إلا أنها حُولت إلى استخدامات أخرى. ولمناقشة مصطلح "الغابة" وما يتصل به من مصطلحات مثل التشجير وإعادة التشجير وإزالة الأشجار انظر تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة (IPCC, 2000).

تجدد *Regeneration*

تجدد مجموعة من الأشجار إما عن طريق وسائل طبيعية

(سقوط البذور في الموقع أو عن طريق أشجار قريبة أو عن طريق الرياح أو الطيور أو الحيوانات) أو طرق مصطنعة (عن طريق غرس الشتلات أو البذر المباشر).

إعادة التأمين *Reinsurance*

نقل نسبة من مخاطر التأمين الرئيسي إلى مستوى ثان من شركات التأمين (شركات إعادة التأمين)؛ هي، أساساً، "تأمين شركات التأمين".

مستودع *Reservoir*

عنصر من عناصر النظام المناخي، غير الغلاف الجوي، له القدرة على تخزين المواد المثيرة للقلق (مثل الكربون وغازات الدفيئة أو المواد السلائف) وتجميعها وإطلاقها. وتعتبر المحيطات والتربة والغابات من الأمثلة على مستودعات الكربون. وكلمة "Pool" (حوض) تعبير مكافئ (لاحظ أن تعريف زالحوض يشمل الغلاف الجوي في غالب الأحيان) وتسمى الكمية المطلقة للمواد التي تثير القلق والمحتفظ بها في مستودع لفترة زمنية محددة زالمخزونس. كما يعني المصطلح مكاناً طبيعياً أو اصطناعياً لخزن المياه مثل البحيرات أو البرك أو مستودعات المياه الجوفية التي يمكن سحب المياه منها لأغراض مثل الري وتوفير إمدادات المياه.

الثوي المستودع *Reservoir Host*

أي حيوانات أو نباتات أو تربة أو مادة غير حية يعيش فيها العامل الممرض بشكل عادي ويتكاثر فيها والتي يعتمد عليها في بقائه على قيد الحياة (الثعالب هي أثوياء لداء الكلب، مثلاً). وقد لا تظهر على الثوي المستودع أية أعراض.

مرونة *Resilience*

درجة التغير التي يمكن لنظام ما أن يخضع لها دون أن يعتريه أي تغير في حالته.

التنفس *Respiration*

العملية التي تحوّل عن طريقها الكائنات الحية المادة العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون لإطلاق الطاقة واستهلاك الأكسجين.

مشاطئ *Riparian*

يقع أو يعيش على ضفاف مجرى مائي طبيعي (كالأنهار) أو بحيرة، أحياناً، أو مياه مد وجزر.

جريان *Runoff*

ذلك الجزء من التهطال الذي لا يتبخر. وفي بعض البلدان تعني كلمة "جريان" الجريان السطحي فقط.

التملح *Salinization*

تراكم الأملاح في التربة.

طغيان المياه المالحة *Saltwater Intrusion/Encroachment*

انتقال المياه السطحية العذبة أو المياه الجوفية من مكان إلى آخر نتيجة لتقدم المياه المالحة نظراً لأنها أكثر كثافة من الأولى وعادة ما يحدث ذلك في المناطق الساحلية أو عند مصاب الأنهار.

سيناريو (عام) *Scenario (Generic)*

وصف معقول ومبسط، في غالب الأحيان، للطريقة التي قد يتطور بها المستقبل استناداً إلى مجموعة افتراضات متجانسة ومتسقة داخلياً عن القوى المحركة والعلاقات الرئيسية. وقد تُستمد السيناريوهات من الإسقاطات إلا أنها تستند، في أغلب الأحيان، إلى معلومات إضافية من مصادر أخرى وتقترن في بعض الأحيان زبالوقائع المنظورةس. انظر أيضاً climate scenario و emissions scenario.

ارتفاع مستوى سطح البحر *Sea-Level Rise*

زيادة في متوسط مستوى المحيط. والتغير اليوستاتي في ارتفاع مستوى سطح البحر هو عبارة عن تغير في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر ناجم عن تغير في حجم المحيط في العالم. ويحدث ارتفاع نسبي في مستوى سطح البحر عندما تكون هناك زيادة صافية في مستوى سطح المحيط فيما يتعلق بالحركات الأرضية المحلية. ويركز واضعو النماذج المناخية، أساساً، على وضع تقديرات للتغير اليوستاتي في ارتفاع مستوى سطح البحر. في حين يركز الخبراء المتخصصون في دراسة التأثيرات على التغير النسبي في مستوى سطح البحر.

مصدّ أمواج *Seawall*

جدار أو حاجز اصطناعي على طول ساحل ما للحيلولة دون التآكل بفعل الأمواج.

مناطق شبه قاحلة *Semi-Arid Regions*

النظم الإيكولوجية التي يزيد فيها التهطال على ٢٥٠ ملليلتراً في السنة إلا أنها ليست كثيرة الإنتاج وعادة ما تصنف ضمن أراضي المراعي.

الحساسية *Sensitivity*

مدى تأثر نظام ما إما بالتعرض للضرر أو بجني فوائد نتيجة للمحفزات المرتبطة بالمناخ. وقد يكون الأثر مباشراً (كحدوث تغير في غلة المحاصيل نتيجة لحدوث تغير في متوسط درجات الحرارة أو نطاقها أو تقلبيتها، مثلاً) أو غير مباشر (كحدوث

أضرار ناجمة عن زيادة في تواتر الفيضانات الساحلية، مثلاً، نتيجة لارتفاع مستوى سطح البحر).

تنحية أيونات الكربون *Sequestration*
عملية زيادة محتوى مجموعة كربون غير الغلاف الجوي من هذا العنصر.

طمي، غرين *Silt*
مادة رسوبية غير مدمجة أو مفككة أجزاؤها الصخرية المكونة لها أنعم من ذرات الرمل وأكبر من الجسيمات الطينية.

الحراجة Silviculture
تطوير الغابات ورعايتها.

بالوعة، مصرف *Sink*
أية عملية أو أنشطة أو آلية تزيل غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية أو سلائف غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية من الغلاف الجوي.

التراكم الثلجي *Snowpacks*
تراكم فصلي لكميات الثلوج البطيئة الذوبان.

كربون التربة *Soil Carbon Pool*
يشير هذا المصطلح إلى الكربون الموجود في التربة. وهو يشمل مختلف أشكال الكربون العضوي في التربة (الدبال) والكربون غير العضوي الموجود في التربة، والفحم النباتي. وهو لا يشمل الكتلة الأحيائية في التربة (الجذور والبصلات، إلخ. مثلاً) كما لا يشمل الحياة الحيوانية في التربة (الحيوانات).

المصدر *Source*
أي عملية أو أنشطة أو آلية تطلق غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية أو سلائف غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية في الغلاف الجوي.

التذبذب الجنوبي *Southern Oscillation*
تذبذب واسع النطاق للغلاف الجوي والغلاف المائي (الهيدروسفير) يتركز في المناطق الاستوائية من المحيط الهادئ ويتسم بشذوذ في الضغط وهو مرتفع تارة فوق المحيط الهندي وطوراً فوق المحيط الهادئ الجنوبي. وتتباين مدته بشكل طفيف ويبلغ متوسطها ٢٫٣٣ سنة. ويترافق التباين في الضغط بتباين في مدى قوة الرياح والتيارات المحيطية ودرجات حرارة مستوى سطح البحر وكمية التهطال في المناطق المحيطة.

أصحاب الشأن *Stakeholders*
الشخص أو الكيان الذي لديه منح أو امتيازات أو أي نوع آخر من القيم التي يستلزمها إجراء محدد أو إعداد سياسة معينة.

محفزات متعلقة بالمناخ *Stimuli (Climate-Related)*
كل عناصر تغير المناخ بما فيها متوسط السمات المناخية وتقلبية المناخ وتواتر وحجم الظواهر الجوية المتطرفة.

أحداث عشوائية *Stochastic Events*
أحداث تقع صدفة وعرضاً واتفاقاً.

انظر *reservoir* *Stock*

الستراتوسفير *Stratosphere*
منطقة الغلاف الجوي الطباقية الواقعة فوق التروبوسفير والتي يتراوح امتدادها بين نحو ١٠ كيلومترات (وبين ٩ كيلومترات في مناطق خطوط العرض القطبية و١٦ كيلومتراً في المناطق المدارية في المتوسط) وحوالى ٥٠ كيلومتراً.

تدفق المجرى المائي *Streamflow*
حجم ماء في مجرى نهري يقاس عادة بالمتر المكعب/ ثانية.

مياه المناطق شبه الأنتاركتيكية *Sub-Antarctic Mode Water (SAMW)*
نوع من المياه يوجد في المنطقة شبه الأنتاركتيكية في المحيط الجنوبي، وهي عبارة عن طبقة المياه السطحية العميقة ذات درجات الحرارة والملوحة المتجانسة والتي تتكون نتيجة لحدوث عمليات حملية في فصل الشتاء. ويمكن تحديدها لأن درجة حرارتها تبلغ –٨٫١ ودرجة ملوحتها تبلغ حوالى ٣٤٫٤ وحدة ملوحة عملية وهي منفصلة عن المياه السطحية فوقها بطبقة تمارج الملوحة (Halocline) على عمق ٥٠ متراً تقريباً في فصل الصيف. ورغم أن هذه المياه لا تعتبر كتلة مائية فإنها تسهم في المياه المركزية في نصف الكرة الأرضية الجنوبي وهي مسؤولة أيضاً عن تكون المياه الوسيطة الأنتاركتيكية في الجزء الشرقي من المحيط الهادئ الجنوبي. ويطلق عليها أيضاً اسم المياه الشتوية.

إغراق *Submergence*
ارتفاع في مستوى سطح المياه بالنسبة إلى اليابسة بحيث تصبح الأرض التي كانت جافة قبل ذلك غارقة في المياه وهو ينجم إما عن انخساف في الأرض أو عن ارتفاع في مستوى المياه.

انخساف *Subsidence*
الانخفاض المفاجئ أو التدريجي في سطح الأرض بحركة أفقية طفيفة أو بدونها.

خلافة *Succession*
تحول في تركيبة المجموعات النباتية عقب حدوث اضطراب ما.

الجريان السطحي *Surface Runoff*
المياه التي تجري فوق سطح التربة إلى أقرب مجرى مائي سطحي؛ المياه التي تجري من حوض للصرف والتي لم تتخلل التربة منذ هطول المطر.

التنمية المستدامة *Sustainable Development*
هي التنمية التي تلبي الاحتياجات الحالية من غير إضرار بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها.

سينوبتيكي *Synoptic*
كل ما يتعلق بأحوال الغلاف الجوي وظروف الطقس كما هي في الوقت ذاته فوق منطقة شاسعة، وكل ما يوضح تلك الظروف.

التايغا *Taiga*
الغابات الصنوبرية الموجودة في شمال أمريكا الشمالية وأوراسيا.

الانجراف الحراري *Thermal Erosion*
انجراف التربة الصقيعية الغنية بالجليد عن طريق تضافر النشاط الحراري والميكانيكي للمياه المتحركة.

التمدد الحراري *Thermal Expansion*
يشير هذا المصطلح، فيما يتعلق بارتفاع مستوى سطح البحر، إلى الزيادة في الحجم (والنقص في الكثافة) نتيجة لاحترار المياه. ويؤدي احترار المحيط إلى تمدد حجمه وبالتالي إلى ارتفاع في مستوى سطح البحر.

الممال الحراري *Thermocline*
منطقة في محيطات العالم، على عمق ١ كم بوجه عام، تتناقص فيها الحرارة بسرعة كلما أوغلنا في الأعماق وهي تشكل الحد الفاصل بين السطح وأعماق المحيط.

دوران مدفوع بالتباين الحراري والملحي *Thermohaline Circulation*
دوران واسع النطاق في المحيطات يرتهن مداه بالكثافة وتسببه الاختلافات في درجات الحرارة والملوحة. وفي شمالي الأطلسي يتكون الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي من مياه سطحية دافئة تتدفق باتجاه الشمال وتدفق مياه عميقة باردة باتجاه الجنوب مما يؤدي إلى انتقال صاف للحرارة صوب القطب. وتغور المياه السطحية في مناطق غائرة محدودة للغاية تقع في المناطق ذات خطوط العرض القطبية.

الترموكارست *Thermokarst*
أرض مسننة وغير منتظمة تقع في أراض متجمدة وهي تتكون نتيجة لذوبان الجليد.

الحد الأعلى لنمو الأشجار *Timberline*
الحد الأعلى لنمو الأشجار في الجبال أو المناطق ذات خطوط العرض العليا.

النتح *Transpiration*
صدور بخار الماء عن أوراق النباتات أو أي جزء آخر من أجزائها.

التروبوسفير *Troposphere*
الجزء السفلي من الغلاف الجوي الممتد من سطح الأرض إلى ارتفاع قدره حوالى ١٠ كيلومترات في المناطق ذات خطوط العرض الوسطى (يتراوح، في المتوسط، بين نحو ٩ كم في منطقة خطوط العرض العليا (القطبية) ونحو ١٦ كم في المناطق المدارية) حيث توجد السحب وتحدث الظواهر الجوية. وهو المنطقة التي تتناقص فيها درجات الحرارة عموماً كلما ارتفعنا.

أمواج التسونامي *Tsunami*
أمواج مدية ضخمة تقع عند حدوث زلزال تحت البحر أو انزلاق أرضي أو ثوران بركان.

التندرا *Tundra*
سهل منبسط أو ذو تضاريس غير حادة ولا أشجار فيه وهو يميز المناطق الواقعة في المنطقة المتجمدة الشمالية والمنطقة التي تشبهها.

الإشعاع فوق البنفسجي البائي *Ultraviolet (UV)-B Radiation*
إشعاع شمسي في حدود طول موجة يتراوح بين ٢٨٠ و٣٢٠ نانومتراً يمتص الجزء الأكبر منه من قبل أوزون الستراتوسفير. ويؤدي الإشعاع فوق البنفسجي البائي المعزز إلى كبت الجهاز المناعي ويمكن أن يكون له آثار ضارة على الكائنات الحية.

عدم اليقين *Uncertainty*

تعبير لدرجة عدم معرفة قيمة ما (مثل حالة النظام المناخي في المستقبل). ويمكن أن ينتج عدم اليقين عن نقص المعلومات أو عدم الاتفاق عما هو معروف أو حتى على ما يمكن معرفته. وقد يكون لها الكثير من المصادر ابتداء من الأخطاء القابلة للتقييم الكمي في البيانات إلى التعريف الغامض للمفاهيم أو المصطلحات أو إسقاطات غير مؤكدة للسلوك البشري. وعليه يمكن تمثيل عدم اليقين بمقاييس كمية (مثل نطاق القيم المحسوبة عن طريق مختلف النماذج) أو بيانات عن النوعية (مثل تلك التي تعكس حكم فريق من الخبراء).

قلة التغذية *Undernutrition*

نتيجة من نتائج تناول كميات غير كافية من الغذاء لتلبية الاحتياجات الدائمة من الطاقة المستخلصة من الغذاء أو سوء امتصاص الغذاء و/أو سوء الاستخدام البيولوجي للمغذيات المستهلكة.

النظم الفريدة والمهددة *Unique and Threatened Systems*

هي كيانات يقتصر وجودها على نطاق جغرافي محدود نسبياً ولكنها يمكن أن تؤثر في كيانات أكبر خارج النطاق الذي توجد فيه؛ والمدى الجغرافي الضيق إنما هو علامة على الحساسية إزاء المتغيرات البيئية بما فيها المناخ وعليه فإنه يقوم دليلاً على احتمال سرعة التأثر بتغير المناخ.

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*

اعتمدت الاتفاقية في ٩ أيار/ مايو ١٩٩٢ في نيويورك ووُقعت في قمة الأرض في ريو دي جانيرو من قِبل أكثر من ١٥٠ بلداً ومن قِبل الجماعة الأوروبية. وهدف الاتفاقية النهائي هو "تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يمنع التدخلات البشرية المنشأ الخطرة في النظام المناخي". وتحتوي التزامات بالنسبة لجميع الأطراف. وبموجب الاتفاقية تهدف الأطراف الواردة في الملحق الأول للاتفاقية إلى ضبط انبعاثات غازات الدفيئة التي لا ينظمها بروتوكول مونتريال إلى مستويات عام ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠٠٠. وقد دخلت الاتفاقية حيز التنفيذ في آذار/ مارس ١٩٩٤. انظر أيضاً Kyoto .Protocol

ذوات الحافر *Ungulate*

ثدييات عاشبة من ذوات الحافر (مثل الحيوانات المجترة والخنازير والإبل وأفراس النهر والخيل ووحيد القرن أو الفيلة).

ارتفاع مياه القاع إلى السطح *Upwelling*

صعود المياه العميقة إلى السطح وهو يحدث نتيجة للحركات الأفقية لمياه السطح.

التوسع الحضري، العمراني *Urbanization*

تحويل الأراضي من حالتها الطبيعية أو حالتها الطبيعية التي تخضع للإدارة (مثل الزراعة) إلى مدن؛ عملية يحكمها نزوح واضح من الأرياف إلى المدن حيث تأتي نسب متزايدة باطراد من السكان في أي بلد أو منطقة للعيش في مستوطنات يطلق عليها اسم "مراكز حضرية".

النواقل *Vector*

كائنات حية، مثل الحشرات، تنقل العوامل الممرضة من ثوي مستودع إلى آخر. انظر أيضاً vector-borne diseases و vectorial capacity.

أمراض محمولة بالنواقل *Vector-Borne Diseases*

هي أمراض تحملها من ثوي إلى ثوي آخر كائنات تسمى النواقل (مثل البعوض أو القراد) مثل الملاريا وحمى الضنك وداء الليشمانيات.

قدرة النواقل على العدوى *Vectorial Capacity*

مصطلح كمي يستخدم في دراسة ديناميات انتقال الملاريا وذلك لقياس متوسط عدد اللسعات التي قد تكون معدية لجميع النواقل التي تقتات على ثوي مستودع واحد في اليوم الواحد أو عدد التلقيحات الجديدة بمرض محمول بالنواقل والتي يحدثها نوع من الأنواع الناقلة بنقلها من ثوي مستودع مُعْد في يوم واحد.

الإرباع *Vernalization*

عملية التعجيل بإزهار النباتات أو إثمارها عن طريق معالجة البذور أو البصيلات أو الشتلات بحيث يؤدي ذلك إلى تقصير الدورة النباتية.

سرعة التأثر *Vulnerability*

مدى تأثر نظام ما بالعواقب الضارة المترتبة على تغير المناخ أو عدم قدرته على مواجهة تلك العواقب، بما في ذلك تقلبية المناخ والظواهر الجوية المتطرفة. وسرعة التأثر تتوقف على سمات وأبعاد ومعدل التغير المناخي الذي يتعرض له نظام ما، كما تتوقف على حساسية ذلك النظام وقدرته على التكيف.

استهلاك المياه *Water Consumption*

كمية المياه المستخرجة والتي تُفقد بدون رجعة في إقليم ما خلال عملية استخدامها (عن طريق التبخر وإنتاج السلع).

واستهلاك المياه يعادل كميات المياه المسحوبة ناقصاً منها تدفق كميات المياه العائدة إلى الأرض.

الإجهاد المائي *Water Stress*

يُعد بلد ما مُجهَداً من الناحية المائية إذا كانت إمداداته المتاحة من المياه العذبة بالمقارنة مع الكميات المائية المسحوبة بمثابة عقبة هامة تعوق التنمية. وإذا تجاوزت كميات المياه المسحوبة نسبة ٢٠٪ من إمدادات المياه المتجددة فإن ذلك يعتبر مؤشراً على الإجهاد المائي.

كميات المياه المسحوبة *Water Withdrawal*

هي كميات المياه المستخرجة من الكتل المائية.

الكفاءة في استخدام المياه *Water Use Efficiency*

هي عبارة عن كمية الكربون التي يتم ربحها في عملية التمثيل الضوئي بالنسبة لكل وحدة مائية تُفقد في عملية (التبخر / النتح). ويمكن قياس هذه الكفاءة، في المدى القصير، بوصفها نسبة ربح الكربون نتيجة لعملية التمثيل الضوئي حسب الوحدة من المياه المفقودة في عملية النتح، أو على أساس فصلي بوصفها نسبة الإنتاج الأولي الصافي أو الغلة الزراعية إلى كمية المياه المتاحة.

جفافي *Xeric*

نبات لا يتطلب سوى قدر ضئيل من الرطوبة.

الأمراض الحيوانية المنشأ *Zoonosis*

انتقال مرض ما من الحيوانات أو الأنواع غير الآدمية إلى الإنسان. والمستودع الطبيعي لهذه الأمراض هو أنواع غير آدمية.

العوالق الحيوانية *Zooplankton*

هي الأشكال الحيوانية من العوالق. وهي تستهلك العوالق النباتية وغيرها من العوالق الحيوانية. انظر أيضاً phytoplankton.

المصادر

IPCC, 1996: Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp.

IPCC, 1998: The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working Group II [Watson, R.T., M.C. Zinyowera, and R.H. Moss (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 517 pp.

IPCC, 2000: Land Use, Land-Use Change, and Forestry. A special Report of the IPCC [Watson, R.T., I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo, and D.J. Dokken (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 377 pp.

Jackson, J. (ed.), 1997: Glossary of Geology. American Geological Institute, Alexandria, Virginia.

Moss, R.H. and S.H. Schneider, 2000: rUncertainties in the IPCC TAR: recommen dations to lead authors for more consistent assessment and reporting. In: Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC [Pachauri, R., K. Tanaka, and T. Taniguchi (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland, pp. 33-51. Available online at http://www.gispri.or.jp.

Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grübler, T.Y. Jung, T. Kram, E.L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, and Z. Dadi, 2000: Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.

United Nations Environment Programme, 1995: Global Biodiversity Assessment [Heywood, V.H. and R.T. Watson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1140 pp.

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١:
التـخفيف

ملـخص تقرير الـفريق الـعامل الـثالـث

ملـخص لـواضعي الـسياسات
تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

الملـخص الفني لـتقرير الـفريق الـعامل الـثالـث
تقرير قبله الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ دون الموافقة عليه بالتفصيل

جزء من مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المحتويات

	الصفحة
ملخص لواضعي السياسات	III-1
مقدمة	III-3
طبيعة التحدي الخاص بتخفيف الآثار	III-3
خيارات الحد أو التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة مصارفها	III-6
التكاليف والفوائد الإضافية المترتبة على إجراءات التخفيف	III-10
سبل ووسائل التخفيف	III-14
الفجوات في المعرفة	III-16
ملخص فني	III-21
١ – **نطاق التقرير**	III-21
١–١ معلومات أساسية	III-21
١–٢ توسيع سياق التخفيف من تغير المناخ	III-21
١–٣ إدراج مختلف المناظير	III-23
٢ – **سيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة**	III-24
٢–١ السيناريوهات	III-24
٢–٢ سيناريوهات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة	III-24
٢–٣ سيناريوهات مستقبل العالم	III-26
٢–٤ التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات	III-26
٢–٥ استعراض سيناريوهات التخفيف بعد التقرير الخاص	III-28
٣ – **الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات التخفيف**	III-30
٣–١ التطورات الرئيسية في المعارف المتعلقة بالخيارات التكنولوجية للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة حتى عام ٢٠١٠–٢٠٢٠ منذ تقرير التقييم الثاني	III-30
٣–٢ الاتجاهات في استخدام الطاقة وما يرتبط بذلك من انبعاثات غازات الدفيئة	III-31
٣–٣ الخيارات التكنولوجية للتخفيف على مستوى القطاعات	III-32
٣–٣–١ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع المباني	III-33
٣–٣–٢ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع النقل	III-43
٣–٣–٣ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع الصناعة	III-43

الصفحة

٣–٣–٤ خيارات التخفيف الرئيسية في القطاع الزراعي III-44
٣–٣–٥ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إدارة النفايات III-45
٣–٣–٦ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إمدادات الطاقة III-45
٣–٣–٧ خيارات التخفيف الرئيسية بالنسبة للهيدروفلوروكربون والهيدروكربون كامل الفلورة III-46

٣–٤ الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لتخفيف غازات الدفيئة: تجميع III-47

٤ – الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات تعزيز مستودعات الكربون البيولوجي والهندسة الجيولوجية والمحافظة عليها وإدارتها III-48
٤–١ التخفيف من خلال النظام الايكولوجي الأرضي وإدارة الأراضي III-48
٤–٢ الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية III-49
٤–٣ خيارات التخفيف III-50
٤–٤ معايير لخيارات التخفيف البيولوجي للكربون III-50
٤–٥ التكاليف الاقتصادية III-51
٤–٦ النظام الايكولوجي البحري والهندسة الجيولوجية III-51

٥ – الحواجز والفرص وإمكانيات السوق فيما يتعلق بالتكنولوجيات والممارسات III-51
٥–١ مقدمة III-51
٥–٢ مصادر الحواجز والفرص III-53
٥–٣ الحواجز والفرص الخاصة بالقطاعات والتكنولوجيا III-55

٦ – السياسات والتدابير والصكوك III-57
٦–١ صكوك السياسات والمعايير الممكنة لتقديرها III-57
٦–٢ السياسات والتدابير والصكوك القطرية III-58
٦–٣ السياسات والتدابير الدولية III-59
٦–٤ تنفيذ صكوك السياسات القطرية والدولية III-60

٧ – منهجيات حساب التكاليف III-60
٧–١ الأساس النظري III-60
٧–٢ المناهج التحليلية III-61
٧–٢–١ المنافع المشتركة والتكاليف والمنافع والتكاليف التجميعية III-61
٧–٢–٢ تكاليف التنفيذ III-62
٧–٢–٣ الخصم III-62
٧–٢–٤ التكيف مع تكاليف التخفيف والصلات بينها III-62
٧–٣ حدود النظام: المشروع والقطاع والمستوى الكلي III-62
٧–٣–١ خطوط الأساس III-62
٧–٣–٢ دراسة الخيارات التي لا ندم عليها III-63
٧–٣–٣ المرونة III-63
٧–٣–٤ قضايا التنمية والإنصاف والاستدامة III-64
٧–٤ القضايا الخاصة المتعلقة بالبلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية III-64
٧–٥ وضع نماذج لمناهج تقدير التكاليف III-64

الصفحة

٨ – **التكاليف العالمية والإقليمية والقطرية، والمنافع الإضافية** III-65

٨–١ مقدمة III-65

٨–٢ التكاليف الكلية للحد من غازات الدفيئة في النماذج التكنولوجية التفصيلية III-65

٨–٣ تكاليف السياسات المحلية لتخفيف انبعاثات الكربون III-66

٨–٤ نتائج توزيع ضرائب الكربون III-68

٨–٥ جوانب التجارة الدولية في انبعاثات الغازات III-69

٨–٦ المنافع الإضافية لتخفيف غازات الدفيئة III-70

٨–٧ التأثيرات "المتعدية" الناجمة عن الإجراءات التي تتخذ في المرفق باء بشأن البلدان غير المدرجة في الملحق III-71

٨–٨ ملخص لأهم نتائج أهداف كيوتو III-72

٨–٩ تكاليف تحقيق مجموعة من أهداف الاستقرار III-74

٨–١٠ قضية التغير التكنولوجي المستحث III-76

٩ – **التكاليف القطاعية والمنافع الإضافية للتخفيف** III-76

٩–١ الاختلافات بين تكاليف تخفيف تغير المناخ عند تقديرها قطريا أو بحسب القطاع III-76

٩–٢ نتائج قطاعية نوعية مختارة لتكاليف تخفيف تغير المناخ III-77

٩–٢–١ الفحم III-77

٩–٢–٢ النفط III-77

٩–٢–٣ الغاز III-79

٩–٢–٤ الكهرباء III-79

٩–٢–٥ النقل III-80

٩–٣ المنافع الإضافية القطاعية لتخفيف غازات الدفيئة III-80

٩–٤ تأثير التخفيف على المنافسة القطاعية III-80

٩–٥ لماذا تتباين نتائج الدراسات III-80

١٠ – **الأطر التحليلية للقرارات** III-81

١٠–١ مجال تحليلات قرارات تغير المناخ وتطوراتها الجديدة III-81

١٠–٢ الأحكام الدولية وخيارات السياسات III-82

١٠–٣ الارتباط بالخيارات القطرية والمحلية للتنمية المستدامة III-83

١٠–٤ أهم المسائل العلمية المتعلقة بالسياسات III-84

١١ – **النقص في المعرفة** III-85

مسرد المصطلحات III-89

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١:
التـخفيف

ملـخص لواضعي السياسات

تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

لقد قبل هذا الملخص إلا أنه لم يوافق عليه بالتفصيل خلال الدورة السادسة للفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (أكرا، غانا – ٢٨/٢ – ٣/٣/ ٢٠٠١). ويعني "قبول" تقارير الهيئة في دورة للفريق العامل أو الهيئة أن المادة لم تخضع لمناقشات، وموافقة على أساس سطر بسطر. ومع ذلك، يقدم وجهة نظر شاملة وموضوعية ومتوازنة عن الموضوع.

الكتاب الرئيسيون

طارق بنوري، تيري باركر، إغور باشماكوف، كورنيليس بلوك، دانيل بوي، رينيت كريست، أوغونليد دافيدسون، جي إدموندز، كين غريغوري، مايكل غروب، كريستن هالسناين، توم هيلر، جان – تشارلز هوركاد، كاترينس جيبما، بيكا كاوبي، أنيل ماركانديا، بيرت ميتز، ويليام موماو، خوسيه روبرتو موريرا، تسوينيوكي موريتا، نيبوجسا ناكيسينوفيتش، لين برايس، ريتشارد رايشلس، جون روبنسون، هانز هولغر روغنر، جايانت ساشاي، روجر سيدغو، بريارادشي شوكلا، لينا سريفاستافا، روب سوارت، فرينك توث، جون ويانت.

مقدمة

١- يقيِّم هذا التقرير الجوانب العلمية والفنية والاقتصادية والاجتماعية المتعلقة بتخفيف آثار تغير المناخ، ومنذ صدور تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ استمر البحث في مجال تخفيف آثار تغير المناخ[١]، مع مراعاة تغيرات سياسية مثل الموافقة على بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) في عام ١٩٩٧، ويتناول هذا التقرير ذلك البحث. ويستند التقرير أيضاً إلى عدد من التقارير الخاصة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، ولاسيما التقرير الخاص بشأن الطيران والغلاف الجوي العالمي (SRAGA) والتقرير الخاص بشأن القضايا المنهجية والتكنولوجية في مجال نقل التكنولوجيا (SRTT) والتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاث والتقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة (SRLULUCF).

طبيعة التحدي الخاص بتخفيف الآثار

٢- تغير المناخ[٢] مشكلة ذات خصائص فريدة. فهي مشكلة عالمية وطويلة الأجل (تمتد عدة عقود من الزمان) وتنطوي على تفاعلات معقدة بين العمليات المناخية والبيئية والاقتصادية والسياسية والمؤسسية والاجتماعية والتكنولوجية. وقد تترتب على ذلك تأثيرات هامة على المستوى الدولي وعلى مستوى ما بين الأجيال في سياق أهداف مجتمعية أعم، مثل الإنصاف والتنمية المستدامة. ويتسم حدوث استجابة لتغير المناخ باتخاذ قرارات في إطار من عدم اليقين والمخاطر، بما في ذلك إمكانية حدوث تغيرات غير خطية و/ أو ذات أثر غير رجعي (الأقسام ١-٢-٥ و١-٣ و١٠-١-٢ و١٠-١-٤ و١٠-٤-٥).[٣]

٣- ويمكن أن تؤدي المسارات الخيارية للتنمية[٤] إلى انبعاثات شديدة التباين لغازات الدفيئة. ويوحي التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات (SRES) كما توحي سيناريوهات التخفيف المقيّمة في هذا التقرير بأن نوع التخفيف وحجمه وتوقيته وتكاليفه أمور تعتمد على ظروف وطنية شتى وعلى مسارات التنمية الاجتماعية الاقتصادية والتكنولوجية والمستوى المنشود لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي (انظر الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات) للاطلاع على مثال لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الكلية). وتعتمد مسارات التنمية التي تؤدي إلى خفض الانبعاثات على مجموعة كبيرة من الخيارات الخاصة بالسياسات، وتتطلب تغييرات في السياسات في مجالات غير تغير المناخ. (الأقسام ٢-٢-٢ و٢-٣-٢ و٢-٤-٤ و٢-٥).

٤- وسيتأثر تخفيف آثار تغير المناخ بسياسات واتجاهات اجتماعية اقتصادية أوسع نطاقاً، مثل السياسات والاتجاهات المتعلقة بالتنمية والاستدامة والإنصاف، كما ستكون له تأثيرات في هذه السياسات والاتجاهات. وسياسات تخفيف الآثار المناخية، عندما تكون هذه السياسات متسقة مع هذه الغايات المجتمعية الأعم، يمكن أن تعزز التنمية المستدامة. ويمكن أن تسفر بعض إجراءات التخفيف عن فوائد جمة في مجالات غير تغير المناخ: فعلى سبيل المثال يمكن أن تقلل المشاكل الصحية، وتزيد فرص العمل، وتحد من الآثار البيئية السلبية (مثل تلوث الهواء)، وتحمي الغابات والتربة ومستجمعات المياه وتحسن حالتها، وتحد من نظم المعونات والضرائب التي تزيد انبعاثات غازات الدفيئة، وتستحث التغيرات التكنولوجية ونشرها؛ مما يسهم في تحقيق أهداف أشمل للتنمية المستدامة. وبالمثل فإن مسارات التنمية التي تفضي إلى تحقيق أهداف التنمية قد تسفر عن خفض مستويات انبعاثات غازات الدفيئة (الأقسام ١-٣ و١-٤ و٢-٢-٣ و٢-٤-٤ و٢-٥ و٧-٢-٢ و٨-٢-٤).

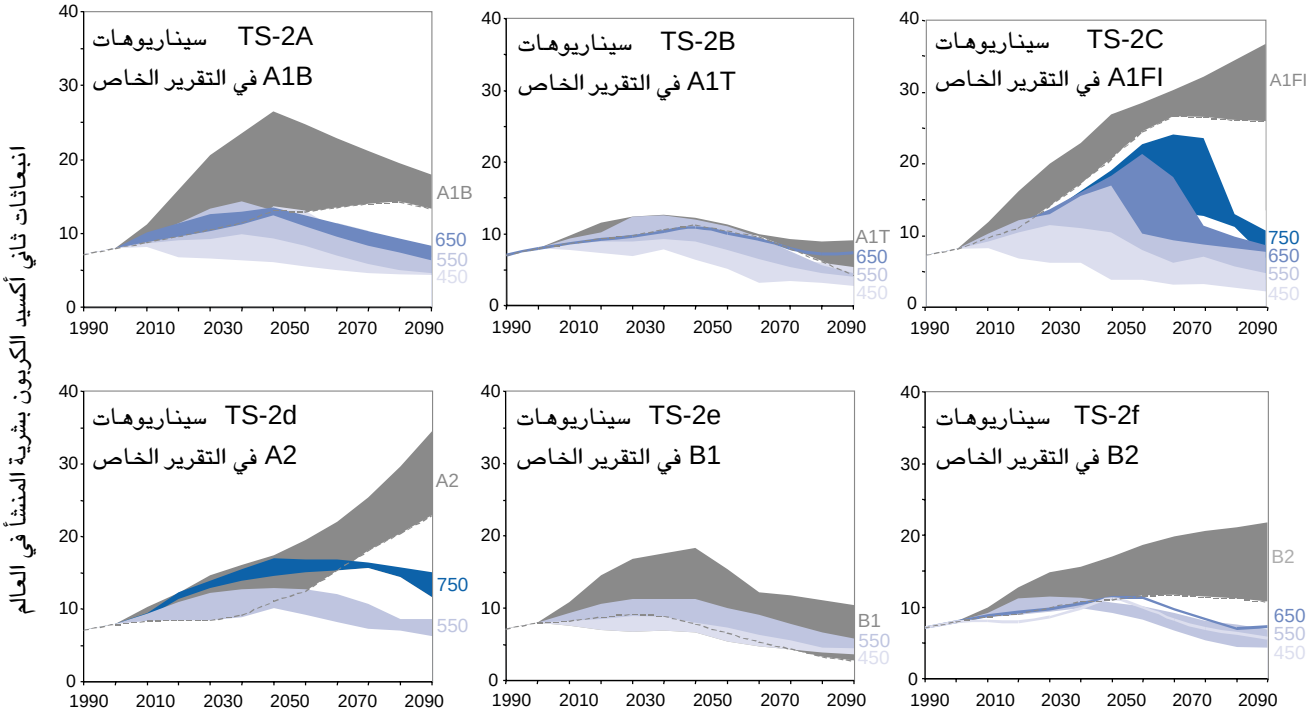
---

(١) يُعرف التخفيف هنا بأنه تدخل بشري المنشأ للحد من مصادر غازات الدفيئة أو تعزيز مصارفها.

(٢) تستعمل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) تعبير "تغير المناخ" للإشارة إلى أي تغير يحدث في المناخ بمرور الزمن سواء كان نتيجة سرعة التأثر الطبيعية أو نتيجة نشاط بشري. ويختلف هذا الاستعمال عن تعريفه في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، حيث يشير إلى تغير في المناخ يُعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي والذي يُلاحظ، بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ على مدى فترات زمنية متماثلة.

(٣) تشير أرقام الأقسام إلى متن التقرير.

(٤) يشير تعبير "المسارات الخيارية للتنمية" في هذا التقرير إلى تشكيلة من سيناريوهات محتملة للقيم المجتمعية وأنماط الإنتاج والاستهلاك في جميع البلدان، تشتمل ولا تقتصر على استمرار الاتجاهات السائدة اليوم. ولا تتضمن هذه المسارات مبادرات مناخية إضافية مما يعني عدم إدراج سيناريوهات تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو بلوغ أهداف بروتوكول كيوتو للحد من الانبعاثات ولكنها تشمل فرضيات بخصوص السياسات الأخرى التي لها تأثير غير مباشر في انبعاثات غازات الدفيئة.



الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات): مقارنة السيناريوهات المرجعية وسيناريوهات التثبيت. ينقسم الشكل إلى ستة أجزاء، جزء لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات المرجعية الواردة في التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات. ويبين كل جزء من أجزاء الشكل نطاق الانبعاثات العالمية الكلية لثاني أكسيد الكربون (بالجيغاطن كربون) من جميع المصادر البشرية المنشأ فيما يخص مجموعة السيناريوهات المرجعية (التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات) المظللة باللون الرمادي، والنطاقات الخاصة بسيناريوهات التخفيف المقيّمة في تقرير التقييم الثالث والمؤدية إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مستويات مختلفة (مظللة بالألوان). وتعرض سيناريوهات للزمرة A1 المقسمة إلى ثلاث مجموعات (المجموعة A1B الخاصة بالتوازن (الشكل ١، ملخص لواضعي السياسات)، والمجموعة A1T الخاصة بالاستعمال الكثيف للوقود غير الأحفوري (الشكل ١، ملخص لواضعي السياسات)، والمجموعة A1FI الخاصة بالاستعمال الكثيف للوقود الأحفوري (الشكل ١ لواضعي السياسات)؛ وتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مستوى ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم، ومع التثبيت عند مستوى ٥٥٠ و٧٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم فيما يخص المجموعة A2؛ في الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات)؛ والمجموعة B1 والتثبيت عند مستوى ٤٥٠ و٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم في الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات)؛ والمجموعة B2 بما في ذلك التثبيت عند مستوى ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم في الشكل ١. ولا تتوافر كتابات لتقييم سيناريوهات التركيز عند مستوى ١٠٠٠ جزء في المليون من حيث الحجم. ويبين الشكل أنه كلما انخفض مستوى التثبيت وزادت انبعاثات المستوى الأساسي اتسعت الفجوة. ويمكن أن يكون الاختلاف بين الانبعاثات في مجموعات السيناريوهات المختلفة بنفس اتساع الفجوة بين السيناريوهات المرجعية وسيناريوهات التثبيت داخل مجموعة سيناريوهات واحدة. وتعين مجموعة الخطوط المنقطة حدود النطاقات عند تداخلها. (انظر الإطار – التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات).

٥- والفروق في توزع الموارد التكنولوجية والطبيعية والمالية فيما بين الدول والأقاليم والأجيال، وكذلك الفروق في تكاليف التخفيف، كثيراً ما تكون اعتبارات رئيسية في تحليل خيارات تخفيف آثار تغير المناخ. ويتناول جزء كبير من النقاش الدائر بشأن التفرقة في مساهمات البلدان في المستقبل في التخفيف وما يتصل بهذا من قضايا الإنصاف، كما يبحث هذه الظروف[٥]. ويثير التحدي الخاص بالتصدي لتغير المناخ قضية هامة خاصة بالإنصاف؛ أي مدى إحداث آثار تغير المناخ أو سياسات التخفيف للغبن أو مفاقمتها له داخل الدول والأقاليم أو فيما بينها. وسيناريوهات تثبيت غازات الدفيئة التي يتناولها هذا التقرير بالتقييم (باستثناء السيناريوهات التي يتم فيها التثبيت دون اتباع سياسات مناخية جديدة، مثل مجموعة السيناريوهات B1) تفترض أن البلدان المتقدمة والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية ستحد وتقلل من انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة عنها أولاً[٦].

(٥) صُنفت مناهج تحقيق الإنصاف إلى مجموعة منوعة من الفئات، منها النهج القائمة على التوزيع والنتائج وأساليب المعالجة والحقوق والمسؤولية والفقر والفرص، مما يجسد التطلعات الخاصة المتنوعة للعدالة المتبعة في الحكم على العمليات الخاصة بالسياسات والنتائج المقابلة (القسمان ١-٣ و١٠-٢).

(٦) مختلف الانبعاثات الصادرة من جميع الأقاليم عن المستويات الأساسية عند نقطة معينة. والانبعاثات العالمية تختلف مبكراً وبدرجة أكبر لأن مستويات التثبيت تكون أدنى أو لأن مستويات السيناريوهات الأساسية تكون أعلى. وهذه السيناريوهات غير يقينية ولا توفر معلومات عن الآثار الضمنية الخاصة بالإنصاف ولا عن كيفية إجراء هذه التغييرات ولا عن كيفية تحمل أية تكاليف تحدث يُتعرض لها.

الإطار ١ سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

الزمرة .A1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة A1 عالماً مستقبلياً من النمو الاقتصادي السريع للغاية وسكان العالم الذين يبلغ عددهم ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك والأخذ المتسارع بتكنولوجيات جديدة وأكثر كفاءة. والمواضيع الأساسية الرئيسية هي التقارب بين الأقاليم وبناء القدرات وزيادة التفاعل الثقافي والاجتماعي، مع انخفاض كبير في الفروق الإقليمية في دخل الفرد. وتنقسم زمرة السيناريوهات A1 إلى ثلاث مجموعات تصف الاتجاهات الخيارية للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة. وتتميز المجموعات الثلاث المنبثقة عن الزمرة A1 بتركيزها على التكنولوجيا: الاستعمال الكثيف للوقود الأحفوري (المجموعة A1FI)، أو مصادر الطاقة غير الوقود الأحفوري (المجموعة A1T) ، أو التوازن بين جميع المصادر (المجموعة A1B) (حيث يُعرف التوازن بأنه عدم الاعتماد الشديد جداً على مصدر واحد معين من مصادر الطاقة، بافتراض أن معدلات تحسين مماثلة تنطبق على جميع إمدادات الطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائي).

الزمرة A2. تبين الوقائع المنظورة والزمرة A2 عالماً بالغ التباين. والموضوع الأساسي هو الاعتماد على الذات والمحافظة على الهويات المحلية. وتتقارب أنماط الخصوبة عبر الأقاليم ببطء شديد، مما يؤدي إلى زيادة مستمرة في عدد السكان. وتكون التنمية الاقتصادية موجهة إقليمياً في المقام الأول ويكون معدل النمو الاقتصادي والتغير التكنولوجي، حسب الفرد، أكثر تجزؤاً وأشد بطئاً من الوقائع المنظورة الأخرى.

الزمرة .B1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B1 عالماً متقارباً بنفس عدد السكان، الذي يبلغ ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك، المبين في الوقائع المنظورة A1، ولكن مع تغير سريع في الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد الخدمات والمعلومات وانخفاض كثافة استخدام المواد، واعتماد تكنولوجيات نظيفة وأكثر كفاءة فيما يتعلق باستعمال الموارد. وينصب التركيز على إيجاد حلول عالمية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك تعزيز الإنصاف ولكن دون اتخاذ مبادرات مناخية إضافية.

الزمرة .B2 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B2 عالماً ينصب فيه التركيز على الحلول الوطنية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. إنه عالم فيه زيادة مستمرة في عدد السكان بمعدل أقل من المعدل المذكور في الزمرة A2، ومستويات متوسطة للتنمية الاقتصادية، وتغير تكنولوجي أقل سرعة وأكثر تنوعاً من التغير التكنولوجي المشار إليه في الوقائع المنظورة B1 وA1. وعلى الرغم من أن السيناريو موجه أيضاً نحو حماية البيئة والإنصاف الاجتماعي فإنه يركز على المستويات المحلية والإقليمية.

اختير سيناريو توضيحي لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات الست A1B وA1FI وA1T وA2 وB1 وB2. وينبغي اعتبارها جميعاً متساوية في صحتها.

ولا تشمل سيناريوهات التقرير الخاص بشأن السيناريوهات مبادرات مناخية إضافية؛ مما يعني أنه ليست هناك سيناريوهات مدرجة تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف بروتوكول كيوتو الخاصة بالانبعاثات.

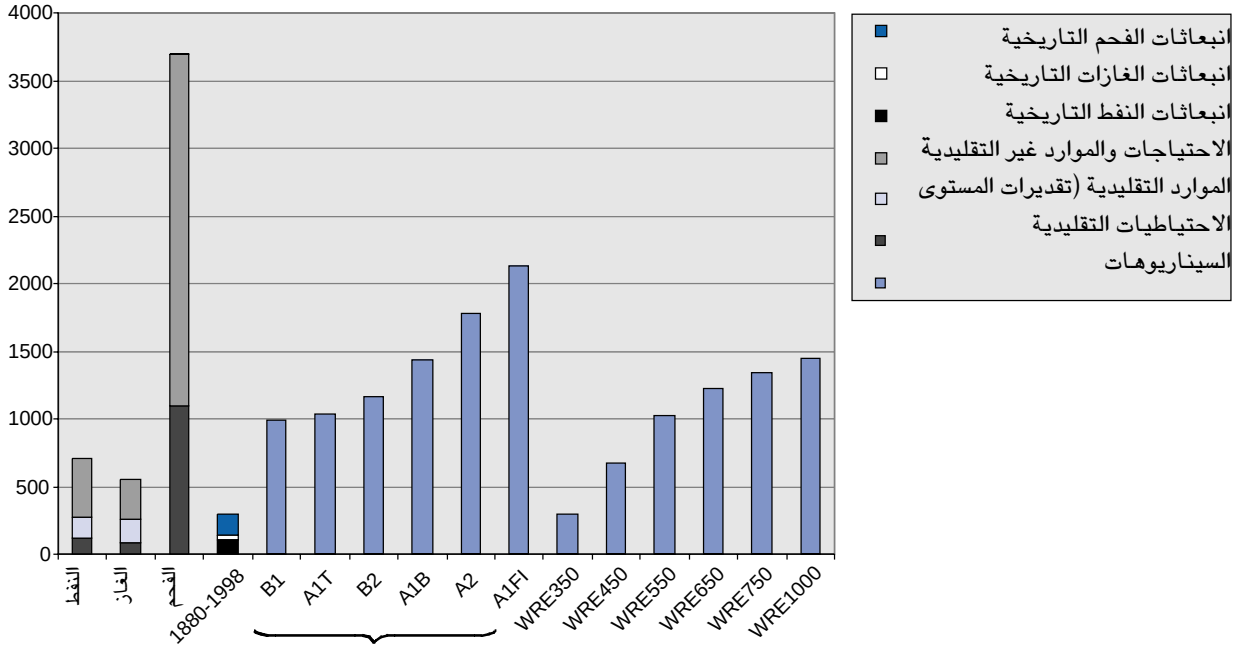
٦- وتتطلب سيناريوهات الانبعاثات المنخفضة أنماطاً مختلفة من تنمية موارد الطاقة. ويقارن الشكل ٢ (ملخص لواضعي السياسات) بين انبعاثات الكربون التراكمية للفترة ١٩٩٠-٢١٠٠ في مختلف سيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات مع الكربون الموجود في الاحتياطيات والموارد العالمية من الوقود الأحفوري(٧). ويبين هذا الشكل أن هناك موارد وفيرة للوقود الأحفوري ستؤدي إلى عدم الحد من الانبعاثات في القرن ٢١. بيد أنه على خلاف الرواسب الكبيرة نسبياً من الفحم واحتياطيات النفط والغاز غير التقليدية فإن الكربون الموجود في احتياطيات النفط والغاز التقليدية المؤكدة أو في موارد النفط غير التقليدية أقل كثيراً من انبعاثات الكربون التراكمية المرتبطة بتثبيت ثاني أكسيد الكربون عند مستوى ٤٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم أو أعلى من ذلك (الإشارة إلى مستوى تركيز معين لا تعني ضمناً استصواباً متفقاً عليه للتثبيت عند هذا المستوى). وقد تدل بيانات الموارد هذه ضمناً على تغيير في مزيج مصادر الطاقة وإدخال مصادر جديدة للطاقة في القرن ٢١. وسيحدد اختيار مزيج مصادر الطاقة وما يرتبط به من استثمار ما إذا كان يمكن تثبيت تركيزات غازات الدفيئة أم لا، وإذا كان التثبيت ممكناً سيحدد مستوى التثبيت وتكلفته. وفي الوقت الحالي يُوجَّه معظم هذا الاستثمار نحو استكشاف وتنمية

(٧) الاحتياطيات هي المواد الموجودة المحددة والمقيسة باعتبارها مجدية اقتصادياً وفنياً باستعمال التكنولوجيات الموجودة وبالأسعار الحالية. أما الموارد فهي المواد الموجودة ذات الخصائص الجيولوجية و/ أو الاقتصادية الأقل يقينية ولكن يعتبر استخراجها محتملاً مع التكنولوجيات والتطورات الاقتصادية المتوقعة. وتشمل قاعدة الموارد كلتا الفئتين. وفي مقدمة هذه القاعدة توجد كميات إضافية وجودها معروف يقيناً و/ أو أهميتها الاقتصادية غير معروفة أو منعدمة في المستقبل المنظور ويشار إليها بتعبير"موجودات إضافية". (تقرير التقييم الثاني، الفريق العامل الثاني). ومن أمثلة موارد الوقود الأحفوري غير التقليدية الرمل القطراني والزيت الحجري وسائر الزيوت الثقيلة والغازات المضغوطة في طبقات الأرض العميقة والغازات الموجودة في طبقات مستجمعات المياه الجوفية، وغيرها.

المزيد من موارد الوقود الأحفوري التقليدية وغير التقليدية. (الأقسام ٢–٥–١ و٢–٥–٢ و٣–٨–٣ و٨–٤).

خيارات الحد أو التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة مصارفها

٧– منذ تقرير التقييم الثاني الصادر عام ١٩٩٥ أُحرز تقدم فني كبير فيما يتصل بالتقليل من انبعاثات غازات الدفيئة، وكان هذا التقدم أسرع من المتوقع. ويتحقق تقدم في مجموعة كبيرة من التكنولوجيات في مراحل تطوير مختلفة، مثل إدخال التوربينات التي تعمل بقوة الرياح إلى الأسواق، والإزالة السريعة للغازات الثانوية الناتجة عن العمليات الصناعية مثل أكسيد النتروز من إنتاج حمض الأديبيك وانبعاثات الهيدروكربونات المشبعة من إنتاج الألومنيوم، والسيارات ذات المحركات المختلطة الفعالة وتقدم التكنولوجيا الخاصة بالخلايا العاملة



سيناريوهات التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات

الشكل ٢(ملخص لواضعي السياسات): مقادير الكربون في احتياطيات وموارد النفط والغاز والفحم مقارنة بانبعاثات الكربون التاريخية من الوقود الأحفوري، الفترة ١٨٦٠–١٩٩٨؛ وبانبعاثات الكربون التراكمي من مجموعة من سيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات وسيناريوهات التثبيت الواردة في تقرير التقييم الثالث حتى عام ٢١٠٠. وبيانات الاحتياطيات والموارد مبينة في الأعمدة التي على اليسار (القسم ٣–٨–٢). ويشمل النفط والغاز غير التقليديين الرمل القطراني والزيت الحجري وغير ذلك من الزيوت الثقيلة، وميثان طبقة الفحم الحجري، والغازات الموجودة تحت ضغط طبقات الأرض العميقة، والغازات الموجودة في مستجمعات المياه، وغيرها. ولا تُبين الهيدرات الغازية (المركبات القفصية) المقدرة بما يبلغ ١٢ ٠٠٠ جيغاطن كربون. وتبين الأعمدة الواردة في السيناريو كلاً من السيناريوهات المرجعية للتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات والسيناريوهات المؤدية إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مجموعة مستويات. ويلاحظ أنه إذا كانت الانبعاثات التراكمية لعام ٢١٠٠ والمرتبطة بسيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات مساوية للانبعاثات التراكمية الخاصة بسيناريوهات التثبيت أو أقل منها فإن هذا لا يعني بالضرورة أن هذه السيناريوهات تؤدي إلى التثبيت على نحو متساوٍ.

بالوقود والبرهنة على الاختزان الجوفي لثاني أكسيد الكربون. وتشمل الخيارات التكنولوجية الخاصة بالحد من الانبعاثات تحسين كفاءة أجهزة الاستخدام النهائي للطاقة، وتكنولوجيات تحويل الطاقة، والتحول إلى أوقدة الكتلة الأحيائية القليلة الإطلاق للكربون والمتجددة، والتكنولوجيات غير المطلقة للانبعاثات، وتحسين إدارة الطاقة، والتقليل من المنتجات الثانوية الصناعية وانبعاثات الغازات من العمليات الصناعية، وإزالة وتخزين الكربون (القسمان ٣–١ و٤–٧).

ويلخص الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات) النتائج المستخلصة من دراسات قطاعية عديدة – كثير منها أجري على مستوى المشاريع وعلى كل من المستوى الوطني والإقليمي وبعضها على المستويات العالمية – توفر تقديرات خاصة بإمكانية الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة من عام ٢٠١٠ إلى عام ٢٠٢٠. وفيما يلي بعض الاستنتاجات الرئيسية:

- يرجع أكثر من نصف هذه الإمكانية إلى مئات التكنولوجيات والممارسات المتعلقة بكفاءة الاستخدام النهائي للطاقة في البناء والنقل والصناعات التحويلية. (الأقسام ٣–٣ و٣–٤ و٣–٥).
- سيظل الوقود الأحفوري الرخيص والوفير نسبياً هو الغالب على إمدادات الطاقة وتحويلها حتى عام ٢٠٢٠ على الأقل. وسيكون للغاز الطبيعي، حيثما كان التحول ممكناً، دور هام في الحد من الانبعاثات مع تحسين كفاءة التحويل وزيادة استعمال المنشآت الصناعية المتنوعة الدورات و/ أو ذات التوليد المشترك مع إمكانية إزالة وتخزين ثاني أكسيد الكربون. (القسم ٣–٨–٤).
- يمكن أن تسهم إمدادات الطاقة القليلة الإطلاق للكربون مساهمة هامة من خلال الكتلة الأحيائية المتأتية من الحراجة؛ والمنتجات الثانوية الزراعية ونفايات البلديات والنفايات الصناعية؛ والمزارع المخصصة لإنتاج الكتلة الأحيائية، حيثما تتاح الأراضي والمياه المناسبة؛ والميثان المنبعث من مقالب القمامة؛ وطاقة الرياح والقوة الكهربائية المائية؛ ومن خلال زيادة عمر محطات القدرة النووية. وبعد عام ٢٠١٠ سيمكن الحد بصورة كبيرة من الانبعاثات الصادرة من منشآت توليد الكهرباء، المزودة بالوقود الأحفوري و/ أو وقود الكتلة الأحيائية، من خلال إزالة وتخزين الكربون قبل أو بعد الحرق. وقد تحد الشواغل الخاصة بالبيئة والسلامة والمسؤولية والانتشار من استعمال بعض هذه التكنولوجيات (القسم ٣–٨–٤).
- في قطاع الزراعة يمكن الحد من انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز، مثل الانبعاثات من التخمر المعوي للماشية ومن الأرز غير المقشور واستعمال السماد النيتروجيني والنفايات الحيوانية (القسم ٣–٦).
- يمكن بالاعتماد على التطبيق التقليل إلى أدنى حد من انبعاثات الغازات المفلورة، وذلك من خلال تغييرات في العمليات وتحسين الاستخراج وإعادة التدوير والاحتواء؛ أو تجنب إطلاق هذه الانبعاثات من خلال استعمال مركَّبات وتكنولوجيات بديلة (القسم ٣–٥ وتذييل الفصل ٣).

تم تجميع التخفيضات المحتملة للانبعاثات، والواردة في الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات)، لكي تعطي تقديرات للتخفيضات العالمية المحتملة للانبعاثات مع مراعاة التداخلات المحتملة بين القطاعات والتكنولوجيات وفيما بينها بقدر الإمكان في ظل المعلومات المتاحة في الدراسات الأساسية. ويمكن تحقيق نصف هذه التخفيضات المحتملة للانبعاثات بحلول عام ٢٠٢٠ مع فوائد مباشرة (توفير الطاقة) تفوق التكاليف المباشرة (التكاليف الصافية لرأس المال والتشغيل والصيانة)؛ وتحقيق النصف الآخر بتكلفة مباشرة صافية مقدارها ١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون (بأسعار عام ١٩٩٨). وقد استُخلصت تقديرات التكلفة هذه باستعمال أسعار خصم تتراوح بين ٥ و١٢ في المائة وتتسق مع أسعار الخصم الخاصة بالقطاع العام. وتتفاوت أسعار الإيراد الداخلية في القطاع الخاص تفاوتاً كبيراً، وكثيراً ما تكون أعلى إلى حد بعيد مما يؤثر في معدل اعتماد هيئات القطاع الخاص لهذه التكنولوجيات.

وحسب سيناريو الانبعاثات المحدد يمكن أن يتيح ذلك تقليل الانبعاثات في الفترة ٢٠١٠–٢٠٢٠ إلى أدنى من مستويات عام ٢٠٠٠. وينطوي تحقيق هذه التخفيضات على تكاليف تنفيذية إضافية، قد تكون ضخمة في بعض الحالات، والحاجة المحتملة إلى سياسات داعمة مثل السياسات الموصوفة في الفقرة ١٨، والتوسع في أعمال البحث والتطوير، ونقل التكنولوجيا بكفاءة، وتخطي عقبات أخرى (الفقرة ١٧). وتتناول الفقرات ١١ و١٢ و١٣ بالنقاش هذه القضايا إلى جانب التكاليف والفوائد غير المدرجة في هذا التقييم.

الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات) – التقديرات الخاصة بإمكانية الحد من انبعاثات غازات الدفيئة العالمية في عام ٢٠١٠ وعام ٢٠٢٠ (الفصول من ٣–٣ إلى ٣–٨ وتذييل الفصل ٣)

القطاع		الانبعاثات التاريخية في عام ١٩٩٠ (مكافئ ميغاطن كربون/ سنة)	المعدل السنوي التاريخي بمكافئ ميغاطن كربون ١٩٩٠–١٩٩٥ (بالنسبة المئوية)	الحد المحتمل من الانبعاثات في عام ٢٠١٠ (مكافئ ميغاطن كربون/ سنة)	الحد المحتمل من الانبعاثات في عام ٢٠٢٠ (مكافئ ميغاطن كربون/ سنة)	التكاليف المباشرة الصافية لكل طن متجنب من الكربون
البناء (أ)	ثاني أكسيد الكربون فقط	١٦٥٠	١ر٠	٧٠٠–٧٥٠	١٠٠٠–١١٠٠	معظم تخفيضات الانبعاثات متاحة بتكاليف مباشرة صافية سالبة.
النقل	ثاني أكسيد الكربون فقط	١٠٨٠	٢ر٤	١٠٠–٣٠٠	٣٠٠–٧٠٠	تشير معظم الدراسات إلى تكاليف مباشرة صافية أقل من ٢٥ دولاراً أمريكياً/ طن كربون، ولكن توحي دراستان بأن التكلفة المباشرة الصافية ستتجاوز ٥٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون.
الصناعة	ثاني أكسيد الكربون فقط	٢٣٠٠	٠ر٤			
– كفاءة استخدام الطاقة:				٣٠٠–٥٠٠	٧٠٠–٩٠٠	أكثر من النصف متاح بتكاليف مباشرة سالبة صافية.
– كفاءة استخدام المواد:				~ ٢٠٠	~ ٦٠٠	التكاليف غير يقينية.
الصناعة	غازات غير ثاني أكسيد الكربون	١٧٠		~ ١٠٠	~ ١٠٠	تكاليف الحد من انبعاثات أكسيد النيتروز صفر –١٠ دولارات أمريكية مكافئ طن كربون
الزراعة (ب)	ثاني أكسيد الكربون فقط غازات غير ثاني أكسيد الكربون	٢١٠ ١٢٥٠–٢٨٠٠	لا يوجد	١٥٠–٣٠٠	٣٥٠–٧٥٠	تكلفة معظم تخفيضات الانبعاثات صفر –١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون مع فرص محدودة لخيارات تكلفة مباشرة صافية سالبة.
النفايات (ب)	الميثان فقط غازات غير ثاني أكسيد الكربون	٢٤٠	١ر٠	~ ٢٠٠	~ ٢٠٠	٧٥٪ تقريباً من الوفورات في شكل استخراج الميثان من مقالب القمامة بتكلفة مباشرة سالبة صافية، و٢٥٪ إضافية بتكلفة ٢٠ دولاراً أمريكياً/ مكافئ طن كربون.
تطبيقات الإحلال في إطار بروتوكول مونتريال	ثاني أكسيد الكربون فقط	صفر	لا يوجد	١٠٠ ~	لا يوجد	نحو نصف تخفيضات الانبعاثات ناجم عن اختلاف بين قيم مستوى الدراسة الأساسي وقيم المستوى الأساسي في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات. والنصف المتبقي متاح بتكاليف مباشرة صافية أقل من ٢٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون.
إمدادات الطاقة وتحويل الطاقة (ج)		(١٦٢٠)	١ر٥	٥٠–١٥٠	٣٥٠–٧٠٠	توجد خيارات محدودة لتكلفة مباشرة سالبة صافية، وهناك خيارات كثيرة متاحة لتكلفة أقل من ١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون.
المجموع		٦٩٠٠–٨٤٠٠(د)		١٩٠٠–٢٦٠٠ (هـ)	٣٦٠٠–٥٠٥٠ (هـ)	

(أ) يشمل قطاع البناء أدوات البناء والمباني وهياكل الأبنية.

(ب) يرجع النطاق الخاص بقطاع الزراعة أساساً لعدم اليقين الواسع بشأن الميثان وأكسيد النيتروز وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالتربة. ويغلب الميثان المنبعث من مقالب القمامة على النفايات، ويمكن إعداد تقديرات القطاعات الأخرى بمزيد من الدقة لهيمنة ثاني أكسيد الكربون الناتج عن الوقود الأحفوري عليها.

(ج) مدرجة في القيم القطاعية الواردة أعلاه. وتشمل التخفيضات خيارات توليد الكهرباء فقط (تحويل الوقود إلى غاز/ وقود نووي، واحتجاز ثاني أكسيد الكربون، وتخزينه، وتحسين كفاءة محطات توليد القدرة الكهربائية، ومصادر الطاقة المتجددة).

(د) يشمل المجموع كل القطاعات المستعرضة في الفصل ٣ بالنسبة إلى جميع الغازات الستة. ويستبعد مصادر ثاني أكسيد الكربون غير المتصلة بالطاقة (إنتاج الأسمنت، ١٦٠ ميغاطن كربون؛ وحرق الغازات، ٦٠ ميغاطن كربون؛ وتغيير استخدام الأراضي، ٦٠٠–١٤٠٠ ميغاطن كربون) والطاقة المستخدمة في تحويل الوقود في المجاميع الخاصة بقطاع الاستخدام النهائي (٦٣٠ ميغاطن كربون). وإذا أضيف تكرير البترول وغاز أفران فحم الكوك تزيد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية لعام ١٩٩٠ البالغة ٧١٠٠ ميغاطن كربون بنسبة ١٢٪ ويلاحظ عدم إدراج خيارات تخفيف الانبعاثات من قطاع الحراجة ومصارف كربونها.

(هـ) تقدر سيناريوهات المستوى الأساسي الواردة في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات (لستة غازات مدرجة في بروتوكول كيوتو) نطاق انبعاثات مقداره ٥٠٠ ١١–٠٠٠ ١٤ مكافئ ميغاطن كربون لعام ٢٠١٠، ٠٠٠ ١٢–٠٠٠ ١٦ مكافئ ميغاطن كربون لعام ٢٠٢٠. والتقديرات الخاصة بتخفيض الانبعاثات متوافقة إلى أبعد حد مع اتجاهات الانبعاثات الخاصة بالمستوى الأساسي في السيناريو B2 (التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات). وتراعى في التخفيضات المحتملة في الانبعاثات الدورة المنتظمة للطاقة الرأسمالية. وهي لا تقتصر على الخيارات ذات المردودية ولكنها تستبعد الخيارات التي تزيد تكلفتها على ١٠٠ دولار أمريكي/ مكافئ طن كربون (باستثناء غازات بروتوكول مونتريال) أو الخيارات التي لن تعتمد من خلال اتباع السياسات المقبولة بوجه عام.

ولمختلف الدراسات العالمية والإقليمية والوطنية والقطاعية ودراسات المشاريع المشمولة بالتقييم في هذا التقرير نطاقات وفروض شتى. ولا توجد دراسات لكل قطاع وكل إقليم تحديداً. ويجسد تفاوت تخفيضات الانبعاثات المعروض في الجدول ١ (ملخص لواضعي السياسات) جوانب عدم اليقين في الدراسات الأساسية المعتمد عليها في تقدير هذه التخفيضات (الأقسام من ٣-٣ إلى ٣-٨).

٨- وتتيح الغابات والأراضي الزراعية وغيرها من النظم الإيكولوجية الأرضية إمكانية كبيرة لتخفيف انبعاثات الكربون. وقد يتيح الحفظ وتنحية أيونات الكربون، على الرغم من أنهما ليسا بالضرورة دائمين، وضع وتنفيذ المزيد من السيناريوهات. ويمكن أن يحدث التخفيف البيولوجي بثلاث استراتيجيات: (أ) حفظ مستجمعات الكربون الموجودة، (ب) تنحية الأيونات بزيادة حجم مستجمعات الكربون، (ج) الاستعاضة عن المنتجات البيولوجية المستدامة الإنتاج مثل الأخشاب المستخدمة في إنتاج منتجات البناء الكثيفة الاستهلاك للطاقة، والكتلة الأحيائية اللازمة لإنتاج الوقود الأحفوري (القسمان ٣-٦ و٤-٣). وقد يساعد حفظ مستجمعات الكربون المهددة على تجنب إطلاق الانبعاثات إذا تسنى منع التسرب، ولا يمكن أن يصبح الحفظ مستداماً إلا إذا أمكن التصدي للدوافع الاجتماعية الاقتصادية لإزالة الغابات وغير ذلك من الخسائر في مستجمعات الكربون. وتعكس تنحية الأيونات الديناميات البيولوجية للنمو، وكثيراً ما تبدأ ببطء ثم تبلغ ذروتها وعندئذ تنخفض خلال فترة تتراوح بين عقود وقرون.

ويؤدي الحفظ وتنحية الأيونات إلى ازدياد مخزونات الكربون ولكن يمكن أن يؤديا إلى ازدياد انبعاثات الكربون في المستقبل إذا حدث اضطراب شديد في النظم الإيكولوجية نتيجة اضطرابات طبيعية أو اضطرابات مباشرة/ غير مباشرة مستحثة من الإنسان. وعلى الرغم من أن الاضطرابات الطبيعية تليها عادة إعادة تنحية الأيونات فإن من الممكن أن تؤدي الأنشطة الرامية إلى معالجة هذه الاضطرابات دوراً هاماً في الحد من انبعاثات الكربون. ويمكن مبدئياً أن تستمر الفوائد المترتبة على الاستعاضة لأجل غير مسمى. وقد تزيد الإدارة الملائمة للأراضي من أجل إنتاج المحاصيل والأخشاب وإنتاج الطاقة الأحيائية المستدامة الفوائد المتعلقة بتخفيف آثار تغير المناخ. ومع مراعاة التنافس على استخدام الأراضي، وتقييمات تقرير التقييم الثاني والتقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة تكون الإمكانية العالمية المقدرة لخيارات التخفيف البيولوجي في حدود ١٠٠ جيغاطن كربون (تراكمي)، على الرغم من أن هناك قدراً كبيراً من عدم اليقين يكتنف هذه التقديرات، بحلول عام ٢٠٥٠ وهو ما يعادل نحو ١٠-٢٠٪ من انبعاثات الوقود الأحفوري المحتملة خلال تلك الفترة. ويتوقف تحقيق هذه الإمكانيات على توافر الأراضي والمياه ومعدلات اعتماد مختلف ممارسات إدارة الأراضي. وتوجد أكبر إمكانية بيولوجية لتخفيف تركيزات الكربون في الغلاف الجوي في المناطق شبه المدارية والمدارية. وتتفاوت إلى حد بعيد تقديرات التكلفة المبلغة حتى الآن فيما يتعلق بالتخفيف البيولوجي حيث تتراوح بين ٢٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون و١٠٠ دولار أمريكي/ طن كربون في البلدان غير المدارية. ولم تتشابه أساليب التحليل المالي ومحاسبة الكربون. وبالإضافة إلى ذلك لا تشمل حسابات التكلفة، في حالات عديدة، جملة أمور من بينها تكاليف البنية الأساسية والخصم المناسب والمراقبة وجمع البيانات والتكاليف التنفيذية وتكاليف الفرص البديلة فيما يتصل بالأراضي والصيانة أو أية تكاليف متكررة، والتي كثيراً ما تُستبعد أو تغفل. وتميل النهاية الدنيا في النطاق إلى أسفل ولكن مع تحسن فهم التكاليف ومعاملتها بمرور الوقت. وقد تترتب على خيارات التخفيف البيولوجي هذه فوائد اجتماعية وبيئية تتجاوز الحد من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، إذا ما نُفذت تنفيذاً سليماً. (مثل التنوع الأحيائي، وحماية مستجمعات المياه، وتعزيز الإدارة المستدامة للأراضي، وفرص العمل في الريف). بيد أن هذه الخيارات إذا نُفذت تنفيذاً غير سليم قد تنطوي على خطر حدوث تأثيرات سلبية (مثل فقدان التنوع الأحيائي والتفكك المجتمعي وتلوث المياه الجوفية). وقد تقلل خيارات التخفيف البيولوجي أو تزيد انبعاثات غير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (القسمان ٤-٣ و٤-٤).

٩- وليس هناك مسار يؤدي وحده إلى انخفاض الانبعاثات في المستقبل، وسيكون على البلدان والأقاليم أن تختار مسارها الخاص. وتشير معظم النتائج النموذجية إلى أن الخيارات التكنولوجية المعروفة[٨] يمكن أن تحقق مجموعة منوعة من مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، مثل

(٨) يُقصد بتعبير "الخيارات التكنولوجية المعروفة" التكنولوجيات الموجودة اليوم في مرحلة التنفيذ أو في مرحلة الوحدة التجريبية، كما هو مشار إليه في سيناريوهات التخفيف الواردة في هذا التقرير. ولا يشمل أية تكنولوجيات جديدة تستلزم طفرات تكنولوجية هائلة. وبهذه الطريقة يمكن اعتباره تقديراً تقليدياً يبحث طول مدة السيناريو.

٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم أو ٤٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم أو أقل خلال المائة سنة القادمة أو أكثر، لكن تنفيذها سيتطلب تغييرات اجتماعية اقتصادية ومؤسسية مرتبطة بها. ولتحقيق التثبيت عند هذه المستويات يوحي السيناريو بأن من الضروري إجراء تخفيض كبير في انبعاثات الكربون العالمية عن مستويات عام ١٩٩٠ لكل وحدة من وحدات الناتج المحلي الإجمالي. ولتحسين التكنولوجيا ونقلها دور حيوي في سيناريوهات التثبيت المقيَّمة في هذا التقرير. وبالنسبة إلى قطاع الطاقة البالغ الأهمية يتسم جل سيناريوهات تخفيف وتثبيت انبعاثات غازات الدفيئة بإدخال تكنولوجيات فعالة لاستعمال الطاقة والإمداد بها، وإدخال الطاقة القليلة أو العديمة الإطلاق للكربون. كما أن خيارات الحد من انبعاثات المصادر غير المولدة للطاقة وغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون ستتيح إمكانيات كبيرة لتقليل الانبعاثات. وسيوسع نقل التكنولوجيات فيما بين البلدان والأقاليم نطاق انتقاء الخيارات على مستوى وفورات الحجم، كما أن التعلم سيقلل تكاليف اعتمادها (الأقسام ٢-٣-٢ و٢-٤ و٢-٥).

١٠- ويمكن للتعلم والابتكار الاجتماعيين، والتغييرات في الهيكل المؤسسي، المساهمة في تخفيف آثار تغير المناخ. وقد تكون للتغيرات في القواعد الجماعية والسلوك الفردي آثار هامة في انبعاثات غازات الدفيئة، ولكنها تحدث في إطار مؤسسي وتنظيمي وقانوني معقد. وتوحي دراسات عدة بأن نظام الحوافز الحالية يمكن أن يشجع أنماط الإنتاج والاستهلاك التي تستهلك الموارد بكثافة والتي تزيد انبعاثات غازات الدفيئة في جميع القطاعات، مثل قطاعي النقل والإسكان. وفي الأجل القصير ستتاح فرص للتأثير من خلال الابتكارات الاجتماعية والسلوك الفردي والمؤسسي. أما في الأجل الطويل فقد تزيد هذه الابتكارات، إلى جانب التغير التكنولوجي، تعزيز الإمكانيات الاجتماعية الاقتصادية، ولاسيما إذا تحولت الأفضليات والمعايير الثقافية نحو سلوك أقل إطلاقاً للانبعاثات يتسم بالاستدامة. وقد تلقى هذه الابتكارات مقاومة قد يمكن التصدي لها بتشجيع زيادة مشاركة الجمهور في عمليات اتخاذ القرار. ويمكن أن يساعد هذا على وضع نُهج جديدة لتحقيق الاستدامة والإنصاف (الأقسام ١-٤-٣ و٥-٣-٨ و١٠-٣-٢ و١٠-٣-٤).

١١- وتختلف تقديرات التكلفة بسبب (١) كيفية قياس مستوى الرفاه، (٢) نطاق ومنهجية التحليل، (٣) الفرضيات الأساسية التي يتضمنها التحليل. ونتيجة لذلك قد لا تجسد التكاليف والفوائد المقدرة التكاليف والفوائد الحالية لتنفيذ إجراءات التخفيف. وفيما يتعلق بالسببين (١) و(٢) تعتمد تقديرات التكاليف والفوائد، ضمن جملة أمور، على إعادة تدوير الإيرادات وعلى ما إذا كانت الأمور التالية مأخوذة في الاعتبار، وكيفية ذلك: تكاليف التنفيذ والمعاملات، والتأثيرات التوزعية، والغازات المتعددة، وخيارات تغيير استخدام الأراضي،

التكاليف والفوائد الإضافية[٩] المترتبة على إجراءات التخفيف

الإطار ٢: أساليب تقدير التكاليف والفوائد وما يكتنفها من عدم اليقين

لمجموعة متنوعة من العوامل تكتنف الاختلافات وأوجه عدم اليقين تقديرات كمية محددة للتكاليف والفوائد المترتبة على خيارات التخفيف. وقد وصف تقرير التقييم الثاني فئتين من الأساليب المتبعة لتقدير التكاليف والفوائد: الأسلوب الشامل المنطلق من تقييمات تكنولوجيات وقطاعات محددة مثل التكنولوجيات والقطاعات الواردة في الفقرة ٧؛ وأسلوب دراسات النمذجة التامة، المنطلق من علاقات الاقتصاد الكلي مثل العلاقات المذكورة في الفقرة ١٣. وهذان الأسلوبان يفضيان إلى اختلافات في تقديرات التكاليف والفوائد، ضاقت فجوتها منذ تقدير التقييم الثاني. وحتى إذا حُلت هذه الاختلافات فستبقى أوجه أخرى من عدم اليقين. ويمكن تقييم التأثير المحتمل لعدم اليقين هذا تقييماً مفيداً عن طريق دراسة أثر التغير في أي افتراض معين على النتائج الخاصة بالتكلفة الإجمالية، على أن يتم تناول أي ارتباط بين المتغيرات تناولاً ملائماً.

(٩) الفوائد الإضافية هي الآثار الإضافية أو الجانبية المترتبة على السياسات الرامية فحسب إلى تخفيف آثار تغير المناخ. ولا يقتصر تأثير هذه السياسات على انبعاثات غازات الدفيئة وإنما يشمل أيضاً كفاءة استخدام الموارد، مثل الحد من انبعاثات ملوثات الهواء المحلية والإقليمية المرتبطة باستعمال الوقود الأحفوري، وقضايا مثل النقل والزراعة وممارسات استخدام الأراضي والتوظيف وتأمين الوقود. ويشار أحياناً إلى هذه الفوائد باعتبارها "تأثيرات إضافية" لكي تبين أن الفوائد يمكن أن تكون سلبية في بعض الحالات.

وفوائد تغير المناخ المتجنب، والفوائد الإضافية، والفرص التي لا يُندم عليها(١٠)، وتقييم العوامل الخارجية والتأثيرات غير السوقية. وتشمل الفرضيات فيما تشمل ما يلي:

- التغير الديمغرافي ومعدل وهيكل النمو الاقتصادي، والزيادات في تنقل الأشخاص، والابتكار التكنولوجي مثل تحسين كفاءة الطاقة وتوافر مصادر طاقة قليلة التكلفة، ومرونة الاستثمارات الرأسمالية وأسواق العمل، والاختلالات المالية في سيناريو (المستوى الأساسي) الذي يفترض عدم اتباع سياسات.
- مستوى وتوقيت هدف التخفيف.
- الفرضيات المتعلقة بتدابير التنفيذ، مثل مدى الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وآلية التنمية النظيفة، والتنفيذ المشترك، والتنظيم والاتفاقات الطوعية(١١)، وتكاليف المعاملات المرتبطة بذلك.
- أسعار الخصم: النطاقات الزمنية الطويلة التي تجعل فرضيات الخصم حاسمة، ولم يُتوصل بعد إلى توافق آراء بشأن الأسعار الملائمة في الأجل الطويل على الرغم من أن الكتابات تبدي اهتماماً متزايداً بالأسعار التي تنخفض بمرور الوقت ومن ثم ترجح الفوائد التي تحدث في الأجل الطويل. وينبغي تمييز أسعار الخصم هذه عن الأسعار الأعلى التي يطبقها عادة الوكلاء من القطاع الخاص في المعاملات السوقية.(الأقسام ٧–٢ و٧–٣ و٨–٢–١ و٨–٢–٢ و٩–٤)

١٢– ويمكن الحد من بعض مصادر انبعاثات غازات الدفيئة بلا تكاليف اجتماعية صافية أو بتكلفة اجتماعية صافية قليلة إلى الحد الذي يتيح استفادة السياسات من الفرص التي لا يُندم عليها (القسمان ٧–٣–٤ و٩–٢–١):

- عيوب السوق. يمكن، مقارنة بالممارسة الحالية، تقليل تكاليف القطاع الخاص عن طريق الحد من مواطن القصور السوقية والمؤسسية وسائر العقبات التي تحول دون اعتماد تدابير ذات مردودية للحد من الانبعاثات.
- الفوائد الإضافية. ستكون لتدابير تخفيف آثار تغير المناخ تأثيرات في أمور مجتمعية أخرى. فعلى سبيل المثال سيؤدي الحد من انبعاثات الكربون، في كثير من الحالات، إلى الحد في الوقت نفسه من تلوث الهواء على الصعيدين المحلي والإقليمي. ويُحتمل أن يكون لاستراتيجيات التخفيف أثر أيضاً في قطاعي النقل والزراعة، وممارسات استخدام الأراضي، وإدارة النفايات؛ كما سيكون لها تأثير في مسائل أخرى موضع قلق فيما يتعلق بالمجتمع مثل التوظيف وتأمين الطاقة. بيد أن الآثار لن تكون كلها آثاراً إيجابية؛ فانتقاء السياسات وتصميمها بعناية يمكن أن يضمنا بصورة أفضل حدوث آثار إيجابية وأن يقلل التأثيرات السلبية إلى أدنى حد. وفي بعض الحالات قد يكون حجم الفوائد الإضافية المترتبة على التخفيف معادلاً لتكاليف تدابير التخفيف مما يزيد من احتمالية عدم الندم على الرغم من صعوبة إعداد التقديرات واتساع نطاق تفاوتها (الأقسام ٧–٣–٣ و٨–٢–٤ و٩–٢–٢ و٩–٢–٨ و٩–٢–١٠).
- العائدات المضاعفة. تُدر الوسائل المتبعة (مثل الضرائب والرخص المبيعة) إيرادات على الحكومات. وهذه الإيرادات إذا استُخدمت في تمويل خفض الضرائب المحدثة للاختلالات والمفروضة حالياً ("إعادة تدوير الإيرادات") فإنها تقلل التكلفة الاقتصادية للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. ويعتمد حجم هذا التعويض على الهيكل الضريبي القائم ونوع التخفيضات الضريبية وظروف سوق العمل وطريقة إعادة التدوير. وفي ظل بعض الأحوال قد تفوق الفوائد الاقتصادية تكاليف التخفيف (الأقسام ٧–٣–٣ و٨–٢–٢ و٩–٢–١).

١٣– وتتفاوت تقديرات تكاليف بلدان المرفق باء لبروتوكول كيوتو فيما بين الدراسات والمناطق كما هو مشار إليه في الفقرة ١١، وتعتمد اعتماداً شديداً على الفرضيات المتعلقة باتباع آليات كيوتو وتفاعلاتها مع التدابير المحلية. والغالبية العظمى من الدراسات التي تتناول وتقارن هذه التكاليف هي نماذج دولية للطاقة الاقتصاد. ويشير تسع من هذه الدراسات إلى التأثيرات

(١٠) تُعرَّف الفرص التي لا يُندم عليها في هذا التقرير، وكذلك في تقرير التقييم الثاني، بأنها الخيارات التي فوائدها، مثل انخفاض تكاليف الطاقة وانخفاض انبعاثات الملوثات المحلية/ الإقليمية، تعادل أو تفوق تكاليفها بالنسبة للمجتمع، باستثناء فوائد تغير المناخ المتجنب. وهي تُعرَّف أيضاً بأنها خيارات ذات تكلفة سالبة. والفرص التي لا يُندم عليها ممثلة بالفجوة بين إمكانيات السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية في الشكل ٤ (ملخص لواضعي السياسات).

(١١) الاتفاق الطوعي هو اتفاق بين سلطة حكومية وطرف خاص أو أكثر، كما أنه التزام من جانب واحد، تعترف به سلطة عامة، بتحقيق غايات بيئية أو بتحسين الأداء البيئي على نحو يتجاوز مجرد الامتثال.

التالية في الناتج المحلي الإجمالي[١٢] (الأقسام ٧-٣-٥ و٨-٣-١ و٩-٢-٣ و١٠-٤-٤):

بلدان المرفق الثاني[١٣]: في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات بين بلدان المرفق باء[١٤] تبين معظم الدراسات العالمية انخفاضاً يتراوح تقريباً بين ٢ر٠٪ و٢٪ في الناتج المحلي الإجمالي المتوقع فيما يخص مختلف مناطق بلدان المرفق الثاني. ويتراوح الانخفاض المتوقع في الناتج المحلي الإجمالي المقدر بين ١ر٠٪ و١ر١٪ في عام ٢٠١٠ في حالة الاتجار في جميع رخص إطلاق الانبعاثات فيما بين بلدان المرفق باء[١٥]. وتتضمن هذه الدراسات مجموعة كبيرة من الفرضيات كما هو مبين في الفقرة ١١. وتفترض النماذج التي وردت فيها تلك النتائج الاستفادة التامة من الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات دون تكاليف للمعاملات. وتفترض النتائج الخاصة بالحالات التي لا تتيح اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات الاتجار الكامل على المستوى المحلي داخل كل منطقة من المناطق. ولا تشمل النماذج مصارف الكربون ولا غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون. كما أنها لا تشمل آلية التنمية النظيفة ولا خيارات التكلفة السالبة ولا الفوائد الإضافية ولا إعادة تدوير الإيرادات المستهدفة.

وبالنسبة إلى كل المناطق تتأثر التكاليف بالعوامل التالية:

- القيود على اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، وارتفاع تكاليف المعاملات في تنفيذ الآليات، وعدم كفاءة التنفيذ المحلي هي أمور يمكن أن تزيد التكاليف.
- إدراج الإمكانيات التي لا يُندم عليها[١٠] والمحددة في الفقرة ١٢، واستخدام آلية التنمية النظيفة ومصارف الكربون، وإدراج غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون هي أمور يمكن أن تقلل التكاليف. ويمكن أن تتفاوت التكاليف من بلد إلى آخر تفاوتاً أوسع نطاقاً.

وتبين النماذج أن آليات كيوتو هامة في مكافحة مخاطر ارتفاع التكاليف في بلدان معينة، وبهذا يمكن أن تكمل آليات السياسات المحلية. ويمكن بالمثل أن تقلل آليات كيوتو إلى أقصى حد من مخاطر التأثيرات الدولية المجحفة وتساعد على تحديد مستوى التكلفة الحدية. وتبين دراسات النمذجة العالمية المعروضة فيما تقدم أن التكاليف الحدية الوطنية الناتجة عن تحقيق أهداف كيوتو تتراوح بين ٢٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون و٦٠٠ دولار أمريكي/ طن كربون تقريباً في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وتتراوح بين ١٥ دولاراً أمريكياً/ طن كربون و١٥٠ دولاراً أمريكياً/ طن كربون تقريباً في حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات. وقد يعتمد تقليل التكاليف نتيجة اتباع هذه الآليات على تفاصيل التنفيذ، بما في ذلك توافق الآليات والقيود وتكاليف المعاملات المحلية والدولية.

الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية: وبالنسبة إلى معظم هذه البلدان تتراوح الآثار المترتبة في الناتج المحلي الإجمالي بين زيادة لا تُذكر وزيادة مقدارها عدة نقاط مئوية. ويتضح من ذلك أن فرص تحسين كفاءة استخدام الطاقة غير متاحة لبلدان المرفق الثاني. وفي ظل الفرضيات الخاصة بالتحسين الهائل لكفاءة استخدام الطاقة و/ أو حالات الركود الاقتصادي المستمر في بعض البلدان قد تتجاوز الكميات المخصصة من الانبعاثات الانبعاثات المقدرة في فترة الالتزام الأولى. وتبين النماذج في هذه الحالة زيادة في الناتج المحلي الإجمالي نتيجة الإيرادات المتحققة من الاتجار في الكميات المخصصة. بيد أنه بالنسبة إلى بعض الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية سيكون لتنفيذ بروتوكول كيوتو أثر في الناتج المحلي الإجمالي مماثل للأثر المترتب بالنسبة لبلدان المرفق الثاني.

---

(١٢) تعطي دراسات أخرى عديدة، تدمج على نحو أدق الخصائص القطرية وتنوع السياسات المستهدفة، مجموعة أكبر من تقديرات التكلفة الصافية (القسم ٨-٢-٢).

(١٣) بلدان المرفق الثاني: هي مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)، بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي .(OECD)

(١٤) بلدان المرفق باء: هي مجموعة البلدان المدرجة في المرفق باء ببروتوكول كيوتو والتي وافقت على هدف لانبعاثات غازات الدفيئة الصادرة منها، بما فيها بلدان المرفق الأول (بصيغته المعدلة عام ١٩٩٨) باستثناء تركيا وبيلاروس.

(١٥) يمكن استعمال مقاييس عديدة لعرض التكاليف. فعلى سبيل المثال إذا كانت التكاليف السنوية التي تتحملها البلدان المتقدمة وترتبط بتحقيق أهداف كيوتو في حالة اتجار جميع بلدان المرفق باء في حدود ٥ر٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي فإن هذا يمثل ١٢٥ بليون (١٠٠٠ مليون) دولار أمريكي في السنة أو ١٢٥ دولاراً أمريكياً لكل شخص بحلول عام ٢٠١٠ في بلدان المرفق الثاني (فرضيات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات). ويعادل هذا تأثيراً في معدلات النمو الاقتصادي على مدى عشر سنوات مقداره أقل من ١ر٠٪ سنوياً.

١٤- وتقدر دراسات المردودية البالغ نطاقها قرناً من الزمان أن تكاليف تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تزيد بانخفاض مستوى التركيزات ويمكن أن يكون للمستويات الأساسية المختلفة تأثير قوي في التكاليف المطلقة. وعلى الرغم من زيادة طفيفة في التكاليف عند الانتقال من مستوى التركيز ٧٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم إلى مستوى التركيز ٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم فإن هناك زيادة أكبر في التكاليف عند الانتقال من مستوى ٥٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم إلى مستوى ٤٥٠ جزءاً في المليون من حيث الحجم إن لم تكن الانبعاثات منخفضة جداً في سيناريو المستوى الأساسي. ولكن هذه النتائج لا تشمل تنحية أيونات الكربون، ولا غازات أخرى غير ثاني أكسيد الكربون، ولا تبحث الأثر الممكن أن يترتب على تحديد أهداف أكثر طموحاً في التغير التكنولوجي المستحث[١٦]. وتعتمد التكاليف المرتبطة بكل مستوى من مستويات التركيز على عوامل عديدة منها سعر الخصم، والتوزيع الزمني للحد من الانبعاثات، والسياسات والتدابير المتبعة، وخصوصاً اختيار سيناريو المستوى الأساسي: على سبيل المثال فيما يتعلق بالسيناريوهات التي تتسم بالتركيز على التنمية المستدامة المحلية والإقليمية تقل كثيراً التكاليف الإجمالية للتثبيت عند مستوى معين عنها في السيناريوهات الأخرى[١٧] (الأقسام ٢-٥-٢ و٨-٤-١ و١٠-٤-٦).

١٥- ومع بذل أي جهد لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة تتوزع التكاليف والفوائد على القطاعات توزعاً غير متساو، ويمكن بدرجات متفاوتة تقليل تكاليف التخفيف باتباع سياسات ملائمة. ومن الأيسر، عموماً، تحديد الأنشطة التي تتحمل تكاليف اقتصادية مقارنة بالأنشطة التي قد تجني فوائد، كما أن التكاليف الاقتصادية أكثر مباشرة وتركيزاً وتأكيداً. ومع اتباع سياسات التخفيف يُرجح أن يتضرر اقتصادياً إنتاج الفحم وربما النفط والغاز وبعض القطاعات الكثيفة الاستهلاك للطاقة. ويمكن توقع استفادة صناعات أخرى منها الصناعات والخدمات المعتمدة على الطاقة المتجددة في الأجل الطويل نتيجة التغيرات في الأسعار، وتوافر الموارد المالية وغيرها من الموارد التي سيكون قد جرى من ناحية أخرى تخصيصها للصناعات الكثيفة الإطلاق للكربون. وقد تؤدي سياسات مثل إلغاء دعم الوقود الأحفوري إلى زيادة الفوائد المجتمعية الإجمالية من خلال تحقيق مكاسب في الكفاءة الاقتصادية مع إمكان توقع تقليل آليات كيوتو من التكلفة الاقتصادية الصافية لبلوغ أهداف المرفق باء. وهناك أنواع أخرى من السياسات، كالسياسات التي تقدم إعفاءات للصناعات الكثيفة الإطلاق للكربون، تعيد توزيع التكاليف ولكنها تزيد التكلفة المجتمعية الإجمالية في الوقت ذاته. ويبين معظم الدراسات أن الآثار التوزعية لضريبة الكربون قد تلحق آثاراً سلبية بدخل المجموعات المنخفضة الدخل ما لم تُستخدم العائدات الضريبية استخداماً مباشراً أو غير مباشر في تعويض هذه الآثار (القسم ٩-٢-١).

١٦- ويُحتمل أن تكون للقيود المفروضة على الانبعاثات في بلدان المرفق الأول آثار راسخة تماماً وإن كانت آثاراً متفاوتة[١٨] زغير مباشرةس في البلدان غير الواردة في المرفق الأول. (القسمان ٨-٣-٢ و٩-٣).

البلدان المصدرة للنفط غير الواردة في المرفق الأول: تعطي التحليلات تكاليف متفاوتة، بما في ذلك، ضمن أمور أخرى، انخفاض الناتج المحلي الإجمالي المتوقع وانخفاض عائدات النفط المتوقعة[١٩]. وتبين الدراسة التي تعطي أقل التكاليف انخفاضاً قدره ٢ر.٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وأقل من ٠٥ر٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع في حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، في سنة ٢٠١٠[٢٠]. وتشير

(١٦) التغير التكنولوجي المستحث هو مجال بحثي مستجد. ولم يعط أي من الكتابات التي استُعرضت في تقرير التقييم الثالث بشأن العلاقة بين النطاق القرني لتركيزات وتكاليف ثاني أكسيد الكربون أية نتائج للنماذج التي تستخدم التغير التكنولوجي المستحث. وتبين النماذج التي تستخدم التغير التكنولوجي المستحث، في بعض الظروف، أن التركيزات على نطاق قرن من الزمان يمكن أن تتفاوت مع زيادة مماثلة في الناتج المحلي الإجمالي ولكن في ظل نظم سياسات مختلفة (القسم ٨-٤-١-٤).

(١٧) انظر الشكل ١ (ملخص لواضعي السياسات) فيما يخص تأثير السيناريوهات المرجعية في حجم جهود التخفيف اللازمة لبلوغ مستوى معين للتثبيت.

(١٨) تشتمل الآثار غير المباشرة الآثار الاقتصادية فحسب دون الآثار البيئية.

(١٩) ترد في الجدول ٩-٤ من التقرير الأساسي تفاصيل ست دراسات جرى استعراضها.

(٢٠) يمكن التعبير عن هذه التكاليف المقدرة باعتبارها فروقاً في معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٠. وينخفض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بمقدار ٠٢ر٠ في المائة سنوياً في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، وفي حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات ينخفض معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بمقدار ٠٠٥ر٠٪ سنوياً.

الدراسة التي تعطي أعلى تكاليف انخفاض عائدات النفط المتوقعة إلى نسبة ٢٥٪ في حالة عدم الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات، و١٣٪ في حالة اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، في سنة ٢٠١٠. ولا تضع هذه الدراسات في الحسبان سياسات وتدابير[٢١]، غير اتجار بلدان المرفق باء في رخص إطلاق الانبعاثات، يمكن أن تقلل التأثير في البلدان المصدرة للنفط غير الواردة في المرفق الأول، ولهذا فهي تنزع إلى المبالغة في التكاليف التي تتحملها هذه البلدان والتكاليف الإجمالية.

ويمكن زيادة الحد من الآثار الواقعة على هذه البلدان عن طريق إلغاء دعم الوقود الأحفوري وإعادة هيكلة ضرائب الطاقة حسب محتوى الكربون، وزيادة استعمال الغاز الطبيعي، وتنويع اقتصادات البلدان المصدرة للنفط غير الواردة في المرفق الأول.

- البلدان الأخرى غير الواردة في المرفق الأول: قد تتأثر سلباً بانخفاض الطلب على صادراتها إلى دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، وبزيادة أسعار المنتجات الكثيفة الاستهلاك للكربون وغيرها من المنتجات التي مازالت تستوردها. وقد تستفيد هذه البلدان من انخفاض أسعار الوقود وزيادة صادرات المنتجات الكثيفة الاستهلاك للكربون ونقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئياً. وتعتمد المحصلة النهائية لبلد ما على العامل المهيمن من هذه العوامل. وبسبب التعقيدات يظل تصنيف الرابحين والخاسرين تصنيفاً غير يقيني.
- تسرب الكربون[٢٢] : قد يؤدي النقل المحتمل لبعض الصناعات الكثيفة الإطلاق للكربون إلى البلدان غير الواردة في (المرفق الأول)، واتساع التأثيرات في التدفقات التجارية استجابة لتغير الأسعار، إلى تسرب في حدود ٥–٢٠٪ (القسم ٨–٣–٢–٢). والإعفاءات التي تحصل عليها الصناعات التي وجد أنها كثيفة الاستهلاك للطاقة، على سبيل المثال، تجعل التقديرات الأعلى في النماذج لتسرب الكربون غير مرجحة، ولكنها ستزيد التكلفة الكلية.

وقد يفضي نقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئياً، غير المشمول في النماذج، إلى انخفاض التسرب وكذلك على وجه الخصوص في الأجل الأطول، إلى أكثر من معادلة تأثير التسرب.

سبل ووسائل التخفيف

١٧– يلزم للنجاح في تنفيذ خيارات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة تخطي العديد من العقبات الفنية والاقتصادية والسياسية والثقافية والاجتماعية والسلوكية و/ أو المؤسسية التي تحول دون الاستفادة التامة من الفرص التكنولوجية والاجتماعية لخيارات التخفيف هذه. وتتفاوت فرص التخفيف المحتملة وأنواع العقبات من إقليم لإقليم ومن قطاع لقطاع وبمرور الوقت. وسبب هذا هو التفاوت الواسع في القدرة على التكيف. فالفقراء في أي بلد لديهم فرص محدودة للتكيف مع التكنولوجيات أو مع التغير في سلوكهم الاجتماعي، ولاسيما إذا لم يكونوا جزءاً من الاقتصاد النقدي؛ وبإمكان معظم البلدان الاستفادة من التمويل الابتكاري والإصلاح المؤسسي وإزالة العقبات التي تعترض التجارة. وفي البلدان الصناعية تكمن الفرص المستقبلية بصفة أساسية في إزالة العقبات الاجتماعية والسلوكية؛ أما في البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية فتكمن هذه الفرص في ترشيد الأسعار؛ وفي البلدان النامية تكمن هذه الفرص في ترشيد الأسعار وزيادة سبل الحصول على البيانات والمعلومات والموارد المالية والتدريب وبناء القدرات. بيد أن فرص أي بلد من البلدان يمكن أن تكمن في إزالة أي عقبتين مجتمعتين فأكثر (الأقسام ١–٥ و٥–٣ و٥–٤).

١٨–ويمكن أن تكون الاستجابات الوطنية لتغير المناخ أشد فعالية إذا نُشرت كمجموعة وسائل خاصة بالسياسات من أجل التقليل أو الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وقد تشمل مجموعة الوسائل الخاصة بالسياسات المناخية الوطنية – حسب الأحوال

(٢١) تشمل هذه السياسات والتدابير: السياسات والتدابير المتعلقة بالغازات غير ثاني أكسيد الكربون، ومصادر جميع الغازات غير المنتجة للطاقة، والمعاوضات من المصارف، وإعادة هيكلة الصناعة (من منتجي الطاقة إلى مقدمي إمداداتها على سبيل المثال)، واستعمال القوة السوقية لمنظمة الدول المصدرة للنفط، واتخاذ إجراءات (من جانب الأطراف في المرفق باء مثلاً) فيما يتعلق بالتمويل والتأمين ونقل التكنولوجيا. وبالإضافة إلى هذا لا تشمل الدراسات نمطياً السياسات والتأثيرات التالية التي يمكن أن تقلل التكلفة الإجمالية للتخفيف: استخدام العائدات الضريبية في تقليل العبء الضريبي أو تمويل تدابير التخفيف الأخرى، والفوائد الإضافية البيئية المترتبة على خفض استعمال الوقود الأحفوري، والتغير التكنولوجي المستحث من سياسات التخفيف.

(٢٢) يُعرف تسرب الكربون هنا بأنه الزيادة الحادثة في الانبعاثات في البلدان غير الواردة في (المرفق باء) نتيجة تنفيذ الحد من الانبعاثات في بلدان المرفق باء معبراً عنها بنسبة مئوية من الحد من الانبعاثات في بلدان (المرفق باء).

الوطنية – ضرائب الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة، والرخص القابلة للتداول التجاري أو غير القابلة للتداول التجاري، وتقديم و/ أو إزالة الإعانات، ونظم الإيداع/ الاسترداد، ومقاييس التكنولوجيا أو الأداء، وشروط مزيج الطاقة، وحظر المنتجات، والاتفاقات الطوعية، والإنفاق والاستثمار الحكوميين، ودعم البحث والتطوير. وقد تطبق كل حكومة على حدة معايير تقييم مختلفة مما يمكن أن يفضي إلى مجموعات وسائل مختلفة. ولا تعطي الكتابات عموماً أية أفضلية لأي وسيلة معينة خاصة بالسياسات. ويمكن أن تكون الوسائل القائمة على الأسواق ذات مردودية في حالات كثيرة. وتستخدم على نطاق واسع مقاييس كفاءة استخدام الطاقة واللوائح المنظمة للأداء، وقد تكون ذات مردودية في العديد من البلدان وخاصة حيثما كانت القدرة على إدارتها متقدمة. وتُستخدم على نطاق واسع مقاييس كفاءة الطاقة ولوائح تنظيم الأداء، وقد تكون هذه المقاييس واللوائح فعالة في بلدان كثيرة وقد تسبق أحياناً الوسائل القائمة على السوق. وزاد في الآونة الأخيرة تواتر استخدام الاتفاقات الطوعية، والتي قد تسبق اتخاذ تدابير أشد صرامة. ويزداد التشديد على الحملات الإعلامية ووضع العلامات البيئية وتسويق المنتجات غير الضارة بالبيئة، وحدها أو مع إعانات تحفيزية لتوجيه وتشكيل سلوك المستهلكين أو المنتجين. وتعتبر أعمال البحث والتطوير المدعومة من الحكومة أو من القطاع الخاص هامة للتقدم في استعمال ونقل تكنولوجيات التخفيف في الأجل الطويل بما يتجاوز الأسواق أو الإمكانيات الاقتصادية الحالية. (القسم ٦–٢).

١٩– ويمكن تعزيز فعالية تخفيف آثار تغير المناخ عند تكامل السياسات المناخية مع الأهداف غير المناخية لتطوير السياسات الوطنية والقطاعية وتحويلها إلى استراتيجيات انتقالية واسعة النطاق تستهدف تحقيق التغييرات الاجتماعية والتكنولوجية الطويلة الأجل اللازمة لكل من التنمية المستدامة وتخفيف آثار تغير المناخ وتماماً مثلما يمكن أن تحقق السياسات المناخية فوائد إضافية تحسن الرفاه يمكن أن تحقق السياسات غير المناخية فوائد أيضاً. وقد يتسنى الحد بصورة كبيرة من انبعاثات غازات الدفيئة عن طريق العمل على تحقيق الأهداف المناخية من خلال السياسات الاجتماعية الاقتصادية العامة. وفي بلدان كثيرة يمكن أن تتفاوت كثافة الكربون في نظم الطاقة حسب برامج أوسع نطاقاً للسياسات الخاصة بتطوير البنية الأساسية للطاقة وبالتسعير والضرائب. وقد يتيح اعتماد أحدث التكنولوجيات السليمة بيئياً فرصة خاصة للتنمية السليمة بيئياً مع تجنب الأنشطة الكثيفة الإطلاق لانبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن أن يعزز الاهتمام المحدد نقل تلك التكنولوجيات إلى المؤسسات التجارية الصغيرة والمتوسطة الحجم. وعلاوة على هذا فإن وضع الفوائد الإضافية المناخية في الحسبان في الاستراتيجيات الشاملة للتنمية الوطنية يمكن أن يقلل العقبات السياسية والمؤسسية التي تحول دون اتخاذ إجراءات خاصة بالمناخ تحديداً (الأقسام ٢–٢–٣ و٢–٤–٤ و٢–٤–٥ و٢–٥–١ و٢–٥–٢ و١٠–٣–٢ و١٠–٣–٤).

٢٠– وقد تساعد الإجراءات المنسقة بين البلدان والقطاعات على تقليل تكاليف التخفيف، وتتصدى للشواغل التنافسية، وللتعارضات المحتملة مع قواعد التجارة الدولية، وتسرب الكربون. ويمكن لمجموعة بلدان تريد الحد من الانبعاثات الجماعية لغازات الدفيئة الصادرة منها أن تتفق على اتباع وسائل دولية مصممة جيداً. والوسائل المقيّمة في هذا التقرير والتي يحددها بروتوكول كيوتو هي الاتجار في رخص إطلاق الانبعاثات (ET)، والتنفيذ المشترك (JI)، وآلية التنمية النظيفة (CDM)، ومن الوسائل الدولية المقيّمة أيضاً في هذا التقرير الضرائب المنسقة أو المتسقة المفروضة على الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة، وضريبة على الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة، والتكنولوجيات ومقاييس جودة المنتجات، والاتفاقات الطوعية مع الصناعات، والنقل المباشر للموارد المالية والتكنولوجيا، وتنسيق تهيئة بيئات مواتية مثل تخفيض دعم الوقود الأحفوري. وبعض هذه الأمور يوضع في الحسبان بالنسبة إلى بعض المناطق فقط حتى الآن (الأقسام ٦–٣ و٦–٤–٢ و١٠–٢–٧ و١٠–٢–٨).

٢١– وعملية اتخاذ القرارات الخاصة بتغير المناخ هي في الأساس عملية تسلسلية يكتنفها عدم اليقين بوجه عام. وتوحي الكتابات بأن وضع استراتيجية حصيفة للتصدي للمخاطر أمر يتطلب النظر بعناية في العواقب (البيئية والاقتصادية على السواء)، واحتماليتها وموقف المجتمع من المخاطر. وهذا الأخير يُحتمل أن يختلف من بلد لآخر، بل ربما يختلف من جيل لآخر. ومن ثم يؤكد هذا التقرير استنتاج تقرير التقييم الثاني (SAR) أن قيمة تحسين المعلومات عن عمليات وتأثيرات تغير المناخ واستجابات المجتمع لها يحتمل أن تكون قيمة كبيرة. وقد يتعين اتخاذ قرارات بشأن السياسات المناخية، القريبة الأجل، بينما مازال هدف التثبيت يخضع للنقاش. وتقترح الكتابات أن يتخذ بالتدريج قرار يستهدف تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. وسيقتضي هذا أيضاً موازنة المخاطر التي ينطوي عليها اتخاذ إجراءات غير كافية أو مفرطة. وليست المسألة المعنية هي "تحديد أفضل مسار في السنوات المائة القادمة" ولكنها "تحديد أفضل مسار في الأجل القريب نظراً لتغير المناخ الطويل الأجل وما يرتبط به من عدم اليقين" (القسم ١٠–٤–٣).

٢٢- ويؤكد هذا التقرير استنتاج تقرير التقييم الثاني (SAR) أن من شأن الإجراءات المبكرة، بما فيها مجموعة إجراءات لتخفيف الانبعاثات وتطوير التكنولوجيا والحد من عدم اليقين العلمي، أن تزيد المرونة في التقدم نحو تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. ويختلف مزيج الخيارات المنشود باختلاف الزمان والمكان. وتشير دراسات النمذجة الاقتصادية المجراة منذ تقرير التقييم الثاني إلى أن التحول القريب الأجل التدريجي من نظام الطاقة الحالي في العالم إلى نظام اقتصادي أقل إطلاقاً للكربون، يقلل إلى أدنى حد من تكاليف تراجع الطاقة الرأسمالية الموجودة قبل الأوان، كما أنه يتيح الوقت اللازم لتطوير التكنولوجيا، ويتجنب الوقوع مبكراً في أسر الأجيال الأولى من التكنولوجيا القليلة الانبعاثات والآخذة في التطور بسرعة. ومن ناحية أخرى فإن من شأن الإجراءات القريبة الأجل والأسرع أن تقلل المخاطر البيئية المرتبطة بالتغيرات المناخية السريعة.

كما أنها ستحفز سرعة نشر التكنولوجيات الموجودة القليلة الانبعاثات، وتوفر حوافز قريبة الأجل وقوية للتغيرات التكنولوجية في المستقبل والتي يمكن أن تساعد على تجنب الوقوع في أسر التكنولوجيات الكثيفة الإطلاق للكربون، وتتيح إحكام تحديد الأهداف فيما بعد إذا رئي أنها مستصوبة على ضوء الفهم العلمي الآخذ في التطور. (الأقسام ٢-٣-٢ و٢-٥-٢ و٨-٤-١ و١٠-٤-٢ و١٠-٤-٣).

٢٣- وهناك علاقة ترابط ذات محاور ثلاثة بين الفعالية البيئية لنظام دولي ما، ومردودية السياسات المناخية، والإنصاف في الاتفاقات. ومن الممكن تصميم أي نظام دولي بطريقة تزيد كفاءته وإنصافه. وتعرض الكتابات المقيّمة في هذا التقرير بشأن إقامة تحالفات في نظم دولية استراتيجيات مختلفة تدعم تحقيق هذه الغايات، بما في ذلك زيادة التشجيع على الانضمام إلى نظام من خلال التوزيع الملائم للجهود وتقديم الحوافز. وفي حين أن تركيز التحليل والتفاوض ينصب غالباً على تقليل تكاليف النظم فإن الكتابات تسلم أيضاً بأن وضع أي نظام فعال بشأن تغير المناخ يجب أن يولي اهتماماً إلى التنمية المستدامة والقضايا غير الاقتصادية (القسمان ١-٣ و١٠-٢).

الفجوات في المعرفة

٢٤- منذ التقييمات السابقة الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تحقق تقدم في فهم الجوانب العلمية والفنية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية لتخفيف آثار تغير المناخ. بيد أنه يلزم إجراء مزيد من البحوث من أجل تعزيز التقييمات المقبلة والحد من عدم اليقين بقدر الإمكان لكي تتاح معلومات كافية لوضع السياسات فيما يتعلق بالاستجابة لتغير المناخ، بما في ذلك البحوث في البلدان النامية.

وفيما يلي الأولويات العالية لتضييق الفجوات أكثر فأكثر بين المعارف ووضع السياسات في الوقت الحاضر:

- مواصلة استكشاف ما تنطوي عليه خيارات الابتكار التكنولوجي والاجتماعي من إمكانيات إقليمية وقطرية وإمكانيات خاصة بقطاعات محددة. ويشمل هذا البحوث الخاصة بالإمكانيات والتكاليف القصيرة والمتوسطة والطويلة الأجل المتعلقة بثاني أكسيد الكربون وغازات غير ثاني أكسيد الكربون وخيارات التخفيف غير الخاصة بالطاقة، وفهم انتشار التكنولوجيا في مختلف الأقاليم، وتحديد الفرص السانحة في مجال الابتكار الاجتماعي مما يؤدي إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة، والتحليل الشامل لتأثير تدابير التخفيف في تدفقات الكربون داخل وخارج النظام الأرضي، وبعض البحث الأساسي في مجال الهندسة الجيولوجية.
- القضايا الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية المتعلقة بتخفيف آثار تغير المناخ في البلدان النامية. وتشمل المجالات ذات الأولوية: تحليل خيارات وعقبات التخفيف الخاصة بأقاليم معينة، وتأثيرات تقييم الإنصاف، والمنهجيات المناسبة ومصادر البيانات المحسنة الخاصة بتخفيف آثار تغير المناخ، وبناء القدرات في مجال التقييم المتكامل، وتعزيز البحوث والتقييمات المستقبلية، ولاسيما في البلدان النامية.
- منهجيات تحليل إمكانيات خيارات التخفيف وتكاليفها، مع الاهتمام الخاص بإمكانية مقارنة النتائج. وتشمل الأمثلة عقبات التمييز والقياس التي تحول دون اتخاذ إجراءات للحد من انبعاثات غازات الدفيئة؛ وجعل تقنيات نمذجة التخفيف أكثر اتساقاً وقابلية للاستنساخ وأيسر منالاً؛ وتعلم تكنولوجيا النمذجة؛ وتحسين الأدوات التحليلية لتقييم الفوائد الإضافية مثل توزيع تكاليف التخفيض على غازات الدفيئة وسائر الملوثات؛ والتحليل المنتظم لمدى اعتماد التكاليف على فرضيات المستوى الأساسي فيما يتعلق بمختلف سيناريوهات تثبيت غازات الدفيئة؛ ووضع أطر تحليلية للقرارات من أجل التصدي لعدم اليقين والمخاطر الاجتماعية الاقتصادية والإيكولوجية في وضع السياسات المناخية؛ وتحسين

النماذج والدراسات العالمية وفرضياتها واتساقها في معاملة البلدان والمناطق غير الواردة في المرفق الأول، وتقديم تقارير عنها.

- تقييم خيارات تخفيف آثار تغير المناخ في سياق التنمية والاستدامة والإنصاف. وتشمل الأمثلة استكشاف المسارات الخيارية للتنمية، بما فيها أنماط الاستهلاك المستدامة في جميع القطاعات، ومنها قطاع النقل؛ والتحليل المتكامل للتخفيف والتكيف؛ وتحديد فرص التآزر بين السياسات المناخية المحددة والسياسات العامة التي تعزز التنمية؛ ودمج الإنصاف داخل الأجيال وفيما بينها في تحليل تخفيف آثار تغير المناخ؛ وتقييم مدى الإنصاف؛ وتحليل التأثيرات العلمية والفنية والاقتصادية المترتبة على الخيارات في ظل مجموعة منوعة كبيرة من نظم التثبيت.

تغيـر المنـــاخ ٢٠٠١:
التخفيف

ملخص فني

تقرير الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

لقد قبل هذا الملخص إلا أنه لم يوافق عليه بالتفصيل خلال الدورة السادسة للفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (أكرا، غانا – ٢٨/٢ – ٣/٣/٢٠٠١). ويعني "قبول" تقارير الهيئة في دورة للفريق العامل أو الهيئة أن المادة لم تخضع لمناقشات، وموافقة على أساس سطر بسطر. ومع ذلك، يقدم وجهة نظر شاملة وموضوعية ومتوازنة عن الموضوع.

الكتاب الرئيسيون

طارق بنوري (باكستان)، تيري باركر المملكة المتحدة)، إغور باشماكوف (الاتحاد الروسي)، كورنيليس بلوك (هولندا)، جون كرستنسن (الدانمرك)، أوغنليد دافيدسون (سيراليون)، مايكل غروب (المملكة المتحدة)، كريستن هالسناير (الدانمرك)، كاترينس جيبما (ألمانيا)، بيكا كاوبي (فنلندا)، أولي كراتلييا (الاتحاد الروسي)، آلان كروبنيك (الولايات المتحدة)، لامبيرت كوييبرس (هولندا)، سنور كفير ندوك (لنرويج)، أنيل ماركانديا (المملكة المتحدة)، بيرت ميتز (هولندا)، ويليام موماو (الولايات المتحدة)، خوسيه روبرتو موريرا (البرازيل)، تسوينيوكي موريتا (اليابان)، جياشوا بان (الصين)، لين برايس (الولايات المتحدة)، ريتشارد رايشيلز (الولايات المتحدة)، جون روبنسون (كندا)، جايانت جاتاي (الولايات المتحدة)، روب سوارت (هولندا)، كاناكو تاناكا (اليابان)، توميهيرو تانيجوشي (اليابان)، فرينك طوث (ألمانيا)، تيم تايلور (المملكة المتحدة)، جون وايانت (الولايات المتحدة).

محرر الاستعراض:

راجيندرا باتشوري (الهند)

١ – نطاق التقرير

١–١ معلومات أساسية

كُلف الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٩٨، من جانب الجلسة العامة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتقرير التقييم الثالث بتقييم الجوانب العلمية والفنية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية للتخفيف من تغير المناخ. وعلى ذلك، جرى تغيير التفويض الممنوح للفريق العامل من التقييم التخصصي في الغالب للبعدين الاقتصادي والاجتماعي لتغير المناخ (بما في ذلك التكيف) في تقرير التقييم الثاني إلى تقييم متعدد التخصصات لخيارات التحكم في انبعاثات غازات الدفيئة (و/ أو) زيادة مصارفها.

وبعد صدور تقرير التقييم الثاني، استمر إجراء البحوث في مجال التخفيف من تغير المناخ والتي كانت تتأثر جزئيا بالتغييرات السياسية مثل الموافقة على (بروتوكول كيوتو) كملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ لعام ١٩٩٧، وترد هذه البحوث في هذا التقرير. كما يعتمد التقرير على عدد من التقارير الخاصة الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ[(١)]. والاجتماعات التي تشترك الهيئة في رعايتها واجتماعات الخبراء التي عقدت في ١٩٩٩ و٢٠٠٠ وخاصة لدعم عملية وضع تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية. ويسير هذا الملخص على نسق الفصول العشرة الواردة في التقرير.

١–٢ توسيع سياق التخفيف من تغير المناخ

يضع هذا الفصل التخفيف من تغير المناخ، وسياسة التخفيف ومحتويات بقية التقرير ضمن السياق الأشمل للتنمية والإنصاف والاستدامة. ويبين هذا السياق الظروف والمبادئ الصريحة التي وضعتها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ سعيا إلى تحقيق الهدف النهائي المتمثل في تثبيت تركيزات غازات الدفيئة. وتفرض اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية ثلاثة شروط على هدف التثبيت هي: أنه ينبغي بلوغ هذا المستوى في إطار فترة زمنية كافية تتيح "للنظم الإيكولوجية أن تتكيف بصورة طبيعية مع تغير المناخ، وتضمن عدم تعرض إنتاج الأغذية للخطر، وتسمح بالمضي قدما في التنمية الاقتصادية على نحو مستدام" (المادة ٢). كما تنص على العديد من المبادئ لتوجيه هذه العملية: الإنصاف، والمسؤوليات المشتركة وإن كانت متمايزة، والتحوط، والتدابير التي تحقق مردودية تكلفتها والحق في التنمية المستدامة، ودعم النظام الاقتصادي الدولي المفتوح (المادة ٣).

وقد حاولت تقارير التقييم السابقة للهيئة الحكومية الدولية تيسير هذا المسعى من خلال وصف التكنولوجيات وصكوك السياسات وتوصيفها ومقارنتها مما يفيد استخدامها في بلوغ عملية التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة بطريقة لها كفاءتها وتحقق مردودية تكاليفها. ويمضي هذا التقييم بهذه العملية قدما من خلال إدراج التحليلات الأخيرة عن تغير المناخ التي تضع عمليات تقييم السياسات في سياق التنمية المستدامة. ويتفق توسيع السياق هذا مع تطور الدراسات المتعلقة بتغير المناخ والأهمية التي تستندها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ للتنمية المستدامة – بما في ذلك الاعتراف بأن "للأطراف الحق في التنمية المستدامة وينبغي أن تعمل على تعزيزها" (المادة ٣–٤). ولذا، فإنه يقطع شوطا إلى الأمام في سد الثغرات التي كانت في التقارير السابقة.

ويشمل تغير المناخ تفاعلات معقدة بين العمليات المناخية والبيئية والاقتصادية والسياسية والمؤسسية والاجتماعية والتكنولوجية. ولا يمكن معالجة هذا الأمر أو فهمه بمعزل عن الأهداف المجتمعية الأوسع نطاقا (مثل الإنصاف أو التنمية المستدامة) أو غير ذلك من مصادر الإجهاد القائمة أو المحتملة في المستقبل. واتساقا مع هذه التعقيدات، ظهرت نسق متعددة لتحليل تغير المناخ وما يتصل به من تحديات. وينطوي الكثير منها على شواغل تتعلق بالتنمية والإنصاف والاستدامة (وإن كانت بصورة جزئية ومتدرجة) في إطارها وتوصياتها. ويؤكد كل نسق بعض عناصر المشكلة ويركز على بعض فئات الاستجابات بما في ذلك، على سبيل المثال، تصميم السياسة المثلى، وبناء القدرات على تقييم وتنفيذ السياسات، وتعزيز التكامل بين التخفيف من تغير المناخ و/ أو التكيف وغير ذلك من الأهداف المجتمعية، والسياسات الرامية إلى التعلم من المجتمع. ولذا، فإن هذه النسق تتكامل مع بعضها البعض ولا يستبعد

(١) وخاصة التقرير الخاص بشأن الطيران والغلاف الجوي العالمي، والتقرير الخاص بشأن القضايا المنهجية والتكنولوجية في مجال نقل التكنولوجيا، والتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات والتقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والغابات.

بعضها الآخر.

ويجمع هذا الفصل بين ثلاث فئات عريضة من التحليل والتي تختلف لا من حيث أهدافها النهائية بل من حيث نقاط بدايتها وأدوات التحليل المفضلة. وتبدأ النهج الثلاثة بالانشغال، على التوالي، بالكفاءة ومردودية التكاليف والإنصاف والتنمية المستدامة والاستدامة العالمية، والتعلم من المجتمع. ويكمن الفرق بين النسق الثلاثة المختارة في نقاط بدايتها وليس في أهدافها النهائية. وبصرف النظر عن نقطة بداية التحليل، تحاول الكثير من الدراسات، بطريقتها الخاصة، إدراج جوانب انشغال أخرى. فعلى سبيل المثال، تحاول الكثير من التحليلات التي تتناول التخفيف من تغير المناخ من زاوية مردودية التكاليف إدراج اعتبارات الإنصاف والاستدامة من خلال معالجة مواضيع التكاليف والمنافع والرفاه. كذلك فإن فئة الدراسات التي تحركها بقوة اعتبارات الإنصاف فيما بين البلدان تميل إلى إبراز بأن الإنصاف مطلوب لضمان أن تستطيع البلدان النامية متابعة أهدافها الداخلية الخاصة بالتنمية المستدامة – وهو مفهوم يشمل العناصر الضمنية للاستدامة والكفاءة. كذلك، فإن المحللين الذين يركزون على الشواغل ذات الصلة بالاستدامة العالمية، أرغمهم منطقهم الخاص على عمل قضية من موضوع الكفاءة العالمية – الذي توضع نماذجه في الغالب في شكل فك الارتباط بين الإنتاج وتدفق المواد – والإنصاف على مستوى المجتمع. وبأسلوب آخر، فإن كل منظور من هذه المناظير الثلاثة دفع الكتاب إلى البحث عن وسائل لإدراج الشواغل التي تقع خارج نطاق نقطة البداية الأولية الخاصة بهم. وتبحث جميع فئات التحليل في العلاقة بين التخفيف من تغير المناخ مع جميع الأهداف الثلاثة – التنمية والإنصاف والاستدامة، وإن كان ذلك بطرق مختلفة تتكامل مع بعضها بدرجة كبيرة في كثير من الأحيان. ومع ذلك، فإنها تضع إطارا للقضايا بصورة مختلفة وتركز على المجموعات المختلفة من العلاقات السببية، وتستخدم أدوات مختلفة للتحليل، وتأتي في كثير من الأحيان باستنتاجات مختلفة بعض الشئ.

ولا يوجد أي افتراض بأن أي منظور معين للتحليل هو الأنسب على أي مستوى. وعلاوة على ذلك، ينظر إلى المناظير الثلاثة على أنها تكافلية بدرجة كبيرة. وكانت التغيرات الهامة هي أساسا في أنواع الأسئلة التي وجهت وأنواع المعلومات التي يرجى السعي للحصول عليها. والواقع أن الدراسات قد اتسعت لإضافة قضايا جديدة وأدوات جديدة مما يدرج لا أن يستبعد التحليلات المدرجة في المناظير الأخرى. ويمكن فهم مدى ونطاق تحليلات سياسة المناخ على أنها توسع تدريجي في أشكال ومدى حالات عدم اليقين التي يعرب المحللون عن استعدادهم وقدرتهم على معالجتها.

والمنظور الأول في تحليل سياسة المناخ هو مردودية التكاليف. فهو يمثل مجال التحليل التقليدي لسياسة المناخ الذي عرض بصورة جيدة في تقارير التقييم من الأول إلى الثالث. وكان الدافع المباشر أو غير المباشر عموما لهذه التحليلات هو مسألة ما هو القدر من التخفيف الذي يحقق أكبر قدر من مردودية التكاليف بالنسبة للاقتصاد العالمي ابتداء من اسقاطات أساسية معينة لانبعاثات غازات الدفيئة، مما يعكس مجموعة نوعية من الاسقاطات الاجتماعية والاقتصادية. وفي نطاق هذا الإطار، تشمل القضايا الهامة قياس أداء مختلف التكنولوجيات وإزالة الحواجز (مثل الإعانات) التي تعوق تنفيذ هذه السياسات المرشحة والتي تسهم، على الأرجح، في الحد من الانبعاثات. وكان تركيز التحليل هنا، من بعض النواحي، على تحديد طرق تتسم بالكفاءة من خلال تفاعلات سياسات التخفيف والتنمية الاقتصادية، المتأثرة باعتبارات الإنصاف والاستدامة وليست موجهة أساسا بها. وعند هذا المستوى، فإن تحليل السياسات كان يأخذ المؤسسات وأذواق الأفراد دائما تقريبا، كما هي، أي افتراضات قد تصلح لعقد أو عقدين ولكنها قد تصبح موضع شك خلال عدة عقود.

وكان الدافع إلى توسيع نطاق تحليل سياسة المناخ والمناقشات لإدراج اعتبارات الإنصاف هو معالجة لا تأثيرات تغير المناخ وسياسات التخفيف على رفاه العالم ككل فحسب، بل وتأثيرات تغير المناخ وسياسات التخفيف على الاختلالات فيما بين الدول وداخلها. ولقد تقدمت الدراسات الخاصة بالإنصاف وتغير المناخ بدرجة كبيرة خلال العقدين الأخيرين، إلا أنه لا يوجد توافق في الآراء بشأن ما يشكل العدالة. وما أن يتم إدراج قضايا الإنصاف في خطة التقييم، فإنها تصبح عناصر هامة في تحديد البحث عن سبل تتسم بالكفاءة للتخفيف من الانبعاثات. وأصبحت الدراسات الكبيرة التي أشارت إلى أن من الممكن أن تتعرض السياسات البيئية لعقبات أو للوقف بسبب أولئك الذين يعتبرونها غير عادلة، ذات صلة بالموضوع. وفي ضوء هذه النتائج، أصبح من الواضح كيف ولماذا أن أي تصور واسع النطاق بأن استراتيجية التخفيف غير عادلة، سوف يخلق معارضة لهذه الاستراتيجية ربما إلى حد تحويلها إلى استراتيجية غير مثالية (أو حتى غير ممكنة مثلما الحال لو أن البلدان المدرجة في المرفق الأول لم تشترك فيها إطلاقا). والواقع أن بعض تحليلات مردودية التكاليف مهدت الطريق أمام تطبيق هذه الدراسات من خلال بيان حساسية بعض تدابير الإنصاف لتقييم السياسات والمنظور الوطني والسياق الإقليمي. وقد أبرزت، فعلا، تحليلات مردودية التكاليف حساسية مماثلة للتدابير الأخرى

المتعلقة بالتنمية والاستدامة. وكما أشير سلفا، فإن التحليلات التي تبدأ من شواغل الإنصاف ركزت إلى حد كبير على احتياجات البلدان النامية وخاصة على الالتزام الذي أعرب عنه في المادة ٣–٤ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للمضي قدما في التنمية المستدامة. وتختلف البلدان في الطرق التي تنطوي على انعكاسات درامية بالنسبة للمعدلات الأساسية للسيناريو ونطاق خيارات التخفيف التي يمكن دراستها. وتتوقف سياسات المناخ التي هي ممكنة و/ أو مستحسنة في بلد بعينه، اعتمادا كبيرا على توافر مواردها ومؤسساتها وعلى أهدافها العامة بما في ذلك تغير المناخ باعتباره مجرد عنصر واحد. وقد يؤدي إدراك هذا التنافر إلى نطاق مختلف من خيارات السياسات أكبر مما كان يعتبر محتملا حتى ذلك الوقت وقد يكشف عن الاختلافات في قدرات قطاعات مختلفة قد يمكن أيضا أن تعزز من إدراكها لما يمكن أن يضطلع بها العناصر الفعالة غير الحكومية في تحسين قدرتها على التخفيف.

والمنظور الثالث هو الاستدامة العالمية والتعلم من المجتمع. وفي حين كانت الاستدامة قد أدرجت في التحليلات بعدد من الطرق، فإن فئة من الدراسات أخذت قضية الاستدامة العالمية باعتبارها نقطة البداية الخاصة بها. وتركز هذه الدراسات على المسارات البديلة لمتابعة الاستدامة العالمية ومعالجة القضايا مثل الفصل بين النمو وتدفق الموارد وذلك مثلا من خلال نظم إنتاج المعلومات الايكولوجية والبنية الأساسية قليلة الموارد، والتكنولوجيات الملائمة والفصل بين الرفاه والإنتاج مثلا من خلال مستويات الأداء المتوسطة، والتوزيع الإقليمي لنظم الإنتاج وتغيير أنماط الحياة. وثمة طريقة شائعة لتحديد المعوقات والفرص في إطار هذا المنظور تتمثل في تحديد حالات الاستدامة في المستقبل لإقرار الإمكانية والاستحسان. ويؤدي ذلك في حالة البلدان النامية إلى عدد من الاستراتيجيات الممكنة التي قد تختلف اختلافا كبيرا عن تلك التي اتبعتها البلدان المتقدمة في السابق.

٣–١ إدراج مختلف المناظير

يؤدي توسيع نطاق المناقشات بشأن الكيفية التي تستجيب بها الدول لتحديد التخفيف حتى يمكن إدراج قضايا مردودية التكاليف والكفاءة والتوزيع ضيق التعريف، والإنصاف المعرف بطريقة أشمل، والاستدامة إلى إضافة تعقيدات ضخمة إلى مشكلة اكتشاف أفضل طريقة للاستجابة لخطر تغير المناخ. والواقع، أن إدراك أن هذه المجالات المتعددة هي عناصر ذات صلة تعقد من المهمة المناطة بواضعي السياسات والمفاوضين الدوليين من خلال فتح مداولاتهم على قضايا تتجاوز حدود مشكلة تغير المناخ في حد ذاتها. ولهذا، فإن إدراكهم يؤكد أهمية إدراج الفكر العلمي في الطائفة الواسعة من السياقات ذات الصلة بالسياسات الجديدة وإن كان ذلك ليس من أجل بعض الاهتمامات الأكاديمية المجردة أو الاهتمامات المحددة الضيقة التي تقدمها مجموعة صغيرة من الباحثين أو الدول. فقد تم تعريف مردودية التكاليف والإنصاف والاستدامة بأنها قضايا رئيسية حددها واضعو مسودة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية وتعتبر جزءا أساسيا من التكليف المناط بواضعي مسودات تقرير التقييم الثالث. ولذا، فإن التكامل بين مجالات مردودية التكاليف والإنصاف والاستدامة يتصل اتصالا عميقا بالمداولات المتعلقة بالسياسات وفقا لحرفية وروح اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ ذاتها.

وتبين الدراسات التي يجرى وضعها للتأثير في التخفيف من تغير المناخ، بصورة مطردة، أن السياسات التي تتجاوز مجرد خفض انبعاثات غازات الدفيئة من نقطة أساسية معينة للتقليل من التكاليف يمكن أن تكون شديدة الفعالية في الحد من انبعاثات هذه الغازات. ولذا، فإن نسق الحافظة في التعامل مع السياسات والتحليلات يعتبر أكثر فعالية من الاعتماد المطلق على مجموعة ضيقة من صكوك السياسات أو أدوات التحليل. فإلى جانب المرونة التي يمكن أن توفرها طائفة واسعة من صكوك السياسات وأدوات التحليل لواضعي السياسات لتحقيق أهداف المناخ، فإن إدراج أهداف أخرى تتعلق بالسياسات بصورة صريحة يزيد أيضا من احتمال "الشراء" لسياسات المناخ من جانب بزيادة عدد المشاركين. وعلى وجه الخصوص سوف توسع من نطاق خيارات "لا يندم عليها"(٢). وأخيرا، يمكن أن تساعد في وضع السياسات بما يتوافق مع الأهداف القصيرة والمتوسطة وطويلة الأجل.

غير أن نسق الحافظة يتطلب، لكي يكون فعالا، الموازنة بين تكاليف وتأثيرات مجموعة عريضة من السياسات وفقا لقائمة طويلة من الأهداف. ويتعين على المداولات الخاصة بالمناخ أن تدرس الانعكاسات على المناخ من السياسات التي تصمم بالدرجة الأولى لمعالجة طائفة واسعة من القضايا بما في

(٢) في هذا التقرير، كما في تقرير التقييم الثاني، فإن خيارات "لا يندم عليها" تعرف بأنها تلك الخيارات التي تكون منافعها مثل انخفاض تكاليف الطاقة وانخفاض الانبعاثات الملوثات المحلية/ الإقليمية تعادل أو تفوق تكاليفها بالنسبة للمجتمع باستثناء منافع تلافي تغير المناخ. وتعرف أيضا بخيارات التكاليف السلبية.

ذلك التنمية والإنصاف والاستدامة، فضلا عن التأثيرات المحتملة لسياسات المناخ على تحقيق هذه الأهداف. ويجري، كجزء من هذه العملية، تقدير تكاليف الفرص البديلة وقياس تأثيرات كل صك مقابل المعايير المتعددة التي تحددها هذه الأهداف المتعددة. وعلاوة على ذلك، زيد عدد واضعي القرارات أو أصحاب الشأن الذين ستجرى دراستهم بما يتجاوز قدرة واضعي السياسات الوطنيين والمفاوضين الدوليين على ضم العناصر الحكومية والمحلية والمجتمعية والأسرية فضلا عن المنظمات غير الحكومية.

ويستخدم تعبير "المنافع الإضافية" في كثير من الأحيان في الدراسات للتعبير عن التأثيرات الجانبية أو الثانوية لسياسات تخفيف تغير المناخ على المشكلات الأخرى غير انبعاثات غازات الدفيئة مثل خفض تلوث الهواء المحلي والإقليمي المرتبط بالحد من الوقود الأحفوري والتأثيرات غير المباشرة على بعض القضايا مثل النقل والزراعة وأساليب استخدام الأراضي والمحافظة على التنوع البيولوجي وفرص العمل وأمن الوقود. ويشار إلى هذه المسائل في بعض الأحيان بأنها "تأثيرات إضافية" لتعكس حقيقة أن المنافع قد تكون في بعض الأحيان سلبية(٣). كما أدخل مفهوم "قدرة التخفيف" باعتبارها وسيلة ممكنة لإدراج النتائج المستمدة من تطبيق المناظير الثلاثة في المستقبل. وتشمل العناصر المحددة للقدرة على التخفيف من تغير المناخ توافر الخيارات التكنولوجية والمتعلقة بالسياسات، والحصول على الموارد للموافقة على الاضطلاع بتلك الخيارات. وهذه العناصر المحددة هي بؤرة تركيز جانب كبير من تقرير التقييم الثالث. غير أن قائمة هذه العناصر أطول من ذلك. كما تعتمد قدرة التخفيف على خصائص البلد المعني التي تيسر المضي قدما في التنمية المستدامة أي توزيع الموارد والتمكين النسبي لمختلف قطاعات السكان، ومصداقية واضعي القرارات الذين تم تمكينهم، والدرجة التي تستكمل بها أهداف المناخ الأهداف الأخرى، والحصول على المعلومات والتحليلات الموثوقة، والرغبة في العمل على أساس هذه المعلومات، والقدرة على توزيع المخاطر بين كل جيل وفيما بين الأجيال وغير ذلك. ونظرا لأن العناصر المحددة لقدرة التخفيف هي في جوهرها تلك الخاصة بالمفهوم الممثل للقدرة التكييفية الواردة في تقرير الفريق العامل الثاني، فإن هذا المناخ قد يوفر إطارا متكاملا لتقييم مجموعتي الخيارات.

٢- سيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة

٢-١ السيناريوهات

يتعين إلقاء نظرة طويلة الأجل على تعدد احتمالات المستقبل لدراسة المخاطر القصوى لتغير المناخ، وتقييم التفاعلات الأساسية مع الجوانب الأخرى للنظم البشرية والبيئية، وتوجيه استجابات السياسات. وتوفر السيناريوهات وسائل مرتبة لتنظيم المعلومات وإلقاء نظرات ثاقبة على الاحتمالات.

ويصف كل سيناريو من سيناريوهات التخفيف عالم معين في المستقبل بكل خصائصه الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المعنية، ولذا، فإنها تحتوي، ضمنا، أو صراحة على معلومات عن التنمية والإنصاف والاستدامة. ونظرا لأن الفرق بين سيناريوهات الحالة المرجعية وسيناريوهات التثبيت والتخفيف هو مجرد إضافة السياسة المناخية المقصودة، فإن الأمر قد يتمثل في أن الفروق في الانبعاثات بين سيناريوهات الحالة المرجعية أكبر من تلك القائمة بين أي سيناريو منها ونسخته الخاصة بالتثبيت أو التخفيف.

ويقدم هذا القسم عرضا عاما لثلاث دراسات سيناريوهاتيه: سيناريوهات التخفيف العام التي أعدت منذ تقرير التقييم الثاني والسيناريوهات السردية الموجودة في دراسات المستقبل العامة وسيناريوهات التخفيف التي تستند إلى سيناريوهات مرجعية جديدة وضعت في إطار التقرير الخاص للانبعاثات الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية.

٢-٢ سيناريوهات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة

يتناول التقرير نتائج ٥١٩ سيناريو للانبعاثات الكمية من ١ ١٨٨ مصدرا أعدت أساسا بعد عام ١٩٩٠. ويركز الاستعراض على ١٢٦ سيناريو للتخفيف تغطي الانبعاثات العالمية، وتنطوي على نطاق زمني يشمل القرن القادم. وتعتبر التحسينات التكنولوجية عنصرا أساسيا في جميع سيناريوهات التخفيف العامة.

(٣) في هذا التقرير يستخدم تعبير زالمنافع المشتركة في بعض الأحيان للإشارة إلى المنافع الإضافية الناجمة عن خيارات السياسات التي تنفذ لأغراض شتى في نفس الوقت، اعترافا بأن معظم السياسات التي تصمم لمعالجة انبعاثات غازات الدفيئة مسوغات أخرى، غالبا ما لا تقل أهمية عن ذلك، مثل تلك ذات الصلة بأهداف التنمية والاستدامة والإنصاف. غير أن منافع تجنب تغير المناخ لا تشملها المنافع الجانبية أو المشتركة (أنظر أيضا القسم ٧-٢٢).

واستنادا إلى نوع التخفيف، تقع السيناريوهات في أربع فئات هي سيناريوهات تثبيت التركيزات، وسيناريوهات تثبيت الانبعاثات، وسيناريوهات المسار الآمن للانبعاثات الآمن وسيناريوهات أخرى للتخفيف. وتشمل جميع السيناريوهات التي استعرضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من الطاقة. كما يشمل العديد منها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن التغييرات في استخدام الأراضي والعمليات الصناعية وغير ذلك من غازات الدفيئة الهامة.

وتراعي خيارات السياسات المستخدمة في استعراض سيناريوهات التخفيف نظم الطاقة والعمليات الصناعية واستخدام الأراضي، وتعتمد على البناء النموذجي الكامن وراءها. وتطبق معظم السيناريوهات ضرائب كربون بسيطة أو تفرض قيودا على مستويات الانبعاثات أو التركيزات. كما طبقت الأهداف الإقليمية في النماذج مع بعض التفاصيل الإقليمية. وتطبق التجارة بتراخيص الانبعاثات في الأعمال التي تمت مؤخرا. وتستخدم بعض النماذج سياسات تطبق التكنولوجيا الداعمة لجانب العرض في حين يؤكد البعض الآخر على التكنولوجيا الكفأة الداعمة لجانب الطلب.

ويشكل توزيع خفض الانبعاثات بين الأقاليم قضية مستمرة. ولم تقدم سوى بعض الدراسات وخاصة التي تمت مؤخرا افتراضات واضحة بشأن عمليات التوزيع هذه في السيناريوهات التي وضعتها. وتقدم بعض الدراسات التجارة بالانبعاثات العالمية بوصفها آلية للحد من تكاليف التخفيف.

وتشكل التحسينات التكنولوجية عنصرا أساسيا في سيناريوهات التخفيف العامة.

وقد أسفر التحليل التفصيلي لخصائص ٣١ سيناريو لتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم[٤] (وسيناريوهاتها الأساسية) عن العديد من النقاط البارزة:

- ثمة نطاق واسع في خطوط الأساس مما يبين تنوع الافتراضات ذات الصلة أساسا بالنمو الاقتصادي وإمدادات الطاقة مخفضة الكربون. وتميل سيناريوهات النمو الاقتصادي المرتفع إلى افتراض ارتفاع مستويات التقدم في كفاءة تكنولوجيات الاستخدامات النهائي. غير أنه تبين أن خفض حدة الكربون يعتمد اعتمادا كبيرا على افتراضات النمو الاقتصادي. ويبين نطاق الاتجاهات في المستقبل اختلافات كبيرة بين السيناريوهات التي تتناول الدول المتقدمة. ولا يوجد الكثير من التوافق فيما يتعلق باتجاهات المستقبل في الدول النامية.
- تتباين سيناريوهات التثبيت المستعرضة عند ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم فيما يتعلق بنطاقات فترة الخفض وتوزيع خفض الانبعاثات بين الأقاليم. وقد أشارت بعض السيناريوهات إلى أن التجارة بالانبعاثات قد تقلل تكاليف التخفيف الشاملة، وقد تؤدي إلى زيادة التخفيف في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ونطاق سياسات التخفيف المفترضة نطاق واسع للغاية. وبصفة عامة، فإن السيناريوهات التي يوجد بها تطبيق مفترض للتدابير عالية الكفاءة في خط الأساس تكشف عن ضيق نطاق تطبيق تدابير كفاءة أخرى في سيناريوهات التخفيف. وينشأ ذلك جزئيا عن افتراضات المدخلات النموذجية التي لا تفترض وجود إنجازات تكنولوجية كبيرة. وعلى العكس من ذلك، فإن سيناريوهات خط الأساس التي تنطوي على خفض كبير في حدة الكربون تكشف عن زيادة خفض حدة الكربون في سيناريوهاتها الخاصة بالتخفيف.

ولم تشر سوى مجموعة صغيرة من الدراسات إلى تخفيف غازات أخرى غير ثاني أكسيد الكربون. وتشير هذه الدراسات إلى أن انخفاض حجم انبعاثات غازات الدفيئة يمكن تحقيقه بتكاليف منخفضة من خلال إدراج الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون، وأن من الممكن التحكم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغيرها من الانبعاثات لإبطاء الزيادة في درجة حرارة الغلاف الجوي بصورة تكفي لتحقيق الأهداف المناخية التي تفترضها هذه الدراسات، وأن من الممكن التخفيف من غاز الميثان بسرعة أكبر مما يحقق تأثيرات مباشرة على الغلاف الجوي تفوق تلك الناشئة عن تخفيف ثاني أكسيد الكربون.

ومن الواضح، عموما، أن سيناريوهات التخفيف

(٤) لا تعني الإشارة إلى مستوى تركيز معين استحسانا متفق عليه للتثبيت عند هذا المستوى. ويستند اختيار رقم ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم إلى حقيقة أن معظم الدراسات التي تحلل هذا المستوى، ولا يعني ذلك أية موافقة على هذا المستوى باعتباره هدفا لسياسات التخفيف من تغير المناخ.

وسياسات التخفيف ترتبط بقوة بسيناريوهات خط الأساس الخاصة بها إلا أنه لم ينشر أي تحليل منظم عن العلاقة بين سيناريوهات التخفيف وتلك الخاصة بخط الأساس.

٢-٣ سيناريوهات مستقبل العالم

لم تدرس سيناريوهات مستقبل العالم بصورة محددة أو افرادية انبعاثات غازات الدفيئة. إذ أنها، بدلا من ذلك، عبارة عن "قصص" أكثر عمومية عن عوالم المستقبل المحتملة. ويمكن أن تستكمل عمليات تقييم سيناريوهات الانبعاثات الكمية لأنها تدرس الأبعاد التي لا تخضع للتقدير الكمي مثل الإدارة والهياكل والمؤسسات الاجتماعية، والتي تعتبر، رغم ذلك مهمة لنجاح سياسات التخفيف. وتبين معالجة هذه القضايا والمناظير المختلفة الواردة في القسم الأول: فعالية التكاليف (و/ أو) الكفاءة والإنصاف.

وأسفر مسح لهذه الدراسات عن عدد من النقاط الثاقبة ذات الصلة بسيناريوهات انبعاثات غازات الدفيئة والتنمية المستدامة. فأولا، حدد علماء المستقبل طائفة عريضة من الظروف المستقبلية التي تتراوح بين متغيرات التنمية المستدامة إلى انهيار النظم الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. ونظرا لأن قيم المستقبل للدوافع الاقتصادية والاجتماعية الكامنة وراء الانبعاثات قد تتباين تباينا شاسعا، فإن من المهم تصميم السياسات المناخية لكي تصمد أمام ظروف المستقبل شديدة الاختلاف.

وثانيا، تميل سيناريوهات مستقبل العالم التي تبين انخفاض انبعاثات غازات الدفيئة إلى أن تبرز تحسن الإدارة وزيادة الإنصاف والمشاركة السياسية والحد من الصراعات وتحسن نوعية البيئة. كما أنها تميل إلى إظهار زيادة كفاءة الطاقة والتحول إلى مصادر طاقة أخرى غير احفورية (و/ أو) التحويلات إلى اقتصاد ما بعد الصناعة (المعتمد على الخدمات)، ويميل السكان إلى الاستقرار عند مستويات منخفضة نسبيا في كثير من الحالات بفضل زيادة الرخاء والتوسع في توفير تنظيم الأسرة وتحسين حقوق وفرص النساء. وثمة انعكاس رئيسي يتمثل في أن سياسات التنمية المستدامة يمكن أن تسهم إسهاما كبيرا في الحد من الانبعاثات.

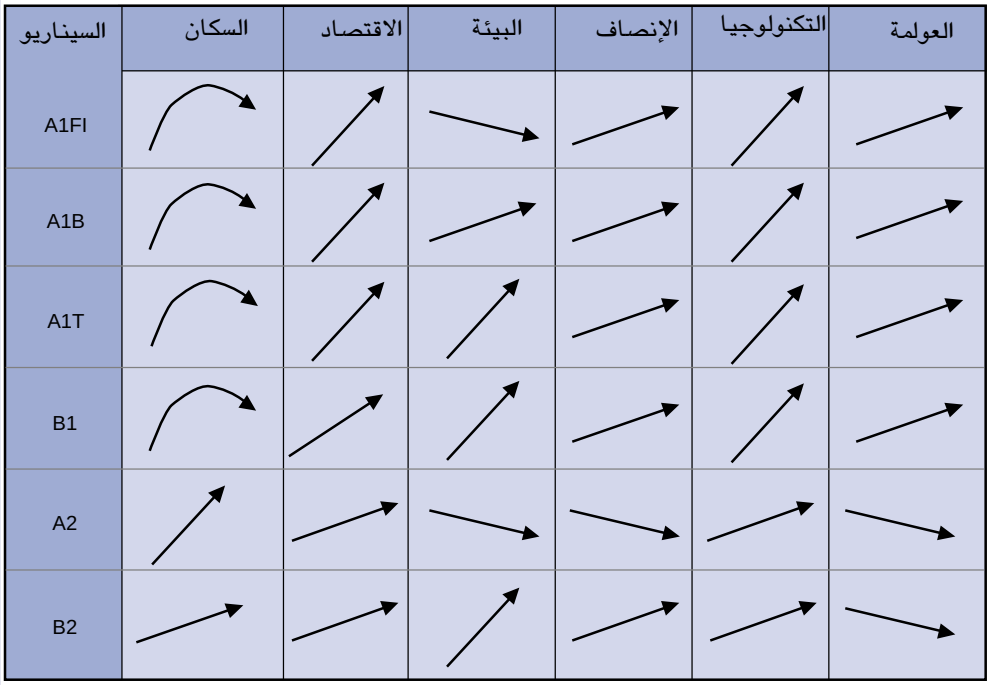
ثالثا، تتسق التوليفات المختلفة للقوى الدافعة مع سيناريوهات انخفاض الانبعاثات التي تتفق والنتائج الواردة في التقرير الخاص لسيناريوهات الانبعاثات (SRES). ويبدو أن انعكاسات ذلك تشير إلى أن من المهم دراسة الصلات بين سياسة المناخ وغيرها من السياسات والظروف المرتبطة باختيار طريق المستقبل بالمعنى العام.

٢-٤ التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات

وضعت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ست مجموعات جديدة لسيناريوهات مرجعية خاصة بانبعاثات غازات الدفيئة نظمت في أربع ززمرس من السيناريوهات، ونشرت في شكل التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات (SRES). وتؤكد الزمرتان A1 و A2 من السيناريوهات التنمية الاقتصادية إلا أنهما تختلفان فيما يتعلق بدرجة التلاحم الاقتصادي والاجتماعي. ويؤكد B1 و B2 التنمية المستدامة إلا أنهما تختلفان أيضا من حيث درجة التلاحم (انظر الإطار TS. 1). وعموما استخدمت ستة نماذج في إنتاج الأربعين سيناريو التي تتألف منها مجموعات السيناريوهات الست.وقد اختير ست من هذه السيناريوهات، التي ينبغي اعتبارها سليمة على قدم الإنصاف، لتوضيح المجموعة الكاملة للسيناريوهات. وتشمل هذه السيناريوهات الستة سيناريوهات دليلية لكل عالم من العوالم فضلا عن اثنين من السيناريوهات AIFI و AIT اللذين يوضحان تطورات تكنولوجيا الطاقة البديلة في عالم AI (انظر الشكل TS.1).

وتؤدي سيناريوهات التقرير الخاص إلى النتائج التالية:

- يمكن أن تؤدي التوليفات البديلة لمتغيرات قوى الدفع إلى مستويات وهيكل متماثل لاستخدام الطاقة وأنماط استخدام الأراضي والانبعاثات.
- توجد احتمالات هامة لمزيد من التشعبات في اتجاهات التنمية في المستقبل في إطار كل زمرة سيناريوهات.
- ملامح الانبعاثات دينامية في طائفة سيناريوهات التقرير الخاص. وهي تعرض لانعكاسات للاتجاهات، وتوضح الانبعاثات المحتملة المشتركة بين مختلف السيناريوهات.
- يشمل وصف التطورات المحتملة في المستقبل حالات غموض وعدم يقين متأصلة. ولا يوجد ببساطة تطور محتمل واحد دون غيره (على النحو الوارد، مثلا في بعض المفاهيم مثل "سيناريو الحالة على ما هي عليه"). ويزيد منسق النماذج المتعددة من قيمة مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص (SRES) نظرا لأن من الممكن عدم فصل اليقين في اختيار افتراضات مدخلات النموذج بصورة صريحة عن سلوك النموذج النوعي وما يتصل به من حالات عدم يقين في وضع النموذج.



الشكل ١: الاتجاهات النوعية لسيناريوهات التقرير الخاص

الإطار ١ سيناريوهات الانبعاثات الواردة في التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

الزمرة .A1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة A1 عالما مستقبليا من النمو الاقتصادي السريع للغاية وسكان العالم الذين يبلغ عددهم ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك، والأخذ المتسارع بتكنولوجيات جديدة وأكثر كفاءة. والمواضيع الأساسية الرئيسية هي التقارب بين الأقاليم وبناء القدرات وزيادة التفاعل الثقافي والاجتماعي، مع انخفاض كبير في الفروق الإقليمية في دخل الفرد. وتنقسم زمرة السيناريوهات A1 إلى ثلاث مجموعات تصف الاتجاهات الخيارية للتغير التكنولوجي في نظام الطاقة. وتتميز المجموعات الثلاثة المنبثقة عن الزمرة A1 بتركيزها على التكنولوجيا: الاستعمال الكثيف للوقود الأحفوري (المجموعة A1FI)، أو مصادر الطاقة غير الوقود الأحفوري (المجموعة A1T)، أو التوازن بين جميع المصادر (المجموعة A1B) (حيث يُعرف التوازن بأنه عدم الاعتماد الشديد جدا على مصدر واحد معين من مصادر الطاقة، بافتراض أن معدلات تحسين مماثلة تنطبق على جميع إمدادات الطاقة وتكنولوجيات الاستخدام النهائي).

الزمرة .A2 تبين الوقائع المنظورة والزمرة A2 عالما بالغ التباين. والموضوع الأساسي هو الاعتماد على الذات والمحافظة على الهويات المحلية. وتتقارب أنماط الخصوبة عبر الأقاليم ببطء شديد، مما يؤدي إلى زيادة مستمرة في عدد السكان. وتكون التنمية الاقتصادية موجهة إقليميا في المقام الأول ويكون معدل النمو الاقتصادي والتغير التكنولوجي، حسب الفرد، أكثر تجزؤا وأشد بطئا من الوقائع المنظورة الأخرى.

الزمرة .B1 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B1 عالما متقاربا

بنفس عدد السكان، الذي يبلغ ذروته في منتصف القرن ثم ينخفض بعد ذلك، المبين في الوقائع المنظورة A1، ولكن مع تغير سريع في الهياكل الاقتصادية نحو اقتصاد الخدمات والمعلومات وانخفاض كثافة استخدام المواد، واعتماد تكنولوجيات نظيفة وأكثر كفاءة فيما يتعلق باستعمال الموارد. وينصب التركيز على إيجاد حلول عالمية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، بما في ذلك تعزيز الإنصاف ولكن دون اتخاذ مبادرات مناخية إضافية.

الزمرة .B2 تبين الوقائع المنظورة والزمرة B2 عالما ينصب فيه التركيز على الحلول الوطنية لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. إنه عالم فيه زيادة مستمرة في عدد السكان بمعدل أقل من المعدل المذكور في الزمرة A2، ومستويات متوسطة للتنمية الاقتصادية، وتغير تكنولوجي أقل سرعة وأكثر تنوعا من التغير التكنولوجي المشار إليه في الوقائع المنظورة B1 و .A1 وعلى الرغم من أن السيناريو موجه صوب حماية البيئة والإنصاف الاجتماعي فإنه يركز على المستويات المحلية والإقليمية. وقد أختير سيناريون توضيحي لكل مجموعة من مجموعات السيناريوهات الست A1B و A1F1 و A1T و A2 و B1 و .B2 وينبغي اعتبارها جميعا متساوية في صحتها.

ولا تشمل سيناريوهات التقرير الخاص بشأن السيناريوهات مبادرات مناخية إضافية؛ مما يعني أنه ليست هناك سيناريوهات مدرجة تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف بروتوكول كيوتو الخاصة بالانبعاثات.

٢-٥ استعراض سيناريوهات التخفيف بعد التقرير الخاص

إدراكا لأهمية الخطوط الأساسية المتعددة في تقييم استراتيجيات التخفيف، قامت الدراسات الأخيرة بتحليل سيناريوهات التخفيف وعقد المقارنات بينها باستخدام سيناريوهات التقرير الخاص (SRES) في صورة خطوط أساسية لها. ويتيح ذلك إجراء تقييم في هذا التقرير لعدد ٧٦ سيناريو من "سيناريوهات التخفيف بعد التقرير الخاص" أعدتها تسعة أفرقة لوضع النماذج. وتم وضع تقديرات كمية لسيناريوهات التخفيف هذه على أساس الوقائع المنظورة لكل سيناريو من سيناريوهات التقرير الخاص الستة التي تتناول العلاقة بين نوع عالم المستقبل والقدرة على التخفيف.

وتختلف التقديرات الكمية فيما يتعلق بسيناريو خط الأساس بما في ذلك الوقائع المنظورة المفترضة، وهدف التثبيت والنموذج المستخدم. وتغطي سيناريوهات ما بعد التقرير الخاص طائفة واسعة للغاية من مسارات الانبعاثات إلا أنها أقل بصورة واضحة من الطائفة الواردة في التقرير الخاص. وتبين جميع السيناريوهات زيادة في خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمرور الوقت. ويبين خفض الطاقة نطاقا أوسع بكثير من خفض ثاني أكسيد الكربون لأن الفصل بين استخدام الطاقة وانبعاثات الكربون تحدث في كثير من السيناريوهات نتيجة للتحول في مصادر الطاقة الأولية.

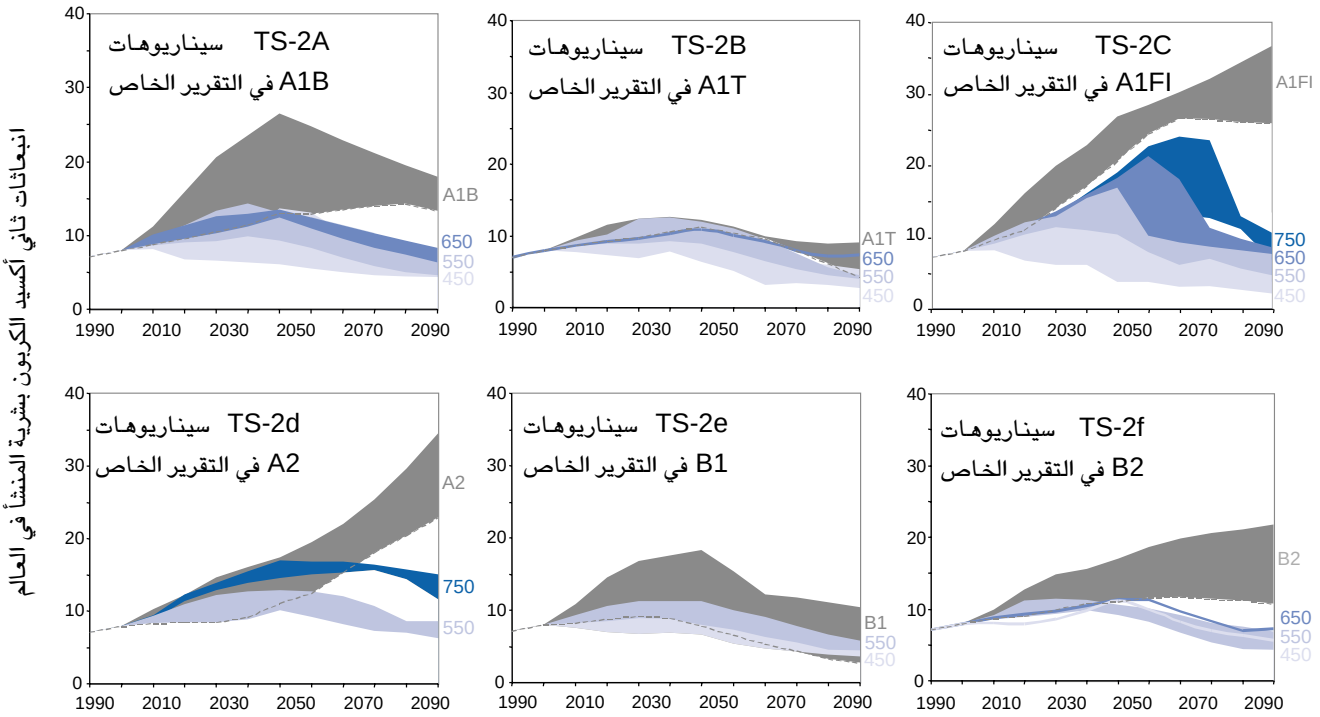
وعموما، فإنه كلما انخفض هدف التثبيت وارتفع مستوى انبعاثات خط الأساس، زاد تباعد ثاني أكسيد الكربون عن خط الأساس اللازم وحدوث ذلك في وقت مبكر. وتتطلب العوالم المشار إليها في السيناريوهات A1F1 و A1B و A2 طائفة واسعة من التكنولوجيا و/ أو تدابير السياسات وتنفيذها بصورة أقوى مما في A1T وB1 و .B2 وتتطلب حالة التثبيت عند ٤٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم حدوث الخفض الأكثر قوة في الانبعاثات في وقت أبكر مما يمكن أن يكون في حالة ٦٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم، مع انخفاض سريع جدا في الانبعاثات خلال العشرين إلى الثلاثين عاما القادمة (الشكل TS.2).

وثمة سؤال رئيسي يتعلق بالسياسات هو ما هو نوع الانخفاضات في الانبعاثات المطلوبة في المدى المتوسط (بعد فترة الالتزام بمقتضى بروتوكول كيوتو). ويشير تحليل سيناريوهات ما بعد التقرير الخاص (التي يفترض معظمها أن انبعاثات البلدان النامية ستكون دون خطوط الأساس في ٢٠٢٠) إلى إن التثبيت عند ٤٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم سوف يتطلب خفض الانبعاثات في بلدان المرفق الأول بعد عام ٢٠١٢ بما يتجاوز بدرجة كبيرة الالتزامات بمقتضى بروتوكول كيوتو. كما يشير إلى أنه لن يكون من الضروري تجاوز التزامات كيوتو (المرفق الأول) بحلول عام ٢٠٢٠ لتحقيق التثبيت عند مستوى ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم أو أعلى من ذلك. غير أنه ينبغي إدراك أن عددا من السيناريوهات يشير إلى الحاجة إلى إجراء خفض كبير في انبعاثات المرفق الأول بحلول عام ٢٠٢٠ وأن أيا من السيناريوهات لم يتضمن قيودا أخرى مثل الحد من معدل تغير درجة الحرارة.

وثمة مسألة هامة تتعلق بالسياسات أشير إليها سلفا وتتعلق بمشاركة البلدان النامية في التخفيف من الانبعاثات. وثمة نتيجة أولية لتحليل سيناريو ما بعد التقرير الخاص هي أنه إذا افترض أن ثمة حاجة إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لإحداث التثبيت في بلدان المرفق الأول فقط، فإن نصيب الفرد في المرفق الأول من الانبعاثات سوف ينخفض إلى ما دون نصيب الفرد في غير بلدان المرفق الأول خلال القرن الواحد والعشرين في جميع سيناريوهات التثبيت تقريبا، وقبل عام ٢٠٥٠ في ثلثي السيناريوهات إذا سارت انبعاثات البلدان النامية على نسق سيناريوهات خط الأساس. ويشير ذلك إلى أن هدف التثبيت ومستوى انبعاثات خط الأساس من العناصر المحددة الهامة للتوقيت عندما قد تحتاج انبعاثات البلدان النامية إلى التباعد عن خط الأساس.

وسوف تؤدي سياسة المناخ إلى خفض استخدام الفرد النهائي للطاقة في العوالم التي تركز على الاقتصاد (A1F1, A1B, A2) إلا أن ذلك لن يحدث في العوالم التي تركز على البيئة (B1 و B2). وسيكون الانخفاض في استخدام الطاقة نتيجة السياسات المناخية أكبر في المرفق الأول عنه في البلدان غير المدرجة في ذلك المرفق. غير أن تأثير سياسات المناخ على الإنصاف في نصيب الفرد في الاستخدام النهائي للطاقة النهائية سيكون أصغر بكثير من ذلك الخاص بطرق التنمية في المستقبل.

ولا يوجد طريق واحد لخفض الانبعاثات في المستقبل. وسوف يتعين على البلدان والأقاليم أن تختار الطريق الذي يناسبها. وتشير معظم نتائج النماذج إلى أن الخيارات التكنولوجية المعروفة[٥] يمكن أن تحقق طائفة عريضة من مستويات تثبيت ثاني أكسيد الكربون مثل ٥٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم أو أدنى من ذلك خلال المائة عام القادمة أو أكثر إلا أن التنفيذ سوف يتطلب تغييرات اجتماعية واقتصادية ومؤسسية ذات صلة.



الشكل ٢: مقارنة بين السيناريوهات المرجعية وتلك الخاصة بالتثبيت. ينقسم الشكل إلى ستة أجزاء. جزء لكل مجموعة سيناريوهات مرجعية من التقرير الخاص لسيناريوهات الانبعاثات (SRES). ويبين كل جزء من الشكل نطاق مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم (جيجاطن من الكربون) من جميع المصادر البشرية المنشأ بالنسبة لمجموعة السيناريوهات المرجعية الواردة في التقرير الخاصة (مظللة باللون الرمادي) ونطاقات مختلف سيناريوهات التخفيف التي جرى تقييمها في تقرير التقييم الثالث مما يؤدي إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عن مستويات مختلفة (مظللة بالألوان). وتقدم السيناريوهات في الزمرة A1 مقسمة إلى ثلاث مجموعات (المجموعة A1B المتوازنة والشكل A2-TS) والخالية من الوقود الأحفوري (الشكل TS-2b) والكثيفة الوقود الأحفوري A1F1 (الشكل TS-2C) وتثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ و٧٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم في الشكل TS-2e والمجموعة b2 التي تشمل التثبيت عند ٤٥٠ و٥٥٠ و٦٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم في الشكل TS-2e. ولا تتوافر دراسات لتقدير سيناريوهات التثبيت عند ١٠٠٠ جزء في المليون من حيث الحجم. ويوضح الشكل أنه كلما انخفض مستوى التثبيت، زادت انبعاثات خط الأساس واتسعت الفجوة. ويمكن أن يكون الفرق بين الانبعاثات في مجموعات السيناريوهات المختلفة بنفس سعة الفجوة بين السيناريوهات المرجعية وتلك الخاصة بالتثبيت داخل المجموعة الواحدة. وتبين الخطوط المنقطة الخطوط التي تتداخل فيها النطاقات (انظر الإطار TS.1)

وتختلف خيارات التخفيف المفترضة فيما بين السيناريوهات وتعتمد اعتمادا كبيرا على البناء النموذجي. غير أن الجوانب المشتركة في سيناريوهات التخفيف تشمل تحسينات كبيرة ومستمرة في كفاءة الطاقة والتشجير فضلا عن خفض الطاقة الكربونية وخاصة الكتلة الإحيائية خلال المائة عام القادمة، والغاز الطبيعي خلال النصف الأول من القرن الحادي والعشرين. ويعتبر الاقتصاد في الطاقة وإعادة التشجير الخطوتين الأوليين المنطقتين إلا أن التكنولوجيات المبتكرة الداعمة لجانب العرض سوف تكون ضرورية في نهاية المطاف. وتشمل خيارات التعزيز الممكنة استخدام الغاز الطبيعي وتكنولوجيا الدورة المتحدة للعبور إلى مرحلة التحول إلى الوقود الأحفوري الأكثر تقدما والتكنولوجيات الخالية من الكربون مثل خلايا الوقود الهيدروجينية. وسوف تتزايد أهمية الطاقة الشمسية فضلا عن الطاقة النووية أو إزالة الكربون وتخزينه للوصول إلى عالم ترتفع فيه الانبعاثات أو انخفاض هدف التثبيت.

(٥) تشير "الخيارات التكنولوجية المعروفة" إلى التكنولوجيات العاملة أو التي تمر بمرحلة التجارب اليوم. كما أشير إلى ذلك في سيناريوهات التخفيف التي تناولها هذا التقرير. ولا تشمل أية تكنولوجيات جديدة تتطلب إنجازات تكنولوجية جوهرية. وبهذا الشكل، يمكن اعتبارها تقديرات متحفظة بالنظر إلى طول فترة السيناريو.

ويمكن أن يؤدي الجمع بين سياسات المناخ العالمية وسياسات الحد من تلوث الهواء المحلية إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة بصورة فعالة في الأقاليم النامية خلال العقدين أو الثلاثة القادمة. غير أن مراقبة انبعاثات الكبريت قد تزيد من التغير المحتمل في المناخ، وقد تستمر المبادلات الجزئية بالنسبة للسياسات البيئية في المدى المتوسط.

ويمكن ربط السياسات التي تنظم الزراعة واستخدام الأراضي ونظم الطاقة بالتخفيف من تغير المناخ. وسوف تؤدي إمدادات طاقة الكتلة الإحيائية فضلا عن امتصاص ثاني أكسيد الكربون بيولوجيا إلى توسيع نطاق الخيارات المتاحة للحد من انبعاثات الكربون على الرغم من أن سيناريوهات ما بعد التقرير الخاص (SRES) تبين أنها لا تستطيع أن توفر الجزء الأكبر من انخفاضات الانبعاثات المطلوبة. إذ يتعين أن يأتي ذلك من خيارات أخرى.

٣- الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات التخفيف

٣-١ التطورات الرئيسية في المعارف المتعلقة بالخيارات التكنولوجية للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة في الفترة حتى عام ٢٠١٠-٢٠٢٠ منذ تقرير التقييم الثاني

تتطور باستمرار التكنولوجيات والممارسات الرامية إلى الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. ويركز الكثير من هذه التكنولوجيات على تحسين كفاءة طاقة الوقود الأحفوري أو استخدام الكهرباء واستحداث مصادر الطاقة منخفضة الكربون حيث أن معظم انبعاثات غازات الدفيئة (من حيث مكافئها من ثاني أكسيد الكربون) يرتبط باستخدام الطاقة. وكانت كثافة الطاقة (الطاقة المستهلكة مقسومة على الناتج المحلي الإجمالي) وكثافة الكربون (ثاني أكسيد الكربون المنبعث من احتراق الوقود الأحفوري على كمية الطاقة المنتجة) في انخفاض منذ أكثر من ١٠٠ عام في البلدان المتقدمة دون سياسات حكومية صريحة للتخلص من الكربون، وتنطوي على إمكانية المزيد من الانخفاض. فمعظم التغير من نتاج التحول عن الوقود عالي الكربون مثل الفحم إلى النفط والغاز الطبيعي من خلال تحسين كفاءة تحويل الطاقة وإدخال الطاقة المائية والنووية. كما يجرى تطوير مصادر طاقة الوقود غير الأحفوري وتنفيذها بسرعة، وهي تنطوي على إمكانيات كبيرة للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. ويمكن أيضا أن يضطلع الامتصاص البيولوجي لثاني أكسيد الكربون وإزالة هذا الغاز وتخزينه دورا في الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل (انظر أيضا القسم ٤ أدناه).

وتركز التكنولوجيات والتدابير على قطاعات أخرى غير الطاقة للحد من انبعاثات ما يتبقى من غازات الدفيئة الرئيسية: أي أكسيد الكبريت وأكسيد النتروز والهيدرو فلورو كربون وسادس فلوريد الكبريت.

ومنذ تقرير التقييم الثاني، حقق العديد من التكنولوجيات تقدما أسرع مما كان منتظرا في التحليل السابق. وتشمل الأمثلة على ذلك تقديم السوق للسيارات ذات الآلات المختلطة التي تتسم بالكفاءة، والتقدم السريع في تصميم التوربينات العاملة بالرياح، وبيان تخزين أكسيد الكربون تحت الأرض، والقضاء شبه الكامل على انبعاثات أكسيد النتروز من إنتاج الأحماض الدهنية. وتتوافر الآن فرص أكبر لتحقيق كفاءة الطاقة في المباني والصناعات والنقل وإمدادات الطاقة، وغالبا ما يتم ذلك بتكاليف أقل مما كان متوقعا. وسوف تظل معظم فرص الحد من الانبعاثات تأتي بحلول عام ٢٠١٠ من زيادة كفاءة الطاقة في قطاعات الاستخدامات النهائية من خلال التحول إلى الغاز الطبيعي في قطاع الطاقة الكهربية ومن خلال الحد من إطلاق عملية غازات الدفيئة من الصناعات مثل أكسيد النتروز (N_2O) والبيرفلوروميثان (CF_4) والهيدروفلوروكربون (HFCS). وفي عام ٢٠٢٠ عندما يكون قد تم استبدال نسبة من معامل الطاقة الحالية في البلدان المتقدمة والبلدان التي تمر اقتصادياتها بمرحلة انتقالية، وعندما يصبح الكثير من المعامل الجديدة قيد التشغيل في البلدان النامية، يمكن أن يبدأ استخدام مصادر الطاقة المتجددة في المساهمة في الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويمكن في المدى البعيد، أن تصبح تكنولوجيات الطاقة النووية – مع تلبية الخصائص السلبية الكافية متطلبات الأمان الصارمة والانتشار وتخزين المخلفات – بالإضافة إلى إزالة الكربون فيزيائيا وتخزينه من الوقود الأحفوري والكتلة الإحيائية – خيارات متاحة.

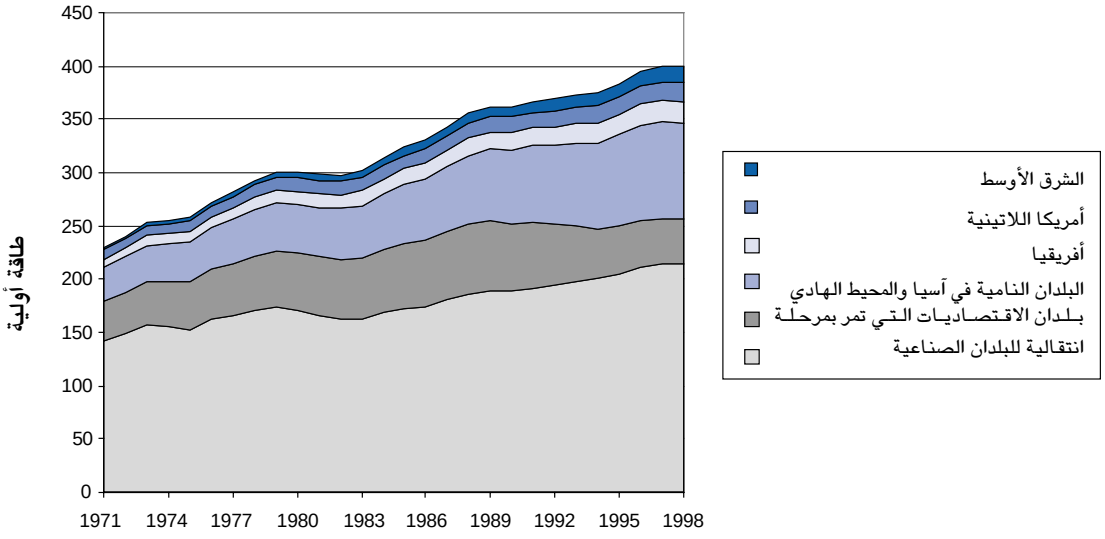
وتسير في عكس اتجاه الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية للتخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة، التنمية الاقتصادية السريعة وتسارع التغيير في بعض الاتجاهات الاقتصادية والاجتماعية والسلوكية التي تزيد من استخدام الطاقة الكلية وخاصة في البلدان المتقدمة ومجموعات البلدان النامية مرتفعة الدخل. وقد أخذت الوحدات السكنية والسيارات في كثير من البلدان في النمو من حيث الحجم كما تتزايد كثافة استخدام الأجهزة الكهربائية. ومعدات المكاتب الكهربية في المباني التجارية. وفي البلدان المتقدمة، وخاصة الولايات المتحدة، تتزايد أيضا مبيعات السيارات الأكبر حجما والأثقل وزنا والأقل كفاءة في استخدام الطاقة. ويؤدي الخفض المستمر

في أسعار الطاقة بالتجزئة أو تثبيت هذه الأسعار في أنحاء كبيرة من العالم إلى الحد من الحافز على كفاءة استخدام الطاقة أو شراء تكنولوجيات تتسم بالكفاءة من حيث الطاقة في جميع القطاعات. ولم تبذل البلدان، مع بعض الاستثناءات الهامة القليلة، جهودا كبيرة لتنشيط السياسات أو البرامج الرامية إلى زيادة كفاءة الطاقة أو الترويج لتكنولوجيات الطاقة المتجددة. ومنذ أوائل التسعينات أيضا، حدث انخفاض في موارد القطاعين العام والخاص المخصصة للبحوث والتطوير سعيا إلى وضع وتنفيذ تكنولوجيات جديدة تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة.

وعلاوة على ذلك، وهو ما يتصل بخيارات المستحدثات التكنولوجية، تتوافر إمكانيات هامة في مجال التجديد الاجتماعي. ففي جميع الأقاليم، تتوافر خيارات كثيرة لاختيار أنماط الحياة التي قد تحسن من نوعية الحياة مع الحد في نفس الوقت من استهلاك الموارد وما يرتبط بذلك من انبعاثات غازات الدفيئة. وتعتمد هذه الاختيارات كثيرا على الثقافات والأولويات المحلية والإقليمية. وهي ترتبط ارتباطا وثيقا بالتغييرات التكنولوجية التي يمكن ربط بعضها بالتغيرات العميقة في نمط الحياة، في حين لا يتطلب البعض الآخر هذه التغييرات. وعلى الرغم من أن هذه الخيارات تكاد لا تلاحظ في تقرير التقييم الثاني، فإن هذا التقرير يبدأ بمعالجتها.

٣-٢ الاتجاهات في استخدام الطاقة وما يرتبط بذلك من انبعاثات غازات الدفيئة

يواصل الاستهلاك العالمي للطاقة وما يرتبط بها من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون اتجاهه التصاعدي في التسعينات (الشكلان ٣ و ٤). ويظل الوقود الأحفوري الشكل المهيمن للطاقة المستخدمة في العالم. ويشكل استخدام الطاقة أكثر من ثلثي انبعاثات غازات الدفيئة التي يعالجها بروتوكول كيوتو. ففي عام ١٩٩٨، تم استهلاك ١٤٣ أكساجول من النفط و٨٢ أكساجول من الغاز الطبيعي و١٠٠ أكساجول من الفحم بواسطة اقتصاديات العالم. وزاد استهلاك العالم من الطاقة الأولية بنسبة متوسطة تبلغ ١,٣ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨. وبلغ متوسط معدل النمو السنوي ١,٦ في المائة في البلدان المتقدمة و٢,٣ في المائة إلى ٥و٥ في المائة في البلدان النامية فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨. وانخفض استخدام الطاقة الأولية في الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية بمعدل سنوي قدره ٤,٧ في المائة فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨ نتيجة لفقد الصناعات الثقيلة وانخفاض النشاط الاقتصادي العام وإعادة تنظيم قطاع التصنيع.



الشكل ٣: استخدام الطاقة الأولية في العالم بحسب الإقليم من ١٩٧١ إلى ١٩٩٨

ملحوظة: تحسب الطاقة الأولية باستخدام طريقة محتوى الطاقة الفيزيائية المستخدمة في إحصاءات الطاقة الدولية استنادا إلى مصادر الطاقة الأولية المستخدمة لإنتاج الحرارة والكهرباء

وزاد متوسط انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم – بنفس معدل الطاقة الأولية تقريبا – بنسبة ١,٤ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٨ وهو ما يقل كثيرا عن نسبة النمو البالغة ٢,١ في المائة سنويا التي تحققت خلال التسعينات والثمانينات. ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى الانخفاضات من الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية والتغييرات الهيكلية في قطاع الصناعة في البلدان المتقدمة. وعلى المدى الطويل، كان النمو العالمي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة لاستخدام الطاقة ١,٩ في المائة سنويا فيما بين ١٩٧١ و١٩٩٨. وفي ١٩٩٨، كانت البلدان المتقدمة مسؤولة عن أكثر من ٥٠ في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة، والتي زادت بمعدل ١,٦ في المائة سنويا اعتبارا من ١٩٩٠. وتشكل الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية ١٣ في المائة من انبعاثات ١٩٩٨، وقد أخذت انبعاثاتها في الانخفاض بمعدل سنوي قدره ٤,٦ في المائة منذ ١٩٩٠. وأصدرت البلدان النامية في إقليم آسيا والمحيط الهادي ٢٢ في المائة من مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم، وكانت الأسرع نموا حيث بلغت الزيادة فيها ٤,٩ في المائة سنويا منذ ١٩٩٠. وتشكل بقية البلدان النامية نسبة تزيد قليلا على ١٠ في المائة من مجموع الانبعاثات التي تنمو بمعدل سنوي قدره ٤,٣ في المائة منذ ١٩٩٠.

وخلال فترة التصنيع الكثيف من ١٨٦٠ إلى ١٩٩٧، حرق ما يقدر بنحو ٠٠٠ ١٣ اكساجول من الوقود الأحفوري أطلق ٢٩٠ جيغاطن كربون في الغلاف الجوي مما أدى بالإضافة إلى التغير في استخدام الأراضي إلى زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة ٣٠ في المائة. وفي المقابل، فإن موارد الغاز الطبيعي التقديرية[٦] تماثل تلك الخاصة بالنفط حيث تبلغ نحو ٠٠٠ ٣٥ اكساجول. وتزيد قاعدة موارد الفحم بنحو أربعة أمثال ذلك من حيث الحجم. وتقدر معدلات الميثان (غير المحسوبة في قاعدة الموارد) بنحو ٠٠٠ ٧٨٠ اكساجول. وتحتوي احتياطيات الوقود الأحفوري التقليدية على ٠٠٠ ١ ١ جيغاطن كربون أي بما يزيد بأكثر من خمسة أمثال الكربون الذي أطلق بالفعل وإذا أضفت الموارد المقدرة، يظل هناك ما مجموعه ٠٠٠ ٥٠ جيغاطن على الأرض. وتتوقع السيناريوهات التي وضعها التقرير الخاص (SRES) دون أية سياسات محددة تتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة إطلاق تجميعي يتراوح بين ما يقرب من ٠٠٠ ١ جيغاطن كربون و٠٠٠ ٢ جيغاطن كربون من استهلاك الوقود الأحفوري فيما بين ٠٠٠ ٢ و٠٠٠ ٢. وتتراوح الانبعاثات الكلية من الكربون لعمليات التثبيت البالغة ٤٥٠ إلى ٧٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم خلال نفس الفترة ما بين ٦٣٠ و٠٠٠ ١ جيغاطن كربون (أنظر الشكل TS-5). ولذا، فإن ندرة الوقود الأحفوري، على مستوى العالم على الأقل، لا يعتبر عاملا كبيرا في دراسة التخفيف من تغير المناخ. وعلى العكس من ذلك، فإن الكربون، على خلاف رواسب الفحم والنفط غير التقليدي الكبيرة نسبيا أو موارد النفط التقليدية، أقل كثيرا من انبعاثات الكربون التراكمية المرتبطة بتثبيت ثاني أكسيد الكربون عند مستوى ٤٥٠ جزءا من المليون من حيث الحجم أو أعلى من ذلك (الشكل ٥). وعلاوة على ذلك، ثمة احتمالات لمساهمة كميات كبيرة من غازات الدفيئة الأخرى في ذلك. وفي نفس الوقت، من الواضح من الشكل ٥ أن احتياطيات النفط والغاز التقليديين ليست سوى جزءا صغيرا من مجموع قاعدة موارد الوقود الأحفوري الكلية. وقد تعني بيانات هذه الموارد ضمنيا تغييرا في مزيج الطاقة وإدخال مصادر جديدة من الطاقة خلال القرن الواحد والعشرين. وسيحدد اختيار مزيج مصادر الطاقة وما يرتبط به من استثمار ما إذا كان يمكن تثبيت تركيزات غازات الدفيئة أم لا وإذا كان التثبيت ممكنا سيحدد مستوى التثبيت وتكلفته. وفي الوقت الحالي، يوجه معظم الاستثمار نحو استكشاف وتنمية المزيد من موارد الوقود الأحفوري التقليدية وغير التقليدية.

٣–٣ الخيارات التكنولوجية للتخفيف على مستوى القطاعات[٧]

تقدر إمكانيات[٨] تخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة الرئيسية لكل قطاع لتحديد نطاق التكاليف (الجدول ١). ففي القطاع الصناعي، تقدر تكاليف الحد من انبعاثات الكربون بما يتراوح بين السلبية (أي دون ندم، حيث يمكن تحقيق التخفيضات مع تحقيق ربح) إلى نحو ٣٠٠ دولار للطن من الكربون[٩]. وفي قطاع البناء، يمكن أن يؤدي التنفيذ المطرد للتكنولوجيات والتدابير التي تحقق كفاءة الطاقة إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المباني السكنية في ٢٠١٠ بنحو ٣٢٥ ميجا طن كربون/ سنويا في البلدان المتقدمة والتي تمر بمرحلة انتقال بتكاليف تتراوح بين – ٢٥٠ دولارا إلى – ١٥٠ دولارا للطن من الكربون وبنحو ١٢٥ ميجا طن كربون في البلدان النامية بتكاليف تتراوح – بين ٢٥٠ دولارا إلى – ٥٠ دولارا للطن كربون. كذلك يمكن خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من

(٦) الاحتياطيات هي المواد الموجودة المحددة والمقيسة باعتبارها مجدية اقتصاديا وفنيا باستعمال التكنولوجيات الموجودة وبالأسعار الحالية. أما الموارد فهي المواد الموجودة ذات الخصائص الجيولوجية و/ أو الاقتصادية الأقل يقينية ولكن يعتبر استخراجها محتملا مع التكنولوجيات والتطورات الاقتصادية المتوقعة. وتشمل قاعدة الموارد كلتا الفئتين. وفي مقدمة هذه القاعدة، توجد كميات إضافية وجودها معروف يقينا و/ أو أهميتها الاقتصادية غير معروفة أو منعدمة في المستقبل المنظور ويشار إليها بتعبير "موجودات إضافية". (تقرير التقييم الثاني، الفريق العامل الثاني). ومن أمثلة ذلك، موارد الوقود الأحفوري غير التقليدية الرمل القطراني والزيت الحجري وسائر الزيوت الثقيلة والغازات المضغوطة في طبقات الأرض العميقة والغازات الموجودة في الطبقات الحاملة للمياه الجوفية، وغيرها.

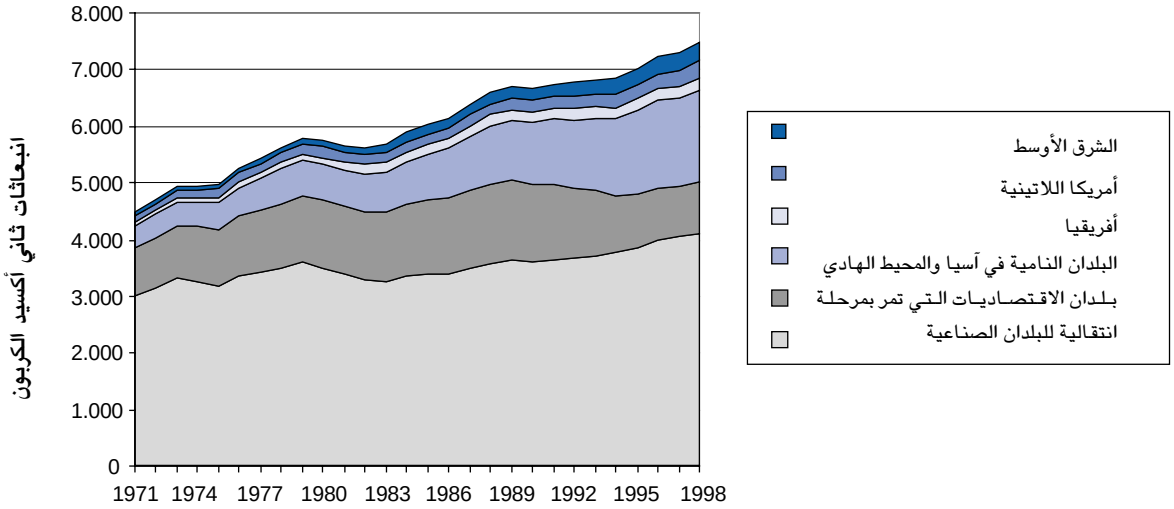
المباني التجارية في ٢٠١٠ بنحو ١٨٥ ميجا طن كربون في البلدان المتقدمة والتي تمر بمرحلة انتقالية بتكاليف تتراوح بين – ٤٠٠ دولار إلى – ٢٥٠ دولارا للطن كربون المجنب وبنحو ٨٠ ميجا طن كربون في البلدان النامية بتكاليف تتراوح بين – ٤٠٠ دولار إلى – صفر دولار للطن كربون. وتتراوح التكاليف في قطاع النقل بين – ٢٠٠ دولار للطن كربون إلى – ٣٠٠ دولار للطن كربون، وفي قطاع الزراعة من – ١٠٠ دولار للطن كربون إلى – ٣٠٠ دولار للطن كربون. ويمكن تحقيق إدارة المواد، بما في ذلك إعادة التدوير واستخلاص الغازات من مقالب القمامة، وفورات تتراوح بين تكاليف سلبية إلى متواضعة أقل من – ١٠٠ دولار للطن كربون. وفي قطاع إمدادات الطاقة، يمكن تحقيق عدد من التحويلات في الوقود وإحلالات تكنولوجية بتكاليف تتراوح بين – ١٠٠ دولار إلى أكثر من ٢٠٠ دولار للطن كربون. وسوف تحدد ظروف السوق تحقيق هذه الإمكانيات حيثما تتأثر بالأفضليات البشرية والمجتمعية والتدخلات الحكومية.

ويوفر الجدول ٢ عرضا عاما وصلات مع حواجز وتأثيرات التخفيف. وفيما يلي وصف أكثر تفصيلا لخيارات التخفيف على مستوى القطاعات.

٣–١–١ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع المباني

أسهم قطاع المباني بنسبة ٣١ في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة في العالم في ١٩٩٥، وزادت هذه الانبعاثات بمعدل سنوي قدره ١,٨ في المائة منذ عام ١٩٧١. واستمرت تكنولوجيا المباني في مسار تطوري مع زيادات إضافية خلال السنوات الخمس السابقة في مجال كفاءة الطاقة في النوافذ والضوء والأجهزة والمواد العازلة وتدفئة الأماكن، والتبريد، وتكييف الهواء. كما كان هناك تطور مستمر في ضوابط المباني، والتصميم الشمسي السالب، والتقييم المتكامل للمباني وفي تطبيق النظم الكهربية الضوئية في المباني.وقد انخفضت انبعاثات الفلوروكربون من الثلاجات وأجهزة تكييف الهواء حيث أخذ استعمال الكلوروفلوروكربون يبطل بالتدريج، وذلك أساسا بفضل تحسن عمليات احتواء واستخلاص مواد التبريد الفلوروكربونية وإلى حد أقل، نتيجة لاستخدام الهيدروكربون وغيره من مواد التبريد غير الفلوروكربونية. وانخفض استخدام انبعاثات الفلوروكربون من

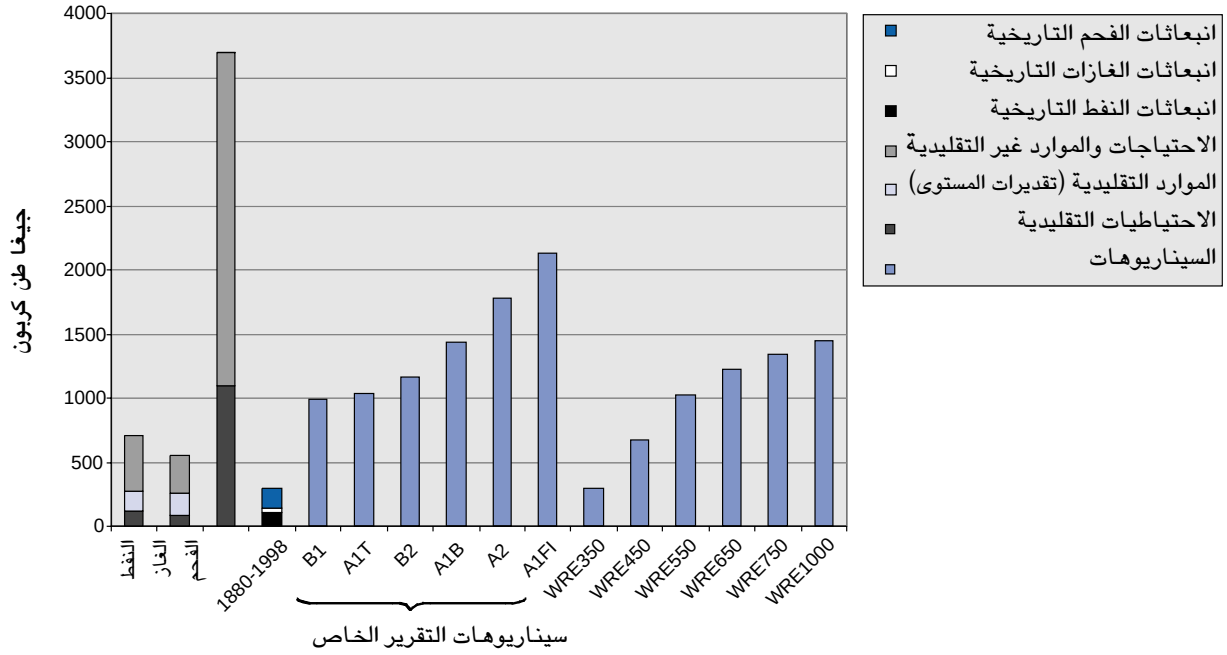
الشكل ٤: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم بحسب الإقليم ١٩٧١–١٩٩٨



(٧) تشير إحصاءات الطاقة الدولية إلى البيانات القطاعية لكل من قطاعي الصناعة والنقل، ولكنها لا تشير إلى قطاعي المباني والزراعة اللذين يأتيان تحت "أخرى". وفي هذا القسم، وضعت تقديرات للمعلومات عن استخدام الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لهذين القطاعين باستخدام خطة مخصصات. واستنادا إلى عامل معياري لتحويل الكهرباء يبلغ ٣٣ في المائة. وعلاوة على ذلك، أخذت القيم الخاصة ببلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية من مصدر مختلف (إحصاءات النفط البريطانية). وهكذا، فإن القيم القطاعية يمكن أن تختلف عن القيم التجميعية الواردة في القسم ٣–٢ على الرغم من تماثل الاتجاهات العامة. وعموما، ثمة عدم يقين يحيط بالبيانات الخاصة بالاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية وبالفئتين الفرعيتين المعنيتين بالمباني السكنية والتجارية في قطاع المباني في جميع الأقاليم.

(٨) تختلف الإمكانيات في مختلف الدراسات التي جرى تقييمها إلا أن الإمكانيات التجميعية الواردة في القسمين ٣ و٤ تشير إلى الإمكانيات الاقتصادية والاجتماعية على النحو الوارد في الشكل ٧.

الرغوات العازلة حيث بطل بالتدريج استخدام الكلوروفلوركربون، ويتوقع أن ينخفض أكثر مع توقف استعمال الكلورو فلوروكربون المهجن. وأدت جهود البحوث والتطوير إلى زيادة كفاءة الثلاجات ونظم التبريد والتدفئة. وعلى الرغم من استمرار تحسن التكنولوجيات وتطبيق التكنولوجيا المحسنة في كثير من البلدان، زاد استخدام الطاقة في المباني بأسرع من الطلب الإجمالي على الطاقة منذ عام ١٩٧١ وحتى ١٩٩٥ مع تسجيل طاقة المباني التجارية أكبر زيادة سنوية بالنسبة المئوية (٣ في المائة مقابل ٢و٢ في المائة في المباني السكنية). ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى زيادة سبل الراحة والطلب الاستهلاكي من حيث زيادة استخدام الأجهزة، واتساع المساكن والتحديث والتوسع في القطاع التجاري مع نمو الاقتصاد.وتتوافر في الوقت الحاضر فرص تكنولوجية فعالة لإبطاء هذا الاتجاه. وتبلغ الإمكانيات الفنية العامة للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة بالطاقة مع المستحدثات الفنية في المستقبل ٧١٥ ميجا طن كلور/ سنويا في ٢٠١٠ لقاعدة تتضمن انبعاثات كربونية تبلغ ٢٦٠٠ ميجا طن كربون سنويا (٢٧ في المائة) و٩٥٠ ميجا طن كربون/ سنويا (٣١ في المائة) و٢٠٢٥ ميجا طن كربون/ سنويا في ٢٠٥٠ لقاعدة تتضمن انبعاثات كربونية تبلغ ٣٩٠٠ ميجا طن كربون/ سنويا (٥٢ في المائة). ويمكن أن يضمن توسع البحوث والتطوير استمرار تحسين التكنولوجيات في هذا القطاع.



الشكل ٥: مقادير الكربون في احتياطيات وموارد النفط والغاز والفحم مقارنة بانبعاثات الكربون التاريخية من الوقود الأحفوري، الفترة ١٨٦٠–١٩٩٨؛ وبانبعاثات الكربون التراكمي من مجموعة من سيناريوهات التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات وسيناريوهات التثبيت الواردة في تقرير التقييم الثالث حتى عام ٢١٠٠. وبيانات الاحتياطيات والموارد مبينة في الأعمدة التي إلى اليسار. ويشمل النفط والغاز غير التقليديين الرمل القطراني والزيت الحجري وغير ذلك من الزيوت الثقيلة، وميثان طبقة الفحم الحجري، والغازات الموجودة في الطبقات الحاملة للمياه، والغازات الموجودة في مستجمعات المياه، وغيرها. ولا تبين الهيدرات الغازية (المركبات القفصية) المقدرة بما يبلغ ١٢ ٠٠٠ جيغاطن كربون. وتبين أعمدة السيناريو كلا من السيناريوهات المرجعية للتقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات المؤدية إلى تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون عند مجموعة مستويات. ويلاحظ أنه إذا كانت الانبعاثات التراكمية لعام ٢١٠٠ والمرتبطة بسيناريوهات التقرير الخاص مساوية للانبعاثات التراكمية الخاصة بسيناريوهات التثبيت أو أقل منها، فإن هذا لا يعني بالضرورة أن هذه السيناريوهات تؤدي إلى التثبيت على نحو متساو.

(٩) جميع التكاليف بالدولار الأمريكي.

الجدول ١: تقديرات الانخفاضات في انبعاثات غازات الدفيئة والتكاليف بحسب الطن من معادل الكربون الذي أمكن تجنبه بعد الامتصاص المتوقع للإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية، في ٢٠١٠ و ٢٠٢٠، الناجم عن بعض التكنولوجيات المحققة لكفاءة الطاقة والإمدادات سواء على المستوى العالي أو الإقليمي مع درجات متفاوتة من عدم اليقين

	الإقليم	دولار / الطن من الكربون المجنب +٢٠٠ ٠ −٢٠٠ −٤٠٠	٢٠٢٠ الإمكانيات(b)	٢٠٢٠ الإمكانيات(a)	٢٠١٠ الاحتمال(b)	٢٠١٠ الإمكانيات(a)	المراجع والتعليقات والقسم ذي الصلة في الفصل الثالث من التقرير الأساسي
المباني/الأجهزة							
قطاع السكن	OECD/EET		' ' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	' ' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	Acosta Moreno *et al*., 1996; Brown *et al*., 1998 Wang y Smith, 1999
القطاع التجاري	Dev. cos.		' ' ' '	◊ ◊ ◊	' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	
	OECD/EIT		' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊	' ' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	
	Dev. cos.		' ' '	◊ ◊ ◊	' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	
النقل							
تحسينات في كفاءة السيارات	الولايات المتحدة		.' ' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊	' ' ' ' '	◊ ◊ ◊	Interlab., Working Group, 1997 Brown *et al*, 1998 US DOE/EIA, 1998 ECMT, 1997 (8 coun tries only) Kashiwagi *et al*, 1999 Denis y Koopman, 1998 Worrell *et al*., 1997b
	أوروبا		' ' ' ' '	◊ ◊	' ' ' ' '	◊ ◊	
	اليابان		' ' ' '	◊ ◊	' ' ' ' '	◊ ◊	
	البلدان النامية		' ' ' '	◊ ◊	' ' ' ' '	◊ ◊	
التصنيع							
إزالة ثاني أكسيد الكربون الأسمدة ومعامل التكرير	عالمي		'	◊ ◊ ◊ ◊	'	◊ ◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
تحسين كفاءة المواد	عالمي		' ' ' '	◊ ◊ ◊	' ' ' '	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
اسمنت مخلوط	عالمي		'	◊ ◊ ◊	'	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
خفض أكسيد النتروز من جانب الصناعات الكيماوية	عالمي		'	◊ ◊ ◊ ◊	'	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
خفض PFC من الصناعات الكيماوية	عالمي		'	◊ ◊ ◊	'	◊ ◊◊	*Table 3.21*
خفض الهيدروفلوروكربون من جانب الصناعات الكيماوية	عالمي		' '	◊ ◊ ◊	' '	◊ ◊ ◊	*Table 3.21*
التحسينات في كفاءة الطاقة	عالمي		' ' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊ ◊	' ' ' ' '	◊ ◊ ◊ ◊	*Table 3.19*

Tabla RT-1: تابع

الزراعة	الإقليم	دولار / الطن من الكربون المجنب +٢٠٠ ٠ −٢٠٠ −٤٠٠	٢٠٢٠ الإمكانيات(b)	٢٠٢٠ الإمكانيات(a)	٢٠١٠ الاحتمال(b)	٢٠١٠ الإمكانيات(a)	المراجع والتعليقات والقسم ذي الصلة في الفصل الثالث من التقرير الأساسي
زيادة الامتصاص من الحراثة	البلدان النامية		'	◊◊	'	◊◊	Zhou, 1998; *Table 3.27* Dick *et al.*, 1998
المحافظة	عالمي	-	'''	◊◊	''''	◊◊◊	IPCC, 2000
وإدارة الأراضي المحصولية	عالمي		'''	◊◊	''''	◊◊◊	Lal y Bruce, 1999 *Table 3.27*
امتصاص كربون التربة	OECD		'	◊◊◊	'	◊◊◊	Kroeze & Mosier, 1999 *Table 3.27*
إدارة الأسمدة النتروجينية	عالمي		'	◊◊◊	'''	◊◊◊◊	OCDE, 1999; IPCC, 2000
	OECD		''	◊◊	''	◊◊◊	Kroeze & Mosier, 1999 *Table 3.27*
خفض ميثان الأثيري	USA	·	'	◊◊	'	◊◊◊	OCDE, 1998 Reimer & Freund, 1999
ري الأرز والأسمدة	البلدان النامية		'	◊	'	◊◊	Chipato, 1999
	عالمي		'''	◊◊	''''	◊◊◊	Riemer &Freund, 1998 IPCC, 2000
المخلفات امتصاص ميثان مقالب القمامة	OECD		''''	◊◊◊	''''	◊◊◊◊	Landifill methane USEPA, 1999
إمدادات الطاقة النووية مقابل الفحم	عالمي المرفق الأول		''''	◊◊	'''''	◊◊◊◊	**Totales**[c] – See Sección 3.8.6
	بلدان غير مدرجة في المرفق الأول		''	◊◊	''''	◊◊	*Table 3.35a*
النووية مقابل الغاز	المرفق الأول بلدان غير مدرجة		''	◊◊◊	'''''	◊◊◊	*Table 3.35b*
	في المرفق الأول		'''	◊	''''	◊	*Table 3.35*
			'	◊	'''	◊	*Cuadro 3.35d*

Tabla RT-1: تابع

المراجع والتعليقات والقسم ذي الصلة في الفصل الثالث من التقرير الأساسي	٢٠١٠ الإمكانيات(a)	٢٠١٠ الاحتمال(b)	٢٠٢٠ الإمكانيات(a)	٢٠٢٠ الإمكانيات(b)	دولار / الطن من الكربون المجنب +٢٠٠ ٠ −٢٠٠ −٤٠٠	الإقليم	
Table 3.35a	◊◊◊◊	'''''	◊◊◊	'		بلدان المرفق الأول	الغاز مقابل الفحم
Table 3.35b	◊◊◊◊	'''''	◊◊◊◊	'		بلدان غير المرفق الأول	
Tables 3.35 a + b	◊◊	''	◊◊	'		عالمي	امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الفحم
Tables 3.35 c + d	◊◊	''	◊◊	'		عالمي	امتصاص ثاني أكسيد الكربون من الغاز
Tables 3.35 a + b Moore, 1998; G.T Interlab. 1997	◊◊◊◊	'''	◊◊◊◊	'		عالمي	الكتلة الإحيائية مقابل .....الفحم
Tables 3.35 c + d	◊◊◊	'	◊	'		عالمي	الكتلة الإحيائية مقابل الغاز
Tables 3.35 a - d BTM Cons. 1999;Greenpeace, 1999	◊◊◊◊	'''''	◊◊◊	'''		عالمي	الرياح مقابل الفحم أو الغاز
Sulilatu, 1998	◊◊◊	''	◊◊◊	'		الولايات المتحدة	فحم النار مع ١٠٪ كتلة إحيائية
Table 3.35 a	◊	'	◊	'		بلدان المرفق الأول	الطاقة الشمسية مقابل الفحم
Table 3.35 b	◊	'	◊	'		بلدان غير المرفق الأول	
Tables 3.35 a + b	◊◊	'''	◊	''		عالمي	الطاقة الهيدرو مقابل الفحم
Tables 3.35 c + d	◊◊	''	◊	'		عالمي	الطاقة الهيدرو مقابل الغاز

ملاحظات

(أ) – الإمكانيات من حيث الأطنان من الكربون المجفف بطاقة تكاليف دولار/طن كربون معين.

' = 20 MtC/yr > '' = 20-50 MtC/yr ''' = 50-100MtC/yr ''''' = 100-200MtC/yr ''''' = 200 MtC/yr>

(ب) – احتمال تحقيق هذا المستوى من الانبعاثات استنادا إلى التكاليف حسب ما هو وارد في الدراسات.

◊ = غير مرجح بشدة ◊◊ = غير مرجح ◊◊◊ = ممكن ◊◊◊◊ = محتمل ◊◊◊◊◊ = محتمل بشدة.

(ج) – تفترض خيارات التخفيف الكلي لإمدادات الطاقة أنه لن تتحقق جميع الإمكانيات لأسباب شتى من بينها التنافس بين التكنولوجيات المختلفة حسب ما هو مدرج تحت المجاميع.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
المباني والأسر والخدمات: تتوافر مئات التكنولوجيات والتدابير التي يمكنها تحسين كفاءة الطاقة في الأجهزة والمعدات، فضلا عن هياكل المباني في جميع أقاليم العالم. وتشير التقديرات إلى أن خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المباني السكنية في ٢٠١٠ بمقدار ٣٢٥ ميجا طن كربون في البلدان المتقدمة، وفي إقليم البلدان التي تمر بمرحلة انتقالية بتكاليف تتراوح بين ٢٥٠ دولارا و ١٥٠ دولارا للطن كربون وبنحو ١٢٥ ميجا طن كربون في البلدان النامية بتكاليف ٢٥٠ دولارا إلى ٥٠ دولارا للطن كربون. كذلك يمكن خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المباني التجارية في ٢٠١٠ بمقدار ١٨٥ ميجا طن كربون في البلدان الصناعية وإقليم البلدان التي تمر بمرحلة انتقالية تتراوح بين – ٤٠٠ دولار و – ٢٥٠ دولارا للطن كربون، وبنحو ٨٠ ميجاطن كربون في البلدان النامية بتكاليف تتراوح بين – ٤٠٠ دولار وصفر دولار للطن كربون. وتمثل هذه الوفورات ما يقرب من ٣٠ في المائة من المباني وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ٢٠١٠ و٢٠٢٠ مقابل سيناريو أساسي مثل السيناريو الدليلي B2 في التقرير الخاص SRES.	الحواجز: في البلدان المتقدمة هيكل السوق لا يؤدي إلى تحسينات في الكفاءة، والحوافز في غير موضعها، ونقص المعلومات، وفي البلدان النامية نقص التمويل والمهارات، ونقص المعلومات والعادات التقليدية والتسعير الموجه. الغرض: استحداث أساليب تسويق محسنة ومهارات، والتسويق القائم على المعلومات، والبرامج والمواصفات الطوعية أثبتت قدرتها على التغلب على الحواجز في البلدان المقتدمة. وتعتبر مهارات القروض التي في متناول اليد، وبناء القدرات، وقاعدة المعلومات، وتوعية المستهلكين، والحوافز على بناء القدرات وإلغاء القواعد التي تحكم صناعة الطاقة كلها طرق لمعالجة الحواجز المشار إليها أعلاه في العالم النامي.	صناعة الخدمات: ستكسب الكثير من البلدان مخرجات وفرص عمل اعتمادا على الطريقة التي تنفذ بها سياسات التخفيف. غير أن من المتوقع أن تكون الزيادة صغيرة وموزعة. الأسر والقطاع غير النظامي: يأتي تأثير التخفيف على الأسر بصورة مباشرة من خلال التغييرات في التكنولوجيا وأسعار استخدام الأسر للطاقة، وبصورة غير مباشرة من خلال تأثيرات الاقتصاد الجزئي على الدخل وفرص العمل. وثمة منافع جانبية هامة تتمثل في تحسين جودة الهواء في الداخل والخارج وخاصة في المدن في جميع مدن العالم.
النقل: تطورت تكنولوجيا النقل بالنسبة لمركبات الخدمة الخفيفة بأسرع مما كان متوقعا في تقرير التقييم الثاني نتيجة لجهود البحوث والتطوير الدولية. وظهرت بالفعل السيارات الكهربية المختلطة في السوق، وأعلن عن إنزال مركبات الخلايا الوقودية عام ٢٠٠٣ من جانب معظم الشركات الرئيسية وسوف تتقلص تأثيرات تحسين الكفاءة التكنولوجية تخفيف غازات الدفيئة إلى حد ما نتيجة للتأثيرات المرتدة ما لم يعالج ذلك بسياسات تزيد بفعالية من سعر الوقود أو السفريات. وقد يكون التأثير المرتد، في بعض البلدان التي يرتفع فيها سعر الوقود مثل أوروبا، كبيرا بدرجة تصل إلى ٤٠ في المائة، وفي البلدان التي ينخفض فيها سعر الوقود مثل الولايات المتحدة، يبدو أن التأثيرات المرتدة لا تزيد على ٢٠ في المائة. ويمكن للتدابير التكنولوجية، بعد مراعاة التأثيرات المرتدة، أن تقلل انبعاثات غاز الدفيئة بنحو ٥ في المائة إلى ١٥ في المائة عام ٢٠١٠ وبنحو ١٥ في المائة إلى ٣٥ في المائة بحلول عام ٢٠٢٠ بالمقارنة بخط أساس النمو المستمر.	الحواجز: تعتبر المخاطر التي تواجه صناعات معدات النقل حاجزا مهما أمام الإسراع بتبني تكنولوجيات في كفاءة الطاقة في قطاع النقل. ويتطلب تحقيق تحسينات كبيرة في كفاءة الطاقة إعادة تصميم المركبات من جديد بالإضافة إلى الاستثمارات بعدة مليارات في مرافق الإنتاج الجديدة. ومن ناحية أخرى، فإن قيمة زيادة الكفاءة بالنسبة للمستهلكين هي الفرق بين القيمة الحالية لوفورات الطاقة وزيادة أسعار الشراء التي يمكن أن تكون قيمة صغيرة صافية. وعلى الرغم من أن أسواق سيارات النقل يهيمن عليها عدد قليل جدا من الشركات بالمعني الفني، فإن المنافسة فيها شديد. بمعني أن الأخطاء الاستراتيجية يمكن أن تكون باهظة التكلفة. وأخيرا، فإن الكثير من المنافع الناجمة عن زيادة كفاءة الطاقة تتحقق في شكل منافع اجتماعية أكثر منها منافع خاصة. ولهذه الأسباب جميعا، فإن من المتصور عموما أن المخاطر التي تتعرض لها الصناعات نتيجة للتغييرات التكنولوجية لتحسين كفاءة الطاقة تتجاوز المنافع السوقية المباشرة. فالاستثمارات العامة والخاصة الضخمة في البنية الأساسية للنقل والمناخ الراسخ المكيف ليناسب رحلات السيارات العاملة بالموتور تفرض حواجز أمام تغيير هيكل النقل النموذجي في الكثير من البلدان.	النقل: يتوقع أن يظل النمو في الطلب على النقل دون أن يتأثر إلا بصورة محدودة بسياسات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة. ولا تتوافر سوى فرص محدودة لإحلال الوقود المعتمد على الكربون الأحفوري في الأجلين القصير والمتوسط. وسوف يتمثل التأثير الرئيسي لسياسات التخفيف في تحسين كفاءة الطاقة في جميع نماذج النقل.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
	الفرص: توفر تكنولوجيا المعلومات فرصا جديدة لتسعير بعض التكاليف الخارجية للنقل ابتداء من الاحتراق وحتى تلوث البيئة. ويمكن أن يوفر تنفيذ عمليات تسعير أكثر كفاءة قدرا أكبر من الحوافز على تحقيق كفاءة الطاقة في كل المعدات وهيكل النماذج. وتؤدي العوامل التي تعوق تطبيق التكنولوجيات المحققة لكفاءة الطاقة في أسواق سيارات النقل إلى خلق ظروف يمكن أن تصبح فيها قواعد كفاءة الطاقة، الطوعية أو الإلزامية، أو فعالة. فالقواعد حسنة الصياغة يمكن أن تقضي على الكثير من مخاطر أحداث تغييرات تكنولوجية كاسحة حيث أن جميع المتنافسين سيواجهون نفس القواعد. وقد أظهرت الدراسات تباعا وجود تكنولوجيات قادرة على خفض حدة كربون السيارات حتى نسبة ٥٥ في المائة أو ١٠٠ في المائة في المدى الطويل بنفس مردودية تكاليف تقريبا. وأخيرا، فإن جهود البحوث والتطوير المكثفة بشأن سيارات الخدمات الخفيفة حققت تحسينات جوهرية في تكنولوجيات القطارات العاملة بالطاقة المختلطة وتكنولوجيات الخلايا الوقودية. ويمكن توجيه جهود مماثلة إلى تكنولوجيات النقل والشحن البري والجوي وبالقطارات والبحر وما ينطوي عليه ذلك من منافع.	
الصناعة: تحسين كفاءة الطاقة هو الخيار الرئيسي لخفض الانبعاثات في الصناعة. ولقد نفذ الكثير بالفعل وخاصة في البلدان الصناعية لتحسين كفاءة الطاقة إلا أن الخيارات مازالت قائمة لتحقيق المزيد من الانخفاضات. ويمكن تخفيض ٣٠٠ – ٥٠٠ ميغا طن كربون/ سنويا و ٧٠٠ – ١١٠٠ جيغا طن كربون/ سنويا في ٢٠١٠ و٢٠٤٠ على التوالي مقابل سيناريو مثل B2 في التقرير الخاص (SRES). وللجزء الأكبر من هذه الخيارات تكاليف سلبية صافية. فالانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون في الصناعة صغيرة نسبيا بصورة عامة ويمكن خفضها بأكثر من ٨٥ في المائة، ومعظمها بتكاليف متواضعة بل وسلبية في بعض الأحيان.	الحواجز: نقص تسعير التكاليف الكاملة، والانخفاض النسبي لمساهمة الطاقة في تكاليف الإنتاج، ونقص المعلومات من جانب المستهلكين والمنتجين، وضعف توافر رأس المال والموظفين المهرة تشكل كلها الحواجز الرئيسية أمام تغلغل تكنولوجيا التخفيف من القطاع الصناعي في جميع البلدان وإن كان الأهم في البلدان النامية. الفرص: التشريعات لمعالجة الاهتمامات البيئية المحلية، والاتفاقيات الطوعية وخاصة إذا استكملت بجهود حكومية، والإعانات المباشرة وحسابات الضرائب كلها أساليب نجحت في التغلب على الحواجز المشار إليها أعلاه. وتعتبر التشريعات بما في ذلك المواصفات والنهوض بالتسويق على أساس الأساليب المناسبة بصورة خاصة في الصناعات الخفيفة.	الصناعة: يتوقع أن يؤدي التخفيف إلى تغيير هيكلي في التصنيع في بلدان المرفق الأول (وذلك جزئيا نتيجة لتغيير الطلبات في الاستهلاك الخاص) مع ذات القطاعات التي توفر المعدات المقتصدة في الطاقة والتي تقيد التكنولوجيات منخفضة الكربون في القطاعات كثيفة الطاقة التي يتعين عليها التحول في الوقود، وتبني تكنولوجيات جديدة أو زيادة الأسعار. غير أن التأثيرات المرتدة قد تؤدي إلى نتائج سلبية غير متوقعة.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
تغير استخدام الأراضي والغابات: هناك ثلاثة طرق أساسية يمكن بها لإدارة أو استخدام الأراضي أن يخفف من زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي هي: الحماية والامتصاص والاحلال. وتبين هذه الخيارات الأنماط الزمنية المختلفة ومن ثم فإن اختيار الخيارات وفعاليتها المحتملة تعتمدان على الإطار الزمني المستهدف فضلا عن إنتاجية الموقع، وتاريخ الاضطراب. وقدر تقرير التقييم الثاني أن هذه التدابير يمكن أن تؤدي عالميا إلى خفض الكربون في الغلاف الجوي بنحو ٨٣ إلى ١٣١ جيغاطن كربون عام ٢٠٥٠ (٦٠ إلى ٨٧ جيغا طن كربون في الغابات و٢٣ إلى ٤٤ جيغا طن كربون في التربة الزراعية). ولم تعدل الدراسات التي صدرت منذ ذلك الوقت هذه التقديرات بصورة كبيرة. وتعتبر تكاليف أساليب الإدارة الأرضية منخفضة بالمقارنة بالبدائل وتتراوح بين صفر (فرص الكسب المتبادل) و١٢ دولارا للطن كربون.	الحواجز أمام التخفيف في تغير استخدام الأراضي والغابات، تشمل نقص التمويل والقدرات البشرية والمؤسسية للرصد والتدقيق، والمعوقات الاجتماعية مثل الإمداد بالأغذية والسكان الذين يعيشون على الغابات الطبيعية والحوافز على تطهير الأراضي، والضغوط السكانية والتحول إلى المراعي نتيجة للطلب على اللحوم. وتهيمن إدارات الغابات الحكومية على الأنشطة الحرجية في البلدان المدارية مع انخفاض دور المجتمعات المحلية والقطاع الخاص. وفي بعض أنحاء العالم المداري، وخاصة أفريقيا، قد يؤدي انخفاض إنتاجية المحاصيل والطلبات المتنافسة على الغابات لإنتاج المحاصيل وحطب الوقود إلى الحد من فرص التخفيف. الفرص: في استخدام الأراضي والغابات، يتعين توفير الحوافز والسياسات لتحقيق الإمكانيات الفنية. ويمكن أن يتخذ ذلك شكل قواعد حكومية وضرائب وإعانات أو حوافز اقتصادية في شكل مدفوعات سوقية لامتصاص ووقف الكربون كما اقترح ذلك في بروتوكول كيوتو اعتمادا على تنفيذها من قرارات الأطراف المتعاقدة.	يمكن أن يكون لسياسات التخفيف من غازات الدفيئة تأثيرات كبيرة على استخدام الأراضي وخاصة من خلال امتصاص الكربون وإنتاج الوقود الإحيائي. ويمكن أن يؤدي تطبيق نشاطات التخفيف في البلدان المدارية إلى صيانة التنوع البيولوجي وتوفير فرص العمل في الريف وحماية مستجمعات المياه مما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة. ولتحقيق ذلك، تعتبر التغييرات المؤسسية لإدراج المجتمعات المحلية والصناعية ضرورية مما يؤدي إلى الحد من دور الحكومات في إدارة الغابات.
الزراعة وإدارة المخلفات: تزداد مدخلات الطاقة بنسبة أقل من ١ في المائة سنويا في العالم مع تحقيق أعلى الزيادات في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. إلا أنها انخفضت في بلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية. ويوجد الآن العديد من الخيارات لخفض انبعاثات غاز الدفيئة للاستثمار – ٥٠ دولارا إلى ١٥٠ دولارا للطن كربون. ويشمل ذلك، زيادة مخزون الكربون من خلال (إدارة الأراضي المحصولية (١٥٠ ميغا طن كربون/ سنويا بحلول عام ٢٠١٠) وخفض انبعاثات غاز الميثان من خلال النهوض بإدارة الثروة الحيوانية (ق ٣٠ ميغا طن كربون/ سنويا) وإنتاج الأرز (٥٠–١٠٠ ميغا طن من مكافئ الكربون/ سنويا)، والحد من انبعاثات أكسيد النتروز من المخلفات الحيوانية، وتطبيق التدابير الخاصة بالنتروز أمر ممكن في معظم الأقاليم في حالة نقل التكنولوجيا الملائمة والحوافز للمزارعين لتغيير الطرق التقليدية التي يتبعونها. ولزراعة الطاقة للإحلال مكان الوقود الأحفوري مستقبل جيد إذا أمكن جعل التكاليف أكثر تنافسا وإنتاج المحاصيل بصورة مستدامة. ويمكن أن يؤدي تحسين التعامل مع المخلفات إلى خفض انبعاثات غاز الدفيئة بنحو ٢٠٠ ميغا طن كربون في ٢٠١٠ و٣٢٠ ميغا طن من مكافئ الكربون في ٢٠٢٠ مقابل انبعاثات ميغا طن كربون في ١٩٩٠.	الحواجز: في الزراعة وإدارة المخلفات، تشمل عدم كفاية التمويل اللازم للبحوث والتطوير، وانعدام حقوق الملكية الفكرية، ونقص القدرات البشرية والمؤسسية والمعلومات على الصعيد الوطني في البلدان النامية، ومعوقات التطبيق على مستوى المزرعة، ونقص الحوافز والمعلومات للمزارعين في البلدان المتقدمة لتمكينهم من تطبيق تقنيات التربية الجديدة (يحتاجون إلى منافع أخرى غير مجرد خفض غازات الدفيئة). الفرص: توسيع خطط الائتمان، والتحول في أولويات البحوث وتنمية الصلات المؤسسية عبر البلدان، والاتجار في كربون التربة، والتكامل بين المنتجات الغذائية والألياف والطاقة كلها من الطرق التي يمكن بها التغلب على الحواجز. وينبغي ربط التدابير بالتحركات صوب طرق الإنتاج المستدامة. وتوفر زراعة الطاقة منافع التنويع في استخدام الأراضي حيثما يجرى حاليا استخدام الأراضي المناسبة في إنتاج الأغذية والألياف، وتتوافر المياه بالفعل.	الطاقة: يمكن أن توفر الغابات وإدارة الأراضي مجموعة من الوقود الصلب والسائل والغازي المتجدد والذي يمكن أن يحل مكان الوقود الأحفوري. المواد: تستخدم المنتجات من الغابات والمواد البيولوجية الأخرى في البناء والتغليف وإنتاج الورق وغير ذلك من الاستخدامات الكثيرة وهي دائما أقل كثافة من ناحية الطاقة من المواد البديلة الأخرى التي توفر نفس الخدمة. الاستخدام الزراعي: قد يكمل تخصيص مساحات كبيرة لامتصاص الكربون أو إدارة الكربون أو يتعارض مع الطلبات الأخرى على الأراضي مثل الزراعة. وسيكون لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة تأثير على الزراعة من خلال زيادة الطلب على إنتاج الوقود البيولوجي من خلال زيادة الطلب على إنتاج الوقود الحيوي في كثير من الأقاليم. وقد يؤدي تزايد المنافسة على الأراضي الصالحة للزراعة إلى زيادة أسعار الأغذية وغيرها من المنتجات الزراعية.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
إدارة المخلفات: استخدام الميثان من مقالب القمامة ومن مهاد الفحم. كما يتزايد استخدام غازات مقالب المخلفات في إنتاج الطاقة اللازمة للتدفئة والكهرباء. وفي العديد من البلدان الصناعية وخاصة في أوروبا واليابان، أصبحت مرافق تحويل المخلفات إلى طاقة أكثر كفاءة مع انخفاض انبعاثات الملوثات في الجو، وإعادة تدوير الورق والألياف أو باستخدام ورق المخلفات في شكل وقود حيوي في مرافق التحويل من مخلفات إلى طاقة.	الحواجز: لم تتخذ الكثير من التدابير لإدارة مقالب القمامة للحد من المخلفات في الأسواق سريعة النمو في معظم بلدان العالم النامي. الفرص: لدى بلدان مثل الولايات المتحدة وألمانيا سياسات خاصة إما للحد من مخلفات إنتاج الميثان و/ أو متطلبات استخدام الميثان من مقالب القمامة كمصدر للطاقة وتكاليف الاستخلاص سلبية بالنسبة لنصف ميثان المقالب.	
قطاع الطاقة: تتوافر في هذا القطاع خيارات لزيادة كفاءة التحويل وزيادة استخدام الطاقة الأولية مع خفض غازات الدفيئة لكل وحدة طاقة يتم إنتاجها من خلال امتصاص الكربون. والحد من تسربات غازات الدفيئة. ويمكن أن تساعد خيارات المكاسب المتبادلة مثل استخلاص ميثان مهاد الفحم وتحسين كفاءة الطاقة في توليد طاقة الحرق من الفحم والغاز فضلا عن إنتاج التدفئة والكهرباء في خفض الانبعاثات. ومع استمرار التنمية الاقتصادية، لن تكون زيادة الكفاءة كافية بمفردها للتحكم في انبعاثات غاز الدفيئة من قطاع الطاقة. وتشمل خيارات خفض الانبعاثات بحسب وحدة الطاقة المنتجة الأشكال المتجددة الجديدة من الطاقة والتي تظهر زيادة قوية وإن كانت ما تزال تقل عن ١ في المائة من الطاقة المنتجة في العالم. وقد اقترحت تكنولوجيات لامتصاص ثاني أكسيد الكربون وتصريفه لبلوغ الطاقة "الأحفورية النظيفة" ويمكن أن يسهم إسهاما كبيرا بتكاليف تنافسية مع الطاقة المتجددة على الرغم من أن الأمر مازال يحتاج إلى بحوث بشأن إمكانية هذه الطرق وتأثيراتها البيئية لتحديد استعمالاتها واستخداماتها. ويمكن أن تزيد الطاقة النووية وفي بعض الأماكن الطاقة المائية الأكبر حجما زيادة كبيرة من مساهماتها إلا أنها تواجه مشكلات التكاليف والقبول. ويتوقع أن تفتح خلايا الوقود الناشئة مجالات أمام زيادة متوسط كفاءة تحويل الطاقة خلال العقود القادمة.	الحواجز: تتمثل الحواجز الرئيسية في نقص الطاقة البشرية والمؤسسية، وعدم اكتمال أسواق رأس المال مما يؤدي إلى تثبيط الاستثمار في النظم اللامركزية الصغيرة وزيادة عدم اليقين في معدل عائد الاستثمار، وارتفاع التعريفات الجمركية، ونقص المعلومات، وانعدام حقوق الملكية الفكرية الخاصة بتكنولوجيات التخفيف. وبالنسبة للطاقة المتجددة، هناك ارتفاع التكاليف الأولية، ونقص فرص الحصول على رأس المال والإعانات المقدمة للوقود الأحفوري والحواجز. الفرص: تشمل بالنسبة للبلدان النامية تعزيز القفزات في تكنولوجيا العرض والطلب على الطاقة، وتيسير نقل التكنولوجيا من خلال توفير بيئة مواتية، وبناء القدرات والآليات الملائمة لنقل التكنولوجيات النظيفة والكفأة. وتوفر نظم تسعير التكاليف الكاملة والمعلومات ذات الصلة فرصا في البلدان المتقدمة. ويمكن أن تكون المنافع الأخرى المرتبطة بالتكنولوجيات المحسنة وخفض إنتاج الوقود الأحفوري واستخدامه كبيرة.	الفحم: قد ينخفض إنتاج الفحم واستخدامه وفرص العمل فيه نتيجة لسياسات التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة بالمقارنة باسقاطات إمدادات الطاقة دون سياسات مناخية إضافية. غير أن تكاليف التكيف ستكون أقل بكثير في حالة تشجيع سياسات إنتاج الفحم الجديدة تكنولوجيا الفحم النظيفة. النفط: قد تؤدي سياسات التخفيف العالمية إلى انخفاضات في إنتاج النفط وتجارته مع احتمال تعرض مصدري الطاقة لانخفاضات في الدخل الحقيقي بالمقارنة بالوضع الذي يخلو من هذه السياسات. غير أن تأثير أسعار النفط العالمية على تحقيق أهداف كيوتو قد تكون أقل شدة مما تنبأ به الكثير من النماذج بسبب احتواء الخيارات على الكثير من الغازات غير ثاني أكسيد الكربون والآليات المرنة الكفيلة بتحقيق الهدف والتي لا تدرج عادة في النموذج. الغاز: قد يؤثر التخفيف من خلال العشرين عاما القادمة في استخدام الغاز الطبيعي سواء بالسلب أو الإيجاب، اعتمادا على الظروف الإقليمية والمحلية. ففي بلدان المرفق الأول سيكون أي تحول يحدث بعيدا عن الفحم أو النفط متجها صوب الغاز الطبيعي والمصادر المتجددة لتوليد الطاقة. أما في حالة البلدان غير المدرجة في المرفق الأول، فإن احتمالات التحول إلى الغاز الطبيعي تبدو أعلى وإن كانت هناك اعتبارات أمن الطاقة وتوافر الموارد المحلية وخاصة في بعض البلدان مثل الصين والهند التي يوجد لديها احتياطيات كبيرة من الفحم.

الجدول ٢: الخيارات التكنولوجية والحواجز والفرص والتأثيرات على الإنتاج في مختلف القطاعات (يتبع)

الخيارات التكنولوجية	الحواجز والفرص	تأثيرات سياسات التخفيف على القطاعات
		المصادر المتجددة: المصادر المتجددة شديدة التنوع، وسوف تعتمد تأثيرات التخفيف على التطور التكنولوجي. فسوف تتباين من إقليم لآخر اعتمادا على ما يتوافر لديه من موارد. غير أن من المرجح جدا أن يؤدي التخفيف إلى توسيع أسواق صناعة المواد المتجددة. وفي هذا الوضع، يمكن أن تؤدي البحوث والتطوير للحد من التكاليف وتعزيز الأداء وزيادة تدفق الأموال على المواد المتجددة إلى زيادة استخدامها مما يؤدي إلى الحد من التكاليف. النووية: تتوافر إمكانيات فنية كبيرة لتطوير الطاقة النووية للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. غير أن تحقيق ذلك سوف يعتمد على التكاليف النسبية والعوامل السياسية والقبول العام.
الكربون المهلجن: تتزايد انبعاثات غازات الهيدروفلوروكربون مع استخدام هذه الغازات مكان بعض المواد المستنفدة للأوزون التي أخذ يبطل استخدامها. وبالمقارنة باسقاطات التقرير الخاص SRES بالنسبة للهيدروفلوروكربون في ٢٠١٠، فإن من المقدر أن تنخفض الانبعاثات بكمية كبيرة تصل إلى ١٠٠ ميغاطن بمكافئة من الكربون بتكاليف تقل عن ٢٠٠ دولار بمكافئة من الطن كربون. ونحو نصف الانخفاض المقدر عبارة عن انخفاض اصطناعي ناجم عن أن قيم خط الأساس في التقرير الخاص SRES كان أعلى من خط الأساس للدراسة المتعلقة بهذا التقرير. ويمكن تحقيق الباقي بخفض الانبعاثات من خلال احتواء واستعادة وإعادة دوران مواد التبريد ومن خلال سوائل وتكنولوجيات بديلة.	الحواجز: عدم اليقين المحيط بمستقبل سياسة الكربون المهلجن فيما يتعلق باحترار العالم واستنزاف طبقة الأوزون. الفرص: تحقيق تطورات تكنولوجية جديدة.	
الهندسة الجيولوجية: فيما يتعلق بفرص التخفيف في النظم الايكولوجية البحرية والهندسة الجيولوجية مازال الفهم البشري للنظم الفيزيائية الحيوية فضلا عن كثير من التقييمات الأخلاقية والقانونية والانصافية في بدايتها.	الحواجز: في الهندسة الجيوليوجية، مخاطر النتائج غير المتوقعة كبيرة، وقد لا يمكن هندسة التوزيع الإقليمي للحرارة والتهاطل. الفرص: بعض الاستفسارات الأساسية تبدو ملائمة.	القطاع لم يظهر إلى الوجود بعد: لا ينطبق

(أ) تشير "الحماية" إلى التدابير النشطة التي تصون وتحمي احتياطيات الكربون بما في ذلك تلك الموجودة في الغطاء النباتي والمادة العضوية للتربة والمنتجات التي يتم تصديرها من النظام الايكولوجي (مثل منع تحويل الغابات المدارية إلى الأغراض الزراعية وتجنب صرف الأراضي الغدقة). وتسير الامتصاص إلى التدابير، المنفترة بصورة متعمدة لزيادة مخزونات الكربون عن تلك الموجودة حاليا (مثل التشجير وتعديل إدارة التربة، وزيادة مخزونات الكربون في المنتجات الخشبية وتقييد نظام الحصاد بما في ذلك زيادة محاصيل الأعلاف والحد من الحرثة) ويشير "الإحلال" إلى الأساليب التي يستعاض فيها بالمنتجات البيولوجية المتجددة عن الوقود الأحفوري أو المنتجات كثيفة الطاقة ومن ثم تجنب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ن احتراق الوقود الأحفوري.

(ب) تشمل الهندسة الجيولوجية الجهود الرامية إلى تثبيت نظام المناخ من خلال إدارة توازن الطاقة في الكوكب بصورة مباشرة ومن ثم التغلب على زيادة تأثيرات غازات الدفيئة.

٣-٣-٢ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع النقل

أسهم قطاع النقل في ١٩٩٥ بنسبة ٢٢ في المائة في انبعاثات أكسيد الكربون المنطلقة من الطاقة في العالم، وتتزايد الانبعاثات من هذا القطاع، على المستوى العالمي، بمعدل سريع يبلغ قرابة ٢,٥ في المائة سنويا. وكان النمو الرئيسي منذ عام ١٩٩٠ في البلدان النامية (٧,٣ في المائة سنويا في إقليم آسيا والمحيط الهادي) وأخذ الآن في الانخفاض بمعدل ٥ في المائة سنويا في بلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية. وتستخدم الآن السيارات العاملة بالكهرباء والبنزين معا على أساس تجاري مع اقتصاد في الوقود يتراوح بين ٥٠ في المائة و١٠٠ في المائة يزيد عن السيارات سعة أربعة أشخاص المماثلة في الحجم. وقد يضطلع الوقود الإحيائي الذي ينتج من الأخشاب ومحاصيل الطاقة والمخلفات دورا تتزايد أهميته في قطاع النقل حيث أصبح التحليل المائي الإنزيمي للمواد الخلوية إلى الأيتانول أكثر فعالية من الناحية التكاليفية. وفي نفس الوقت، أصبح الديزل الحيوي بدعم من الإعفاءات الضريبية، يكسب حصة من السوق في أوروبا. غير أن التحسينات الإضافية في تصميم الآلات استخدمت على نطاق واسع في تعزيز تحسين أداء اقتصاد الوقود الذي لم يزد منذ تقرير التقييم الثاني. وأخذت السيارات العاملة بخلايا الوقود تتطور بسرعة، ومن المقرر نزولها إلى السوق عام ٢٠٠٣. ويبدو أن التحسينات الكبيرة على اقتصاد الوقود الخاص بالطائرات ممكنة من الناحيتين الفنية والاقتصادية في أسطول الجيل القادم. ومع ذلك، فإن معظم عمليات التقييم الخاصة بتحسينات الكفاءة التكنولوجية (الجدول ٣) تبين أنه بسبب نمو الطلب على النقل، لا تكفي التحسينات على كفاءة النقل وحدها أن تجنب الزيادة في انبعاثات غازات الدفيئة. كما تتوافر قرائن على أنه إذا ما ظلت كل الأمور في وضعها العادي فإن جهود تحسين كفاءة الوقود لن تحقق سوى تأثيرات جزئية في خفض الانبعاثات نتيجة للزيادة التي نشأت في مسافات التي تقطعها السيارات نتيجة لانخفاض تكاليف التشغيل النوعية.

٣-٣-٣ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع الصناعة

تشكل الانبعاثات الصناعية ٤٣ في المائة من الكربون المطلق في ١٩٩٥. وزادت انبعاثات الكربون من القطاع الصناعي بمعدل ١,٥ سنويا فيما بين ١٩٧١ و١٩٩٥ وتباطأ إلى ٠,٤ في المائة سنويا منذ ١٩٩٠. وتواصل الصناعات العثور على عمليات أكثر كفاءة من ناحية استخدام الطاقة وخفض غازات الدفيئة ذات الصلة بالعمليات. وهذا هو القطاع الوحيد الذي أظهر انخفاضا سنويا في انبعاثات الكربون في اقتصاديات منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (-٠,٨ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٥). وانخفضت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من بلدان الاقتصاديات التي تمر بمرحلة انتقالية بشدة (-٦,٤ في المائة سنويا فيما بين ١٩٩٠ و١٩٩٥ عندما انخفض مجموع الإنتاج الصناعي).

ومازالت الاختلافات في كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الصناعية كبيرة فيما بين البلدان المتقدمة المختلفة وفيما بين البلدان المتقدمة والبلدان النامية مما يعني أن هناك فروقا كبيرة في إمكانيات الخفض النسبي للانبعاثات فيما بين البلدان.

ويعتبر تحسين كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الصناعية أهم خيار مطروح للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وتتكون هذه الإمكانية من مئات التكنولوجيات الخاصة بالقطاع. وتقدر الإمكانية العالمية على تحسين كفاءة استخدام الطاقة – مقارنة بتطور خط الأساس – لعام ٢٠١٠ بمقدار ٣٠٠٠ – ٥٠٠ ميغاطن كربون لعام ٢٠٢٠ بمقدار ٧٠٠ – ٩٠٠ ميغاطن كربون. وفي هذه الحالة الأخيرة، يتعين مواصلة التطور التكنولوجي لتحقيق الإمكانية. ويمكن تحقيق غالبية خيارات تحسين كفاءة استخدام الطاقة بتكاليف سالبة صافية.

وثمة خيار هام آخر هو تحسين كفاءة استخدام المواد (بما في ذلك إعادة التدوير، والتصميم الأكثر كفاءة للمنتج، وإحلال المواد). وقد يمثل ذلك إمكانية تبلغ ٦٠٠ ميغاطن كربون عام ٢٠٢٠. وتتوافر فرص أخرى للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال التحول في الوقود أي إزالة ثاني أكسيد الكربون وتخزينه واستخدام أسمنت مخلوط.

وهناك عدد من العمليات النوعية لا يطلق فقط ثاني أكسيد الكربون بل وغازات الدفيئة الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون. فصناعة الأحماض الدهنية خفضت بشدة من انبعاثاتها من أكسيد النتروز وحققت صناعة الألمونيوم مكاسب كبيرة في خفض إطلاق غازات الدفيئة البيروفلوروكربون (CF4,C2F6) . ويمكن في غالب الأحيان إحداث خفض آخر في مستويات انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون من الصناعات التحويلية وذلك بتكاليف منخفضة نسبيا على أساس الطن من مكافئ الكربون الذي تم تخفيضه.

الجدول ٣: اسقاطات كثافة الطاقة في النقل من دراسة أجرتها خمسة مختبرات في الولايات المتحدة

العناصر المحورة	١٩٩٧	٢٠١٠		
		العمل دون تغيير	كفاءة الطاقة	ارتفاع الطاقة/ انخفاض الكربون
سيارات الركاب الجديدة ١/١٠٠ كلم	٨,٦	٨,٥	٦,٣	٥و٥
الشاحنات الخفيفة الجديدة ١/١٠٠/كلم	١١,٥	١١,٤	٨,٧	٧,٦
أسطول الخدمة الخفيفة(أ) ١/١٠٠/كلم	١٢,٠	١٢,١	١٠,٩	١٠,١
كفاءة الطائرات Seat 1 / ١٠٠ كلم	٤,٥	٤,٠	٣,٨	٣,٦
أسطول شاحنات النقل ١/١٠٠/كلم	٤٢,٠	٣٩,٢	٣٤,٦	٣٣,٦
كفاءة السكك الحديدية طن/كلم /MJ	٤,٢	٤,٦	٥و٥	٦,٢

(أ) بما في ذلك سيارات الركوب والشاحنات الخفيفة.

وثمة خيارات تكنولوجية كافية معروف اليوم أنها تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة من الصناعة بالأرقام المطلقة في معظم البلدان المتقدمة بحلول عام ٢٠١٠، والحد من زيادة الانبعاثات من هذا القطاع بصورة كبيرة في البلدان النامية.

٣-٣-٤ خيارات التخفيف الرئيسية في القطاع الزراعي

تسهم الزراعة بما لا يتجاوز نحو ٤ في المائة من انبعاثات الكربون الناشئ عن استخدام الطاقة في العالم، إلا أن هذه النسبة تزيد على ٢٠ في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة بشرية المنشأ (من حيث مكافئها بالميغاطن كربون سنويا) وخاصة من غاز الميثان وأكسيد النتروز فضلا عن الكربون الناتج عن تطهير الأراضي. وقد تحققت بعض المكاسب المتواضعة في كفاءة الطاقة في القطاع الزراعي منذ تقرير التقييم الثاني. ويمكن أن تؤدي تطورات التكنولوجيا الحيوية ذات الصلة بالإنتاج النباتي والحيواني إلى تحقيق مكاسب إضافية بشرط معالجة القلق إزاء التأثيرات البيئية المعاكسة بصورة كامنة. ويمكن أن يؤدي التحول عن إنتاج اللحوم إلى الإنتاج النباتي لأغراض توفير الأغذية البشرية، حيثما يكون ممكنا إلى زيادة كفاءة الطاقة وخفض انبعاثات غازات الدفيئة (وخاصة أكسيد النتروز والميثان من القطاع الزراعي). ويمكن تحقيق خفض كبير في انبعاثات غازات الدفيئة بحلول عام ٢٠١٠ من خلال إحداث تغييرات في الممارسات الزراعية مثل:

- زيادة امتصاص التربة للكربون من خلال أساليب الحرث المحافظة على موارد التربة والحد من كثافة استخدام الأراضي؛
- الحد من الميثان عن طريق إدارة ري الأرز وتحسين استعمال الأسمدة وخفض انبعاثات الميثان المعدية من المجترات؛
- تجنب انبعاثات أكسيد النتروز الزراعي البشري المنشأ (والذي يتجاوز في الزراعة انبعاثات الكربون من استخدام الوقود الأحفوري) من خلال استخدام الأسمدة بطيئة المفعول، والسماد العضوي، وعوامل الكبح النتروجينية، والنباتات البقولية الممكن معالجتها بالهندسة الوراثية. وتصدر أكبر انبعاثات من أكسيد النتروز في الصين والولايات المتحدة الأمريكية، وذلك أساسا نتيجة لاستعمال الأسمدة في التربة المزروعة بالأرز وغيرها من الترب الزراعية. ويمكن تحقيق مساهمات أكبر بكثير عام ٢٠٢٠ حيث يتوقع توافر خيارات أكبر لمكافحة انبعاثات أكسيد النتروز من التربة المخصبة.

غير أن عدم اليقين مرتفع إزاء مدى كثافة استخدام هذه التكنولوجيات من جانب المزارعين حيث أن تطبيقها قد يتضمن تكاليف إضافية. وقد يتعين إزالة الحواجز الاقتصادية وغيرها من الحواجز من خلال السياسات الموجهة.

٣-٣-٥ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إدارة النفايات

تزايد استخدام الميثان من مقالب القمامة ومن مهاد الفحم. كما يتزايد استخدام غاز مقالب القمامة في التدفئة والقوى الكهربية نتيجة لالتزامات السياسات في بلدان مثل ألمانيا وسويسرا والاتحاد الأوروبي. وتكاليف الاستخلاص سالبة بالنسبة لنصف ميثان مقالب القمامة. وقد تم توسيع نطاق طلب إدارة عمر المنتج في ألمانيا من التعبئة ليشمل السيارات والسلع الإلكترونية. وإذا زاد كل شخص في الولايات المتحدة نصيب الفرد من إعادة التدوير من المتوسط الوطني ليصل إلى معدل نصيب الفرد من إعادة التدوير في سيتل، واشنطن، ستكون النتيجة انخفاض بنسبة ٤ في المائة في انبعاثات غازات الدفيئة في الولايات المتحدة. وتدور مناقشات الآن بشأن ما إذا كان التوسع في خفض دورة بقاء انبعاثات غازات الدفيئة يحدث من خلال إعادة تدوير الورق والألياف أو من خلال استخدام الورق العادم في شكل وقود حيوي في مرافق تحويل النفايات إلى طاقة. وكلا الخيارين أفضل من دفن القمامة من حيث انبعاثات غازات الدفيئة. وقد أصبحت مرافق تحويل النفايات إلى طاقة في العديد من البلدان المتقدمة وخاصة أوروبا واليابان، أكثر كفاءة مع انخفاض انبعاثات تلوث الهواء.

٣-٣-٦ خيارات التخفيف الرئيسية في قطاع إمدادات الطاقة

مازال الوقود الأحفوري يهيمن على إنتاج التدفئة والطاقة الكهربية.ويشكل توليد الطاقة ٢ ١٠٠ ميغاطن كربون/ سنويا أو ٣٧,٥ في المائة من انبعاثات الكربون[١٠]. وتتوقع سيناريوهات خط الأساس، دون سياسات معنية بانبعاثات الكربون، انبعاثات في حدود ٣ ٥٠٠ و٤ ٠٠٠ ميغاطن من مكافئ الكربون في ٢٠١٠ و٢٠٢٠ على التوالي. وفي قطاع القوى، أصبحت التوربينات العاملة بغاز متنوع الدورة منخفضة الكهربية التكلفة بكفاءة تحويل تقترب من ٦٠ في المائة بالنسبة لأحدث نموذج للخيار المهيمن في محطات القوى الكهربية حيثما تتوافر كميات كافية من إمدادات الغاز الطبيعي فضلا عن البنية الأساسية اللازمة. لذلك، فإن تصميمات تكنولوجيات الفحم المتقدمة المستندة إلى دورة التغويز المتكاملة أو الغاز متنوع الدورة تنطوي على قدرة خفض الانبعاثات بتكاليف متواضعة من خلال زيادة الكفاءة. وأصبح إلغاء القواعد المقيدة لقطاع القوى الكهربية الدافع الرئيسي الآن للاختيار التكنولوجي.

فاستخدام نظم التدفئة والقوى المختلطة التجارية والصناعية في تلبية احتياجات تدفئة الأماكن والتصنيع يمكن أن يحقق تخفيضات كبيرة في الانبعاثات. ومازال عدم اليقين يحيط، في الوقت الحاضر، بالانعكاسات الأخرى الخاصة بإعادة تنظيم صناعة المرافق الكهربية في كثير من البلدان النامية فيما يتعلق بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وإن كان هناك اهتمام متزايد بنظم إمدادات القوى الموزعة استنادا إلى مصادر الطاقة المتجددة باستخدام خلايا الوقود والتوربينات الصغيرة، والآلات المحركة.

ونجحت صناعة القوى النووية في أن تزيد كثيرا من عامل القدرة في المرافق العاملة مما أدى إلى تحسين اقتصادياتها بدرجة كافية بحيث أصبح تحديد عمر المرافق ينطوي على فعالية تكاليفية. وفيما عدا في آسيا، لا يوجد سوى مصانع جديدة قليلة يقترح أو يجرى بناؤها. وتتقدم الجهود التي تبذل لتطوير مفاعلات نووية تنطوي على عنصر الأمان وانخفاض التكلفة وذلك بهدف خفض الحواجز الاجتماعية والاقتصادية والحد من الشواغل العامة إزاء الأمان، وتخزين النفايات النووية وانتشارها. وفيما عدا عدد قليل من المشروعات الكبيرة في الهند والصين، تباطأت أيضا عمليات إنشاء مشروعات القوى المائية الضخمة بالنظر إلى عدم توافر الكثير من المواقع الرئيسية لذلك، وارتفاع التكاليف في بعض الأحيان والشواغل البيئية والاجتماعية المحلية. وثمة تطور آخر يتمثل في التطور السريع للتوربينات العاملة بالرياح التي يتجاوز معدل نموها السنوي ٢٥ في المائة سنويا، والتي تجاوزت في ٢٠٠٠ مقدار ١٣ جيغاوات من الطاقات المنشأة. وتواصل المستحدثات الأخرى، بما في ذلك الطاقة الشمسية والكتلة الإحيائية النمو مع انخفاض التكاليف، إلا أن المساهمة الكلية من المصادر المتجددة غير المائية مازالت تقل عن ٢ في المائة في العالم. وتنطوي الخلايا الوقودية على مصادر مختلطة عالية الكفاءة من الكهرباء والتدفئة مع تزايد كثافة القوى واستمرار التكاليف في الانخفاض. وبحلول عام ٢٠١٠، سيكون الاحتراق المنزلي للفحم مع الكتلة الإحيائية، وتغويز خشب الوقود، والخلايا الكهربية الضوئية الأكثر كفاءة، ومزارع الرياح أمام الشواطئ، والوقود الحيوي المستند إلى الإيثانول من بين التكنولوجيات القادرة على التغلغل إلى السوق. ويتوقع أن تزيد حصة سوق هذه التكنولوجيات بحلول عام ٢٠٢٠ مع خفض منحنى التعلم للتكاليف وإحلال الأصول الرأسمالية لمصانع الجيل الحالي.
وأصبحت إزالة ثاني أكسيد الكربون وتخزينه فيزيائيا خيارا أكثر

(١٠) لاحظ أن النسب الواردة في القسم لا تعطي حاصل جمع ١٠٠ ٪ نظرا لأن هذه الانبعاثات موزعة على أربعة قطاعات في الفقرات أعلاه.

سلامة مما كان عليه وقت تقرير التقييم الثاني. إذ يمثل استخدام الفحم والكتلة الإحيائية كمصدر للهيدروجين مع تخزين ثاني أكسيد الكربون المتخلف عن هذه العملية خطوة ممكنة في اقتصاد الهيدروجين. وكان يجرى تخزين ثاني أكسيد الكربون في طبقة حاملة للمياه، ويجرى رصد كمية التخزين بأكملها. غير أن التخزين طويل الأمد مازال في مرحلة البيان العملي بالنسبة لهذا المستودع. كما يتعين إجراء البحوث لتحديد أية تأثيرات معاكسة (و/ أو) مفيدة على البيئة والمخاطر التي تتعرض لها صحة الإنسان نتيجة لإطلاق مختلف خيارات التخزين دون ضابط. ويتوقع أن تدخل المرافق التجريبية لامتصاص ثاني أكسيد الكربون وتخزينه مرحلة العمل بحلول عام ٢٠١٠ وقد تكون قادرة على تقديم مساهمة كبيرة في عملية التخفيف عام ٢٠٢٠. وإلى جانب الامتصاص البيولوجي قد تستكمل الإزالة والتخزين الفيزيائية الجهود التي تبذل حاليا لتحسين الكفاءة، وتحويل الوقود، وتحقيق مستحدثات جديدة إلا أن عليها أن تكون قادرة على المنافسة معها اقتصاديا.

ويرى التقرير إمكانية تكنولوجيات التخفيف في هذا القطاع على الحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حتى ٢٠٢٠ من خلال معامل القوى الجديدة. ويتوقع أن تصبح التوربينات أكبر مزود بالقدرات الجديدة فيما بين الآن و٢٠٢٠ في مختلف أنحاء العالم. وستصبح منافسا قويا للاستغناء عن محطات القوى الجديدة العاملة بالفحم حيثما يمكن توفير إمدادات إضافية من الغاز. وتنطوي الطاقة النووية على القدرة على الحد من الانبعاثات إذا أصبحت مقبولة من الناحية السياسية، حيث تستطيع أن تحل مكان الفحم والغاز في توليد الكهرباء. كذلك، فإن الكتلة الإحيائية، التي تستند أساسا إلى المخلفات والمنتجات الجانبية للزراعة والغابات، وطاقة الرياح قادرة على تقديم مساهمات كبيرة عام ٢٠٢٠. ومن ناحية أخرى، فإن الطاقة المائية تكنولوجيا راسخة، وتتوافر فرص أخرى تتجاوز تلك المتوقعة للمساهمة في الحد من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون. وأخيرا، فإنه في حين من المتوقع انخفاض تكاليف الطاقة الشمسية بدرجة كبيرة، فمن المحتمل أن تظل خيارا باهظ التكلفة لتوليد القوى المركزية في ٢٠٢٠. إلا أنها قد تقدم مساهمات متزايدة في أسواق السلع الكمالية والتكلفة وتوليد الطاقة غير الشبكية. وقد يعتمد أفضل خيار للتخفيف على الظروف المحلية وتوليفة من هذه التكنولوجيات التي تنطوي على إمكانية الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بما يتراوح بين ٣٥٠ و٧٠٠ ميغاطن كربون بالمقارنة بالانبعاثات المتوقعة البالغة نحو ٤٠٠ ميغا طن من هذا القطاع.

٣-٣-٧ خيارات التخفيف الرئيسية بالنسبة للهيدروفلوروكربون والهيدروكربون كامل الفلورة

تزايد استخدام غاز الهيدروفلوروكربون، وبدرجة أقل، غاز الهيدروكربون كامل الفلورة حيث حلت هذه المواد الكيماوية مكان نحو ٨ في المائة من مركبات الكلوروفلوروكربون بحسب الوزن في ١٩٩٧. وقد توقف في عام ١٩٩٦ إنتاج هذه المركبات وغيرها من المواد المستنفدة للأوزون في البلدان المتقدمة امتثالا لبروتوكول مونتريال بشأن حماية طبقة الأوزون الستراتوسفيرية. وحلت مركبات الكلوروفلوروكربون المهلجن مكان ١٢ ٪ أخرى من مركب الكلوروفلوروكربون. وتمت إزالة النسبة الباقية البالغة ٨٠ في المائة من خلال التحكم في الانبعاثات وتخفيضات بعض الاستخدامات والتكنولوجيات البديلة والسوائل بما في ذلك الأمونيا والهيدروكربون وأكسيد الكربون والماء والتكنولوجيات غير التقليدية. ويتباين الخيار المختار لإحلال مركبات الكلوروفلوروكربون وغيرها من المواد المستنفدة للأوزون.تباينا شاسعا فيما بين الاستخدامات التي تشمل التبريد، والتكييف المتنقل والثابت ومضخات التدفئة، ونظم تسليم الأوروسول الطبي وغيره من الأنواع، وإخماد الحرائق والمواد المذيبة. وفي نفس الوقت، فإن دراسة كفاءة استخدام الطاقة بالنسبة لحماية طبقة الأوزون يعد أمرا مهما وخاصة في سياق البلدان النامية، حيث لم تبدأ الأسواق في التطور إلا منذ فترة بسيطة، ويتوقع أن تنمو بسرعة كبيرة.

واستنادا إلى الاتجاهات الحالية ومع الافتراض بأنه ستظهر استخدامات جديدة خارج مجال إحلال المواد المستنفدة للأوزون، يتوقع أن يكون إنتاج مركبات الكلوروفلوروكربون في حدود ٣٧٠ كيتون أو ١٧٠ ميغاطن من مكافئ الكربون سنويا بحلول عام ٢٠١٠ في حين يتوقع أن يقل إنتاج مركب الهيدروكربون كامل الفلورة عن ١٢ ميغاطن من مكافئ الكربون سنويا. غير أن تقدير الانبعاثات السنوية عام ٢٠١٠ يبدو أمرا أكثر صعوبة. ومن المرجح أن يرتبط أكبر الانبعاثات بعمليات تكييف الهواء المتنقل يليه التبريد التجاري وتكييف الهواء الثابت. وفي الوقت الحاضر فإن استخدام الهيدروفلوروكربون في إزالة الرغوة منخفض إلا أنه إذا حل هذا الأخير مكان جزء كبير من مركبات الكلوروفلوروكربون المهلجن المستخدمة هنا، فإن من المتوقع أن يصل استخدامها إلى ٣٠ ميغاطن مكافئ للكربون في ٢٠١٠ مع وصول الانبعاثات إلى حدود ٥-١٠ ميغاطن مكافئ للكربون سنويا.

٣-٤ الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لتخفيف غازات الدفيئة: تجميع

تزايدت انبعاثات غازات الدفيئة في العالم بمتوسط قدره ١,٤ في المائة سنويا خلال الفترة من ١٩٩٠ إلى ١٩٩٨. وفي كثير من المجالات، كان التقدم التقني والصلة ببعض انبعاثات غاز الدفيئة كبيرا وأسرع مما كان متوقعا منذ تقرير التقييم الثاني. ويبلغ مجموع الإمكانيات العالمية على خفض انبعاثات غازات الدفيئة في مختلف أنحاء العالم الناشئة عن التطورات التكنولوجية ٩٠٠ ١ إلى ٦٠٠ ٢ ميغاطن كربون/سنويا بحلول عام ٢٠١٠ و٦٠٠ ٣ إلى ٠٥٠ ٥ ميغاطن كربون سنويا بحلول عام ٢٠٢٠. والقرائن التي اعتمد عليها في هذه الحسابات واسعة النطاق إلا أن لها العديد من جوانب القصور. فلم تجر حتى الآن أية دراسة عالمية شاملة للإمكانيات التكنولوجية، والدراسات الإقليمية والوطنية الحالية تتفاوت عموما في نطاقاتها، وتخرج بافتراضات مختلفة عن البارامترات الرئيسية. ومن ثم ينبغي النظر إلى التقديرات الواردة في (الجدول ١) على أنها إشارية فقط. ومع ذلك، فإنه يمكن استخلاص النتيجة الرئيسية الواردة في الفقرة أعلاه بقدر كبير من الثقة.

وتتباين تكاليف الخيارات بحسب التكنولوجيا المستخدمة، وتنطوي على اختلافات فيما بين الأقاليم. فقد يمكن تحقيق نصف الخفض في الانبعاثات المحتملة بحلول عام ٢٠٢٠ مع ما ينطوي عليه ذلك من منافع مباشرة (الطاقة المقتصدة)، والنصف الآخر بتكاليف صافية مباشرة تصل إلى ١٠٠ دولار للطن من مكافئ الكربون (بأسعار ١٩٩٨). وقد استخلصت تقديرات التكاليف هذه باستخدام معدلات خصم في حدود ٥ في المائة إلى ١٢ في المائة وهو ما يتسق مع معدلات الخصم في القطاع العام. وتتباين معدلات العائد الداخلي للقطاع الخاص تباينا كبيرا، وهي تزيد في غالب الأحيان، زيادة كبيرة مما يؤثر في عائد تطبيق التكنولوجيات بواسطة الكيانات الخاصة. واعتمادا على سيناريو الانبعاثات، يمكن أن يؤدي ذلك إلى خفض الانبعاثات العالمية إلى ما دون مستويات عام ٢٠٠٠ وفي عامي ٢٠١٠ – ٢٠٢٠ بهذه التكاليف المباشرة الصافية، وسوف يتطلب تحقيق هذه الانخفاضات تكاليف تنفيذ إضافية قد تكون كبيرة في بعض الحالات. وقد تحتاج إلى سياسات مساعدة (مثل تلك الواردة في القسم ٦) وزيادة البحوث والتطوير ونقل التكنولوجيا بفعالية والتغلب على الحواجز الأخرى (انظر القسم ٥ للحصول على تفاصيل).

وهناك الآن مئات من التكنولوجيات والممارسات الرامية إلى الحد من انبعاثات غازات الدفيئة في قطاعات المباني والنقل والصناعة. وهذه الخيارات المتعلقة بكفاءة استخدام الطاقة مسؤولة عن أكثر من نصف مجموع إمكانيات الحد من الانبعاثات الكلية في هذه القطاعات. وسوف تتزايد أيضا أهمية التحسينات في كفاءة استخدام الموارد (بما في ذلك إعادة التدوير) في المدى البعيد. وسوف يظل الوقود الأحفوري الزهيد الثمن والوفير الكمية يهيمن على قطاع الإمداد بالطاقة وحفظها. غير أن هناك إمكانيات كبيرة لخفض الانبعاثات نتيجة للتحول من الفحم إلى الغاز الطبيعي وتحسين كفاءة الحفظ في معامل الطاقة، والتوسع في معامل التوليد المشترك الموزعة في الصناعة، والمباني التجارية والمؤسسات، واستخلاص ثاني أكسيد الكربون وامتصاصه. ويمكن أن يؤدي مواصلة استخدام معامل الطاقة النووية (بما في ذلك تحديد عمرها الافتراضي) واستخدام مصادر الطاقة المتجددة إلى تجنب بعض الانبعاثات الإضافية الناشئة عن استخدام الوقود الأحفوري. كما تعتبر الكتلة الإحيائية من المنتجات الجانبية والنفايات مثل غاز مقالب القمامة مصادر مهمة للطاقة يمكن استكمالها بإنتاج محاصيل الطاقة، حيثما تكون الأراضي مناسبة والمياه متوافرة. كما ستسهم طاقة الرياح والقوى المائية، بأكثر من الطاقة الشمسية بسبب ارتفاع تكاليفها النسبية. وقد تحققت بالفعل تخفيضات في ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة المفلورة من خلال المستحدثات التكنولوجية الكبيرة. ونفذت عمليات تغيير أساليب العمل، وتحسين الاحتواء والاستخلاص واستخدام المركبات والتكنولوجيات البديلة. وتتوافر إمكانيات لإحداث تخفيضات في المستقبل بما في ذلك الانبعاثات ذات الصلة بالعمليات من إنتاج الرغوة العازلة وأشباه الموصلات، والانبعاثات الجانبية من الألمنيوم ومركبات الكلوروفلوروكربون المهلجن. وتشكل إمكانيات تحسين كفاءة الطاقة ذات الصلة باستخدام الغازات المفلورة نفس حجم الانخفاضات في الانبعاثات المباشرة. فامتصاص التربة للكربون، والتحكم في أكسيد الميثان المعوي، والحراثة المحافظة على موارد التربة يمكن كلها أن تسهم في التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة من الزراعة.

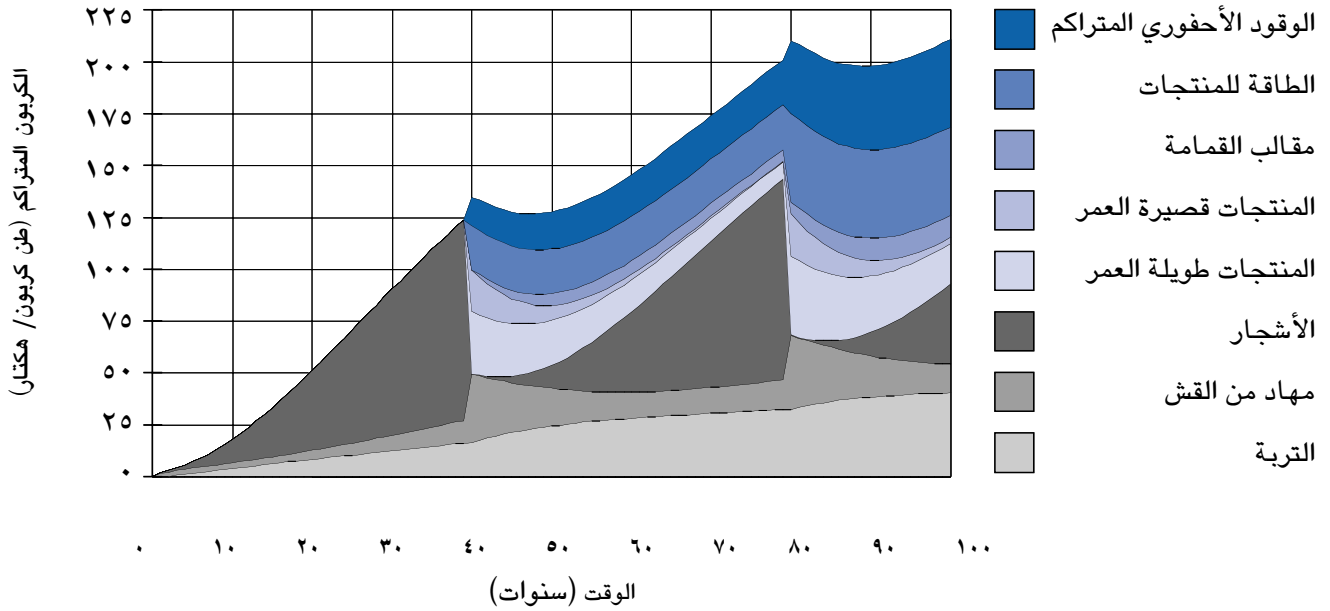
ويتعين وضع سياسات ملائمة لتحقيق هذه الإمكانيات. وعلاوة على ذلك، يتوقع أن تؤدي جهود البحوث والتطوير الجارية إلى زيادة حافظة التكنولوجيات التي توفر خيارات خفض الانبعاثات زيادة كبيرة. وسوف يتعين المحافظة على نشاطات البحوث والتطوير هذه بالإضافة إلى أعمال نقل التكنولوجيا لتحقيق الإمكانيات طويلة الأجل الواردة في (الجدول ١). ولاشك في أن موازنة نشاطات التخفيف في القطاعات المختلفة مع الأهداف الأخرى مثل تلك المتصلة بالتنمية والإنصاف والاستدامة يعتبر المفتاح الرئيسي إلى ضمان فعاليتها.

٤- الإمكانيات التكنولوجية والاقتصادية لخيارات تعزيز مستودعات الكربون البيولوجي والهندسة الجيولوجية والمحافظة عليها وإدارتها

٤-١ التخفيف من خلال النظام الايكولوجي الأرضي وإدارة الأراضي

تتيح الغابات والأراضي الزراعية وغيرها من النظم الايكولوجية الأرضية إمكانية كبيرة لتخفيف الانبعاثات وإن كانت إمكانيات مؤقتة. فعمليات الحفظ والامتصاص تتيح بعض الوقت لوضع خيارات أخرى وتنفيذها. وقدر تقرير التقييم الثاني الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بأنه من الممكن حفظ أو امتصاص نحو ٦٠ إلى ٨٧ غ طن كربون في الغابات عام ٢٠٥٠ ثم امتصاص ٢٣ إلى ٤٤ غ طن كربون في التربة الزراعية. والتقييم الحالي لإمكانيات خيارات التخفيف البيولوجي من الانبعاثات هو في حدود ١٠٠ غ طن كربون (تراكمي) عام ٢٠٥٠ وهو ما يعادل نحو ١٠ في المائة إلى ٢٠ في المائة من الانبعاثات المتوقعة من الوقود الأحفوري خلال تلك الفترة. ويجري في هذا القسم تقييم التخفيف البيولوجي للانبعاثات في النظم الايكولوجية الأرضية بالتركيز على إمكانيات التخفيف والقيود الايكولوجية والبيئية والاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية. ويناقش أيضا بإيجاز ما يعرف باسم الهندسة الجيولوجية.

لا يمكن لزيادة مستجمعات الكربون من خلال إدارة النظم الايكولوجية الأرضية أن تعوض إلا جزئيا انبعاثات الوقود الأحفوري. وعلاوة على ذلك، فإن مخزونات الكربون الكبيرة قد تفرض خاطر زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل إذا توقفت ممارسات ضغط الكربون. فعلى سبيل المثال، فإن التخلي من مكافحة الحرائق في الغابات أو العودة إلى الحراثة الكثيفة في الزراعة قد يؤديان إلى خسائر سريعة في جزء على الأقل ن الكربون المجمع خلال السنوات السابقة. غير أن استخدام الكتلة الإحيائية كوقود أو خشب للاستعادة على المواد الأكثر كثافة في إنتاج الطاقة يمكن أن توفر منافع دائمة في التخفيف من انبعاثات الكربون. ومن المفيد تقييم فرص الامتصاص الأرضية بجانب استراتيجيات خفض الانبعاثات بالنظر إلى أن كلا الأسلوبين قد يلزمان للتحكم في مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.



الشكل ٦: توازن الكربون من مشروع افتراضي لإدارة الغابات

ملاحظة: يبين الشكل التغيرات في المخزون التراكمي من الكربون – المخزون في سيناريو يشمل التشجير وحصاد مزيج من المنتجات الحرجية التقليدية مع استخدام بعض هذا الحصاد في شكل وقود. وتشير القيم إلى ما قد يمكن ملاحظته في جنوب شرق الولايات المتحدة أو وسط أوروبا. فإعادة النمو يعيد الكربون من جديد إلى الغابة، ويجري حصاد الغابة (الافتراضية)، كل ٤٠ عاما مع ترك بعض المهاد من القش على الأرض لتتحلل، ويجري تجميع المنتجات أو التخلص منها في مقالب القمامة. وتوجد تغييرات صافية من حيث، مثلا، أن الشكل يبين وفورات في انبعاثات الوقود الأحفوري بالمقارنة لسيناريو بديل يستخدم الوقود الأحفوري وبدائله، أي المزيد من المنتجات كثيفة الطاقة لتوفير نفس الخدمات.

وتقترب مستودعات الكربون في معظم النظم الايكولوجية في نهاية المطاف من بعض المستويات القصوى. وتعتمد الكمية الكلية للكربون المخزون و/ أو انبعاثات الكربون التي تم تجنبها من خلال مشروع لإدارة الغابات في أي وقت معين على أساليب الإدارة النوعية (انظر الشكل ٦). وعلى ذلك فإن أي نظام ايكولوجي يستنفد من الكربون نتيجة لأي أحداث ماضية قد ينطوي على معدل إمكانية مرتفع لتجميع الكربون في حين أن النظام الأيكولوجي الذي يستوعب مستجمع كربون كبير يميل إلى أن ينخفض فيه معدل امتصاص الكربون. فعندما تصل هذه النظم، في نهاية المطاف، إلى مستجمع الكربون الأقصى لديها، تتقلص القدرة الاستيعابية (أي معدل التغيير في المستجمع). وعلى الرغم من أن معدل الامتصاص، ومستجمع الكربون قد يكونا مرتفعين بصورة نسبية في بعض المراحل، لا يمكن الوصول بهما إلى حدودهما القصوى في آن واحد. وعلى ذلك، فإن استراتيجيات الإدارة في أي نظام إيكولوجي، قد تعتمد على ما إذا كان الهدف هو زيادة التراكم في المدى القصير أو المحافظة على مستودعات الكربون بمرور الوقت. غير أن التوازن الذي يتحقق ايكولوجيا بين الهدفين يعترضه سجل الاضطرابات، وإنتاجية الموقع والإطار الزمني للهدف. فعلى سبيل المثال، فإن خيارات تعظيم الامتصاص بحلول عام ٢٠١٠ قد لا تؤدي إلى تعظيم الامتصاص في ٢٠٢٠ و٢٠٥٠. وفي بعض الأحيان، قد يؤدي تنظيم الامتصاص في ٢٠١٠ إلى خفض مخزون الكربون بمرور الوقت.

وسوف تتأثر فعالية استراتيجيات التخفيف من الكربون، وأمن مستجمعات الكربون الممتدة بالتغييرات العالمية في المستقبل إلا أن تأثيرات هذه التغييرات سوف تتباين بحسب الأقاليم الجغرافية، ونمط النظام الايكولوجي والقدرات المحلية على التكيف. فعلى سبيل المثال، فإن زيادة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، والتعديلات في دورات المغذيات، والتغييرات (الاضطرابات الطبيعية أو المستحثة من الإنسان) في النظم يمكن أن يكون لها تأثيرات سلبية أو إيجابية على مستجمعات الكربون في النظم الايكولوجية الأرضية.

وفي الماضي، كانت إدارة الأراضي تؤدي في كثير من الأحيان إلى خفض مستجمع الكربون إلا أن مستجمعات الكربون، ثبتت الآن في الكثير من الأقاليم مثل أوروبا الغربية، وأخذت في الانتعاش. وتزداد الغابات في معظم بلدان الأقاليم المعتدلة والشمالية رغم أن مستجمعات الكربون الحالية مازالت أصغر من تلك التي كانت موجودة في عصور ما قبل الصناعة أو ما قبل التاريخ. وعلى الرغم من أن من المستبعد أن يتم استخلاص الكربون بصورة كاملة لإعادته إلى مستويات ما قبل التاريخ، فإن هناك احتمالا لحدوث زيادة كبيرة في مخزونات الكربون. وتشير إحصاءات منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا إلى أن متوسط الزيادة السنوية الصافية تتجاوز معدلات قطع الأشجار في الغابات الشمالية والمعتدلة الخاضعة للإدارة في أوائل التسعينات. وعلى سبيل المثال، زادت مخزونات الكربون في الكتلة الإحيائية الشجرية الحية بنحو ٠,١٧ جيغا طن كربون/ سنويا في الولايات المتحدة و٠,١١ جيغا طن كربون سنويا في أوروبا الغربية مما أدى إلى استيعاب نحو ١٠ في المائة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأحفوري في العالم في تلك الفترة الزمنية. وعلى الرغم من أن هذه التقديرات لا تشمل المهاد من القش أو التربة، فإنها توضح أن سطوح الأراضي تلعب دورا كبيرا ومتغيرا في موازنة الكربون في الغلاف الجوي. وتوفر زيادة مستجمعات الكربون فرصا قوية كامنة للتخفيف من تغير المناخ.

غير أن متوسط الخسائر الصافية في مخزونات الكربون الحرجي مازال مستمرا رغم أن معدل إزالة الغابات قد يكون قد انخفض بصورة طفيفة خلال العقد الماضي. وفي مجال الأراضي الزراعية، تتوافر خيارات الآن لاستخلاص جزء من الكربون المفقود خلال تحويل الغابات إلى أراض عشبية.

٤-٢ الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية

الأراضي مورد ثمين ومحدود يستخدم في أغراض متعددة في كل بلد. والعلاقة بين استراتيجيات التخفيف من تغير المناخ والاستخدامات الأخرى للأراضي علاقة تنافسية ومحايدة أو تكافلية. ويشير تحليل للدراسات إلى أن استراتيجيات التخفيف من الكربون يمكن متابعتها في شكل عنصر واحد من استراتيجيات أكثر شمولا تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة حيث لا تكون زيادة مخزونات الكربون سوى هدف واحد من أهداف عديدة. وفي كثير من الأحيان، يمكن تطبيق تدابير داخل الغابات والزراعة والاستخدامات الأخرى للأراضي لتوفير التخفيف من الكربون والتقدم في نفس الوقت أيضا لتحقيق أهداف اجتماعية واقتصادية وبيئية أخرى. ويمكن أن يوفر التخفيف من الكربون قيمة ودخلا إضافيين لإدارة الأراضي والتنمية الريفية. فمن الممكن تكييف الحلول والأهداف المحلية لتتوافق مع أولويات التنمية المستدامة على المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية.

وثمة عنصر رئيسي لتفعيل نشاطات تخفيف الكربون واستدامتها يتمثل في موازنة ذلك مع الأهداف الايكولوجية و/ أو البيئية والاقتصادية والاجتماعية الأخرى لاستخدام الأراضي. فقد يكون الكثير من استراتيجيات التخفيف

البيولوجي محايدا أو مواتيا للأهداف الثلاثة كلها، وتصبح مقبولة باعتبارها حلولا "بلا ندم" أو "للمكاسب المتبادلة". وفي حالات أخرى، قد تنهض الحاجة إلى حلول وسط. فالتأثيرات البيئية على كمية ونوعية الموارد المائية (وخاصة حيثما تعاني بالفعل من الندرة) والتأثيرات طويلة الأجل على إنتاجية النظام الايكولوجي. ويمكن تقييم التأثيرات البيئية والاقتصادية والاجتماعية التراكمية في مشروعات أحادية، وأيضا من مناظير وطنية ودولية أشمل. وثمة مسألة هامة تتعلق "بالتسرب" – فمستجمع كربون ممتد أو محفوظ في إحدى المناطق قد يؤدي إلى زيادة الانبعاثات في مناطق أخرى. كما أن القبول الاجتماعي على المستويات المحلية والوطنية والعالمية قد يؤثر في مدى فعالية تنفيذ سياسات التخفيف.

٤–٣ خيارات التخفيف

تتوافر في المناطق المدارية فرص كبيرة للتخفيف من الكربون على الرغم من عدم إمكانية دراستها بمعزل عن السياسات الأشمل في قطاعات الغابات، والزراعة وغيرها من القطاعات. وعلاوة على ذلك، فإن الخيارات تتباين نتيجة للظروف الاجتماعية والاقتصادية: ففي بعض الأقاليم يعتبر تباطؤ أو وقف عمليات إزالة الغابات الفرصة الرئيسية للتخفيف، وفي أقاليم أخرى، حيث انخفض معدل إزالة الغابات إلى مستويات طفيفة، يعتبر تحسين ممارسات إدارة الغابات الطبيعية، والتشجير وإعادة تشجير الغابات ومستجمعات المياه، التي تعرضت للتدهور أكثر الفرص جاذبية لهذا الهدف. غير أن قدرات التخفيف[١١] الحالية تعاني في كثير من الأحيان من الضعف كما أن الأراضي والمياه لا تتوافر دائما بالكفاية المطلوبة.

ولدى البلدان غير المدارية أيضا فرصا للمحافظة على مستجمعات الكربون المتوافرة، وتعزيز هذه المستودعات أو استخدام الكتلة الإحيائية للتعويض عن استخدام الوقود الأحفوري. وتشمل الأمثلة على الاستراتيجيات مكافحة الحرائق أو الحشرات، صيانة الغابات، إنشاء جنبات سريعة النمو، وتغيير أساليب الزراعة المختلطة بالغابات، وغرس الأشجار في المناطق الحضرية، وتحسين أساليب إدارة النفايات، وإدارة الأراضي الزراعية لتخزين المزيد من الكربون في التربة، وتحسين إدارة أراضي الرعي وإعادة غرس الأعشاب أو الأشجار في الأراضي المزروعة.

وتضطلع المنتجات الخشبية والبيولوجية الأخرى بالعديد من الأدوار الهامة في التخفيف من الكربون: فهي تعمل في شكل مستودعات للكربون، ويمكن أن تحل مكان مواد البناء التي تتطلب المزيد من مدخلات الوقود الأحفوري ويمكن حرقها بدلا من الوقود الأحفوري للحصول على طاقة متجددة. وتسهم المنتجات الخشبية بالفعل بعض الشئ في التخفيف من تغير المناخ إلا أنه إذا أمكن تطوير البنيات الأساسية والحوافز، قد تصبح الأخشاب والمنتجات الزراعية عنصرا حيويا في الاقتصاد المستدام. فهي من بين الموارد المتجددة القليلة المتاحة.

٤–٤ معايير لخيارات التخفيف البيولوجي للكربون

تستحق المعايير التالية الدراسة حتى يمكن وضع استراتيجيات تخفف من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، والمضي في تحقيق أهداف أخرى لا تقل عن تلك أهمية.

- المساهمات المحتملة في مستجمعات الكربون بمرور الوقت؛
- استدامة مستجمعات الكربون المحتفظ بها أو المنشأة وتوفير الأمان لها فضلا عن المقاومة والدوام والقوة؛
- التوافق مع أهداف الاستخدامات الأخرى للأراضي؛
- قضايا التسرب والإضافة؛
- التكاليف الاقتصادية؛
- التأثيرات البيئية غير التخفيف من تغير المناخ؛
- القضايا الاجتماعية والثقافية والمشتركة فضلا عن قضايا الإنصاف؛
- التأثيرات التي تشمل المنظومة بأسرها بشأن تدفقات الكربون في قطاع الطاقة والمواد.

وقد تؤدي النشاطات المنفذة لأسباب أخرى إلى تعزيز عملية التخفيف. والمثال الواضح على ذلك خفض معدلات إزالة الغابات المدارية. وعلاوة على ذلك، فإنه نظرا لأن البلدان الغنية لديها غابات مستقرة، يمكن القول بأن التنمية الاقتصادية مرتبطة بالنشاطات التي تقيم مستودعات الكربون في الغابات.

(١١) قدرات التخفيف: الهياكل والظروف الاجتماعية والسياسية والاقتصادية اللازمة لتحقيق فعالية التخفيف.

٤-٥ التكاليف الاقتصادية

تشير معظم الدراسات إلى أن التكاليف الاقتصادية لبعض خيارات التخفيف البيولوجي للكربون، وخاصة الخيارات الحرجية، تقع ضمن نطاق معين. فتقديرات تكاليف التخفيف البيولوجي المذكورة حتى الآن تتباين تباينا كبيرا من ٠,١ دولار للطن كربون إلى نحو ٢٠ دولارا للطن كربون في العديد من البلدان المدارية. ومن ٢٠ دولارا إلى ١٠٠ دولار للطن كربون في البلدان غير المدارية. وعلاوة على ذلك، لا تغطي حسابات التكاليف، في كثير من الحالات، بين جملة أمور، تكاليف البنية الأساسية، والخصم المناسب، والرصد، وجمع البيانات وتفسيرها وتكاليف الفرصة في الأراضي والصيانة أو غير ذلك من التكاليف المتكررة التي كثيرا ما يتم استبعادها أو تجاهلها. ويتم دفع الطرف المنخفض من النطاقات في اتجاه هبوطي إلا أن فهم ومعاملة التكاليف يتحسنان بمضي الوقت. وعلاوة على ذلك، قد يكون لنشاطات التخفيف البيولوجي، في كثير من الحالات، تأثيرات إيجابية مثل حماية الغابات المدارية أو إنشاء غابات جديدة بتأثيرات بيئية خارجية جديدة. غير أن التكاليف تتزايد مع ممارسة المزيد من خيارات التخفيف البيولوجي ومع تزايد الفرصة البديلة في الأراضي. وتبدو تكاليف التخفيف البيولوجي في أدنى مستواها في البلدان النامية، وفي مستوى أعلى في البلدان المتقدمة، فإذا كانت نشاطات التخفيف البيولوجي متواضعة، فالأرجح أن يكون تسرب التأثيرات صغيرا. غير أن كمية التسرب يمكن أن ترتفع عندما يصبح التخفيف البيولوجي كبيرا وواسع النطاق.

٤-٦ النظام الايكولوجي البحري والهندسة الجيولوجية

ويمكن أيضا أن توفر النظم الايكولوجية البحرية إمكانيات لإزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. غير أن المخزونات القائمة من الكربون في الغلاف الجوي الحيوي البحري صغيرة للغاية، ويمكن أن تتركز الجهود لا على زيادة المخزونات من الكربون البيولوجي بل على استخدام عمليات الغلاف الجوي في إزالة الكربون من الغلاف الجوي ونقله إلى عمق المحيطات. وقد أجريت بعض التجارب الأولية إلا أنه ظلت هناك الأسئلة الحيوية المتعلقة بدوام وثبات الكميات المزالة من الكربون، والنتائج غير المقصودة على الغلاف الجوي. وعلاوة على ذلك، لم تتحدد بعد اقتصاديات هذه الأساليب.

وتشمل الهندسة الجيولوجية الجهود الرامية إلى تحقيق الاستقرار للنظام المناخي من خلال الإدارة المباشرة لتوازن الطاقة على كوكب الأرض ومن ثم التغلب على التأثيرات الممتدة لغازات الدفيئة. وعلى الرغم من أنه يبدو أن هناك إمكانيات لهندسة توازن الطاقة الأرضية، فإن الفهم البشري لهذا النظام مازال في مراحله الأولى. وتوقعات الناتج غير المنتظرة كبيرة وقد لا يتسنى حتى هندسة التوزيع الإقليمي لدرجات الحرارة والتهطال، وغير ذلك. فالهندسة الجيولوجية تثير أسئلة علمية – فنية فضلا عن الكثير من القضايا الأخلاقية والقانونية والمتعلقة بالإنصاف. ومع ذلك، يبدو أن بعض الاستفسارات الأساسية مناسبة.

ففي الواقع العملي، قد يؤدي التخفيف في استخدام الأراضي، وتغيير استخدام الأراضي والنشاطات الحرجية عام ٢٠١٠ إلى إحداث تخفيف كبير في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ويتوافق الكثير من هذه النشاطات أو يتكامل مع الأهداف الأخرى من إدارة الأراضي. فالتأثيرات الشاملة لتغيير النظم الايكولوجية البحرية للعمل كماصة للكربون أو تطبيق تكنولوجيا الهندسة الجيولوجية على التخفيف من تغير المناخ تظل دون حل ومن ثم ليست جاهزة للتطبيق في المدى القصير.

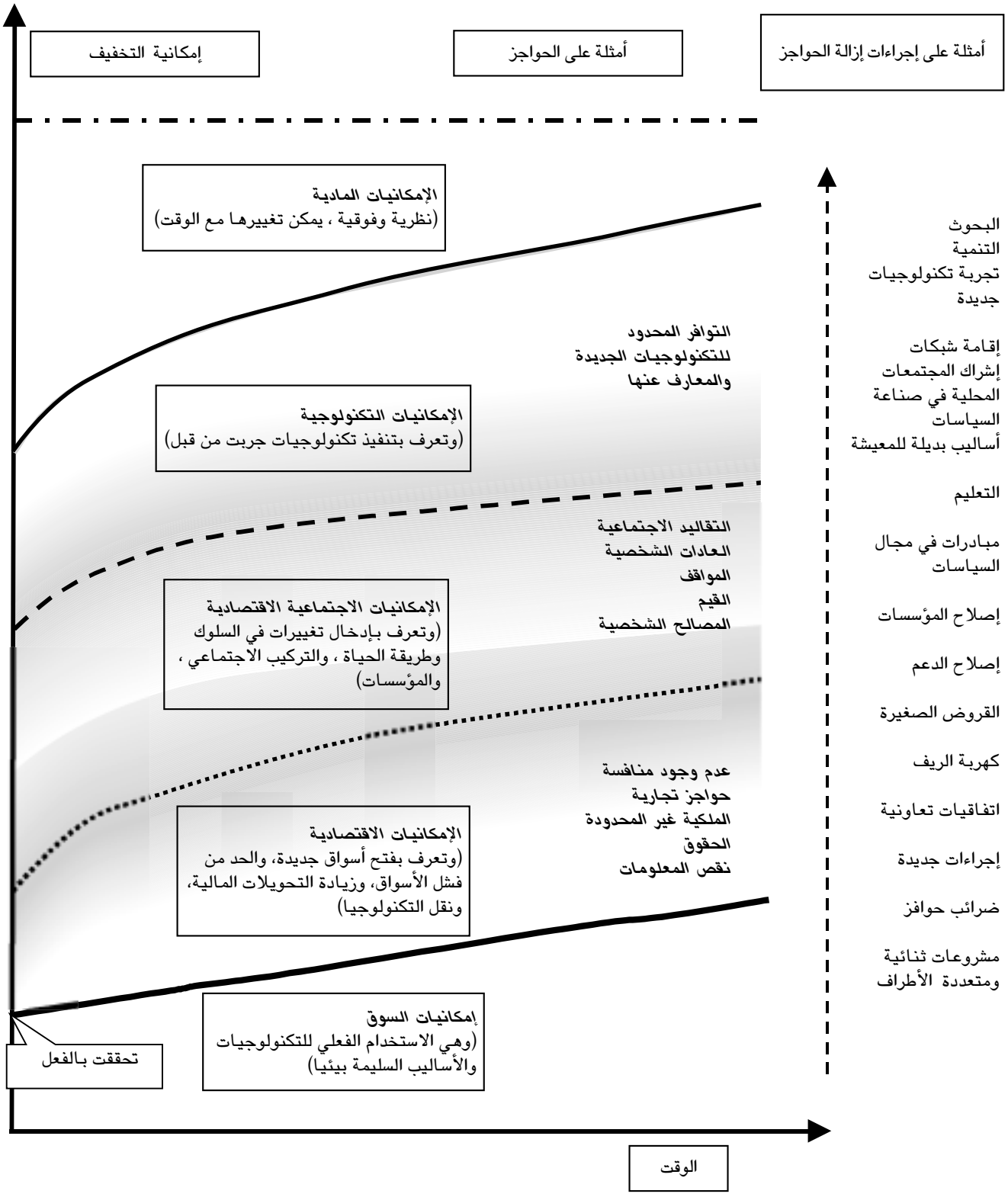
٥ – الحواجز والفرص وإمكانيات السوق فيما يتعلق بالتكنولوجيات والممارسات

٥-١ مقدمة

كثيرا ما يعوق نقل التكنولوجيات والممارسات التي تنطوي على إمكانيات خفض انبعاثات غازات الدفيئة حواجز[١٢] تبطئ من تغلغلها. ويمكن النظر إلى فرصة[١٣] التخفيف من تركيزات الدفيئة من خلال إزالة أو تعديل الحواجز أمام التكنولوجيا أو الإسراع بنشرها ضمن سياق الإمكانيات المختلفة للتخفيف من غازات الدفيئة (الشكل ٧). فإذا بدئ من أسفل، فإن بوسع المرء أن يتخيل معالجة الحواجز (التي يشار إليها عادة بجوانب القصور في الأسواق) ذات الصلة بالأسواق، والسياسات العامة، والمؤسسات الأخرى التي تعوق نشر التكنولوجيات التي تكون (أو يتوقع أن تكون) فعالة من الناحية التكاليفية بالنسبة للمستخدمين دون إشارة إلى أي منافع من

(١٢) الحاجز هو أي عقبة تقف أمام الوصول إلى إمكانية، ويمكن التغلب عليها من خلال سياسة أو برنامج أو إجراء.

(١٣) الفرصة هي الوضع أو الظرف المناسب لتضييق الفجوة بين إمكانيات تكنولوجيا أو ممارسة في الأسواق، والإمكانيات الاقتصادية والاجتماعية الاقتصادية أو التكنولوجية.



الشكل ***TS.7*** : تسلسل التكنولوجيات السليمة بيئيا : إطار مفاهيمي

التخفيف من غازات الدفيئة قد يحصلون عليها. وسوف يؤدي تحسين هذه الفئة من "جوانب القصور في الأسواق والمؤسسات" إلى تحسين التخفيف من غازات الدفيئة في اتجاه المستوى الذي يوصف بأنه "الإمكانية الاقتصادية". ويمثل الجهد الاقتصادي مستوى التخفيف من غازات الدفيئة الذي يمكن تحقيقه إذا ما نفذت جميع التكنولوجيات التي تحقق مردودية تكاليفها من وجهة نظر المستهلكين. ونظرا لأن الجهد الاقتصادي يقيم من وجهة نظر المستهلكين، فإننا سنقيم الفعالية التكاليفية باستخدام أسعار السوق والمعدل الخاص لخصم الوقت، ومراعاة أيضا أفضليات المستهلكين فيما يتعلق بمدى قبول خصائص أداء التكنولوجيات.

ومن المسلم به أن القضاء على جميع هذه الحواجز السوقية والمؤسسية لن يحقق نشر التكنولوجيات على مستوى "الإمكانية الاقتصادية" فالحواجز الباقية التي تحدد الفجوة بين الإمكانيات الاقتصادية والإمكانيات الفنية وضعت بصورة مفيدة ضمن فئتين تفصلهما عن بعضها البعض الإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية. وتتألف الفئة الأولى من الحواجز المستمدة من أفضليات الناس وغير ذلك من الحواجز الاجتماعية والثقافية أمام نشر التكنولوجيا الجديدة. أي أنه حتى إذا أزيلت الحواجز السوقية والمؤسسية، قد لا تستخدم بعض تكنولوجيات التخفيف من غازات الدفيئة على نطاق أوسع وذلك ببساطة لأن الناس لا يحبونها أو من الفقر بحيث أنها ليست في متناول أيديهم، أو لأن القوى الاجتماعية والثقافية السائدة تعمل ضد قبولها. فإذا أمكن، بالإضافة إلى التغلب على الحواجز السوقية والمؤسسية التغلب على هذه الفئة الثانية من الحواجز، يكون ما يسمى بالإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية قد تحقق. وهكذا، فإن الإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية تمثل مستوى تخفيف غازات الدفيئة الذي يمكن الوصل إليه من خلال التغلب على العقبات الاجتماعية والثقافية أمام استخدام التكنولوجيات التي تحقق مردودية تكاليفها.

وأخيرا، فإنه حتى إذا أزيلت جميع الحواجز السوقية والمؤسسية والاجتماعية والثقافية، فإن بعض التكنولوجيات قد لا تستخدم على نطاق واسع لسبب بسيط هو أنها باهظة التكلفة. ولذا، فإن إزالة هذا الشرط سيأخذها إلى مستوى "الإمكانية التكنولوجية" أي أقصى حد ممكن من الناحية التكنولوجية للتخفيف من غازات الدفيئة عن طريق نشر التكنولوجيا.

وثمة مسألة تنشأ هنا تتعلق بكيفية معالجة التكاليف البيئية لمختلف التكنولوجيات في هذا الإطار. ونظرا لأن الهدف من العملية هو في نهاية الأمر تحديد الفرص أمام سياسات تغير المناخ في العالم، فقد حددت إمكانيات التكنولوجيا دون اعتبار لتأثيرات غازات الدفيئة. فالتكاليف والمنافع المرتبطة بالتأثيرات البيئية الأخرى ستكون جزءا من حساب فعالية التكاليف الكامن وراء الإمكانيات الاقتصادية وحدها من حيث إدراج القواعد أو السياسات البيئية السارية هذه التأثيرات ضمن النسيج الداخلي للعملية ومن ثم فرضها على المستهلكين. ويمكن أن يتجاهل المستهلكون التأثيرات الأشمل ومن ثم لا يشتركون في تحديد الإمكانيات الاقتصادية إلا أنهم يدرجونها ضمن حساب فعالية التكاليف الاجتماعية. وهكذا، فإنه إذا ما نجحت المنافع البيئية الأخرى في جعل بعض التكنولوجيات فعالة من ناحية التكلفة الاجتماعية حتى إذا لم تكن تحقق مردودية تكاليفها من وجهة نظر المستهلكين، فسوف تدرج المنافع التي تعود على تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة من نشر هذه التكنولوجيات في الإمكانيات الاجتماعية والاقتصادية.

٢–٥ مصادر الحواجز والفرص

لاشك في أن الابتكارات التكنولوجية والاجتماعية عملية معقدة تشمل البحوث والتجارب والتعلم والتنمية يمكن أن تسهم في التخفيف من غازات الدفيئة. وقد وضع العديد من النظريات والنماذج لفهم جوانبها ودوافعها وانعكاساتها. وقد تنشأ معارف ورأس مال بشري جديدين من الإنفاق على البحوث والتطوير، من خلال التعلم بالممارسة (و/ أو) ضمن عملية تدرجية. وتتطلب معظم المستحدثات بعض التغييرات الاجتماعية أو السلوكية من جانب المستخدمين. ويوفر التغيير السريع في الاقتصاديات فضلا عن الهياكل الاجتماعية والمؤسسية فرصا للتركيز على تكنولوجيات تخفيف غازات الدفيئة مما قد يؤدي بالبلدان إلى مسارات التنمية المستدامة. وسوف تتأثر هذه المسارات بالسياق الاجتماعي والاقتصادي الخاص الذي يعكس الأسعار والتمويل والتجارة الدولية وهياكل السوق والمؤسسات وتوفير المعلومات والعوامل الاجتماعية والثقافية والسلوكية. ويرد فيما يلي وصف لهذه العناصر الرئيسية.

ظروف الاستقرار على مستوى الاقتصاد الكلي: تزيد من المخاطر التي قد تتعرض لها الاستثمارات الخاصة والتمويل. وتؤدي سياسات الاقتراض الحكومية والسياسية المالية غير السليمة إلى عجز عام مزمن وانخفاض السيولة في القطاع الخاص. وقد تضع الحكومات أيضا حوافز غير سليمة على مستوى الاقتصاد الكلي تشجع على السعي إلى الربح والفساد وليس إلى استخدام الموارد بكفاءة. كذلك فإن الحواجز التجارية التي تحابي التكنولوجيات

عديمة الكفاءة أو تمنع الحصول على التكنولوجيات الأجنبية، تبطئ من نشر التكنولوجيا. ومازالت المساعدات المشروطة تهيمن على المساعدات الإنمائية الرسمية. وهي تشوه كفاءة اختيار التكنولوجيا وتدفع نماذج الأعمال التجارية السليمة للخروج من السوق.

مؤسسات التمويل التجارية تواجه مخاطر كبيرة في إنتاج منتجات مالية "خضراء". فالتكنولوجيات السليمة بيئيا المقترنة بأحجام المشروعات الصغيرة نسبيا وبطول فترات السداد، تجعل البنوك تحجم عنها بسبب ارتفاع تكاليف معاملاتها. كما أن ضآلة قيمة الرهن تجعل من الصعب استخدام الصكوك المالية، مثل الجوانب المالية للمشروعات. ومن بين المناهج التي ابتكرها القطاع الخاص لعلاج هذه المسائل: التأجير، وبنوك البيئة والأخلاق، وتسهيلات القروض الصغيرة أو المنح الصغيرة الموجهة للأسر ذات الدخل المنخفض، أو الصناديق البيئية، أو شركات خدمات الطاقة أو رؤوس أموال المشروعات الخضراء. كما بدأت صناعة التأمين في معالجة مخاطر تغير المناخ. وبدأت مؤسسات التمويل الخضراء الجديدة – مثل صناديق الاستثمار الحرجي – في تحسس فرص السوق بالعمل نحو معرفة قيمة الغابات الموجودة.

الأسعار المختلة والناقصة حواجز مهمة أيضا. فعدم وجود أسعار سوقية لبعض التأثيرات (الخارجية) مثل الأضرار البيئية، يشكل حاجزا أمام انتشار التكنولوجيات المفيدة بيئيا. فاختلال الأسعار بسبب الضرائب، أو الدعم، أو التدخلات في مجال السياسات التي تجعل استهلاك الموارد أكثر أو أقل تكلفة بالنسبة للمستهلك، يعوق أيضا انتشار التكنولوجيات التي تحافظ على الموارد.

وشبكات العوامل الخارجية قد تخلق حواجز هي الأخرى. فبعض التكنولوجيات تعمل بطريقة تتفاعل فيها معدات مستخدم ما مع معدات المستخدمين الآخرين بحيث تخلق "شبكة من العوامل الخارجية". وكمثال، فإن جاذبية المركبات التي تستخدم أنواعا بديلة من الوقود تتوقف على مدى توافر أماكن مناسبة للتزود بهذا الوقود. ومن ناحية أخرى، فإن إقامة شبكة أساسية من محطات الوقود تتوقف على وجود طلب على المركبات التي تستخدم هذه الأنواع البديلة من الوقود.

وتظهر حوافز متضاربة بين الملاك والمستأجرين، عندما يكون مستأجر مسؤولا عن التكاليف الشهرية للوقود (و/أو) الكهرباء، بينما يميل المالك إلى توفير أرخص المعدات في البداية دون النظر إلى حاجتها الشهرية من الطاقة. كما تظهر مشكلات مماثلة عندما تقوم الشركات بشراء السيارات التي يستخدمها موظفوها.

المصالح الخاصة: يتمثل واحد من أهم الحواجز التي تحول دون انتشار التقدم الفني في المصالح الخاصة التي تخصصت في التكنولوجيات التقليدية، والتي قد تميل – بناء على ذلك – إلى التواطؤ وممارسة ضغوط سياسية على الحكومات لكي تتخذ بعض الإجراءات الإدارية، أو تفرض ضرائب أو تقيم حواجز تجارية، أو تفرض قوانين لكي تعطل، بل وحتى تمنع دخول ابتكارات جديدة قد تضر بمكاسبها.

ولاشك أن عدم وجود وكالات تنظيمية فعالة يعوق جلب التكنولوجيات السليمة بيئيا. فالكثير من البلدان يملك أحكاما دستورية وقانونية ممتازة لحماية البيئة، ولكن هذه الأحكام القانونية لا تنفذ. ورغم ذلك، فإن "القوانين غير الرسمية" التي تظهر نتيجة الضغوط المجتمعية من المنظمات غير الحكومية مثلا، أو النقابات العمالية، أو منظمات الجوار، وغير ذلك، قد تحل محل الضغوط التنظيمية الرسمية.

وتعتبر المعلومات في أغلب الأحيان منفعة عامة. فالمعلومات النوعية بشأن توافر أنواع مختلفة من التكنولوجيات وكيفية أدائها، قد تحمل صفات "المنفعة العامة"، وبالتالي لا توفرها الأسواق الخاصة بالقدر الكافي. وتزداد هذه المشكلة تفاقما، لأنه حتى بعد جلب التكنولوجيا وبدء تشغيلها، يصعب في أغلب الأحيان تقدير كمية الوفر في الطاقة التي نجمت عن هذه التكنولوجيا، وذلك بسبب أخطاء القياس وصعوبة مشكلات خط الأساس. فمعرفة أن عدم اليقين هذا قد يحول في حد ذاته دون انتشار التكنولوجيا.

تطورت أساليب الحياة والسلوك وأنماط الاستهلاك الجارية في ظل الظروف الاجتماعية – الثقافية الحالية والسابقة. وتأتي التغيرات في السلوك وفي أساليب الحياة نتيجة عدد من العمليات المتشابكة، مثل:

- التطورات العلمية والتكنولوجية والاقتصادية؛
- التطورات في وجهات النظر العالمية والخطابل العام؛
- التغيرات في العلاقات بين المؤسسات، والتحالفات السياسية، والشبكات الفاعلة؛
- التغيرات في التركيبات الاجتماعية أو العلاقات داخل الشركات والأسر؛
- التغيرات في الحوافز السيكولوجية (مثل وسائل الراحة، والمركز الاجتماعي، والطموح المهني، وغير ذلك).

وتتخذ الحواجز شكلا مختلفا مع كل عملية من العمليات السابقة.

وفي بعض الحالات، توضع السياسات على أساس نموذج من سيكولوجية البشر تعرض لنقد شديد. فالمفترض في الناس أن يسعوا إلى تحقيق أكبر قدر من الرخاء الرشيد، وأن تتوافر فيهم مجموعة من القيم الثابتة. ولكن مثل هذا النموذج لا يشرح بعض العمليات مثل التعلم، والتعود، وتكوين القيم، أو التعقل المفترض، وهي العمليات التي تلاحظ في خيارات الإنسان. فالتركيبات الاجتماعية قد تؤثر على الاستهلاك، عن طريق ربط الأشياء بالمركز أو الطبقة الاجتماعية مثلا. فاتباع الأفراد لأنماط استهلاك مستدامة، لا يتوقف على مجرد التوفيق بين هذه الأنماط واحتياجاتهم المعروفة، وإنما يتوقف أيضا على مدى فهمهم لخياراتهم الاستهلاكية، وقدرتهم على الاختيار.

عدم اليقين

من بين الحواجز الهامة الأخرى، عدم اليقين. فقد لا يكون المستهلك متيقنا من أسعار الطاقة في المستقبل، وبالتالي لا يستطيع تحديد ما سيوفره من الطاقة في المستقبل. كما قد يكون هناك قدر من الشك بالنسبة للجيل القادم من المعدات، فهل ستأتي السنة القادمة بنموذج أرخص أو أفضل؟ وعند اتخاذ القرار عمليا، يرتبط الحاجز غالبا بقضية انخفاض التكلفة وطول فترة صلاحية البنية الأساسية، وما يرتبط بذلك من قرارات لا رجعة فيها في الاستثمار في البنية الأساسية غير الدائمة.

٥-٣ الحواجز والفرص الخاصة بالقطاعات والتكنولوجيا

تصف الأجزاء التالية الحواجز والفرص الخاصة بكل قطاع من قطاعات التخفيف (انظر أيضا الجدول.٢).

المباني: يتضرر الفقراء في كل بلد من الحواجز الموجودة في هذا القطاع بأكثر مما يتضرر الأغنياء، نظرا لأنهم لا يستطيعون الحصول على تمويل كاف، بالإضافة إلى انخفاض معدلات معرفة القراءة والكتابة لديهم، وتمسكهم بالعادات التقليدية، وضرورة تخصيص نسبة أكبر من دخلهم لإشباع حاجاتهم الأساسية، بما في ذلك شراء الوقود. ومن بين الحواجز الأخرى في هذا القطاع نقص المهارات، والحواجز الاجتماعية، والحوافز المقدمة في غير مكانها السليم، وتركيبة السوق، وبطء تجديد المخزونات، والأسعار التي تحدد إداريا، والمعلومات الناقصة. فالتصميم المتكامل للمباني السكنية يمكن أن يوفر الطاقة بنسبة تتراوح بين ٤٠ في المائة – ٦٠ في المائة، وهو ما يقلل بالتالي من تكاليف المعيشة (الجزء ٣-٣-٤).

ويمكن تقسيم السياسات والبرامج والإجراءات اللازمة لإزالة الحواجز والحد من تكاليف الطاقة واستخدامها، وانبعاث غازات الكربون في المباني السكنية والتجارية إلى عشر فئات عامة: برامج طوعية، ومعايير لكفاءة المباني، ومعايير لكفاءة المعدات، وبرامج لتحويل الأسواق الحكومية، والتمويل، والمشتريات الحكومية، والاعتمادات الضريبية، وتخطيط الطاقة (الإنتاج والتوزيع والاستخدام النهائي) والإسراع بالبحوث والتطوير. وتمويل الائتمان الميسر منتشر على نطاق واسع في أفريقيا كوسيلة حاسمة لإزالة الحاجز الخاص بالتكلفة الأولى الباهظة. فسوء إدارة الاقتصاد العام المصحوبة بظروف اقتصادية مضطربة، تؤدي في أغلب الأحيان إلى صعوبات مالية وإلى حواجز سميكة. ونظرا لأن العديد من العقبات يمكن أن تظهر في وقت واحد في سلسلة ابتكارات أي استثمار لكفاءة الطاقة أو أي إجراء تنظيمي، فإن التدابير المتعلقة بالسياسات ينبغي عادة أن تطبق كحزمة واحدة، حتى يمكن معرفة الإمكانيات الاقتصادية لتكنولوجيا معينة.

النقل: أصبحت السيارة تعتبر في المجتمعات الحديثة وسيلة للحرية والحركة والأمان، ورمز للمركز الاجتماعي للفرد وشخصيته، بالإضافة إلى أنها واحدة من أهم منتجات الاقتصاد الصناعي.وقد تبين من عدة دراسات أن الناس الذين يعيشون في المدن المزدحمة لا يعتمدون كثيرا على السيارات، وإن كان الأمر ليس سهلا، حتى مع أخذ مشكلات الازدحام في الحسبان، لتحفيز الناس على الابتعاد عن العشوائيات المحيطة بالمدن والانتقال إلى قرى المدينة كما تدعو بعض الكتابات. ولاشك أن المنهج المتكامل بتخطيط المدن والنقل، واستخدام الحوافز، كلها أمور أساسية في كفاءة الطاقة وتوفيرها بالنسبة لقطاع النقل. فهذا مجال للنتائج الخفية فيه آثارها الهامة للغاية: فعندما يتم اختيار نمط استخدام الأرض، لا يصبح هناك مجال للتراجع. ويمثل ذلك فرصة للبلدان النامية بالذات.

ومن الشائع استخدام ضرائب على أنواع الوقود المستخدمة في عمليات النقل، ولكنها ضرائب تلقى مقاومة شعبية في بعض البلدان، وعلى الأخص عندما تعتبر مجرد إجراءات لزيادة الإيرادات. فرسوم استخدام الطرق كانت أمرا مقبولا عندما خصصت لتغطية تكاليف النقل. ورغم أن الشاحنات والسيارات قد تخضع لحواجز وفرص مختلفة نظرا لاختلاف الغرض من استخدام كل منها والمسافة التي تقطعها، فإن أي سياسة ضريبية لتقدير التكلفة الكاملة لانبعاثات غازات الدفيئة سيكون لها نفس التأثير على تخفيض غاز ثاني أكسيد الكربون أثناء النقل البري. وقد سعت عدة دراسات إلى استكشاف إمكانيات تعديل الطريقة التي تفرض بها ضرائب الطرق ورسوم الرخص وأقساط التأمين الآن، واكتشفت أن بإمكان هذه

الضرائب والرسوم أن تقلل من انبعاثات الغازات بنسبة ١٠ في المائة تقريبا في بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. فالعجز عن تطوير وتوفير وسائل النقل الجماعي المريحة التي تتسم بالكفاءة، يشجع الناس على استخدام سيارات خاصة تستخدم قدرا أكبر من الطاقة. ومع ذلك، فإن مجموعة السياسات التي تحمي مصالح النقل البري، هي الأداة التي تشكل حاجزا أمام التغيير، أكثر من أي أداة أخرى.

وتتدفق السيارات الجديدة والمستعملة (و/أو) تكنولوجياتها في أغلب الأحيان من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية. وبالتالي، فإن أي منهج للحد من انبعاثات الغازات يستهدف التكنولوجيا في البلدان المتقدمة، سيكون له تأثيره الملموس على انبعاثات هذه الغازات في البلدان النامية مستقبلا.

الصناعة: قد تأخذ الحواجز في مجال الصناعة عدة أشكال، تحددها مميزات الشركة (الحجم والهيكل) ومناخ الأعمال. ففي أغلب الأحيان لا تتخذ تدابير موفرة للطاقة نتيجة نقص المعلومات، أو ارتفاع تكاليف الحصول على معلومات يمكن الاعتماد عليها. فرأس المال يستخدم في تحقيق أولويات الاستثمار، ويتعرض لموانع صعبة عند الاستثمار في كفاءة الطاقة. فنقص الأيدي العاملة الخبيرة، وعلى الأخص بالنسبة للمنشآت صغيرة الحجم أو المنشآت المتوسطة، يخلق صعوبات في تركيب معدات لكفاءة الطاقة مقارنة بسهولة شراء هذه الطاقة. ومن بين الحواجز الأخرى صعوبة تقدير كمية الطاقة المقتصرة، وبطء انتشار التكنولوجيا المبتكرة في الأسواق، في نفس الوقت الذي تحجم فيه الشركات عادة عن الاستثمار في البحوث والتطوير، رغم ارتفاع معدلات العائد على مثل هذا الاستثمار. وقد استخدمت مجموعة كبيرة من السياسات لتقليل الحواجز، أو فكرة الحواجز، وجربت في القطاع الصناعي من البلدان النامية، وحققت درجات متفاوتة من النجاح. فبرامج المعلومات تصمم بحيث تساعد مستهلك الطاقة في فهم تكنولوجيات وطرق استخدام الطاقة بصورة أكثر كفاءة، وتطبيق هذه التكنولوجيات والطرق. وكانت أشكال التشريعات البيئية قوة دافعة للأخذ بمثل هذه التكنولوجيات الجديدة. ومن بين المناهج الجديدة لتحسين كفاءة الطاقة الصناعية في البلدان المتقدمة، ما يعرف بالاتفاقيات الطوعية.

وفي قطاع توريد الطاقة، تكاد جميع الحواجز النوعية التي ذكرت في القسم ٥-٢ تحد من إدخال التكنولوجيات والأساليب السليمة بيئيا. فتزايد إلغاء القواعد المقيدة في نظم توريد الطاقة، تزيد من كفاءة هذه الطاقة، ولكنها تثير قلقا خاصا. فأسعار السوق والعقود الخاصة، والتوقعات المتقلبة قصيرة الأجل للمستثمرين من القطاع الخاص، والمخاطر المحتملة للمفاعلات النووية وتلك التي تعمل بالطاقة المائية حولت انتباه الناس فيما يتعلق بالوقود والتكنولوجيا باتجاه الغاز الطبيعي ومعامل النفط، بعيدا عن أشكال الطاقة المتجددة، بما في ذلك – ولو بدرجة أقل – الطاقة المائية في كثير من البلدان.

إن إنتاج القوى الكهربائية والحرارة معا أكثر كفاءة من إنتاج كل منهما على حدة لاستخدامه في غرض معين. ويرتبط إنتاج القوى الكهربائية والحرارة ارتباطا وثيقا بتوافر وكثافة أحمال الحرارة الصناعية، وتدفئة الأحياء، وشبكات التبريد. ومع ذلك، فإن تنفيذ هذا النوع من الطاقة يتعرض لعقبات بسبب نقص المعلومات، والطبيعة اللامركزية للتكنولوجيا، وموقف العاملين في شبكات توزيع الكهرباء، وشروط ربط الشبكات، وعدم وجود سياسات للتخطيط طويل الأجل. فلابد هنا من وجود سياسات عامة حاسمة وسلطة تنظيمية من أجل وضع شروط منسقة والمحافظة على هذه الشروط، وضمان الشفافية، وتوضيح المهام الرئيسية للطاقة الكهربائية.

الزراعة والغابات: إن نقص الطاقة اللازمة للبحوث وتقديم الخدمات الإرشادية سيعوق انتشار التكنولوجيات المناسبة للظروف المحلية، بالإضافة إلى أن تراجع نظام الجماعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية قد زاد من تفاقم هذه المشكلة في العالم النامي. كما أن الأخذ بأي تكنولوجيا جديدة يواجه عقبات بسبب صغر مساحة المزارع، وصعوبات الائتمان، وكثرة المخاطر، وعدم وجود معلومات أو رأس مال بشري، وضعف البنية الأساسية الريفية وترتيبات الحيازة، وعدم إمكانية الاعتماد على توريد المدخلات التكميلية. أما الدعم الذي يقدم إلى أهم المدخلات الزراعية، مثل الأسمدة، ومياه الري، والكهرباء، والوقود، وإلى المخرجات من أجل المحافظة على نظم زراعية مستقرة والتوزيع العادل للثروة، فإنها تحدث خللا في أسواق هذه المنتجات.

ومن بين الإجراءات التي يمكن اتخاذها لعلاج الحواجز السابق ذكرها:

- التوسع في مشروعات التسليف والإدخار؛
- تحويل عمليات تمويل البحوث الدولية باتجاه الاستخدام الرشيد للمياه، وتصميم شبكات الري، وإدارة الري، وتحمل ملوحة المياه، وتأثير زيادة مستويات غاز ثاني أكسيد الكربون على المحاصيل المدارية؛

- تحسين نظم الأمن الغذائي، ونظم الإنذار المبكر من الكوارث؛
- إقامة علاقات مؤسسية فيما بين البلدان؛
- ترشيد أسعار المدخلات والمخرجات من السلع الزراعية، مع مراعاة قضايا التنمية والإنصاف والاستدامة.

يتعرض قطاع الغابات لقوانين تنظم استخدام الأراضي وإلى سياسات أخرى تتعلق بالاقتصاد العام تحابي عادة تحويل الأراضي الحرجية إلى استخدامات أخرى مثل الزراعة، وتربية الأبقار، أو إقامة المصانع. ولاشك أن النظم غير الآمنة لحيازة الأراضي وحقوق الحيازة وعمليات الدعم التي تحابي الزراعة أو الثروة الحيوانية، من أهم الحواجز التي تحول دون ضمان الإدارة المستدامة للغابات، والحد من غازات الكربون بصورة مستدامة. وفيما يتعلق بالحد من تغير المناخ، فإن هناك قضايا أخرى مثل نقص القدرات الفنية، وعدم الثقة في وضع خطوط أساسية للمشروعات، ورصد مخزونات الكربون التي تشكل كلها تحديات صعبة.

التخلص من النفايات: تشكل عملية التخلص من النفايات الصلبة ومياه الصرف ومعالجتها ما يقرب من ٢٠ في المائة من انبعاثات غاز الميثان الناجمة عن الأنشطة البشرية. والحواجز الرئيسية التي تقف أمام نقل التكنولوجيا إلى هذا القطاع تتمثل في نقص التمويل والقدرات المؤسسية والتعقيدات القانونية وضرورة مشاركة المجتمعات المحلية. أما مشروعات الحد من تغير المناخ فتواجه صعوبات أخرى ناجمة عن عدم الدراية بامتصاص الميثان، وإمكانية توليد الكهرباء منه، وعدم الرغبة في تخصيص طاقات بشرية إضافية لموضوع الحد من تغير المناخ، بالإضافة إلى التعقيدات المؤسسية التي تستلزمها معالجة النفايات ويستلزمها أيضا توليد الطاقة وتوريدها. ولاشك أن عدم وجود أطر تنظيمية واستثمارية واضحة قد يشكل تحديات خطيرة أمام وضع مشروعات في هذا المجال.

وللتغلب على الحواجز القائمة لاغتنام الفرص المتاحة في التخلص من النفايات، لابد من اتباع منهج لعدة مشروعات، يحتوي على العناصر التالية:

- وضع قواعد بيانات عن النفايات الموجودة، وخصائصها، وتوزيعها، وكيفية الوصول إليها، والأساليب المتبعة الآن في استخدامها (و/ أو) التكنولوجيات المستخدمة في التخلص منها، والسلامة الاقتصادية لكل هذه العمليات؛
- آلية مؤسسية لنقل التكنولوجيا عن طريق برنامج منسق يضم مؤسسات البحوث والتطوير ووكالات التمويل، والمؤسسات الصناعية؛
- تحديد دور أصحاب الشأن، بما في ذلك السلطات المحلية، وأرباب الأسر، والمؤسسات الصناعية، ومؤسسات البحوث والتطوير، والحكومات.

الاعتبارات الإقليمية: إن تغير الأنماط الموجودة في العالم يتيح الفرصة لإدخال تكنولوجيات وطرق للحد من انبعاثات غازات الدفيئة، تتسق وأهداف التنمية والإنصاف والاستدامة. فالثقافة القائمة على دعم الطاقة، وخمول المؤسسات، وتفتت أسواق رأس المال، والمصالح الخاصة، وما إلى ذلك، تمثل رغم كل هذا حواجز سميكة أمام تنفيذ هذه الأهداف، وربما تحولت إلى قضية لها أهميتها في البلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية. فالوضع في هاتين المجموعتين من البلدان يستدعي تحليلا دقيقا للحواجز والفرص التجارية والمؤسسية والمالية وتلك المتعلقة بالدخل، وتحليل اختلال الأسعار والثغرات الموجودة في مجال المعلومات. وفي البلدان المتقدمة، تتيح الحواجز الأخرى مثل أنماط الحياة والاستهلاك الحالية التي تخرج مقادير هائلة من غازات الكربون، والتركيبات الاجتماعية، والعوامل الخارجية المتشابكة، والحوافز التي تعطى في غير محلها، فرصة للتدخل من أجل كبح زيادة انبعاثات غازات الدفيئة. وأخيرا، فإن التكنولوجيات الجديدة والقديمة تتدفق في أغلبها من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية وتلك التي تمر بمرحلة انتقالية. وبالتالي فإن أي منهج عالمي للحد من انبعاثات هذه الغازات يستهدف التكنولوجيا المنقولة من البلدان المتقدمة إلى البلدان النامية سيكون له تأثيره الملموس على انبعاثات هذه الغازات مستقبلا.

٦- السياسات والتدابير والصكوك

٦-١ صكوك السياسات والمعايير الممكنة لتقديرها

الهدف من هذا الجزء هو دراسة أهم أنواع السياسات والتدابير التي يمكن استخدامها لتنفيذ خيارات الحد من التركيز الصافي لانبعاثات غازات الدفيئة في الجو. ومع التزامنا بالمجال المحدد لهذا التقرير، فإن السياسات والتدابير التي يمكن تطبيقها لتحمل تكاليف التكيف مع تغير المناخ أو الحد من هذه التكاليف، لم ترد هنا. وسنقتصر على مناقشة صكوك السياسات البديلة وتقييمها طبقا لمعايير محددة، كل ذلك على أساس أحدث ما كتب في هذا الموضوع. وهناك بالطبع قدر من التركيز على الصكوك التي وردت في بروتوكول كيوتو (آليات كيوتو)، نظرا لحداثتها ولأنها تركز على تحقيق الحدود القصوى لانبعاثات

غازات الدفيئة، ولأن المدى المنتظر لتطبيقها دوليا ليست له سابقة. وبالإضافة إلى الأبعاد الاقتصادية، تجري مناقشة الاقتصاد السياسي والعناصر القانونية والمؤسسية من حيث صلتها بهذه السياسات والتدابير.

إن أي بلد يستطيع أن يختار من بين مجموعة كبيرة من السياسات والتدابير والصكوك المحتملة، مثل (بحسب الترتيب التالي): انبعاثات الغازات، والكربون، أو ضرائب الطاقة، والتصاريح القابلة للاستبدال، والدعم، ونظم استرداد الودائع، والاتفاقيات الطوعية، والتصاريح غير القابلة للاستبدال، ومعايير التكنولوجيا والأداء، وحظر المنتجات، والإنفاق الحكومي المباشر بما في ذلك الاستثمار في البحوث والتطوير. وكذلك فإن أي مجموعة من البلدان تريد الحد من مجموع انبعاثات غازات الدفيئة يمكن أن تتفق على تنفيذ صك واحد أو مجموعة من الصكوك التالية (بحسب الترتيب التالي): الحصص القابلة للتداول، والتنفيذ المشترك، وآلية للتنمية النظيفة، وتنسيق الانبعاثات أو فرض ضرائب على الكربون أو على الطاقة، أو الضرائب الدولية على الانبعاثات أو الكربون أو الطاقة، والحصص غير القابلة للتبادل، والمعايير الدولية للتكنولوجيا والإنتاج، والاتفاقيات الطوعية، والنقل الدولي المباشر للموارد المالية والتكنولوجيا.

ومن بين المعايير الممكنة لتقدير صكوك السياسات: تأثيرها البيئي، وفعالية تكاليفها، واعتبارات التوزيع بما فيها اعتبارات المنافسة، وإمكانية تنفيذها من الناحيتين الإدارية والسياسية، والعائدات الحكومية، والآثار الاقتصادية الأوسع مثل تأثيرها على قواعد التجارة الدولية، وتأثيرها البيئي الأوسع مثل تسرب غازات الكربون، وتأثيرها على تغيير المواقف والوعي والتعلم والابتكار والتقدم الفني ونشر التكنولوجيا. وقد تعطي كل حكومة من الحكومات وزنا مختلفا للمعايير العديدة عند تقييمها لخيارات سياسات الحد من انبعاثات غازات الدفيئة اعتمادا على ظروفها المحلية والقطاعية. بل إن الحكومات قد تعطي ثقلا معينا لكل مجموعة من المعايير عند تقييمها لصكوك السياسات المحلية مقابل صكوك السياسات الدولية. فتنسيق الأعمال يمكن أن يساعد في معالجة مشكلات التنافس، والصدام المحتمل مع قواعد التجارة الدولية، وتسرب الكربون.

وقد أكدت الكتابات الاقتصادية عن اختيار السياسات المطبقة أهمية ضغوط مجموعات المصالح، بتركيزها على المطالبة بوضع قواعد في هذا المجال. ولكنها مالت إلى تجاهل زجانب العرض في المعادلة السياسية، التي تركز عليها الكتابات في العلوم السياسية: أي المشرعون والحكومة ومسؤولو الحزب الذين يصممون السياسة التنظيمية وينفذونها، والذين يقررون في النهاية أي الصكوك أو مجموعة الصكوك التي ستستعمل. ومع ذلك، فإن نقطة الامتثال في صكوك السياسات البديلة – سواء طبقت على مستخدمي الوقود الأحفوري أو شركات تصنيعه مثلا، سيكون لها على الأرجح أهمية سياسية عند اختيار صك السياسات. ومن الأفكار الهامة أن بعض أشكال التنظيم يمكن بالفعل أن تفيد الصناعة المنظمة، بأن تحد مثلا من الدخول إلى هذه الصناعة أو تفرض تكاليف باهظة على الداخلين الجدد. فالسياسات التي تفرض تكاليف على الصناعة ككل، قد تحظى رغم ذلك بدعم من الشركات التي ستحقق رواجا أكثر من منافسيها والشركات المسجلة، ليست بالطبع هي المجموعة الوحيدة التي لها مصلحة في التنظيم: فمجموعات المصالح المعارضة ستحارب هي الأخرى من أجل مصالحها.

٦–٢ السياسات والتدابير والصكوك القطرية

في حالة البلدان التي تمر بعملية إصلاح هيكلي، لابد من فهم إطار السياسات الجديدة حتى يمكن عمل تقديرات معقولة لإمكانية تنفيذ سياسات للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. فالإجراءات التي اتخذت مؤخرا لتحرير أسواق الطاقة، كان الدافع من ورائها في أغلب الأحيان الرغبة في زيادة التنافس في أسواق الطاقة والقوى الكهربائية، ولكن هذه الإجراءات يمكن أن يكون لها نتائج ملموسة على انبعاثات هذه الغازات، عن طريق تأثيرها على أنماط إنتاج وتكنولوجيا الطاقة أو توصيل القوى الكهربائية. فعلى المدى البعيد، قد يكون لتغير أنماط الاستهلاك أهمية أكبر منه لمجرد تنفيذ إجراءات للحد من تغير المناخ.

لاشك أن الصكوك التي تقوم على الأسواق – وفي مقدمتها الضرائب المحلية ونظم التصاريح المحلية القابلة للتبادل – سيكون لها جاذبيتها بالنسبة للحكومات في كثير من الحالات، نظرا لكفاءتها. وتستخدم مثل هذه الصكوك في أغلب الأحيان للتنسيق مع الإجراءات التنظيمية التقليدية. فعند تطبيق ضريبة محلية على انبعاثات الغازات، ينبغي على واضعي السياسات التفكير في نقطة التحصيل، وأساس الضريبة، وتفاوتها فيما بين القطاعات، وارتباطها بالتجارة والعمالة والإيرادات، وشكل آليتها على وجه التحديد. فكل نقطة من هذه النقاط يمكن أن تؤثر على التصميم المناسب للضريبة المحلية على انبعاثات الغازات، بل إن بعض الجوانب السياسية وغير

السياسية قد يكون لها دورها أيضا. وكمثال، فإن أي ضريبة تفرض على مقدار الطاقة الموجود في الوقود قد تكون أكثر تكلفة من فرض ضريبة على غازات الكربون من أجل تخفيض مماثل في انبعاثاتها، لأن أي ضريبة على الطاقة سترفع من أسعار جميع أشكال هذه الطاقة، بغض النظر عن مقدار إسهامها في انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون. ورغم ذلك، فإن الكثير من الدول قد تفضل استخدام ضريبة الطاقة لأسباب لا علاقة لها بكفاءة التكاليف، وينطبق الكثير من التحليلات الواردة في هذا القسم على ضرائب الطاقة وكذلك ضرائب الكربون.

إن أي بلد يلتزم بالحد من انبعاثات غازات الدفيئة، يستطيع أيضا أن يفي بهذا الحد باستخدام نظام التصاريح القابلة للتداول، والتي تحد بصورة مباشرة أو غير مباشرة من انبعاثات الغازات من المصادر المحلية. وهذا النظام – مثله مثل الضرائب – يفرض عددا من قضايا التصميم، مثل نوع التصريح، وطرق تخصيص هذه التصاريح، والمصادر الداخلة فيها، ونقطة الامتثال، واستخدام البنوك. ومن الصعب للغاية تغطية جميع المصادر بنظام واحد للتصاريح المحلية. إن الموثوقية التي يوفرها نظام التصاريح القابلة للتبادل في تحقيق مستوى معين من انبعاثات غازات الدفيئة من المصادر المشاركة فيه، تأتي على حساب عدم موثوقية تكاليف هذا التصريح (وبالتالي تكاليف الامتثال). وللتغلب على هذه النقطة، يمكن اتباع سياسة مختلطة تغطي تكاليف الامتثال، ولكن مستوى الغازات المنبعثة لن يكون مضمونا في هذه الحالة.

وفي أغلب البلدان، فإن التحكم في انبعاثات غازات الدفيئة لا يمكن علاجه بصك واحد من صكوك السياسات، وذلك لعدة أسباب، فالأمر يحتاج إلى مجموعة من الصكوك. فإلى جانب واحدة أو أكثر من السياسات القائمة على السوق، يمكن لمجموعة الصكوك أن تحتوي على معايير وقواعد أخرى، واتفاقيات طوعية، وبرامج للمعلومات:

- فمعايير كفاءة الطاقة أثبتت فعاليتها في تخفيض استخدام الطاقة في عدد متزايد من البلدان. وقد تكون لها فعاليتها الخاصة في كثير من البلدان التي تكون فيها القدرة على إدارة صكوك السوق محدودة نسبيا، لتساعد بالتالي في إقامة بنية أساسية إدارية. ولكن هذه المعايير بحاجة إلى تحديث مستمر لتحافظ على فعاليتها. والعيب الرئيسي في المعايير هو أنها قد لا تتسم بالكفاءة، ولكن هذه الكفاءة يمكن تحسينها إذا ركزت المعايير على النتائج المطلوبة وتترك أكبر قدر ممكن من المرونة في اختيار كيفية تحقيق النتائج.
- قد تأخذ الاتفاقيات الطوعية أشكالا مختلفة. فمؤيدو هذه الاتفاقيات يشيرون إلى انخفاض تكاليف المعاملات وعوامل الاتفاق في الرأي، بينما يركز المشككون فيها على مخاطر "التهرب"، بالإضافة إلى احتمال عدم التزام القطاع الخاص بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة في عدم وجود عمليات متابعة وتنفيذ. وفي بعض الأحيان تسبق الاتفاقيات الطوعية اتخاذ إجراءات أكثر حسما.
- تعتبر المعلومات المعيبة من أهم العناصر المعروفة لفشل الأسواق التي يمكن أن يكون لها تأثيرات ملموسة على تحسين كفاءة الطاقة، وبالتالي على انبعاثات الغازات. ومن بين وسائل الحصول على المعلومات: البيانات البيئية، ومراجعات الطاقة، وشروط كتابة التقارير الصناعية، كما أن الحملات الإعلامية تعتبر عناصر تسويق في الكثير من برامج كفاءة الطاقة.

وقد أوضح قدر متزايد من الدراسات نظريا، مع بعض نماذج المحاكاة النظرية، أن اقتصاديات معالجة تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة بصكوك سياسات محلية يعتمد اعتمادا شديدا على اختيار هذه الصكوك. فالسياسات القائمة على الأسعار تميل إلى الاتجاه نحو تكاليف إيجابية حدية وتكاليف كلية إيجابية لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. وفي كل حالة من هذه الحالات، تكون هناك أهمية للتفاعل بين تكاليف هذا التخفيف والهياكل الضريبية الموجودة، وأسعار عناصر الإنتاج بشكل عام. فالسياسات القائمة على الأسعار التي تدر دخلا يمكن أن تقترن بإجراءات أخرى لتحسين كفاءة السوق. ومع ذلك، فإن دور السياسات غير القائمة على الأسعار، التي تحدث شرارة التغيير في وحدة أسعار خدمات الطاقة، هي التي تحسم الموقف في أغلب الأحيان.

٦–٣ السياسات والتدابير الدولية

ولدى الانتقال إلى السياسات والتدابير الدولية، يتبين أن بروتوكول كيوتو يحدد ثلاثة صكوك دولية للسياسات، وهي التي تعرف باسم آليات بروتوكول كيوتو: التداول التجاري لانبعاثات الغازات والتنفيذ المشترك، وآلية التنمية النظيفة. ويتيح كل صك من صكوك السياسات الدولية هذه فرصة للأطراف الواردة في المرفق الأول لكي تفي بالتزاماتها بما يحقق فعالية التكاليف. فالتداول التجاري لانبعاثات الغازات يسمح أساسا للأطراف المدرجة في المرفق الأول بتبادل جزء من الكميات المحددة لها قطريا من انبعاثات الغازات (الأهداف). وينطوي هذا التبادل على السماح للبلدان التي تتحمل تكاليف

حدية مرتفعة لتخفيف انبعاثات الغازات بالحصول على تخفيضات من البلدان التي تتحمل تكاليف حدية منخفضة لهذا التخفيف. وبالمثل، فإن التنفيذ المشترك يسمح لأطراف المرفق الأول تبادل وحدات تخفيض الانبعاث فيما بينها، على أساس كل مشروع على حدة. أما آلية التنمية النظيفة فتسمح لأطراف المرفق الأول بالحصول على قروض – على أساس كل مشروع على حدة – مقابل التخفيضات التي حققتها البلدان غير المدرجة في المرفق الأول.

وتدل التحليلات الاقتصادية على أن آليات كيوتو بإمكانها أن تقلل من التكاليف الكلية للوفاء بحدود انبعاثات غازات الدفيئة المتفق عليها في كيوتو تخفيضا ملموسا. ومع ذلك، فإن تحقيق الوفورات المحتملة في التكاليف يتطلب اتباع سياسات محلية تسمح للكيانات الفردية باستخدام هذه الآليات للوفاء بالتزاماتها في الحد من انبعاثات غازات الدفيئة محليا. لأنه إذا كانت السياسات المحلية تحد من استخدام آليات كيوتو، أو كانت القواعد الدولية التي تحكم هذه الآليات تحد من استخدامها، فسوف تقل الوفورات التي يمكن تحقيقها في التكاليف.

وفي حالة التنفيذ المشترك، ستكون هناك حوافز أمام الحكومات المضيفة لكي تضمن عدم إصدار وحدات انخفاض الانبعاثات إلا نتيجة انخفاض حقيقي في هذا الانبعاث، على افتراض أنها ستواجه عقوبات مشددة في حالة عدم امتثالها للالتزامات بالحد من انبعاثات الغازات محليا. وفي حالة آلية التنمية النظيفة، تصبح لعملية إصدار شهادات مستقلة عن تخفيض انبعاثات الغازات أهمية خاصة، لأن الحكومة المضيفة ليست عليها التزامات بالحد من انبعاثات الغازات، وبالتالي ليس لديها حافز قوي لتكفل إصدار شهادات بانخفاض انبعاثات الغازات مقابل انخفاض حقيقي في هذه الانبعاثات. والصعوبة الرئيسية في تنفيذ الآليات القائمة على المشروعات، سواء التنفيذ المشترك أو آلية التنمية النظيفة، هو تحديد ما يتحقق من مجموع صافي الانخفاض في انبعاث الغازات (أو زيادة بيئة الامتصاص)، فقد يكون التعريف الأساسي هنا معقدا للغاية. وهناك عوامل أخرى تتعلق بآليات كيوتو هذه مازالت في انتظار اتخاذ قرارات بشأنها، مثل: متابعة الإجراءات والتحقق منها، والتكاليف المالية الإضافية (ضمان عدم حلول آلية التنمية النظيفة محل تدفقات المساعدات الإنمائية التقليدية)، والطرق الممكنة لتوحيد منهجيات وضع أسس للمشروعات.

أما إلى أي مدى ستنفذ البلدان النامية (غير المدرجة في المرفق الأول) تنفيذا فعليا التزاماتها المنصوص عليها في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ، فيتوقف – ضمن عوامل أخرى – على نقل تكنولوجيات سليمة بيئيا إلى هذه البلدان.

٦–٤ تنفيذ صكوك السياسات القطرية والدولية

إن أي صك سياسات دولي أو محلي لن يكون فعالا إلا إذا صاحبته نظم كافية للرصد والتنفيذ. فهناك علاقة بين تنفيذ الامتثال وبين كمية التعاون الدولي التي ستستمر في الواقع. فكثير من اتفاقيات البيئة متعددة الأطراف تتعرض لضرورة تنسيق المحظورات التي تفرض على السلوك تنفيذا للالتزامات التي تفرضها هذه الاتفاقيات والأحكام القانونية العامة التي تفرضها منظمة التجارة العالمية (و/ أو) اتفاقيات الجات. فلا اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ ولا بروتوكول كيوتو ينص الآن على أي تدابير تجارية محددة في حالة عدم الامتثال. ولكن هناك العديد من السياسات والإجراءات المحلية التي يمكن وضعها وتنفيذها بجانب بروتوكول كيوتو، قد تتعارض مع أحكام منظمة التجارة العالمية. وقد يكون للاختلافات الدولية فيما يتعلق بقوانين البيئة تأثيره على التجارة.

ومن أهم مشكلات اتفاقيات البيئة (بما في ذلك اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ وبروتوكول كيوتو) هو جذب عدد كبير من المشاركين إلى هذه الاتفاقيات. فما كتب عن هذه الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالبيئة يتنبأ بأن المشاركة فيها ستكون ناقصة باستمرار، وربما احتاج الأمر إلى حوافز لزيادة مثل هذه المشاركة (انظر أيضا القسم ١٠).

٧– منهجيات حساب التكاليف

٧–١ الأساس النظري

إن استخدام موارد لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة يخلق تكاليف الفرص البديلة التي ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار لتساعد في اتخاذ قرارات معقولة في مجال السياسات. فالإجراءات التي تتخذ للحد من انبعاثات غازات الدفيئة أو لزيادة امتصاص الكربون، تحول الموارد عن الاستخدامات الأخرى البديلة. ولابد عند تقدير تكاليف هذه الأعمال من التفكير في القيمة الإجمالية التي كان المجتمع ينتظرها من السلع والخدمات التي ضاعت بسبب تحويل الموارد باتجاه حماية المناخ. وفي بعض الحالات، تكون قيمة المنافع والتكاليف سلبية، مما يعني أن المجتمع سيكسب من وراء العمل على تخفيف الانبعاثات.

ويتناول هذا الجزء القضايا المنهجية التي تنشأ عند تقدير التكاليف النقدية لتغير المناخ. وسيكون التركيز هنا على التقدير السليم لتكاليف إجراءات تخفيف انبعاثات الغازات. ولابد أن تستند عملية تقدير التكاليف والمنافع على إطار تحليلي دائم حتى نضمن المقارنة بين التقديرات وشفافيتها. ويقدر أحد الأطر المعروفة التكاليف كتغييرات في المستوى الاجتماعي على أساس القيم الفردية. وتنعكس هذه القيم في الاستعداد للدفع من أجل تحسين البيئة أو الاستعداد لقبول تعويضات. ومن مقاييس هذه القيم، يمكن استخلاص مقاييس أخرى مثل الفوائض الاجتماعية التي تكتسب أو تخسر نتيجة سياسة معينة، ومجموع تكاليف الموارد، وتكاليف الفرصة البديلة.

وإذا كان استخدام مقاييس الرفاه له حدوده، واستخدام القيم النقدية مازال محل نقاش، فإن الرأي القائل باتباع طرق زلتحويلس المدخلات غير السوقية إلى أرقام نقدية، يعطي معلومات مفيدة لصناع السياسات. وينبغي اتباع هذه الطرق كلما كان ذلك مناسبا. كما أنه من المفيد استكمال منهجية التكاليف القائمة على الرفاه، بطريقة أكثر شمولا تتضمن أبعاد الإنصاف والاستدامة في سياسات تخفيف تغير المناخ. ومن الناحية العملية، فإن التحدي هنا يتمثل في وضع تعريف شامل ومتسق لأهم الآثار التي يتطلب الأمر قياسها.

ومن الانتقادات الشائعة لطريقة حساب التكاليف هذه، أنها غير منصفة، إذ أنها تعطي وزنا كبيرا "للأغنياء". ويرجع ذلك إلى أن الشخص الغني لديه استعداد أكبر للدفع من أجل تحسين البيئة واستعداد أكبر لقبول التعويضات عن الشخص الفقير، وبالتالي فإن الخيارات التي تحدث تعكس تفضيلها للأغنياء. وهذا الانتقاد سليم، ولكن ليست هناك طريقة أخرى سليمة ومتسقة للتقييم يمكن أن تحل محل تلك الموجودة الآن بالكامل. فالقلق المتعلق بالإنصاف مثلا، يمكن التغلب عليه بتقدير القيمة الأساسية. فالتكاليف التقديرية ليست سوى معلومة في عملية صناعة القرار بالنسبة لتغير المناخ، يمكن استكمالها بمعلومات أخرى عن الأهداف الاجتماعية الأخرى، مثل التأثير على أصحاب الشأن الرئيسيين وتحقيق أهداف الحد من الفقر.

وستجرى في هذا القسم، استعراض منهجية حساب التكاليف، والمسائل الداخلة في استخدام هذه الطرق.

٧–٢ المناهج التحليلية

إن تقدير التكاليف هو أحد المدخلات في خطة أو أكثر من صناعة القرار التي تشمل تحليل التكاليف والمزايا، وتحليل مردودية التكاليف، وتحليل الصلات المتعددة. وتختلف المناهج التحليلية أساسا في كيفية اختيار أهداف إطار صناعة القرار وتحديدها وتقييمها. فبعض الأهداف في سياسات التخفيف يمكن تحديدها بوحدات اقتصادية (كأن تقاس التكاليف والمنافع بوحدات نقدية)، وبعضها بوحدات مادية (كأن تحسب كمية الملوثات بأطنان من ثاني أكسيد الكربون). أما من الناحية العملية فإن التحدي هنا يكمن في وضع تعريف شامل ومتسق لكل تأثير من التأثيرات الهامة التي ينبغي قياسها.

٧–٢–١ المنافع المشتركة والتكاليف والمنافع والتكاليف التجميعية

تستخدم الدراسات في هذا الموضوع عددا من المصطلحات للتدليل على المنافع والتكاليف التي ترتبط بسياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. وتشمل هذه المنافع المشتركة، والمنافع التجميعية، والمنافع الجانبية، والمنافع الإضافية، والمنافع المصاحبة. وفي مناقشتنا هنا، فإن مصطلح "المنافع المشتركة" يشير إلى المنافع غير المناخية لسياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة المدرجة صراحة في سياسات التخفيف منذ بداية وضعها. ومعنى ذلك، أن مصطلح المنافع المشتركة يبين أن أغلب السياسات المقررة للتخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة لها أيضا دوافع جوهرية منذ أن وضعت هذه السياسات، وإن كانت أقل أهمية في أغلب الأحيان (كأن تتعلق بأهداف التنمية والاستدامة والإنصاف). وعلى النقيض من ذلك، فإن مصطلح المنافع الإضافية يدل على الآثار الإضافيةأو الجانبية لسياسات تخفيف تغير المناخ على المشكلات التي تظهر نتيجة أي سياسات مقترحة لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة.

إن السياسات التي تستهدف تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة يمكن أن يكون لها – كما سبق أن أشد – فوائد وتكاليف اجتماعية أخرى (التي تسمى هنا فوائد وتكاليف مشتركة أو إضافية) وقد سعت بعض الدراسات التجريبية إلى تقدير هذه النتائج. فمن الواضح أن الحجم الفعلي للمنافع الإضافية أو المشتركة المقدرة تقديرات دقيقا يعتمد على تصور هيكل التحليل، لاسيما على أساس الافتراضات الخاصة بإدارة السياسات في حالة خط الأساس. ومع ذلك، أنه سواء أُدرج أثر معين أو لم يُدرج، فإن ذلك يتوقف على الهدف الأساسي من البرنامج. ثم أن أي شئ قد يعتبر من وجهة نظر دولية برنامج للحد من انبعاثات غازات الدفيئة، يمكن أن يرى – من وجهة نظر قطرية – كبرنامج تتساوى فيه أهمية الملوثات المحلية مع تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة.

٧–٢–٢ تكاليف التنفيذ

إن جميع سياسات تغير المناخ تستلزم قدرا من التكاليف لتنفيذها، أي تكاليف لتغيير القواعد واللوائح القائمة، وضمان توفير البنية الأساسية الضرورية، وتدريب وتوعية هؤلاء الذين سينفذون التدابير والذين سيتضررون منها، وغير ذلك. وللأسف فإن مثل هذه التكاليف لا تغطى بالكامل في أي تحليل تقليدي للتكاليف. فتكاليف التنفيذ في هذا الإطار يقصد بها أن تعكس الجوانب المؤسسية الدائمة لوضع برنامج موضع التنفيذ، بخلاف التكاليف التي تعتبر تكاليف معاملات عادة. فهذه الأخيرة هي تكاليف مؤقتة بحكم تعريفها. ولابد من عمل الكثير لتقدير التكاليف المؤسسية وغير المؤسسية للبرامج، بحيث تكون الأرقام التي ترد في التقارير ممثلة للتكاليف الحقيقية إذا ما نفذت هذه البرامج بالفعل.

٧–٢–٣ الخصم

هناك بشكل عام منهجان للخصم: منهج أخلاقي مكتسب يقوم على معدلات الخصم التي ينبغي تطبيقها، ومنهج وصفي يقوم على المعدلات التي يطبقها بالفعل من يستخدمون معدلات الخصم (المدخرون والمستثمرون على السواء) في قراراتهم اليومية. وبالنسبة لتحليل عمليات التخفيف، لابد لأي بلد من أن يبني قراراته – ولو جزئيا – على معدلات الخصم التي تعكس الفرصة البديلة لرأس المال. فالمعدلات التي تتراوح بين ٤ في المائة و٦ في المائة، ربما تكون معقولة في البلدان المتقدمة. ومن الصعب القول بأن مشروعات تخفيف تغير المناخ ستواجه معدلات مختلفة، ما لم يستغرق تنفيذ المشروع فترة طويلة للغاية. فالدراسات في هذا الموضوع تهتم اهتماما متزايدا بالمعدلات التي تنخفض بمرور الوقت، وتعطي وزنا متزايدا بالتالي للفوائد التي ستحدث في المدى البعيد. وينبغي أن يلاحظ هنا أن هذه المعدلات لا تعكس معدلات العائد في القطاع الخاص، التي ينبغي أن تكون أكثر من ذلك عادة لتبرر أي مشروع، أي ما يتراوح بين ١٠ في المائة – ٢٥ في المائة.

٧–٢–٤ التكيف مع تكاليف التخفيف والصلات بينها

في الوقت الذي يفهم فيه أغلب الناس تأثير خيارات التكيف على تكاليف التخفيف، فإن هذه النقطة الواضحة كثيرا ما تقابل بالتجاهل عند وضع السياسات المتعلقة بالمناخ. فالسياسات مبعثرة، ينظر فيها إلى تخفيف انبعاثات الغازات على أنه علاج لتغير المناخ، بينما التكيف يعتبر وسيلة لمواجهة الأخطار الطبيعية. وجرت العادة على وضع نماذج مختلفة للتخفيف والتكيف، كتبسيط ضروري لفتح مسار في قضية كبيرة وبالغة التعقيد. والنتيجة هي أن تكاليف الحد من الأخطار تقدر في أغلب الأحيان على حدة، ولذا فإن أي إجراء يحتمل أن يكون منحازا. وتوحي هذه الملاحظة بأهمية الانتباه إلى التفاعل بين التخفيف والتكيف، ومدى تشعب هذا التفاعل، وإن كانت الشكوك التي تحيط بطبيعة التأثيرات وتوقيتها، مثل المفاجآت، ستقلل من المدى الذي يمكن معه استيعاب التكاليف المصاحبة داخليا بالكامل.

٧–٣ حدود النظام: المشروع والقطاع والمستوى الكلي

يميز الباحثون بين التحليل على مستوى المشروع والقطاع والاقتصاد بأسره. فالتحليل على مستوى المشروع يتناول الاستثمار "المفرد" الذي يفترض أنه لن يكون له سوى تأثيرات ثانوية محدودة على الأسواق. والطرق المستخدمة في هذا النوع من التحليل تشمل تحليل مردودية التكاليف وتحليل فعالية التكاليف وتحليل دورة حياة المشروع. أما التحليل على مستوى القطاع فيفحص السياسات القطاعية في إطار "توازن جزئي" يفترض فيه أن تكون جميع العوامل الأخرى خارجية. أما التحليل على مستوى الاقتصاد الكلي فيستكشف كيفية تأثير السياسات على جميع القطاعات والأسواق، مستخدما في ذلك نماذج مختلفة للاقتصاد الكلي والتوازن العام. وهناك وجه للمفاضلة بين مستوى التفاصيل في التقدير، وتعقيدات النظام الذي يقع عليه الاختيار. وسيعرض هذا القسم بعض الافتراضات الأساسية في تحليل التكاليف.

ويحتاج الأمر إلى مجموعة من مختلف مناهج وضع النماذج حتى يتسنى عمل تقدير فعال لخيارات التخفيف من تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، حدث جمع بين التقديرات التفصيلية للمشروعات وبين التحليل العام للنتائج القطاعية، كما حدث جمع بين دراسات ضريبة الكربون في الاقتصاد العام ووضع نماذج قطاعية لبرامج الاستثمار الكبيرة في مجال التكنولوجيا.

٧–٣–١ خطوط الأساس

إن حالة خط الأساس، هي التي تعطي بحكم تعريفها، انبعاثات غازات الدفيئة في عدم وجود التدخلات الخاصة بتغير المناخ، لها أهميتها في تقدير تكاليف تخفيف تغير المناخ. ويرجع ذلك إلى أن تعريف تصور الحالة الأساسية يحدد إمكانية تقليل انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل، بالإضافة إلى تنفيذ سياسات هذا التقليل، كما أن للتصور الأساسي عدد من الافتراضات الضمنية الهامة عن السياسات الاقتصادية المستقبلية على مستوى الاقتصاد الكلي والمستوى القطاعي، بما

في ذلك الهياكل القطاعية، وكثافة الموارد، والأسعار، وبالتالي خيارات التكنولوجيا.

٧-٣-٢ دراسة الخيارات التي لا ندم عليها

الخيارات التي لا ندم عليها، هي – بحكم تعريفها، أعمال لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة بتكاليف صافية سلبية. فالتكاليف الصافية سلبية لأن هذه الخيارات تخلق فوائد مباشرة أو غير مباشرة، كتلك التي تنجم عن الحد من فشل الأسواق، ومضاعفة الأرباح بإعادة استخدام الإيرادات والمنافع الإضافيةوهي أرباح تكفي لتغطية تكاليف تنفيذ الخيارات. وتعكس الخيارات التي لا ندم عليها افتراضات معينة عن عمل وكفاءة الاقتصاد، وبالأخص وجود واستقرار وظيفة للرفاه الاجتماعي، تقوم على فكرة التكلفة الاجتماعية:

- الحد من الفشل القائم في الأسواق أو المؤسسات، والحواجز الأخرى التي تعوق الأخذ بإجراءات لها فعالية تكاليفها لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة والتي تستطيع تقليل تكاليف القطاع الخاص مقارنة بالأساليب الجارية. وبإمكان ذلك أن يقلل بشكل عام من التكاليف التي يتحملها القطاع الخاص.

- مضاعفة الأرباح المتعلقة بإعادة استخدام الإيرادات المتحصلة من ضرائب الكربون، بطريقة تغطي الضرائب المثيرة للتشوهات.

- المنافع والتكاليف الإضافية (أو النتائج الإضافية) التي يمكن أن تمثل تآزرا أو أوجه مفاضلة في الحالات التي يكون فيها لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة تأثيرات مشتركة على السياسات البيئية الأخرى (مثل تلك المتعلقة بتلوث الهواء المحلي، وازدحام المدن، وتدهور الأراضي والموارد الطبيعية).

عيوب السوق

إن وجود الاحتمال الذي لا ندم عليه يعني أن السوق والمؤسسات لا تعمل بصورة سليمة، بسبب عيوب السوق مثل نقص المعلومات، وإشارات تشوهات الأسعار، وعدم التنافس، (و/ أو) فشل المؤسسات المرتبط بعدم كتابة القواعد، وعدم تحديد حقوق الملكية، والنظم الضريبية التي تشجع على التشوهات، وضعف الأسواق المالية. ولاشك أن تقليل عيوب الأسواق يوحي بأنه من الممكن تحديد وتنفيذ سياسات تستطيع إصلاح الفشل في هذه الأسواق والمؤسسات دون تكبد تكاليف تربو على المنافع المكتسبة.

مضاعفة الأرباح

نوقش احتمال مضاعفة الأرباح الناجمة عن سياسات تخفيف تغير المناخ مناقشات مستفيضة في التسعينات. فمثل هذه السياسات، بالإضافة إلى هدفها الأساسي من تحسين البيئة (وهو الربح الأول) بإمكانها أن تعطي ربحا ثانيا إذا نفذت من خلال صكوك لإدرار إيرادات مثل ضرائب الكربون ومزادات تراخيص انبعاثات الغاز، وهذا الربح الثاني يمكن أن يعوض التكاليف الإجمالية لهذه السياسات. فجميع السياسات المحلية الخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة، لها تكلفتها الاقتصادية غير المباشرة نتيجة العلاقات المتبادلة بين صكوك السياسات والنظام الضريبي، أما في حالة السياسات التي تدر عائدا، فإن هذه التكلفة تعوض جزئيا أو بالكامل إذا استخدم هذا الإيراد – مثلا – في الحد من الضرائب الحالية التي تسبب تشوهات. أما إذا كان بإمكان هذه السياسات التي تدر عائدا أن تقلل من هذه التشوهات عمليا، فالأمر يتوقف على ما إذا كانت هذه العائدات ستستخدم من جديد في تخفيض الضرائب.

المنافع والتكاليف الإضافية (التأثيرات الإضافية)

يرد أعلاه تعريف للتأثيرات الإضافية. وكما سبقت الإشارة، فإن هذه التأثيرات قد تكون إيجابية أو سلبية. ومن المهم ملاحظة أن التكاليف الكلية أو الصافية لتخفيف الانبعاثات لا يمكن تبسيطها كتأثيرات إيجابية وسلبية، لأن هذه التأثيرات متشابكة بطريقة معقدة. فتكاليف تخفيف تغير المناخ (الكلية والصافية على السواء) لا يمكن حسابها إلا في علاقتها بتصور شامل معين وبهيكل مفترض للسياسات.

إن وجود احتمالات لا يندم عليها شرط ضروري لإمكانية تنفيذ هذه الخيارات، وإن لم تكن شرطا كافيا. فالتنفيذ الفعلي يتطلب أيضا وضع استراتيجية متشابكة في مجال السياسات، تكون شاملة بالقدر الذي يكفي لعلاج الحواجز وفشل هذه الأسواق والمؤسسات.

٧-٣-٣ المرونة

بالنسبة للعديد من الخيارات، فإن تكاليف تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة يتوقف على الإطار التنظيمي الذي ستتبعه الحكومة المعنية لتخفيف هذه الانبعاثات. وعموما، فكلما زادت مرونة الإطار، قلت تكاليف تحقيق التخفيف المطلوب. فزيادة المرونة وزيادة الشركاء التجاريين يمكن أن يقللا التكاليف. ولا ينبغي توقع سوى العكس في حالة جمود القواعد وقلة الشركاء التجاريين. وتقاس المرونة هنا بالقدرة

على الحد من انبعاثات الكربون بأقل التكاليف، سواء محليا أو دوليا.

٧-٣-٤ قضايا التنمية والإنصاف والاستدامة

إن سياسات تخفيف تغير المناخ التي تنفذ على المستوى الوطني، سيكون لها – في أغلب الأحيان – تأثيرات على التنمية الاقتصادية والاجتماعية قصيرة الأجل، والإنصاف بين أبناء الجيل الواحد. ويمكن لتقدير تكاليف مثل هذا التخفيف التي تسير على هذا المنوال أن تتناول هذه التأثيرات على أساس إطار لصنع القرار يشتمل على عدد من التأثيرات الجانبية على أهداف سياسات تقليل انبعاثات غازات الدفيئة. والهدف من مثل هذا التقدير هو إبلاغ واضعي القرار بالكيفية التي يمكن بها تحقيق الأهداف المختلفة للسياسات بصورة فعالة، مع مراعاة أولويات الإنصاف والصعوبات الأخرى في مجال السياسات (الموارد الطبيعية، والأهداف البيئية). وقد طبقت بعض الدراسات الدولية هذا الإطار العريض لوضع القرار لتقدير النتائج الإنمائية لمشروعات آلية التنمية النظيفة.

هناك عدد من الصلات الهامة بين مسائل تكاليف التخفيف من انبعاثات الغازات والتأثيرات الإنمائية العريضة للسياسات، بما في ذلك التأثيرات على الاقتصاد الكلي، وخلق فرص للعمل، والتضخم، والتكاليف الحدية للحسابات العامة، وتوافر رؤوس الأموال، والفوائض، والتجارة.

٧-٤ القضايا الخاصة المتعلقة بالبلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية

ثمة عدد من القضايا الخاصة المتعلقة باستخدام التكنولوجيا ينبغي أن يؤخذ في الحسبان باعتباره من العوامل الأساسية في إمكانية تخفيف حدة تغير المناخ والتكاليف المرتبطة بذلك في البلدان النامية. ويشمل ذلك المستويات الحالية لتطوير التكنولوجيا، وقضايا نقل التكنولوجيا، والقدرة على الابتكار والنشر، والحواجز التي تواجه استخدام التكنولوجيا ذات الكفاءة، والهياكل المؤسسية، والجوانب المتعلقة بالطاقة البشرية، والدخل من العملات الأجنبية.

ويحتاج الأمر إلى تعزيز دراسات تغير المناخ في البلدان النامية وتلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية من حيث المنهجية، والبيانات، وأطر السياسات. ورغم أن توحيد هذه المنهجيات توحيدا كاملا أمر غير ممكن، لابد من استخدام منهجيات متسقة ومناظير وسيناريوهات للسياسات في مختلف البلدان، حتى يمكن عقد مقارنات معقولة للنتائج.

وفيما يلي بعض التعديلات المقترح إدخالها على المناهج التقليدية:

- ضرورة تحليل مسارات بديلة للتنمية، تحتوي على أنماط مختلفة للاستثمار في البنية الأساسية، والري، وخلط أنواع الوقود، وسياسات استخدام الأراضي.
- ضرورة اهتمام دراسات الاقتصاد الكلي بدراسة عمليات تحويل الأسواق في مجالات رأس المال، والعمالة، وأسواق الطاقة.
- ضرورة أن تحتوي الإحصاءات الخاصة بالاقتصاد الوطني الكلي على تعاملات القطاع غير النظامي والتقليدي. فقيمة الطاقة غير التجارية المستهلكة، وعمل أفراد الأسرة بدون أجر لجمع الطاقة غير التجارية، له أهميته وضرورة إدراجه صراحة في أي تحليل اقتصادي.
- ضرورة النظر في تكاليف إزالة الحواجز من السوق.

٧-٥ وضع نماذج لمناهج تقدير التكاليف

إن وضع نماذج لاستراتيجيات تخفيف تغير المناخ، مسألة معقدة استخدمت فيها عدة أساليب من بينها نماذج المدخلات – المخرجات، ونماذج الاقتصاد الكلي، ونماذج التوازن العام الذي يمكن حسابه، والنماذج القائمة على قطاع الطاقة. كما وضعت نماذج مختلطة تعطي تفاصيل أكبر عن تركيبة الاقتصاد وقطاع الطاقة. ويتوقف الاستخدام السليم لهذه النماذج على موضوع التقييم وعلى البيانات المتوافرة.

وكما سبقت الإشارة في القسم ٦، فمن أهم أنواع سياسات الحد من تغير المناخ: السياسات الموجهة نحو السوق، والسياسات الموجهة نحو التكنولوجيا، والسياسات الطوعية، وسياسات البحوث والتطوير. وقد تشمل سياسات تخفيف تغير المناخ كل هذه الأنواع الأربعة، ولكن أغلب المناهج التحليلية لا تستخدم سوى بعض العناصر من هذه الأنواع الأربعة. فالنماذج الاقتصادية مثلا، تقدر السياسات الموجهة نحو السوق أساسا مع سياسات التكنولوجيا ولاسيما تلك المرتبطة بخيارات توليد الطاقة في بعض الحالات، بينما تركز المناهج الهندسية أساسا على جانبي العرض والطلب في سياسات التكنولوجيا. وكلا هذا المنهجان ضعيف نسبيا في تمثيل البحوث والتطوير، وسياسات الاتفاقيات الطوعية.

٨- التكاليف العالمية والإقليمية والقطرية، والمنافع الإضافية

٨-١ مقدمة

الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ (المادة ٢) هو "تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي"[١٤]. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الاتفاقية تنص (المادة ٣-٣) على "أن يؤخذ في الاعتبار أن السياسات والتدابير المتعلقة بمعالجة تغير المناخ ينبغي أن تتسم بفعالية الكلفة"[١٥]. ويتناول هذا القسم الدراسات الخاصة بتكاليف سياسات تخفيف غازات الدفيئة على المستويات القطرية والإقليمية والعالمية. فهي تورد المكاسب والخسائر الصافية في مستوى الرفاه، بما في ذلك المنافع الإضافية لسياسات التخفيف (إذا توافرت). وتستخدم هذه الدراسات مجموعة الأدوات التحليلية الكاملة التي جاء وصفها في الفصل السابق. وتتراوح هذه الأدوات بين النماذج التكنولوجية تفصيليا من القاعدة إلى القمة والنماذج الكلية من القمة إلى القاعدة، والتي تربط قطاع الطاقة بباقي الاقتصاد.

٨-٢ التكاليف الكلية للحد من غازات الدفيئة في النماذج التكنولوجية التفصيلية

إن النماذج والمناهج التكنولوجية التفصيلية "من القاعدة إلى القمة"، تؤخذ تكاليف التخفيف من جمع التكاليف التكنولوجية وتكاليف الوقود، مثل: الاستثمارات، وتكاليف التشغيل والصيانة، وشراء الوقود، وكذلك الإيرادات والتكاليف من الواردات والصادرات (وهو اتجاه حديث). ويمكن تقسيم النماذج إلى مجموعتين. المجموعة الأولى، وتتراوح بين حسابات هندسية اقتصادية بسيطة بحسب كل تكنولوجيا على حدة ونماذج التوازن الجزئي المتكاملة لنظم الطاقة ككل. والثانية تتراوح بين الحسابات الدقيقة للتكاليف الفنية المباشرة للتخفيف ودراسة السلوكيات الملاحظة للأسواق للأخذ بالتكنولوجيا، والخسائر في الرفاه بسبب انخفاض الطلب ومكاسب وخسائر الإيرادات بسبب التغيرات التي تطرأ على التجارة.

ويقود هذا إلى مقارنة منهجين نوعيين، هما المنهج الهندسي الاقتصادي، ونموذج توازن الكلفة الأقل. ففي المنهج الأول، يتم تقدير كل تكنولوجيا بصورة مستقلة بحساب كلفتها والوفورات التي تحققها. وبمجرد تقدير هذه العناصر، يمكن حساب وحدة كلفة لكل إجراء، ويمكن ترتيب كل إجراء بحسب كلفته. وهذا المنهج مفيد جدا في تحديد إمكانيات الحد من الكلفة السلبية "فجوة الكفاءة" بين أفضل التكنولوجيات المتاحة والتكنولوجيات المستخدمة بالفعل. ولكن أهم أوجه القصور في هذا المنهج، هو أن الدراسات تتجاهل العلاقات البينية لمختلف الإجراءات موضع الدراسة، أو على الأقل لا تتناولها بصورة جادة. وقد وضعت نماذج للتوازن الجزئي بأقل التكاليف لعلاج هذا العيب، وذلك بدراسة جميع الأعمال في وقت واحد واختيار أفضل مجموعة منها في جميع القطاعات وفي جميع الأوقات. وقد انتهت هذه الدراسات المتكاملة إلى ارتفاع التكاليف الكلية لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة عن الدراسات التكنولوجية التي اقتصرت على التكنولوجيا. فقد أعطت هذه الدراسات – استنادا إلى إطار الأوضاع المثلى – نتائج يسهل تفسيرها تقارن الاستجابة المثلى بخط أساس أمثل، ومع ذلك، فإن وجه القصور فيها هو أنها قلما تعاير سنة الأساس في النموذج بالوضع القائم غير الأمثل، وتفترض خط أساس أمثل. وبالتالي فإنها لا تعطي معلومات عن التكلفة السلبية المحتملة.

---

(١٤) "الهدف النهائي لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ وأي صك قانوني ذو صلة قد يقره مؤتمر الأطراف، هو تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي. وينبغي بلوغ هذا المستوى في إطار فترة زمنية كافية تتيح للنظم الإيكولوجية أن تتكيف بصورة طبيعية مع تغير المناخ، وتضمن عدم تعرض إنتاج الأغذية للخطر، وتسمح بالمضي قدما في التنمية الاقتصادية على نحو مستدام".

(١٥) "تتخذ تدابير وقائية لاستباق أسباب تغير المناخ أو الوقاية منها أو تقليلها إلى الحد الأدنى وللتخفيف من أثاره الضارة. وحيثما توجد تهديدات بحدوث ضرر جسيم أو غير قابل للإصلاح، لا ينبغي التذرع بالافتقار إلى يقين علمي قاطع كسبب لتأجيل اتخاذ هذه التدابير، على أن يؤخذ في الاعتبار أن السياسات والتدابير المتعلقة بمعالجة تغير المناخ ينبغي أن تتسم بفعالية الكلفة. بما يضمن تحقيق منافع عالمية بأقل كلفة ممكنة. ولتحقيق ذلك، ينبغي أن تأخذ هذه السياسات والتدابير في الاعتبار مختلف السياقات الاجتماعية الاقتصادية، وأن تكون شاملة، وأن تغطي جميع مصادر ومصارف وخزانات غازات الدفيئة ذات الصلة، والتكيف، وأن تشمل جميع القطاعات الاقتصادية. ويمكن تنفيذ جهود تناول تغير المناخ بالتعاون بين الأطراف المهتمة".

ومنذ نشر تقرير التقييم الثاني، ظهرت عدة نتائج جديدة للمناهج من القاعدة إلى القمة، سواء بالنسبة لبلدان المرفق الأول أو البلدان غير المدرجة فيه، وكذلك بالنسبة لمجموعات البلدان. وإلى جانب ذلك، فقد توسعت هذه المناهج في مجالها إلى ما هو أكثر من مجرد الحسابات التقليدية للتكاليف المباشرة للتخفيف، وذلك بإدراجها لتأثيرات الطلب وبعض تأثيرات التجارة.

ومع ذلك، فإن نتائج النماذج تعطي تفاوتات ملموسة من دراسة إلى أخرى، وهو ما يمكن تفسيره بعدة عوامل، يرجع بعضها إلى الظروف شديدة الاختلاف بين البلدان التي جرت فيها الدراسات (مثل ثروات الطاقة، والنمو الاقتصادي، وكثافة الطاقة، وتركيبة الصناعة والتجارة) بينما يعكس البعض الآخر افتراضات النماذج نفسها، والافتراضات الخاصة باحتمالات الكلفة السلبية.

ولكن تقرير التقييم الثاني يحتوي على اتفاق بشأن احتمالات اللا ندم عليها الناجمة عن تقليل العيوب الحالية في الأسواق، ودراسة المنافع الإضافية، وإدراج الأرباح المضاعفة. فاحتمالات اللا ندم، تنجم عن الأسواق الحالية أو العيوب المؤسسية التي درست التكاليف الإجمالية للامتثال لبروتوكول كيوتو باستخدام نموذج قطاع الطاقة.

تحول دون اتخاذ إجراءات لتخفيف الانبعاثات بفعالية الكلفة. والسؤال الرئيسي هنا هو ما إذا كانت الإجراءات في مجال السياسات كفيلة بالقضاء على هذه العيوب بفعالية الكلفة.

أما الرسالة الهامة الثانية في مجال السياسات هي أن تكلفة التخفيف الحدية في الأجلين القصير والمتوسط، والتي تحكم بين أغلب تأثيرات الاقتصاد الكلي على سياسات المناخ، تتميز بحساسية شديدة من عدم اليقين فيما يتعلق بالسيناريوهات الأساسية (معدل النمو وكثافة الطاقة) والتكاليف الفنية. فحتى مع خيارات الكلفة السلبية الملموسة، فإن التكاليف الحدية قد ترتفع بسرعة لتتجاوز المستوى المعين المتوقع للتخفيف. ويقل هذا الخطر كثيرا في النماذج التي تسمح بتجارة الكربون. فعلى المدى البعيد، يقل هذا الخطر حيث أن التغيير الفني يقلل من انحدار منحنيات الكلفة الحدية.

٨-٣ تكاليف السياسات المحلية لتخفيف انبعاثات الكربون

من المهم للغاية عند تحديد التكاليف الإجمالية للتخفيف، معرفة حجم التقليل المطلوب لانبعاثات الغازات، حتى يمكن تحقيق الهدف المطلوب. ومن هنا فإن رقم الخط الأساسي للانبعاثات يكون عاملا هاما. فمعدل زيادة ثاني أكسيد الكربون يتوقف على معدل زيادة الناتج المحلي الإجمالي، ومعدل انخفاض استخدام وحدة الإنتاج للطاقة، ومعدل انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من وحدة استخدام الطاقة.

وفي مشروع للمقارنة متعدد النماذج استخدم عدة أفرقة لوضع النماذج على المستوى الدولي. ونفذت ضرائب الكربون لتقليل الانبعاثات، وأعيد استخدام الإيرادات من الضريبة كمبلغ إجمالي. ويمثل حجم ضريبة الكربون مؤشرا عاما لكمية التدخل المطلوبة في الأسواق، ويعادل التكلفة الحدية للتخفيف من أجل تحقيق هدف محدد للانبعاثات. وسوف يتحدد حجم الضريبة اللازمة للوفاء بهدف محدد بواسطة المصدر الحدي للعرض (بما في ذلك عمليات الحفظ) بهدف أو بدون هدف. وسيتوقف ذلك بدوره على بعض العوامل مثل حجم الانبعاثات التي يلزم تقليلها، وافتراضات بشأن تكلفة وتوافر التكنولوجيات القائمة على الكربون أو الخالية منه، وقاعدة مصادر الوقود الأحفوري، ومرونة الأسعار في الأجلين القصير والطويل.

ومع عدم وجود تجارة دولية في الانبعاثات، تتفاوت ضرائب الكربون اللازمة للوفاء بقيود بروتوكول كيوتو في عام ٢٠١٠ تفاوتا كبيرا من نموذج إلى آخر. فالملاحظ من الجدول ٤[١٦] أن الولايات المتحدة حسبت هذه الضرائب فوجدت أنها تتراوح بين ٧٦ و٣٢٢ دولارا، بينما حسبتها الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي فوجدت أنها تتراوح بين ٢٠ و٦٦٥ دولارا، وبالنسبة لليابان كانت تتراوح بين ٩٧ و٦٤٥ دولارا، وأخيرا حسبتها باقي الدول الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتجد أنها تتراوح بين ٤٦ و٤٢٥ دولارا. وجميع الأرقام بدولارات عام ١٩٩٠. وتتراوح التكاليف الحدية للتخفيف بين ٢٠ و١٣٥ دولارا للطن كربون، في حالة السماح بالتجارة الدولية. ولا تشمل هذه النماذج عادة الإجراءات التي لا ندم عليها، كما أنها لا تأخذ في اعتبارها إمكانيات بالوعات ثاني أكسيد الكربون في التخفيف، ولا غازات الدفيئة الأخرى بخلاف ثاني أكسيد الكربون.

(١٦) أعلى الأرقام الواردة في هذه الجملة مأخوذة من نموذج ١، ونموذج ABARE-GTEM.

الجدول ٤: أهم نتائج مجموعة نماذج الطاقة. تكاليف التخفيف الحدية (بدولارات عام ١٩٩٠ لكل طن كربون، هدف بروتوكول كيوتو في عام ٢٠١٠)

النموذج	بدون تجارة				تجارة المرفق الأول	التجارة العالمية
	الولايات المتحدة	الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية		
ABARE-GTEM	٣٢٢	٦٦٥	٦٤٥	٤٢٥	١٠٦	٢٣
AIM	١٥٣	١٩٨	٢٣٤	١٤٧	٦٥	٣٨
CETA	١٦٨				٤٦	٢٦
Fund					١٤	١٠
G-Cubed	٧٦	٢٢٧	٩٧	١٥٧	٥٣	٢٠
GRAPE		٢٠٤	٣٠٤		٧٠	٤٤
MERGE3	٢٦٤	٢١٨	٥٠٠	٢٥٠	١٣٥	٨٦
MIT-EPPA	١٩٣	٢٧٦	٥٠١	٢٤٧	٧٦	
MS-MRT	٢٣٦	١٧٩	٤٠٢	٢١٣	٧٧	٢٧
Oxford	٤١٠	٩٦٦	١٠٧٤		٢٢٤	١٢٣
RICE	١٣٢	١٥٩	٢٥١		٦٢	١٨
SGM	١٨٨	٤٠٧	٣٥٧	١٤٥	٨٤	٢٢
WorldScan	٨٥	٢٠	١٢٢	٢٠١	٢٠	٥
Administration	١٥٤			٤٦	٤٣	١٨
EIA	٢٥١				١١٠	٥٧
POLES	١٣٥.٨	١٣٥ر٣	١٩٤ر٦	١٣١ر٤	٥٢ر٩	١٨ر٤

ملاحظة: لم تدرج نتائج نموذج أكسفورد في الأرقام التي وردت في الموجز الفني وفي SPM، لأن هذا النموذج لم يخضع لمراجعة علمية موضوعية وبالتالي فهو غير مناسب لتقييم (IPCC)، ويعتمد على بيانات من الثمانينات الأولى في القياس الأول الذي يحدد نتائجه . وليس لهذا النمودج أي علاقة بنموذج (CLIMOX) من معاهد أكسفورد لدراسات الطاقة ، المشار إليها في الجدول T (6)

ومع ذلك، فليست هناك علاقة حاسمة بين مستوى ضريبة الكربون وتفاوت الناتج القومي الإجمالي وبين الرفاه، بسبب تأثير السمات الخاصة للبلد (فالبلدان التي ينخفض نصيب الطاقة الأحفورية في استهلاكها النهائي تقاسي أقل من غيرها لنفس المستوى من ضريبة الكربون (وبسبب مضمون السياسات نفسها).

وتفترض الدراسات السابقة أن الإيرادات المتحصلة من ضرائب الكربون، (أو مزادات تراخيص الانبعاثات) ستضخ مرة أخرى في الاقتصاد كمبلغ إجمالي، وذلك حتى يسهل عليها عقد مقارنات فيما بين البلدان. أما التكلفة الإجمالية الصافية الناجمة عن تكلفة حدية معينة لإحدى مشكلات الانبعاث فيمكن تخفيضها، إذا كانت الإيرادات موجهة نحو تمويل التخفيض في المعدلات الحدية في الضرائب التي أحدثت خللا من قبل مثل ضرائب الدخل والمرتبات والمبيعات. وإذا كانت إعادة ضخ الإيرادات مرة واحدة لا تضيف شيئا إلى الكفاءة، فإن إعادة ضخ هذه الإيرادات بتخفيض المعدلات الحدية يساعد في تلافي بعض تكاليف الكفاءة أو الخسارة الكاملة للضرائب الحالية. وهو ما يثير احتمال أن تتيح ضرائب الكربون المحايدة بالنسبة للعائد فرصة لمضاعفة الأرباح، عن طريق (١) تحسين البيئة و(٢) تخفيض تكاليف نظام الضرائب.

وبإمكان الإنسان أن يميز شكلين من أشكال مضاعفة الأرباح أحدهما ضعيف والآخر قوى. فالشكل الضعيف يؤكد أن تكاليف أي إصلاح بيئي معين محايد بالنسبة للإيرادات، إذا خصصت الإيرادات لتخفيض المعدلات الحدية لضرائب سابقة أحدثت تشوهات، فإنها تنخفض بالنسبة للتكاليف عندما تعود إيرادات المبلغ الإجمالي إلى الأسر أو الشركات. أما الشكل القوي لمضاعفة الأرباح فيؤكد أن تكاليف إصلاح ضرائب البيئة المحايدة للإيرادات هي صفر أو قيمة سالبة. وإذا كان الشكل الضعيف يلقى بالفعل تأييدا عاما، فإن الشكل القوي مازال موضع جدل.

ويتوقف مكان إعادة استخدام الإيرادات المتحصلة من ضرائب الكربون ومن تراخيص إطلاق الغازات المباعة بالمزاد، على ظروف البلد. فقد تبين من نتائج المحاكاة أنه في الاقتصاد الذي يتسم بعدم الكفاءة أو بالخلل فيما يتعلق بالمسائل غير البيئية، قد يكون تأثير إعادة استخدام الإيرادات قويا بحيث يفوق التكاليف الأولية وتأثير التفاعل الضريبي، بالدرجة التي يمكن معها تحقيق الأرباح المضاعفة. وهكذا أثبتت العديد من الدراسات عن الاقتصاديات الأوروبية أنه عندما تعاني النظم الضريبية من تشوهات شديدة بالنسبة للضريبة النسبية على العمالة، يمكن الحصول على ربح مضاعف قوي، وبفرص أكبر على أي حال من أي خيارات أخرى لإعادة استخدام الإيرادات. وعلى النقيض من ذلك، أثبتت أغلب الدراسات الخاصة بضرائب الكربون أو بسياسات إطلاق الغازات في الولايات المتحدة أن إعادة استخدام الإيرادات بضريبة منخفضة على العمالة، أقل كفاءة من إعادة استخدامها بفرض ضريبة على رؤوس الأموال، وإن كانت لا تحقق ربحا مضاعفا قويا عادة. ومن بين الاستنتاجات الأخرى أنه حتى في حالات عدم تحقيق ربح مضاعف قوي، فإن الأمر يكون أفضل كثيرا عند اتباع سياسة لإعادة استخدام الإيرادات، في تخفيض المعدلات الحدية للضرائب السابقة، عنه في حالة وجود سياسة لا تعيد استخدام الإيرادات، مثل حصص الأجيال السابقة.

وفي جميع البلدان التي طبقت فيها ضرائب على ثاني أكسيد الكربون، استثنيت بعض القطاعات من هذه الضريبة، أو تفاوتت الضريبة بين القطاعات المختلفة. وقد خلصت أغلب الدراسات إلى أن الإعفاء من الضريبة يترتب عليه تكاليف اقتصادية بالنسبة لسياسة الضرائب الموحدة. ومع ذلك، فإن النتائج تختلف بالنسبة لحجم تكاليف الإعفاء.

٨-٤ نتائج توزيع ضرائب الكربون

كما هو الحال بالنسبة للتكاليف الكلية، فإن توزيع هذه التكاليف له أهميته في التقييم العام لسياسات المناخ. فأي سياسة تؤدي إلى إحداث كفاءة، قد لا تحدث تحسنا في الرفاه العام، إذا كانت أوضاع بعض الناس قد ساءت عما قبل، أو العكس. وبشكل خاص، إذا كانت هناك رغبة في الحد من تفاوت الدخول في أي مجتمع، فينبغي أن يؤخذ التأثير على توزيع الدخول في الحسبان عند التقييم.

إن تأثير توزيع ضريبة الكربون يبدو انحداريا، ما لم تستخدم حصيلة هذه الضريبة سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة لمصلحة المجموعات ذات الدخل المنخفض. فإعادة استخدام حصيلة الضريبة بتخفيض ضريبة العمالة، قد يكون له نتائج أفضل على التوزيع مما لو استخدمت هذه الحصيلة دفعة واحدة، حيث تتجه هذه المحصلة حينئذ بصورة مباشرة إلى أصحاب رؤوس المال والعاملين بأجر في وقت واحد. أما تخفيض الضريبة على العمالة فيؤدي إلى زيادة الأجور ويساعد هؤلاء الذين يكسبون عيشهم من العمل أساسا. ومع ذلك، فإن أشد المجموعات فقرا في المجتمع قد لا تكسب قرشا واحدا من العمل. وفي هذا الصدد، فإن تخفيض ضرائب العمالة قد لا يتفوق دائما على خطط إعادة الاستخدام التي توزع الإيرادات على جميع فئات المجتمع، وقد تقلل من الطبيعة التراجعية لضرائب الكربون.

الجدول ٥: أهم نتائج مجموعة نماذج الطاقة (الخسارة في الناتج المحلي الإجمالي ٢٠١٠ بالنسبة ٪ من الناتج المحلي الإجمالي: هدف كيوتو في ٢٠١٠)

النموذج	بدون تجارة				تجارة المرفق الأول				التجارة العالمية			
	الولايات المتحدة	الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التجارة والتنمية	الولايات المتحدة	الدول الاوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التجارة والتنمية	الولايات المتحدة	الدول الأوروبية الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية	اليابان	باقي الدول الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية
ABARE-GTEM	١ر٦٩	٠ر٩٤	٠ر٧٢	١ر٩٦	٠ر٤٧	٠ر١٣	٠ر٠٥	٠ر٢٣	٠ر٠٩	٠ر٠٣	٠ر٠١	٠ر٠٤
AIM	٠ر٤٥	٠ر٣١	٠ر٢٥	٠ر٥٩	٠ر٣١	٠ر١٧	٠ر١٣	٠ر٣٦	٠ر٢٠	٠ر٠٨	٠ر٠١	٠ر٣٥
CETA	١ر٩٣				٠ر٦٧				٠ر٤٣			
G-Cubed	٠ر٤٢	١ر٥٠	٠ر٥٧	١ر٨٣	٠ر٢٤	٠ر٦١	٠ر٤٥	٠ر٧٢	٠ر٠٦	٠ر٢٦	٠ر١٤	٠ر٣٢
GRAPE		٠ر٨١	٠ر١٩			٠ر٨١	٠ر١٠			٠ر٥٤	٠ر٠٥	
MERGE3	١ر٠٦	٠ر٩٩	٠ر٨٠	٢ر٠٢	٠ر٥١	٠ر٤٧	٠ر١٩	١ر١٤	٠ر٢٠	٠ر٢٠	٠ر٠١	٠ر٦٧
MS-MRT	١ر٨٨	٠ر٦٣	١ر٢٠	١ر٨٣	٠ر٩١	٠ر١٣	٠ر٢٢	٠ر٨٨	٠ر٢٩	٠ر٠٣	٠ر٠٢	٠ر٣٢
Oxford	١ر٧٨	٢ر٠٨	١ر٨٨		١ر٠٣	٠ر٧٣	٠ر٥٢		٠ر٦٦	٠ر٤٧	٠ر٣٣	
RICE	٠ر٩٤	٠ر٥٥	٠ر٧٨	٠ر٩٦	٠ر٥٦	٠ر٢٨	٠ر٣٠	٠ر٥٤	٠ر١٩	٠ر٠٩	٠ر٠٩	٠ر١٩

ملاحظة: نتائج نموذج أكسفورد غير مدرجة في التقارير TS وSPM لأن هذا النموذج لم يخضع لمراجعة أكاديمية موضوعية (وبالتالي فإنه لا يصلح لتقييم الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ) ويعتمد على بيانات من الثمانينات الأولى في القياس الأول الذي يحدد نتائجه. وليس لهذا النموذج أي علاقة بنموذج CLIMOX من معاهد أكسفورد لدراسات الطاقة المشار إليها في الجدول ٦.

٨-٥ جوانب التجارة الدولية في انبعاثات الغازات

لوحظ منذ زمن طويل أن التجارة الدولية في حصص انبعاثات الغازات يمكن أن تقلل من تكاليف التخفيف. ويحدث هذا عندما تقوم البلدان التي تتحمل تكاليف حدية محلية مرتفعة للحد من انبعاثات الغازات بشراء حصص انبعاثات هذه الغازات من البلدان التي تتحمل تكاليف حدية منخفضة للتخفيف. وهو ما يشار إليه في أغلب الأحيان بعبارة "حيث المرونة". أي السماح بتقليل انبعاثات الغازات عندما يكون ذلك أرخص وسيلة بغض النظر عن الموقع الجغرافي. ومن المهم أن نلاحظ أنه لا علاقة بين مكان حدوث التخفيض وبين من يدفع ثمن هذا التخفيض.

ويمكن حدوث "حيث المرونة" بمستويات مختلفة. فمن الممكن أن يحدث على المستويات العالمية والإقليمية والقطرية. وفي الحالة النظرية التي تحدث فيها تجارة عالمية كاملة، توافق جميع البلدان على حد أقصى لانبعاثات الغازات وتشارك في الأسواق الدولية كمشترية أو بائعة لحصص الانبعاثات. وقد تسمح آلية التنمية الصافية بتحقيق بعض هذه التخفيضات في التكاليف. أما عندما يكون السوق على المستوى الإقليمي (أي بلدان المرفق باء) فإن سوق التجارة تكون محدودة. وأخيرا قد تحدث التجارة داخليا عندما يكون تخفيض انبعاثات الغازات في بلد المنشأ فقط.

يبين الجدول ٥ تخفيض تكاليف التجارة في انبعاثات الغازات بالنسبة للمرفق باء، والتجارة العالمية الكاملة مقارنة بحالة عدم التجارة.

وقد تمت هذه الحسابات على أساس نماذج مختلفة، سواء بتفصيلات عالمية أو إقليمية. وفي كل حالة، كان المقصود هو تحقيق الهدف الوارد في بروتوكول كيوتو لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة. وقد بينت جميع النماذج مكاسب ملموسة، حيث اتسع حجم السوق التجارية. ويرجع الاختلاف بين نموذج وآخر إلى اختلاف الأساس الذي يقوم عليه كل نموذج، والافتراض الخاص بالكلفة وتوافر بدائل رخيصة لقطاع الطاقة في جانبي العرض والطلب، ومعالجة مفاجآت الاقتصاد العام قصيرة الأجل. وبصورة عامة، فإن جميع النماذج حسبت الكلفة الإجمالية في حالة عدم وجود تجارة بأقل من ٢ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي (والذي يفترض أن يكون قد زاد بصورة ملموسة في الفترة موضع الحديث) بل كانت في أغلب الحالات دون ١ ٪. وخفض المرفق باء للتجارة هذه التكاليف بالنسبة لمجموعة

منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ككل إلى أقل من ٠,٥ في المائة، في الوقت الذي تتفاوت فيه التأثيرات الإقليمية داخل هذه المجموعة بين ١ ٪ و١,١ ٪. أما التجارة العالمية بوجه عام فسوف تقلل هذه الكلفة إلى ما دون ٠,٥ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي، مع انخفاض المتوسط في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي إلى ما دون ٠,٢ ٪.

وتؤثر الظاهرة المعروفة باسم "الهواء الساخن" (١٧) هي الأخرى على تكاليف تنفيذ بروتوكول كيوتو. فقد أدى الانخفاض الأخير في النشاط الاقتصادي لبلدان أوروبا الشرقية والاتحاد السوفييتي سابقا إلى انخفاض انبعاثات هذه الدول من غازات الدفيئة. ورغم أنه من المتوقع أن ينعكس هذا الاتجاه في نهاية الأمر، فإن الانبعاثات من بعض البلدان ينتظر أن تظل دون الحدود القصوى التي قررها بروتوكول كيوتو. وإذا حدث ذلك، فإن هذه البلدان ستملك حصصا فائضة من الانبعاثات يمكن أن تبيعها إلى الدول التي تبحث عن خيارات رخيصة لتحقيق الأهداف المقررة لها. ولاشك أن وفورات الكلفة الناجمة عن التجارة تتأثر بحجم "الهواء الساخن".

ارتبط الكثير من تقديرات الانخفاض في الناتج المحلي الإجمالي المتوقع، بالالتزام بالحدود المماثلة لما جاء في بروتوكول كيوتو. وقد ركزت أغلب التحليلات الاقتصادية على التكاليف الإجمالية لأنشطة انبعاثات غازات الكربون(١٨)، متجاهلة احتمالات الوفورات في التكاليف الناجمة عن تخفيف الغازات الأخرى بخلاف ثاني أكسيد الكربون، ومستخدمة امتصاص الكربون، دون أن تأخذ في اعتبارها المنافع البيئية (المنافع الإضافية وتلافي تغير المناخ)، ودون أن تستخدم الإيرادات في إزالة التشوهات. ولاشك أن إدراج مثل هذه الاحتمالات يقلل من التكاليف.

إن أي مشكلة ستؤدي إلى إعادة تخصيص الموارد بعيدا عن النموذج المفضل، في عدم وجود حد أقصى، لأعمال الصون التي يحتمل أن تكون مكلفة وكذلك استبدال نوع الوقود. وسيحدث تغيير أيضا في الأسعار النسبية. وهذه التعديلات الإجبارية ستقلل من الأداء الاقتصادي، وهو ما سيؤثر على الناتج المحلي الإجمالي. ومن الواضح أنه كلما اتسع سوق التجارة في التراخيص، زادت فرص تقليل التكاليف الإجمالية للتخفيف. وعلى العكس، فإن فرض أي قيود على حرية وفاء أي بلد بالتزاماته عن طريق شرائه لحصص انبعاثات الغازات يمكن أن يزيد من تكاليف التخفيف. وقد وجدت عدة دراسات أن حجم الزيادة في التكاليف سيكون كبيرا، وأنه سيقع بصورة خاصة على البلدان التي تتحمل تكاليف حدية مرتفعة للتخفيف. ولكن هناك مؤشر آخر يرجح أن يحد من الوفورات التي ستتحقق من تجارة الكربون، ألا وهو طريقة عمل نظم التجارة نفسها (تكاليف المعاملات، وتكاليف الإدارة، والتأمين ضد عدم اليقين، والسلوك الاستراتيجي في استخدام التراخيص).

٦-٨ المنافع الإضافية لتخفيف غازات الدفيئة

يمكن لسياسات تخفيف غازات الدفيئة أن تحدث آثارا إيجابية وسلبية على المجتمع، إذا استبعدنا فوائد تلافي تغير المناخ. وسيقوم هذا القسم بتقييم تلك الدراسات التي قدرت الآثار الجانبية لتخفيف تغير المناخ. ولذا سنستخدم هنا مصطلح "المنافع أو التكاليف الإضافية". وهناك عدم اتفاق على تعريف هذه المنافع الإضافية ومداها وحجمها، وعلى منهجيات إدراجها في السياسات المناخية. وقد وضعت معايير لإعادة النظر في الكتابات الكثيرة التي تربط سياسات معينة لتخفيف الكربون بالمنافع الإضافية عند تحويلها إلى مبالغ نقدية. وترد الدراسات الأخيرة التي تأخذ بمنهج اقتصادي واسع أكثر مما تأخذ بمنهج قطاعي بالنسبة للفوائد الإضافية في التقرير، كما يناقش التقرير مدى موثوقيتها (هناك تحليلات قطاعية في الفصل ٩). ورغم التقدم الأخير في طرق وضع هذه المناهج، فمازال من الصعب للغاية وضع تقديرات كمية للتأثيرات والمنافع والتكاليف الإضافية لسياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة. ورغم هذه الصعوبات، فإن المنافع الإضافية لسياسات انبعاثات غازات الدفيئة يمكن أن تعادل كسرا كبيرا في بعض الظروف من تكاليف التخفيف الخاصة (المباشرة) بل إنه يمكن في بعض الأحيان مقارنتها بتكاليف التخفيف نفسها، كل ذلك في الأجل القصير. وبناء على ما كتب في هذا الموضوع، فإن المنافع الإضافية قد تكون لها أهمية خاصة في البلدان النامية، ولكن ما كتب في هذا الموضوع مازال قليلا.

وسيتفاوت حجم ومدى ومجال هذه المنافع والتكاليف الإضافية بتفاوت الظروف الجغرافية والأساسية. ففي بعض الحالات، عندما تشمل الظروف الأساسية انبعاثات كربونية منخفضة نسبيا مع كثافة سكانية، قد تكون المنافع منخفضة. والنماذج التي تستخدم في أغلب الأحيان لتقدير المنافع الإضافية – وهي نماذج التوازن العام الذي يمكن حسابه – تجد

(١٧) الهواء الساخن: يملك عدد قليل من البلدان – ولاسيما تلك التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية – كمية من الوحدات المخصصة التي تبدو أكثر بكثير من الانبعاثات المتوقعة في هذه البلدان (نتيجة انخفاض النشاط الاقتصادي). ويشار إلى هذه الزيادة باسم الهواء الساخن.

(١٨) رغم أن بعض الدراسات تشمل تحليلات لعدة غازات، فمازال الأمر بحاجة إلى الكثير من البحوث حول هذا الاحتمال، سواء على المستوى الإقليمي أو الزمني.

صعوبة في تقدير المنافع الإضافية، لأنها قلما تحتوي على التفاصيل المكانية اللازمة، بل إنها قد لا تستطيع الحصول عليها.

وفيما يتعلق بالاعتبارات الأساسية، فإن أغلب الكتابات المتعلقة بالمنافع الإضافية تقتصر عادة على سياسات ولوائح الحكومة المتعلقة بالبيئة. وعلى النقيض من ذلك، فإن القضايا الأساسية للسياسات التنظيمية، كتلك المتعلقة بالطاقة، والنقل، والصحة، تقابل بالتجاهل عادة، كما هو الحال بالنسبة للقضايا الأساسية غير التنظيمية مثل ما يرتبط بالتكنولوجيا، والديموغرافيا، وقاعدة الموارد الطبيعية. وبالنسبة للدراسات التي سنعرضها هنا، فإن النصيب الأكبر من المنافع الإضافية يرتبط بالصحة العامة. ولكن أحد أهم عناصر عدم اليقين في وضع نموذج للفوائد الإضافية للصحة العامة، هو الارتباط بين الانبعاثات وبين التركيزات في الغلاف الجوي، وبالأخص في ضوء أهمية الملوثات التجميعية. ومع ذلك، فالملاحظ أن هناك فوائد إضافية ملموسة بالإضافة إلى تلك المتعلقة بالصحة العامة لم تحدد كميا أو تحول إلى قيمة نقدية حتى الآن. وفي نفس الوقت، يبدو أن هناك ثغرات كبيرة في طرق تقدير التكاليف الإضافية والنماذج الموضوعة لهذا الغرض.

٨-٧ التأثيرات "المتعدية"[١٩] الناجمة عن الإجراءات التي تتخذ في (المرفق باء) بشأن البلدان غير المدرجة في الملحق

في عالم تترابط اقتصادياته بفعل التجارة الدولية وتدفقات رؤوس الأموال، فإن التخفيف في اقتصاد ما، سيكون له تأثيراته الإيجابية على الاقتصاديات الأخرى سواء التي تتبع إجراءات التخفيف أو لا تتبعها. وتسمى هذه التأثيرات بالتأثيرات المتعدية، وتشمل التأثيرات على التجارة، وتسرب الكربون، ونقل التكنولوجيا السليمة بيئيا ونشرها، وغير ذلك من المسائل (الشكل ٨.).

الآثار المتعدية / السياسات والإجراءات	فوائد تحسين التكنولوجيا	التأثير على أنشطة صناعة الطاقة وأسعارها	التأثير على صناعة الطاقة الكثيفة	تحويل الموارد إلى القطاعات
السياسات العامة للبحوث والتطوير سياسات التكنولوجيات الجديدة لدخول الأسواق اتفاقيات طوعية للمعايير والدعم	زيادة قاعدة المعرفة العلمية زيادة المعرفة عن طريق التجربة والتعلم بالممارسة صناعة جديدة أكثر نظافة/ معايير لأداء المنتجات	↑		
ضرائب على الكربون إلغاء دعم الطاقة تنسيق ضرائب الكربون	تغيرات تكنولوجية ونشر التكنولوجيا مستحثة سعريا	تقليل أنشطة الصناعات التي تستخدم الوقود الأحفوري، انخفاض الأسعار العالمية، التأثير السلبي على المصدرين والإيجابي على الموردين، واحتمال "التأثير المرتد"	تسرب الكربون، تأثير إيجابي على النشاط، وسلبي على البيئة في البلدان المتلقية تقليل الخلل في التنافس الصناعي	
التجارة في الانبعاثات المحلية التنفيذ المشترك، آلية التنمية النظيفة التجارة في الانبعاثات الدولية		↓	حدوث خلل في المنافسة إذا اختلفت الخطط (الأجيال السابقة مقابل المزاد)	نقل التكنولوجيا ربح صافي عندما يكون سعر الترخيص أعلى (وليس معادلا) لمتوسط تكلفة التخفيض

الشكل ٨: الاثار المتعدية من خلال استراتيجيات التخفيف المنزلية، هي نتاج تأثر هذه الاستراتيجيات على دول أخرى. وتأثيراتها يمكن أن تكون سلبية أو إيجابية، بما في ذلك التأثيرات على التجارة، وتسرب الكربون، ونقل التكنولوجيا.

(١٩) الآثار "المتعدية" من استراتيجيات التخفيف المحلية، هي الآثار التي تحدثها هذه الاستراتيجيات على البلدان الأخرى. ويمكن أن تكون هذه الآثار إيجابية أو سلبية، وأن تشتمل على التأثيرات التي تحدث على التجارة، وتسرب الكربون، ونقل التكنولوجيا السليمة بيئيا ونشرها، وغير ذلك من المسائل.

أما بالنسبة للتأثيرات على التجارة، فإن أهم اكتشاف بالنسبة لتأثيرات مشكلات الانبعاث في بلدان المرفق باء على البلدان غير المدرجة في المرفق باء في دراسات المحاكاة التي أجريت قبل بروتوكول كيوتو، هي أن التخفيف في بلدان (المرفق باء) سيكون له آثار معاكسة في أغلبها على الأقاليم غير المدرجة في المرفق باء. وعند محاكاة بروتوكول كيوتو، جاءت النتائج أكثر تضاربا، حيث حصلت بعض الأقاليم غير المدرجة في (المرفق باء) على مكاسب واضحة بينما خسر البعض الآخر. ويرجع ذلك أساسا إلى أن الهدف المحدد في محاكاة كيوتو أخف مما كان يحدث في دراسات المحاكاة قبل هذا البروتوكول. كما تبين أن أغلب اقتصادات البلدان غير المدرجة في (المرفق باء) والتي تعرضت لخسائر في رفاه في ظل توحيد التخفيف المستقل، تعاني من خسائر أقل في هذه الرفاه في حالة تجارة الانبعاثات.

إن أي تخفيض في انبعاثات بلدان (المرفق باء)، سيميل إلى إحداث زيادة في انبعاثات البلدان غير المدرجة في المرفق، بما يقلل من الفعالية البيئية بالتخفيف الذي سيحدث في (المرفق باء)، وهو ما يطلق عليه "تسرب الكربون" ويمكن أن يحدث في حدود نسبة تتراوح بين ٥ في المائة – ٢٠ في المائة عن طريق التغيير المحتمل في أماكن الصناعات كثيفة الكربون بسبب انخفاض قدرة بلدان المرفق باء على التنافس في الأسواق الدولية، وانخفاض أسعار المنتجين للوقود الأحفوري في الأسواق الدولية والتغييرات التي ستحدث في الدخل بسبب تحسن نسب التبادل التجاري.

وإذا كان تقرير التقييم الثاني (SAR) قد أشار إلى وجود تفاوتات هائلة في تقديرات تسرب الكربون من النماذج المتوافرة، فقد حدث قدر من الانخفاض في هذا التفاوت في السنوات التالية. ولكن ذلك ربما كان ناتجا في أغلبه من وضع نماذج جديدة تقوم على افتراضات جهة متشابهة بقدر معقول وعلى مصادر للبيانات. ولكن وضع هذه النماذج لا يعكس بالضرورة الاتفاق الواسع حول الافتراضات السلوكية المناسبة. فمن بين النتائج الهامة أن تسرب الكربون يبدو وظيفة متزايدة لبرامج استراتيجية التخفيف. ومعنى هذا أن التسرب قد يصبح مشكلة أقل خطورة في ظل الهدف المحدد في بروتوكول كيوتو عنه في ظل أهداف أكثر صرامة كانت متبعة من قبل. كما أن تسرب الانبعاثات يقل في ظل تجارة الانبعاثات عنه في ظل التخفيف المستقل. فاستثناء الصناعات كثيفة الطاقة في الواقع، بجانب العوامل الأخرى، يجعل تقديرات النموذج المرتفعة لتسرب الكربون مسألة غير محتملة، وإن كان سيزيد من التكاليف الكلية.

وقد يتأثر تسرب الكربون أيضا بالدرجة المفترضة من التنافس في أسواق النفط العالمية. فبينما تفترض أغلب الدراسات أن تكون هناك سوق تنافسية للنفط، فإن الدراسات التي تناولت التنافس غير السليم توصلت إلى انخفاض التسرب، إذا استطاعت منظمة البلدان المصدرة للنفط أن تمارس قدرا من الضغط على عرض النفط في الأسواق، وبالتالي الحيلولة دون انخفاض أسعاره الدولية. وإذا كانت منظمة البلدان المصدرة للنفط كمنظمة احتكارية، فإن لذلك تأثيره الملموس على ضياع ثروات بلدانها الأعضاء وغيرهم من منتجي النفط، وعلى مستوى أسعار التراخيص في أقاليم (المرفق باء) (انظر أيضا القسم ٩–٢).

أما الأثر المتعدي الثالث الذي سبق أن ذكرناه، وهو نقل التكنولوجيا السليمة بيئيا ونشرها، فيرتبط بالتغير الفني المستحث (انظر القسم ٨–١٠). فنقل التكنولوجيات والمعرفة السليمة بيئيا، غير الداخلة في النماذج، قد يؤدي إلى انخفاض التسرب، بل وقد يتفوق على هذا التسرب، وبالأخص في المدى البعيد.

٨–٨ ملخص لأهم نتائج أهداف كيوتو

تتفاوت تقديرات التكاليف لبلدان (المرفق باء) لتنفيذ بروتوكول كيوتو من دراسة إلى أخرى ومن إقليم آخر، وتعتمد اعتمادا كبيرا على الافتراضات المتعلقة باستخدام آليات كيوتو، وتفاعلها مع الإجراءات المحلية. وتستخدم الأغلبية الساحقة من الدراسات العالمية التي تورد هذه التكاليف وتقارن فيما بينها، نماذج دولية للطاقة والاتصال. وتوحي تسع من هذه الدراسات بالنتائج التالية على الناتج المحلي الإجمالي[٢٠].

بلدان المرفق الثاني[٢١]: في حالة عدم وجود تجارة في الانبعاثات بين بلدان (المرفق باء)[٢٢]، فإن أغلب الدراسات العالمية تشير إلى انخفاض في الناتج المحلي الإجمالي المتوقع

(٢٠) هناك عدة دراسات أخرى جمعت الظروف القطرية وسياسات عديدة مقررة، خرجت بالكثير من تقديرات التكاليف الصافية.

(٢١) بلدان المرفق الثاني: مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ (UNFCCC)، بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD).

(٢٢) بلدان المرفق باء: مجموعة البلدان المدرجة في (المرفق باء) ببروتوكول كيوتو، والتي وافقت على تقرير حد لانبعاثات غازات الدفيئة فيها، بما فيها جميع البلدان المدرجة فيه (بعد تعديله في عام ١٩٩٨)، عدا تركيا وبيلاروس.

بنسبة تتفاوت بين ٠,٢٪ و ٢٪ في عام ٢٠١٠ بالنسبة لمختلف أقاليم المرفق الثاني. أما في حالة وجود تجارة كاملة في الانبعاثات بين بلدان المرفق باء، فإن الانخفاض المقدر في عام ٢٠١٠ يتراوح بين ٠,١٪ و١,١٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع(٢٣). وتشتمل هذه الدراسات على عدد كبير من الافتراضات. فالنماذج التي سنورد نتائجها هنا تفترض الاستخدام الكامل للتجارة في الانبعاثات دون أي تكاليف للمعاملات. أما نتائج الحالات التي لا تسمح للتجارة بين بلدان المرفق باء، فتفترض التجارة الداخلية الكاملة داخل كل إقليم. ولا تشمل هذه النماذج بالوعات الكربون أو غازات الدفيئة بخلاف ثاني أكسيد الكربون. وهي لا تشمل آلية التنمية والتنظيف، ولا خيارات التكاليف السلبية، ولا المنافع الإضافية، ولا إعادة استخدام الإيرادات.

وبالنسبة لجميع الأقاليم، فإن التكاليف تتأثر أيضا بالعاملين التاليين:

- القيود على استخدام التجارة في (المرفق باء)، وارتفاع تكاليف المعاملات في تنفيذ الآليات وعدم كفاءة التنفيذ المحلي قد يرفع التكاليف.
- إدراج سياسات وتدابير محلية للإمكانيات التي لا ندم عليها، واستخدام آلية التنمية النظيفة، وبالوعات الكربون، وإدراج غازات الدفيئة بخلاف ثاني أكسيد الكربون، قد يقلل التكاليف. وقد تتفاوت التكاليف تفاوتا أوسع من ذلك من دولة إلى أخرى.

وتبين النماذج أن آليات كيوتو لها أهميتها في ضبط مخاطر ارتفاع التكاليف في بعض البلدان، وبالتالي فبإمكانها تكملة آليات السياسات المحلية. وبالمثل فإن بإمكانها تقليل مخاطر الآثار الدولية غير المنصفة والمساعدة في تثبيت التكاليف الحدية. وتشير دراسات النماذج العالمية التي سبقت الإشارة إليها إلى أن التكاليف الحدية القطرية اللازمة لتغطية أهداف كيوتو تتراوح بين ٢٠ دولارا/ ١٠٠ طن إلى ٦٠٠ دولار/ ١٠٠ طن دون تجارة، وما يتراوح بين ١٥ دولارا/ ١٠٠ طن إلى ١٥٠ دولارا/ ١٠٠ طن بالتجارة بين بلدان (المرفق باء). وقد يتوقف الانخفاض في التكاليف نتيجة هذه الآليات على تفاصيل التنفيذ، مثل الاتفاق مع الآليات المحلية والدولية، والصعوبات القائمة، وتكاليف المعاملات.

الاقتصاد الذي يمر بمرحلة انتقالية: بالنسبة لأغلب هذه البلدان، فإن التأثير على الناتج المحلي الإجمالي يتفاوت بين زيادة لا تذكر وزيادة بنسبة مئوية كبيرة. ويعكس ذلك فرص تحسين كفاءة الطاقة التي لا تتوافر لبلدان المرفق الثاني. ففي ظل افتراضات بإدخال تحسينات هائلة على كفاءة الطاقة (و/ أو) استمرار الركود الاقتصادي في بعض البلدان، فإن الكميات المقررة قد تفوق الانبعاثات المتوقعة في المرحلة الأولى من الالتزامات. وفي هذه الحالة، تبين النماذج زيادة الناتج المحلي الإجمالي بإيرادات التجارة في هذه الكميات المقررة. ومع ذلك، فبالنسبة لبعض البلدان التي يمر اقتصادها بمرحلة انتقالية، فإن تنفيذ بروتوكول كيوتو، ستكون له نتائج مماثلة على الناتج المحلي الإجمالي لبلدان المرفق الثاني.

البلدان غير المدرجة في المرفق الأول: كان لضوابط الانبعاث في بلدان المرفق الأول نتائج "متعدية"(٢٤) على البلدان غير المدرجة في المرفق الأول، وإن كانت نتائج متباينة.

- البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول: تخرج التحليلات إلى تكاليف مختلفة، بما في ذلك – ضمن جملة أمور أخرى– التخفيضات المتوقعة في الناتج المحلي الإجمالي وفي عائدات النفط المتوقعة(٢٥). فالدراسة التي خرجت إلى أقل التكاليف تعطي تخفيضا بنسبة ٠,٢ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع في حالة عدم التجارة في الانبعاثات، وأقل من ٠,٠٥ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي المتوقع مع التجارة في الانبعاثات في دول المرفق باء في عام ٢٠١٠(٢٦). أما الدراسة التي خرجت إلى أعلى تكاليف فتعطي انخفاضا بنسبة ٢٥ ٪ في عائدات النفط المتوقعة في حالة عدم التجارة في الانبعاثات، و١٣٪ من عائدات النفط

(٢٣) يمكن استخدام عدة طرق للقياس لتحديد التكاليف. فمثلا، إذا كانت التكاليف السنوية التي تتحملها البلدان المتقدمة المرتبطة بتحقيق أهداف بروتوكول كيوتو مع التجارة الكاملة لبلدان المرفق باء، في حدود ٠,٥ في المائة من الدخل المحلي الإجمالي، فإن ذلك يمثل ١٢٥ مليار دولار سنويا، أي ١٢٥ دولارا للفرد في السنة عام ٢٠١٠ في المرفق الثاني (افتراضات التقرير الخاص). وهو ما يمثل تأثيرا على معدلات النمو الاقتصادي على امتداد عشر سنوات بنسبة تقل عن ٠,١ في المائة.

(٢٤) الآثار المتعدية هنا تقتصر على الآثار الاقتصادية، دون الآثار البيئية.

(٢٥) تفاصيل ست من هذه الدراسات ترد في الجدول ٩–٤ من التقرير.

(٢٦) يمكن اعتبار تقديرات التكاليف هذه كفروق في معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال المدة ٢٠٠٠–٢٠١٠. فبدون تجارة في الانبعاثات، تنخفض معدلات نمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة ٠,٠٢ في المائة نقطة سنويا، أما مع التجارة بين بلدان القائمة باء (Annex B)، فإن معدل النمو ينخفض بنسبة ٠,٠٠٥ ٪ نقطة سنويا.

المتوقعة في حالة التجارة في الانبعاثات في دول (المرفق باء) في عام ٢٠١٠. ولا تمس هذه الدراسات أي سياسات أو إجراءات[٢٧] بخلاف تجارة الانبعاثات في بلدان المرفق باء، قد تقلل من التأثير على البلدان المصدرة للنفط المدرجة في المرفق الأول، وتميل بالتالي إلى المبالغة في تكاليف هذه البلدان والتكاليف بصورة عامة.

- ومن الممكن مواصلة تخفيف التأثيرات على هذه البلدان بإلغاء الدعم المقدم لأنواع الوقود الأحفوري، وإعادة تنظيم ضرائب الطاقة بحسب محتوى الكربون، وزيادة استخدام الغاز الطبيعي، وتنويع اقتصادات البلدان المصدرة للنفط غير المدرجة في المرفق الأول.
- البلدان الأخرى غير المدرجة في المرفق الأول: وهي التي قد تتضرر من انخفاض الطلب على صادراتها إلى دول منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومن ارتفاع أسعار المنتجات التي تحتوي على قدر كبير من الكربون وغيرها من المنتجات التي ستستمر في استيرادها. وقد تستفيد هذه البلدان من انخفاض أسعار الوقود، وزيادة الصادرات من المنتجات التي تحتوي على قدر كبير من الكربون ومن نقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئيا. ويتوقف الرصيد الصافي لأي بلد على العنصر الذي ستكون له الغلبة في هذه العناصر. وبسبب هذه التعقيدات، فمن الصعب تحديد الرابح والخاسر.
- تسرب الكربون [٢٨]: إن احتمال نقل بعض الصناعات كثيفة الكربون إلى البلدان غير المدرجة في المرفق الأول وما لذلك من تأثيرات واسعة على تدفق التجارة استجابة لتغير الأسعار، قد يؤدي إلى تسرب الكربون في حدود نسبة تتراوح بين ٥ ٪ إلى ٢٠ ٪. كما أن الإعفاءات – للصناعات كثيفة الطاقة مثلا – تجعل تقديرات النموذج المرتفع لتسرب الكربون غير محتملة، ولكنها تزيد من التكاليف الكلية.

ولاشك أن نقل التكنولوجيات والمعارف السليمة بيئيا – غير الموجودة في النماذج – قد يؤدي إلى انخفاض التسرب، بل وقد يغطي هذا التسرب وأكثر، وبالأخص على المدى الطويل.

٨-٩ تكاليف تحقيق مجموعة من أهداف الاستقرار

تشير تقديرات دراسات فعالية الكلفة التي تمتد لقرن كامل إلى أن تكاليف استقرار تركيزات غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، تزيد كلما انخفضت مستويات استقرار هذه التركيزات. ولاشك أن الأسس المختلفة لها تأثير قوي على التكاليف المطلقة. وإذا كانت هذه الزيادة معقولة عند الانتقال من ٧٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم إلى ٥٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم فإن هذه الزيادة تتسع عند الانتقال من ٥٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم إلى ٤٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم، ما لم يكن الانبعاث منخفضا للغاية عند نقطة البداية. ولكن هذه النتائج، لا تشمل امتصاص الكربون أو الغازات الأخرى بخلاف ثاني أكسيد الكربون، ولم تتعرض للنتائج المحتملة لأي أهداف طموحة للتغيرات التكنولوجية المستحثة[٢٩]. ولاختيار السيناريو المرجعي تأثير قوي بشكل خاص. فالدراسات الأخيرة التي تستخدم السيناريو المرجعي الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ كقاعدة أساسية تحلل على أساسها مدى الاستقرار، توضح بجلاء أن الانخفاض المتوقع في الناتج المحلي الإجمالي في أغلب سيناريوهات الاستقرار التي جرت دراستها هنا تقل عن ٣ ٪ من قيمة نقطة الأساس (بلغ الحد الأقصى للانخفاض في جميع سيناريوهات الاستقرار ٦,١ ٪ في السنة).وفي نفس الوقت، أظهرت بعض السيناريوهات (وخاصة في مجموعة AIT) زيادة في الناتج المحلي الإجمالي مقارنة بالأساس بسبب التغذية الاقتصادية المرتدة الإيجابية لتطور التكنولوجيا ونقله. وسيصل الانخفاض في الناتج المحلي

(٢٧) تشمل هذه السياسات والإجراءات: تلك الخاصة بغازات أخرى غير ثاني أكسيد الكربون والانبعاثات التي تأتي من مصادر أخرى غير الطاقة، والتعويض من المصارف، وإعادة هيكلة الصناعة من منتجي الطاقة إلى مقدمي خدمات الطاقة مثلا) المتعلقة بالتمويل والتأمين ونقل التكنولوجيا. وإلى جانب ذلك، فإن هذه الدراسات لا تشمل عادة السياسات والتأثيرات التالية التي قد تقلل من التكلفة الإجمالية للتخفيف: استخدام حصيلة الضرائب في تخفيف الأعباء الضريبية أو تمويل إجراءات التخفيف الأخرى، والفوائد الجانبية البيئية أو تقليل استخدام الوقود الاحفوري، والتغيرات التكنولوجية التي تستحثها سياسات التخفيف.

(٢٨) يعرف تسرب الكربون هنا بأنه الزيادة في الانبعاثات في البلدان غير المدرجة في (المرفق باء)، الناجم عن تنفيذ التخفيضات في هذه البلدان، معبرا عنه بنسبة مئوية من التخفيضات في هذه البلدان.

(٢٩) التغيرات التكنولوجية المستحثة مجال جديد للبحث. فما كتب في تقرير التقييم الأول عن العلاقة بين تركيزات ثاني أكسيد الكربون على امتداد قرن وبين التكاليف لن يتعرض لنتائج النماذج التي استخدمت التغيرات التكنولوجية المستحثة. والنماذج التي تستخدم التغيرات التكنولوجية المستحثة تبين أنه في ظل ظروف معينة يمكن للتركيزات أن تختلف على امتداد قرن، مع زيادة مماثلة في الناتج المحلي الإجمالي، ولكن في ظل ظروف سياسات مختلفة (القسم ٨-٤-١-١).

الإجمالي (بمتوسطه عند الأساس ومستويات الاستقرار) إلى حده الأدنى في عام ٢٠٢٠ (١ ٪)، حيث يصل إلى أقصى مداه في ٢٠٥٠ (١,٥ ٪) ثم ينخفض في ٢١٠٠ (١,٣ ٪). ولكن سيناريو المجموعات التي تبدأ بأعلى مستويات من الانبعاثات (A2 و A1FI) يزداد الارتفاع في الناتج المحلي الإجمالي طول فترة النموذج. ونظرا لصغر حجمها نسبيا عند مقارنتها بمستويات الناتج المحلي الإجمالي المطلق، فإن التخفيض في هذا الناتج بعد سيناريو التقرير الخاص بالاستقرار، لا يؤدي إلى انخفاض ملموس في معدلات نمو هذا الناتج خلال القرن. وكمثال، فإن معدل الزيادة في الناتج المحلي الإجمالي في الفترة ١٩٩٠–٢١٠٠ في جميع تصورات الاستقرار، انخفض في المتوسط بنسبة لا تتعدى ٠,٠٠٣ ٪ سنويا، مع وصول هذه النسبة في حدها الأقصى إلى ٠,٠٦ ٪ سنويا.

إن ما يحدد تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي هو الانبعاثات المتراكمة وليس الانبعاثات سنة بسنة. ومعنى هذا، أن أي هدف محدد لهذه التركيزات يمكن تحقيقه بطرق عديدة للانبعاثات. وهناك العديد من الدراسات التي توحي بأن اختيار طريقة الانبعاثات قد تكون بنفس أهمية الهدف في تحديد التكاليف الكلية للتخفيف. وتنقسم هذه الدراسات إلى فئتين: تلك التي تفترض أن الهدف معروف، وتلك التي تصف المسألة بأنها اتخاذ قرار في ظروف من عدم اليقين.

فبالنسبة للدراسات التي تفترض معرفة الهدف، فإن المسألة تكون هي تحديد أرخص طريقة للتخفيف من أجل تحقيق الهدف المحدد. وهنا يمكن وصف اختيار الطريقة بأنها مشكلة ميزانية الكربون. وقد عولجت هذه المشكلة من زاوية ثاني أكسيد الكربون فقط مع معالجة محدودة للغاية للانبعاثات غازات الدفيئة الأخرى. ويحدد هدف التركيز الكمية المسموح بانبعاثها من الكربون في الغلاف الجوي من الآن وحتى التاريخ المحدد لتحقيق الهدف. والقضية هنا هي ماهية أفضل طريقة لتخفيض ميزانية الكربون بمرور الوقت.

وقد خلصت أغلب الدراسات التي سعت إلى معرفة أرخص طريقة لتحقيق هدف معين إلى أن هذه الطريقة تميل إلى السير ببطء من نقطة الأساس في النموذج في السنوات الأولى، ثم يتسارع التخفيض بعد ذلك. وهناك أسباب عديدة لهذا. فالتحول التدريجي في الأجل القريب من نظام الطاقة الحالي في العالم، يقلل من استعادة رؤوس الأموال الحالية قبل الأوان، ويتيح الوقت لتطوير التكنولوجيا، وتلافي استبعاد الأجيال الأولى من تكنولوجيا الانبعاثات المنخفضة التي تتطور بسرعة. وعلى الجانب الآخر، فإن الأعمال الشجاعة في الأجل القريب ستقلل من المخاطر البيئية المرتبطة بالتغيرات السريعة في المناخ، وتحفز على التطوير السريع لتكنولوجيات الانبعاثات المنخفضة الحالية (انظر أيضا القسم ٨–١٠)، وتعطي حوافز قوية في الأجل القريب للتغيرات التكنولوجية في المستقبل التي قد تساعد على تلافي استبعاد التكنولوجيات كثيفة الكربون، وتسمح بتقييد الأهداف فيما بعد، إذا رؤي أن ذلك من الأفضل في ضوء الفهم العلمي المتطور.

كما ينبغي أن نلاحظ أنه كلما انخفض الهدف المقرر لتركيزات الكربون، قلت ميزانية الكربون، وبالتالي حدثت السرعة في الانتقال من خط الأساس. ومع ذلك، وحتى لو كان الهدف المحدد لتركيزات الكربون مرتفعا، فإن الانتقال التدريجي من خط الأساس لا ينفي ضرورة الإسراع بالعمل. فجميع الأهداف المحددة للاستقرار تتطلب أن تركز الأصول الرأسمالية في المستقبل بصورة أقل على الكربون. ولذلك تأثيراته المباشرة على قرارات الاستثمار في الأجل القصير. فخيارات العرض الجديدة تأخذ عادة عدة سنوات لتدخل إلى الأسواق. ويحتاج الأمر إلى التزام فوري ومستدام بالبحوث والتطوير إذا أردنا تطوير بدائل رخيصة لتخفيض الكربون عند الحاجة.

وقد ناقشنا فيما سبق قضية تكاليف التخفيف. ومن المهم أيضا دراسة التأثيرات البيئية لاختيار طريقة من طرق تخفيف الانبعاثات دون أخرى. ويرجع ذلك إلى أن طرق تخفيف الانبعاثات تنطوي على تكاليف مختلفة لتخفيض الانبعاثات، بل وعلى فوائد مختلفة من حيث تلافي الآثار البيئية (انظر القسم ١٠).

ولاشك أن افتراض معرفة الهدف بصورة مؤكدة، هو بالطبع، تبسيط مخل. ولحسن الحظ، فإن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ تعترف بالطبيعة الدينامية لمشكلة اتخاذ القرار. فهي تدعو إلى استعراضات دورية "في ضوء أفضل المعلومات العلمية عن تغير المناخ وتأثيراته". والهدف من عملية صناعة القرار هذه هو معرفة الاستراتيجيات التحوطية قصيرة الأجل في مواجهة عدم اليقين على المدى البعيد. فالسؤال هنا ليس "ما هو أفضل طريق للعمل في المائة سنة المقبلة" وإنما هو "ما هو أفضل طريق للعمل في الأجل القصير مع عدم اليقين في المدى البعيد".

سعت دراسات عديدة إلى معرفة أفضل استراتيجية تحوطية قصيرة الأجل تقوم على عدم اليقين بالنسبة للأهداف بعيدة المدى. وقد تبين من هذه الدراسات أن القدر المستحسن من التحوط يعتمد على تقدير الفرد للمخاطر والمفاجآت وتكاليف

التخفيف. فبدل الخطر – وهو المبلغ الذي يكون المجتمع على استعداد لدفعه تجنبا للخطر – هو في النهاية قرار سياسي يختلف من دولة إلى أخرى.

٨-١٠ قضية التغير التكنولوجي المستحث

تميل أغلب النماذج المستخدمة في تقدير تكاليف تحقيق هدف معين للتخفيف إلى التبسيط المخل لعملية التغير التكنولوجي. فقد جرت العادة على افتراض أن معدل التغير التكنولوجي لا علاقة له بمستوى ضبط الانبعاثات. فهذا التغير يوصف بأنه مستقل بذاته. ولكن قضية التغير التكنولوجي المستحث بدأت تلقى اهتماما متزايدا في السنوات الأخيرة. فالبعض يقول أن هذا التغير قد يؤدي إلى انخفاض ملموس في تكاليف سياسة تخفيف ثاني أكسيد الكربون، بل وقد يلغيها تمام. أما البعض الآخر فهو أقل تفاؤلا بالنسبة لتأثير التغير التكنولوجي المستحث.

وتشير البحوث الأخيرة إلى أن التأثير على عنصر الوقت يتوقف على مصدر التغير التكنولوجي. فعندما تكون قناة التغير التكنولوجي هي البحوث والتطوير، فإن التغيير التكنولوجي المستحث يجعل من الأفضل التركيز على جهود التخفيف في المستقبل. والسبب في ذلك هو أن التغير التكنولوجي يقلل تكاليف التخفيض في المستقبل مقارنة بجهود التخفيف الآن، الأمر الذي يعطي التركيز على التخفيف في المستقبل فعالية أكبر في الكلفة. أما عندما تكون قناة التغيير التكنولوجي هي التعلم بالممارسة، يكون للتغيير التكنولوجي المستحث تأثير مزدوج على الوقت الأمثل للتخفيف. فهو من ناحية، يجعل التخفيف في المستقبل أقل كلفة، وهو ما يعني استحسان التركيز على جهود التخفيف في المستقبل. ومن ناحية أخرى، يعطي قيمة مضافة للتخفيف في الوقت الراهن لأن مثل هذا التخفيف يساهم في الخبرة أو التعلم، ويساعد في تخفيض تكاليف التخفيف في المستقبل. أما ما هو التأثير الذي سيكون له الغلبة من بين هذين التأثيرين، فمسألة تتوقف على الطبيعة الخاصة للتكنولوجيات ودالة التكلفة.

وهناك بعض السلوكيات الاجتماعية التي قد تقاوم أو ترحب بالتغير التكنولوجي. ولذا فإن إثارة الوعي العام والتوعية قد يساعد في تشجيع التغيرات الاجتماعية لكي تخلق بيئة مواتية للابتكارات التكنولوجية ونشرها. ولاشك أن ذلك مجال جديد للبحث.

٩- التكاليف القطاعية والمنافع الإضافية للتخفيف

٩-١ الاختلافات بين تكاليف تخفيف تغير المناخ عند تقديرها قطريا أو بحسب القطاع

لاشك أن للسياسات التي تُتبع للحد من الاحترار العالمي لها تأثيراتها على قطاعات بعينها، مثل صناعة الفحم، وصناعة النفط والغاز، والكهرباء، والصناعات التحويلية، والنقل، والأسر نفسها. ويساعد التقدير القطاعي في وضع التكاليف في مكانها الصحيح، وفي معرفة الخاسرين المحتملين ومدى هذه الخسائر ومكانها، وكذلك معرفة القطاعات التي قد تكسب. ومع ذلك، فمن الجدير بالملاحظة أن الكتابات المتوافرة للقيام بهذا التقدير محدودة: فهناك دراسات شاملة قليلة لتأثير عمليات التخفيف على القطاعات، مقارنة بالتأثيرات على الإنتاج المحلي الإجمالي، بالإضافة إلى أنها تكاد تقتصر على بلدان وأقاليم المرفق الأول.

وهناك مشكلة أساسية في سياسات التخفيف. فالمعروف أن تحديد القطاعات الخاسرة المحتملة أسهل من تحديد الرابحين المحتملين، كما أن خسارة الخاسرين يرجح أن تكون أسرع وأكثر تركيزا وأكثر تأكيدا. أما القطاعات الرابحة المحتملة (بخلاف قطاع الطاقة المتجددة وربما قطاع الغاز الطبيعي) فليس لها إلا أن تتوقع مكاسب صغيرة ومتنافرة وغير مؤكدة على الأرجح، ولا تتحقق إلا على امتداد فترة طويلة. والحقيقة أن الكثير من تلك القطاعات التي قد تحقق مكاسب لا توجد بالفعل، إذ أنها أجيال المستقبل والصناعات التي لم تنشأ بعد.

ومن المعروف أيضا أن التأثيرات العامة لسياسات وإجراءات التخفيف على الناتج المحلي الإجمالي – سواء كانت إيجابية أم سلبية – تخفي وراءها اختلافات كبيرة من قطاع إلى آخر. فبشكل عام، تقل كثافة الطاقة وكثافة الكربون في الاقتصاد. فصناعة الكربون، وربما صناعة النفط، تفقدان قدرا كبيرا من إنتاجهما التقليدي بالنسبة للكميات الواردة في السيناريوهات المرجعية، وإن كان تأثير ذلك على الصناعات يتوقف على التنوع، كما أن القطاعات الأخرى قد تزيد من إنتاجها ولكن بمقادير أقل. ولن يؤثر الانخفاض في إنتاج الوقود الأحفوري دون خط الأساس على جميع أنواع الوقود الأحفوري بصورة متساوية. فلأنواع الوقود حساسية مختلفة للتكاليف والأسعار: وهي تستجيب بصورة مختلفة لسياسات التخفيف.

فتكنولوجيا كفاءة الطاقة عبارة عن وقود وآلات احتراق، وقد يؤثر انخفاض الطلب على الواردات بصورة تختلف عن تأثيره على الإنتاج. فالقطاعات كثيفة الطاقة، مثل الكيماويات الثقيلة، والحديد والصلب، والمنتجات التعدينية، ستواجه ارتفاعا في التكاليف، وتغييرات فنية وتنظيمية سريعة، أو تخسر قدرا من إنتاجها (مرة أخرى بالنسبة للسيناريو المرجعي) بحسب ما تستخدمه من طاقة والسياسات التي تتبعها للتخفيف.

أما الصناعات المعنية مباشرة بالتخفيف، فالأرجح أن تستفيد من هذه الإجراءات. وتشمل هذه الصناعات الطاقة الكهربائية المتجددة والكهرباء النووية، ومنتجو معدات التخفيف (التي تشمل تكنولوجيات توفير الطاقة والكربون) والزراعة والغابات التي تنتج محاصيل الطاقة، وخدمات البحوث التي تجري البحوث والتطوير من أجل توفير الطاقة والكربون، وهي قد تستفيد على المدى الطويل من توافر الموارد المالية وغير المالية التي كان يمكن أن تضيع لولا ذلك في إنتاج الوقود الأحفوري. كما أنها قد تستفيد من تخفيض الأعباء الضريبية إذا استخدمت الضرائب في عمليات التخفيف وفي إعادة استخدام الإيرادات لتخفيض ضرائب أصحاب العمل والشركات وغيرها من الضرائب. فالدراسات التي تشير إلى انخفاض الناتج المحلي الإجمالي لا تعطي دائما مجالا لخيارات إعادة الاستخدام، الأمر الذي يوحي بأن مجموعات السياسات التي تزيد من الناتج المحلي الإجمالي لم تستكشف بعد. ولاشك أن مدى المنافع وطبيعتها سيختلفان باختلاف السياسات المتبعة. فبعض سياسات التخفيف قد تؤدي إلى فوائد اقتصادية عامة صافية، وهو ما ينطوي على أن الأرباح المتحققة من عدة قطاعات ستفوق الخسائر في الفحم وغيره من أنواع الوقود الأحفوري، والصناعات كثيفة الطاقة. وفي مقابل ذلك، فإن السياسات الأخرى غير المصممة تصميما جيدا، قد تؤدي إلى خسائر عامة.

ويجدر بنا أن نضع المهمة التي تواجه سياسات التخفيف في إطارها التاريخي. فانبعاثات ثاني أكسيد الكربون كانت تميل إلى الزيادة بمستوى أقل مما يزيد به الناتج المحلي الإجمالي في عدد من البلدان طوال الأربعين عاما الماضية. وتختلف أسباب هذا الاتجاه، ولكنها تنطوي على:

- التحول عن الفحم والنفط باتجاه الذرة والغاز كمصادر للطاقة؛
- إدخال تحسينات على كفاءة الطاقة سواء من جانب الصناعة أو الاستعمال المنزلي؛
- التحول من الصناعات الثقيلة باتجاه الأنشطة الاقتصادية الخدمية والإعلامية.

وسوف تلقى هذه الاتجاهات تشجيعا وتعزيزا من سياسات التخفيف.

٩-٢ نتائج قطاعية نوعية مختارة لتكاليف تخفيف تغير المناخ

٩-٢-١ الفحم

في إطار هذه الصورة العريضة، هناك قطاعات معينة ستتأثر بصورة ملموسة من عمليات التخفيف. فقياسا على الحالة المرجعية، فإن صناعة الفحم، التي تعطي أكثر منتجات الكربون كثافة، ستواجه انخفاضا يكاد يكون محتوما في الأجل الطويل، بالنسبة لتوقعات خط الأساس. فالتكنولوجيات التي مازالت قيد التطوير، مثل إزالة ثاني أكسيد الكربون وتخزينه من المصانع التي تحرق الفحم والتغويز في الموقع يمكن أن تلعب دورا مستقبليا في المحافظة على إنتاج الفحم، مع تلافي انبعاث ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات في نفس الوقت. ومن المتوقع أن تأتي أكبر الآثار على قطاع الفحم من بعض السياسات مثل إلغاء دعم الوقود الأحفوري أو إعادة تنظيم ضرائب الطاقة بحيث تكون الضريبة على المحتوى الكربوني في الوقود لا على محتوى الطاقة. فمن النتائج المعروفة تماما أن إلغاء الدعم سيسفر عن انخفاض ملموس في انبعاثات غازات الدفيئة، وفي تحفيز النمو الاقتصادي. ومع ذلك، فإن النتائج التي ستتحقق في بعض البلدان تعتمد اعتمادا شديدا على نمط إلغاء الدعم، والإمكانية التجارية لمصادر الطاقة البديلة، مثل الفحم المستورد.

٩-٢-٢ النفط

وتواجه صناعة النفط أيضا انخفاضا نسبيا محتملا، وإن كان ذلك قد يخفف منه عدم وجود بدائل للنفط في عمليات النقل، والابتعاد عن أنواع الوقود الصلبة باتجاه الأنواع السائلة في توليد الكهرباء، وتنوع الصناعة بين إمدادات الطاقة بشكل عام.

يبين الجدول ٦ عددا من نتائج النماذج عن تأثيرات تنفيذ بروتوكول كيوتو على البلدان المصدرة للنفط. ويستخدم كل نموذج مقياسا مختلفا لتقدير التأثير، كما أن الكثير من النماذج يستخدم مجموعات مختلفة من البلدان في تعريفه للبلدان المصدرة للنفط. ومع ذلك، فإن جميع الدراسات تبين أن استخدام آليات مرنة سيقلل من التكاليف الاقتصادية التي يتحملها منتجو النفط.

الجدول *TS.6* : تكاليف تنفيذ بروتوكول كيوتو في الأقاليم / البلدان المصدرة للنفط (أ)

النموذج (ب)	بدون تجارة(ج)	بالتجارة بين بلدان المرفق الأول	بالتجارة "العالمية"
G-Cubed	–٢٥٪ في عائدات النفط	–١٣ ٪ في عائدات النفط	–٧ ٪ في عائدات النفط
GREEN	–٣٪ في الدخل الحقيقي	"خسارة ضئيلة للغاية"	غير متاح
GTEM	خسارة ٠,٢ في المائة في الناتج المحلي	< ٠,٠٥ ٪ خسارة في الناتج المحلي	غير متاح
MS-MRT	خسارة ١,٣٩٪ في الرفاه	١,١٥ ٪ خسارة في الرفاه	٠,٣٦٪ خسارة في الرفاه
OPEC MODEL	–١٧ ٪ في عائدات الأوبك	–١٠٪في عائدات الأوبك	–٨ ٪ في عائدات الأوبك
CLIMOX	غير متاح	–١٠ ٪ في إيرادات الدول المصدرة للنفط	غير متاح

(أ) يختلف تعريف البلد المصدر للنفط، فهو في نموذج G-Cubed ونموذج OPEC هو البلدان الأعضاء في منظمة الدول المصدرة للنفط، وفي نموذج GREEN هو مجموعة بلدان مصدرة للنفط، وفي نموذج GTEM هو المكسيك وإندونيسيا، وفي نموذج MS-MRT هو بلدان منظمة أوبك + المكسيك، وفي نموذج CLIMOX هو البلدان المصدرة للنفط في غرب آسيا وشمال أفريقيا.

(ب) جميع النماذج تعالج الاقتصاد العالمي حتى عام ٢٠١٠ مع التخفيف طبقا لأهداف بروتوكول كيوتو (وهي تطبق في النماذج عادة على تخفيف انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون حتى عام ٢٠١٠ لأعلى انبعاثات

(ج) "التجارة" هنا تعني التجارة في تراخيص الانبعاثات فيما بين البلدان.

وهكذا، نجد أن الدراسات تعطي مجالا واسعا من التقديرات لتأثير سياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة على إنتاج النفط وعائداته. ويرجع الكثير من هذه الاختلافات إلى الافتراضات التي توضع بشأن: توافر احتياطيات النفط التقليدية، ودرجة التخفيف اللازمة، واستخدام التجارة في الانبعاثات، والتحكم في انبعاثات غازات الدفيئة بخلاف غاز ثاني أكسيد الكربون، واستخدام بالوعات الكربون. ومع ذلك، فإن جميع الدراسات تبين نموا صافيا في إنتاج النفط وعائداته حتى عام ٢٠٢٠ على الأقل، مع تأثير أقل على الأسعار الحقيقية للنفط مما حدث بسبب تقلبات الأسواق في الثلاثين عاما الماضية. ويبين الشكل TS.9 توقعات الأسعار الحقيقية للنفط حتى عام ٢٠١٠ مأخوذة من توقعات الطاقة في العالم التي أصدرتها الوكالة الدولية للطاقة في عام ١٩٩٨، وتأثير تنفيذ بروتوكول كيوتو المأخوذ عن النموذج G-cubed أكبر انخفاض في عائدات منظمة البلدان المصدرة للنفط في الجدول TS.6 والخسارة بنسبة ٢٥ ٪ في عائدات منظمة البلدان المصدرة للنفط في سيناريو عدم التجارة، تنطوي على خسارة بنسبة ١٧ ٪ في أسعار النفط المبينة لعام ٢٠١٠ في الشكل، تنخفض إلى أكثر قليلا من ٧ ٪ في حالة التجارة في بلدان المرفق الأول.

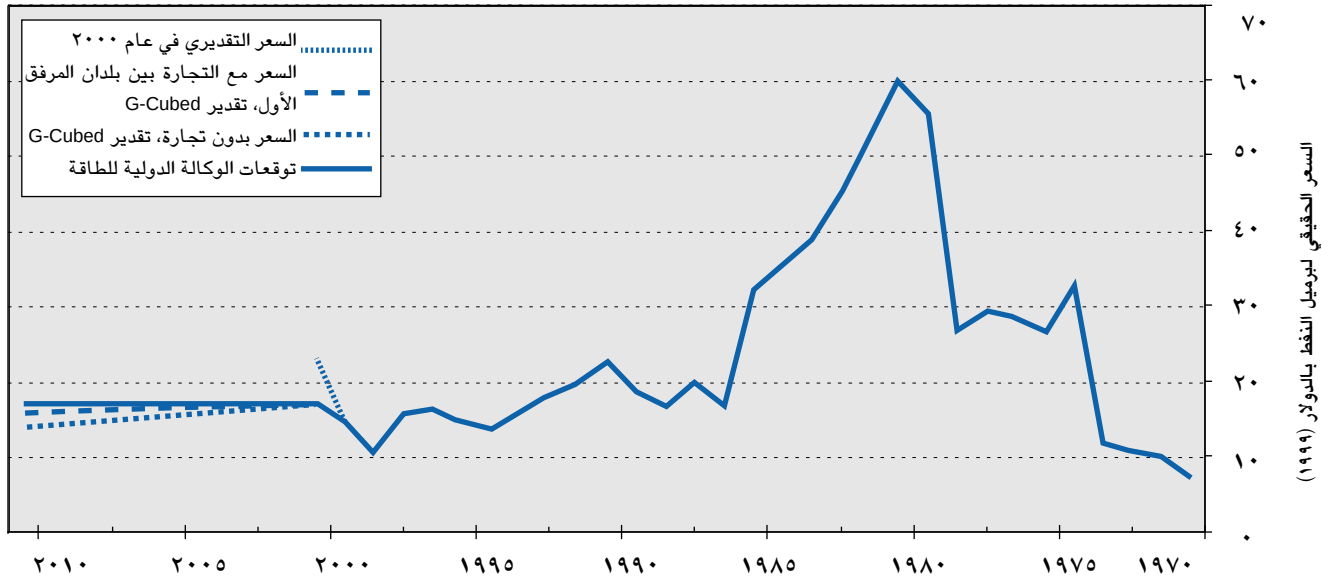
وهذه الدراسات لا تتناول عادة بعض أو كل السياسات والإجراءات التالية التي قد تقلل من التأثير على مصدري النفط:

- السياسات والإجراءات الخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة بخلاف ثاني أكسيد الكربون، أو مصادر جميع انبعاثات غازات الدفيئة بخلاف الطاقة؛
- التعويض الذي قد ينشأ عن بالوعات الكربون؛
- إعادة هيكلة الصناعة (من منتجي الطاقة إلى موردي خدمات الطاقة مثلا)؛
- استخدام نفوذ منظمة البلدان المصدرة للنفط (OPEC) في الأسواق؛
- اتخاذ إجراءات (من أطراف المرفق باء مثلا) تتعلق بالتمويل والتأمين ونقل التكنولوجيا.

وبالإضافة إلى ذلك، لا تشمل هذه الدراسات عادة السياسات والآثار التالية التي يمكن أن تقلل من التكاليف الكلية للتخفيف:

- استخدام إيرادات الضرائب في تخفيض الأعباء الضريبية أو تمويل إجراءات التخفيف الأخرى؛
- المنافع البيئية المشتركة أو الإضافية للتقليل من استخدام الوقود الأحفوري؛
- التغيير التكنولوجي المستحث من سياسات التخفيف.

ونتيجة لذلك، قد تميل الدراسات إلى تجاهل التكاليف التي تتحملها البلدان المصدرة للنفط، والتكاليف العامة.



ملاحظة: الأسعار المدرجة هنا هي أسعار خام برنت في المملكة المتحدة، بعد حسابها بمعامل انخفاض التضخم المستخدم في حساب الناتج المحلي الإجمالي في الولايات المتحدة. أما السعر التقديري لعام ٢٠٠٠ فقد حسب على أساس الأسعار الفعلية من يناير/ كانون الثاني إلى أغسطس/ آب، وعلى أساس أسعار العقود الآجلة من سبتمبر/ أيلول إلى ديسمبر/ كانون الأول.

الشكل ٩:أسعار النفط الحقيقية ونتائج تنفيذ بروتوكول كيوتو

٩-٢-٣ الغاز

تشير دراسات المحاكاة إلى أن سياسات التخفيف قد يكون لها أقل التأثير على النفط، وأكبر التأثير على الفحم، بينما سيكون تأثيرها على الغاز بين هذا وذاك، وهذه النتائج معروفة ولكنها ناقصة. والتفاوت الكبير من دراسة إلى أخرى عن تأثير التخفيف على الطلب على الغاز، يرتبط بأهمية توافر الغاز في مختلف الأماكن، وأنماط الطلب عليه، وإمكانية حلول الغاز محل الفحم في توليد الطاقة.

وتختلف هذه النتائج عن الاتجاهات الأخيرة، التي تبين الزيادة في استخدام الغاز الطبيعي بأسرع مما يحدث في استخدام الفحم أو النفط. ويمكن تفسير ذلك كما يلي. ففي قطاع النقل، وهو أكبر قطاع يستخدم النفط، فإن التكنولوجيا والبنية الأساسية الحالية لا يسمحان بتحول كبير عن النفط إلى أنواع بديلة من الوقود غير الأحفوري في بلدان المرفق الأول قبل حلول عام ٢٠٢٠. أما بلدان المرفق باء فلم تستطيع الوفاء بالتزاماتها بمقتضى بروتوكول كيوتو إلا بتخفيض استخدامها العام للطاقة، وهو ما سيسفر عن انخفاض طلبها على الغاز الطبيعي، ما لم يعوض ذلك بالتحول نحو استخدام الغاز الطبيعي في توليد الطاقة. ولكن وضع نموذج محاكاة لمثل هذا التحول مازال محدودا في هذه النماذج.

٩-٢-٤ الكهرباء

فيما يتعلق بالتأثير على قطاع الكهرباء بشكل عام، فإن سياسات التخفيف تلزم بزيادة استخدام تكنولوجيات لا يصدر عنها أي انبعاثات، أو تعطي حوافز مباشرة لمثل هذه التكنولوجيات (مثل الطاقة النووية، أو المائية، أو الأشكال الأخرى من الطاقة المتجددة). وللتكنولوجيات التي يتولد عنها انبعاثات قليلة لغازات الدفيئة (دورة الغاز الطبيعي المركبة). أو – ثانيا – أن هذه السياسات تشجع على زيادة استخدام هذه التكنولوجيات بصورة غير مباشرة بمناهج مرنة تفرض ضريبة على انبعاثات غازات الدفيئة أو تتطلب ترخيصا بها. وفي كلتا الحالتين، فإن النتيجة هي حدوث تغيير في خلطة الوقود المستخدم لتوليد الكهرباء باتجاه زيادة استخدام تكنولوجيات لا يتولد عنها أي انبعاثات أو يتولد عنها انبعاثات ضئيلة، تبتعد عن أنواع الوقود الأحفوري التي ينجم عنها انبعاثات ضخمة.

ولاشك أن الطاقة النووية ستكون لها فوائد ملموسة نتيجة سياسات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة، لأن الطاقة التي يولدها الوقود النووي تكاد لا تعطي أي انبعاثات لغازات الدفيئة. ورغم هذه الميزة، فإن الطاقة النووية لا تعتبر حلا لمشكلة الاحترار العالمي في كثير من البلدان. فالقضايا الرئيسية هنا هي (١) التكاليف العالمية مقارنة بـ توربينات الدورة

المختلطة للغاز؛ (٢) القبول الجماهيري بما في ذلك أمن التشغيل والنفايات النووية؛ (٣) أمن التخلص من النفايات المشعة وإعادة تبرير الوقود النووي؛ (٤) المخاطر المرتبطة بنقل الوقود النووي؛ (٥) انتشار الأسلحة النووية.

٩-٢-٥ النقل

ما لم تتوافر سيارات ذات كفاءة عالية (مثل سيارات خلايا الوقود) بسرعة، فإن هناك خيارات محدودة لتقليل الطاقة المستخدمة في النقل في الأجل القصير، وهو ما لا ينطوي على تكاليف اقتصادية أو اجتماعية أو سياسية ملموسة. فلم تظهر حكومة واحدة حتى الآن أي سياسات يمكن أن تقلل من الطلب العام على الحركة، بل إن جميع الحكومات تجد أنه من الصعب عليها سياسيا التفكير في إجراء من هذا النوع. ومن المرجح حدوث تحسينات إضافية ملموسة في كفاءة الطاقة المستخدمة في الطائرات، عن طريق سياسات تزيد من سعر السفر بالطائرات، وتقلل بالتالي من حجمه. وتقدر المرونة السعرية للطلب بما يتراوح بين –٠,٨ و–٢,٧ أما زيادة سعر السفر بالطائرات لفرض ضرائب، فيواجه عدد من الصعوبات السياسية. فالكثير من المعاهدات الثنائية التي تحكم الآن عمليات النقل الجوي، تحتوي على أحكام باستثناء هذا القطاع من الضرائب والرسوم، باستثناء تكاليف التشغيل وتحسين النظام نفسه.

٩-٣ المنافع الإضافية القطاعية لتخفيف غازات الدفيئة

إن التكاليف المباشرة لاستهلاك الوقود الأحفوري، تصاحبها فوائد بيئية وصحية ترتبط بتخفيض استخراج الوقود وحرقه. وتأتي هذه المنافع من تقليل الأضرار التي تسببها هذه الأنشطة، وبالأخص تخفيض انبعاثات الملوثات المرتبط بعملية الاحتراق، مثل ثاني أكسيد الكبريت ، وأكسيد النتروز وأول أكسيد الكربون والكيماويات الأخرى، والمواد الحبيبية. وسوف يؤدي ذلك إلى تحسن جودة الهواء والمياه محليا وإقليميا، وبالتالي تقليل الأضرار التي تهدد صحة الإنسان والحيوان والنبات، وكذلك النظم الايكولوجية. فإذا اختفت جميع الملوثات المرتبطة بانبعاثات غازات الدفيئة بفعل التكنولوجيات الجديدة أو عمليات التخفيف النهائية (مثل إزالة الكبريت من منافذ الغاز في محطات الكهرباء مصحوبة بإزالة جميع الملوثات الأخرى غير الناجمة عن انبعاثات غازات الدفيئة) فلن يتبقى شئ من المنافع الإضافية. ولكن هذا التخفيف محدود في الوقت الحاضر بالإضافة إلى ارتفاع تكاليفه، وبالأخص بالنسبة للانبعاثات على نطاق ضيق من المساكن والسيارات (انظر أيضا القسم ٨-٦).

٩-٤ تأثير التخفيف على المنافسة القطاعية

يقل تأثير سياسات التخفيف عندما تؤدي إلى فقدان المنافسة الدولية أو إلى هجرة الصناعات التي تطلق غازات الدفيئة من المنطقة التي تنفذ فيها هذه السياسات (التي تسمى بتسرب الكربون). والتأثير التقديري لذلك الذي أشارت إليه الكتابات في هذا الموضوع على الأسعار التنافسية الدولية، هو تأثير ضئيل أما تأثير ذلك على تسرب الكربون فيبدو بحاجة إلى تفسيرات، إذ أن الاختلافات الكبيرة تتوقف على النماذج والافتراضات المستخدمة. وهناك عدة أسباب تدعونا لأن نتوقع أن هذه التأثيرات لن تكون كبيرة. أولها أن سياسات التخفيف المطبقة بالفعل تستخدم مجموعة من الأدوات، تشمل عادة معاملة خاصة للتقليل إلى أقصى حد من التأثيرات الصناعية المعاكسة، مثل إعفاءات الصناعات كثيفة الطاقة. وثانيا، فإن النماذج تفترض أن أي صناعات مهاجرة ستستخدم التكنولوجيا المتوسطة في المنطقة التي ستنتقل إليها، ومع ذلك، فإنها قد تأخذ بتكنولوجيات أحدث تطلق كميات أقل من ثاني أكسيد الكربون. وثالثا، فإن سياسات التخفيف تشجع أيضا التكنولوجيات التي تطلق كميات قليلة من الانبعاثات، وهي التكنولوجيات التي قد تهاجر هي الأخرى لتخفض الانبعاثات من الصناعات في بلدان أخرى (انظر أيضا القسم ٨-٧).

٩-٥ لماذا تتباين نتائج الدراسات

تأتي نتائج الدراسات من مناهج ونماذج مختلفة. والتفسير السليم لهذه النتائج يتطلب فهما للطرق المستخدمة وافتراضات النماذج والدراسات التي وراءها. وقد ترجع الاختلافات الكبيرة في النتائج إلى استخدام سيناريوهات مرجعية أو خطوط أساسية مختلفة. وربما أثرت صفات الخطوط الأساسية تأثيرا كبيرا على النتائج الكمية لنموذج سياسة التخفيف. وكمثال، فإذا افترضنا أن جودة الهواء مرضية عند خط الأساس، فإن احتمال أي فائدة إضافية محتملة من جودة الهواء في أي سيناريو لتخفيف انبعاثات غازات الدفيئة سيستبعد بالافتراض. وحتى مع افتراضات أساسية مماثلة أو موحدة، تعطي الدراسات نتائج مختلفة.

وفيما يتعلق بتكاليف التخفيف، فمن الواضح أن هذه الاختلافات ترجع أساسا إلى المناهج والافتراضات المختلفة، وأهمها نوع النموذج المطبق. فالنماذج الهندسية من القاعدة إلى القمة التي تفترض فرصا تكنولوجية جديدة، تميل إلى إظهار فوائد من التخفيف. أما نماذج التوازن العام من القمة إلى القاعدة

فتبين انخفاض التكاليف عن نماذج السلاسل الزمنية للقياسات الاقتصادية من القمة إلى القاعدة. والافتراضات الأساسية التي تؤدي إلى انخفاض التكاليف في هذه النماذج هي أن:

- الوسائل المرنة الجديدة هي التي تستخدم، مثل التجارة في الانبعاثات والتنفيذ المشترك؛
- الإيرادات من الضرائب أو بيع التراخيص تعود مرة أخرى إلى الاقتصاد عن طريق تخفيف الأعباء الضريبية؛
- المنافع الإضافية – وخاصة من تقليل تلوث الهواء – تدخل في النتائج.

وأخيرا، فإن التقدم التكنولوجي وانتشاره على المدى الطويل يظهر بوضوح في النماذج من القمة إلى القاعدة، أما الافتراضات المختلفة أو المعالجة الدينامية المتكاملة، فقد يكون لها تأثيرها الكبير على النتائج.

١٠- الأطر التحليلية للقرارات

١٠-١ مجال تحليلات قرارات تغير المناخ وتطوراتها الجديدة

إن أطر صناعة القرار فيما يتعلق بتغير المناخ تضم عدة مستويات تتراوح بين المفاوضات العالمية والخيارات الفرضية، والعديد من العوامل ذات المصادر المختلفة للثروة، بالإضافة إلى القيم والطموحات المتباينة. ولعل ذلك يفسر صعوبة الوصول إلى استراتيجية للإدارة يقبل بها الجميع. فالتفاعل الدينامي بين القطاعات الاقتصادية وما يرتبط بها من مجموعات المصالح الاجتماعية، يجعل من الصعب الوصول إلى موقف قطري يمكن طرحة في المحافل الدولية في المقام الأول. فصعوبات المفاوضات الدولية حول المناخ، تأتي من المواقف القطرية المتشعبة والمبهمة، بالإضافة إلى الارتباط بين سياسات تغير المناخ والأهداف الاجتماعية الاقتصادية الأخرى.

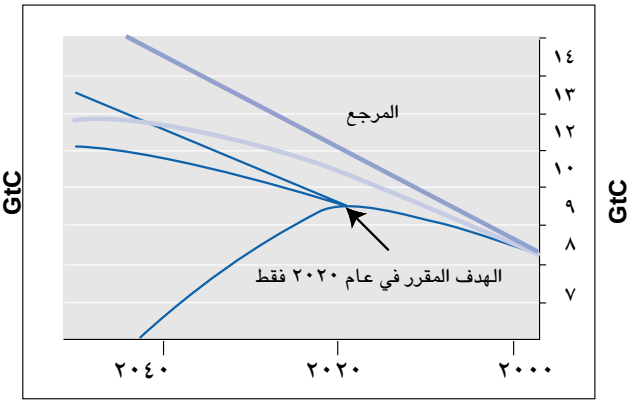
ولا يوجد إطار لصناعة القرار يعكس هذا التنوع بثرائه العريض. ومع ذلك، فقد حقق المحللون تقدما ملموسا في عدة اتجاهات منذ تقرير التقييم الثاني. فقد استطاعوا – أولا – إدماج عدد متزايد من القضايا في إطار تحليلي واحد لكي يستطيعوا القيام بتقدير متسق داخليا للعناصر والعمليات والنظم الفرعية التي ترتبط فيما بينها ارتباطا وثيقا. وتعطي نماذج التقرير المتكاملة التي نجمت عن ذلك – والمشار إليها في الفصل ٩، بل وفي جميع أجزاء التقرير – نظرات ثاقبة في عدد من القضايا المتعلقة بسياسات المناخ لصناع السياسات. كما ازداد اهتمام العلماء – ثانيا – بالإطار الأوسع للقضايا المتعلقة بالمناخ التي لم تحظ من قبل بأي اهتمام، أو حظيت باهتمام هامشي. وشملت اهتماماتهم – إلى جانب عناصر أخرى – إدماج القضايا المتعلقة بالتنمية والاستدامة والإنصاف في التقرير الحالي.

إن تغير المناخ يختلف اختلافا شديدا عن أغلب المشكلات البيئية الأخرى التي واجهتها الإنسانية. وهناك العديد من العوامل التي جعلت مشكلة المناخ فريدة في نوعها. ومن بين هذه العوامل قضايا المنفعة العامة التي تنشأ من تركيز انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي وتحتاج إلى إجراء عالمي جماعي، وتعدد صناع القرار الذين يتراوحون بين المستوى العالمي والمستوى الصغير للشركات والأفراد، وعدم تجانس هذه الانبعاثات وما يترتب عليها في مختلف أنحاء العالم. ثم أن الطبيعة طويلة الأجل لتغير المناخ تنشأ عن أن النقطة المهمة هنا هي تركيزات انبعاثات غازات الدفيئة لا عن الكميات السنوية لهذه الانبعاثات، وهو ما يثير القضايا الشائكة لانتقال الثروات من جيل إلى جيل وما هو الصواب والخطأ بالنسبة للبيئة. ثم أن الأنشطة الإنسانية المرتبطة بتغير المناخ لا حصر لها، الأمر الذي يجعل العثور على حلول تكنولوجية محددة أمرا مستحيلا، كما أن التفاعل بين سياسات المناخ وبين السياسات الاجتماعية الاقتصادية الأوسع هو تفاعل قوي. وأخيرا، فإن القدر الكبير من عدم اليقين، بل والجهل التام في بعض المجالات هو ما تتسم به جوانب كثير من المشكلة، ويتطلب اتباع منهج لإدارة المخاطر في جميع أطر صناعة القرار التي تتعرض لتغير المناخ.

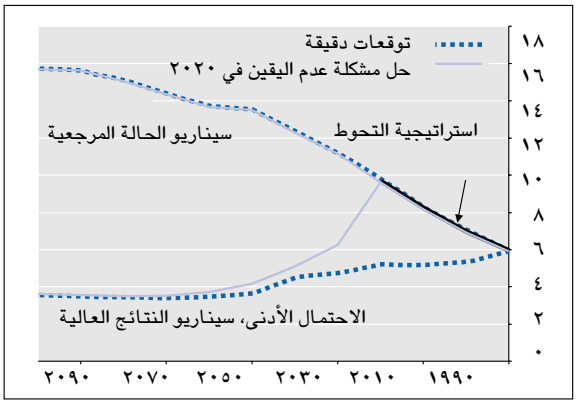
ومن هنا لا مقر لصناع السياسات من مواجهة قدر كبير من عدم اليقين في اختيارهم لردود مناسبة. فقد استخدمت مجموعة كبيرة من الأدوات لمساعدتهم في التوصل إلى خيارات أساسية. فلكل إطار من إطارات تحليل القرارات هذه محاسنه ومساوئه في قدرته على معالجة بعض الصعوبات السابق ذكرها معالجة حسنة، ولكنه لا يستطيع حل المشكلات الأخرى بنفس القدرة. والتحليلات الأخيرة، بأدواتها المعروفة، مثل تحليل التكاليف والمنافع، وكذلك الأطر الجديدة مثل نوافذ الاحتمال ومنهج الهبوط الآمن تعطي أفكارا جديدة لحل هذه المشكلة.

يبين الشكل ١٠ (أ) نتائج تحليل فعالية الكلفة الذي يستكشف أفضل استراتيجية تحوطية عندما لا تحل مشكلة عدم اليقين بالنسبة لهدف الاستقرار في الأجل الطويل حتى عام ٢٠٢٠، بما يوحي بأن التخفيف خلال السنوات القليلة المقبلة سيكون له قيمته الاقتصادية إذا كان هناك احتمال ملموس بالبقاء دون الحد الذي لولا ذلك لوصلنا إليه خلال الفترات

الزمنية المحددة للنظم التي تنتج غازات الدفيئة. هناك حساسية في درجة التحوط في الأجل القصير في التحليل السابق لتاريخ حل مشكلة عدم اليقين، والقصور الذاتي في نظام الطاقة، ولضرورة تحقيق الهدف النهائي للتركيزات (بمجرد إعلانه) بأي ثمن. وتبين التجارب الأخرى، كنماذج التكلفة والمنافع المتأطرة كمشكلة تحليل قرار Bayesian أن أفضل طرق للانبعاثات في الأجل القصير (العشرون عاما المقبلة) لا يحدث بها سوى تغيير طفيف إذا كان هناك بعد نظر واضح، مع التحوط حتى للاحتمالات الضعيفة، والسيناريوهات التي تحتوي على نتائج مؤثرة (انظر الشكل ١٠ (ب)). ومع ذلك، ربما يتعين اتخاذ القرارات المتعلقة بسياسات المناخ في الأجل القصير أثناء مناقشة أهداف التثبيت. ولذا فإن عملية اتخاذ القرار ينبغي أن تفكر في التحوط المناسب في مواجهة القرار المستقبلي لهذا الهدف واحتمال إعادة النظر في الأفكار العلمية الخاصة بمخاطر تغير المناخ. وهناك اختلافات ملموسة في هذين المنهجين. ففي تحليل فعالية الكلفة،ينبغي تحديد الهدف بغض النظر على التكاليف. أما في تحليل التكاليف والمنافع، فإن التكاليف والمنافع تتوازن على الهامش. ومع ذلك، فإن الرسالة الأساسية تكاد تكون واحدة، وتشمل الإدراج الواضح لعدم اليقين، وما يترتب على ذلك بمرور الوقت. أما القدر المناسب من التحوط، فيتوقف على تقدير الفرد للمخاطر والمفاجآت وتكاليف تدابير السياسات. أما علاوة الخطر – وهي المبلغ الذي يكون المجتمع على استعداد لدفعه لتقليل المخاطر – فهو في النهاية قرار سياسي ويختلف من بلد إلى آخر.



الشكل ١٠ (أ): الاستراتيجية المثالية لانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، باستخدام منهج لفعالية الكلفة



الشكل ١٠ (ب): استراتيجية التحوط المثالية للاحتمال الأدنى، سيناريو النتائج العالية باستخدام منهج أمثل لفعالية الكلفة

وتسعى تحليلات فعالية الكلفة إلى أقل التكاليف لتحقيق الأهداف البيئية، بتوزيع التكاليف الحدية للتخفيف على الزمان والمكان. فدراسات فعالية الكلفة طويلة الأجل تقدر تكاليف تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي على مستويات مختلفة، وتستخلص أن تكاليف الحد الأقصى عند ٤٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم أكبر بكثير من تكاليف الحد الأقصى عند ٧٥٠ جزء من المليون من حيث الحجم. فبدلا من السعي إلى طريق أمثل واحد، فإن منهج النوافذ المحتملة/ الهبوط الآمن تسعى إلى تحديد مجموعة كاملة من الطرق المحتملة للانبعاث تتفق وتأثيرات المناخ المحددة خارجيا ومشكلات تكاليف الانبعاثات. وتشير النتائج إلى أن التأخير في التخفيض الفعال للانبعاثات في المدى القصير، قد يقلل بصورة خطيرة من مجموعة الخيارات في المستقبل لتحديد أهداف ضيقة نسبيا لتغير المناخ، في الوقت الذي تتيح فيه الأهداف الواسعة نسبيا فرصة أكبر للمرونة في الأجل القصير.

٢-١٠ الأحكام الدولية وخيارات السياسات

لاشك أن هيكل ومواصفات الاتفاقيات الدولية الخاصة بتغير المناخ، سيكون لهما تأثير ملموس على فعالية وتكاليف وفوائد التخفيف. ويتوقف تأثير الأحكام الدولية لتغير المناخ وتكاليفها وفوائدها (مثل بروتوكول كيوتو أو غيره من الاتفاقيات المحتملة في المستقبل) على عدد الموقعين على الاتفاقية والأهداف التي حددوها للتخفيف و/ أو الالتزامات في مجال السياسات. وفي نفس الوقت، فإن عدد الموقعين على الاتفاقية يتوقف على كيفية الاقتسام العادل للالتزامات بين

المشاركين. ومن هنا تتضح العلاقة القوية بين الكفاءة الاقتصادية (تقليل التكاليف بزيادة المشاركين) وبين الإنصاف (تحديد الالتزامات بحدود الانبعاثات).

وهناك علاقة ثلاثية بين تصميم الأحكام الدولية، وفعالية الكلفة/ كفاءة السياسات المناخية، والإنصاف في النتائج الاقتصادية التالية. ويترتب على ذلك، أن هناك أهمية لتصميم الأحكام الدولية بطريقة تتسم بالكفاءة والإنصاف في آن واحد. وتعطي الكتابات في هذا الموضوع استراتيجيات نظرية مختلفة لتحسين صورة الأحكام الدولية. وكمثال، يمكن جعل هذه الأحكام أكثر جاذبية للبلدان لكي تنضم إلى المجموعة التي تلتزم بأهداف معينة للحد من الانبعاثات وتخفيض هذه الانبعاثات، بزيادة العدالة في اتفاقية واسعة – وبالتالي زيادة الكفاءة – عن طريق إجراءات مثل التوزيع المناسب للأهداف على امتداد فترة زمنية، وربط قضية المناخ بالقضايا الأخرى ("قضية الربط") واستخدام التحويلات المالية إلى البلدان المتضررة ("مدفوعات جانبية")، أو اتفاقيات لنقل التكنولوجيا.

هناك اعتباران هامان آخران يؤثران في تصميم الأحكام الدولية، هما: "التنفيذ" و "الامتثال". ففعالية النظام، وهي دالة التنفيذ والامتثال معا، ترتبط بالتغيير الفعلي في السلوك الذي يشجع أغراض الاتفاقية. فالتنفيذ يعني ترجمة الاتفاقات الدولية إلى قانون محلي، وسياسات ولوائح بمعرفة الحكومات الوطنية. أما الامتثال فيرتبط بما إذا كانت البلدان تلتزم بالفعل بأحكام الاتفاق، ومدى هذا الالتزام. أما المتابعة وكتابة التقارير والتحقق فهي أمور ضرورية لفعالية الأحكام الدولية المتعلقة بالبيئة، حيث أن أعمال المتابعة والتقييم والمعالجة المستمرة لفشل التنفيذ كانت نادرة نسبيا حتى الآن. ولكن الجهود التي تبذل الآن لوضع "نظم لمراجعة التنفيذ" بدأت تتزايد، ودخلت بالفعل في هيكل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ. والتحدي الذي يواجهنا في المستقبل، هو أن نجعل هذه النظم أكثر تأثيرا، وبالأخص بتحسين البيانات المتعلقة بالانبعاثات والسياسات والإجراءات القطرية.

٣-١٠ الارتباط بالخيارات القطرية والمحلية للتنمية المستدامة

يرجع الكثير من الالتباس فيما يتعلق بالتنمية المستدامة وتغير المناخ إلى عدم وجود ترتيبات تساعد صناع السياسات بالمعلومات الأساسية عن الخيارات البديلة المتوافرة، وكيفية تأثير هذه الخيارات على القضايا الاجتماعية والاقتصادية والبيئية الهامة والواضحة، وتعطيهم أيضا أساسا لتقييم أدائهم في تحقيق الأهداف والأغراض المقررة. وهكذا، يتضح أن المؤشرات لا غنى عنها لإعمال مفهوم التنمية المستدامة. وعلى المستوى القطري، اتخذت خطوات هامة باتجاه تعريف وتصميم مجموعات مختلفة من المؤشرات، ومع ذلك مازال هناك الكثير الذي ينبغي عمله لتحويل الأهداف المستدامة إلى علاقات عملية.

من الصعب التعميم فيما يتعلق بسياسات وخيارات التنمية المستدامة. فالاستدامة تنطوي على التنوع والمرونة والابتكار، وتحتاج إليهم. وخيارات السياسات تعني إدخال تغييرات على الأنماط التكنولوجية لاستخدام الموارد الطبيعية، والإنتاج والاستهلاك، وتغييرات هيكلية في نظم الإنتاج، وتوزيع السكان والأنشطة الاقتصادية على الأماكن المختلفة، وأنماط السلوك. وقد تعرضت الكتابات عن تغير المناخ للموضوعات الثلاثة الأولى عموما، بينما لم تحظ الخيارات والقرارات المتعلقة بأنماط السلوك والحياة إلا باهتمام ضئيل. فأنماط السلوك في البلدان الصناعية هي أحد الأسباب الهامة لتغير المناخ. وإذا غير الناس من أفضلياتهم، فسوف يقلل ذلك كثيرا من تغير المناخ. ولكن الناس لكي يغيروا أنماط استهلاكهم، فلن يكفي أن يغيروا سلوكهم، بل يجب أن يغيروا أنفسهم لأن أنماط السلوك عنصر أساسي في طريقة الحياة، وبالتالي في الإحساس بالحرية الشخصية. ومع ذلك – وبغض النظر عن تغير المناخ – فإن هناك أسبابا أخرى تدعو لذلك، بالإضافة إلى ما يتوافر من مؤشرات على أن هذا التغيير يمكن إحداثه بالطرق السياسية.

إن من أهم شروط التنمية المستدامة، القدرة على تصميم تدابير في مجال السياسات، تستطيع – دون عرقلة التنمية وبالاتساق مع الاستراتيجيات القطرية –استغلال التآزر المحتمل بين أهداف النمو الاقتصادي الوطني وبين السياسات التي تركز على البيئة. فاستراتيجيات تخفيف تغير المناخ تعطينا نموذجا واضحا لكيفية استفادة السياسات المنسقة من التآزر بين تنفيذ خيارات التخفيف وبين الأهداف العامة. فتحسين كفاءة الطاقة، بما في ذلك توفير الطاقة، والتحول إلى أنواع الوقود ذات المحتوى الكربوني المنخفض، واستخدام مصادر الطاقة المتجددة، وظهور تكنولوجيات متقدمة غير تقليدية في مجال الطاقة، ينتظر أن يحدث تأثيرا ملموسا على الحد من الاتجاهات الفعلية لانبعاثات غازات الدفيئة. وبالمثل، فإن تطبيق التكنولوجيات وأساليب جديدة في الزراعة والأعمال الحرجية، واتباع عمليات للإنتاج النظيف، سيساهم بشكل كبير في جهود تخفيف الانبعاثات. واعتمادا على الإطار المعين الذي ستنفذ فيه هذه التكنولوجيات

والعمليات، قد تنطوي هذه الخيارات على نتائج إيجابية أو على مضاعفة الأرباح، وهو أمر يستحق في بعض الأحيان القيام به سواء كانت هناك أسباب تتعلق بالمناخ أو لم تكن.

وتحتاج التنمية المستدامة إلى تغييرات جذرية في مجال التكنولوجيا وما يتصل بها، سواء في البلدان النامية أو المتقدمة. فالابتكارات التكنولوجية، والنقل والتنفيذ السريعين والواسعين للخيارات التكنولوجية الفردية، وكذلك النظم التكنولوجية الشاملة، تمثل كلها عناصر رئيسية في الاستراتيجيات العالمية لتحقيق تثبيت المناخ والتنمية المستدامة معا. ومع ذلك، فإن نقل التكنولوجيا يحتاج إلى أكثر مما تحتاجه التكنولوجيا نفسها. فالبيئة الملائمة لنجاح عمليات نقل التكنولوجيا وتنفيذها تلعب دورا هاما، وبالأخص في البلدان النامية. فإذا كان لنقل التكنولوجيا أن يجلب فوائد اقتصادية واجتماعية، فلابد له أن يراعي التقاليد والقدرات الثقافية المحلية، وكذلك الظروف المؤسسية والتنظيمية اللازمة لمعالجة التكنولوجيا وتشغيلها وتكرارها وتحسينها على أساس مستمر.

إن عملية إدماج وإدراج سياسات تغير المناخ والتنمية المستدامة في جداول أعمال التنمية القطرية، يتطلب استراتيجيات جديدة لحل المشكلات ومناهج جديدة لصناعة القرارات. وهي مهمة تنطوي على جهد مزدوج. فمن ناحية، نجد أن مناقشة التنمية المستدامة تحتاج إلى قدر أكبر من الصرامة التحليلية والفكرية (في الطرق والمؤشرات وغيرها) لتحويل هذه الفكرة من نظرية إلى تطبيق عملي. ومن ناحية أخرى، فإن مناقشة تغير المناخ تحتاج إلى معرفة مجموعة محدودة من الافتراضات وراء الوسائل والطرق المستخدمة في التحليل، ومضامين اجتماعية وسياسية للتركيبات العلمية لتغير المناخ. وقد شهدت السنوات الأخيرة، قدرا كبيرا من الأعمال التحليلية التي عالجت هذه المشكلة بشقيها. فقد جرى استكشاف مختلف للمناهج لتوسيع حدود الآراء الموحدة وأطر القرارات في معالجة مسائل عدم اليقين، والتشابك، والتأثيرات السياقية للتقييم البشري وصناعة القرارات. وهنا يظهر موضوع مشترك: التركيز على أطر صناعة القرار بالمشاركة لوضع ترتيبات مؤسسية جديدة.

١٠-٤ أهم المسائل العلمية المتعلقة بالسياسات

تنطوي المستويات المختلفة للحدود المتفق عليها عالميا لتغير المناخ (أو لما يقابلها من تركيزات انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي) على ميزانيات مختلفة لتكاليف التخفيف والأضرار الصافية التي ستتعرض لها البلدان بصفة منفردة. وإزاء عدم اليقين هنا والتعلم في المستقبل، فإن تثبيت المناخ سيكون حتما عملية متكررة: فالدول تحدد أهدافها الوطنية بناء على وضعها وحساسيتها لتعرض البلدان الأخرى لتغير المناخ. ويخرج الهدف العالمي من تجميع الأهداف الوطنية، في المفاوضات العالمية التي ربما تشتمل على مدفوعات جانبية. وفي نفس الوقت، فإن الاتفاق على اقتسام الأعباء والهدف العالمي المتفق عليه، يحددان التكاليف القطرية. وبمقارنة الأضرار الصافية المتوقعة المرتبطة بالهدف العالمي، يمكن للدول أن تفكر في أهدافها الوطنية، وبالأخص مع توافر معلومات جديدة عن الأنماط العالمية والإقليمية وتأثيرات تغير المناخ. وتصبح هذه هي نقطة البداية في الجولة الثانية من المفاوضات. ويترتب على ما سبق أن وضع "رقم سحري" (أي حد أقصى لتغير المناخ العالمي أو تركيز انبعاثات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي) سيكون عملية طويلة مصدرها الأول هو عملية السياسات، مدعومة – كما نأمل – بالتقدم العلمي.

- إذا نظرنا إلى أهم الصعوبات في اتخاذ القرارات المتعلقة بتغير المناخ، تبرز لنا الاستنتاجات التالية (انظر أيضا الجدول ٧):
- يبدو أن الحافظة الموضوعة بإتقان لأنشطة التخفيف والتكيف والتعلم، هي الأنسب خلال عقود السنين القادمة للتحوط من خطر الوصول إلى مقادير و/ أو معدلات لا تحتمل من تغير المناخ (جانب التأثير) ومن الحاجة إلى اتخاذ إجراءات عنيفة مؤلمة لتقليل انبعاثات الغازات إذا تبين عند حسم ظروف عدم اليقين، أن تغير المناخ وتأثيرات ذلك قد تنطوي على أخطار جسيمة؛
- إن تخفيض الانبعاثات هو شكل مهم من أشكال التخفيف، ولكن حافظة التخفيف تضم مجموعة كبيرة من الأنشطة الأخرى، مثل الاستثمارات في ابتكار تكنولوجيات خالية من الكربون ولا تتكلف كثيرا، وذات كفاءة، وتسمح في التحكم في الكربون، لتجعل تخفيف غاز ثاني أكسيد الكربون أقل تكلفة في المستقبل؛
- هناك خلافات كبيرة حول توقيت إجراءات التخفيف وتكوينها (الاستثمار في التطورات التكنولوجية أو التخفيض الفوري للانبعاثات) بسبب الصفات التكنولوجية لنظم الطاقة، والقدر الكبير من عدم اليقين بالنسبة لتأثيرات طرق الانبعاثات المختلفة؛
- تساعد الصكوك الدولية المرنة في تقليل تكاليف تخفيض الانبعاثات، ولكنها تثير سلسلة من القضايا المتعلقة بالتنفيذ والتحقيق، لابد من موازنتها في مقابل توفير التكاليف؛

- في الوقت الذي يوجد فيه اتفاق عريض في الآراء حول استخدام مبدأ Pareto عن المثالية[٣٠] كمبدأ للكفاءة، فليس هناك اتفاق حول أفضل مبدأ للإنصاف لإقامة حكم دولي على أساسه. فالكفاءة والإنصاف أمران مهمان في المفاوضات الخاصة بمشروعات الحد من الانبعاثات، ولا يمكن لأحدهما أن يلغي الآخر. ولذا فإن الإنصاف سيلعب دورا مهما في تقرير توزيع حصص الانبعاثات و/ أو في حدود مشروعات التعويض بعد الاتجار في الانبعاثات، وهو ما قد يسفر عن مستويات مرتفعة بصورة متفاوتة من الأعباء على بعض البلدان. وأخيرا، فربما كان من المهم إقامة نظام على مجموعة من عدة مبادئ للإنصاف بدلا من الاقتصار على مبدأ واحد. فمن الممكن أن يؤدي نشر تكنولوجيات خالية من الكربون، وتساعد في تحقيق كفاءة الطاقة وتقلل من انبعاثات غازات الدفيئة الأخرى في جميع أنحاء العالم، إلى المساهمة بصورة ملموسة في تخفيض الانبعاثات في الأجل القصير، ولكن هناك العديد من الحواجز التي تعوق نقل التكنولوجيا، مثل عيوب الأسواق، والمشكلات السياسية، وتكاليف المعاملات التي كثيرا ما تكون موضع نسيان؛
- هناك بعض العلاقات الواضحة بين المشكلات البيئية العالمية والقارية وبين محاولات المجتمع الدولي لحلها، ولكن لم يتعرض أحد حتى الآن إلى التآزر المحتمل لمعالجة عدة مشكلات منها بصورة مشتركة، ناهيك عن استغلال ذلك.

وتتفاوت القرارات الخاصة بالتخفيف والتكيف فيما يتعلق بالتغير المناخي نتيجة النشاط البشري. فقرارات التخفيف تشمل عدة بلدان، وتوزع المنافع عالميا على امتداد سنوات تتراوح بين العقد والقرن (مع بعض المنافع الإضافية في الأجل القصير)، والدافع ورائها هو إجراءات السياسات العامة، وتقوم على المعلومات المتوافرة الآن، في الوقت الذي ستحتاج فيه اللوائح ذات الصلة إلى تنفيذ صارم. وفي مقابل ذلك، فإن قرارات التكيف تشمل فترة زمنية قصيرة بين الصرف عليها والحصول على عوائدها، وتظهر التكاليف ذات الصلة والمنافع محليا، كما أن تنفيذها تدخل فيه السياسات المحلية العامة والتكيف الخاص من جانب العناصر الاجتماعية المتضررة، وكلاهما يقوم على تحسين المعلومات. وتتفاوت القدرات المحلية على التخفيف والتكيف تفاوتا كبيرا من إقليم إلى آخر ومن وقت إلى آخر وتتوقف أي حافظة لسياسات التخفيف والتكيف على الأولويات المحلية والقطرية، والمناهج المفضلة بجانب المسؤوليات الدولية.

ونظرا للقدر الكبير من عدم اليقين الذي يتسم به كل عنصر من عناصر مشكلة تغير المناخ، فمن الصعب على صناع القرار أن يتوصلوا إلى مستوى مقبول عالميا لتثبيت تركيزات انبعاثات غازات الدفيئة اليوم. فالدراسات التي كانت موضع تقييم في الفصل ١٠ تدعم ما يقال بوضوح من أن الأهداف المنخفضة للتثبيت تنطوي على تكاليف مرتفعة للغاية للتخفيف وعلى قدر أكبر نسبيا من الطموح في تخفيض الانبعاثات في الأجل القصير من ناحية، ولكن الأهداف المنخفضة – كما ذكرت جماعة العمل الثانية – تحدث تأثيرات حيوية/ جغرافية طبيعية أقل كثيرا، وبالتالي لا تحدث سوى أضرار طفيفة وتكاليف ضئيلة للتكيف.

١١- النقص في المعرفة

هناك نقص خطير في معرفتنا بالبحوث الجغرافية التي يمكن أن تفيد في مساندة تقديراتنا في المستقبل، مثل:

- مواصلة استكشاف الإمكانيات الإقليمية والقطرية والقطاعية النوعية لخيارات الابتكارات التكنولوجية والاجتماعية، مثل:
  - إمكانيات وتكاليف خيارات تخفيف غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى والمسائل الأخرى بخلاف الطاقة في الآجال القصيرة والمتوسطة والطويلة؛
  - فهم عملية نشر التكنولوجيا بين مختلف الأقاليم؛
  - معرفة الفرص في مجال الابتكارات الاجتماعية التي تؤدي إلى تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة؛
  - التحليل الشامل لتأثير إجراءات التخفيف على تدفقات الكربون إلى النظام الأرضي ومنه؛
  - بعض البحوث الأساسية في مجال الهندسة الجغرافية.
- المسائل الاقتصادية والاجتماعية والمؤسسية المتعلقة بتخفيف تغير المناخ في جميع البلدان. ومن بين مجالات الأولوية:
  - يستحسن إجراء المزيد من التحليلات لخيارات التخفيف الإقليمية النوعية، والحواجز، والسياسات، حيث أنها كلها مشروطة بقدرة الأقاليم على التخفيف؛
  - نتائج التخفيف على الإنصاف؛
  - منهجيات مناسبة ومصادر بيانات محسنة عن تخفيف تغير المناخ وبناء القدرات في مجال التقييم المتكامل؛
  - تعزيز البحوث والتقديرات في المستقبل، وبالأخص في البلدان النامية.

(٣٠) مبدأ Pareto عن المثالية يقرر أن وضع أي فرد لا يمكن تحسينه باستمرار دون إفقار الآخرين في المجتمع.

الجدول ٧: مقارنة حافظة التخفيف في الأجل القصير

الموضوع	ما يؤيد الخفض المبكر المتوسط	ما يؤيد الخفض المبكر الصارم
تطوير التكنولوجيا	• تكنولوجيات الطاقة تتغير في الوقت الذي تتوافر فيه أجيال محسنة من التكنولوجيات الموجودة، حتى دون تدخل من جانب السياسات. • النشر المبكر المتواضع للتكنولوجيات التي تتحسن بسرعة، يسمح بتخفيض تكاليف منحنى التعلم، دون استبعاد التكنولوجيا الحالية منخفضة الإنتاجية قبل الأوان. • إن تطوير التكنولوجيات المتطورة تطورا باهرا، يتطلب استثمارات في البحوث الأساسية.	• توافر التدابير منخفضة التكاليف قد يكون له تأثيره الملموس على مسيرات الانبعاثات. • التغييرات الذاتية (التي يستحثها السوق) قد تسرع باستنباط حلول منخفضة التكاليف (التعلم بالممارسة). • تبرز التأثيرات الجماعية أهمية الانتقال إلى مثيرات منخفضة. • تساعد على التحول المبكر لبحوث وتطوير الطاقة في المؤسسات من تطوير الوقود الأحفوري إلى تكنولوجيات تعتمد على كربون أقل.
الموجودات الرأسمالية والقصور الذاتي	• البدء بحدود متواضعة للانبعاثات يتلافى تسديد الموجودات الرأسمالية الحالية قبل أوانها، ويستفيد من المعدل الطبيعي لدوران رأس المال. • كما أنه يقلل من تكاليف تحويل رأس المال الحالي وتلافي ارتفاع أسعار الاستثمارات الذي يسببه تزاحم النتائج.	• استغلال الدوران الطبيعي لرأس المال استغلالا تاما، بالتأثير على الاستثمارات الجديدة من الآن فصاعدا. • بالحد من الانبعاثات إلى مستويات تتفق مع التركيزات المنخفضة لثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي يبقي على خيار الحد من تركيزات ثاني أكسيد الكربون إلى مستويات منخفضة باستخدام التكنولوجيا الحالية. • تقليل المخاطر الناجمة عن عدم اليقين الذي يواجه صعوبات التثبيت، وبالتالي خطر الاضطرار إلى تخفيضات سريعة للغاية تتطلب استرداد رأس المال فيما بعد.
الآثار الاجتماعية والقصور الذاتي	• التخفيض التدريجي للانبعاثات يقلل من معدل البطالة القطاعية، بإعطاء وقت أطول للاحتفاظ بالقوى العاملة وإدخال تغييرات هيكلية في سوق العمل والتعليم. • يقلل خسائر الرفاه المرتبطة بضرورة إدخال تغييرات سريعة في مرحلة تالية في طريقة معيشة الناس وترتيبات حياتهم.	• بالأخص عندما يكون المطلوب في النهاية هو أهداف تثبيت منخفضة، فإن العمل المبكر المتشدد يقلل من معدلات الحد الأقصى المطلوبة لتقليل الانبعاثات بعد ذلك، ويقلل من المشكلات الانتقالية المرتبطة بها، والانقطاع، والخسائر التي تحدث في الرفاه المرتبطة بضرورة إدخال تغييرات سريعة في مرحلة تالية في طريقة معيشة الناس وترتيبات حياتهم.
الخصم والإنصاف بين الأجيال	• يقلل من القيمة الحالية لتكاليف التقليل في المستقبل (بشرط بقاء جميع العوامل الأخرى كما هي)، ولكنه قد يقلل من التكاليف النسبية في المستقبل بتوفير تكنولوجيات رخيصة وزيادة مستوى الدخل في المستقبل.	• يقلل من التأثيرات ويقلل أيضا من قيمتها الحالية (بشرط بقاء جميع العناصر الأخرى كما هي).
دورة الكربون والتغير الاشعاعي	• زيادة طفيفة في التركيزات الانتقالية لثاني أكسيد الكربون في المدى القصير. • امتصاص مبكر للانبعاثات، وبالتالي السماح بقدر أكبر من انبعاثات الكربون الإجمالية هذا القرن، تحت ضابط معين للتثبيت (يعوض فيما بعد بانبعاثات أقل).	• انخفاض طفيف في تركيزات ثاني أكسيد الكربون الانتقالية في الأجل القصير. • تخفيض المعدلات العليا في تغير درجات الحرارة.
تأثيرات تغير المناخ	• عدم وجود أدلة على أضرار حوادث عمرها عشرات السنين من التغيرات السريعة نسبيا في الماضي.	• تلافي الأضرار المحتمل أن تكون أكثر سوءا بسبب المعدلات السريعة لتغير المناخ.

- منهجيات تحليل خيارات التخفيف المحتملة، وتكاليفها، مع الاهتمام بشكل خاص بمقارنة النتائج. ومن أمثلة ذلك:
  - معرفة الحواجز الإجراءات التي تعوق أنشطة تخفيض غازات الدفيئة؛
  - جعل أساليب وضع نماذج للتخفيف أكثر اتساقا وقابلة للتكرار وتيسير الحصول عليها؛
  - وضع نماذج لتعلم التكنولوجيا، وتحسين وسائل التحليل لتقييم المنافع الإضافية، مثل تحديد تكاليف كبح غازات الدفيئة والملوثات الأخرى؛
  - التحليل المنتظم لاعتماد التكاليف على الافتراضات الأساسية بالنسبة لمختلف سيناريوهات تثبيت غازات الدفيئة؛
  - وضع أطر تحليلية للقرارات لمعالجة عدم اليقين، والمخاطر الاجتماعية – الاقتصادية – والايكولوجية في صناعة السياسات المتعلقة بالمناخ؛
  - تحسين النماذج والدراسات العالمية، وافتراضاتها، واتساقها في معالجة أمور البلدان والأقاليم غير المدرجة في المرفق الأول، وكتابة تقارير عنها؛

- تقييم خيارات تخفيف حدة المناخ في إطار التنمية والاستدامة والإنصاف. ومن أمثلة ذلك:
  - يحتاج الأمر إلى مزيد من البحوث بشأن مجموعة الخيارات في مجال التخفيف والتكيف، والقدرة عليهما في إطار التنمية والإنصاف والاستدامة.
  - استكشاف طرق بديلة للتنمية، مثل أنماط الاستهلاك المستدامة في جميع القطاعات، بما في ذلك قطاع النقل، والتحليل المتكامل للتخفيف والتكيف؛
  - معرفة فرص التآزر بين السياسات المناخية الصرفة والسياسات العامة التي تشجع التنمية المستدامة؛
  - إدماج الإنصاف بين الأجيال وبين أبناء الجيل الواحد في الدراسات المتعلقة بتخفيف تغير المناخ؛
  - تبعات تغيير إجراءات الإنصاف؛
  - تحليل الجوانب العلمية والفنية والاقتصادية لنتائج الخيارات في ظل مجموعة كبيرة من نظم التثبيت؛
  - معرفة أنواع السياسات التي تتفاعل مع الظروف الاجتماعية –الاقتصادية لتسفر عن انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل؛
  - البحث عن كيفية تشجيع التغييرات في القيم الاجتماعية من أجل الترويج للتنمية المستدامة؛
  - تقييم خيارات تخفيف حدة المناخ في إطار الإجراءات الفعلية أو المحتملة للتكيف وبالتآزر معها.

- تطوير الدراسات الهندسية/ الاقتصادية، والاستخدامات النهائية، والدراسات القطاعية لإمكانيات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة في أقاليم و/ أو بلدان معينة في العالم، بالتركيز على:
  - معرفة وتقدير تكنولوجيات وإجراءات التخفيف اللازمة للتحول عن "الإجراءات المعتادة" في الأجل القصير (٢٠١٠، ٢٠٢٠)؛
  - وضع مناهج موحدة لتقدير كميات التخفيض في الانبعاثات وتكاليف تكنولوجيات وإجراءات التخفيف؛
  - تحديد الحواجز التي تقف أمام تنفيذ تكنولوجيات وإجراءات التخفيف؛
  - تحديد فرص زيادة استخدام تكنولوجيات وإجراءات تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة، بربطها بالمنافع الإضافية وتعزيز أهداف التنمية والإنصاف والاستدامة؛
  - ربط نتائج التقديرات بسياسات وبرامج محددة يمكن أن تتخطى الحواجز المعروفة، وكذلك تحقيق المنافع الإضافية المحددة.

مسرد المصطلحات[١]

AAs
انظر الكميات المحددة.

AAU
انظر وحدة الكمية المحددة.

Activities Implemented Jointly (AIJ) – النشاطات مشتركة التنفيذ
المرحلة التجريبية من التنفيذ المشترك، على النحو الذي جرى تعريفه فى المادة ٤-٢(أ) من **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ** التي تتيح تنفيذ أنشطة المشروعات فيما بين البلدان المتقدمة (وشركاتها) وبين البلدان المتقدمة والنامية (وشركاتها). والهدف من النشاطات مشتركة التنفيذ هو إتاحة الفرصة للأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ لاكتساب الخبرات فى نشاطات المشروعات المشتركة التنفيذ. ولا يضاف أي مقابل للنشاطات المشتركة التنفيذ في المرحلة التجريبية. ومازال يتعين اتخاذ قرار بشأن مستقبل المشروعات المشتركة التنفيذ، وكيفية ربطها بآليات كيوتو. وتمثل النشاطات المشتركة التنفيذية وغيرها من الخطط المعتمدة على السوق، باعتبارها شكلاً مبسطاً من تراخيص الاتجار بالانبعاثات، آليات محتملة هامة للتشجيع على تدفق موارد إضافية للمنفعة البيئية العالمية. انظر أيضاً آلية التنمية النظيفة والاتجار بالانبعاثات.

Adaptation – التكيف
تعديل النظم الطبيعية أو البشرية للتكيف مع البيئة الجديدة أو المتغيرة. والتكيف مع تغير المناخ يشير إلى التعديلات في النظم الطبيعية أو البشرية استجابة لحوافز مناخية أو تأثيراتها الفعلية أو المتوقعة مما يؤدي إلى التخفيف من الأضرار أو استغلال الفرص المفيدة. ويمكن التمييز بين أنواع عديدة من التكيف بما في ذلك التكيف الاستباقي والتفاعلي، والتكيف الخاص والعام والتكيف التلقائي أو المخطط.

Additionality – الإضافة
الحد من **الانبعاثات** بحسب **المصادر** أو تعزيز إزالتها من خلال **المصارف** الذي يعد إضافة إلى أي خفض يحدث في عدم وجود التنفيذ المشترك أو آلية التنمية النظيفة لنشاطات المشروعات حسبما يرد تعريفه في مواد **بروتوكول كيوتو** عن **التنفيذ المشترك** وآلية **التنمية النظيفة**. ويمكن توسيع نطاق هذا التعريف ليشمل الإضافات المالية والاستثمارية **والتكنولوجية**. وفي إطار الإضافة المالية، سيكون تمويل نشاطات المشروعات إضافة إلى مرفق البيئة العالمية القائم وغير ذلك من الالتزامات المالية للأطراف الواردة في المرفق الأول، والمساعدات الإنمائية الرسمية وغير ذلك من نظم التعاون. وفي إطار الإضافة الاستثمارية، ستحسن **قيمة وحدة خفض الانبعاثات/ وحدة الخفض المعتمد للانبعاثات** بصورة كبيرة السلامة المالية و/أو التجارية لنشاطات المشروعات. وفي إطار الإضافة التكنولوجية ستكون التكنولوجيا المستخدمة في نشاطات المشروعات أفضل المتاح في ظروف الطرف المضيف.

Administrative costs –التكاليف الإدارية
تكاليف نشاطات المشروعات أو النشاطات القطاعية ذات الصلة المباشرة بتنفيذها في المدى القصير والمقتصرة على هذا التنفيذ. وتشمل تكاليف التخطيط والتدريب والإدارة والمراقبة وغير ذلك.

Afforestation –التشجير (التحريج)
غرس غابات جديدة على الأراضي التي لم تكن تضم غابات[٢] في تاريخها. انظر أيضاً إزالة الغابات.

AIJ
انظر النشاطات مشتركة التنفيذ.

(١) المصطلحات التي تعتبر مداخل مستقلة في هذه القائمة أبرزت في النص بخط مائل باعتبارها إسناداً ترافقياً.

(٢) لمناقشة مصطلح الغابة وما يتصل بها من مصطلحات مثل التشجير وإعادة التشجير وإزالة الغابات، انظر التقرير الخاص بشأن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، مطبعة جامعة كمبريدج، ٢٠٠٠.

Alliance of Small Island States (AOSIS) – تحالف الدول الجزرية الصغيرة

تشكلت هذه المجموعة خلال مؤتمر المناخ العالمي الثاني عام ١٩٩٠، وتتألف من البلدان النامية الجزرية الصغيرة والساحلية المنخفضة المعرضة بصورة خاصة للنتائج المعاكسة لتغير المناخ مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، وبياض الشعب المرجانية، وزيادة وتيرة وشدة العواصف المدارية. ويشترك هذا التحالف، الذي يضم أكثر من ٣٥ دولة من المحيط الأطلسي والبحر الكاريبي والمحيط الهندي والبحر المتوسط والمحيط الهادئ، في أهداف مشتركة بشأن المسائل المتعلقة بالبيئة والتنمية المستدامة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

Alternative development paths – المسارات الإنمائية البديلة

تشير إلى مجموعة السيناريوهات الممكنة للقيم الاجتماعية وأنماط الاستهلاك والإنتاج في جميع البلدان بما في ذلك، بشكل غير حصري، استمرار الاتجاهات الحالية. ولا تشمل هذه المسارات في هذا التقرير، المبادرات المناخية الإضافية مما يعني أنه لم يدرج أي سيناريو يفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو أهداف الانبعاثات الواردة في بروتوكول كيوتو، ولكنها تشتمل على افتراضات بشأن السياسات الأخرى التي تؤثر بصورة غير مباشرة في انبعاثات غازات الدفيئة.

Alternative energy – الطاقة البديلة

الطاقة المستمدة من مصادر غير الوقود الأحفوري.

Ancillary benefits – المنافع الإضافية

التأثيرات الإضافية أو الجانبية للسياسات التي تهدف بصورة حصرية إلى التخفيف من تغير المناخ. فلهذه السياسات تأثيرات لا على انبعاثات غازات الدفيئة فحسب، ولكن أيضاً على كفاءة استخدام الموارد مثل الحد من انبعاثات ملوثات الهواء المحلية والإقليمية المرتبطة باستخدام الوقود الأحفوري وعلى بعض القضايا مثل النقل والزراعة وأساليب استخدام الأراضي والعمالة وأمن الوقود. ويشار إلى هذه المنافع في بعض الأحيان باعتبارها "تأثيرات إضافية" لتبرز أنه في بعض الحالات قد تكون المنافع سالبة. ويمكن أيضاً اعتبار التخفيف من غازات الدفيئة، من زاوية السياسات الموجهة نحو مكافحة تلوث الهواء المحلي، منافع إضافية إلا أن هذه العلاقات لم يتناولها هذا التقييم. انظر أيضاً المنافع المشتركة.

Anthropogenic emissions – الانبعاثات بشرية المنشأ

انبعاثات غازات الدفيئة وسلائف غازات الدفيئة والهباء ذات الصلة بالنشاطات البشرية. ويشمل ذلك حرق الوقود الأحفوري لتوفير الطاقة، وإزالة الغابات، والتغيرات في استخدام الأراضي التي تؤدي إلى حدوث زيادة صافية في الانبعاثات.

Annex I countries/Parties – البلدان/الأطراف المدرجة في المرفق الأول

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الأول (بالصورة التي عدل بها في ١٩٩٨) باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية. وخلافاً لذلك يشار إلى البلدان الأخرى، بأنها البلدان غير المدرجة في الملحق الأول. ووفقاً للمادة ٤-٢(أ) والمادة ٤-٢(ب) من الاتفاقية، تلتزم البلدان المدرجة في المرفق الأول بصورة محددة بهدف العودة فرادى أو مجتمعة إلى مستوياتها من انبعاثات غازات الدفيئة التي كانت عليها في عام ١٩٩٠ بحلول ٢٠٠٠. انظر أيضاً البلدان المدرجة في المرفق الثاني والبلدان المدرجة في المرفق باء والبلدان غير المدرجة في المرفق باء.

Annex II countries – البلدان المدرجة في المرفق الثاني

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ بما فيها جميع البلدان المتقدمة الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ووفقاً للمادة ٤-٢(ز) من الاتفاقية، يتوقع من هذه البلدان توفير الموارد المالية لمساعدة البلدان النامية على الامتثال لالتزاماتها مثل إعداد التقارير الوطنية. كما يتوقع من البلدان المدرجة في المرفق الثاني تعزيز نقل التكنولوجيات السليمة بيئياً إلى البلدان النامية. انظر أيضاً البلدان المدرجة في المرفق الأول والبلدان المدرجة في المرفق باء والبلدان غير المدرجة في المرفق الأول والبلدان/الأطراف غير المدرجة في المرفق باء.

Annex B countries/Parties – البلدان الأطراف المدرجة في المرفق باء

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق باء في بروتوكول كيوتو التي وافقت على رقم مستهدف لانبعاثات غازات الدفيئة فيها بما في ذلك جميع البلدان المدرجة في المرفق الأول (على النحو الذى عدل به في عام ١٩٩٨) باستثناء تركيا وبيلاروس. انظر أيضاً البلدان المدرجة في المرفق الثاني والبلدان غير المدرجة في المرفق الأول والبلدان/الأطراف غير المدرجة في المرفق باء.

AOSIS

انظر تحالف الدول الجزرية الصغيرة.

Assigned amounts (AAs) – الكميات المحددة

وفقاً لبروتوكول كيوتو، فإن الكمية المحددة هي مجموع كميات انبعاثات غازات الدفيئة التي وافق كل بلد من البلدان المدرجة في المرفق باء على عدم تجاوزها خلال فترة الالتزام الأولي (٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢). وقد حسبت هذه الكمية على أساس ضرب مجموع انبعاثات غازات الدفيئة في البلد في عام ١٩٩٠ في خمسة (فيما يتعلق بفترة الالتزام البالغة خمس سنوات) ثم في النسبة التي وافقت عليها على النحو المدرج في المرفق باء ببروتوكول كيوتو (أي ٩٢٪ للاتحاد الأوروبي و٩٣٪ للولايات المتحدة الأمريكية).

Assigned amount unit (AAU) – وحدة الكمية المحددة

تعادل طناً واحداً (طناً متريا) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ المحسوبة باستخدام إمكانية الاحترار العالمي

Average cost – متوسط التكلفة

يقسم مجموع التكلفة على عدد وحدات البند الذي تقيم تكلفته. وفيما يتعلق بغازات الدفيئة، مثلاً، فإنها تعني مجموع تكلفة أحد البرامج مقسماً على الكمية المادية للانبعاثات المتجنبة.

Banking – الإيداع

وفقاً لبروتوكول كيوتو [المادة ٣(١٣)]، يجوز للأطراف المدرجة في المرفق الأول باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أن تحفظ الفوائض من المسموح به من الانبعاثات أو الأرصدة الباقية من فترة الالتزام الأولي لاستخدامها في فترات الالتزام اللاحقة (بعد عام ٢٠١٢).

Barrier – الحاجز

الحاجز هو أي عائق يعترض تحقيق أية امكانية ويمكن التغلب عليه من خلال سياسة أو برنامج أو تدبير.

Barrier removal costs – تكاليف إزالة الحواجز

تكاليف النشاطات التي تهدف إلى تصحيح إخفاق السوق بصورة مباشرة أو الحد من تكاليف المعاملات في القطاع العام و/ أو القطاع الخاص. وتشمل الأمثلة على ذلك تكاليف النهوض بالقدرات المؤسسية والحد من المخاطر وعدم اليقين، وتيسير معاملات السوق وتعزيز السياسات التنظيمية.

Baseline – خط الأساس

سيناريو بعدم التدخل يستخدم كأساس لتحليل سيناريوهات التدخل.

Benefit transfer – نقل المنافع

تطبيق قيم نقدية من دراسة تقييم معينة إلى محيط بديل أو ثانوي خاص بوضع السياسات وذلك في غالب الأحيان في منطقة جغرافية غير تلك التي أجريت فيها الدراسة الأصلية.

Biofuel – الوقود الأحيائي

وقود ينتج من مادة عضوية جافة أو زيوت احتراق تنتج من النباتات. وتشمل الأمثلة على الوقود الأحيائي الكحول (من السكر المخمر) وسائل أسود من عملية تصنيع الورق والخشب وزيت فول الصويا.

Biological options – الخيارات الأحيائية

تشمل الخيارات الأحيائية للتخفيف من تغير المناخ استراتيجية أو أكثر من الاستراتيجيات الثلاث: الحفظ – حفظ مجمع الكربون الحالي ومن ثم تلافي الانبعاثات في الغلاف الجوي، وتنحية الأيونات – زيادة حجم مجمعات الكربون الحالية ومن ثم استخلاص ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، والإحلال – إحلال المنتجات الأحيائية محل الوقود الأحفوري أو المنتجات كثيفة الطاقة، ومن ثم الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

Biomass – الكتلة الأحيائية

الكتلة الكاملة للكائنات الحية في مساحة معينة أو حجم معين. وكثيراً ما تدرج المواد النباتية الميتة حديثاً باعتبارها كتلة أحيائية ميتة. ويمكن استخدام الكتلة الأحيائية في الوقود بصورة مباشرة من خلال حرقها (مثل الأخشاب) أو بصورة غير مباشرة من خلال تخميرها وتحويلها إلى كحول (مثل السكر) أو استخلاص الزيوت القابلة للاحتراق (مثل زيت فول الصويا).

Bottom-up models – النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى

نهج للنمذجة يدرج التفاصيل التكنولوجية والهندسية في التحليل. انظر أيضاً النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل.

Bubble – "فقاعة"

تسمح المادة ٤ من بروتوكول كيوتو لمجموعة من البلدان بأن تفي بهدفها المحدد في المرفق باء بصورة مشتركة من خلال تجميع انبعاثاتها الكلية تحت "فقاعة" واحدة، وتقاسم الأعباء. وتعتزم بلدان الاتحاد الأوروبي تجميع التزاماتها الخاصة بالانبعاثات وتقاسمها تحت "فقاعة" واحدة.

Cap – الحد الأقصى

انظر الحد الأقصى للانبعاثات.

Capital costs – التكاليف الرأسمالية

التكاليف المرتبطة بمصاريف رأسمالية أو استثمارية على الأراضي والتجهيزات والمعدات والمخزونات. وعلى العكس من تكاليف العمل والتشغيل، تعتبر التكاليف الرأسمالية مستقلة عن مستوى المخرجات الخاصة بقدرة إنتاج معينة.

Capacity building – بناء القدرات

في سياق **تغير المناخ**، يعتبر بناء القدرات عملية لتنمية المهارات الفنية والقدرات المؤسسية في البلدان النامية وفي البلدان التي **تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية** لتمكينها من المشاركة في جميع جوانب التكيف مع تغير المناخ **والتخفيف** من آثاره وإجراء البحوث بشأنه وتنفيذ **آليات كيوتو** وغير ذلك.

Carbon cycle – دورة الكربون

يستخدم هذا المصطلح لوصف تدفق الكربون في شتى أشكاله (في صورة ثاني أكسيد الكربون على سبيل المثال) من خلال الغلاف الجوي والمحيطات والبيوسفير الأرضي والليثوسفير.

Carbon dioxide (CO2) – ثاني أكسيد الكربون

غاز يوجد بصورة طبيعية، وكذلك كمنتج ثانوي لحرق **الوقود الأحفوري والكتلة الاحيائية** فضلاً عن التغييرات في استخدام الأ ٔراضي وغير ذلك من العمليات الصناعية. وهو غاز الدفيئة الرئيسي البشري المنشأ الذي يؤثر في التوازن الإشعاعي للأرض. وهو الغاز المرجعي الذي تقاس على أساسه غازات الدفيئة الأخرى ومن ثم فإن له **إمكانية احترار عالمي** مقدارها ١.

Carbon dioxide fertilization– التخصيب بثاني أكسيد الكربون

تعزيز نمو النباتات نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وبعض أنواع النباتات أكثر حساسية للتغيرات في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وذلك تبعاً لآلية التمثيل الضوئي. وعلى وجه الخصوص، فإن النباتات التي تنتج مركباً ثلاثي الكربون خلال التمثيل الضوئي والتي تشمل معظم الأشجار والمحاصيل الزراعية مثل الأرز والقمح وفول الصويا والبطاطس والخضر، تُبدي عموماً استجابة أكبر من النباتات التي تنتج مركباً رباعي الكربون خلال عملية التمثيل الضوئي، وهي أساساً مدارية المنشأ وتشمل الحشائش ومحاصيل الذرة وقصب السكر والدخن والذرة الرفيعة وهي محاصيل هامة زراعياً.

Carbon leakage – تسرب الكربون

انظر التسرب.

Carbon tax – ضريبة الكربون

انظر **ضريبة الانبعاثات**.

CDM

انظر **آلية التنمية النظيفة**.

CER

انظر **الخفض المعتمد للانبعاثات**.

Certified emission reduction (CER) – الخفض المعتمد للانبعاثات

يعادل طناً واحداً (طناً متريا) من **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ** المخفضة أو المنحاة من خلال مشروع لآلية التنمية النظيفة، والمحسوبة باستخدام **إمكانية الاحترار العالمي**. انظر أيضاً وحدات خفض الانبعاثات.

CFCs

انظر **مركبات الكلوروفلوروكربون**.

CH4

انظر **الميثان**.

Chlorofluorocarbons (CFCs) – مركبات الكلوروفلوروكربون

غازات الدفيئة التي يشملها بروتوكول مونتريال لعام ١٩٨٧ وتستخدم في التبريد أو تكييف الهواء أوالتعبئة أوالعزل أوالمذيبات أو دواسر الهباء. ونظراً إلى أنها لا تتبدد في الغلاف الجوي الأسفل، فإنها تنتقل إلى الغلاف الجوي الأعلى، حيث، إذا ما أتيحت لها الظروف المناسبة، تدمر **الأوزون**. ويجري الاستعاضة عن هذه الغازات بمركبات أخرى بما في ذلك مركبات الهيدروكلوروفلوروكربون **والهيدروفلوروكربون** وهي من غازات الدفيئة التي يشملها **بروتوكول كيوتو**.

Clean Development Mechanism (CDM) – آلية التنمية النظيفة

يقصد من آلية التنمية النظيفة، المعرّفة في المادة ١٢ من **بروتوكول كيوتو**، أن تحقق هدفين هما: (١) مساعدة الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول في تحقيق التنمية المستدامة، والإسهام في الهدف النهائي للاتفاقية؛ (٢) مساعدة الأطراف المدرجة في المرفق الأول في تحقيق الامتثال لالتزاماتها بتحديد وخفض الانبعاثات. ومقادير **الخفض المعتمد للانبعاثات** من مشروعات آلية التنمية النظيفة التي تنفذ في **البلدان غير المدرجة في المرفق**

الأول والتي تحد أو تخفض من انبعاثات غازات الدفيئة، عندما تعتمدها كيانات التشغيل التي يعينها مؤتمر الأطراف/اجتماع الأطراف، يمكن أن تضاف للمستثمر (الحكومة أو الصناعة) من جانب الأطراف المدرجة في المرفق باء. ويستخدم جزء من العائدات من نشاطات المشروعات المعتمدة في تغطية المصروفات الإدارية فضلاً عن مساعدة الأطراف من البلدان النامية المعرضة بصورة خاصة لآثار تغير المناخ الضارة في تغطية تكاليف التكيف.

Climate change – تغير المناخ

يشير مصطلح تغير المناخ إلى تغيرات هامة من الناحية الإحصائية، إما في متوسط حالة المناخ أو في تقلبيته، تستمر لفترة ممتدة (عقود أو أطول من ذلك عادة). وقد ينشأ تغير المناخ عن عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية أو عن تغيرات مستمرة بشرية المنشأ في تكوين الغلاف الجوي أو استخدام الأراضي. ويلاحظ أن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ قد عرّفت في مادتها الأولى تغير المناخ بأنه "تغير في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى نشاط بشرى يفضي إلى تغيير في تكوين الغلاف الجوى العالمي، ويلاحظ، بالإضافة إلى التقلبية الطبيعية للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة". وهكذا فإن هذه الاتفاقية تفرق بين "تغير المناخ" الذي يعزى إلى نشاطات بشرية تفضي إلى تغيير في تكوين الغلاف الجوى، و"التقلبية المناخية" التي تُعزى إلى أسباب طبيعية.

Climate Convention – اتفاقية المناخ

انظر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

CO2

انظر ثاني أكسيد الكربون.

CO2 - equivalent – ثاني أكسيد الكربون المكافئ

تركيز ثاني أكسيد الكربون الذي يسبب القدر نفسه من التأثير الإشعاعي الذي يحدثه المزيج المعين من ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى.

Co-benefits – المنافع المشتركة

المنافع المستمدة من السياسات التي تنفذ لأسباب مختلفة في نفس الوقت – بما في ذلك التخفيف من تغير المناخ – والتي تعترف بأن معظم السياسات المصممة للعمل على التخفيف من غازات الدفيئة لها أيضاً أسباب جوهرية أخرى مساوية في الأهمية على الأقل في كثير من الأحيان (تتعلق، على سبيل المثال، بأهداف التنمية والاستدامة والإنصاف). ويستخدم تعبير التأثير المشترك أيضاً بمعنى أكثر عمومية لتغطية كل من الجانبين الموجب والسالب للمنافع. انظر أيضاً المنافع الإضافية.

Co-generation – التوليد المشترك

استخدام الحرارة المهدرة من توليد الكهرباء مثل العادم من التوربينات الغازية، سواء للأغراض الصناعية أو لتدفئة المدن.

Commercialization – إضفاء الطابع التجاري

سلسلة من التدابير اللازمة لتحقيق الدخول إلى الأسواق والقدرة التنافسية للتكنولوجيات والعمليات والمنتجات الجديدة في الأسواق العامة.

Compliance – الامتثال

انظر التنفيذ.

Conference of the Parties (CoP) – مؤتمر الأطراف

مؤتمر الأطراف هو الهيئة العليا لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، ويتألف من البلدان التي صادقت على الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ أو انضمت إليها. وقد عُقدت الدورة الأولى لمؤتمر الأطراف في برلين عام ١٩٩٥ وتلتها الدورة الثانية في جنيف عام ١٩٩٦ والدورة الثالثة في كيوتو عام ١٩٩٧ والدورة الرابعة في بوينس آيرس والدورة الخامسة في بون والدورة السادسة في لاهاي. والدورة السابعة في مراكش. انظر أيضاً مؤتمر الأطراف/ اجتماع الأطراف.

Consumer surplus – فائض المستهلك

مقياس لقيمة الاستهلاك بما يتجاوز الأسعار التي تدفع مقابل سلعة أو خدمة.

CoP

انظر مؤتمر الأطراف.

CoP/MoP

مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ سيعمل بوصفه اجتماع الأطراف وهو الهيئة العليا لبروتوكول كيوتو، إلا أن الأطراف في بروتوكول كيوتو هم فقط الذين يجوز لهم المشاركة في المداولات واتخاذ القرارات. ولن يمكن عقد اجتماع للأطراف إلى أن يدخل البروتوكول حيز التنفيذ.

Cost-effective – فعال بالقياس إلى التكلفة

معيار يحدد أن تكنولوجيا معينة توفر (أو تدبيراً معيناً يوفر) سلعة أو خدمة بتكلفة مساوية للتكلفة الجارية أو أقل منها أو البديل الأقل تكلفة لتحقيق هدف معين.

Deforestation – إزالة الغابات
تحويل الغابات إلى مناطق غير حرجية(٣).

Demand-side management – إدارة جانب الطلب
السياسات والبرامج التي تصمم لغرض معين هو التأثير في الطلب الاستهلاكي على السلع و/أو الخدمات. وفي قطاع الطاقة، مثلاً، يشير ذلك إلى السياسات والبرامج المصممة للحد من الطلب الاستهلاكي على الكهرباء وغير ذلك من مصادر الطاقة. وهي تساعد على الحد من **انبعاثات غازات الدفيئة**.

Dematerialization – فك الارتباط بالعنصر المادي
هي العملية التي يجري بها فك ارتباط النشاط الاقتصادي بمكوِّن الطاقة – المادة من خلال عمليات مثل الإنتاج الكفؤ إيكولوجياً أو **الإيكولوجيا الصناعية**، مما يتيح انخفاض التأثير البيئي بالنسبة لوحدة النشاط الاقتصادي.

Deposit - refund system – نظام الإيداع والرد
نظام يجمع بين الإيداع أو الرسم (الضريبة) على سلعة معينة وبين الرد أو الحسم (**الإعانة**) لتنفيذ عمل معين. انظر أيضاً **ضريبة الانبعاثات**.

Desertification – التصحر
تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة الناتج عن عوامل شتى منها تباينات المناخ والأنشطة البشرية. وعلاوة على ذلك تعرف اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD) تدهور الأراضي بأنه تعرض المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة، لانخفاض أو خسارة الإنتاجية البيولوجية أو الاقتصادية أو تعقيدات الأراضي المحصولية المعتمدة على الأمطار والأراضي المحصولية المروية والمراعي وأراضي الرعي والغابات والجنبات نتيجة لاستخدام الأراضي أو من عملية أو مجموعة من العمليات بما فيها العمليات الناشئة عن أنشطة بشرية وأنماط سُكنى مثل (١) تعرية التربة بفعل الرياح و/أو المياه؛ (٢) تدهور الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية أو الاقتصادية و(٣) فقد الغطاء النباتي الطبيعي منذ زمن بعيد.

Double dividend – الأرباح المزدوجة
التأثيرات التي يمكن للصكوك المدرة للعائدات مثل ضرائب الكربون وتراخيص انبعاثات الكربون القابل للتداول أن (١) تحد أو تخفض من **انبعاثات** غازات الدفيئة (٢) تعوض ولو جزء على الأقل من خسائر الرفاه المحتملة الناجمة عن السياسات المناخية من خلال إعادة استخدام العائدات في الاقتصاد لخفض الضرائب الأخرى التي قد يكون لها تأثيرات تشويهية. وفي عالم تسوده البطالة غير الطوعية، قد يكون لسياسات **تغير المناخ** تأثيرات ("أرباح ثالثة" موجبة أو سالبة) على فرص العمل. وتحدث الأرباح المزدوجة الضعيفة مادامت هناك تأثيرات لإعادة دوران العائدات أي مادام يتم إعادة استخدام العائدات من خلال خفض المعدلات الهامشية للضرائب التشويهية. وتتطلب الأرباح المزدوجة القوية أن تعوض تأثيرات إعادة استخدام العائدات (المفيدة) وتفوق توليفة التكاليف الأولية، وفي هذه الحالة تكون التكاليف الصافية للمكافحة سالبة. انظر أيضاً **تأثير التفاعل**.

Economic potential – الإمكانية الاقتصادية
الامكانيات الاقتصادية هي الجزء من **الإمكانية التكنولوجية** لخفض **انبعاثات** غازات الدفيئة أو للتحسينات في **كفاءة الطاقة** الذي يمكن تحقيقه بفعالية تكاليفية من خلال فتح الأسواق وخفض إخفاقات الأسواق وزيادة التحويلات المالية والتكنولوجية. ويتطلب تحقيق الإمكانية الاقتصادية وجود **سياسات وتدابير** إضافية لكسر **حواجز السوق**. انظر أيضاً **إمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية والإمكانية التكنولوجية**.

Economies in transition (EITs) – الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية
البلدان التي تمر اقتصاداتها بعملية تغيير من نظام اقتصادي مخطط إلى اقتصاد سوقي.

Ecosystem – النظام الإيكولوجي
نظام للتفاعل بين الكائنات الحية وبيئتها المادية. وحدود ما يمكن أن يطلق عليه نظام إيكولوجي تحكمية بعض الشيء تبعاً لمحور الاهتمام أو الدراسة. وهكذا فإن مدى أي نظام إيكولوجي قد يتراوح بين نطاقات مكانية صغيرة للغاية والأرض بأكملها في نهاية المطاف.

Ecotax – ضريبة إيكولوجية
انظر ضريبة الانبعاثات.

EITs
انظر **الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية**.

(٣) انظر الحاشية ٢.

Emission – الانبعاثات
في سياق **تغير المناخ** تشير الانبعاثات إلى انطلاق **غازات الدفيئة** و/أو سلائفها والهباء في الغلاف الجوي في منطقة محددة وفترة زمنية معينة.

Emissions cap – الحد الأقصى للانبعاثات
قيد إلزامي ضمن إطار زمني محدد يفرض "حداً أقصى" على الكمية الإجمالية لانبعاثات **غازات الدفيئة** بشرية المنشأ التي يمكن إطلاقها في الغلاف الجوي. ويفرض **بروتوكول كيوتو** حدوداً قصوى على انبعاثات غازات الدفيئة التي تطلقها **البلدان/الأطراف المدرجة في المرفق باء**.

Emissions factor – عامل الانبعاثات
عامل الانبعاثات هو المعامل الذي يربط **الانبعاثات** الفعلية ببيانات النشاطات، باعتباره معدلاً معيارياً للانبعاثات بحسب وحدة النشاط.

Emissions permit – رخصة إطلاق الانبعاثات
رخصة إطلاق الانبعاثات هي حصة الاستحقاقات غير القابلة للتحويل أو التداول تجارياً التي تحددها حكومة ما لإحدى المؤسسات لإطلاق كمية محددة من مادة معينة.

Emissions quota – حصة الانبعاثات
الجزء أو القسم من الانبعاثات الكلية المسموح بها المخصص لبلد أو مجموعة من البلدان في إطار الحد الأقصى للانبعاثات الكلية والمخصصات الإلزامية من الموارد.

Emissions reduction unit (ERU) – وحدة خفض الانبعاثات
تعادل طناً واحداً (طناً متريا) من **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون** المخفضة أو المنحاة نتيجة **للتنفيذ المشترك** (المعرف في المادة ٦ من **بروتوكول كيوتو**) لمشروع، والمحسوبة باستخدام **إمكانية الاحترار العالمي**. انظر أيضاً **الخفض المعتمد للانبعاثات والاتجار بالانبعاثات**.

Emission standard – مقياس الانبعاثات
مستوى الانبعاثات الذي لا يجوز تجاوزه بمقتضى قانون أو اتفاق طوعي.

Emissions tax – ضريبة الانبعاثات
ضريبة تفرضها الحكومة على كل وحدة من **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المكافئ** يطلقها مصدر خاضع للضريبة. ونظراً لأن كل الكربون تقريباً في **الوقود الأحفوري** ينبعث في نهاية المطاف في شكل ثاني أكسيد الكربون، فإن الرسم الذي يفرض على محتوى الوقود الأحفوري من الكربون – ضريبة الكربون – يعادل ضريبة الانبعاثات التي تفرض على الانبعاثات الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري. وتقلل **ضريبة الطاقة** – الرسم المفروض على محتوى الوقود من الطاقة – من الطلب على الطاقة ومن ثم تحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استخدام الوقود الأحفوري. وتحدد **الضريبة الإيكولوجية** لغرض التأثير على السلوك البشري (وخاصة السلوك الاقتصادي) لاتباع مسار حميد من الناحية الإيكولوجية. وضريبة الانبعاثات/الكربون/الطاقة الدولية هي ضريبة تفرض على مصادر محددة في البلدان المشاركة من جانب وكالة دولية. ويوزع العائد أو يستخدم على النحو الذي تحدده البلدان المشاركة أو الوكالة الدولية.

Emissions trading – الاتجار بالانبعاثات
منهج يعتمد على السوق في تحقيق الأهداف البيئية يتيح لأولئك الذين يخفضون **انبعاثات غازات الدفيئة** إلى ما دون المطلوب لاستخدام الانخفاضات الفائضة أو الاتجار بها للتعويض عن الانبعاثات في مصدر آخر داخل أو خارج البلد. وعموماً يمكن أن يحدث الاتجار على مستوى ما بين الشركات أو المستويين المحلي والدولي. وقد اعتمد تقرير التقييم الثاني الذي أعدته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ مبدأ استخدام "الرخص" لنظم التجارة المحلية أو "الحصص" لنظم التجارة الدولية. والاتجار بالانبعاثات بمقتضى المادة ١٧ من **بروتوكول كيوتو** هو نظام للحصص القابلة للتداول يعتمد على **الكميات المحددة** التي تُحسب من الالتزامات المدرجة في المرفق باء للبروتوكول والخاصة بخفض الانبعاثات والحد منها. انظر أيضاً **الحد المعتمد للانبعاثات وآلية التنمية النظيفة**.

Energy conversion – حفظ الطاقة
انظر تحويل الطاقة.

Energy efficiency – كفاءة الطاقة
نسبة مخرجات عملية تحويل أو نظام من الطاقة إلى مدخلات العملية أو النظام من الطاقة.

Energy intensity – كثافة الطاقة
كثافة الطاقة هي نسبة استهلاك الطاقة إلى الناتج الاقتصادي أو المادي. وكثافة الطاقة. وعلى المستوى الوطني، هي نسبة الاستهلاك المحلي الإجمالي **للطاقة الأولية** أو **الطاقة النهائية** إلى **الناتج المحلي الإجمالي** أو الناتج المادي.

Energy service – خدمة الطاقة
استخدام الطاقة المفيدة في مهام مرغوبة من جانب المستهلك مثل النقل أو تدفئة الغرف أو الإضاءة.

Energy tax – ضريبة الطاقة
انظر **ضريبة الانبعاثات**.

Energy transformation – تحويل الطاقة
التغيير من شكل من أشكال الطاقة، مثل الطاقة الموجودة في **الوقود الأحفوري**، إلى شكل آخر مثل الكهرباء.

Equivalent CO2 – ثاني أكسيد الكربون المكافئ
انظر Equivalent CO2 – **ثاني أكسيد الكربون المكافئ**.

ERU
انظر **وحدة خفض الانبعاثات**.

Externality – العامل الخارجي
انظر **التكلفة الخارجية**.

External cost – التكلفة الخارجية
تستخدم لتعريف التكاليف الناشئة عن أي نشاط بشري عندما لا يراعي العنصر المسؤول عن هذا النشاط بصورة كاملة تأثيرات أعماله على العناصر الأخرى. وبالمثل فإنه عندما تكون التأثيرات إيجابية ولا تراعى في أعمال العنصر المسؤول يشار إليها على أنها منافع خارجية. وتؤثر **انبعاثات** الملوثات الدقائقية من محطة لتوليد الطاقة في صحة الناس في المنطقة المجاورة، إلا أن ذلك كثيراً ما لا يؤخذ في الاعتبار ولا يولى الأهمية الكافية في عملية اتخاذ القرارات الخاصة، ولا توجد سوق لهذه التأثيرات. ويشار إلى هذه الظاهرة على أنها عاملاً خارجياً، ويشار إلى التكاليف التي تسببها بأنها تكاليف خارجية.

FCCC
انظر **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ**.

Final energy – الطاقة النهائية
الطاقة التي يزود بها المستهلك لتحويلها إلى طاقة قابلة للاستخدام (مثل الكهرباء في المقبس).

Flexibility mechanisms – آليات المرونة
انظر **آليات كيوتو**.

Forest – الغابة
نوع من الغطاء النباتي تهيمن عليه الأشجار. ويوجد الكثير من التعاريف لتعبير الغابة في مختلف أنحاء العالم مما يعكس الفروق الشاسعة في الأحوال البيولوجية الجيوفيزيائية والهيكل الاجتماعي والاقتصاديات[٤]. انظر أيضاً **التشجير وإزالة الغابات وإعادة التشجير**.

Fossil fuels – الوقود الأحفوري
وقود يعتمد على الكربون يستمد من رواسب الكربون الأحفوري بما في ذلك الفحم والنفط والغاز الطبيعي.

Fuel switching – التحول فيما بين أنواع الوقود
سياسة تهدف إلى الحد من **انبعاثات ثاني أكسيد الكربون** من خلال التحول إلى أنواع الوقود ذات المحتوى الكربوني المنخفض مثل التحول من الفحم إلى الغاز الطبيعي.

Full-cost pricing – تسعير بالتكلفة الكلية
تسعير السلع التجارية – مثل الطاقة الكهربية – بحيث لا تتضمن الأسعار النهائية المطلوبة من المستخدم النهائي التكاليف الخاصة للمدخلات فحسب وإنما تتضمن أيضاً تكاليف **العوامل الخارجية** الناجمة عن إنتاجها واستخدامها.

G77/China – مجموعة الـ ٧٧/ الصين
انظر **مجموعة الـ ٧٧ والصين**.

GDP
انظر **الناتج المحلي الإجمالي**.

General equilibrium analysis – تحليل التوازن العام
تحليل التوازن العام هو منهج يدرس في آن واحد جميع الأسواق وتأثيرات التغذية المرتدة فيما بين هذه الأسواق في اقتصاد يؤدي إلى توازن السوق. انظر أيضاً **توازن السوق**.

Geo-engineering – الهندسة الجيولوجية
جهود تبذل لتحقيق استقرار النظام المناخي من خلال الإدارة المباشرة لميزانية طاقة الأرض ومن ثم التغلب على **ظاهرة الدفيئة المعززة**.

(٤) انظر الحاشية ٢.

GHG

انظر **غاز الدفيئة**.

Global warming – الاحترار العالمي

الاحترار العالمي هو زيادة مرصودة أو متوقعة في المتوسط العالمي لدرجات الحرارة.

Global Warming Potential (GWP) – إمكانية الاحترار العالمي

مؤشر يصف الخصائص الإشعاعية لـ**غازات الدفيئة** حسنة المزج التي تمثل التأثيرات المجتمعة للأوقات المختلفة التي تبقى فيها هذه الغازات في الغلاف الخارجي وفعاليتها النسبية في امتصاص الأشعة تحت الحمراء الصادرة. ويضع هذا المؤشر تقديرات تقريبية لتأثيرات الاحترار المتكامل زمنياً لكتلة وحدة من غاز دفيئة معينة في الغلاف الجوي الحالي مقابل تلك الخاصة بـ**ثاني أكسيد الكربون**. يلاحظ أن المختصر الإنكليزي ***GWP*** يشير أيضاً إلى **الناتج العالمي الإجمالي**.

GNP

انظر **الناتج القومي الإجمالي**.

GPP

انظر **الإنتاج الأولي الإجمالي**.

Greenhouse effect – ظاهرة الدفيئة

تمتص **غازات الدفيئة** بصورة فعلية الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من سطح الأرض، ومن الغلاف الجوي ذاته بسبب هذه الغازات، ومن السحب. وينبعث إشعاع الغلاف الجوي إلى جميع الجوانب بما في ذلك إلى أسفل سطح الأرض. وهكذا فإن غازات الدفيئة تحتجز الحرارة داخل نظام السطح – التروبوسفير. ويسمى ذلك ظاهرة الدفيئة الطبيعية. أما إشعاع الغلاف الجوي فهو يقترن بدرجة حرارة السطح الذي ينبعث منه. وفي التروبوسفير تنخفض الحرارة عموماً مع الارتفاع. والحقيقة أن الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث إلى الفضاء تنشأ من ارتفاع درجة حرارة تبلغ في المتوسط –١٩ه س بالتوازن مع الإشعاع الشمسي القادم الصافي. غير أن سطح الأرض يظل عند درجة حرارة أعلى بكثير يبلغ متوسطها + ١٤ ه س. وتؤدي الزيادة في تركيز غازات الدفيئة إلى زيادة لا إنفاذية الغلاف الجوي للأشعة تحت الحمراء ومن ثم إلى إشعاع فعال ينبعث إلى الفضاء من ارتفاع أعلى مع درجة حرارة أكثر انخفاضاً. ويتسبب هذا في حدوث **تأثير إشعاعي** يمثل اختلالاً لا يمكن تعويضه بزيادة درجة حرارة نظام السطح – التروبوسفير. وهذه هي ظاهرة الدفيئة المعززة.

Greenhouse gas (GHG) – غاز الدفيئة

غازات الدفيئة هي المكونات الغازية الموجودة في الغلاف الخارجي سواء أكانت طبيعية أو بشرية المنشأ، التي تمتص وتبعث بالإشعاع في أطوال موجات معينة في نطاق طيف الأشعة تحت الحمراء التي تنبعث من سطح الأرض والغلاف الجوي والسحب. وتسبب هذه الخاصية **ظاهرة الدفيئة**. وبخار الماء و**ثاني أكسيد الكربون** و**أكسيد النيتروز** و**الميثان** و**الأوزون** هي غازات الدفيئة الأولية في الغلاف الجوي للأرض. وعلاوة على ذلك، هناك عدد من غازات الدفيئة البشرية الصنع بالكامل في الغلاف الجوي مثل الهالوكربونات وغيرها من المواد المحتوية على الكلور والبرومين، والتي يجري تناولها ضمن إطار **بروتوكول مونتريال**. وإلى جانب ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والميثان يتناول **بروتوكول كيوتو** غازات الدفيئة الأخرى مثل **سداسي فلوريد الكبريت** و**مركبات الهيدروفلوروكربون** و**مركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة**.

Gross World Product (GWP) – الناتج العالمي الإجمالي

تجميع للإنتاج **المحلي الإجمالي** في العالم. ويلاحظ أن المختصر الإنكليزي **GWP** يشير أيضاً إلى إمكانية الاحترار العالمي.

Gross Domestic Product (GDP) – الناتج المحلي الإجمالي

مبلغ **القيمة المضافة** الإجمالية، بأسعار المشترين، بواسطة جميع المنتجين المقيمين وغير المقيمين في الاقتصاد، زائداً أي ضرائب وناقصاً أي عائدات غير مدرجة في قيمة المنتجات في بلد ما أو في منطقة جغرافية لفترة معينة من الزمن تبلغ في العادة سنة واحدة. ويحسب هذا الناتج دون إجراء مقابل استهلاك قيمة الأصول المصنعة أو استنزاف وتدهور الموارد الطبيعية.

Gross National Product (GNP) – الناتج القومي الإجمالي

الناتج القومي الإجمالي مقياس للدخل القومي. وهو يقيس **القيمة المضافة** من المصادر المحلية والخارجية التي يطالب بها المقيمون. ويتألف الناتج القومي الإجمالي من **الناتج المحلي الإجمالي** زائداً متحصلات الدخل الأولي الصافية من دخل غير المقيمين.

Gross Primary Production (GPP) – الإنتاج الأولي الإجمالي

كمية الكربون المثبتة من الغلاف الجوي من خلال التمثيل الضوئي.

Group of 77 and China (G77/China) – مجموعة الـ ٧٧ والصين (مجموعة الـ ٧٧/ الصين)

كانت في الأصل ٧٧ وتبلغ الآن أكثر من ١٣٠ بلداً نامياً تعمل ككتلة تفاوضية رئيسية في عملية اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ *(UNFCCC)*. ويشار إلى مجموعة الـ ٧٧/ الصين أيضاً باعتبارها من البلدان غير المدرجة في المرفق الأول في سياق اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

GWP

انظر إمكانية الاحترار العالمي، الناتج العالمي الإجمالي.

Harmonized emissions/carbon/energy tax – ضريبة الانبعاثات/ الكربون/ الطاقة المتناسقة

تلزم البلدان المشاركة بفرض ضريبة بمعدل موحد على نفس المصادر. ويمكن لكل بلد أن يحتفظ بعائدات الضرائب التي يحصلها. ولا تتطلب الضريبة المتناسقة بالضرورة من البلدان فرض ضريبة بنفس المعدل، إلا أن فرض معدلات ضرائب مختلفة عبر البلدان لن يكون فعالاً بالقياس إلى التكلفة. انظر أيضاً ضريبة الانبعاثات.

HFCs

انظر مركبات الهيدروفلوروكربون.

Hydrofluorocarbons (HFCs) – مركبات الهيدروفلوروكربون

من بين غازات الدفيئة الستة التي يتعين تخفيضها بمقتضى بروتوكول كيوتو. ويتم إنتاجها تجارياً باعتبارها بديلاً عن مركبات الكلوروفلوروكربون. وتُستخدم مركبات الهيدروفلوروكربون على نطاق واسع في التبريد وصناعة أشباه الموصلات. وتتراوح إمكانيات الاحترار العالمي التي تنطوي عليها بين ١٣٠٠ و١١ ٧٠٠.

IEA

انظر الوكالة الدولية للطاقة.

IGO

انظر منظمة حكومية دولية.

Implementation – التنفيذ

يشير التنفيذ إلى التدابير (التشريعات أو اللوائح، أو القرارات القانونية أو الإجراءات الأخرى) التي تتخذها الحكومات لتحويل الاتفاقات الدولية إلى قوانين وسياسات محلية. ويشمل الوقائع والنشاطات التي تحدث بعد صدور توجيهات رسمية بشأن السياسات العامة والتي تتضمن الجهود التي تُبْذل لأغراض الإدارة والتأثيرات الموضوعية على الناس والأحداث. ومن المهم التمييز بين التنفيذ القانوني للالتزامات الدولية (في القانون الوطني)، والتنفيذ الفعلي (التدابير التي تشمل التغييرات في سلوك المجموعات المستهدفة). والامتثال هو مسألة تتعلق بما إذا كانت البلدان تنضم إلى أحكام الاتفاق وإلى أي مدى. ولا يركز الامتثال على ما إذا كانت تدابير التنفيذ سارية فحسب بل وعلى ما إذا كان هناك امتثال لإجراءات التنفيذ. ويقيس الامتثال الدرجة التي تمتثل بها القوى الفاعلة التي يستهدفها الاتفاق سواء أكانت هذه القوى الفاعلة وحدات حكم محلي أو مؤسسات أو منظمات أو أفراد، لتدابير والتزامات التنفيذ.

Implementation costs – تكاليف التنفيذ

التكاليف التي تنطوي عليها عملية تنفيذ خيارات التخفيف. وترتبط هذه التكاليف بالتغييرات المؤسسية الضرورية، والاحتياجات من المعلومات، وحجم السوق، وفرص الحصول على التكنولوجيا وتعلمها، والحوافز الاقتصادية اللازمة (المنح والإعانات والضرائب).

Income elasticity – مرونة الدخل

النسبة المئوية للتغير في مقدار الطلب على سلعة أو خدمة بافتراض حدوث تغير في الدخل بنسبة ١٪.

Industrial ecology – الإيكولوجيا الصناعية

مجموعة علاقات صناعة معينة مع بيئتها، وتشير في غالب الأحيان إلى التخطيط الواعي للعمليات الصناعية للتقليل إلى أدنى حد من التداخل السلبي مع البيئة المحيطة (بإعادة توزيع الحرارة والمواد، على سبيل المثال).

Industrialization – التصنيع

تحويل المجتمع من مجتمع يعتمد على العمل اليدوي إلى مجتمع يعتمد على استخدام الأجهزة الميكانيكية.

Inertia – القصور الذاتي

خاصية تستمر المادة من خلالها في حالتها السائدة من السكون أو التحرك المنتظم في خط مستقيم ما لم تتغير هذه الحالة بفعل قوة خارجية. وفي سياق التخفيف من تغير المناخ ترتبط هذه الخاصية بأشكال رأس المال المختلفة (مثل رأس المال المادي الذي من صنع الإنسان، ورأس المال الطبيعي، ورأس المال

الاجتماعي غير المادي بما في ذلك المؤسسات واللوائح والمعايير).

Infrastructure – البنية الأساسية
المنشآت والمرافق الأساسية، التي يعتمد عليها عمل المجتمع المحلي ونموه، مثل الطرق والمدارس ومرافق الكهرباء والغاز والمياه، والنقل، وشبكات الاتصال.

Integrated assessment – التقييم المتكامل
طريقة للتحليل تجمع بين النتائج والنماذج الناشئة عن العلوم الفيزيائية والبيولوجية والاقتصادية والاجتماعية، والتفاعلات بين هذه المكوِّنات، في إطار متسق، لتقييم حالة التغير البيئي وعواقبه وإجراءات التصدي له على صعيد السياسات.

Interaction effect – تأثير التفاعل
نتيجة أو عاقبة تفاعل صكوك سياسات **تغير المناخ** مع نظم الضرائب المحلية القائمة، بما في ذلك تأثير تفاعل الضرائب المضافة للتكاليف وتأثير إعادة تدوير الإيرادات المخفضة للتكاليف. فالأول يعكس التأثيرات التي يمكن أن تكون لسياسات **غازات الدفيئة** على أداء أسواق العمل ورأس المال من خلال تأثيراتها على الأجور الفعلية والعائد الفعلي لرأس المال. فالرخص أو اللوائح أو **ضريبة الكربون**، بتقييدها **لانبعاثات** غازات الدفيئة المسموح بها، تزيد من تكاليف الإنتاج وأسعار المنتجات ومن ثم تقلل العائد الفعلي للعمل ورأس المال. وفيما يتعلق بالسياسات التي تزيد من إيرادات الحكومات، وضرائب الكربون، والرخص المباعة، يمكن إعادة تدوير الإيرادات للحد من الضرائب المشوهة السارية. انظر أيضاً **الأرباح المزدوجة**.

Intergovernmental Organization (IGO) – منظمة حكومية دولية
منظمات تشكَّل من الحكومات. ومن أمثلتها البنك الدولي، ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الطيران المدني الدولي والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وغيرها من منظمات الأمم المتحدة والمنظمات الإقليمية. وتسمح **اتفاقية المناخ** باعتماد هذه المنظمات الحكومية الدولية لحضور دورات التفاوض.

International emissions/carbon/energy tax – ضريبة الانبعاثات/الكربون/ الطاقة الدولية
انظر **ضريبة الانبعاثات**.

International Energy Agency (IEA) – الوكالة الدولية للطاقة
منتدى للطاقة مقره باريس أنشئ عام ١٩٧٤. ويرتبط المنتدى بمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتمكين البلدان الأعضاء من اتخاذ تدابير مشتركة لمواجهة طوارئ إمدادات النفط، وتقاسم معلومات الطاقة، وتنسيق سياساتها في مجال الطاقة، والتعاون في وضع برامج رشيدة للطاقة.

International product and/or technology standards – المقاييس الدولية للمنتجات و/ أو التكنولوجيا
انظر المقاييس.

JI
انظر **التنفيذ المشترك**.

Joint Implementation (JI) – التنفيذ المشترك
آلية تنفيذ قائمة على السوق تم تعريفها في المادة ٦ من **بروتوكول كيوتو** وتسمح للبلدان المدرجة في المرفق الأول أو للشركات من هذه البلدان بالتنفيذ المشترك لمشروعات للحد من **الانبعاثات** أو لزيادة **المصارف** وتقاسم **وحدات خفض الانبعاثات**. كما يسمح بنشاطات التنفيذ المشترك في المادة ٤–٢(أ) من **اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ**. انظر أيضاً **النشاطات مشتركة التنفيذ وآليات كيوتو**.

Known technological options – الخيارات التكنولوجية المعروفة
تشير إلى التكنولوجيات الموجودة التي يجري تنفيذها أو التي في مرحلة تجريبية الآن. ولا تشمل أية تكنولوجيات جديدة تتطلب إنجازات تكنولوجية هائلة.

Kyoto Mechanisms – آليات كيوتو
آليات اقتصادية قائمة على مبادئ السوق يمكن للأطراف في **بروتوكول كيوتو** استخدامها في محاولة للتقليل من التأثيرات الاقتصادية المحتملة لمتطلبات خفض انبعاثات **غازات الدفيئة**. وتشمل التنفيذ المشترك (المادة ٦) **وآلية التنمية النظيفة** (المادة ١٢) والاتجار بالانبعاثات (المادة ١٧).

Kyoto Protocol – بروتوكول كيوتو
اعتُمد بروتوكول كيوتو الملحق **باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ** *(UNFCCC)* في الدورة الثالثة **لمؤتمر الأطراف** في اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ في عام ١٩٩٧ في كيوتو باليابان. ويتضمن البروتوكول التزامات ملزمة

قانوناً بالإضافة إلى تلك الواردة في الاتفاقية (UNFCCC). وقد وافقت البلدان المدرجة في المرفق باء بالبروتوكول (معظم بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادى والبلدان ذات الاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية) على خفض انبعاثات غازات الدفيئة التي تطلقها (ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهيدروفلوروكربون ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة وسداسي فلوريد الكبريت) بما لا يقل عن ٥ في المائة عن مستوياتها عام ١٩٩٠ خلال فترة الالتزام ٢٠٠٨–٢٠١٢. ولم يدخل بروتوكول كيوتو حيز التنفيذ بعد (تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠٠٠).

Land use – استخدام الأراضي

مجموع الترتيبات والنشاطات والمدخلات المنفذة في نوع معين من الغطاء الأرضي (مجموعة من الإجراءات البشرية). والأغراض الاجتماعية والاقتصادية التي تدار من أجلها الأراضي (مثل الرعي واستخلاص الخشب والصيانة).

Leakage – التسرب

الجزء من تخفيضات الانبعاثات في البلدان المدرجة في المرفق باء الذي يمكن تعويضه بزيادة الانبعاثات في البلدان غير المقيدة إلى ما يزيد على مستويات خط الأساس لديها. ويمكن أن يحدث ذلك من خلال (١) إعادة تسكين الإنتاج كثيف الاستخدام للطاقة في هذه المناطق غير المقيدة؛ (٢) زيادة استهلاك الوقود الأحفوري في هذه المناطق من خلال خفض الأسعار الدولية للنفط والغاز نتيجة لانخفاض الطلب على أنواع الطاقة هذه؛ (٣) التغيرات في الدخول (ومن ثم في الطلب على الطاقة) بسبب تحسن معدلات التبادل التجاري. كما يشير التسرب إلى الحالة التي يحدث فيها، دون قصد، أن يؤدي، بشكل مباشر أو غير مباشر، نشاط مسبب لتنحية أيونات الكربون (مثل غرس الأشجار) على قطعة أرض إلى إطلاق نشاط آخر موازنة الآثار الكربونية للنشاط الأول بصورة كلية أو جزئية.

Macroeconomic costs – التكاليف على مستوى الاقتصاد الكلي

تقاس عادة باعتبارها تغيرات في الناتج المحلي الإجمالي أو نمو في الناتج المحلي الإجمالي أو فقد في "الرفاه" أو فقد في الاستهلاك.

Marginal cost pricing – تسعير بالتكلفة الحدية

تسعير السلع والخدمات التجارية بحيث يساوي السعر التكلفة الإضافية الناجمة عن زيادة الإنتاج بوحدة إضافية.

Market barriers – الحواجز السوقية

تعني، في سياق التخفيف من تغير المناخ، الشروط التي تمنع أو تعوق انتشار التكنولوجيات أو الممارسات – الفعالة بالقياس إلى التكلفة – التي يمكنها التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة.

Market-based incentives – الحوافز القائمة على السوق

التدابير التي يقصد منها استخدام آليات الأسعار (مثل الضرائب والرخص القابلة للتداول) للحد من انبعاثات غازات الدفيئة.

Market equilibrium – توازن السوق

النقطة التي يتعادل فيها الطلب على السلع والخدمات مع العرض، وتبين في كثير من الأحيان على أساس مستوى الأسعار، المحددة في سوق تنافسية، الذي "يوازن" السوق.

Market penetration – اختراق السوق

اختراق السوق هو الحصة من سوق معينة الممونة بسلعة أو خدمة معينة فى وقت معين.

Market potential – إمكانية السوق

الجزء من الإمكانية الاقتصادية للتخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة أو للتحسينات في كفاءة الطاقة الذي يمكن تحقيقه في ظل أحوال السوق المتنبأ بها، مع افتراض عدم وجود سياسات أو تدابير جديدة. انظر أيضاً الإمكانية الاقتصادية والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية والإمكانية التكنولوجية.

Methane (CH_4) – الميثان

الميثان أحد غازات الدفيئة الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو.

Methane recovery – استعادة الميثان

طريقة يمكن بها احتجاز انبعاثات الميثان، من مناجم الفحم أو مواقع المخلفات على سبيل المثال، ثم إعادة استخدامها إما كوقود أو في بعض الأغراض الاقتصادية الأخرى (مثل إعادة الحقن في مستودعات النفط أو الغاز).

Meeting of the Parties (to the Kyoto Protocol) (MoP) اجتماع الأطراف (في بروتوكول كيوتو)

يعمل مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ بوصفه اجتماع الأطراف في بروتوكول كيوتو. وهو الهيئة العليا لبروتوكول كيوتو.

Mitigation – التخفيف
تدخل بشرى المنشأ للحد من مصادر غازات الدفيئة أو زيادة مصارفها. انظر أيضاً الخيارات الأحيائية، الهندسة الجيولوجية.

Mitigative capacity – القدرة على التخفيف
الهياكل والأوضاع الاجتماعية والسياسية والاقتصادية اللازمة لتحقيق التخفيف الفعال.

Montreal Protocol – بروتوكول مونتريال
اعتُمد بروتوكول مونتريال بشأن المواد التي تستنفد طبقة الأوزون في مونتريال في عام ١٩٨٧ ثم عُدل بعد ذلك ونقح في لندن (١٩٩٠) وكوبنهاغن (١٩٩٢) وفيينا (١٩٩٥) ومونتريال (١٩٩٧) وبيجينغ (١٩٩٩). وهو يراقب استهلاك وإنتاج المواد الكيمائية المحتوية على الكلور والبروم التي تدمر أوزون الستراتوسفير مثل مركبات الكلوروفلوروكربون وكلوروفورم الميثيل ورابع كلوريد الكربون ومواد كثيرة أخرى.

MOP
انظر اجتماع الأطراف (في بروتوكول كيوتو).

(N2O)
انظر أكسيد النيتروز.

National Action Plans – خطط العمل الوطنية
خطط تقدمها الأطراف إلى مؤتمر الأطراف تحدد فيها الخطوات التي اعتمدتها للحد من انبعاثاتها من غازات الدفيئة البشرية المنشأ. ويجب على البلدان أن تقدم هذه الخطط كشرط للمشاركة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وأن تبلغ مؤتمر الأطراف بعد ذلك، على نحو منتظم، بما أُحرز من تقدم فيها. وتشكل خطط العمل الوطنية جزءاً من التبليغات الوطنية التي تشمل الحصر الوطني لمصادر غازات الدفيئة ومصارفها.

Nitrous oxide (N2O) – أكسيد النيتروز
أحد غازات الدفيئة الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو.

Non-Annex I Parties/Countries – الأطراف/ البلدان غير المدرجة في المرفق الأول
البلدان التي صادقت على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو انضمت إليها، وغير المدرجة في المرفق الأول باتفاقية المناخ.

Non-Annex B countries/Parties –البلدان/ الأطراف غير المدرجة في المرفق باء
البلدان غير المدرجة في المرفق باء ببروتوكول كيوتو.

No regrets options – خيارات لا يُندم عليها
انظر سياسة لا يُندم عليها.

No regrets policy – سياسة لا يُندم عليها
سياسة تحقق منافع اجتماعية سواء كان هناك تغير مناخ أم لا. والفرص التي لا يُندم عليها فيما يتعلق بخفض انبعاثات غازات الدفيئة تُعرَّف بأنها تلك الخيارات التي تعادل منافعها، مثل خفض تكاليف الطاقة والحد من انبعاثات الملوِّثات المحلية/ الإقليمية، أو تفوق تكاليفها التي يتحملها المجتمع باستثناء المنافع الناجمة عن تجنب تغير المناخ. وتُعرَّف الإمكانية التي لا يُندم عليها بأنها الفجوة بين إمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية.

No regrets potential –إمكانية لا يُندم عليها
انظر سياسة لا يُندم عليها.

Optimal policy – السياسة المثلى
سياسة يفترض أنها "مثلى" إذا تحقق تساوي تكاليف التخفيف الحدية في جميع البلدان ومن ثم تقليل التكاليف الكلية إلى أدنى حد.

Opportunity – الفرصة
الفرصة هي الموقف أو الظرف الذي يتيح تقليص الفجوة بين إمكانية السوق الخاصة بأي تكنولوجيا أو ممارسة والإمكانية الاقتصادية أو الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية أو الإمكانية التكنولوجية.

pportunity cost – تكلفة الفرصة البديلة (تكلفة الفرصة الضائعة)
تكلفة الفرصة البديلة هي تكلفة نشاط اقتصادي ضائع نتيجة لاختيار نشاط آخر.

Ozone – الأوزون
الأوزون، الشكل الثلاثي الذرات من الأوكسجين، عبارة عن أحد مكونات الغلاف الجوي. وهو يتولد في طبقة التروبوسفير بصورة طبيعية ومن خلال التفاعلات الكيميائية الضوئية التي تشتمل على غازات ناجمة عن أنشطة بشرية ("ضباب دخاني"). ويعمل الأوزون التروبوسفيري في شكل غاز دفيئة. ويتولد في الستراتوسفير من خلال التفاعل بين الأشعة فوق البنفسجية الشمسية والأوكسجين الجزيئي. ويضطلع الأوزون الستراتوسفيري بدور حاسم في التوازن الإشعاعي الستراتوسفيري. وتوجد أعلى تركيزاته في طبقة الأوزون.

PAMs
انظر السياسات والتدابير.

Pareto criterion/Pareto optimum معيار باريتو/ درجة باريتو القصوى
شرط أو وضع لا يمكن في ظله زيادة تحسين رفاه فرد دون الإضرار برفاه بقية أفراد المجتمع.

Pareto improvement – تحسين باريتو
الفرصة التي تتيح إمكانية تحسين رفاه فرد دون الإضرار برفاه بقية أفراد المجتمع.

Performance criteria – معايير الأداء
انظر المقاييس.

Perfluorocarbons (PFCs) – مركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة
من بين غازات الدفيئة الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى بروتوكول كيوتو. وهي من المنتجات الثانوية لصهر الألومنيوم وتخصيب اليورانيوم. وهي تحل أيضاً محل مركبات الكلوروفلوروكربون في صناعة أشباه الموصلات. وإمكانية الاحترار العالمي التي تنطوي عليها هذه المركبات (PFCs) تبلغ ٦٥٠٠ – ٩٢٠٠ مرة إمكانية الاحترار العالمي التي ينطوي عليها ثاني أكسيد الكربون.

PFCs
انظر مركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة.

Policies and Measures (PAMs) – السياسات والتدابير
في مصطلحات اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ تعني السياسات والإجراءات التي يمكن أن تتخذها و/ أو تفوضها حكومة – بالاشتراك، في كثير من الأحيان، مع قطاعي الأعمال والصناعة داخل بلدها، وكذلك مع بلدان أخرى – للإسراع بتطبيق واستخدام تدابير الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. والتدابير تعني التكنولوجيات والعمليات والممارسات المستخدمة لتنفيذ سياسات من شأنها، إذا طبقت، أن تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة إلى ما دون المستويات المستقبلية المتوقعة. وقد تشمل الأمثلة على ذلك ضريبة الكربون أو غيرها من ضرائب الطاقة، ومقاييس كفاءة الوقود القياسية فيما يتعلق بالسيارات، إلخ. وتشير السياسات "المشتركة والمنسقة" أو "المتناسقة" إلى السياسات التي تعتمدها الأطراف على نحو مشترك.

Pool – الحوض
انظر المستودع.

PPP
انظر معادل القوة الشرائية. وهو يشير أيضاً إلى مبدأ "الملوِّث يدفع".

Precautionary principle – المبدأ الوقائي
حكم يرد في المادة ٣ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ ينص على أن تستخدم الأطراف تدابير وقائية لاستباق أسباب تغير المناخ أو توقيها أو التقليل منها إلى أدنى حد ممكن وللتخفيف من آثاره الضارة. وحيثما توجد تهديدات بحدوث ضرر جسيم أو غير قابل للإصلاح ينبغي عدم التذرع بالافتقار إلى يقين علمي قاطع كسبب لتأجيل اتخاذ هذه التدابير، على أن يؤخذ في الاعتبار أن السياسات والتدابير المتعلقة بمعالجة تغير المناخ ينبغي أن تكون فعالة بالقياس إلى التكلفة بغية ضمان تحقيق منافع عالمية بأقل تكلفة ممكنة.

Present value cost – تكلفة القيمة الحالية
مجموع كل التكاليف في جميع الفترات الزمنية مع خصم تكاليف المستقبل.

Price elasticity – مرونة سعرية
استجابة الطلب لتكلفة سلعة أو خدمة، وبالتحديد النسبة المئوية للتغير في الكمية المستهلكة من سلعة أو خدمة مقابل تغير بنسبة ١٪ في سعر تلك السلعة أو الخدمة.

rimary energy – طاقة أولية
طاقة موجودة في الموارد الطبيعية (مثل الفحم والنفط الخام وضوء الشمس واليورانيوم) لم تخضع لأي تحويل أو تحول بشري المنشأ.

dtrad "Secondary market" and "Primary market" ing – تجارة "السوق الأولية" و "السوق الثانوية"
في مجال السلع والمبادلات المالية يشكل المشترون والبائعون، الذين يتاجرون بصورة مباشرة مع بعضهم البعض، "السوق الأولية" في حين يشكل الشراء والبيع من خلال مرافق المبادلات "السوق الثانوية".

Private costs – التكاليف الخاصة
فئات التكاليف التي تؤثر في عملية اتخاذ القرار من جانب الأفراد يشار إليها على أنها تكاليف خاصة. انظر أيضاً التكاليف الاجتماعية والتكلفة الخارجية والتكلفة الكلية.

Producer surplus – فائض المنتج
عائدات تتجاوز تكلفة الإنتاج توفر تعويضاً لأصحاب المهارات أو الأصول الشحيحة (مثل الأراضي المنتجة زراعياً) انظر أيضاً **فائض المستهلكين**.

Project costs – تكاليف المشروع
تكاليف المشروع هي جميع التكاليف المالية للمشروع مثل تكاليف رأس المال والعمالة والتشغيل.

Purchasing Power Parity (PPP) – معادل القوة الشرائية
تقديرات الناتج المحلي الإجمالي على أساس القوة الشرائية للعملات وعلى أساس أسعار الصرف الحالية. وهذه التقديرات مزيج من أرقام مستخلصة على أساس الاستقرار وتحليل التراجع باستخدام نتائج برنامج المقارنات الدولية. وتنزع تقديرات معادل القوة الشرائية إلى خفض نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في البلدان الصناعية وزيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في البلدان النامية. والمختصر الإنكليزي *PPP* يشير أيضاً إلى مبدأ "الملوِّث يدفع".

QELRCs
انظر **الالتزامات المحددة كمياً للحد من الانبعاثات أو خفضها**.

Quantified emission limitation or reduction commitments (QELRCs) – الالتزامات المحددة كمياً للحد من الانبعاثات أو خفضها
الالتزامات الخاصة بخفض **انبعاثات غازات الدفيئة**، في شكل نسب مئوية ذات صلة بسنة أو فترة الأساس، التي تعهدت بها البلدان المتقدمة المدرجة في المرفق باء ببروتوكول كيوتو. انظر أيضاً الأهداف والجداول الزمنية.

Radiative forcing – التأثير الإشعاعي
التأثير الإشعاعي هو التغيير في صافي الإشعاع الرأسي (مقاساً بالواط في المتر المربع: وم–٢) في التروبوبوز نتيجة لتغير داخلي أو تغير في التأثير الخارجي للنظام المناخي مثل حدوث تغير في تركيز **ثاني أكسيد الكربون** أو الإشعاع الشمسي. ويحسب التأثير الإشعاعي عادة بعد مراعاة إعادة تكيف درجات حرارة الستراتوسفير مع التوازن الإشعاعي ولكن مع الاحتفاظ بجميع خصائص التروبوسفير ثابتة عند قيم لا تتغير. ويسمى التأثير الإشعاعي "فورياً" إذا لم يكن هناك أي تغير في درجة حرارة الستراتوسفير أُخذ في الحسبان.

Rebound effect – تأثير الارتداد
يحدث لأن تحسناً في كفاءة المحرك، مثلاً، يقلل من تكلفة قيادة السيارة للكيلومتر، الأمر الذي يشجع من ناحية أخرى على زيادة عدد الرحلات.

Reforestation – إعادة التشجير
غرس الأشجار في الأراضي التي كانت تحتوي في السابق على غابات إلا أنها حولت إلى بعض الاستخدامات الأخرى(٥). انظر أيضاً **التشجير وإزالة الغابات**.

Regulatory measures – تدابير تنظيمية
قواعد أو قوانين تضعها الحكومات لفرض مواصفات منتجات أو خصائص أداء عمليات. انظر أيضاً **المقاييس**.

Renewables – مصادر الطاقة المتجددة
مصادر الطاقة التي تتسم بأنها مستدامة في نطاق إطار زمني قصير بالنسبة للدورات الطبيعية للأرض وتتضمن تكنولوجيات غير كربونية مثل الطاقة الشمسية والطاقة الكهرمائية والرياح بالإضافة إلى تكنولوجيات لا تستخدم الكربون مثل **الكتلة الأحيائية**.

Research, development and demonstration – البحث والتطوير والبيان العملي
تستهدف أعمال البحث والتطوير في الميدان العلمي و/ أو الفني إعداد عمليات إنتاجية أو منتجات جديدة، وتقترن بتحليلات وتدابير تزود المستخدمين المحتملين بمعلومات عن استخدام المنتج الجديد أو العملية الجديدة؛ أما البيان العملي فيستهدف التحقق، عن طريق الاختبارات المنفذة في المنشآت الرائدة والتطبيقات الأخرى السابقة للمرحلة التجارية، من إمكانية استخدام هذه المنتجات أو العمليات.

Reserves – الاحتياطيات
تشير إلى الموجودات التي تحدد وتقاس باعتبارها قابلة للاسترجاع اقتصادياً وفنياً بالتكنولوجيات والأسعار الحالية. انظر أيضاً **الموارد**.

Reservoir – المستودع
عنصر من عناصر النظام المناخي، غير الغلاف الجوي، له القدرة على تخزين المواد المثيرة للقلق، مثل الكربون أو **غازات الدفيئة** أو السلائف، أو تجميعها أو إطلاقها. وتعتبر المحيطات والتربة والغابات من الأمثلة على مستودعات الكربون. والحوض تعبير مكافئ (لاحظ أن تعريف الحوض يشمل الغلاف الجوي في غالب الأحيان). وتسمى الكمية المطلقة لمادة مثيرة للقلق يحتفظ بها في مستودع لفترة زمنية محددة المخزون.

Resources – الموارد
الموارد هي الموجودات ذات الخصائص الجيولوجية و/أو الاقتصادية الأقل يقيناً ولكنها تعتبر ذات قابلية محتملة للاسترجاع من خلال المستحدثات التكنولوجية والاقتصادية المتوقعة.

Resource base – قاعدة الموارد
قاعدة الموارد تشمل الاحتياطيات والموارد.

Revenue recycling – إعادة استخدام العائدات
انظر التأثير التفاعلي.

Safe landing approach – نهج الهبوط الآمن
انظر نهج النوافذ التي يمكن تحملها.

Scenario – سيناريو
وصف معقول ومبسط في غالب الأحيان للطريقة التي قد يتطور بها المستقبل استناداً إلى مجموعة افتراضات متجانسة ومتسقة داخلياً عن القوى المحركة والعلاقات الرئيسية (مثل معدل تغير التكنولوجيا، الأسعار). ويلاحظ أن السيناريوهات ليست تنبؤات أو توقعات.

Sequestration – تنحية الأيونات
عملية زيادة المحتوى الكربوني لمستودع كربون غير الغلاف الجوي. وتشتمل النهج البيولوجية لتنحية الأيونات الإزالة المباشرة لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي عن طريق التغيير في استخدام الأراضي، والتشجير، وإعادة التشجير، والممارسات التي تعزز كربون التربة في الزراعة. وتشمل النهج الفيزيائية عزل وتصريف ثاني أكسيد الكربون المنبعث من غازات المداخن أو من معالجة الوقود الأحفوري لإنتاج الأجزاء الغنية بالهيدروجين وثاني أكسيد الكربون والتخزين الطويل الأجل تحت الأرض في مستودعات النفط والغازات المستنفدة وطبقات الفحم وطبقات المياه الجوفية المالحة.

SF6
انظر سداسي فلوريد الكبريت.

Sinks – مصارف/بواليع
أية عملية أو نشاط أو آلية تزيل غازات الدفيئة أو الأهباء أو سلائف غازات الدفيئة من الغلاف الجوي.

Social costs – التكاليف الاجتماعية
التكاليف الاجتماعية لنشاط ما تشمل قيمة جميع الموارد المستخدمة في توفيره. وبعض هذه الموارد مسعر والبعض الآخر ليس كذلك. ويشار إلى الموارد غير المسعرة على أنها عوامل خارجية. ومجموع تكاليف هذه العوامل الخارجية والموارد المسعرة هو الذي يشكل التكلفة الاجتماعية. انظر أيضاً التكاليف الخاصة والتكلفة الخارجية والتكلفة الكلية.

Socio-economic potential – الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية
تمثل الإمكانية الاجتماعية الاقتصادية مستوى تخفيف انبعاثات غازات الدفيئة الذي يمكن تحقيقه من خلال التغلب على العقبات الاجتماعية والثقافية أمام استخدام التكنولوجيات الفعالة بالقياس إلى التكلفة. انظر أيضاً الإمكانية الاقتصادية وإمكانية السوق والإمكانية التكنولوجية.

Source – مصدر
أية عملية أو نشاط أو آلية تطلق غازات الدفيئة أو الأهباء أو سلائف غازات الدفيئة في الغلاف الجوي.

Spillover effect – تأثير غير مباشر
التأثيرات الاقتصادية لتدابير التخفيف المحلية أو القطاعية على البلدان أو القطاعات الأخرى. ولا يرد في هذا التقرير أي تقييم للتأثيرات البيئية غير المباشرة. والتأثيرات غير المباشرة يمكن أن تكون موجبة أو سالبة وتشمل التأثيرات على التجارة وتسرب الكربون ونقل ونشر التكنولوجيا السليمة بيئياً وغير ذلك من القضايا.

Stabilization – التثبيت
تحقيق تثبيت تركيزات واحد أو أكثر من غازات الدفيئة (مثل ثاني أكسيد الكربون أو سلة غازات الدفيئة المكافئة لثاني أكسيد الكربون) في الغلاف الجوي.

Stabilization analysis – تحليل التثبيت
تشير هذه العبارة في هذا التقرير إلى التحليلات أو السيناريوهات التي تتناول تثبيت تركيزات غازات الدفيئة.

Stabilization scenarios – سيناريوهات التثبيت
انظر تحليل التثبيت.

Stakeholders – أصحاب الشأن
الشخص أو الكيان الذي لديه منح أو امتيازات أو أي نوع آخر من القيم أو المصالح التي تتأثر بإجراء محدد أو سياسة معينة.

Standards – المقاييس
مجموعة قواعد أو مبادئ تفرض أو تحدد أداء منتج (مثل درجات الجودة والأبعاد والخصائص وطرق الاختبار وقواعد الاستخدام). وتحدد المقاييس الدولية للمنتجات و/أو التكنولوجيا أو الأداء

الشروط الدنيا للمنتجات و/أو التكنولوجيات المتأثرة في البلدان التي تستخدم فيها. وتقلل المقاييس من **انبعاثات غازات الدفيئة** المرتبطة بتصنيع أو استخدام المنتجات و/أو تطبيق التكنولوجيا. انظر أيضاً **مقياس الانبعاثات، التدابير التنظيمية**.

Stock – المخزون

انظر **المستودع**.

Storyline – الواقع المنظور

وصف سردي لسيناريو (أو زمرة سيناريوهات) يبرز الخصائص الرئيسية للسيناريو والعلاقات بين القوى المحركة الرئيسية وديناميات السيناريوهات.

Structural change – تغيير هيكلي

تغييرات، على سبيل المثال، في الحصة النسبية من **الناتج المحلي الإجمالي** التي تنتجها قطاعات الصناعة أو الزراعة أو الخدمات في اقتصاد معين، أو، بعبارة أعم، تحويلات في النظم يتم بموجبها الاستعاضة بصورة كلية أو جزئية عن بعض المكوِّنات بمكوِّنات أخرى.

Subsidy – إعانة

مدفوعات مباشرة من الحكومة إلى كيان ما، أو خفض ضريبي لهذا الكيان، لتنفيذ أسلوب تود الحكومة تشجيعه. ويمكن خفض **انبعاثات غازات الدفيئة** من خلال خفض الإعانات التي تقدم حالياً والتي تؤثر في زيادة الانبعاثات، مثل إعانات استخدام **الوقود الأحفوري**، أو تقديم إعانات لممارسات تقلل من الانبعاثات أو تعزز **المصارف** (مثل تزويد المباني بالتجهيزات العازلة، أو غرس الأشجار).

Sulphur hexafluoride (SF6)– سداسي فلوريد الكبريت

أحد **غازات الدفيئة** الستة التي يتعين الحد منها بمقتضى **بروتوكول كيوتو**. ويستخدم على نطاق واسع في الصناعات الثقيلة لعزل المعدات عالية الفلطية والمساعدة في تصنيع شبكات تبريد الكبلات. **وإمكانية الاحترار العالمي** التي ينطوي عليها هي ٢٣ ٩٠٠.

Supplementarity – التكميلية

ينص **بروتوكول كيوتو** على أن الاتجار **بالانبعاثات والتنفيذ المشترك** يكملان التدابير المحلية (مثل ضرائب الطاقة، مقاييس كفاءة الوقود، إلخ.) التي تتخذها البلدان المتقدمة للحد من **انبعاثات غازات الدفيئة** فيها. وفي إطار بعض التعاريف المقترحة للتكميلية (مثل فرض حد أقصى ملموس على مستوى الاستخدام) يمكن قصر استخدام البلدان المتقدمة **لآليات كيوتو** على تحقيق أهداف الخفض الخاصة بها. وهذا موضوع يتطلب مزيداً من التفاوض والتوضيح من جانب الأطراف.

Targets and timetables – الأهداف والجداول الزمنية

الهدف هو خفض **انبعاثات غازات الدفيئة** بنسبة محددة ابتداء من تاريخ أساس ("دون مستويات عام ١٩٩٠") يتم تحقيقه بحلول تاريخ معين أو وفق جدول زمني (من عام ٢٠٠٨ إلى عام ٢٠١٢ مثلاً). وعلى سبيل المثال فقد وافق الاتحاد الأوروبي، بمقتضى صيغة **بروتوكول كيوتو**، على خفض انبعاثاته من غازات الدفيئة بنسبة ٨٪ عن المستويات التي كانت عليها في عام ١٩٩٠ وذلك خلال فترة الالتزام ٢٠٠٨–٢٠١٢. والواقع أن هذه الأهداف والجداول الزمنية تمثل **حداً أقصى للانبعاثات** يُفرض على مجموع انبعاثات غازات الدفيئة التي يمكن أن تنبعث من بلد أو منطقة في فترة زمنية معينة. انظر أيضاً **الالتزامات المحددة كمياً للحد من الانبعاثات أو خفضها**.

Tax-interaction effect – تأثير تفاعل الضرائب

انظر **تأثير التفاعل**.

Technological potential – الإمكانية التكنولوجية

القدر الذي يمكن به خفض **انبعاثات غازات الدفيئة** أو تحسين **كفاءة الطاقة** بتنفيذ **تكنولوجيا** أو ممارسة تم بالفعل إثبات صلاحيتها. انظر أيضاً **الإمكانية الاقتصادية وإمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية الاقتصادية**.

Technology – تكنولوجيا

مُعِدَة أو تقنية لأداء نشاط معين.

Technology or performance standard – التكنولوجيا أو مقياس الأداء

انظر **المقاييس**.

Technology trnasfer – نقل التكنولوجيا

المجموعة العريضة من العمليات التي تغطي تبادل المعارف والنقود والسلع فيما بين مختلف **أصحاب الشأن** مما يؤدي إلى نشر التكنولوجيا لتحقيق التكيف مع **تغير المناخ** أو التخفيف من آثاره. ويستخدم المصطلح، كمفهوم عام، ليشمل نشر التكنولوجيات والتعاون التكنولوجي فيما بين البلدان وداخلها.

Tolerable windows approach – نهج النوافذ التي يمكن تحملها

يحلل هذا النهج **انبعاثات غازات الدفيئة** بالشكل الذي يمكن به كبح جماحها باعتماد هدف مناخي – لا باعتماد هدف لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة – طويل الأجل (يعبر عنه، على سبيل المثال، من حيث التغيرات في درجات الحرارة أو مستوى سطح البحر أو معدل هذه التغيرات). والهدف الرئيسي لهذا النهج هو تقييم تأثيرات هذه الأهداف طويلة الأجل على النطاقات القصيرة

أو المتوسطة الأجل "التي يمكن تحملها" والخاصة بانبعاثات غازات الدفيئة. كما يشار إليها على أنها مناهج الهبوط الآمن. ويشار إلى هذا النهج أيضاً بأنه نهج الهبوط الآمن.

Top-down models – النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل

مصطلحا "النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل" و"النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى" مصطلحين مختصرين للنماذج التجميعية والنماذج التفصيلية. فتعبير النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل مستمد من الطريقة التي طبق بها واضعو النماذج نظرية الاقتصاد الكلي وتقنية الاقتصاد الرياضي على البيانات التاريخية عن الاستهلاك والأسعار والدخول وتكاليف العوامل لنمذجة الطلب النهائي على السلع والخدمات والإمدادات من القطاعات الرئيسية مثل قطاعات الطاقة والنقل والزراعة والصناعة. ولذا فإن النماذج المصممة من أعلى إلى أسفل تقيّم النظام من متغيرات اقتصادية تجميعية مقابل النماذج المصممة من أسفل إلى أعلى التي تبحث الخيارات التكنولوجية أو تضع خطوط سياسات محددة للتخفيف من تغير المناخ. غير أن بعض البيانات التكنولوجية أُدمجت في التحليل المصمم من أعلى إلى أسفل ومن ثم فإن التمييز بين هذين النوعين من النماذج ليس واضحاً إلى هذا الحد.

Total cost – التكلفة الكلية

جميع بنود التكلفة مجمعة معاً. وتتكون التكلفة الكلية للمجتمع من كل من التكلفة الخارجية والتكلفة الخاصة اللتين تُعرَّفان معاً بأنهما التكلفة الاجتماعية.

Trace gas – غاز نزر

عنصر صغير في الغلاف الجوي. ومن أهم الغازات النزرة التي تسهم في ظاهرة الدفيئة ثاني أكسيد الكربون والأوزون والميثان وأكسيد النيتروز ومركبات الهيدروكربون الكاملة الفلورة ومركبات الكلوروفلوروكربون ومركبات الهيدروفلوروكربون وسداسي فلوريد الكبريت وكلوريد الميثيل وبخار الماء.

Tradable quota system – نظام الحصص القابلة للتداول

انظر الاتجار بالانبعاثات.

Trade effects – التأثيرات التجارية

التأثيرات الاقتصادية للتغيرات في القوة الشرائية لمجموعة من السلع المصدرة في أحد البلدان بالنسبة لمجموعات من السلع المستوردة من شركائه التجاريين. وتغير السياسات المناخية من تكاليف الإنتاج النسبية وقد تغير معدلات التبادل التجاري بدرجة كبيرة تكفي لتغيير التوازن الاقتصادي النهائي.

Umbrella Group – مجموعة جامعة

مجموعة من البلدان المتقدمة غير الأوروبية إلى حد كبير تعمل من وقت إلى آخر ككتلة تفاوضية في بعض الموضوعات.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) – اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ

اعتُمدت الاتفاقية في ٩ أيار/ مايو ١٩٩٢ في نيويورك ووقع عليها، في قمة الأرض في ريو دي جانيرو في عام ١٩٩٢، أكثر من ١٥٠ بلداً والجماعة الاقتصادية الأوروبية. وهدف الاتفاقية النهائي هو "تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يحول دون تدخل خطير من جانب الإنسان في النظام المناخي". وتتضمن الاتفاقية التزامات على جميع الأطراف. وبموجب الاتفاقية تهدف الأطراف المدرجة في المرفق الأول إلى إعادة انبعاثات غازات الدفيئة التي لا ينظمها بروتوكول مونتريال إلى مستويات عام ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠٠٠. وقد بدأ نفاذ الاتفاقية في آذار/ مارس ١٩٩٤. انظر أيضاً مؤتمر الأطراف وبروتوكول كيوتو.

Uncertainty – عدم اليقين

تعبير لدرجة عدم معرفة قيمة ما (مثل حالة النظام المناخي في المستقبل). ويمكن أن ينتج عدم اليقين عن نقص المعلومات أو عدم الاتفاق عما هو معروف أو حتى على ما يمكن معرفته. وقد يكون لها الكثير من المصادر ابتداء من الأخطاء القابلة للتقييم الكمي في البيانات إلى التعريف الغامض للمفاهيم أو المصطلحات أو إسقاطات غير مؤكدة للسلوك البشري. ولذا يمكن تمثيل عدم اليقين بمقاييس كمية (مثل نطاق القيم المحسوبة عن طريق مختلف النماذج) أو بيانات عن النوعية (مثل تلك التي تعكس حكم فريق من الخبراء).

UNFCCC

انظر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

Value added – القيمة المضافة

الناتج الصافي لقطاع بعد جمع كل النواتج وخصم المدخلات الوسيطة.

Value – قيمة

قدر أو مرغوبية أو منفعة على أساس أفضليات الأفراد. والقيمة الكلية لأي مورد هي مجموع قيم مختلف الأفراد المشاركين في استخدام المورد. وتقاس القيم، وهي أساس تقدير التكاليف، بمدى استعداد الأفراد للدفع (WTP) مقابل الحصول على المورد أو بمدى استعداد الأفراد لقبول مدفوعات مقابل التخلي عن المورد.

Vision – رؤية

صورة عالم مستقبلي وهو عادة عالم مستقبلي مرغوب فيه.

Voluntary agreement – اتفاق طوعي

اتفاق بين هيئة حكومية وطرف من القطاع الخاص أو أكثر، فضلاً عن التزام من جانب واحد تعترف به الهيئة العامة لتحقيق الأهداف البيئية أو لتحسين الأداء البيئي بما يتجاوز نطاق الالتزام.

Voluntary measures – تدابير طوعية

تدابير لخفض انبعاثات غازات الدفيئة تعتمدها المؤسسات أو غيرها من الهيئات في ظل عدم وجود أوامر حكومية. وتساعد التدابير الطوعية على تيسير توافر المنتجات أو العمليات غير الضارة بالمناخ أو تشجيع المستهلكين على إدماج القيم البيئية في خياراتهم السوقية.

تغير المناخ ٢٠٠١:
التقرير التجميعي

المرفقات

تقييم من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المعجم والمرفقات الملحقة لم تقدم إلى الهيئة لاتخاذ اللازم وذلك تمشيا مع الممارسة المتبعة في الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

ألف- المؤلفون والمراجعون الخبراء
باء- معجم المصطلحات
جيم- المختصرات والوحدات
دال- الأسئلة العلمية والفنية والاجتماعية الاقتصادية التي اختارتها الهيئة
هاء- قائمة التقارير الرئيسية التي أصدرتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المرفق ألف - المؤلفون والمراجعون الخبراء

الأرجنتين

دانيال بوي	مؤسسة باريلوشي
مارشيلو كابيدو	جامعة قرطبة
أوسفالدو ف. كانزيان	الرئيس المشارك للفريق العامل الثاني
رودولفو كاركافالو	قسم الحشرات
جورج أ. كودينوتو	معمل الجيولوجيا وديناميكية السواحل
مارتن ديه زوفيريا	ايروتيرا س.أ.
ساندرا ميرنا دياز	معهد بيولوجيا النبات المتعدد التخصصات
جورج فرانجي	جامعة بلاتا الوطنية
هكتور جينزو	معهد بيولوجيا الأعصاب
أوسفالدو جيراردان	مؤسسة باريلوش
كارلوس لابراغا	المجلس الوطني للدراسات العلمية والتقنية، مركز باتاغونيا الوطني
غابريال سولير	معهد مؤسسة أمريكا اللاتينية للعلوم السياسية الاجتماعية
ولتر فارغاس	جامعة بيونس آيرس
إرنستو ف. فيغليزو	بروسيسير / انتو / كونيسيت

إسبانيا

سيرجيو ألونسو	جامعة جزر بلياريك
فرانسيسكو أيالا-كارسيدو	معهد أسبانيا التكنولوجي للتعدين الجيولوجي
لويس باليرون	المعهد الوطني للأرصاد الجوية
فيليكس هيرنانديز	المجلس الأعلى للبحوث العلمية
دون أنطونيو لاباجو سالازار	حكومة إسبانيا
ماريا-كارمن لاسات بوتيجا	جامعة برشلونه
جوزيب بنيولاس	مركز البحوث الايكولوجية وتطبيقات الغابات
آنا يابر	جامعة كبلوتوم في مدريد

أستراليا

سوزان باريل	مكتب الأرصاد الجوية
برايسون بيتس	منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية
أيان كاروثرز	مكتب الدفيئة الأسترالي
حبيبه غيتاي	الجامعة الوطنية الأسترالية
جون أ. تشيرتش	شعبة المحيطات بمنظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية
أوف هوي-غولدبيرغ	جامعة كوينزلاند
روجر جونز	بحوث الغلاف الجوي بمنظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية
برانت ماك أفاني	مركز بحوث مكتب الأرصاد الجوية
كريس ميتشيل	بحوث الغلاف الجوي بمنظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية
أيان نوبل	الجامعة الوطنية الأسترالية
باري بيتوك	منظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية (الفريق المعني بتأثيرات المناخ)
آندي ريزنجر	وزارة البيئة
ب. سودربوم	مكتب سياسات الدفيئة، مكتب الدفيئة الأسترالي

غريغ تيريل	مكتب الدفيئة الأسترالي
كيفن ولش	عالم البحوث الرئيسي بمنظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية– بحوث الغلاف الجوي
جون زيلمان	نائب رئيس الفريق العامل الأول

إسرائيل

سيمون كريشاك	جامعة تل أبيب

ألمانيا

هانز–جورغن الرغريم	معهد التكنولوجيا والنظم الأحيائية
روزماري بندورف	المكتب الفيدرالي للبيئة
بيتر بورشيل	جامعة ميونخ للتكنولوجيا
ألريتش كوباش	معهد ماكس بلانك للأرصاد الجوية
ي. فنت	المجلس الاستشاري الألماني لتغير المناخ
جوانا هاوس ماكس	معهد ماكس بلانك للكيمياء الجيولوجية الحيوية
جيوكانداس جاكوبيه	جامعة ورستبيرغ
ابيرهارد جوشم	نائب رئيس الفريق العالم الثالث
هارالد كول	الوزارة الفيدرالية للبيئة
بترا مارينولز	الوكالة الفيدرالية الألمانية للبيئة
أ. كولين برينتيس	معهد ماكس بلانك للكيمياء الجيولوجية الحيوية
ك. لي كويريه	معهد ماكس بلانك للكيمياء الجيولوجية الحيوية
ساره ريبر	جامعة شرق آنغليا
فيرينس توث	معهد بوتسدام لبحوث تأثيرات المناخ
مانفرد تريبر	المرصد الألماني
ر. سارتوريوس	المكتب الفيدرالي للبيئة
مايكل ويبر	جامعة لودويغ ماكسميليانز بميونخ
جيرد–رينر ويبر	الرابطة الألمانية للفحم

إندونيسيا

ر.ت.م. سوتاميهارجا	نائب رئيس الفريق العامل الثالث

إيطاليا

فيليبو جورجي	مركز عبد السلام للفيزياء النظرية
أناريتا ماريوتي	قسم المناخ

الاتحاد الروسي

يوريج أنوخين	معهد المناخ العالمي والبيئة
أوليغ أنيسيموف	المعهد الحكومي للهيدرولوجيا
إيغور بشماكوف	مركز كفاءة الطاقة
إيغور كارول	مرصد الفيزياء الجيولوجية الرئيسي
ألا تسيبان	معهد المناخ العالمي والبيئة
يوري اسرائيل	نائب رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

باكستان

طارق بانوري	معهد سياسة التنمية المستدامة
البرازيل	
غيلفان ميرا فيلو	نائب رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
خوسيه روبيرتو موريرا	شبكة مستعملي الكتلة الأحيائية
بربادوس	
ليونارد نيرس	وحدة إدارة المنطقة الساحلية
بلجيكا	
فيليب هاسبرختس	جامعة بروكسل
س. فينكيير	قسم الكيمياء
ر. زاندر	جامعة لييج
بنغلاديش	
ق. ك.أحمد	بنغلاديش أونايد باريشاد
بنن	
إبيفين دوتو ألونسو	دائرة الأرصاد الجوية الوطنية
مايكل بوكو	جامعة بورغوني
بوتسوانا	
بولين أ. ديوب	جامعة بوتسوانا
البوسنة	
البعثة الدائمة للبوسنة والهرسك	
بولندا	
جان دوبرولسكي	مدرسة غوتيل للحماية البيئية والهندسة
زيبيسيك كوندزويكس	الأكاديمية البولندية للعلوم
ميروسلو ميتاس	معهد الأرصاد الجوية وإدارة المياه
أ. أوليكا	الصندوق الوطني لحماية البيئة وإدارة المياه
م. سادوسكي	الصندوق الوطني لحماية البيئة وإدارة المياه
ووجكييك ساكورزيوسكي	جامعة وارسو للتكنولوجيا
بيرو	
إدواردو كالفو	نائب رئيس الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
ناديا غامبوا	جامعة بيرو
تشيلي	
إ. باصو	استشاري مستقل
تنزانيا	
م.ج.موانوسيا	مركز الطاقة والبيئة والعلم والتكنولوجيا

برهاني س. نينزي	نائب رئيس الفريق العامل الأول

الجمهورية التشيكية

جان بريتل	نائب رئيس الفريق العامل الثاني

جنوب إفريقيا

جيري جوتزيه	إدارة الشئون البيئية والسياحة
بروس هيوتسون	جامعة كيب تاون
ستيف لينون	إسكوم
روبرت ج. شولز	مجلس البحوث العلمية والصناعية

الدنمرك

جيسبر غندرمان	وكالة الطاقة الدنمركية
كيرستن هالسنيز	معمل رايزو الدولي
اريك راسماسن	وكالة الطاقة الدنمركية
مارتن ستندل	المعهد الدنمركي للأرصاد الجوية

رومانيا

فاسيل كوكيولينو	المعهد القومي للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا
أدريانا ماريكا	المعهد القومي للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا

زيمبابوي

كريس مغادزا	جامعة زيمبابوي
م.ك. زينوويرا	حكومة زيمبابوي

سريلانكا

موهان موناسينغي	نائب رئيس الفريق العامل الثالث
ب. بونياووردينا	إدارة الزراعة

سلوفاكيا

ميلان لابين	جامعة كومينيوس

السنغال

أليون ناديايي	نائب رئيس الفريق العامل الثاني

السودان

نجم الدين الحسن	المجلس الأعلى للبيئة والموارد الطبيعية

السويد

ماريان ليليسكولد	الوكالة السويدية لحماية البيئة
أولف مولو	جامعة غوتنبيرغ

نيلز–آكسل مورنر	جامعة ستكهولم للفيزياء الجيولوجية القديمة والديناميكا الجيولوجية
ماركو روموكانين	المعهد السويدي للأرصاد الجوية والهيدرولوجيا

سويسرا

كريستوف أبينزيلير	المكتب الفيدرالي للأرصاد الجوية وعلم المناخ (متروسويس)
رينيت كريست	أمانة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
فورتيونات جوز	نائب رئيس الفريق العامل الأول
هيربرت لانغ	المعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا بزيورخ
جوزيه روميرو	المكتب الفيدرالي للبيئة والغابات والمناظر
ت. ستوكر	جامعة بيرن
ن. سندارارامان	أمين الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

سيراليون

أوغانليد ر. ديفيدسون	الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث

الصين

دو بيلان	معهد الصين لاستراتيجية التنمية البحرية
ز. شين	إدارة الأرصاد الجوية الصينية
ليو تشونزهن	مركز التنبؤات الهيدرولوجية ومراقبة المياه
زو دادي	معهد بحوث الطاقة
كين دايي	إدارة الأرصاد الجوية الصينية
زايوسو داي	وحدة الدعم الفني بالفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
لين اردا	الأكاديمية الصينية للعلوم الزراعية
منغشان سو	جامعة تسينغوا
ييهوي دينغ	الرئيس المشارك للفريق العامل الأول
غوانغشيتغ زو	الأكاديمية الصينية للعلوم
ز.س. زاو	المركز الوطني للمناخ

عمان

محمد بن علي الحكماني	وزارة البلديات الإقليمية والبيئة والموارد المائية

غامبيا

ب.أ.غوميه	إدارة الموارد المائية
م. نجييه	إدارة الموارد المائية

فرنسا

أوليفييه بوشيه	جامعة ليل
مارك داراس	هيئة الغاز الفرنسية
جين إليس	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
جان–شارل أوركاد	المركز الوطني الفرنسي للبحوث العلمية
ج.س.مورلو	إدارة البيئة
م. بيتي	مدرسة العلوم التطبيقية

الفلبين

لويس هـ. زيسكا	المعهد الدولي لبحوث الأرز

فنزويلا

أماندو راميريز روجاز	نائب رئيس الفريق العامل الأول

فنلندا

تيموثي كارتر	المعهد الفنلندي للبيئة
ب. هيكينهيمو	وزارة البيئة
رينو هينو	المعهد الفنلندي للأرصاد الجوية
بكا أ. كوبي	جامعة هلسنكي
ر.كورهونين	المركز الفنلندي للبحوث التقنية
أ. لامبينين	جامعة جيفاسكيلا
أ. سافولينين	المركز الفنلندي للبحوث التقنية

كندا

براد باص	الإدارة الكندية للبيئة
جيمس ب. بروس	مجلس البرنامج الكندي للمناخ
مارغو بيرغيس	إدارة الموارد الطبيعية في كندا
وينجان شين	إدارة الموارد الطبيعية في كندا
جينغ شين	جامعة تورونتو
ستيورت ج.كوهين	الإدارة الكندية للبيئة
باتي إدواردز	الإدارة الكندية للبيئة
دبفيد اتكين	الإدارة الكندية للبيئة
دارين غوتزيه	الإدارة الكندية للبيئة
ج. بيتر هول	دائرة الغابات الكندية
هينجفيلد	الإدارة الكندية للبيئة
باميلا كيرتلاند	إدارة الموارد الطبيعية في كندا
عبد المعبود	الإدارة الكندية للبيئة
جون ماسترتون	الإدارة الكندية للبيئة
كريس ماك ديرموت	الإدارة الكندية للبيئة
برايان ميلز	الإدارة الكندية للبيئة
لندا مورتسك	الإدارة الكندية للبيئة
تاد ميرتي	هندسة السواحل
بول باركر	جامعة ووترلو
جون روبنسون	جامعة كولومبيا البريطانية
هانز–هولجر روغنر	جامعة فيكتوريا
دانيال سكوت	الإدارة الكندية للبيئة
شارون سميث	إدارة الموارد الطبيعية بكندا
باري سميث	جامعة غلف
جون ستون	نائب رئيس الفريق العامل الأول
تانا لووين ستراتون	إدارة الشئون الخارجية والتجارة الدولية

روجر ستريت	الإدارة الكندية للبيئة
اريك تيلور	إدارة الموارد الطبيعية بكندا
ج. دانيال وليامز	الإدارة الكندية للبيئة (متقاعد)

كوبا

رامون بيكس–مادروغا	نائب رئيس الفريق العامل الثالث
أ. ج. سواريز	وكالة البيئة الكوبية

كينيا

ريتشارد س. أودينغو	نائب رئيس الفريق العامل الثالث
كنجيري سينيلوا	جامعة موي

المغرب

عبد القدر اللالي	وزارة الزراعة والتنمية الريفية وصيد الأسماك
عبد الله مقسط	المركز الوطني للمناخ وبحوث الأرصاد الجوية

المكسيك

غوستافو آلبن	البعثة الممثلة الدائمة للمكسيك

ملاوي

بول ديسانكر	جامعة فيرجينيا

المملكة المتحدة

نايجيل أرنل	جامعة ساوث هامبتون
ك. بيكر	مجلس بحوث البيئة الطبيعية
تيري باركر	جامعة كامبريدج
ك.ج.بيغ	جامعة ساري
س.أ. بويمار–كريستانسن	جامعة هل
ريتشارد كورتني	ذا ليبرت
ك.دايز	إدارة البيئة والأغذية والشئون الريفية
توماس أ. داونينغ	معهد التغير البيئي، جامعة أكسفورد
كارولاين فيش	شعبة الغلاف الجوي العالمي
كريس فولاند	مكتب الأرصاد الجوية، مركز هادلي
جوناثان غريغوري	مركز هادلي لبحوث المناخ
ستيف غريغوري	لجنة الحراجة
ديفيد غريغز	رئيس وحدة الدعم الفني بالفريق العامل الأول
جوانا هاي	الكلية الإمبراطورية
م.هارلي	الطبيعة الإنكليزية
سوزان هاسيلداين	إدارة البيئة والأغذية والشئون الريفية
جون هوتن	الرئيس المشارك للفريق العامل الأول
مايك هيوم	جامعة إيست آنغليا
مايكل جيفرسون	المجلس العالمي للطاقة

كاثي جونسون	الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
ساري كوفاتس	مدرسة لندن للصحة والطب المداري
ديفيد مانسل–مولين	الرابطة الدولية للحفاظ على البيئة في مجال صناعة البترول
أنيل ماركانديا	جامعة باث
أ. ماك كالوتش	شركة أ.ك.أ. المحدودة للكيماويات والمركبات المتعددة الأجزاء
غوردون ماك فادين	إدارة شعبة الغلاف الجوي العالمي للبيئة والنقل والمناطق
أ.ج. ماك مايكل	مدرسة لندن للصحة والطب المداري
أوبري مايار	معهد النادي العالمي
جون ميتشيل	مركز هادلي
مارتن باري	معهد جاكسن للبيئة
ج.م.بنما	إدارة البيئة والنقل والمناطق
س. ريبر	جامعة إيست آنغليا
كيث شاين	إدارة الأرصاد الجوية، جامعة ريدنغ
ب. سنغلتون	الوكالة الاسكتلندية لحماية البيئة
بيتر سميث	معهد بحوث المحاصيل الزراعية–روتمستد
ب. سميشسون	جامعة شيفيلد
بيتر ثورن	مدرسة العلوم البيئية، جامعة إيست آنغليا
ب. فان دير لندين	مكتب الأرصاد الجوية بمركز هادلي للمناخ والتنبؤات والبحوث
ديفيد ووريلو	إدارة البيئة والأغذية والشئون البيئية
فيليب ل. ودورث	مرصد بدستون

النرويج

تورغريم آسبجيل	الهيئة النرويجية لمراقبة التلوث
أويفيند كريستوفرسن	وزارة البيئة
إيريك ج. فورلاند	المعهد النرويجي للأرصاد الجوية
س. غورناس	جامعة برغن
جارل انغ هولتن	بحوث البيئة الأرضية
سنور كفيرندوك	مركز فريش
أ. موين	المعهد النرويجي للأرصاد الجوية
أودان روسلاند	الهيئة النرويجية لمراقبة التلوث
نلز ر. سيلزان	الإدارة النرويجية لموارد المياه والطاقة
توم سيغالستاد	جامعة أوسلو في النرويج
س. سندبي	معهد البحوث البحرية
كرستيان تانجين	معهد نانسن

النمسا

رينيت كريست	أمانة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
هلمت هوجسكي	وزارة البيئة الفيدرالية
ك. رادونسكي	وكالة البيئة الفيدرالية

النيجر

غاربا غودو ديودون	ديوان رئيس الوزراء

نيجيريا

ساني سامبو	جامعة أبو بكر تفاوا باليوا

نيوزيلندا

جون بارنت	مركز ماك ميلان براون لدراسات المحيط الهادئ، جامعة كانتربري
فنسنت جراي	استشاري المناخ
وايان هينسي	الرابطة النيوزيلندية لبحوث الفحم
بيير ماكلارين	المعهد النيوزيلندي لبحوث الغابات
مارتن ماننغ	نائب رئيس الفريق العامل الثاني
هيلين بلوم	وزارة البيئة
أ. ريزنغر	وزارة البيئة
ج. سالنغر	المعهد الوطني المحدود لبحوث المياه والغلاف الجوي
رالف سيمز	جامعة ماسي

الهند

موراري لال	المعهد الهندي للتكنولوجيا
راجيندرا ك. باشوري	معهد طاطا لبحوث الطاقة
ن.هـ. رافيندراناث	المعهد الهندي للعلوم
بريادارشي شوكلا	المعهد الهندي للإدارة
لينا سريفاستافا	معهد طاطا لبحوث الطاقة

هنغاريا

ج. كوباني	جامعة سيغيد
هالدور ثورغرسون	وزارة البيئة

هولندا

ألفونساس ب.م. بائيد	المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية
ت.أ. بيشاند	المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية
و.ل. هير	منظمة السلام الأخضر الدولية
كاترينا ج. جيبما	جامعة خرونينغين
أ. كوكوك	وزارة الإسكان والتخطيط والبيئة
ريك ليمانز	المعهد الوطني للصحة العامة وحماية البيئة
ك. ماك كالين	منظمة السلام الأخضر الدولية
بيرت متز	الرئيس المشارك للفريق العامل الثالث
ليو ميار	وزارة البيئة
ماريسا أوسترمان	وزارة الخارجية
م.ب.أ.م. شيفرز	المعهد الوطني للإدارة الساحلية والبحرية
روب سوورت	رئيس وحدة الدعم الفني بالفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
ه.م. تن برنك	مؤسسة بحوث الطاقة
آد ب. فان أولدن	المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية
ج.فيربيك	وزارة النقل والأشغال العامة وإدارة المياه

الولايات المتحدة الأمريكية

ديليب أهوجا	المعهد القومي للدراسات المتقدمة
دان ألبريتن	معمل دراسات الغلاف الجوي التابع للهيئة القومية لعلوم المحيطات والغلاف الجوي
جيفري س. آمثور	معمل أوك ريدج القومي
بيتر باكلاند	مكتب سياسة العلم والتكنولوجيا / شعبة البيئة
لي بك	الوكالة الأمريكية لحماية البيئة
ليونارد بيرنشتاين	الرابطة الدولية للحفاظ على البيئة في مجال صناعة البترول
دانيال بودانسكي	وزارة الخارجية الأمريكية
ريك برادلي	وزارة الطاقة الأمريكية
جيمز ل. بويزر	الإدارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي
جون كريستي	جامعة ألاباما
سوزان كونارد	مكتب سياسة العلم والتكنولوجيا / شعبة البيئة
كيرت كفي	معمل لورنس ليفرمور القومي
بنيامين دي آنجيلو	الوكالة الأمريكية لحماية البيئة
روبرت ديكنسون	جامعة أريزونا
ديفيد دوكين	الهيئة الجامعية لبحوث الغلاف الجوي
ريولا دوار	معهد البترول الأمريكي
وليام استرلينغ	جامعة بنسلفانيا
جيري الود	وزارة الطاقة
بول ر. إبشتاين	مدرسة هارفارد للطب
بول د. فارار	المكتب الأوقيانوسي البحري
هاوارد فلدمان	معهد البترول الأمريكي
جوش فوستر	مكتب البرامج العالمية التابع للإدارة القومية لعلوم المحيطات والغلاف الجوي
لوري جيلر	المجلس القومي للبحوث
مايكل غيل	جامعة كاليفورنيا، لوس أنجلوس
فيفيان غورنيتز	جامعة كولومبيا
كينيث غرين	معهد ريزون للسياسات العامة
ديفيد هاريسون	المؤسسة القومية للبحوث الاقتصادية
ديفيد د. هوتن	جامعة وسكونسن–ماديسن
مالكولم هيوز	جامعة أريزونا
ستانلي جاكوبز	مرصد لامونت–دويرتي بجامعة كولومبيا
هنري د. جاكوبي	معهد ماساشوستس للتكنولوجيا
جدسون جاف	مجلس المستشارين الاقتصاديين
ستيفين م. جابار	شركة فورد للسيارات
رسل أ. جونز	معهد البترول الأمريكي
سالي كين	الإدارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي
ت. كارل	المركز القومي للبيانات المناخية التابع للإدارة القومية لعلوم المحيطات والغلاف الجوي
تشارلز كيلر	معهد الفيزياء الجيولوجية / مؤسسة سكريبس لعلوم المحيطات / جامعة كاليفورنيا
هارون خشجي	شركة إكسون للبحوث والهندسة
آن كنزيغ	جامعة أريزونا
مورين ت. كتز	معهد الطاقة النووية
رتان لال	جامعة أوهيو

كريس لاندسي	شعبة بحوث الأعاصير / الإدارة القومية للمحيطات والغلاف والجوي / المختبر الأطلنطي لعلم المحيطات والأرصاد الجوية
نيل ليري	رئيس وحدة الدعم الفني بالفريق العامل الثاني
سفين ب. لندستد	جامعة أوهايو
أنطوني لوبو	جامعة ميزوري–كولومبيا
مايكل ك. ماك كراكن	البرنامج الأمريكي لبحوث تغير المناخ العالمي
جيمز ج. ماكارثي	الرئيس المشارك للفريق العامل الثاني
جيرالد ميل	المركز القومي لبحوث الغلاف الجوي
روبرت مندلسون	جامعة ييل
باتريك مايكلز	جامعة فيرجينيا
إفان ميلز	معمل لورنس بيركلي الوطني
وليام موماو	مدرسة فليتشر للقانون والديبلوماسية، جامعة تفس
بيريان مور	جامعة نيو هامبشاير
جيمز موريسون	جامعة واشنطن
جنيفر أورم–ئافاليتا	المعمل القومي لبحوث الآثار البيئية والصحية
كاميل باميسان	جامعة تكساس
ج.أ. باتز	جامعة جونز هوبكنز
جويس بنر	جامعة متشيغان
روجر أ. بيكل	جامعة كلورادو
مايكل براذر	جامعة كاليفورنيا إيرفاين
لن ك. برايس	معمل لورنس بيركلي الوطني
ف. راماسوامي	الإدارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي
روبرت ل. راندال	معهد تجديد الغابات المطيرة
ريتشارد رتشيلز	معهد بحوث الطاقة الكهربائية
ديفيد رند	الوكالة القومية للطيران والفضاء
كتريونا روحرز	البرنامج الأمريكي لبحوث تغير المناخ العالمي
ماثياس رث	جامعة ماري لاند
جيانت ساثايي	معمل لورنس بيركلي القومي
مايكل شليزنغر	جامعة الينوي–اربانا–شامبين
ستيفين شنايدر	جامعة ستانفورد
مايكل ج. سكوت	معمل باتل القومي لشمال غرب المحيط الهادئ
روجر سيدجو	الموارد من أجل المستقبل
وولتر شورت	المعمل القومي للطاقة المتجددة
جويل ب. سميث	ستراتوس الاستشارية المندمجة
روبرت ن. ستافينس	مدرسة جون ف. كنيدي للحكم، جامعة هارفارد
رون ستوفر	وزارة التجارة الأمريكية / الإدارة القومية للمحيطات والغلاف الجوي
ت. تالي	مكتب التغير العالمي، وزارة الخارجية الأمريكية
كيفين ترنبيرث	المركز القومي لبحوث الغلاف الجوي
إدوارد فاين	معمل لورنس بيركلي القومي
هنري ووكر	الوكالة الأمريكية لحماية البيئة
روبرت واطسون	رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
هاوارد ويسوكي	إدارة الطيران الفيدرالية

جون ب. وايانت	محفل نمذجة الطاقة، جامعة ستانفورد
توم ولبانكس	معمل أوك بريدج القومي

اليابان

كازوو آزاكورا	المعهد المركزي للبحوث
نوريوكي غوتو	جامعة طوكيو، كومابا
ماريكو هاندا	منظمة تنمية تكنولوجيا المناظر والخضرة الحضرية
هيديو هاراساوا	شعبة النظم البيئية والاجتماعية
ياسو هوسويا	شركة كهرباء طوكيو
ي. اغاراشي	وزارة الخارجية
تاكيشي اماي	شركة كهرباء كانساي المندمجة
م. انوي	وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة
هيساشي كاتو	معهد البحوث المركزي لصناعة الطاقة الكهربائية
نواكي ماتسو	المعهد العالمي لبحوث التقدم الصناعي والاجتماعي
هيسايوشي موريسوغي	جامعة طوهوكو
تسوني يوكي موريتا	المعهد الوطني للدراسات البيئية
شينيشي ناغاتا	وكالة البيئة
س. ناكاغاوا	الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية
يوشياكي نيشيمورا	معهد البحوث المركزي لصناعة الطاقة الكهربائية
اشيرو ساداموري	المعهد العالمي لبحوث التقدم الصناعي والاجتماعي
أكيهيكو ساساكي	المعهد الوطني للصحة العامة
شوجيرو ساتو	شركة كهرباء شوبا
أ. تاكيوشي	الوكالة اليابانية للأرصاد الجوية
كاناكو تاناكا	المعهد العالمي لبحوث التقدم الصناعي والاجتماعي
توميهيرو تانيغوشي	نائب رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المرفق باء - معجم المصطلحات

يستند هذا المعجم إلى قوائم المصطلحات المنشورة في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (٢٠٠١ (أ)و (ب)و (ج)). ومع ذلك أدخلت إضافات لإضفاء مزيد من الاتساق والدقة على بعض المصطلحات. وترد المصطلحات المستقلة في هذا المعجم بحروف مائلة.

الاتجار في الانبعاثات

نهج سوقي لتحقيق أهداف بيئية تسمح لمن يقومون بتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة إلى ما دون المستوى المطلوب باستخدام أو تداول التخفيضات الزائدة لمعادلة الانبعاثات في مصدر آخر داخل البلد أو خارجه. وبصفة عامة، يمكن أن يحدث الاتجار في الانبعاثات فيما بين الشركات وعلى المستويات المحلية والدولية. وقد اعتمد تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أسلوب استخدام «التراخيص» لنظم الاتجار المحلية و «الحصص» لنظم الاتجار الدولية. والاتجار في الانبعاثات بموجب المادة ١٧ من بروتوكول كيوتو هو نظام للحصص القابلة للتداول استنادا إلى الكميات المسندة التي يتم حسابها من الالتزامات المدرجة في المرفق باء الملحق بالبروتوكول بشأن تخفيض الانبعاثات والحد منها. أنظر أيضا وحدة التخفيض المعتمد للانبعاثات وآلية التنمية النظيفة.

اتفاق طوعي

اتفاق بين سلطة حكومية وواحد أو أكثر من أطراف القطاع الخاص، فضلا عن التزام من جانب واحد تعترف به السلطة العامة، لتحقيق أهداف بيئية أو لتحسين الأداء إلى ما وراء الامتثال.

الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ

أنظر اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ

اعتمدت الاتفاقية في ٩ مايو ١٩٩٢ في نيويورك ووقع عليها أكثر من ١٥٠ بلد والمجموعة الأوربية، وذلك في قمة الأرض التي عقدت في ريو دي جانيرو في عام ١٩٩٢. والهدف النهائي للاتفاقية هو «تثبيت تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي عند مستوى يمنع التدخل الخطير من جانب الإنسان في النظام المناخي.» وتحتوى الاتفاقية على التزامات لجميع الأطراف. وبموجب الاتفاقية، يرمي الأطراف المدرجون في المرفق الأول إلى العودة بانبعاثات غازات الدفيئة التي لا تخضع لرقابة بروتوكول مونتريال إلى مستويات عام ١٩٩٠ بحلول عام ٢٠٠٠. وبدأ سريان الاتفاقية في مارس ١٩٩٤. أنظر أيضا بروتوكول كيوتو ومؤتمر الأطراف.

اجتماع الأطراف (في بروتوكول كيوتو)

سوف يعمل مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ كاجتماع للأطراف، وهو الهيئة العليا لبروتوكول كيوتو، ولكن لا يجوز المشاركة في أعماله واتخاذ القرارات إلا للأطراف في بروتوكول كيوتو. ولا يمكن لاجتماع الأطراف أن ينعقد حتى يبدأ سريان البروتوكول.

إجمالي الإنتاج الأوّلي

مقدار الكربون الذي يتم تحويله من الغلاف الجوي من خلال التمثيل الضوئي.

إجهاد المياه

يتعرض بلد لإجهاد المياه إذا كانت إمدادات المياه العذبة المتاحة بالنسبة للكميات المسحوبة من المياه تلعب دورا مهما في تقييد التنمية. وقد استخدمت المسحوبات التي تزيد عن ٢٠٪ من إمدادات المياه المتجددة كمؤشر لإجهاد المياه.

احتياطيات

يشير إلى الوقائع التي يتم تحديدها وقياسها باعتبار أنه يمكن استعادتها اقتصاديا وفنيا مع التكنولوجيات والأسعار الراهنة. أنظر أيضا موارد.

اختراق السوق

اختراق السوق هو الحصة من سوق معينة ممونة بسلعة أو خدمة معينة في وقت معين.

إدارة الطلب

السياسات والبرامج التي يتم تصميمها لغرض معين من أجل التأثير على طلب المستهلكين على السلع و / أو الخدمات. فمثلا في قطاع الطاقة، يشير المصطلح إلى السياسات والبرامج الرامية إلى تقليل طلب المستهلك على الكهرباء وغيرها من مصادر الطاقة. ويساعد ذلك على تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة.

الارتداد بعد الجليدي

الحركة الرأسية للقارات وقاع البحر في أعقاب اختفاء وانكماش الأغطية الجليدية منذ الحد الأقصى الجليدي الأخير (٢١ ألف عام قبل الوقت الراهن). والارتداد حركة أرضية متوازنة التضاغط.

ارتفاع مستوى سطح البحر

زيادة في متوسط مستوى سطح المحيط. والارتفاع في المستوى العالمي لسطح البحر هو تغير في المتوسط العالمي لمستوى سطح

البحر نتيجة تغير في حجم المحيط العالمي. ويحدث الارتفاع في مستوى سطح البحر النسبي حيثما كانت هناك زيادة في مستوى سطح المحيط بالنسبة للحركات الأرضية المحلية. ويركز واضعو النماذج المناخية كثيرا على تقدير التغير في مستوى سطح البحر العالمي. وأما الباحثون في التأثيرات فيركزون على التغير في مستوى سطح البحر النسبي.

إزالة الغابات

تحويل الغابات إلى أراض غير حراجية. ولمزيد من المعلومات عن مصطلح الغابة وما يتصل به من مصطلحات مثل الحراجة وإعادة التحريج وإزالة الغابات، يمكن الرجوع إلى التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ حول تغير استخدام الأراضي والحراجة (الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٠ب).

إزهار الطحالب

التكاثر الكثيف للطحالب في بحيرة أو نهر أو محيط.

استئصال اختفاء نوع أحيائي من جزء من نطاقه؛ انقراض محلي.

استجابة مناخية عابرة

المتوسط العالمي للزيادة في درجة الحرارة، على مدى مدة زمنية مقارها ٢٠ عاما، متمركزة في وقت تضاعف ثاني أكسيد الكربون (أي عند السنة السبعين في تجربة زيادة ثاني أكسيد الكربون المركب نسبة ١٪ في السنة في ظل نموذج مناخي عالمي متقارن).

استخدام الأراضي

مجموع الترتيبات والأنشطة والمدخلات التي يجري القيام بها في نوع معين من غطاء التربة (مجموعة من الإجراءات البشرية). وهو يمثل الأغراض الاجتماعية والاقتصادية لإدارة الأراضي (مثل الرعي والحصول على الأخشاب والحفاظ على البيئة).

استعادة الميثان

الطريقة التي يتم بها احتجاز انبعاثات الميثان (المنطلقة من مناجم الفحم أو مواقع المخلفات على سبيل المثال) وإعادة استخدامها كوقود أو لأغراض اقتصادية أخرى (مثل إعادة حقنها في احتياطيات النفط والغاز).

إشعاع تحت الأحمر

إشعاع يبتعثه سطح الأرض والغلاف الجوي والسحب. ويعرف أيضا بالإشعاع الأرضي أو الإشعاع طويل الموجات. وللإشعاع تحت الأحمر مدى من الأطوال الموجية (طيف) متميز يزيد من حيث الطول عن موجات اللون الأحمر في الجزء المرئي من الطيف. وطيف الإشعاع الأحمر مختلف عمليا عن طيف الإشعاع الشمسي أو طيف الإشعاع قصير الموجات بسبب الاختلاف في درجة الحرارة بين الشمس ونظام الأرض–الغلاف الجوي.

إشعاع شمسي

إشعاع تبتعثه الشمس. ويشار إليه أيضا بأنه إشعاع قصير الموجات. وللإشعاع الشمسي مدى مميز من الأطوال الموجية (طيف) تحكمه درجة حرارة الشمس. أنظر أيضا الإشعاع تحت الأحمر.

الإشعاع فوق البنفسجي-باء

إشعاع شمسي يتراوح طوله الموجي بين ٢٨٠ و ٣٢٠ نيناميتر ويمتص أوزون الستراتوسفير الجزء الأكبر منه. ويكبح الإشعاع فوق البنفسجي–باء المعزز نظام المناعة وقد تكون له تأثيرات ضارة أخرى على الكائنات الحية.

أصحاب المصلحة

شخص أو كيان يحمل منحا أو امتيازات أو أي قيمة أخرى قد تتأثر بإجراء معين أو سياسة معينة.

إضافية

خفض الانبعاثات حسب المصادر أو تعزيز الإزالات حسب البواليع، وهي عملية إضافية قد تحدث في غياب أنشطة مشاريع التنفيذ المشترك أو آلية التنمية النظيفة على النحو المعرف في المواد الواردة في بروتوكول كيوتو بشأن التنفيذ المشترك وآلية التنمية النظيفة. وقد يتسع هذا التعريف ليشمل الإضافية المالية وإضافية الاستثمار والتكنولوجيا. وفي إطار «الإضافية المالية»، يضاف تمويل أنشطة المشروعات إلى مرفق البيئة العالمي والالتزامات المالية الأخرى التي أخذتها على نفسها البلدان المدرجة في المرفق الأول، والمساعدة الإنمائية الرسمية وغير ذلك من نظم التعاون. وفي إطار «إضافية الاستثمار»، فإن قيمة وحدة تخفيض الانبعاثات / وحدة التخفيض المعتمد للانبعاثات تحسن كثيرا من قابلية استمرار أنشطة المشروعات على المستوى المالي و / أو التجاري. وفي إطار «إضافية التكنولوجيا»، تكون التكنولوجيا المستخدمة في أنشطة المشروعات أفضل تكنولوجيا متاحة بالنسبة لظروف الطرف المضيف.

إعادة التحريج

زراعة غابات على أراض كانت تحتوي من قبل على غابات ولكنها تحولت إلى استخدامات أخرى. ولمزيد من المعلومات عن مصطلح «الغابة» وما يتصل بها من مصطلحات، مثل الحراجة وإعادة التحريج وإزالة الغابات، يمكن الرجوع إلى التقرير الخاص للهيئة

الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٠ب)

إعادة التأمين

نقل جزء من مخاطر التأمين الأولية إلى مجموعة ثانوية من شركات التأمين (شركات إعادة التأمين)، وهو في الأساس «تأمين لشركات التأمين».

إعادة تدوير الإيرادات

أنظر تأثير التفاعل.

إعادة شحن المياه الجوفية

عملية إضافة المياه الخارجية إلى منطقة التشبع في مستودع مياه جوفية بطريقة مباشرة إلى تكوين معين أو بطريقة غير مباشرة عن طريق تكوين آخر.

إعانة

مبلغ يدفع مباشرة من الحكومة إلى أحد الكيانات، أو تخفيض في الضرائب المفروضة على هذا الكيان، لتنفيذ ممارسة ترغب الحكومة في تشجيعها. ويمكن تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة بتقليل الإعانات القائمة التي تساعد على رفع الانبعاثات، مثل إعانات استخدام الوقود الأحفوري، أو عن طريق تقديم إعانات للممارسات التي تقلل الانبعاثات أو تعزز البواليع (مثل إعانات عزل الأبنية أو زرع الأشجار).

أعمال مصرفية

طبقا لبروتوكول كيوتو [المادة ١٣) ٣)]، يجوز للأطراف المدرجين في المرفق الأول الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ ادخار مسموحات أو أرصدة الانبعاثات الزائدة عن فترة الالتزام الأولى لاستخدامها في فترات الالتزام اللاحقة (فيما بعد عام ٢٠١٢).

اقتصادات تمر بمرحلة انتقالية

البلدان ذات الاقتصادات الوطنية التي في طور التحول من النظام الاقتصادي المخطط إلى اقتصاد سوقي.

أكاسيد النيتروجين

أيٌّ من مختلف أكاسيد النيتروجين.

أكسيد النيتروز

أحد غازات الدفيئة القوية ينطلق من جراء ممارسات زراعة التربة، ولاسيما استخدام المخصبات التجارية والعضوية واحتراق الوقود الأحفوري وإنتاج حامض النيتريك وإحراق الكتلة الأحيائية. وأكسيد النيتروز هو أحد غازات الدفيئة الستة التي من المقرر الحد منها بموجب بروتوكول كيوتو.

ألبي

المنطقة الجغرافية الأحيائية المؤلفة من منحدرات تمتد فوق النطاق الشجري وتتسم بنمو نباتات عشبية وردية الشكل ونباتات شجيرية منخفضة بطيئة النمو.

ألبيدو

حجم الإشعاع الشمسي الذي يعكسه السطح أو الشيء، وهو ما يعبر عنه في كثير من الأحيان كنسبة مئوية. وتتسم الأسطح المغطاة بالثلوج بقدرة كبيرة على عكس الأشعة الشمسية، ويتراوح معدل عكس الأشعة الشمسية في التربة بين منخفض ومرتفع، بينما تتسم الأسطح المغطاة بالنباتات والمحيطات بقدرة منخفضة على عكس الأشعة الشمسية. وتتفاوت قدرة الأرض على عكس الأشعة الشمسية بصورة أساسية من خلال تفاوت التغيم والثلوج والجليد والمناطق المورقة والتغيرات في غطاء التربة.

آليات كيوتو

آليات اقتصادية تقوم على أساس مبادئ السوق التي يمكن للأطراف في بروتوكول كيوتو استخدامها في محاولة لتقليل التأثيرات الاقتصادية المحتملة لمتطلبات تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة. وتشمل هذه الآليات التنفيذ المشترك (المادة ٦) وآلية التنمية النظيفة (المادة ١٢) والاتجار في الانبعاثات (المادة ١٧).

آليات مرونة

أنظر آليات كيوتو.

ألياف

الخشب أو خشب الوقود (الخشبية أو غير الخشبية).

آلية التنمية النظيفة

طبقا للمادة ١٢ من بروتوكول كيوتو، ترمي آلية التنمية النظيفة إلى تحقيق هدفين، هما (١) مساعدة الأطراف غير المدرجون في المرفق الأول على تحقيق التنمية المستدامة والمشاركة في بلوغ الهدف النهائي للاتفاقية، و(٢) مساعدة الأطراف المدرجين في المرفق الأول على الامتثال لالتزاماتها التي أخذتها على نفسها بشأن الحد الكمي لانبعاثاتها وتخفيضها. ويمكن للمستثمرين (الحكومات أو الصناعات) الحصول من الأطراف المدرجين في المرفق باء على وحدات تخفيض الانبعاثات المعتمدة في مشاريع آلية التنمية النظيفة التي يتم تنفيذها في البلدان غير

المدرجة المرفق الأول التي تحد من انبعاثات غازات الدفيئة أو تخفضها عند اعتمادها من الكيانات التشغيلية المعينة من قبل مؤتمر الأطراف / اجتماع الأطراف. وتستخدم حصة من عوائد أنشطة المشروعات المعتمدة لتغطية النفقات الإدارية ومساعدة الأطراف من البلدان النامية الشديدة التأثر على وجه الخصوص بالتأثيرات الضارة لتغير المناخ على الوفاء بتكاليف التكيف.

الامتثال
أنظر التنفيذ.

امتصاص
إضافة مادة مثيرة للاهتمام إلى خزان. ويطلق في كثير من الأحيان على امتصاص المواد المحتوية على الكربون، ولاسيما ثاني أكسيد الكربون، عزل (الكربون). أنظر أيضا عزل.

أمراض تنقلها النواقل
مرض ينتقل بين المضيفين عن طريق كائن ناقل، مثل البعوض أو القراد (الملاريا وحمى الدنغ والليشمانيا على سبيل المثال).

أمراض معدية
الأمراض التي يمكن أن تنتقل من شخص إلى آخر. وقد يحدث ذلك بالاتصال المادي المباشر أو بالاشتراك في تناول شيء ملوث بكائنات معدية أو من خلال ناقل أمراض أو انتشار الرذاذ الملوث في الهواء عن طريق السعال أو التنفس.

إمكانية اقتصادية
الجزء من الإمكانية التكنولوجية لإجراء تخفيضات في انبعاثات غازات الدفيئة أو تحسينات في كفاءة الطاقة والذي يمكن تحقيقه على نحو فعال بالقياس إلى التكلفة من خلال إنشاء الأسواق وتخفيض عيوب السوق أو زيادة عمليات نقل التمويل والتكنولوجيا. ويتطلب تحقيق الإمكانية الاقتصادية سياسات وتدابير إضافية للقضاء على الحواجز السوقية. أنظر أيضا إمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية–الاقتصادية والإمكانية التكنولوجية.

إمكانية اقتصادية-اجتماعية
تمثل الإمكانية الاجتماعية–الاقتصادية مستوى تخفيف غازات الدفيئة المقترح عن طريق التغلب على العقبات الاجتماعية والثقافية التي تعترض سبيل استخدام التكنولوجيات الفعالة بالقياس إلى التكلفة. أنظر أيضا الإمكانية الاقتصادية وإمكانية السوق والإمكانية التكنولوجية.

إمكانية الاحترار العالمي
مؤشر يصف السمات الإشعاعية لغازات الدفيئة الجيدة الامتزاج وهو يمثل التأثير المشترك للمدد الزمنية المتفاوتة التي تبقى فيها هذه الغازات في الغلاف الجوي وفعاليتها النسبية في امتصاص الإشعاع تحت الأحمر الصادر. ويقرب هذا المؤشر تأثير الاحترار ذي الزمن المتكامل لوحدة كتلة أحد غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الحالي مقارنة بوحدة كتلة ثاني أكسيد الكربون.

إمكانية التكيف
أنظر القدرة على التكيف

إمكانية السوق
الجزء من الإمكانية الاقتصادية لتخفيضات انبعاثات غازات الدفيئة أو لتحسين كفاءة الطاقة الذي يمكن تحقيقه في ظل أحوال السوق القائمة مع عدم افتراض سياسات أو تدابير جديدة. أنظر أيضا الإمكانية الاقتصادية والإمكانية الاجتماعية–الاقتصادية والإمكانية التكنولوجية.

إمكانية تكنولوجية
القدر الذي يمكن به تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة أو تحسين كفاءة الطاقة بتنفيذ تكنولوجيا أو ممارسة سبق بيانها عمليا. أنظر أيضا الإمكانية الاقتصادية وإمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية–الاقتصادية.

إمكانية لا يندم عليها
أنظر أيضا سياسة لا يندم عليها.

انبعاثات
في سياق تغير المناخ، تشير الانبعاثات إلى إطلاق غازات الدفيئة و / أو سلائفها والأهباء الجوية في الغلاف الجوي في منطقة معينة وعلى مدى فترة زمنية محددة.

انبعاثات بشرية المنشأ
انبعاثات غازات الدفيئة وسلائف غازات الدفيئة والأهباء الجوية المقترنة بالأنشطة البشرية. ويشمل ذلك إحراق الوقود الأحفوري للحصول على الطاقة، وإزالة الغابات والتغيرات في استخدام الأراضي التي تسفر عن زيادة صافية في الانبعاثات.

انبعاثات ك أ٢ (ثاني أكسيد الكربون) الأحفوري
انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن احتراق الوقود المتكون عن ترسبات الكربون الأحفوري، مثل النفط والغاز الطبيعي والفحم.

انخساف
الهبوط المفاجئ أو التدريجي لسطح الأرض مصحوبا بحركة أفقية خفيفة أو منعدمة.

أنشطة منفذة تنفيذا مشتركا

المرحلة التجريبية للتنفيذ المشترك، على النحو المحدد في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، التي تسمح بأنشطة المشروعات فيما بين البلدان المتقدمة (وشركاتها) وبين البلدان المتقدمة والبلدان النامية (وشركاتها). وترمي الأنشطة المنفذة تنفيذا مشتركا إلى السماح للأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ باكتساب الخبرة في أنشطة المشروعات المنفذة تنفيذا مشتركا. ولا تخصص أرصدة للأنشطة المنفذة تنفيذا مشتركا خلال المرحلة التجريبية. ويتعين اتخاذ قرار بشأن مستقبل المشاريع المنفذة تنفيذا مشتركا وطريقة اتصالها بآليات كيوتو. وكشكل بسيط لتصاريح الانبعاثات القابلة للتداول، فإن أنشطة التنفيذ المشترك وغيرها من المخططات التي تقوم على أساس السوق تمثل آليات محتملة هامة لحفز تدفقات الموارد الإضافية لصالح البيئة العالمية. أنظر أيضا آلية التنمية النظيفة والاتجار في الانبعاثات.

انقراض

الاختفاء الكامل لنوع أحيائي معين.

انهيال أرضي

كتلة من المواد التي تنزلق إلى أسفل بفعل الجاذبية الأرضية ويساعد على ذلك المياه في كثير من الأحيان عندما تتشبع هذه المواد. والانهيال الأرضي هو حركة انحدار سريعة لكتلة من التربة أو الصخور أو الركام.

انهيال

ينطبق على جميع حركات وحدات مواد اليابسة التي تحركها وتتحكم فيها الجاذبية الأرضية.

أهباء جوية

مجموعة من الجسيمات الصلبة أو السائلة التي يتراوح حجمها في العادة بين ٠,٠١ و ١٠ ميكرون وتظل عالقة في الغلاف الجوي لعدة ساعات على الأقل. والأهباء الجوية قد تكون طبيعية أو بشرية المنشأ. وقد تؤثر الأهباء الجوية على المناخ بطريقة مباشرة من خلال تبديد وامتصاص الإشعاع أو بطريقة غير مباشرة من خلال العمل كأنوية لتكثف السحب أو لتعديل الخصائص البصرية للسحب وتعديل أعمارها. أنظر التأثير غير المباشر للأهباء الجوية.

أهباء عضوية

جزيئات الأهباء المؤلفة في المقام الأول من مركبات عضوية، وهي أساسا الكربون والهيدروجين والأوكسجين ومقادير أقل من عناصر أخرى (تشارلسون و هينتزينبيرغ، ١٩٩٥). أنظر أيضا الهباء الكربوني.

أهباء كربونية

أهباء تتألف في معظمها من مواد عضوية ومختلف أشكال الكربون الأسود (تشارلسون وهينتزبينبيرغ، ١٩٩٥).

أهداف وجداول زمنية

الهدف هو تخفيض نسبة محددة من انبعاثات غازات الدفيئة من تاريخ خط أساس («دون مستويات عام ١٩٩٠» على سبيل المثال») يتم تحقيقه بتاريخ محدد أو جدول زمني (٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢ على سبيل المثال). وعلى سبيل المثال، بموجب صيغة بروتوكول كيوتو، وافق الاتحاد الأوروبي على تخفيض انبعاثاته من غازات الدفيئة بنسبة تقل ٨٪ عن مستويات عام ١٩٩٠ في فترة الالتزام الممتدة من ٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢. وهذه الأهداف والجداول الزمنية هي في الواقع حد أقصى لمجموع مقادير انبعاثات غازات الدفيئة التي يمكن لبلد أو منطقة أن يبثها في فترة زمنية معينة.

الأوزون

الأوزون، وهو الشكل الثلاثي الذرات للأوكسجين، أحد المكونات الغازية للغلاف الجوي. وهو يتكون في التروبوسفير بصورة طبيعية وعن طريق تفاعلات كيميائية ضوئية تشترك فيها غازات ناشئة عن الأنشطة البشرية («الضباب الدخاني» الكيمائي الضوئي) على السواء. وفي التركيزات العالية، يمكن أن يضر أوزون التروبوسفير بطائفة عريضة من الكائنات الحية. ويعمل أوزون التروبوسفير كأحد غازات الدفيئة. وأما في الستراتوسفير، فإن الأوزون يتكون من التفاعل بين الإشعاع الشمسي فوق البنفسجي والأوكسجين الجزيئي. ويتسم أوزون الستراتوسفير بأهمية حاسمة في التوازن الإشعاعي للاستراتوسفير. ويبلغ تركيزه أعلى حد له في طبقة الأوزون. واستنفاد أوزون الستراتوسفير من جراء التفاعلات الكيميائية التي قد تتعزز بسبب تغير المناخ يسفر عن زيادة تدفق المستوى الأرضي للإشعاع فوق البنفسجي–باء. أنظر أيضا بروتوكول مونتريال وطبقة الأوزون.

أيام درجة التبريد

تكامل لدرجة الحرارة فوق ١٨ درجة مئوية على مدى يوم (فمثلا اليوم الذي يبلغ متوسط درجة حرارته ٢٠ درجة مئوية يعتبر يومين من أيام درجة التبريد). أنظر أيضا أيام درجة التسخين.

أيام درجة التسخين

تكامل درجة الحرارة تحت ١٨ درجة مئوية على مدى يوم (فمثلا اليوم الذي يبلغ متوسط درجة حرارته ١٦ درجة مئوية يعدل

يومين من أيام درجة التسخين). أنظر أيضا أيام درجة التبريد.

بالوعة

أي نشاط أو عملية أو آلية تزيل أحد غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية أو سلائف غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية من الغلاف الجوي.

البحث والتطوير والبيان العملي

أعمال البحث العلمي / الفني وإعداد عمليات إنتاجية أو منتجات جديدة مقترنة بتحليلات وتدابير تزود المستخدمين المحتملين بمعلومات عن استخدام المنتج الجديد أو العملية الجديدة، والبيانات العملية، وجدوى تطبيق عمليات هذه المنتجات من خلال المنشآت الرائدة وغيرها من التطبيقات السابقة للمرحلة التجارية.

بروتوكول كيوتو

تم اعتماد بروتوكول كيوتو الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ في الدورة الثالثة لمؤتمر الأطراف الذي عقد في كيوتو باليابان في عام ١٩٩٧. ويشمل البروتوكول تعهدات ملزمة قانونا بالإضافة إلى تلك التعهدات الواردة في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. ووافقت البلدان المدرجة في المرفق باء الملحق بالبروتوكول (معظم بلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية) على تخفيض انبعاثاتها من غازات الدفيئة البشرية المنشأ (ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز والمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة وسادس فلوريد الكبريت) بخمسة في المائة على الأقل دون مستويات عام ١٩٩٠ خلال فترة الالتزام الممتدة من ٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢. ولم يبدأ بعد سريان بروتوكول كيوتو (سبتمبر ٢٠٠١).

بروتوكول مونتريال

اعتمد بروتوكول مونتريال المتعلق بالمواد المستنفدة لطبقة الأوزون في مونتريال في عام ١٩٨٧ وتم تعديله وتنقيحه لاحقا في لندن (١٩٩٠) وفي كوبنهاغن (١٩٩٢) وفي فينا (١٩٩٥) وفي مونتريال (١٩٩٧) وبيجينغ (١٩٩٩). ويحكم البروتوكول استهلاك وإنتاج المواد الكيميائية المحتوية على الكلور والبروم التي تدمر أوزون الستراتوسفير، مثل المركبات الكربونية الفلورية الكلورية وميثيل الكلوروفورم ورابع كلوريد الكربون وكثير من المواد الأخرى.

بشري المنشأ

بفعل الإنسان أو ناتج عنه.

بقع شمسية

مساحات داكنة صغيرة على الشمس. وعدد البقع الشمسية يكون أكبر خلال فترات النشاط الشمسي المرتفع وهو يتفاوت بصفة خاصة بتفاوت الدورة الشمسية.

بلدان المرفق الثاني

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الثاني الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وهي تشمل جميع البلدان المتقدمة النمو الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. وبموجب المادة ٢-٤(ز) من الاتفاقية، من المتوقع أن توفر هذه البلدان موارد مالية لمساعدة البلدان النامية على الوفاء بالتزاماتها، مثل إعداد تقارير وطنية. ومن المتوقع أيضا أن تقوم بلدان المرفق الثاني بتعزيز نقل التكنولوجيات السليمة بيئيا إلى البلدان النامية. أنظر أيضا البلدان / الأطراف المدرجة في المرفق الأول والمرفق باء والبلدان / الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول البلدان / الأطراف غير المدرجة في المرفق باء.

البلدان/الأطراف المدرجة في المرفق الأول

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق الأول (بصيغته المعدلة في عام ١٩٩٨) الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، بما في ذلك جميع البلدان المتقدمة النمو الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية. وبطبيعة الحال، فإن البلدان الأخرى يشار إليها باسم «البلدان غير المدرجة في المرفق الأول.» وبموجب المادتين ٢-٤(أ) و ٢-٤ (ب) من الاتفاقية، تلتزم بلدان المرفق الأول على وجه التحديد بهدف العودة، فرادى أو بالاشتراك مع الآخرين، إلى مستويات انبعاثات غازات الدفيئة التي كانت عندها في عام ١٩٩٠ وذلك بحلول عام ٢٠٠٠. أنظر أيضا بلدان المرفق الثاني وبلدان المرفق باء والبلدان غير المدرجة في المرفق باء.

البلدان/الأطراف المدرجة في المرفق باء

مجموعة البلدان المدرجة في المرفق باء في بروتوكول كيوتو، وهي البلدان التي وافقت على التزامات بشأن انبعاثاتها من غازات الدفيئة وتشمل جميع بلدان المرفق الأول (بصيغته المعدلة في عام ١٩٩٨) فيما عدا تركيا وبيلاروس. أنظر أيضا البلدان / الأطراف المدرجة في المرفق الثاني والبلدان / الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول والبلدان / الأطراف غير المدرجة في المرفق باء.

البلدان/الأطراف غير المدرجة في المرفق الأول

البلدان التي صدقت على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو انضمت إليها ولم تدرج في المرفق الأول الملحق باتفاقية المناخ. أنظر أيضا بلدان المرفق الأول.

البلدان/الأطراف غير المدرجة في المرفق باء

البلدان غير المدرجة في المرفق باء الملحق ببروتوكول كيوتو.

أنظر أيضا بلدان المرفق باء.

بناء القدرات

في سياق تغير المناخ هي عملية تطوير المهارات الفنية والقدرات المؤسسية للبلدان النامية والاقتصادات التي تمر بمرحلة انتقالية بغرض تمكينها من المشاركة في كافة جوانب التكيف مع تغير المناخ والتخفيف منه والبحث فيه، وتنفيذ آليات كيوتو، الخ.

بنية أساسية

المعدات الأساسية والمرافق والمنشآت الإنتاجية والتركيبات والمؤسسات والخدمات الضرورية لتطوير وتشغيل ونمو أي منظمة أو مدينة أو دولة. وعلى سبيل المثال، تشمل البنى الأساسية كل الطرق والمدارس ومرافق الكهرباء والغاز والمياه والنقل والاتصالات والنظم القانونية.

بيانات غير مباشرة

المؤشر المناخي غير المباشر هو سجل محلي يتم تفسيره باستخدام المبادئ الفيزيائية والفيزيائية الأحيائية لتمثيل مجموعة من التغيرات المرتبطة بالمناخ في الماضي. والبيانات المرتبطة بالمناخ المستمدة بهذه الطريقة يشار إليها بأنها بيانات غير مباشرة. ومن أمثلة البيانات غير المباشرة سجلات حلقات جذوع الأشجار والسمات المميزة للمرجان ومختلف البيانات المستقاة من باطن الجليد.

تأثير إشعاعي

التأثير الإشعاعي هو التغير في صافي الإشعاع الرأسي (يقاس بالواط في المتر المربع وم-٢) في التروبوبوز من جراء التغير الداخلي أو التغير في التأثير الخارجي للنظام المناخي، مثل حدوث تغير في تركيز ثاني أكسيد الكربون أو في إجمالي الإشعاع الشمسي على سبيل المثال. ويقاس التأثير الإشعاعي عادة بعد أن تستعيد درجات حرارة الستراتوسفير تكيفها مع التوازن الإشعاعي، ولكن مع تثبيت جميع خصائص التروبوسفير عند قيمها غير المضطربة.

تأثير الارتداد

يحدث هذا التأثير مثلا لأن كفاءة المركبات يقلل من تكلفة كل كيلو متر تقطعه السيارة. وينطوي ذلك على أثر معاكس في تشجيع زيادة السفر بالسيارة.

تأثير التفاعل

نتيجة أو عاقبة تفاعل أدوات سياسة التغير المناخي مع نظم الضرائب المحلية القائمة، بما في ذلك تفاعل الضرائب التي تزيد من التكلفة وتأثير إعادة تدوير الإيرادات الذي يقلل من التكلفة. فأما تفاعل الضرائب الذي يزيد من التكلفة فإنه يبرز ما يمكن أن يكون للسياسات بشأن غازات الدفيئة من تأثير على أداء العمل وأسواق رأس المال من خلال تأثيراتها على الأجور الحقيقية والعائد الحقيقي لرأس المال. وعن طريق الحد من انبعاثات غازات الدفيئة المسموح بها، فإن التراخيص أو الأنظمة أو الضريبة على الكربون ترفع من تكاليف الإنتاج وأسعار الناتج، مما يقلل من العائد الحقيقي للعمل ورأس المال. وبالنسبة للسياسات التي تزيد من إيرادات الحكومة–الضرائب على الكربون والتراخيص القابلة للتداول– يمكن إعادة تدوير الإيرادات لتقليل الضرائب التشويهية القائمة. أنظر أيضا الربح المزدوج.

تأثير تفاعل الضرائب

أنظر تأثير التفاعل.

تأثير خارجي

أنظر النظام المناخي.

التأثير غير المباشر للأهباء الجوية

قد تفضي الأهباء الجوية إلى تأثير إشعاعي للنظام المناخي من خلال العمل كأنوية تكثيف أو من خلال تعديل الخصائص البصرية للسحب وتعديل عمرها. ويتم التمييز بين تأثيرين غير مباشرين هما:

- التأثير غير المباشر الأول: هو تأثير إشعاعي يحدث نتيجة زيادة الأهباء البشرية المنشأ التي تسبب زيادة أولية في تركيز القطيرات ونقصان حجمها بالنسبة لمحتوى ثابت من الماء السائل، وهو ما يفضي إلى زيادة في قدرة السحب على عكس الأشعة الشمسية. ويعرف هذا التأثير أيضا باسم «تأثير تومي.» ويشار أحيانا إلى ذلك بأنه تأثير قدرة عكس السحب للأشعة الشمسية. ومع ذلك، فإن ذلك مضلل بدرجة كبيرة نظرا لأن التأثير غير المباشر الثاني يغير أيضا من قدرة السحب على عكس الأشعة الضوئية.
- التأثير غير المباشر الثاني: هو تأثير إشعاعي من جراء زيادة في الأهباء البشرية المنشأ التي تسبب تناقص في حجم القطيرات، مما يقلل من كفاءة التهطال ومن ثم يعدل من محتوى الماء السائل وعمق السحب وعمرها. ويعرف هذا التأثير أيضا باسم «تأثير عمر السحب» أو «تأثير ألبريخت.»

تأثير غير مباشر

الآثار الاقتصادية الناجمة عن تدابير التخفيف المحلية أو القطاعية على البلدان أو القطاعات الأخرى. وفي هذا التقرير لا يجري أي تقييم للآثار البيئية غير المباشرة. والآثار غير المباشرة قد تكون

إيجابية أو سلبية وتشمل التأثيرات على التجارة وتسرب الكربون ونقل ونشر التكنولوجيا السليمة بيئيا وغير ذلك من القضايا.

تأثيرات (المناخ)

نتائج تغير المناخ على النظم الطبيعية والنظم البشرية. وتبعا لاعتبارات التكيف، يمكن التمييز بين التأثيرات المحتملة والتأثيرات المتبقية.

- التأثيرات المحتملة: جميع التأثيرات التي قد تحدث في ظل تغير مقدر في المناخ بدون النظر إلى التكيف.
- التأثيرات المتبقية: تأثيرات تغير المناخ التي تحدث بعد التكيف. أنظر أيضا التأثيرات المجمعة وتأثيرات السوق والتأثيرات غير السوقية.

تأثيرات تجارية

التأثيرات الاقتصادية للتغيرات في القوة الشرائية لمجموعة من السلع التي يصدّرها بلد في مقابل مجموعات من السلع المستوردة من شركائه التجاريين. وسياسات المناخ تغير تكاليف الإنتاج النسبية وقد تغير كثيرا من شروط التجارة بدرجة تكفي لتغيير التوازن الاقتصادي النهائي.

تأثيرات سوقية

التأثيرات المرتبطة بعمليات السوق وتؤثر مباشرة على الناتج المحلي الإجمالي (الحسابات الوطنية في البلد)، مثل التغيرات في عرض السلع الزراعية وأسعارها. أنظر أيضا التأثيرات غير السوقية.

تأثيرات غير سوقية

التأثيرات التي تؤثر على النظم الايكولوجية أو رفاه الإنسان، ولكنها لا ترتبط مباشرة بعمليات السوق، مثل زيادة خطر الوفاة قبل الأوان. أنظر أيضا التأثيرات السوقية.

تأثيرات كلية

مجموع التأثيرات الموجزة في القطاعات و / أو المناطق. وتجميع التأثيرات يتطلب معرفة (عن الافتراضات بشأن) الأهمية النسبية للتأثيرات في مختلف القطاعات والمناطق. وتشمل تدابير التأثيرات الكلية مثلا مجموع عدد السكان المتضررين أو التغير في صافي الإنتاجية الأولية أو عدد النظم التي تتعرض للتغير أو مجموع التكاليف الاقتصادية.

تأقلم

التكيف الفسيولوجي مع التغيرات المناخية

تبخر

العملية التي يتحول بها السائل إلى غاز.

التبخر-النتح

العملية تجمع بين التبخر من سطح الأرض والنتح من النباتات.

تبييض المرجان

شحوب لون المرجان نتيجة لفقد الطحالب التكافلية. ويحدث التبييض استجابة لصدمة فسيولوجية من جراء تغيرات مفاجئة في درجة الحرارة والملوحة والتكدر.

تثبيت

تثبيت تركيز واحد أو أكثر من غازات الدفيئة في الغلاف الجوي (مثل ثاني أكسيد الكربون أو سلة مكافئ ثاني أكسيد الكربون من غازات الدفيئة).

التجدد

تجدد مجموعة من الأشجار بوسائل طبيعية (تناثر البذور في مكانها أو مجموعات الأشجار المجاورة أو ترسبها الرياح أو الطيور أو الحيوانات) أو بوسائل اصطناعية (عن طريق الشتلات أو البذور مباشرة).

حزم ثلجية

تراكم موسمي للثلوج البطيئة الذوبان.

تحات

عملية إزالة ونقل التربة والصخور عن طريق التجوية وتبديد الكتلة وحركة المجاري المائية والكتل الجليدية والأمواج والرياح والمياه الجوفية.

تحات حراري

تحات التربة الصقيعية الغنية بالجليد من جراء التأثير الحراري والميكانيكي للمياه المتحركة.

تحريج

زراعة غابات جديدة على أرض لم تشهد نمو غابات فيها على مر التاريخ. وللاطلاع على مزيد من المعلومات عن مصطلح «الغابة» وما يتصل به من مصطلحات، مثل الحراجة وإعادة التحريج وإزالة الغابات ، يمكن الرجوع إلى تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الخاص باستخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة. (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٠ —ب).

تحضر

تحويل الأراضي من الحالة الطبيعية أو الحالة الطبيعية المدارة

(مثل الزراعة) إلى مدن، وهي عملية يحركها صافي النزوح من الحالة القروية إلى الحالة الحضرية ومن خلالها تقبل نسبة متزايدة من السكان في أي دولة أو منطقة على العيش في مستوطنات تعرف بأنها «مراكز حضرية.»

تحليل التثبيت

في هذا التقرير، يشير تحليل التثبيت إلى التحليلات أو السيناريوهات التي تتصدى لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة.

تحول الطاقة

التغيير من أحد أشكال الطاقة، مثل طاقة الوقود الأحفوري، إلى شكل آخر، مثل الكهرباء.

التحول في استخدام الوقود

سياسة رامية إلى تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عن طريق التحول إلى أنواع الوقود ذات المحتوى الكربوني الأقل، مثل التحول من الفحم إلى الغاز الطبيعي.

تحوّط

يعرّف التحوط في سياق تخفيف تغير المناخ بأنه موازنة مخاطر العمل ببطء شديد مع العمل بسرعة كبيرة، وهو يعتمد على موقف المجتمع إزاء المخاطر.

تحويل الطاقة

أنظر تحول الطاقة.

التخصيب باستخدام ك أ[٢]

أنظر التخصيب بثاني أكسيد الكربون.

تخصيب بالنيتروجين

تعزيز نمو النباتات بإضافة مركبات نيتروجينية. وفي تقارير التقييم للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ يشير هذا المصطلح عادة إلى التخصيب الناجم عن مصادر النيتروجين البشرية المنشأ والأسمدة الاصطناعية وأكاسيد النيتروجين المنطلقة من إحراق الوقود الأحفوري.

تخصيب بثاني أكسيد الكربون

تعزيز نمو النباتات نتيجة لزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وتبعا لآلية التمثيل الضوئي، هناك أنواع معينة من النباتات تتسم بحساسية أكبر للتغيرات في تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وبصفة خاصة، فإن النباتات التي تنتج مركبا كربونيا ثلاثيا أثناء عملية التمثيل الضوئي– بما فيها معظم الأشجار والمحاصيل الزراعية، مثل الأرز والقمح وفول الصويا والبطاطس والخضراوات– تظهر عموما استجابة أكبر من النباتات التي تنتج مركبا كربونيا رباعيا أثناء التمثيل الضوئي، وهي في معظمها نباتات مدارية تشمل النجيل والمحاصيل ذات الأهمية الزراعية، مثل الذرة وقصب السكر والدّخْن والسرغوم.

تخفيف

تدخل بشري لتخفيض مصادر غازات الدفيئة أو لتعزيز بواليعها.

تدابير تنظيمية

قواعد أو قوانين تضعها الحكومات لفرض مواصفات منتجات أو خصائص أداء عمليات. أنظر أيضا معايير.

تداخل/طغيان المياه المالحة

يؤدي تقدم المياه المالحة ذات الكثافة الكبيرة إلى إزاحة المياه السطحية العذبة أو المياه الجوفية وذلك في العادة في المناطق الساحلية وعند مصبات الأنهار.

تدفق التيار

المياه في مجرى النهر ويقاس في العادة بالمتر المكعب في الثانية.

التذبذب الأطلسي الشمالي

يتألف التذبذب الأطلسي الشمالي من تغيرات متعاكسة للضغط البارومتري بالقرب من أيسلندة وبالقرب من الآزور. وهناك في المتوسط تيار غربي، بين منطقة أيسلندة ذات الضغط المنخفض ومنطقة الضغط المرتفع في الآزور، يحمل الأعاصير الحلزونية وما يصاحبها من نظم أمامية في اتجاه أوروبا. ومع ذلك، فإن الفرق في الضغط بين أيسلندة والآزور يتقلب على نطاقات زمنية تتراوح بين أيام وعقود، ويمكن عكسه في بعض الأوقات. ويعد ذلك أهم شكل من أشكال التقلبية المناخية الشتوية في منطقة شمال الأطلسي، وهي تمتد من وسط أمريكا الشمالية إلى أوروبا.

تذبذب جنوبي

أنظر أيضا النينو / التذبذب الجنوبي.

تربة صقيعية

أرض دائمة التجمد حيثما كانت درجة الحرارة دون صفر مئوي لعدة أعوام.

تربية المائيات

توليد وتربية الأسماك والمحار، الخ أو زراعة نباتات الأغذية في برك خاصة.

تروبوبوز
الحد الفاصل بين التروبوسفير والستراتوسفير.

تروبوسفير
الجزء السفلي من الغلاف الجوي الممتد من سطح الأرض إلى ارتفاع مقداره نحو ١٠ كم في منطقة خطوط العرض الوسطى (يتراوح في المتوسط بين نحو ٩ كم في المنطقة القطبية و ١٦ كم في المنطقة المدارية) حيث توجد السحب وتحدث «ظواهر الطقس.» وتتناقص درجات الحرارة بصفة عامة مع الارتفاع في التروبوسفير.

تسرب
جزء من تخفيضات الانبعاثات في بلدان المرفق باء قد تعادله زيادة الانبعاثات في البلدان غير المقيدة إلى ما فوق مستويات خط الأساس. ويمكن أن يحدث ذلك من خلال '١' إعادة تحديد مواقع الإنتاج الكثيفة الطاقة في المناطق غير المقيدة و '٢' زيادة استهلاك الوقود الأحفوري في تلك المناطق من خلال الهبوط في السعر الدولي للنفط والغاز نتيجة لانخفاض الطلب على هذين النوعين من الطاقة و '٣' التغيرات في الدخل (ومن ثم في الطلب على الطاقة) بسبب تحسن شروط التجارة. ويشير التسرب أيضا إلى الحالة التي يكون فيها أحد أنشطة عزل الكربون (مثل زراعة الأشجار) في قطعة من الأرض سببا غير متعمد، بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، في حدوث نشاط يعادل تأثيرات الكربون في النشاط الأوّلي.

تسرب الكربون
أنظر تسرب.

تسعير بالتكلفة الكلية
تسعير السلع التجارية — مثل الطاقة الكهربائية– بحيث لا تشمل الأسعار النهائية المطلوبة من المستخدم النهائي التكاليف الخاصة للمدخلات فحسب وإنما تتضمن أيضا تكاليف الآثار الخارجية الناجمة عن إنتاجها واستخدامها.

تسعيرة بالتكلفة الحدية
تسعيرة السلع والخدمات التجارية بحيث يساوي السعر التكلفة الإضافية الناجمة عن زيادة الإنتاج بوحدة إضافية.

تصاعد المياه العميقة
إنبثاق المياه العميقة إلى السطح وذلك في العادة نتيجة للحركات الأفقية في المياه السطحية.

التصحر
تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والمناطق شبه الرطبة الجافة نتيجة لمختلف العوامل، بما فيها التغيرات المناخية والأنشطة البشرية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر تعرف تدهور الأراضي بأنه تخفيض أو فقد الإنتاجية البيولوجية أو الاقتصادية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والمناطق شبه الرطبة الجافة وتعقد أراضي المحاصيل البعلية وأراضي المحاصيل المروية أو المراعي أو الكلأ أو الأراضي الحراجية أو الغابات من جراء استخدم الأراضي أو نتيجة لعملية أو مجموعة من العمليات، بما فيها العمليات التي تنشأ عن الأنشطة البشرية وأنماط الاستيطان، مثل '١' تحات التربة بسبب الرياح و / أو المياه؛ '٢' تدهور الخصائص الفيزيائية والكيميائية والأحيائية أو الاقتصادية للتربة و '٣' الخسائر طويلة الأجل في الغطاء النباتي الطبيعي.

تعادل القوة الشرائية (PPP)
تقديرات الناتج المحلي الإجمالي استنادا إلى القوة الشرائية للعملات وليس إلى أسعار الصرف السارية . وهذه التقديرات مزيج من الأرقام المستقرأة والقائمة على أساس الانحدار باستخدام برنامج المضاهاة الدولي. وتنزع تقديرات تعادل القوة الشرائية إلى تخفيض نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي في البلدان الصناعية ورفع الناتج المحلي الإجمالي للفرد في البلدان المتقدمة. ويشير المختصر (PPP) أيضا إلى مبدأ "الملوث يدفع".

التعرض
طبيعة ودرجة تعرض النظام لتغيرات مناخية هامة.

التأجين (ترسب المواد الأتروفية/المغذيات في المياه)
العملية التي عن طريقها يصبح مسطح مائي (ضحل في كثير من الأحيان) غنيا (سواء بطريقة طبيعية أو عن طريق التلوث) بالمغذيات المذابة مع نقص الأوكسجين المذاب بصورة موسمية.

تعيين البارامترات
في النماذج المناخية، يشير هذا المصطلح إلى تقنية تمثيل العمليات التي لا يمكن بيانها بوضوح على المستوى المكاني والزمني للنموذج (العمليات دون نطاق الشبكة) بواسطة العلاقات بين المتوسط المكاني والزماني لتأثير هذه العمليات والتدفق الأوسع نطاقا.

التغذية المرتدة للمناخ
يطلق على آلية التفاعل بين العمليات في النظام المناخي اسم التغذية المرتدة للمناخ عندما تولد نتيجة العملية الأولية تغيرات في عملية ثانية تؤثر بدورها على العملية الأولية. والتغذية المرتدة الإيجابية تزيد من

شدة العملية الأصلية، بينما تقللها التغذية المرتدة السلبية.

تغذية مرتدة

أنظر التغذية المرتدة للمناخ.

تغير استخدام الأراضي

تغير في استخدام أو إدارة الإنسان للأراضي قد يفضي إلى تغير في غطاء التربة. وقد يؤثر غطاء التربة والتغير في استخدام الأراضي على نسبة عكس الأشعة الشمسية والتبخر–النتح ومصادر وبواليع غازات الدفيئة أو الخصائص الأخرى التي يتسم بها النظام المناخي، وهكذا فإنها قد تؤثر على المناخ على الصعيد المحلي أو العالمي. أنظر أيضا التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة. (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٠ ب).

تغير المناخ

يشير تغير المناخ إلى تغير مهم إحصائيا سواء في متوسط حالة المناخ أو في تقلبيته وهو يمتد لفترة طويلة (تبلغ عقودا أو أكثر في العادة). وقد يعزى تغير المناخ إلى عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية أو إلى تغيرات بشرية المنشأ مستمرة في تكوين الغلاف الجوي أو استخدام الأراضي. ويُلاحظ أن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ تعرف «تغير المناخ» في المادة ١ بأنه «تغير في المناخ يعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي والذي يلاحظ، بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة.» وهكذا تفرق الاتفاقية بين «تغير المناخ» الذي يُعزى إلى أنشطة بشرية تفضي إلى تغيير تكوين الغلاف الجوي و«تقلبية المناخ» التي تعزى إلى أسباب طبيعية. أنظر أيضا تقلبية المناخ.

التغير في مستوى سطح البحر العالمي

تغير في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر من جراء حدوث تغير في حجم محيطات العالم. وقد ينشأ ذلك عن تغيرات في كثافة المياه أو في مجموع كتلة المياه. وفي سياق المناقشات حول التغيرات في النطاقات الزمنية الجيولوجية، يشمل هذا المصطلح أيضا في بعض الأحيان التغيرات في المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر الناجم عن تغير شكل أحواض المحيطات. وفي هذا التقرير لا يستخدم هذا المصطلح بهذا المعنى.

تغير متناهي البطء في مستوى سطح البحر (النسبي)

تغيرات طويلة الأجل تطرأ على مستوى سطح البحر النسبي من جراء التغيرات العالمية (مثل التغيرات الناجمة عن التمدد الحراري) أو التغيرات في الحركات الأرضية الرأسية.

تغير مناخي سريع

قد تفضي عدم خطية النظام المناخي إلى تغير مناخي سريع يطلق عليه في بعض الأحيان اسم «الظواهر المفاجئة» أو حتى «مفاجئات.» ويمكن توقع حدوث بعض هذه الظواهر المفاجئة، مثل معرفة الدوران المدفوع بقوة التباين الحراري والملحي أو التعرية السريعة بانحسار الجليد أو ذوبان مساحات واسعة من التربة الصقيعية، وهو ما يفضي إلى تغيرات سريعة في دورة الكربون. وهناك ظواهر أخرى غير متوقعة تماما تنشأ عن تأثير قوي وسريع التغير لنظام غير خطي.

تغير هيكلي

تغييرات، على سبيل المثال في الحصة النسبية من الناتج المحلي الإجمالي التي تنتجها قطاعات الصناعة أو الزراعة أو الخدمات في اقتصاد معين، أو بعبارة أعم، تحويلات في النظم يتم بموجبها الاستعاضة بصورة كلية أو محتملة عن بعض المكونات بمكونات أخرى.

تقدير (عام)

التقدير هو إمكانية مستقبلية لتطور كمية أو مجموعة من الكميات يتم حسابها في كثير من الأحيان بمساعدة أحد النماذج. ويتم التمييز بين التقديرات و«التنبؤات» للتشديد على أن التقديرات تشمل افتراضات تتعلق مثلا بالتطورات الاجتماعية–الاقتصادية والتكنولوجية المستقبلية التي قد تتحقق أو لا تتحقق، ومن ثم تكون خاضعة لقدر كبير من عدم اليقين. أنظر أيضا التقديرات المناخية والتنبؤات المناخية.

تقديرات مناخية

تقدير استجابة النظام المناخي لسيناريوهات انبعاثات أو تركيزات غازات الدفيئة والأهباء الجوية أو سيناريوهات التأثير الإشعاعي التي تستند في كثير من الأحيان إلى عمليات محاكاة باستخدام النماذج المناخية. ويجري التمييز بين التقديرات المناخية والتنبؤات المناخية للتشديد على اعتماد التقديرات المناخية على سيناريو الانبعاثات / التركيزات / التأثير الإشعاعي المستخدم استنادا إلى افتراضات تتعلق مثلا بالتطورات الاجتماعية–الاقتصادية والتكنولوجية المستقبلية التي قد تتحقق أو لا تتحقق وهي لذلك تخضع لقدر كبير من عدم اليقين.

تقلبية المناخ

تشير تقلبية المناخ إلى التغيرات في متوسط الحالة والإحصاءات الأخرى (مثل الانحرافات القياسية وحدوث الظواهر المتطرفة،

الخ) للمناخ على كافة النطاقات الزمنية والمكانية فيما وراء تلك المتعلقة ببعض ظواهر الطقس. وقد تعزى التقلبية إلى العمليات الداخلية الطبيعية في النظام المناخي (التقلبية الداخلية) أو إلى تغيرات في التأثيرات الخارجية الطبيعية أو البشرية المنشأ (التقلبية الخارجية). أنظر أيضا تغير المناخ.

تقلبية داخلية
أنظر تقلبية المناخ.

تقييم التكيف
عملية تحديد خيارات للتكيف مع تغير المناخ وتقييمها من ناحية المعايير، مثل التوفر والفوائد والتكاليف والفعالية والكفاءة والجدوى.

تقييم تأثير (المناخ)
تحديد وتقييم النتائج الضارة والمفيدة لتغير المناخ على النظم الطبيعية والنظم البشرية.

تقييم متكامل
طريقة تحليل تجمع بين النتائج والنماذج الناشئة عن العلوم الفيزيائية والبيولوجية والاقتصادية والاجتماعية والتفاعلات بين هذه المكونات، في إطار متسق، بغية تقييم حالة التغير البيئي وعواقبه واستجابات السياسة لهذا التغير.

تكاليف التكيف
تكاليف تخطيط تدابير التكيف، بما في ذلك تكاليف التحول، والإعداد لها وتسهيلها وتنفيذها.

تكاليف التنفيذ
التكاليف التي ينطوي عليها تنفيذ خيارات التكيف. وتقترن هذه التكاليف بالتغيرات المؤسسية الضرورية ومتطلبات الإعلام وحجم السوق والفرص المتاحة أمام اكتساب وتعلم التكنولوجيا والحوافز الاقتصادية المطلوبة (المنح والإعانات والضرائب).

تكاليف الفرص البديلة
تكلفة نشاط اقتصادي متخلى عنه بسبب اختيار نشاط آخر.

تكلفة اجتماعية
التكلفة الاجتماعية لأي نشاط تشمل قيمة جميع الموارد المستخدمة في تقديمه. وبعض هذه الموارد مسعرة وبعضها الآخر غير مسعر. ويشار إلي الموارد غير المسعرة بأنها عوامل خارجية. ومجموع هذه العوامل الخارجية والموارد المسعرة هو ما تتألف منه التكلفة الاجتماعية. أنظر أيضا التكلفة الخاصة ومجموع التكلفة.

تكلفة بالقيمة الحالية
مجموع جميع التكاليف على مدى جميع الفترات الزمنية مع خصم التكاليف المستقبلية.

تكلفة خارجية
يستخدم هذا المصطلح لتعريف التكاليف الناشئة عن أي نشاط بشري عندما لا تقوم الجهة المسؤولة عن النشاط بإيلاء الاعتبار الكامل لتأثيرات أفعاله / أفعالها على الآخرين. وبالمثل، عندما تكون التأثيرات إيجابية ولا يولى الاعتبار لها في أفعال الجهة المسؤولة عن النشاط فإنه يشار إليها بأنها فوائد خارجية. وانبعاثات التلوث الجزيئي من محطة لتوليد الطاقة تؤثر على صحة السكان في المناطق القريبة منها، ولكن ذلك لا يؤخذ في الحسبان أو لا يولى له الاهتمام الكافي في صنع القرار الخاص ولا يوجد سوق لتلك التأثيرات. ويشار إلى تلك الظاهرة باسم «العنصر الخارجي» ويشار إلى التكاليف التي تفرضها بأنها تكاليف خارجية.

تكلفة خاصة
فئات التكلفة التي تؤثر على قيام الفرد بصنع القرار يشار إليها بأنها تكلفة خاصة. أنظر أيضا التكلفة الاجتماعية ومجموع التكلفة.

تكنولوجيا
معدة أو تقنية لأداء نشاط معين.

تكنولوجيات سليمة بيئيا
التكنولوجيات التي تحمي البيئة تسبب قدرا أقل من التلوث وتستخدم جميع الموارد على نحو أكثر استدامة وتعيد استخدام قدرا أكبر من مخلفاتها ومنتجاتها وتعالج المخلفات المترسبة على نحو مقبول أكثر مما في التكنولوجيات التي حلت محلها وتتسق مع الأولويات الاجتماعية–الاقتصادية والثقافية والبيئية المقررة على الصعيد الوطني. وفي هذا التقرير تشمل التكنولوجيات السليمة بيئيا تكنولوجيات التخفيف والتكيف والتكنولوجيات الصلبة والرخوة.

التكنولوجيات والممارسات الثابتة
التكنولوجيات والممارسات التي تتسم بفوائد سوقية ناشئة عن المؤسسات والخدمات والبنى الأساسية القائمة والموارد المتاحة. ويتعذر كثيرا تغيير هذه التكنولوجيات والممارسات بسبب استخدامها على نطاق واسع ووجود بنى أساسية وأنماط اجتماعية–ثقافية مقترنة بها.

تكون المياه العميقة
يحدث عندما تتجمد مياه البحر لتكون الجليد البحري. ويفضي

إطلاق الملح محليا وما يتبعه من زيادة في كثافة الماء إلى تكون المياه الباردة المالحة التي تغوص إلى قاع المحيط.

تكيف

تأقلم النظم الطبيعية أو البشرية مع البيئة الجديدة أو المتغيرة. ويشير التكيف مع تغير المناخ إلى تأقلم النظم الطبيعية والبشرية استجابة إلى المثيرات المناخية الفعلية أو المتوقعة أو تأثيراتها، وهي عملية تخفف من الأضرار أو تستغل الفرص المفيدة. ويمكن تمييز أنواع مختلفة من التكيف، منها التكيف التحسبي والتفاعلي، والتكيف الخاص والعام، والتكيف الذاتي والمخطط.

التلوث من المصادر المحددة

التلوث الناشئ عن أي مصدر مقيد ومنفصل، مثل أنبوب أو حفرة أو نفق أو بئر أو حاوية أو عملية التغذية المركزة للحيوانات أو السفن الطافية. أنظر أيضا التلوث من المصادر غير المحددة.

التلوث من المصادر غير المحددة

التلوث من المصادر التي يتعذر تعريفها كنقاط منفصلة، مثل إنتاج المحاصيل والأخشاب والتعدين السطحي والتخلص من النفايات والتشييد. أنظر أيضا التلوث من المصادر المحددة.

تمثيل ضوئي

العملية التي تمتص بها النباتات ثاني أكسيد الكربون من الهواء (أو البيكربونات في الماء) لتكوين الكربوهيدرات باستجابات متفاوتة لتركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. أنظر أيضا التخصيب بثاني أكسيد الكربون.

تمدد حراري

فيما يتعلق بمستوى سطح البحر، يشير ذلك إلى الزيادة في الحجم(والزيادة في الشدة) التي تنجم عن احترار المياه. ويفضي احترار المحيطات إلى تمدد حجمها ومن ثم إلى زيادة مستوى سطح البحر.

تملح

تراكم الملح في التربة.

تنبؤات مناخية

التنبؤ أو التكهن بالمناخ هو نتيجة محاولة لإنتاج وصف أو تقدير أكثر احتمالا للتطور الفعلي للمناخ في المستقبل (على النطاقات الزمنية الموسمية أو فيما بين السنوات أو النطاقات الطويلة الأجل على سبيل المثال). أنظر أيضا التقديرات المناخية و سيناريو (تغير) المناخ.

تندرا

سهل أجرد مستو أو متموج تموجات خفيفة يميز المناطق القطبية الشمالية أو شبه القطبية الشمالية.

تنفس

العملية التي بموجبها تحول الكائنات الحية المواد العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون وتطلق الطاقة وتستهلك الأكسيجين.

تنفس الكائنات العضوية التغذية

تحويل المواد العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون في كائنات حية غير النباتات.

تنفيذ مشترك

آلية تنفيذ على أساس السوق محددة في المادة ٦ من بروتوكول كيوتو. وتسمح هذه الآلية لبلدان المرفق الأول أو للشركات من تلك البلدان بتنفيذ مشروعات مشتركة للحد من الانبعاثات أو تخفيضها أو تعزيز البواليع وتقاسم وحدات تخفيض الانبعاثات. ونشاط التنفيذ المشترك مصرح به أيضا في المادة ٢-٤ (أ) من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. أنظر أيضا الأنشطة المنفذة تنفيذا مشتركا و آليات كيوتو.

تنفيذ

يشير التنفيذ إلى الإجراءات (التشريعات أو الأنظمة أو المراسيم القضائية أو الإجراءات الأخرى) التي تتخذها الحكومات لترجمة الاتفاقات الدولية إلى قوانين وسياسات محلية. ويشمل التنفيذ الأحداث والأنشطة التي تجري بعد إصدار توجيهات السياسة العامة الرسمية التي تشمل الإدارة والتأثيرات الموضوعية على الناس والأحداث. ومن المهم التمييز بين التنفيذ القانوني للالتزامات الدولية (في القانون الوطني) والتنفيذ الفعال (التدابير التي تحدث تغييرا في سلوك المجموعات المستهدفة). والامتثال هو مسألة ما إن كانت البلدان تلتزم بأحكام الاتفاق ومدى هذا الالتزام. ولا يركز الامتثال فحسب على ما إن كانت تدابير التنفيذ يجري تطبيقها، وإنما أيضا على ما إن كان هناك امتثال لإجراءات التنفيذ. ويقيس الامتثال درجة التمشي مع تدابير والتزامات التنفيذ من جانب الجهات الفاعلة التي تستهدف المعاهدة سلوكها، سواء أكانت تلك الجهات وحدات حكومية محلية أو شركات أو منظمات أو أفرادا.

تنمية مستدامة

التنمية التي تلبي الاحتياجات الحالية من غير إضرار بقدرة أجيال المستقبل على تلبية احتياجاتها.

تنوع أحيائي
الأعداد والوفرة النسبية لمختلف العوامل الوراثية (التنوع الجيني) والأنواع والنظم الايكولوجية (المجتمعات) في منطقة معينة.

توازن إشعاعي
أنظر توازن الطاقة.

توازن الطاقة
يجب أن يتوازن متوسط ميزانية طاقة النظام المناخي في الكرة الأرضية وعلى مدى فترات زمنية أطول. ونظرا لأن النظام المناخي يستمد كل طاقته من الشمس، فإن هذا التوازن يعني ضمنا أنه على مستوى العالم يجب أن يكون مقدار الإشعاع الشمسي الوارد مساويا في المتوسط لمقدار الإشعاع الشمسي الصادر المنعكس والإشعاع تحت الأحمر المنبعث من النظام المناخي. ويطلق على استمرار هذا التوازن في توازن الإشعاع العالمي، سواء أكان بشريا أم طبيعيا، اسم التأثير الإشعاعي.

التوازن والتجربة المناخية العابرة
«التجربة المناخية المحدثة للتوازن» هي تجربة يسمح فيها لنموذج مناخي بالتأقلم تماما مع تغير في التأثير الإشعاعي. وتوفر هذه التجارب معلومات عن الفرق بين الحالات الأولية والنهائية للنموذج، ولكنها لا توفر معلومات عن الاستجابة المتوقفة على الزمن. وإذا أتيح للتأثير أن يتطور تدريجيا طبقا لسيناريو الانبعاثات المحدد، فقد يتم تحليل استجابة النموذج المناخي تبعا للزمن. وتسمى هذه التجربة «التجربة المناخية العابرة.» أنظر أيضا تقدير المناخ.

التوليد المشترك
استخدام مخلفات الحرارة الناتجة عن التوليد الكهربي، مثل العادم المتخلف عن توربينات الغاز، للأغراض الصناعية أو التدفئة المحلية.

ثاني أكسيد الكربون
غاز يتكون بصورة طبيعية وينتج أيضا عن حرق الوقود الأحفوري والكتلة الأحيائية، فضلا عن التغيرات في استخدام الأراضي وغيرها من العمليات الصناعية. وثاني أكسيد الكربون هو غاز الدفيئة البشري المنشأ الرئيسي الذي يؤثر على التوازن الإشعاعي للأرض. وهو الغاز المرجعي الذي تقاس على أساسه غازات الدفيئة الأخرى ولذلك فإن له إمكانية احترار عالمي قيمتها ١.

ثاني أكسيد الكربون المكافئ
تركيز ثاني أكسيد الكربون الذي يسبب نفس القدر من التأثير الإشعاعي كخليط معين من ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة الأخرى.

ثقب الأوزون
أنظر طبقة الأوزون.

الثورة الصناعية
حقبة شهدت نموا صناعيا سريعا ترتبت عليه نتائج اجتماعية واقتصادية بعيدة المدى، وبدأ ذلك في إنكلترا خلال النصف الثاني من القرن الثامن عشر وامتدت إلى أوروبا ثم إلي بلدان أخرى، بما فيها الولايات المتحدة الأمريكية. وكان اختراع المحرك البخاري قوة دافعة هامة لهذا التطور. وشهدت الثورة الصناعية بداية حدوث زيادة قوية في استخدام الوقود الأحفوري وابتعاث ثاني أكسيد الكربون الأحفوري على وجه الخصوص. وفي هذا التقرير، يشير المصطلحان «ما قبل التصنيع» و «صناعي» على نحو عشوائي نوعا ما إلى الفترات السابقة واللاحقة لعام ١٧٥٠ على التوالي.

جبلي
المنطقة الجغرافية الأحيائية المؤلفة من منحدرات مرتفعة باردة ورطبة نسبيا تقع دون النطاق الشجري وتتسم بوجود أشجار دائمة الخضرة تمثل أهم أشكال الحياة هناك.

جدار بحري
جدار أو سد اصطناعي على طول شاطئ لمنع التحات الناجم عن الأمواج.

جدول الأعمال المحلي للقرن ٢١
تشير جداول الأعمال المحلية للقرن ٢١ إلى الخطط المحلية للبيئة والتنمية التي يقصد من كل سلطة محلية وضعها من خلال عملية تشاور مع السكان، مع الاهتمام بصفة خاصة بمشاركة المرأة والشباب. وقد قامت الكثير من السلطات المحلية بوضع جداول الأعمال المحلية للقرن ٢١ من خلال عمليات تشاور كوسيلة لإعادة توجيه سياساتها وخططها وعملياتها نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ويأتي هذا المصطلح من الفصل الثامن والعشرين من جدول أعمال القرن ٢١ — تم إقرار هذه الوثيقة رسميا من جانب ممثلي جميع الحكومات الذين حضروا مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية والبيئة (المعروف أيضا بقمة الأرض) الذي عقد في ريو دي جانيرو في عام ١٩٩٢.

جزيئات السناج
جزيئات تتكون أثناء حرق الغازات عند الحافة الخارجية للهب الأبخرة العضوية، وهو يتألف في المقام الأول من الكربون ومقادير أقل من الأكسيجين والهيدروجين الموجودين كمجموعات كربوكسيلية وفينولية ويظهر له هيكل غرافيتي غير منتظم (تشارلسون وهينتزبينبيرغ، ١٩٩٥)

جزيرة حرارة
منطقة داخل منطقة حضرية تتسم بدرجات حرارة أعلى من درجات الحرارة المنطقة المحيطة بها نتيجة لامتصاص مواد مثل الإسفلت للطاقة الشمسية.

جفاف
الظاهرة التي تحدث عندما ينخفض التهطال كثيرا إلى مادون المستويات العادية المسجلة، مما يسبب اختلالا هيدرولوجيا خطيرا يؤثر تأثيرا ضارا على نظم إنتاج موارد الأراضي.

حاجز
الحاجز هو أي عقبة تحول دون بلوغ إمكانية ويمكن التغلب عليها عن طريق سياسات أو برامج أو تدابير.

حراجة
تنمية الغابات والعناية بها.

حركات القشرة الأرضية المتوازنة التضاغط
يشير مصطلح توازن القشرة الأرضية إلى الطريقة التي تستجيب بها القشرة الأرضية وغلاف اليابسة إلى التغيرات في حمولة السطح. وعندما تتغير حمولة القشرة الأرضية نتيجة تغيرات في كتلة الجليد القاري أو كتلة المحيطات أو الترسبات أو التحات أو بناء الجبال، ينتج عن ذلك ضبط للتوازن الرأسي للقشرة الأرضية وذلك لتحقيق توازن الحمولة الجديدة.

حساسية
الحساسية هي درجة تأثر أي نظام بالمثيرات المرتبطة بالمناخ على نحو ضار أو مفيد. وقد يكون التأثير مباشرا (مثل التغير في غلة المحاصيل استجابة لتغير في متوسط ونطاق وتقلبية درجة الحرارة) أو غير مباشر (مثل الأضرار الناجمة عن حدوث زيادة في تواتر الفيضانات الساحلية من جراء ارتفاع مستوى سطح البحر). أنظر أيضا حساسية المناخ.

حساسية المناخ
في تقارير التقييم للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، تشير «حساسية المناخ المحدثة للتوازن» إلى التغير المحدث للتوازن في المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية بعد تضاعف ثاني أكسيد الكربون (المكافئ) في الغلاف الجوي. وبشكل أعم، تشير حساسية المناخ المحدثة للتوازن إلى التغير المحدث للتوازن في درجة حرارة الهواء السطحي بعد حدوث تغير بمقدار وحدة واحدة في التأثير الإشعاعي (°س/وم-٢). ومن الناحية العملية، فإن تقييم حساسية المناخ المحدثة للتوازن يتطلب عمليات محاكاة طويلة الأجل مع نماذج الدوران العام المتقارنة. و»حساسية المناخ الفعالة» هي مقياس ذي صلة لتفادي هذه المتطلبات. ويتم تقييمها من مخرجات النماذج للظروف المتطورة غير المحدثة للتوازن. وهي مقياس لقوى التغذيات المرتدة في وقت معين وقد تتفاوت بتفاوت تاريخ التأثير وحالة المناخ. أنظر أيضا نموذج المناخ.

حصة انبعاثات
الجزء أو القسم المخصص لبلد أو مجموعة بلدان من مجموع الانبعاثات المسموح بها في إطار الحد الأقصى للانبعاثات الكلية والمخصصات الإلزامية من الموارد.

حمى الدنغ
مرض فيروسي معد ينتشر عن طريق الناموس ويطلق عليه في كثير من الأحيان اسم حمى العمود الفقري حيث يكون مصحوبا بألم شديد في المفاصل والظهر. وقد تؤدي الإصابات اللاحقة بعدوى الفيروس إلى حمى الدنغ النزفية ومتزامنة صدمة الدنغ التي قد تودي بحياة الإنسان.

حنيّة
حاجز منخفض ضيق يمتد عادة عموديا تقريبا على الشاطئ بغرض حمايته من التحات الناجم عن التيارات وحركة المد والأمواج، أو لاحتجاز الرمال لأغراض بناء أو تكوين الشواطئ.

حواجز سوقية
يعني هذا المصطلح في سياق تخفيف تغير المناخ الشروط التي تمنع أو تعوق انتشار التكنولوجيات أو الممارسات الفعالة بالقياس إلى تكلفتها التي يمكنها التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة.

حوافز سوقية الأساس
تدابير يقصد منها استخدام آليات الأسعار (مثل الضرائب والتراخيص القابلة للتداول) لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة.

حوض
منطقة تجمع الصرف لمجرى مائي أو نهر أو بحيرة.

حيويات
جميع نباتات منطقة وحيواناتها باعتبارها تمثل وحدة واحدة.

خدمات النظام الايكولوجي
عمليات أو وظائف ايكولوجية ذات قيمة بالنسبة للأفراد أو المجتمع.

خدمة طاقة
تطبيق الطاقة المفيدة على مهام يريدها المستهلك، مثل النقل والتدفئة والإضاءة.

خزان
أحد مكونات النظام المناخي، بخلاف الغلاف الجوي، التي تتسم بقدرتها على تخزين مادة مثيرة للاهتمام أو تجميعها أو إطلاقها (مثل الكربون أو أحد غازات الدفيئة أو أحد السلائف). والمحيطات والتربة والغابات أمثلة لخزانات الكربون. وأما المستجمع فهو مصطلح مرادف (يلاحظ أن تعريف «المستجمع» يشمل الغلاف الجوي في كثير من الأحيان.» ويطلق على الكمية المطلقة المحتجزة في الخزان اسم «المخزون.» ويقصد بالمصطلح أيضا مكان اصطناعي أو طبيعي لتخزين المياه، مثل البحيرات أو البرك أو مستودعات المياه الجوفية التي يمكن سحب المياه منها لأغراض مثل الري أو إمدادات المياه.

خط أحداث
أنظر سيناريوهات التقرير الخاص.

خط الأساس
خط الأساس (أو المرجعية) هو أي بيانات يقاس بها التغير. وقد يكون ذلك «خط أساس حالي» وهو يمثل في هذه الحالة الظروف الحالية التي يمكن رصدها. وقد يكون أيضا «خط أساس مستقبلي»، وهو مجموعة مستقبلية مسقطة من الظروف التي لا تشمل عامل المصلحة. ويمكن أن تنشأ خطوط أساس متعددة عن التفسيرات البديلة للظروف المرجعية.

خيارات تكنولوجية معروفة
تشير إلى التكنولوجيات الموجودة حاليا في المرحلة التشغيلية أو التجريبية للمنشآت الصناعية. ولا تشمل أي من التكنولوجيات الجديدة التي ستتطلب انطلاقات تكنولوجية ضخمة.

خيارات لا يندم عليها
أنظر سياسة لا يندم عليها.

درجة الحرارة السطحية العالمية
درجة الحرارة السطحية العالمية هي المتوسط العالمي المرجح لمنطقة من حيث '١' درجة حرارة سطح البحر فوق المحيطات (مثل إجمالي درجة الحرارة تحت السطحية في الأمتار القليلة الأولى من المحيط) و '٢' درجة حرارة الهواء السطحي فوق اليابسة على بعد ١,٥ مترا فوق الأرض.

الدوران المدفوع بقوة التباين الحراري والملحي
دوران واسع النطاق في المحيطات يرتهن مداه بالكثافة وتسببه الاختلافات في الحرارة والملوحة. وفي شمال الأطلسي، يتألف الدوران المدفوع بقوة التباين الحراري والملحي من المياه السطحية الدافئة المتدفقة شمالا والمياه العميقة الباردة المتدفقة جنوبا، وهو ما يسفر عن نقل صاف للحرارة في اتجاه المنطقة القطبية. ويغيض الماء السطحي في مناطق الغور المقيدة بدرجة كبيرة التي تقع في مناطق خطوط العرض العليا.

دوران عام
الحركات الواسعة النطاق للغلاف الجوي والمحيطات نتيجة ارتفاع درجة الحرارة التفاوتي على الأرض أثناء دورانها بهدف استعادة توازن طاقة النظام من خلال نقل الحرارة والقوة الدافعة.

دورة الكربون
المصطلح المستخدم لوصف تدفق الكربون (في أشكال مختلفة ، مثل ثاني أكسيد الكربون) من خلال الغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الحيوي الأرضي والقشرة الأرضية.

دورة شمسية ("١١ عاما")
تعديل شبه منتظم للنشاط الشمسي مع تفاوت السعة وفترة تتراوح بين ٩ و ١٣ عاما.

ربح مزدوج
التأثير الذي تتسم به وسائل تحقيق الإيرادات، مثل الضرائب على انبعاثات الكربون أو تصاريح انبعاثات الكربون القابلة للتداول، في '١' الحد من انبعاثات غازات الدفيئة أو تخفيضها و'٢' معادلة جزء على الأقل من خسائر الرفاه المحتملة لسياسات المناخ من خلال إعادة تدوير الإيرادات في الاقتصاد لتقليل الضرائب الأخرى التي من المرجح أن تسبب اختلالا. وفي عالم تسوده بطالة اضطرارية، فإن السياسة التي يتم اعتمادها بشأن تغير المناخ قد تتسم بتأثير (إيجابي أو سلبي «ربح ثالث») على العمالة. ويظهر الربح المزدوج الضعيف طالما أن هناك إعادة لتدوير الإيرادات، أي طالما أن الإيرادات يعاد تدويرها من خلال التخفيضات في المعدلات الحدية للضرائب المسببة للاختلال. ويتطلب الربح المزدوج القوي أن يكون التأثير (الذي يولد فائدة) الناجم عن إعادة تدوير الإيرادات زائدا عن مجرد معادلة التكاليف الأولية، وفي هذه الحالة يكون صافي تكلفة التخفيض سلبيا.

رخصة إطلاق انبعاثات
تصريح الانبعاثات هو الإذن غير القابل للتحويل أو التداول الذي تمنحه سلطة إدارية (منظمة حكومية دولية أو وكالة حكومية مركزية

أو محلية) إلى كيان إقليمي (دولة أو كيان شبه وطني) أو كيان قطاعي (شركة) يخولها الحق في إطلاق مقدار محدد من مادة معينة.

رف جليدي

غطاء جليدي طاف ذو عمق كبير وملتصق بأحد السواحل (يتسم عادة بحجم أفقي كبير وسطح متموج تموجا خفيفا). والرف الجليدي في كثير من الأحيان امتداد للأغطية الجليدية نحو البحر.

رطوبة التربة

ماء مختزن في السطح القاري وقابل للتبخر.

رياح موسمية

رياح في الدوران العام للغلاف الجوي تتسم عادة باستمرار موسمي لاتجاه الرياح وبتغير ملحوظ في الاتجاه من موسم إلى الموسم الذي يليه.

سادس فلوريد الكبريت

أحد غازات الدفيئة الستة التي من المقرر الحد منها بموجب بروتوكول كيوتو. ويستخدم سادس فلوريد الكبريت على نطاق واسع في الصناعة الثقيلة لعزل المعدات ذات الفلطية العالية وللمساعدة في صناعة نظم تبريد الكابلات. ولهذا الغاز إمكانية احترار عالمي مقدارها ٢٣٩٠٠.

ستراتوسفير

منطقة الغلاف الجوي الطباقية إلى حد بعيد، الواقعة فوق التروبوسفير ويتراوح امتدادها بين نحو ١٠ كيلو مترات (تتراوح بين ٩ كيلو مترات في مناطق خطوط العرض العليا و١٦ كيلو مترا في المنطقة المدارية في المتوسط) و نحو ٥٠ كيلو مترا.

سحب المياه

مقدار الماء المستخرج من المسطحات المائية

سلائف

مركبات في الغلاف الجوي هي نفسها ليست من غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية، ولكنها تؤثر على تركيزات غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية عن طريق ما تؤديه من دور في العمليات الفيزيائية أو الكيميائية التي تنظم معدلات إنتاجها أو تدميرها.

سوء التكيف

أي تغيرات في النظم الطبيعية أو البشرية تؤدي عن غير قصد إلى زيادة شدة التأثر بالمثيرات المناخية. وسوء التكيف هو تكيف يخفق في تقليل شدة التأثر، بل ويزيد منها.

سياسات وتدابير

في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، «السياسات» هي الإجراءات التي يمكن أن تتخذها و / أو تنفذها حكومة بالاشتراك في كثير من الأحيان مع قطاع الأعمال والصناعة داخل البلد وفي البلدان الأخرى من أجل الإسراع بتطبيق واستخدام تدابير للحد من انبعاثات غازات الدفيئة. «والتدابير» هي تكنولوجيات وعمليات وممارسات مستخدمة لتنفيذ السياسات التي، إن استخدمت، فسوف تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة إلى مادون المستويات المتوقعة في المستقبل. وقد تشمل أمثلة ذلك الضرائب على الكربون أو غير ذلك من الضرائب على الطاقة، وتوحيد كفاءة الطاقة، ومعايير المركبات، الخ. « والسياسات «العامة والمنسقة» أو «المتسقة» تشير إلي تلك السياسات التي تعتمدها الأطراف على نحو مشترك.

سياسة لا يُندم عليها

سياسة تحقق فوائد اجتماعية صافية في ظل وجود أو عدم وجود تغير في المناخ. وتعرف الفرص التي لا يندم عليها لتخفيض انبعاثات غازات الدفيئة بأنها تلك الخيارات التي فوائدها، مثل انخفاض تكاليف الطاقة وانخفاض انبعاثات الملوثات المحلية / الإقليمية، تعادل أو تفوق تكاليفها بالنسبة للمجتمع، باستثناء فوائد تغير المناخ المتجنب. وتعرف الإمكانية التي لا يندم عليها بأنها الفجوة بين إمكانية السوق والإمكانية الاجتماعية–الاقتصادية.

سياسة مثلى

من المفترض أن السياسة تكون «مثلى» إذا كانت تكاليف التخفيض الحدي متساوية في البلدان، وهو ما يقلل من مجموع التكاليف إلى الحد الأدنى.

السير الناقل المحيطي

الطريق النظري لدوران المياه في المحيط العالمي برمته مدفوعا بالرياح وبقوة الدوران المدفوع بالتباين الحراري والملحي.

سيناريو (عام)

وصف معقول، ومبسط في كثير من الأحيان، للكيفية التي قد يتطور بها المستقبل، يستند إلى مجموعة افتراضات مترابطة ومتسقة داخليا بخصوص القوى المحركة الرئيسية (مثل معدل التغيرات التكنولوجية والأسعار) والعلاقات. والسيناريوهات ليست تكهنات ولا تنبؤات وقد تستند في بعض الأحيان إلى «خط أحداث.» وقد تستمد السيناريوهات من تقديرات ولكنها تستند في كثير من الأحيان إلى معلومات إضافية من مصادر أخرى. أنظر أيضا سيناريوهات التقرير الخاص وسيناريو المناخ وسيناريوهات الانبعاثات.

سيناريو الانبعاثات

وصف معقول للتطور المستقبلي المعقول لانبعاثات المواد التي من المحتمل أن تكون نشطة إشعاعيا (مثل غازات الدفيئة والأهباء الجوية) استنادا إلى مجموعة افتراضات مترابطة ومتسقة داخليا بخصوص القوى المحركة (مثل التطور الديمغرافي والاجتماعي–الاقتصادي والتغير التكنولوجي) وعلاقاتها الرئيسية. وسيناريوهات التركيزات المأخوذة عن سيناريوهات الانبعاثات تستخدم كمدخلات في نموذج مناخي لحساب التقديرات المناخية. وفي تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعام ١٩٩٢، استخدمت مجموعة من سيناريوهات الانبعاثات كأساس للتقديرات المناخية في تقرير الهيئة لعام ١٩٩٦. ويشار إلى سيناريوهات الانبعاثات تلك باسم سيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢. وفي التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (ناكيسينوفيتش وآخرون، ٢٠٠٠) نشرت سيناريوهات انبعاثات جديدة، وهي ما يطلق عليها اسم سيناريوهات التقرير الخاص. وللحصول على معلومات عن معنى المصطلحات المتصلة بتلك السيناريوهات، يمكن الرجوع إلى سيناريوهات التقرير الخاص.

سيناريو التأثير الإشعاعي

تمثيل معقول للتطور الذي يحدث في المستقبل للتأثير الإشعاعي المقترن على سبيل المثال بالتغيرات في تركيب الغلاف الجوي أو التغير في استخدام الأراضي، أو المقترنة بالعوامل الخارجية، مثل التغيرات في النشاط الشمسي. ويمكن استخدام سيناريوهات التأثير الإشعاعي كمدخلات في النماذج المناخية المبسطة وذلك لحساب التقديرات المناخية.

سيناريو المناخ

تمثيل معقول ومبسط في كثير من الأحيان للمناخ في المستقبل، يستند إلى مجموعة من العلاقات المناخية المتسقة داخليا التي تم وضعها لاستخدامها بوضوح في دراسة النتائج المحتملة لتغير المناخ البشري المنشأ وتعمل في كثير من الأحيان كمدخلات في نماذج التأثيرات. وتعمل التقديرات المناخية في كثير من الأحيان كمادة خام لوضع سيناريوهات المناخ، ولكن سيناريوهات المناخ تتطلب في العادة معلومات إضافية عن أمور مثل المناخ الحالي المرصود. و»سيناريو تغير المناخ» هو الفرق بين سيناريو المناخ والمناخ الحالي.

سيناريو مرجعي

أنظر خط الأساس.

سيناريوهات التثبيت

أنظر تحليل التثبيت.

سيناريوهات التقرير الخاص

سيناريوهات التقرير الخاص هي سيناريوهات الانبعاثات التي وضعها ناكيسينوفيتش وآخرون (٢٠٠٠) وتستخدم، من بين سيناريوهات أخرى، كأساس للتقديرات المناخية في مساهمة الفريق العامل الأول التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في تقرير التقييم الثالث (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠١أ). والمصطلحات التالية ذات صلة بتحقيق فهم أفضل لهيكل واستخدام مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص:

- أسرة (سيناريوهات): السيناريوهات التي لها خط أحداث متشابه من التغير الديمغرافي والاجتماعي والاقتصادي والتكنولوجي. وتضم أربع أسر من السيناريوهات مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص: ألف–١، ألف–٢باء–١، باء–٢.
- فئة (سيناريوهات): سيناريوهات ضمن أسرة تبرز تغير متسق في خط الأحداث. وتشمل أسرة السيناريوهات ألف–١ أربع فئات هي: فئة سيناريوهات الوقود غير الأحفوري، وفئة سيناريوهات الفحم، وفئة سيناريوهات الغازات، وفئة السيناريوهات المتوازنة، وهي سيناريوهات تستكشف هياكل بديلة لنظم الطاقة في المستقبل. وفي الملخص لصانعي السياسات الذي وضعه ناكيسينوفيتش وآخرون (٢٠٠٠)، يتم الجمع بين فئتي سيناريوهات الفحم وسيناريوهات الغازات في فئة سيناريوهات الوقود الأحفوري المركز. وتتألف أسر السيناريوهات الأخرى من فئة واحدة في كل منها. وهكذا تتألف مجموعة سيناريوهات التقرير الخاص الموضحة في الملخص لصانعي السياسات الذي أعده ناكيسينوفيتش وآخرون (٢٠٠٠) من ست فئات من السيناريوهات الصحيحة بنفس الدرجة والتي تعبر عن نطاق أوجه عدم اليقين المقترنة بالقوى المحركة والانبعاثات.
- سيناريو توضيحي: سيناريو يوضح كل واحد من فئات السيناريوهات الستة الواردة في الملخص لصانعي السياسات الذي وضعه ناكيسينوفيتش وآخرون (٢٠٠٠). وتشمل هذه الفئات أربع سيناريوهات تمثيلية لفئة السيناريوهات المتوازنة والفئات ألف–٢، باء–١، باء–٢، وسيناريوهين إضافيين لفئة سيناريوهات الوقود الأحفوري المركز وفئة سيناريوهات الوقود غير الأحفوري. وجميع فئات السيناريوهات صحيحة بنفس الدرجة.
- سيناريو دليلي: سيناريو تم نشره أصلا في شكل مشروع سيناريو على موقع التقرير الخاص بسيناريوهات الانبعاثات على شبكة «ويب» وذلك ليمثل أسرة معينة من السيناريوهات. واستند اختيار السيناريوهات الدليلية إلى أفضل القياسات

الكمية الأولية التي تعبر عن خط الأحداث وسمات النماذج المحددة. والسيناريوهات الدليلية ليست أرجح من السيناريوهات الأخرى، ولكن فريق كتابة التقرير الخاص يعتبرها موضحة لخط معين من الأحداث. وأورد ناكيسينوفيتش وآخرون (٢٠٠٠) السيناريوهات الدليلية في شكل منقح. وخضعت هذه السيناريوهات لتدقيق من جانب فريق الكتابة ومن خلال العملية المفتوحة المتعلقة بالتقرير الخاص. وتم أيضا اختيار السيناريوهات لتوضيح الفئتين الأخريين من السيناريوهات.

- خط أحداث (السيناريو): وصف سردي لسيناريو (أو أسرة من السيناريوهات) يبرز السمات الأساسية للسيناريو والعلاقات بين القوى المحركة وديناميكية تطورها.

شدة تأثر

درجة تأثر أي نظام بالتأثيرات الضارة الناجمة عن تغير المناخ أو عدم قدرته على التعامل معها، بما في ذلك تقلبية المناخ وظواهره المتطرفة. وشدة التأثر دالة لطبيعة وحجم ومعدل تغير المناخ الذي يتعرض له النظام، ولحساسيته وقدرته على التكيف.

شعوب أصلية

شعب عاش أسلافه في مكان أو بلد في الوقت الذي وصل فيه أشخاص آخرون ينتمون إلى ثقافة أو خلفية عرقية أخرى إلى نفس الموقع وقاموا بالسيطرة عليهم عن طريق الغزو أو الاستيطان أو وسائل أخرى ويعيشون حاليا بما يتفق مع عاداتهم وتقاليدهم الاجتماعية والاقتصادية والثقافية بدرجة أكبر من باقي سكان البلد الذين يشكلون الآن جزءا منه (يشار إليهم أيضا على أنهم سكان «قوميون» أو «أصليون» أو «قبليون»).

صافي الإنتاج الأوّلي

زيادة الكتلة الأحيائية أو الكربون في النباتات في وحدة من منطقة معينة. وصافي الإنتاج الأوّلي يساوي إجمالي الإنتاج الأوّلي مطروحا منه خسائر الكربون الناجمة عن تنفس الكائنات الذاتية التغذية.

صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

الفرق بين مصادر وبواليع ثاني أكسيد الكربون في مدة معينة أوفي منطقة معينة.

صافي إنتاج النظام الايكولوجي

صافي الكربون المكتسب أو المفقود من نظام ايكولوجي. وهو يساوي صافي الإنتاج الأوّلي مطروحا منه خسائر الكربون الناجمة عن تنفس الكائنات العضوية التغذية.

صافي إنتاج الوحدة الأحيائية

صافي الكربون المكتسب أو المفقود من منطقة معينة. ويساوي صافي إنتاج الوحدة الأحيائية صافي إنتاج النظام الايكولوجي مطروحا منه خسائر الكربون الناجمة عن حدوث اضطراب (مثل حرائق الغابات أو قطع الغابات).

صحراء

نظام ايكولوجي يقل معدل التهطال فيه عن ١٠٠ مم في السنة.

الصرف

الجزء من التهطال الذي لا يتبخر. وفي بعض البلدان، يعني هذا المصطلح الصرف السطحي فقط.

صرف سطحي

الماء الذي ينتقل خلال سطح التربة إلى أقرب مجرى مائي؛ وهو مياه أحواض الصرف التي لم تجر تحت السطح منذ حدوث التهطال.

صنع القرار المتتالي

صنع القرار التدريجي الرامي إلى تحديد الاستراتيجيات القصيرة الأجل في مواجهة أوجه عدم اليقين الطويلة الأجل، وذلك عن طريق دمج معلومات إضافية بمرور الوقت وإجراء تصويبات في منتصف المدة.

الصور البيانية للتثبيت

الصور البيانية لتركيز ثاني أكسيد الكربون والتي تفضي إلى التثبيت المعرف في تقرير التقييم للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعام ١٩٩٤ (إنتينغ وآخرون، ١٩٩٤؛ وشيميل وآخرون، ١٩٩٥). وبالنسبة لأي مستوى معين من مستويات التثبيت، فإن هذه الصور البيانية تغطي طائفة عريضة من الإمكانيات. أنظر أيضا الصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز.

الصور البيانية لويغلي وريتشيلز وإدموندز

الصور البيانية الخاصة بتركيزات ثاني أكسيد الكربون وتفضي إلى التثبيت على النحو الذي حدده ويغلي وريتشيلز وإدموندز (١٩٩٦) الذين تكون الحروف الأولى من أسمائهم المختصر الذي يطلق على هذه الصور البيانية. وفي كل مستوى معين من مستويات التثبيت، تغطي هذه الصور البيانية طائفة عريضة من الإمكانيات. أنظر أيضا الصور البيانية للتثبيت.

صورة بيانية

مجموعة من التركيزات المتغيرة تدريجيا تمثل مسارا ممكنا نحو

التثبيت. ويستخدم مصطلح «صورة بيانية» لتمييز هذه المسارات عن مسارات الانبعاثات التي يشار إليها عادة باسم «سيناريوهات.»

ضبط التدفقات

لتجنب أن يُظهر نموذج دوران عام متقارن للغلاف الجوي والمحيطات بعض الأحوال المناخية غير الواقعية، يمكن تطبيق شروط ضبط على بيانات تدفقات الحرارة والرطوبة للغلاف الجوي والمحيطات(وأحيانا على الاجهادات السطحية الناجمة عن تأثير الرياح على سطح المحيط) قبل إدراجها في نموذج المحيط والغلاف الجوي. ونظرا لأن عمليات الضبط هذه يتم حسابها مسبقا ومن ثم تكون مستقلة عن تساوق النموذج المتقارن، لذلك فهي لا ترتبط بحالات عدم الانتظام التي تتطور أثناء التساوق.

ضرائب الكربون

أنظر ضرائب الانبعاثات.

الضرائب المنسقة على الانبعاثات /الكربون/الطاقة

تلزم البلدان المشاركة بفرض ضريبة بمعدل موحد على نفس المصادر. ويمكن لكل بلد أن يحتفظ بإيرادات الضريبة التي يجمعها. ولا تتطلب الضريبة المنسقة بالضرورة قيام البلدان بفرض ضريبة بنفس المعدل، ولكن فرض معدلات مختلفة في مختلف البلدان لن يكون فعالا بالقياس إلى التكلفة. أنظر أيضا ضريبة الانبعاثات.

ضريبة الانبعاثات

رسم تفرضه الحكومة على كل وحدة من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون حسب المصدر الخاضع للضريبة. ونظرا لأن معظم الكربون في الوقود الأحفوري ينبعث في النهاية على شكل ثاني أكسيد كربون، فإن رسما على محتوى الكربون في الوقود الأحفوري– ضريبة على الكربون– تماثل ضريبة على الانبعاثات الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري. والضريبة على الطاقة، وهي رسم على محتوى الطاقة في الوقود الأحفوري، تقلل الطلب على الطاقة ومن ثم تخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن استخدام الوقود الأحفوري. ويتم تعيين ضريبة بيئية لأغراض التأثير على السلوك البشري (السلوك الاقتصادي تحديدا) لاتباع مسار سليم بيئيا. والضريبة الدولية على الانبعاثات / الكربون / الطاقة هي ضريبة تفرضها وكالة دولية على مصادر محددة في البلدان المشاركة. ويتم توزيع الإيرادات أو استخدامها على النحو الذي تحدده البلدان المشاركة أو الوكالة الدولية.

الضريبة الدولية على الانبعاثات/الكربون/الطاقة

أنظر أيضا ضريبة الانبعاثات.

ضريبة الطاقة

أنظر ضريبة الانبعاثات.

طاقة أولية

طاقة موجودة في الموارد الطبيعية (مثل الفحم والنفط الخام وضوء الشمس واليورانيوم) لم تخضع لأي تحويل أو تحول بشري المنشأ.

طاقة بديلة

الطاقة المستمدة من مصادر الوقود غير الأحفوري.

طاقة نهائية

طاقة يزود بها المستهلك لتحويلها إلى طاقة مفيدة (مثل الكهرباء في المقبس)

طبقة الأوزون

يحتوي الستراتوسفير على طبقة يبلغ فيها تركيز الأوزون أعلى حد له، وهي ما يطلق عليها طبقة الأوزون. وتمتد هذه الطبقة من نحو ١٢ إلى ٤٠ كيلو مترا ويبلغ تركيز الأوزون حده الأقصى بين نحو ٢٠ و ٢٥ كيلومترا. وتتعرض هذه الطبقة للاستنفاد من جراء انبعاثات مركبات الكلور والبروم البشرية المنشأ. وفي كل عام أثناء فصل الربيع في نصف الكرة الجنوبي، يحدث استنفاد قوي لطبقة الأوزون فوق المنطقة القطبية الجنوبية، وهو استنفاد يحدث أيضا من جراء مركبات الكلور والبروم البشرية المنشأ بالإضافة إلى الظروف الجوية المحددة لهذا الإقليم. ويطلق على هذه الظاهرة «ثقب الأوزون.»

طبقة مختلطة

المنطقة العلوية من المحيطات الجيدة الامتزاج عن طريق التفاعل مع الغلاف الجوي العلوي.

ظاهرة الدفيئة

تمتص غازات الدفيئة بفعالية الإشعاع الأحمر الذي ينطلق من سطح الأرض ومن الغلاف الجوي نفسه بسبب نفس الغازات ومن السحب. وتنطلق إشعاعات الغلاف الجوي في جميع الجهات بما في ذلك إلى أسفل في اتجاه سطح الأرض. وهكذا تختزن غازات الدفيئة الحرارة داخل نظام السطح–التروبوسفير. ويطلق على ذلك اسم «ظاهرة الدفيئة الطبيعية.» ويقترن إشعاع الغلاف الجوي بقوة مع درجة حرارة المستوى الذي تبث عنده. وتقل درجة الحرارة بصفة عامة كلما ارتفعنا في التروبوسفير. ومن الناحية العملية، فإن الإشعاع تحت الأحمر الذي يتم بثه في الفضاء ينشأ من ارتفاع يبلغ عنده متوسط درجة الحرارة ١٩ درجة مئوية وهو

ما يتوازن مع صافي الإشعاع الشمسي الوارد، بينما تظل درجة حرارة سطح الأرض مرتفعة بصورة أكبر كثيرا حيث تبلغ في المتوسط ١٤+ درجة مئوية. وتفضي زيادة في تركيز غازات الدفيئة إلى تزايد عدم الشفافية تحت الحمراء للغلاف الجوي، ومن ثم إلى فعالية الإشعاع في الفضاء من ارتفاع أعلى عند درجة حرارة أقل. ويؤدي ذلك إلى حدوث تأثير إشعاعي، وهو اختلال لا يمكن تعويضه إلا عن طريق زيادة درجة حرارة نظام السطح–التروبوسفير. وهذه هي «ظاهرة الدفيئة المعززة.»

ظاهرة جوية متطرفة

هي حالة نادرة في إطار توزيعها المرجعي الإحصائي في مكان معين. وتتفاوت تعريفات كلمة «نادر» ، ولكن أي حالة جوية متطرفة تكون في العادة نادرة أو أكثر ندرة من الجزء المئوي العاشر أو التسعين. وقد تتفاوت تحديدا سمات ما يطلق عليه اسم الطقس المتطرف من مكان إلى آخر. والظاهرة المناخية المتطرفة هي متوسط عدد من الظواهر الجوية على مدى مدة زمنية معينة، وهو متوسط متطرف في حد ذاته (مثل الأمطار خلال موسم معين).

عامل خارجي

أنظر أيضا تكلفة خارجية.

العبء

مجموع كتلة المادة الغازية ذات الأهمية في الغلاف الجوي.

عدسة مياه عذبة

كتلة من المياه الجوفية العذبة العدسية تشكل أساس جزيرة محيطية ويوجد تحتها مياه مالحة.

عدم الأمن الغذائي

حالة ناجمة عن افتقاد الناس لإمكانية الوصول الآمن لمقادير كافية من الغذاء المأمون والصحي اللازم للنمو والنماء الطبيعيان والحياة النشطة والصحية. وقد تنجم هذه الحالة عن عدم توفر الغذاء أو عدم كفاية القوة الشرائية أو عدم ملاءمة التوزيع أو الاستخدام غير الملائم للغذاء على مستوى الأسرة. وقد يكون عدم الأمن الغذائي حالة مزمنة أو موسمية أو مؤقتة.

عدم يقين

تعبير عن درجة عدم معرفة قيمة (مثل حالة النظام المناخي في المستقبل). وقد ينشأ عدم اليقين عن الافتقار إلى المعلومات أو عن الاختلاف حول ما هو معروف أو حتى ما يمكن معرفته. وقد يكون لعدم اليقين أنواع كثيرة من المصادر، من الأخطاء التي يمكن قياسها كميا في البيانات إلى المفاهيم أو المصطلحات الملتبسة، أو التقديرات غير المؤكدة عن السلوك البشري. ولذلك يمكن أن تمثيل عدم اليقين بالقياسات الكمية (مثل نطاق من القيم التي يتم حسابها عن طريق مختلف النماذج) أو البيانات النوعية (مثل التعبير عن حكم فريق من الخبراء). أنظر موس و شنايدر (٢٠٠٠).

عرام العواصف

الزيادة المؤقتة في ارتفاع البحر في مكان معين من جراء الأحوال الجوية المتطرفة (انخفاض الضغط الجوي و / أو الرياح العنيفة). ويعرف عرام العواصف بأنه القدر الزائد فوق المستوى المتوقع من تغير المد والجزر وحده في ذلك الوقت وفي ذلك المكان.

عزل

عملية زيادة محتوى الكربون في خزان كربون غير الغلاف الجوي. وتشمل النهوج الأحيائية لعملية العزل الإزالة المباشرة لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي من خلال تغيير استخدام الأراضي والحراجة وإعادة التحريج والممارسات التي تعزز كربون التربة في الزراعة. وتشمل النهوج الفيزيائية فصل الكربون والتخلص منه في غازات المداخن أو في عمليات معالجة الوقود الأحفوري لإنتاج الأجزاء الغنية بالهيدروجين وثاني أكسيد الكربون والتخزين الطويل الأجل في باطن الأرض في خزانات النفط والغاز المستنفدين وعروق الفحم ومستودعات المياه الجوفية المالحة. أنظر أيضا الامتصاص.

العزو

أنظر الكشف والعزو.

عمر

العمر هو مصطلح عام يستخدم لمختلف النطاقات الزمنية التي تميز معدل العمليات التي تؤثر على تركيز الغازات النزرة. وبصفة عامة، يشير العمر إلى متوسط طول المدة الزمنية التي تقضيها ذرة أو جزيء في خزان معين، مثل الغلاف الجوي أو المحيطات. ويمكن تمييز الأعمار التالية:

- «مدة التجدد » أو «العمر في الغلاف الجوي » هو نسبة الكتلة في خزان معين (مركب غازي في الغلاف الجوي على سبيل المثال) ومجموع معدل الإزالة من الخزان: مدة التجدد=الكتلة / معدل الإزالة. ويمكن تعريف مدد دوران منفصلة لكل عملية إزالة. ويشار إلى ذلك في بيولوجيا كربون التربة على أنه متوسط مدة البقاء.
- «مدة الضبط» أو «مدة الاستجابة » أو «عمر الاضطراب» هو النطاق الزمني الذي يميز انحلال مدخل نبضي آني في

الخزان. ويستخدم مصطلح مدة الضبط أيضا لوصف ضبط كتلة خزان بعد تغير درجي في قوة المصدر. وثابت نصف العمر أو التحلل يستخدم في تحديد كمية عملية انحلال أُسّي من الدرجة الأولى. أنظر مدة الاستجابة للحصول على تعريف مختلف لتغيرات المناخ. ويستخدم مصطلح «العمر» أحيانا، على سبيل التبسيط، كبديل لمصطلح «مدة الضبط.»

وفي الحالات البسيطة التي تتناسب فيها الإزالة العالمية للمركب تناسبا مباشرا مع مجموع كتلة الخزان، فإن مدة الضبط تساوي مدة التجدد: مدة التجدد=مدة الضبط. ومثال ذلك مركب الكلوروفلوروكربون-١١ الذي لا يُزال من الغلاف الجوي إلا بعمليات كيمائية ضوئية في الستراتوسفير. وفي الحالات الأكثر تعقيدا التي تشترك فيها عدة خزانات أو التي لا تتناسب فيها الإزالة تناسبا مباشرا مع مجموع الكتلة، فإن المعادلة مدة التجدد=مدة الضبط تصبح غير صحيحة. وثاني أكسيد الكربون مثال متطرف وتبلغ مدة تجدده نحو ٤ أعوام فقط بسبب التبادل السريع بين الغلاف الجوي والمحيط والحيويات الأرضية. ومع ذلك، يعاد جزء كبير من ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي خلال بضع سنوات. وهكذا، يتحدد في الواقع مدة الضبط لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عن طريق معدل إزالة الكربون من الطبقة السطحية للمحيطات إلى طبقاتها الأكثر عمقا. وبالرغم من أن مدة الضبط لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قد يبلغ قيمة تقريبية مقدارها ١٠٠ عام، فإن الضبط الفعلي يكون أسرع في البداية ولكنه يكون أبطأ بعد ذلك. وفي حالة الميثان، تختلف مدة الضبط عن مدة التجدد لأن الإزالة تتم أساسا من خلال تفاعل كيميائي مع الشق الهيدروكسيلي الأحادي الذرية الذي يعتمد تركيزه على تركيز الميثان. ولذلك فإن معدل إزالة الميثان لا يتناسب مع مجموع كتلته.

عمر الاضطراب

أنظر العمْر.

العوالق النباتية

يكوّن النبات العوالق (مثل الطحالب المجهرية الأحادية الخلية). والعوالق النباتية هي أهم النباتات التي تنمو في البحار وهي الطبقة الخارجية لشبكة الغذاء البحري برمتها. وهذه الكائنات الأحادية الخلية هي العوامل الرئيسية لتثبيت كربون التمثيل الضوئي في المحيطات. أنظر أيضا العوالق الحيوانية.

عوالق حيوانية

الأشكال الحيوانية للعوالق. وهي تستهلك العوالق النباتية أو غيرها من العوالق الحيوانية. أنظر أيضا العوالق النباتية.

العوالق

كائنات مائية تندفع أو تسبح برفق. أنظر أيضا العوالق النباتية والعوالق الحيوانية.

الغابات الشمالية

غابات الصنوبر والتنوب والفرو و اللاركس ، وهي تمتد من الساحل الشرقي لكندا غربا إلى ألاسكا ومن سيبيريا غربا عبر نطاق روسيا بأسرها إلى السهل الأوروبي.

غابة

نوع من الغطاء النباتي تغلب عليه الأشجار. وتستخدم في جميع أنحاء العالم الكثير من تعريفات مصطلح «الغابة»، وهي تعريفات تبرز فروق كبيرة في الظروف الطبيعية الجيولوجية الأحيائية والهيكل الاجتماعي والاقتصاد. ولمزيد من المعلومات عن مصطلح «الغابة» وما يتصل بها من مصطلحات مثل الحراجة وإعادة التحريج وإزالة الغابات، يمكن الرجوع إلى التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والتحريج. (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٠ب).

غاز الدفيئة

غازات الدفيئة هي تلك المكونات الغازية الطبيعة والبشرية المنشأ التي يتألف منها الغلاف الجوي والتي تمتص وتبث الإشعاع عند أطوال موجية محددة في نطاق طيف الإشعاع تحت الأحمر الذي يبتعثه سطح الأرض والغلاف الجوي والسحب. تؤدي هذه الخاصية إلى تكون ظاهرة الدفيئة. وغازات الدفيئة الرئيسية في الغلاف الجوي هي بخار الماء وثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والميثان والأوزون. وبالإضافة إلى ذلك، يوجد في الغلاف الجوي عدد من غازات الدفيئة البشرية المنشأ تماما، مثل الهالوكربونات وغيرها من المواد المحتوية على الكلور والبروم التي يتم معالجته بموجب بروتوكول مونتريال. وبالإضافة إلى ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز والميثان، يتناول بروتوكول كيوتو سادس فلوريد الكبريت والمركبات الكربونية الفلورية الهيدرولوجية والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة.

غرْيَن

مادة رسوبية غير مدمجة أو مفككة، تتسم جزيئات صخورها التي تتكون منها بأنها أدق من حبيبات الرمل وأكبر من جزيئات الطمي.

غطاء جليدي

كتلة من الجليد القاري عميقة بدرجة تكفي لتغطية معظم التضاريس الصخرية التحتية، ولذلك فإن شكلها يتحدد أساسا

بديناميكيتها الداخلية (تدفق الجليد أثناء تشوهها داخليا وانزلاقها عند قاعدتها). ويتدفق الغطاء الجليدي نحو الخارج من هضبة مركزية عالية تتسم بمتوسط انحدار سطحي صغير. وتنحدر الهوامش انحدارا حادا ويخرج الجليد من خلال المجاري الجليدية سريعة التدفق أو كتل الخروج الجليدية ليصب في بعض الحالات في البحر أو في الأرصفة الجليدية الطافية على سطح البحر. ولا يوجد سوى غطاءين جليديين كبيرين في العالم الحديث، أحدهما في غرينلاند والآخر في المنطقة القطبية الجنوبية. وتقسم الجبال الممتدة عبر المنطقة القطبية الجنوبية الغطاء الجليدي القطبي الجنوبي إلى قسمين أحدهما شرقي والآخر غربي. وكانت هناك أغطية جليدية أخرى أثناء الفترات الجليدية.

الغلاف الجليدي

مكون الغلاف الجوي الذي يتألف من الثلج والجليد والتربة الصقيعية على سطح الأرض والمحيطات وتحته. أنظر أيضا الكتل الجليدية والغطاء الجليدي.

الغلاف الجوي

الغلاف الغازي المحيط بالأرض. ويكاد يتألف كل الغلاف الجوي الجاف من النيتروجين (٧٨,١٪ من نسبة الخلط الحجمي)والأكسجين (٢٠,٩٪ نسبة الخلط الحجمي) بالإضافة إلى عدد من الغازات النزرة، مثل الأرجون (٠,٩٣٪ من نسبة الخلط الحجمي) والهليوم وغازات الدفيئة النشطة إشعاعيا، مثل ثاني أكسيد الكربون (٠,٠٣٥٪ من نسبة الخلط الحجمي) والأوزون. وبالإضافة إلى ذلك، يحتوي الغلاف الجوي على بخار الماء الذي يتفاوت مقداره تفاوتا كبيرا ولكنه يبلغ في العادة ١٪ من نسبة الخلط الحجمي. ويحتوي الغلاف الجوي أيضا على السحب والأهباء الجوية.

الغلاف المائي

عنصر النظام المناخي المؤلف من السطح السائل والمياه الجوفية، مثل المحيطات والبحار والأنهار وبحيرات المياه العذبة والمياه الجوفية، الخ.

غلاف حيوي (أرضي وبحري)

ذلك الجزء من النظام الأرضي الذي يضم جميع النظم الايكولوجية والكائنات الحية التي تعيش في الغلاف الجوي أو على اليابسة (الغلاف الحيوي الأرضي) أو في المحيطات (الغلاف الحيوي البحري)، بما في ذلك المواد العضوية الميتة المستخلصة، مثل النفايات، والمواد العضوية في التربة وحتات المحيطات.

غمر

ارتفاع في مستوى الماء بالنسبة لليابسة مما يؤدي إلى غمرها بالمياه، وينشأ ذلك عن هبوط اليابسة أو ارتفاع في مستوى سطح المياه.

فرص لا يُندم عليها

أنظر سياسة لا يندم عليها.

فرصة

الفرصة هي حالة أو ظرف لتقليل الفجوة بين إمكانية السوق لأي تكنولوجيا أو ممارسة وبين الإمكانية الاقتصادية أو الإمكانية الاجتماعية–الاقتصادية أو الإمكانية التكنولوجية.

فعال بالقياس إلى التكلفة

معيار يحدد أن تكنولوجيا معينة أو تدبيرا معينا يوفر سلعة أو خدمة بسعر مساو للسعر الجاري أو أقل منه أو أقل البدائل تكلفة لتحقيق هدف معين.

فوائد التكيف

تكاليف الأضرار المتجنبة أو الفوائد المستحقة الناتجة عن اعتماد وتنفيذ تدابير التكيف.

الفوائد المشتركة

فوائد السياسات التي يتم تنفيذها لمختلف الأسباب في نفس الوقت، بما في ذلك تخفيف تغير المناخ، مع الإقرار بأن معظم السياسات التي تم تصميمها لمعالجة تخفيف غازات الدفيئة تنطوي أيضا في كثير من الأحيان على أسس منطقية لا تقل أهمية (تتصل بأهداف التنمية والاستدامة والإنصاف على سبيل المثال). ويستخدم مصطلح التأثير المشترك أيضا بمعنى أعم ليغطي الجوانب الإيجابية والسلبية للفوائد على السواء. أنظر أيضا الفوائد الثانوية.

فوائد ثانوية

التأثيرات الثانوية أو الجانبية للسياسات الرامية إلى التخفيف فقط من تغير المناخ. وتتسم هذه السياسات بتأثيرها ليس على انبعاثات غازات الدفيئة فحسب، وإنما أيضا على كفاءة استخدام الموارد، مثل تخفيض انبعاثات ملوثات الهواء المحلية والإقليمية المقترنة باستخدام الوقود الأحفوري، وعلى قضايا، مثل النقل والزراعة وممارسات استخدام الأراضي والعمالة وتأمين الوقود. ويشار في بعض الأحيان إلى تلك الفوائد على أنها «تأثيرات ثانوية» لكي تبين أن هذه الفوائد قد تكون سلبية في بعض الأحيان. ومن منظور السياسات الموجهة إلى تقليل تلوث الهواء المحلي،

يمكن أيضا النظر إلى تخفيف غازات الدفيئة باعتباره فائدة ثانوية، ولكن هذه العلاقات لا تجري دراستها في هذا التقييم.

قاعدة موارد

تشمل قاعدة الموارد الاحتياطيات والموارد على السواء.

قلنسوة جليدية

كتلة جليدية على شكل قبة تغطي منطقة مرتفعة يقل حجمها كثيرا عن الغطاء الجليدي.

قدرة تخفيفية

الهياكل والظروف الاجتماعية والسياسية والاقتصادية المطلوبة للتخفيف الفعال.

القدرة على التكيف

قدرة أي نظام على التأقلم مع تغير المناخ (بما في ذلك تقلبية المناخ والنهايات المناخية) لتخفيف الأضرار المحتملة أو للاستفادة من الفرص أو التكيف مع النتائج.

القشرة الأرضية

الطبقة العلوية من الأرض الصلبة القارية والمحيطية التي تتألف من الصخور القشرية والجزء البارد المرن في معظمه الذي يشكل الجزء العلوي من غلاف اليابسة. ولا يعتبر النشاط البركاني، بالرغم من أنه جزء من القشرة الأرضية، جزءا من النظام المناخي، ولكنه يعمل كمؤثر خارجي.

قصور ذاتي

التأخير أو البطء أو المقاومة في استجابة النظم المناخية والأحيائية والبشرية للعوامل التي تغير من معدل تغيرها، بما في ذلك استمرار التغير في النظام بعد إزالة مسببات هذا التغير.

قيم

القيمة أو المرغوبية أو النفع الذي تستند إلى أوجه التفضيل الفردية. ومجموع قيمة أي مورد هو حاصل مجموع قيم مختلف الأفراد المشتركين في استخدام المورد. والقيم التي تشكل أساس تقدير التكاليف يتم قياسها من ناحية استعداد الأفراد للدفع من أجل الحصول على المورد أو استعداد الأفراد لقبول مبلغ مدفوع للتخلي عن المورد.

قيمة مضافة

صافي الناتج في قطاع بعد إضافة جميع المخرجات وطرح المدخلات الوسيطة.

كارست حراري

تضاريس أكمية غير منتظمة في الأرض المتجمدة نتيجة لذوبان الجليد.

كتلة أحيائية

مجموع كتلة الكائنات الحية في منطقة معينة أو حجم معين، وفي كثير من الأحيان تدرج المواد النباتية الميتة حديثا ضمن الكتلة الأحيائية الميتة.

كتلة جليدية

كتلة من الجليد القاري التي تنحدر (بسبب التشوه الداخلي والانزلاق عند القاعدة) وتحصرها التضاريس المجاورة (مثل جوانب الوديان أو القمم المحيطة). وتؤثر تضاريس الصخور القاعدية تأثيرا رئيسيا على ديناميكية الكتلة الجليدية وانحدارها السطحي. وتتكون الكتلة الجليدية نتيجة لتراكم الثلوج في الارتفاعات العالية ويعادل ذلك حدوث ذوبان في الارتفاعات المنخفضة أو تصريف المياه إلى البحر.

كثافة الطاقة

نسبة استهلاك الطاقة إلى الناتج الاقتصادي أو المادي، وكثافة الطاقة، على الصعيد الوطني، هي نسبة الاستهلاك المحلي الإجمالي للطاقة الأولية أو استهلاك الطاقة النهائية إلى الناتج المحلي الإجمالي أو الناتج المادي.

كربون أسود

الأنواع الأحيائية المعرفة تعريفا عمليا استنادا إلى قياس امتصاص الضوء والتفاعلية الكيمائية و / أو الثبات الحراري، وهو يتألف من السناج والفحم النباتي و / أو المواد العضوية الحرارية التي يمكن أن تمتص الضوء (تشارلسون و هينتزينبيرغ ، ١٩٩٥).

كسر جزيئي

الكسر الجزيئي أو نسبة الخلط هي نسبة عدد جزيئات مكون معين في حجم معين إلى مجموع عدد جزيئات جميع المكونات في ذلك الحجم. ويرد الكسر الجزيئي عادة بالنسبة للهواء الجاف. والقيم النمطية لغازات الدفيئة تكون بقيمة أجزاء في المليون ($\mathrm{mmol/mol}$) وأجزاء في البليون ($\mathrm{nmol/mol}$) وأجزاء في التريليون ($\mathrm{fmol/mol}$). ويختلف الكسر الجزيئي عن نسبة خلط الحجم التي يعبر عنها في كثير من الأحيان بأجزاء في المليون حسب الحجم، الخ، وذلك عن طريق تصحيح عدم مثالية الغازات. وهذا التصحيح مهم بالنسبة لدقة قياس الكثير من غازات الدفيئة (شوارتز و وورنيك، ١٩٩٥).

الكشف والعزو

يتفاوت المناخ باستمرار في جميع النطاقات الزمنية. والكشف عن تغير المناخ هو عملية تبين أن المناخ قد تغير من بعض النواحي الإحصائية المحددة بدون إبداء سبب لهذا التغير. وعزو أسباب تغير المناخ هو عملية إثبات أرجح أسباب التغير المكتشف بقدر ما من الثقة.

كفاءة استخدام المياه

الحصول على الكربون في عملية التمثيل الضوئي لكل وحدة من المياه المفقودة في التبخر–النتح. ويمكن التعبير عنها على أساس قصير الأجل كنسبة من كربون التمثيل الضوئي المكتسب لكل وحدة من المياه التي تفقد في عملية النتح، أو على أساس موسمي كنسبة صافي الإنتاج الأولي أو الغلة الزراعية إلى مقدار المياه المتاحة.

كفاءة الطاقة

نسبة ناتج الطاقة إلى مدخلاتها في عملية أو نظام التحويل.

كميات مسندة

الكمية المسندة بموجب بروتوكول كيوتو هي مجموع انبعاثات غازات الدفيئة التي وافق كل بلد مدرج في المرفق باء على ألا تتجاوزها انبعاثاته خلال فترة الالتزام الأولى (٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢). وتحسب الكمية المسندة بمضاعفة مجموع انبعاثات غازات الدفيئة في البلد في عام ١٩٩٩ بمقدار ٥ (بالنسبة لفترة الالتزام الخمسية) ثم تضرب في النسبة المئوية التي وافق عليها البلد على النحو الوارد في المرفق باء الملحق ببروتوكول كيوتو (٩٢٪ للاتحاد الأوروبي و ٩٣٪ للولايات المتحدة الأمريكية على سبيل المثال).

الكوليرا

مرض معد يصيب الأمعاء ويؤدي إلى الإسهال المتكرر والمغص والانهيار النهائي نتيجة الجفاف.

اللاخطية

يطلق على أي عملية بأنها «غير خطية» عندما لا توجد علاقة تناسبية بسيطة بين السبب والنتيجة. ويحتوي النظام المناخي على كثير من هذه العمليات غير الخطية التي تسفر عن نظام يتسم بسلوك من المحتمل أن يكون شديد التعقيد. وقد يفضي هذا التعقيد إلى تغير مناخي سريع.

مؤتمر الأطراف

الهيئة العليا لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، وهي تضم البلدان التي صدقت على الاتفاقية أو انضمت إليها. وعقدت أولى دورات مؤتمر الأطراف (مؤتمر الأطراف الأول) في برلين في عام ١٩٩٥ وعقد بعده مؤتمر الأطراف الثاني في جنيف عام ١٩٩٦، ومؤتمر الأطراف الثالث في كيوتو في عام ١٩٩٧ ومؤتمر الأطراف الرابع في بيونس آيرس في عام ١٩٩٨ ومؤتمر الأطراف الخامس في بون في عام ١٩٩٩ والجزء الأول من مؤتمر الأطراف السادس في لاهاي في عام ٢٠٠٠ والجزء الثاني من مؤتمر الأطراف السادس في بون في عام ٢٠٠١. ومن المقرر عقد مؤتمر الأطراف السابع في مراكش في نوفمبر عام ٢٠٠١. أنظر أيضا اجتماع الأطراف.

ما قبل التصنيع

أنظر الثورة الصناعية.

متوسط مستوى سطح البحر

يعرف عادة متوسط مستوى سطح البحر بأنه متوسط مستوى سطح البحر النسبي على مدى فترة زمنية معينة، مثل شهر أو سنة، وهي فترة تكفي لقياس متوسط الظواهر العابرة مثل الأمواج. أنظر أيضا الارتفاع في مستوى سطح البحر.

متوطن

محصور أو خاص بمكان أو منطقة معينة. وفيما يتعلق بصحة الإنسان، يمكن أن يشير مصطلح «متوطن» إلى مرض أو عامل موجود أو سائد في العادة في مجموعة من السكان أو منطقة جغرافية بصورة دائمة.

مثيرات (مرتبطة بالمناخ)

جميع عناصر تغير المناخ، بما فيها متوسط خصائص المناخ وتقلبية المناخ وتواتر وحجم الظواهر المتطرفة.

مجموع التكلفة

جميع بنود التكلفة مجتمعة. ويتألف مجموع التكلفة للمجتمع من التكلفة الخارجية والتكلفة الخاصة على السواء ، وهو ما يعرّف على أنه التكلفة الاجتماعية.

مخزون

أنظر خزان.

مدة الاستجابة

مدة الاستجابة أو مدة الضبط هو الوقت الذي يحتاجه النظام المناخي أو مكوناته لتحقيق إعادة التوازن مع حالة جديدة بعد حدوث تأثير ناجم عن تغذية مرتدة خارجية وداخلية. وتختلف

مدة الاستجابة كثيرا بالنسبة لمختلف مكونات النظام المناخي. ومدة الاستجابة في التروبوسفير قصيرة نسبيا، إذ تتراوح بين أيام وأسابيع، بينما يتوازن الستراتوسفير في نطاق زمني يبلغ في العادة بضعة شهور. ونظرا لما تتسم به المحيطات من قدرة حرارية كبيرة، فإن لها زمن استجابة أطول كثيرا حيث يمتد في العادة إلى عقود ولكنه يصل إلى قرون أو آلاف الأعوام. ولذلك فإن مدة الاستجابة في نظام السطح–التروبوسفير الشديد التقارن تكون بطيئة بالمقارنة بزمن استجابة الستراتوسفير، وهي تتحدد أساسا عن طريق المحيطات. وقد يستجيب الغلاف الحيوي سريعا (لحالات الجفاف على سبيل المثال) ولكن أيضا ببطء شديد للتغيرات المفروضة. أنظر مصطلح العمر للحصول على تعريف مختلف لمدة الاستجابة المتصل بمعدل العمليات التي تؤثر على تركيز الغازات النزرة.

مدة التجدد
أنظر العمر.

مدة الضبط
أنظر العمر؛ وانظر أيضا مدة الاستجابة.

مدى درجات الحرارة اليومي
الفرق بين درجة الحرارة القصوى ودرجة الحرارة الدنيا خلال يوم.

مَرَضيّة
معدل ظهور مرض أو اضطراب آخر في الصحة في مجموعة معينة من السكان، مع إيلاء الاعتبار لمعدلات المرض في فئات عمرية محددة. وتشمل النتائج الصحية ظهور / استمرار الأمراض المزمنة ومعدلات دخول المستشفيات واستشارات الرعاية الأولية وأيام العجز (أيام الغياب عن العمل) واستمرار الأعراض.

مرعى
الأراضي المعشوشبة وأراضي الجنيبات والسافانا والتندرا التي لم تدخل عليها تحسينات.

المركبات الكربونية الفلورية الكلورية
غازات الدفيئة المشمولة في بروتوكول مونتريال لعام ١٩٨٧ والمستخدمة في التبريد وتكييف الهواء والتعبئة والعزل والمذيبات وداسر البخاخات. ونظرا لعدم تدمير هذه المركبات في الغلاف الجوي السفلي، فإنها تنتقل إلى الغلاف الجوي العلوي حيث تؤدي إلى انحلال الأوزون في ظل توفر الظروف المناسبة. ويحل محل هذه الغازات مركبات أخرى، منها المركبات الكربونية الفلورية الكلورية الهيدرولوجية والمركبات الكربونية الفلورية الهيدرولوجية، وهي من غازات الدفيئة المشمولة في بروتوكول كيوتو.

المركبات الكربونية الفلورية المشبعة
هي من بين غازات الدفيئة الستة التي من المقرر تخفيضها بموجب بروتوكول كيوتو. وهذه المركبات نواتج ثانوية لصهر الألومنيوم وتخصيب اليورانيوم. وهي تحل أيضا محل المركبات الكربونية الفلورية الكلورية في صناعة أشباه الموصلات. وتزيد إمكانية الاحترار العالمي للمركبات الكربونية الفلورية المشبعة عن إمكانية الاحترار العالمي لثاني أكسيد الكربون بما يتراوح بين ٦٥٠٠ و ٩٢٠٠ ضعف.

المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية
هي من بين غازات الدفيئة الستة التي من المقرر الحد منها بموجب بروتوكول كيوتو. وتنتج هذه المركبات تجاريا كبديل للمركبات الكربونية الفلورية الكلورية. وتستخدم هذه المركبات على نطاق واسع في التبريد وصناعة أشباه الموصلات. وتتراوح إمكانات الاحترار العالمي لديها بين ١٣٠٠ و ١١٧٠٠.

مرونة
مقدار التغيير الذي يمكن أن يخضع له نظام بدون أن تتغير حالته.

مسارات التنمية البديلة
تشير إلى مجموعة متنوعة من سيناريوهات القيم المجتمعية وأنماط الاستهلاك والإنتاج في كافة البلدان وهي تشمل، وان كانت لا تقتصر على، استمرار الاتجاهات الحالية. وفي هذا التقرير، لا تشمل هذه المسارات مبادرات مناخية إضافية وهو ما يعني عدم إدراج سيناريوهات تفترض صراحة تنفيذ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو الالتزامات بخفض الانبعاثات بموجب بروتوكول كيوتو، ولكنها تشمل افتراضات عن سياسات أخرى تؤثر على انبعاثات غازات الدفيئة بطريقة غير مباشرة.

مستجمع أمطار
منطقة تجمع وصرف مياه الأمطار.

مستجمع
أنظر خزان.

مستنقع
منطقة سيئة الصرف وغنية بالمواد النباتية المتراكمة، وهي تحيط في الغالب بمسطح مائي مفتوح ولها نباتاتها المميزة (مثل البردي والخلنج وطحالب الاسفغنوم).

مستودع ماء جوفي
طبقة من الصخور التي ينفذ منها الماء . ويعاد شحن مستودعات

المياه الجوفية غير المحصورة مباشرة عن طريق مياه الأمطار المحلية والأنهار والبحيرات. ويتأثر معدل إعادة الشحن بنفاذيّة الصخور والتربة الفوقية. ويتسم مستودع المياه الجوفية المحصور بوجود طبقة فوقية لا ينفذ منها الماء ولا يتأثر بمياه الأمطار المحلية.

مستوطنة بشرية
مكان أو منطقة يشغلها مستوطنون.

مستوى الفهم العلمي
هو مؤشر إلى نطاق من ٤ مراحل (عالية ومتوسطة ومنخفضة وشديدة الانخفاض) بهدف تحديد درجة الفهم العلمي لعوامل التأثير الإشعاعي التي تؤثر على تغير المناخ. وفي كل واحد من العوامل يمثل المؤشر حكما ذاتيا بشأن موثوقية تقدير تأثيره، وهو يشمل عوامل مثل الافتراضات الضرورية لتقييم التأثير ودرجة معرفة الآليات الفيزيائية / الكيميائية التي تحدد التأثير وأوجه عدم اليقين التي تكتنف التقدير الكمي.

المستوى النسبي لسطح البحر
مستوي سطح البحر الذي يتم قياسه بمقياس المد والجزر فيما يتعلق بالأرض التي يقع عليها. أنظر أيضا متوسط مستوى سطح البحر.

مصادر الطاقة المتجددة
مصادر الطاقة المستدامة، خلال إطار زمني قصير بالنسبة إلى الدورات الطبيعية للأرض، وهي مصادر تشمل التكنولوجيات غير الكربونية، مثل الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية والرياح، فضلا عن التكنولوجيات المتعادلة الكربون، مثل الكتلة الأحيائية.

مصدر
أي عملية أو نشاط أو آلية تطلق في الغلاف الجوي غازا من غازات الدفيئة أو هباء جويا أو أحد سلائف غازات الدفيئة أو الأهباء الجوية.

معايير
مجموعة قواعد أو مبادئ تفرض أو تحدد أداء منتج (درجات الجودة، الأبعاد، الخصائص، طرق الاختبار، قواعد الاستخدام). وترسي المعايير الدولية لأداء المنتج و / أو التكنولوجيا متطلبات دنيا للمنتجات المتضررة و / أو التكنولوجيات في البلدان التي تستخدم فيها. وتقلل المعايير من انبعاثات غازات الدفيئة المقترنة بصناعة أو استخدام المنتجات و / أو تطبيق التكنولوجيا. أنظر أيضا التدابير التنظيمية.

معيار التكنولوجيا أو الأداء
أنظر معايير.

معيار باريتو/الحد الأمثل لباريتو
المتطلب أو الحالة التي لا يمكن فيها زيادة تحسين رفاه الفرد بدون الوصول بالأشخاص الآخرين في المجتمع إلى حال أسوأ.

مقياس المد والجزر
أداة في موقع ساحلي (وفي بعض المواقع البحرية العميقة) تقيس باستمرار مستوى سطح البحر بالنسبة لليابسة المجاورة. وتسجيل المتوسط الزمني لمستوى سطح البحر يبين التغيرات المرصودة المتناهية البطء في مستوى سطح البحر النسبي.

مكافئ ثاني أكسيد الكربون
أنظر ثاني أكسيد الكربون المكافئ.

ملاريا
مرض طفيلي متوطن أو معد تسببه طفيليات من نوع البلازمود (طفيليات أحادية الخلية) وتنقله بعوضة أنوفيل. ويؤدي هذا المرض إلى حدوث نوبات من الحمى والاضطرابات المنتظمة ويتسبب في وفاة نحو ٢ مليون شخص كل عام.

المناخ
المناخ بمعناه الضيق يعرف عادة بأنه «معدل الطقس» أو، بمزيد من الدقة، الوصف الإحصائي للطقس من حيث متوسط وتقلبية المقادير ذات الصلة على مدى فترة تتراوح بين شهور وآلاف أو ملايين السنوات. والفترة المعتادة هي ٣٠ عاما حسب تعريف المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. وهذه المقادير هي في أغلب الأحوال متغيرات سطحية مثل درجة الحرارة والتهطال والرياح. والمناخ بمعناه الأوسع هو حالة النظام المناخي، بما في ذلك وصفه وصفا إحصائيا.

مناطق شبه قاحلة
النظم الايكولوجية التي يزيد فيها التهطال عن ٢٥٠ مم في العام ولكنها ليست عالية الإنتاجية، وتصنف عادة كمراعي.

مناطق قاحلة
النظم الايكولوجية التي يقل فيها التهطال عن ٢٥٠ مم في السنة.

موئل
البيئة المعينة أو المكان المعين الذي ينزع كائن حي أو نوع أحيائي إلى العيش فيه. والموئل هو جزء من البيئة الكلية محدد محليا بصورة أكبر.

موارد
الموارد هي تلك الوقائع التي تتسم بخصائص جيولوجية و / أو اقتصادية أقل يقينا ولكنها تعتبر ممكنة الاستعادة مع التكنولوجيات والتطورات الاقتصادية المتوقعة.

الميثان
أحد المكونات الكربونية الهيدرولوجية التي تشكل أحد غازات الدفيئة التي تتكون من خلال تحلل المخلفات في الحفر الأرضية بمعزل عن الأكسجين والهضم الحيواني وتحلل المخلفات الحيوانية وإنتاج وتوزيع الغاز الطبيعي والنفط وإنتاج الفحم والاحتراق غير الكامل للوقود الأحفوري. والميثان هو أحد غازات الدفيئة الستة التي من المقرر تخفيفها بموجب بروتوكول كيوتو.

الناتج الدولي و/أو معايير التكنولوجيا
أنظر معايير.

الناتج المحلي الإجمالي
مجموع القيمة الإجمالية، بأسعار الشراء، المضافة من المنتجين المقيمين وغير المقيمين إلى الاقتصاد مضاف إليها أي ضرائب ومطروح منها أي إعانات غير متضمنة في قيمة المنتجات في بلد معين أو منطقة جغرافية معينة خلال فترة زمنية معينة، تبلغ في العادة عاما. ويحسب الناتج المحلي الإجمالي بدون خصم بسبب انخفاض قيمة الأصول المصنعة أو استنفاد و تدهور الموارد الطبيعية. ويستخدم الناتج المحلي الإجمالي في كثير من الأحيان لقياس الرفاه ولكنه ليس مقياسا كاملا.

ناقل للأمراض
كائن مثل الحشرات ينقل مرض من مضيف إلى آخر. أنظر أيضا أمراض تنقلها النواقل.

نسبة الخلط
أنظر أيضا كسر جزيئي.

نسبة خلط الحجم
أنظر أيضا الكسر الجزيئي.

نشاط شمسي
تظهر الشمس فترات من تأجج النشاط المرصود في عدد من البقع الشمسية، بالإضافة إلى الإشعاع الشمسي والنشاط المغناطيسي وابتعاث جزيئات عالية الطاقة. وتحدث هذه التغيرات على مدى من النطاقات الزمنية تتراوح بين ملايين السنوات والدقائق. أنظر أيضا الدورة الشمسية.

النطاق الاستيعابي
التغير في المثيرات المناخية التي يمكن لأي نظام أن يمتصها بدون إحداث تأثيرات كبيرة.

نطاق زمني
الزمن المميز لعملية من المقرر التعبير عنها. ونظرا لأن كثيرا من العمليات تكشف عن معظم تأثيراتها مبكرا ومن ثم يتاح لها وقت طويل تقترب خلاله بالتدريج من التعبير الكامل، فإن النطاق الزمني لأغراض هذا التقرير يعرف عدديا بأنه الوقت المطلوب لكي يظهر الاضطراب في عملية نصف تأثيره النهائي على الأقل.

نطاقات مكانية وزمنية
قد يتفاوت المناخ على مدى كبير من النطاقات المكانية والزمنية. وقد تتراوح النطاقات المكانية بين محلية (أقل من ١٠٠٠٠٠ كيلو متر مربع) وإقليمية (١٠٠٠٠٠ إلى ١٠ مليون كيلو متر مربع) و قارية١٠ إلى ١٠٠ مليون كيلو متر مربع). وقد تتراوح النطاقات الزمنية بين موسمية و جيولوجية (مئات الملايين من الأعوام).

نظام اضطراب
تواتر وشدة وأنواع الاضطرابات، مثل الحرائق وتفشي الحشرات أو الأوبئة والفيضانات والجفاف.

نظام الإيداع/الاسترداد
يجمع بين فرض تأمين أو رسم (ضريبة) على أي سلعة والاسترداد أو الخصم (إعانة) لتنفيذ إجراء محدد. أنظر أيضا ضريبة الانبعاثات.

النظام المناخي
النظام المناخي هو النظام البالغ التعقيد المؤلف من خمسة مكونات رئيسية هي الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الجليدي وسطح اليابسة والغلاف الحيوي والتفاعلات التي تحدث بينها. ويتطور النظام المناخي بمرور الوقت تحت تأثير ديناميكيته الداخلية ونتيجة للتأثيرات الخارجية، مثل الفورانات البركانية والتغيرات الشمسية والتأثيرات البشرية، مثل تغير تكوين الغلاف الجوي والتغير في استخدام الأراضي.

نظام ايكولوجي
نظام من الكائنات الحية المتفاعلة بالإضافة إلى بيئتها الفيزيائية. وحدود ما يمكن أن يطلق عليه اسم نظام ايكولوجي تكون عشوائية نوعا ما تبعا لبؤرة اهتمام الدراسة. وهكذا فإن حجم النظام الايكولوجي قد يتراوح بين نطاقات مكانية بالغة الصغر والأرض برمتها في نهاية المطاف.

نظام بشري
أي نظام تلعب فيه التنظيمات البشرية دورا رئيسيا. ويترادف المصطلح في كثير من الأحيان، ولكن ليس في كل الحالات، مع «المجتمع» أو «النظام الاجتماعي» (مثل النظام الزراعي والنظام السياسي والنظام التكنولوجي والنظام الاقتصادي).

نظم فريدة ومهددة
كيانات محصورة في نطاق جغرافي ضيق نسبيا ولكن يمكنها التأثير على كيانات أخرى، أكبر في كثير من الأحيان، خارج نطاقها. ويشير النطاق الجغرافي الضيق إلى الحساسية للمتغيرات البيئية، بما فيها المناخ، ومن ثم يثبت احتمال شدة التأثر بتغير المناخ.

نقص تغذية
نتيجة تناول كميات غير كافية من الغذاء للوفاء بمتطلبات الطاقة الغذائية بصورة مستمرة، وسوء امتصاص الغذاء و / أو سوء الاستخدام البيولوجي للمغذيات المستهلكة.

نقل التكنولوجيا
المجموعة العريضة من العمليات التي تغطي تبادل المعرفة والأموال والسلع بين مختلف أصحاب المصلحة وتفضي إلى نشر التكنولوجيا للتكيف مع تغير المناخ أو التخفيف منه. وكمفهوم عام، يستخدم هذا المصطلح ليغطي نشر التكنولوجيات والتعاون التكنولوجي على السواء عبر البلدان وداخلها.

نماذج من أسفل إلى أعلى
أحد نهوج النمذجة التي تشمل التفاصيل التكنولوجية والهندسية في التحليل. أنظر أيضا النماذج من أعلى إلى أسفل.

نماذج من أعلى إلى أسفل
مصطلحا «القمة» و «القاعدة» اختصاران للنماذج المجمعة والمجزأة. ويأتي وصف النماذج بأنها من أعلى إلى أسفل من الكيفية التي طبق بها واضعو النماذج نظرية الاقتصاد الكلي والتقنيات الاقتصادية على البيانات التاريخية الخاصة بالاستهلاك والأسعار والدخول وتكاليف عناصر الإنتاج من أجل نمذجة الطلب النهائي على السلع والخدمات والعرض من القطاعات الرئيسية، مثل قطاعات الطاقة والنقل والزراعة والصناعة. ولذلك، فإن النماذج من أعلى إلى أسفل تقيم النظام من متغيرات اقتصادية مجمعة بالمقارنة مع النماذج من أسفل إلى أعلى التي تنظر في الخيارات التكنولوجية أو السياسات الخاصة بمشروعات تخفيف تغير المناخ. ومع ذلك، فقد تم دمج بعض بيانات التكنولوجيا في التحليل من أعلى إلى أسفل ولذلك فإن الفرق بينهما ليس واضحا تماما.

نموذج دوران عام
أنظر نموذج مناخي.

نموذج مناخي (تسلسل هرمي)
تمثيل عددي للنظام المناخي يستند إلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية والأحيائية لمكوناته وتفاعلاتها وعمليات التغذية المرتدة، ويكون مسؤولا عن كل أو بعض خصائصه المعروفة. ويمكن تمثيل النظام المناخي بنماذج متفاوتة التعقيد، أي يمكن تحديد «تسلسل هرمي» من النماذج لأي مكون أو مجموعة مكونات، وهي نماذج تتفاوت في سماتها، مثل عدد الأبعاد المكانية ونطاق التمثيل الصريح للعمليات الفيزيائية والكيميائية والأحيائية أو مستوى استخدام البارامترات التجريبية. وتوفر نماذج الدوران العام المتقارنة للغلاف الجوي والمحيطات والجليد البحري صورة شاملة عن النظام المناخي. وهناك تطور نحو النماذج الأكثر تعقيدا مع الكيمياء والبيولوجيا النشطة. ويتم تطبيق النماذج المناخية كأداة بحثية لدراسة ومحاكاة المناخ، ولكنها تستخدم أيضا لأغراض عملية، بما في ذلك التنبؤات المناخية الشهرية والموسمية وفيما بين السنوات.

نهج الهبوط الآمن
أنظر نهج نوافذ التفاوت المسموح.

نهج نوافذ التفاوت المسموح
تحلل هذه النهوج انبعاثات غازات الدفيئة حيث يتم تقييدها باعتماد هدف مناخي طويل الأجل وليس هدفا لتثبيت غازات الدفيئة (يعبر عنه من حيث درجة الحرارة أو التغيرات في مستوى سطح البحر أو معدل هذه التغيرات). والهدف الرئيسي لهذه النهوج هو تقييم آثار هذه الأهداف الطويلة الأجل بالنسبة لنطاقات «التفاوت المسموح» لانبعاثات غازات الدفيئة العالمية على الأجلين القصير والمتوسط. ويشار إليها أيضا بنهوج الهبوط الآمن.

نوع أحيائي طريف
أنظر نوع أحيائي دخيل.

نوع أحيائي اجتياحي
نوع أحيائي دخيل يقوم بغزو الموائل الطبيعية.

نوع أحيائي دخيل
نوع أحيائي يظهر في منطقة خارج نطاقه الطبيعي المعروف على مر التاريخ وذلك نتيجة لتشتت عرضي من فعل الإنسان (يشار إليه أيضا بأنه « نوع طريف» أو»نوع غريب»).

النينا
أنظر النينو / التذبذب الجنوبي.

النينو/التذبذب الجنوبي
النينو بمعناها الأصلي هي موجة من المياه الدافئة التي تتدفق دوريا على طول ساحل اكوادور وبيرو، مما يؤدي إلى إحداث اضطراب في صيد الأسماك محليا. وتقترن هذه الظاهرة المحيطية بتقلب نمط الضغط السطحي المداري والدوران في المحيطين الهندي والهادي، وهو ما يعرف باسم التذبذب الجنوبي. وهذه الظاهرة المتقارنة في الغلاف الجوي والمحيطات تعرف باسم النينو / التذبذب الجنوبي. وأثناء ظاهرة النينو، تضعف الرياح التجارية الدائمة وتزداد قوة التيارات العكسية الاستوائية، مما يسبب حدوث أمواج سطحية دافئة في المنطقة الإندونيسية وتتدفق شرقا لتعلو فوق المياه الباردة لتيار بيرو. ولهذه الظاهرة تأثير كبير على الرياح وسطح البحر ودرجة الحرارة وأنماط التهطال في منطقة المحيط الهادئ المدارية. وهي تتسم بتأثيرات مناخية على جميع أنحاء منطقة المحيط الهادئ وفي أنحاء أخرى كثيرة من العالم. والظاهرة المقابلة لظاهرة النينو هي النينا.

هالوكربونات
مركبات تحتوي على الكربون والكلور أو البروم أو الفلور. ويمكن أن يكون لهذه المركبات مفعول غازات الدفيئة في الغلاف الجوي. والهالوكربونات التي تحتوي على الكلور و البروم مسؤولة أيضا عن استنفاد طبقة الأوزون.

هرمية النموذج
أنظر نموذج مناخي.

هندسة جيولوجية
الجهود الرامية إلى تثبيت النظام المناخي عن طريق التحكم مباشرة في توازن طاقة الأرض، ومن ثم التغلب على ظاهرة الدفيئة المعززة.

وبائي
فجائي وبأعداد يكون من الواضح أنها تزيد كثيرا عن التوقع العادي، ويطلق هذا المصطلح بصفة خاصة على الأمراض المعدية ولكنه ينطبق أيضا على أي مرض أو إصابة أو أي حدث متصل بالصحة يظهر أثناء تلك النوبات.

وثبة التطور
يشير الوثب (أو الوثب التكنولوجي) إلى الفرص المتاحة في البلدان النامية لتجنب مختلف مراحل تطور التكنولوجيا، وهي فرص رصدت على مر التاريخ في البلدان الصناعية وتطبق أحدث التكنولوجيات المتاحة في قطاع الطاقة وغيره من القطاعات الاقتصادية وذلك من خلال الاستثمارات في التنمية التكنولوجية وبناء القدرات.

وحدة أحيائية
مجموعة من النباتات والحيوانات المتشابهة في منطقة تشغلها هذه المجموعة تعيش في ظل ظروف بيئية متشابهة.

وحدة التخفيض المعتمد للانبعاثات
تساوي ١ طن (طن متري) من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون المخفض أو المعزول من خلال مشروع آلية التنمية النظيفة ويتم حسابها باستخدام إمكانات الاحترار العالمي. أنظر أيضا وحدة تخفيض الانبعاثات.

وحدة الكمية المسندة
تساوي ١ طن (طن متري) من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون التي يتم حسابها باستخدام إمكانية الاحترار العالمي.

وحدة تخفيض انبعاثات
تساوي ١ طن متري من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المخفض أو المعزول الناتج عن مشروع التنفيذ المشترك (المحدد في المادة ٦ من بروتوكول كيوتو) ويجري حسابه باستخدام إمكانية الاحترار العالمي. أنظر أيضا وحدة التخفيض المعتمد للانبعاثات والاتجار في الانبعاثات.

الوفيات
معدل الوفاة في مجموعة من السكان خلال مدة زمنية محددة. وحساب معدل الوفاة يأخذ في الحسبان معدلات الوفاة في فئات عمرية محددة ومن ثم يمكن قياس العمر المرتقب ونطاق حالات الوفاة قبل الأوان.

الوقود الأحفوري
أنواع الوقود الكربونية الناتجة عن ترسبات الكربون، بما في ذلك الفحم والنفط والغاز الطبيعي.

وقود حيوي
الوقود الذي يتم إنتاجه من المواد العضوية الجافة أو الزيوت القابلة للاحتراق المستخرجة من النباتات. وتشمل أمثلة الوقود الحيوي الكحول (من السكر المتخمر) والسائل الأسود الناتج عن عملية تصنيع الورق ومن الأخشاب وزيت الصويا.

الوكالة الدولية للطاقة

محفل للطاقة يتخذ من باريس مقرا له وأنشئ سنة ١٩٧٤. وهو يتصل بمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي لتمكين البلدان الأعضاء من اتخاذ تدابير مشتركة في مواجهة حالات الطوارئ فيما يتعلق بإمدادات النفط، وتقاسم المعلومات عن الطاقة وتنسيق سياساتهم في مجال الطاقة والتعاون في وضع برامج لترشيد الطاقة.

المصادر

أ.غ. انتينغ، ت.م.ل. ويغلي، م.هيمان، ١٩٩٤: انبعاثات وتركيزات ثاني أكسيد الكربون في المستقبل: تحليلات رئيسية للمحيط / الغلاف الجوي / اليابسة. الورقة الفنية رقم ٣١ لشعبة بحوث الغلاف الجوي بمنظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية، موردیالوك، أستراليا، ١٢٠ صفحة.

برنامج الأمم المتحدة للبيئة، ١٩٩٥: تقييم التنوع الأحيائي العالمي [هاي وود ف.هـ.، ر.ت.واطسون] مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ١١٤٠ صفحة.

ت.م.ل. **ويغلي**، ر.ريتشلز، ج.أ.إدموندز، ١٩٩٦: «خيارات اقتصادية وبيئية في تثبيت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.» الطبيعة، العدد ٣٧٩، الصفحات ٢٤٥-٢٤٢.

ج.**جاكسون**، ١٩٩٧: معجم الجيولوجيا. المعهد الجيولوجي الأمريكي، إسكندرية، فيرجينيا.

ر.ج.**تشارلسون**، ج.هينتزبيرغ، ١٩٩٥: تأثير أهباء المناخ. جون وايلي وسونز المحدودة، تشيسيستر، المملكة المتحدة، الصفحات ١٠٨-٩١ (استنسخت بتصريح).

ر.**موس**، س.شنايدر، ٢٠٠٠: «أوجه عدم اليقين في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ: توصيات للمؤلفين الرئيسيين لتحقيق مزيد من الاتساق في التقييم وتقديم التقارير.» في ورقات إرشادية عن القضايا الشائكة في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ر. باشوري، ت.تانيغوشي، ك.تاناكا]. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف، سويسرا، الصفحات ٥١-٣٣. متاح على الخط على هذا العنوان: www.gispri.or.jp

س.إ.**شورتس**، ب.وورنيك، ١٩٩٥: «وحدات للاستخدام في كيمياء الغلاف الجوي»، الكيمياء البحتة والتطبيقية، العدد ٦٧، الصفحات ١٤٠٦-١٣٧٧.

ن.**ناكيسينوفيتش**، ج.ألكامو، ج.ديفيس، ب.دي فريز، ج.فنهان، س.غافين، ك.غريغوري، أ.غروبلر، ت.ي.ينغ، ت.كرام، إ.ل.لا روفير، ل.مايكليز، س.موري، ت.موريتا، و.بيبر، هـ.بيتشر، ل.برايس، ك.رايهي، أ.رورل، هـ.-هـ.روغنر، أ.سانكوفسكي، م. شليزنغر، ب.شوكلا، س.سميث، ر.سوارت، ن. فيكتور، ز.دادي، ٢٠٠٠: سيناريوهات الانبعاثات. تقرير خاص من الفريق العامل الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٥٩٩ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ, ٢٠٠١(أ): تغير المناخ ٢٠٠١: الأساس العلمي. مساهمة الفريق العامل الأول

في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ج.ت.هوتون، ي.دنغ، د.ج.غريغز، م.نوجير، ب.ج.فان دير لندين، ش.داي، ك.ماسكيل، ك.أ.جونسون]. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٨٨١ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ, ٢٠٠١(ب): تغير المناخ ٢٠٠١: التأثيرات والتكيف ومدى سرعة التأثر. مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ج.ج.ماكارثي، أ.ف. كانزياني، ن.أ. ليري، د.ج.دوكين، ك.س.وايت]. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ١٠٣١ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ, ٢٠٠١(ج): تغير المناخ ٢٠٠١: التخفيف. مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ب.ميتز، أ.ر.ديفيدسون، ر.سوارت، ج.بان]. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٧٥٢ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٢: تغير المناخ ١٩٩٢: التقرير التكميلي للتقييم العلمي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ج.ت.هوتون، ب.أ.كالاندر، س.ك.فارني] مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة، ١١٦ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٤: تغير المناخ ١٩٩٤: التأثير الإشعاعي لتغير المناخ وتقييم لسيناريوهات الهيئة لعام ١٩٩٢ بخصوص الانبعاثات [ج.ت. هوتون، ل.ج.ميرا فلهو، ج.بروس، هوسنغ لي، ب.أ.كالاندر، إ. هيتيس، ن.هاريس، ك.ماسكيل]. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٣٣٩ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٦: تغير المناخ ١٩٩٥: علم تغير المناخ. مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ج.ت.هوتون، ل.ج.ميرا فلهو، ب.أ. كالاندر، ن.هاريس، أ.كاتينبيرغ، ك.ماسكيل]. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٥٧٢ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٧(أ): الورقة الفنية٢ للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ: مقدمة عن نماذج المناخ البسيطة المستخدمة في تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ج.ت.هوتون، ل.ج.ميرا فلهو، د.ج.غريغز، ك.ماسكيل]. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف، سويسرا، ٥١ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٧(ب): الخطوط التوجيهية المنقحة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لجرد غازات الدفيئة (٣ أجزاء) [ج.ت.هوتون، ل.ج.ميرا فلهو، ب.ليم، ك.تريانتون، أ.ماماتي، ي.بندوكي، د.ج.غريغز، ب.أ. كالاندر]. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف، سويسرا.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٧(ج): الورقة الفنية٤ للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ: آثار القيود المقترحة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. [ج.ت.هوتون، ل.ج.ميرا فلهو، د.ج.غريغز، م.نوجير]. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جنيف، سويسرا، ٤١ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ١٩٩٨: التأثيرات الإقليمية لتغير المناخ: تقييم لمدى سرعة التأثر. تقرير خاص من الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ر.ت.واطسون، م.ك.زينيويرا، ر.هـ.موس]. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٥١٧ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٠(أ): القضايا المنهجية والفنية المتصلة بنقل التكنولوجيا. تقرير من الفريق العامل الثالث التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ب.ميتز، أ.ر.ديفيدسون، ج.–و.مارتنز، س.ن.م.فان رويجين، ل.فان وي ماكغروي] مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٤٦٦ صفحة.

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٠٠(ب): استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة. تقرير خاص من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ [ر.ت.واطسون، أ.ر.نوبل، ب.بولين، ن.هـ.رافيندراناث، د.ج.فيراردو، د.ج.دوكين] مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ٣٧٧ صفحة.

و.ج.**موندر**، ١٩٩٢: معجم تغير المناخ العالمي. مطبعة يونيفرستي كوليدج لندن.

المرفق ج - المختصرات والوحدات

المختصرات

كمية مسندة	AA
وحدة الكمية المسندة	AAU
بعد الميلاد	AD
أنشطة منفذة تنفيذا مشتركا	AIJ
الغلاف الجوي–المحيط	A-O
التذبذب القطبي الشمالي	AO
نموذج الدوران العام للغلاف الجوي–المحيطات	AOGCM
دورة كربون بيرن	Bern-CC
قبل الوقت الراهن	BP
الايثان الفلوري المشبع / الايثان الفلوري السداسي	C_2F_6
مركب كربوني ثلاثي	C_3
مركب كربوني رباعي	C_4
كندا وأستراليا ونيوزيلندة	CANZ
تحليل التكاليف والمنافع	CBA
المركز الكندي للمناخ (النمذجة والتحليل) (كندا)	CCC (ma)
توربين غازي متحد الدورة	CCGT
آلية التنمية النظيفة	CDM
تحليل فعالية التكلفة	CEA
التخفيض المعتمد للانبعاثات	CER
الميثان الفلوري المشبع / الميثان الفلوري الرباعي	CF_4
مركب كربوني فلوري كلوري	CFC
نموذج الدوران العام المتقارن من المركز الكندي للمناخ (النمذجة والتحليل)	CGCM
التوازن العام القابل للحساب	CGE
الفريق الاستشاري المعني بالبحوث الزراعية الدولية	CGIAR
الميثان	CH_4
التوليد المشترك للحرارة والكهرباء	CHP
مشروع المقارنة بين النماذج المتقارنة	CMIP
ثاني أكسيد الكربون	CO_2
مؤتمر الأطراف	COP
إطار تحليل القرارات	DAF
التنمية والإنصاف والاستدامة	DES
الورقة الإرشادية عن التنمية والإنصاف والاستدامة	DES GP
حمى الدنغ النزفية	DHF
إطار صنع القرارات	DMF
متزامنة صدمة حمى الدنغ	DSS
اللجنة الاقتصادية لأوروبا	ECE
اقتصاد يمر بمرحلة انتقالية	EIT
التذبذب الجنوبي / النينو	ENSO
وحدة تخفيض الانبعاثات	ERU

ملخص تنفيذي	ES
شركة خدمة الطاقة	ESCO
تكنولوجيا سليمة بيئيا	EST
الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ	FCCC
الاتحاد السوفيتي السابق	FSU
نموذج الدوران العام	GCM
الناتج المحلي الإجمالي	GDP
المعمل الجيولوجي الفيزيائي لديناميكية السوائل	GFDL
غاز الدفيئة	GHG
الناتج القومي الإجمالي	GNP
ورقة إرشادية	GP
الإنتاج الأولي الإجمالي	GPP
إمكانية الاحترار العالمي	GWP
بخار الماء	H2O
النموذج المتقارن لمركز هادلي	HadCM
مركب كربوني فلوري هيدرولوجي	HFC
نموذج تقييمي متكامل	IAM
المجلس الدولي للاتحادات العلمية	ICSU
الوكالة الدولية للطاقة	IEA
الاتجار في الانبعاثات الدولية	IET
الدورة الموحدة المتكاملة للتحول الغازي أو فوق الحرجة	IGCCS
الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ	IPCC
الورقة الفنية عن تثبيت غازات الدفيئة في الغلاف الجوي: الآثار الفيزيائية والبيولوجية والاجتماعية الاقتصادية.	$IPCCTP_3$
الورقة الفنية عن آثار القيود المقترحة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون	$IPCCTP_4$
النموذج المتكامل لتقييم العلوم	ISAM
تنفيذ مشترك	JI
التغير في غطاء التربة	LCC
نموذج المحيطات الواسع النطاق الموجه بحركة الأرض	LSG
تغير استخدامات الأراضي	LUC
تكلفة التخفيض الحدية	MAC
اجتماع الأطراف	MOP
متوسط مستوى سطح البحر	MSL
وحدة السبر بالموجات الدقيقة	MSU
أكسيد النيتروز	N_2O
التذبذب الأطلنطي الشمالي	NAO
صافي إنتاج الوحدة الأحيائية	NBP
صافي إنتاج النظام الايكولوجي	NEP
منظمات غير حكومية	NGOs
أكاسيد النيتروجين	NOX
صافي الإنتاج الأولي	NPP
نظم الابتكار الوطنية	NSI
الأكسجين الجزيئي	O_2

الأوزون	O_3
مادة مستنفدة للأوزون	ODS
منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	OECD
منظمة البلدان المصدرة للبترول	OPEC
نموذج الدوران العام المتساوي الكثافة للمحيطات	OPYC
مركب كربوني فلوري مشبع	PFC
مشروع المقارنة بين نماذج المناخ القديم	PMIP
العمليات وطريقة الإنتاج	PPM
تعادل القوة الشرائية	PPP
البحث والتنمية	R&D
نموذج مناخي إقليمي	RCM
تقرير التقييم الثاني	SAR
سادس فلوريد الكبريت	SF_6
مؤسسة صغيرة ومتوسطة الحجم	SME
ثاني أكسيد الكبريت	SO_2
ملخص لصانعي السياسات	SPM
التقرير الخاص عن الطيران والغلاف الجوي العالمي	SRAGA
التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات	SRES
التقرير الخاص عن استخدام الأراضي وتغيير استخدامات الأراضي والحراجة	SRLULUCF
التقرير الخاص عن القضايا المنهجية والتكنولوجية المتصلة بنقل التكنولوجيا	SRTT
درجة حرارة سطح البحر	SST
تقرير التقييم الثالث	TAR
استجابة مناخية عابرة	TCR
الدوران المدفوع بقوة التباين الحراري والملحي	THC
ورقة فنية	TP
ملخص فني	TS
مجموع الإشعاع الشمسي	TSI
برنامج الأمم المتحدة للبيئة	UNEP
منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة	UNESCO
اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ	UNFCCC
الإشعاع فوق البنفسجي	UV
اتفاق طوعي أو قيمة مضافة	VA
مركبات عضوية متطايرة	VOC
الغطاء الجليدي لغرب المنطقة القطبية الجنوبية	WAIS
مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الثالث	WGI TAR
مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثاني	WGII SAR
مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الثالث	WGII TAR
مساهمة الفريق العامل الثالث في تقرير التقييم الثالث	WGIII TAR
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية	WMO
ويغلي وريتشيلز وإدموندز	WRE
الاستعداد للقبول	WTA
الاستعداد للدفع	WTP
كفاءة استخدام المياه	WUE

الوحدات

وحدات (النظام الدولي)		
الكم المادي	**اسم الوحدة**	**الرمز**
الطول	متر	m
الكتلة	كيلو غرام	kg
الزمن	ثانية	s
درجة الحرارة الدينامية	كَلْفِن	k
مقدار المادة	جزيء غِرامي	mol

الكسر	**البادئة**	**الرمز**	**المضاعف**	**البادئة**	**الرمز**
10^{-1}	ديسي	d	١٠	ديكا	da
10^{-2}	سنتي	c	٢١٠	هكتو	h
10^{-3}	ملي	m	٣١٠	كيلو	k
10^{-6}	ميكرو	μ	٦١٠	ميغا	M
10^{-9}	نانو	n	٩١٠	جيغا	G
10^{-12}	بيكو	p	١٢١٠	تيرا	T
10^{-15}	فمتو	t	١٥١٠	باتا	P

الأسماء والرموز الخاصة لبعض الوحدات المحولة في النظام الدولي

الكم المادي	**اسم وحدة النظام الدولي**	**رمز وحدة النظام الدولي**	**تعريف الوحدة**
القوة	نيوتن	N	$kg\ m\ s^{-2}$
الضغط	بسكال	Pa	$kg\ m{-}1\ s{-}2\ (=N\ m^{-2})$
الطاقة	جول	J	$kg\ m2\ s^{-2}$
القدرة	واط	W	$kg\ m2\ s{-}3\ (=J\ s^{-1})$
التردد	هيرتز	Hz	s^{-1} (cycles per second)

الكسور العشرية ومضاعفاتها لوحدات النظام الدولي ذات الأسماء الخاصة

الكم المادي	**اسم وحدة النظام الدولي**	**رمز وحدة النظام الدولي**	**تعريف الوحدة**
طول	أنغستروم	Å	$10^{-10}\ m = 10^{-8}\ cm$
طول	ميكرون	μm	$10^{-6}\ m$
مساحة	هكتار	ha	$10^{4}\ m^{2}$
قوة	داين	dyn	$10^{-5}\ N$
ضغط	بار	bar	$10^{5}\ N\ m^{-2} = 10^{5}\ Pa$
ضغط	ملّيبار	mb	$10^{2}\ N\ m^{-2} = 1\ hPa$
كتلة	طن	t	$10^{3}\ kg$
كتلة	غرام	g	$10^{-3}\ kg$
كثافة عمودية	وحدات دوبسن	DU	$2.687x1016\ molecules\ cm^{-2}$
دالة التيار	سفيردراب	Sv	$10^{6}\ m^{3}\ s^{-1}$

وحدات النظام غير الدولي	
درجة سلسيوس (درجة مئوية =k ٢٧٣ تقريبا)	°C
كما تقاس الفروق في درجات الحرارة بالدرجات المئوية (=k) بدلا من "درجات سلسيوس" الأصح.	
أجزاء في المليون (٦١٠) حسب الحجم	ppmv
أجزاء في البليون (٩١٠) حسب الحجم	ppbv
أجزاء في الترليون (١٢١٠)	pptv
عام	yr
آلاف الأعوام	ky
قبل الوقت الراهن	bp

المرفق دال – الأسئلة العلمية والفنية والاجتماعية الاقتصادية التي اختارتها الهيئة

السؤال ١

ما هو الدور الذي يمكن أن تسهم به التحليلات العلمية والتقنية والاجتماعية الاقتصادية في تحديد العناصر التي تشكل تدخلا خطيرا من جانب الإنسان في النظام المناخي على النحو المشار إليه في المادة ٢ من الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ؟

السؤال ٢

ما هو الدليل على حدوث تغير في مناخ الأرض منذ ما قبل العصر الصناعي وما هي أسبابه ونتائجه؟

(أ) هل تغير مناخ الأرض منذ ما قبل العصر الصناعي على النطاق الإقليمي و / أو العالمي؟ وإذا كان الأمر كذلك، فما هو الجزء، إن وجد، للتغيرات المرصودة الذي يمكن أن يُعزى إلى التأثير البشري وما هو الجزء، إن وجد، الذي يمكن أن يعزى إلى الظواهر الطبيعية؟ وما هو الأساس الذي يستند إليه هذا العزو؟

(ب) ماذا تعرف عن النتائج البيئية والاجتماعية والاقتصادية للتغيرات المناخية منذ ما قبل العصر الصناعي، مع التشديد على الأعوام الخمسين الأخيرة؟

السؤال ٣

ماذا تعرف عن النتائج المناخية والبيئية والاجتماعية–الاقتصادية الإقليمية والعالمية في السنوات الخمس والعشرين والسنوات الخمسين والسنوات المائة القادمة، وهي النتائج المرتبطة بمجموعة من انبعاثات غازات الدفيئة الناشئة عن سيناريوهات مستخدمة في تقرير التقييم الثالث (التقديرات التي لا تشمل تدخل أي سياسة مناخية)؟

ينبغي تقييم ما يلي بأقصى درجة ممكنة:

- التغيرات المقدرة في تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، والتغيرات في المناخ ومستوى سطح البحر
- التأثيرات والتكلفة الاقتصادية والفوائد الناشئة عن التغيرات في المناخ وتكوين الغلاف الجوي وأثر ذلك على صحة الإنسان وتنوع وإنتاجية النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية–الاقتصادية (ولاسيما الزراعة والمياه).
- مجموعة خيارات التكيف، بما في ذلك التكاليف والفوائد والتحديات
- قضايا التنمية والاستدامة والإنصاف المقترنة بالتأثيرات والتكيف على مستوى إقليمي وعالمي.

السؤال ٤

ماذا تعرف عن تأثير التركيزات المتزايدة لغازات الدفيئة والأهباء الجوية في الغلاف الجوي، والتغير المقدر بفعل الإنسان في المناخ إقليميا وعالميا على:

أ– تواتر وحجم التقلبات المناخية، بما في ذلك التقلبية اليومية والموسمية والتقلبية فيما بين السنوات والتقلبية العقدية، مثل دورات النينيو / التذبذب الجنوبي وغيرها؟

ب– مدة وموقع وتواتر وشدة الظواهر المتطرفة، مثل موجات الحرارة والجفاف والفيضانات والتهطال الغزير والانهيارات الثلجية والعواصف والأعاصير الدوامية والأعاصير الحلزونية المدارية؟

ج– الخطر الناشئ عن التغيرات المفاجئة / غير الخطية في جملة أمور، منها مصادر وبواليع غازات الدفيئة، ودوران المحيطات وحجم الجليد القطبي والتربة الصقيعية؟ وإذا كان الأمر كذلك، فهل يمكن قياس الخطر كميا؟

د– خطر التغيرات المفاجئة / غير الخطية في النظم الايكولوجية؟

السؤال ٥

ماذا تعرف عن القصور الذاتي والنطاقات الزمنية المصاحبة للتغيرات في النظام المناخي والنظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية–الاقتصادية وتفاعلاتها؟

السؤال ٦

أ– كيف يحدد نطاق وتوقيت الأخذ بمجموعة من إجراءات خفض الانبعاثات معدل وحجم وتأثيرات تغير المناخ و يؤثر عليها، وكيف يؤثر ذلك على الاقتصاد العالمي والإقليمي، مع إيلاء الاعتبار إلى الانبعاثات في الماضي والانبعاثات الحالية؟

ب– ماذا تعرف من دراسات الحساسية عن النتائج المناخية والبيئية والاقتصادية–الاجتماعية الإقليمية والعالمية لتثبيت تركيزات غازات الدفيئة (في مكافئات ثاني أكسيد الكربون) عند مجموعة من المستويات تتراوح بين المستوى الحالي وضِعف هذا المستوى أو أكثر، مع إيلاء الاعتبار قدر الإمكان إلى تأثيرات الأهباء الجوية؟ وبالنسبة لكل واحد من سيناريوهات التثبيت، بما في ذلك مختلف طرق التثبيت، يقيم نطاق التكاليف والفوائد، مقارنة بنطاق السيناريوهات التي يتناولها السؤال الثالث، من ناحية:

- التغيرات المقدرة في تركيزات الغلاف الجوي والمناخ وسطح البحر، بما في ذلك التغيرات التي تتجاوز ١٠٠ عام
- تأثيرات التغيرات في المناخ وتركيب الغلاف الجوي على صحة الإنسان والتنوع وإنتاجية النظم الايكولوجية والقطاعات الاجتماعية–الاقتصادية (ولاسيما الزراعة والمياه) والتكاليف الاقتصادية والفوائد التي ينطوي عليها ذلك.
- نطاق خيارات التكيف، بما في ذلك التكاليف والفوائد والتحديات
- نطاق التكنولوجيات والسياسات والممارسات التي يمكن استخدامها لتحقيق كل واحد من مستويات التثبيت، مع تقييم التكاليف والفوائد الوطنية والعالمية، وتقييم الطريقة التي يتم بها مقارنة هذه التكاليف والفوائد نوعيا أو كميا مع الأضرار البيئية المتجنبة التي ستتحقق بخفض الانبعاثات
- قضايا التنمية والاستدامة والإنصاف المرتبطة بالتأثيرات والتكيف والتخفيف على مستوى إقليمي وعالمي.

السـؤال ٧

ماذا تعرف عن إمكانات خفض انبعاثات غازات الدفيئة وما ينطوي عليه ذلك من تكاليف وما يترتب عليه من فوائد والإطار الزمني المطلوب لذلك؟

- ما هي التكاليف والفوائد الاقتصادية والاجتماعية وما هي آثار الإنصاف بالنسبة لخيارات السياسات والتدابير، وآليات بروتوكول كيوتو، التي يمكن دراستها لمعالجة تغير المناخ إقليميا وعالميا؟
- ما هي مجموعات خيارات البحث والتطوير والاستثمارات والسياسات الأخرى التي يمكن دراستها والتي تتسم بأكبر فعالية في تعزيز التنمية ونشر التكنولوجيات التي تعالج تغير المناخ؟
- ما هي أنواع الخيارات الاقتصادية وخيارات السياسات التي يمكن أخذها في الاعتبار لإزالة الحواجز القائمة والمحتملة ولحفز نقل التكنولوجيا إلى القطاعين الخاص والعام ونشرها بين البلدان وما تأثير ذلك على الانبعاثات المقررة؟
- كيف يؤثر توقيت الخيارات الواردة أعلاه على التكاليف والفوائد الاقتصادية المصاحبة وعلى تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي خلال القرن القادم وما بعده؟

السـؤال ٨

ماذا تعرف عن التفاعلات بين التغيرات البشرية المنشأ في المناخ والقضايا البيئية الأخرى (مثل تلوث الهواء في المناطق الحضرية، والترسب الكيميائي الإقليمي وفقد التنوع البيولوجي، واستنزاف أوزون الستراتوسفير، والتصحر وتدهور الأراضي)؟ وماذا تعرف عن التكاليف والفوائد والآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية المترتبة على تلك التفاعلات بالنسبة لدمج استراتيجيات الاستجابة لتغير المناخ على نحو منصف في استراتيجيات أوسع للتنمية المستدامة على النطاقات المحلية والإقليمية والعالمية؟

السـؤال ٩

ما هي أقوى الاستنتاجات وأوجه عدم اليقين الرئيسية فيما يتعلق بعزو تغير المناخ وبتقديرات النماذج لما يلي:

- انبعاثات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل؟
- تركيزات غازات الدفيئة والأهباء الجوية في المستقبل؟
- التغيرات المستقبلية في المناخ الإقليمي والعالمي؟
- التأثيرات الإقليمية والعالمية لتغير المناخ؟
- تكاليف وفوائد خيارات التخفيف والتكيف؟

المرفق هاء - قائمة بالتقارير الرئيسية الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

Climate Change - The IPCC Scientific Assessment

تقرير عام ١٩٩٠ من الفريق العامل المعني بالتقييم العلمي والتابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والفرنسية)

Climate Change--The IPCC Impacts Assessment

تقرير عام ١٩٩٠ من الفريق العامل المعني بتقييم التأثيرات والتابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والفرنسية(

Climate Change--The IPCC Response Strategies

تقرير عام ١٩٩٠ من الفريق العامل المعني باستراتيجيات الاستجابة والتابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والفرنسية)

Emissions Scenarios

أعدت للفريق العامل المعني باستراتيجيات الاستجابة التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

تقييم لمدى سرعة تأثر المناطق الساحلية بالارتفاع في مستوى سطح البحر- منهجية مشتركة، ١٩٩١ (بالإنكليزية والعربية والفرنسية)

Climate Change 1992--The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment

تقرير عام ١٩٩٢ من الفريق العامل المعني بالتقييم العلمي والتابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

Climate Change 1992--The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment

تقرير عام ١٩٩٢ من الفريق العامل المعني بتقييم التأثيرات والتابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments

نظرة عامة على تقرير التقييم الأول للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ مع ملخص لصانعي السياسات والتقرير التكميلي للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١٩٩٢)

Global Climate Change and the Rising Challenge of the Sea

الفريق الفرعي المعني بإدارة المناطق الساحلية التابع للفريق المعني بإستراتيجيات التصدي والتابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (١٩٩٢).

Report of the IPCC Country Studies Workshop 1992.

Preliminary Guidelines for Assessing Impacts of Climate Change , 1992.

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

ثلاثة مجلدات، ١٩٩٤ (أيضا بالأسبانية والصينية والفرنسية).

المبادئ التوجيهية الفنية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لتقييم آثار تغير المناخ وإجراءات التكيف معه، ١٩٩٥ (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والعربية والفرنسية).

Climate Change 1994--Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios , 1995.

Climate Change 1995--The Science of Climate Change- Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report , 1996.

,Climate Change 1995--Impacts, Adaptations :and Mitigation of Climate Change Scientific-Technical Analyses Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report , 1996.

Climate Change 1995--Economic and Social Dimensions of Climate Change Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report , 1996.

التقرير التجميعي للمعلومات العلمية والفنية المشمولة بتقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

والمتصلة بتفسير المادة ٢ من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، ١٩٩٦ (بالأسبانية والإنكليزية والروسية والصينية والعربية والفرنسية).

Technologies, Policies, and Measures for Mitigating Climate Change IPCC Technical Paper I 1996.

(أيضا بالأسبانية والفرنسية)

An Introduction to Simple Climate Models used in the IPCC Second Assessment Report IPCC Technical Paper II , 1997.

(أيضا بالأسبانية والفرنسية)

:Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gases Physical, Biological and Socio-economic Implications IPCC Technical Paper III, 1997.

(أيضا بالأسبانية والفرنسية)

Implications of Proposed CO_2 Emissions Limitations IPCC Technical Paper IV, 1997.

(أيضا بالأسبانية والفرنسية)

:The Regional Impacts of Climate Change An Assessment of Vulnerability IPCC Special Report, 1998.

Aviation and the Global Atmosphere - IPCC Special Report, 1999.

Methodological and Technological Issues in Technology Transfer - IPCC Special Report, 2000.

Land Use, Land Use Changes and Forestry - IPCC Special Report, 2000.
Emissions Scenarios - IPCC Special Report, 2000.

Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.

Climate Change 2001: The Scientific Basis-Contribution of Working Group I to the IPCC Third Assessment Report, 2001.

Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Contribution of Working Group II to the IPCC Third Assessment Report, 2001.

Climate Change 2001: Mitigation- Contribution of Working Group III to the IPCC Third Assessment Report, 2001.

توجه الاستفسارات إلى العنوان التالي:

IPCC Secretariat, c/o World Meteorological Organization, 7 bis, Avenue de la Paix, Case Postale 2300. 1211 Geneva 2, Switzerland