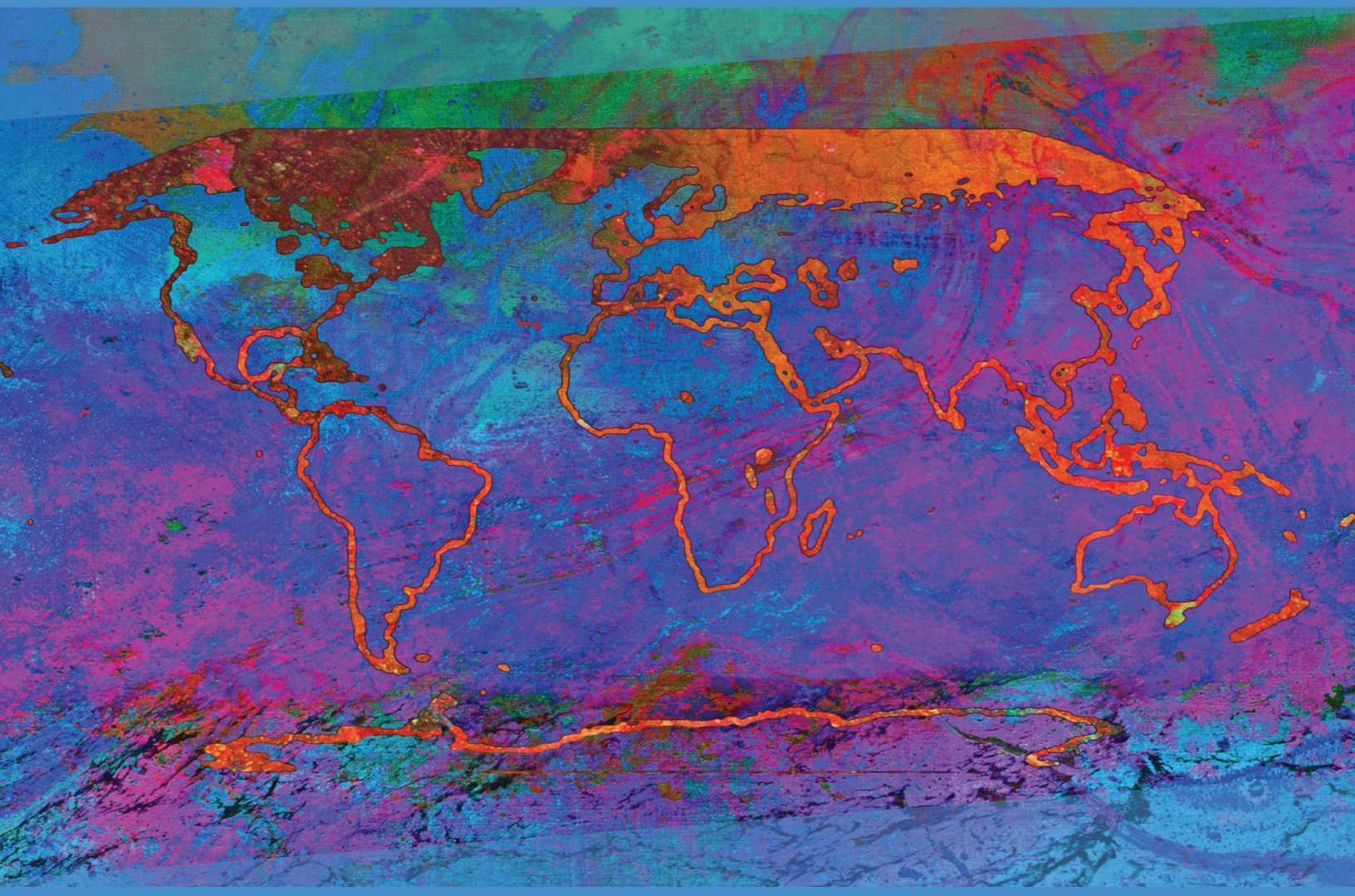
ipcc

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

تغير المناخ 2021

أساس العلوم الفيزيائية

ملخص لصانعي السياسات



مساهمة فريق العمل الأول
في تقرير التقييم السادس
للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

WMO UNEP

WGI

تغير المناخ 2021

أساس العلوم الفيزيائية

مساهمة فريق العمل الأول

في تقرير التقييم السادس

للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المحررون

Valérie Masson-Delmotte
الرئيس المشارك لفريق العمل الأول

Panmao Zhai
الرئيس المشارك لفريق العمل الأول

Anna Pirani
رئيسة

Sarah L. Connors
رئيسة الفريق العلمي

Clotilde Péan
رئيسة العمليات

Yang Chen
مسؤول علمي رئيسي

Leah Goldfarb
مسؤولة علمية رئيسية

Melissa I. Gomis
مسؤولة علمية رئيسية

J.B.Robin Matthews
مسؤول علمي رئيسي

Sophie Berger
مسؤولة علمية

Mengtian Huang
مسؤول علمي

Ozge Yelekçi
مسؤول علمي

Rong Yu
مسؤول علمي

Baiquan Zhou
مسؤول علمي

Elisabeth Lonnoy
مساعد المشروع

Thomas K. Maycock
محرر علمي

Tim Waterfield
مسؤول تكنولوجيا المعلومات

Katherine Leitzell
مديرة الاتصالات

Nada Caud
مديرة التوعية

وحدة الدعم الفني للفريق العمل الأول

© 2021 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

طُبع في تشرين الأول/أكتوبر 2021 من قبل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، سويسرا. ويمكن الاطلاع على نسخة إلكترونية من هذا الملخص لصانعي السياسات من موقع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ على شبكة الإنترنت
www.ipcc.ch

ISBN 978-92-9169-658-1

ملخص لصانعي السياسات

ملخص لصانعي السياسات

SPM

فريق الصياغة:

Josep G. Canadell،(فرنسا/بلجيكا) Sophie Berger ،(كولومبيا) Paola A. Arias ،(المملكة المتحدة) Richard P. Allan (أستراليا)، Christophe Cassou (فرنسا)، Deliang Chen (السويد)، Annalisa Cherchi (إيطاليا)، Sarah L. Connors (فرنسا/المملكة المتحدة)، Francisco J. Doblas-Reyes (السنغال)، Aïda Diongue-Niang (الفلبين)، Faye Abigail Cruz (إيطاليا)، Hervé Douville (إسبانيا)، François (المملكة المتحدة)، Tamsin L. Edwards ،(المغرب) Fatima Driouech (فرنسا)، Engelbrecht (جنوب أفريقيا)، Veronika Eyring (ألمانيا)، Erich Fischer (سويسرا)، Gregory M. Flato (كندا)، Piers John C. Fyfe (النرويج)، Jan S. Fuglestvedt (الولايات المتحدة الأمريكية)، Baylor Fox-Kemper (المملكة المتحدة)، Forster (كندا)، Nathan P. Gillett (كندا)، Melissa I. Gomis (فرنسا/سويسرا)، Sergey K. Gulev (الاتحاد الروسي)، José Manuel Gutiérrez (إسبانيا)، Rafiq Hamdi (بلجيكا)، Jordan Harold (المملكة المتحدة)، Mathias Hauser (سويسرا)، Ed Hawkins (المملكة المتحدة)، Christopher Jones (النرويج)، Tom Gabriel Johansen ،(المملكة المتحدة) Helene T. Hewitt (المملكة المتحدة)، Richard G. Jones ،(المملكة المتحدة) Darrell S. Kaufman (الولايات المتحدة الأمريكية)، Zbigniew Klimont (الولايات المتحدة الأمريكية)، Gerhard (النمسا/بولندا)، Robert E. Kopp (الولايات المتحدة الأمريكية)، Charles Koven (الولايات المتحدة الأمريكية)، Krinner (فرنسا/ألمانيا)، June-Yi Lee (جمهورية كوريا)، Irene Lorenzoni (المملكة المتحدة/إيطاليا)، Jochem Marotzke (ألمانيا)، Valérie Masson-Delmotte (فرنسا)، Thomas K. Maycock (الولايات المتحدة الأمريكية)، Malte Meinshausen (أستراليا/ ألمانيا)، Pedro M.S. Monteiro (جنوب أفريقيا)، Angela Morelli (النرويج/إيطاليا)، Vaishali Naik (الولايات المتحدة الأمريكية)، Dirk Notz (ألمانيا)، Friederike Otto (المملكة المتحدة/ ألمانيا)، Matthew D. Palmer (المملكة المتحدة)، Izidine Pinto (جنوب أفريقيا/ موزمبيق)، Anna Pirani (إيطاليا)، Gian-Kasper Plattner (سويسرا)، Krishnan Raghavan (الهند)، Roshanka Ranasinghe (الهند/سري لانكا، أستراليا)، Joeri Rogelj (المملكة المتحدة/ بلجيكا)، Maisa Rojas (شيلي)، Alex C. Ruane (الولايات المتحدة الأمريكية)، Jean-Baptiste Sallée (فرنسا)، Bjørn H. Samset (النرويج)، Sonia I. Seneviratne (الأرجنتين)، Anna A. Sörensson (النرويج/ألمانيا)، Jana Sillmann (سويسرا)، Tannecia S. Stephenson (جامايكا)، Trude (النرويج)، Storelvmo Sophie Szopa (فرنسا)، Peter W. Thorne (أيرلندا/المملكة المتحدة)، Blair Trewin (أستراليا)، Robert Vautard (فرنسا)، Carolina Vera (الأرجنتين)، Noureddine Yassaa (الجزائر)، Sönke Zaehle (ألمانيا)، Panmao Zhai (الصين)، Xuebin Zhang (كندا)، Kirsten Zickfeld (كندا/ألمانيا).

المؤلفون المساهمون:

Kyle Armour (الولايات المتحدة الأمريكية)، Bhupesh Adhikary (الهند)، Krishna M. AchutaRao (إندونيسيا)، Edvin Aldrian (نيبال)، Govindasamy Bala (الهند/الولايات المتحدة الأمريكية)، Rondrotiana Barimalala (جنوب أفريقيا/مدغشقر)، Nicolas Bellouin (المملكة المتحدة/فرنسا)، William Collins (المملكة المتحدة)، William D. Collins (الولايات المتحدة الأمريكية)، Susanna Corti (إيطاليا)، Peter M. Cox (المملكة المتحدة)، Frank J. Dentener (الاتحاد الأوروبي/هولندا)، Claudine Dereczynski (البرزيل)، Alejandro Di Luca (أستراليا، كندا/الأرجنتين)، Alessandro Dosio (إيطاليا)، Leah Goldfarb (فرنسا/الولايات المتحدة الأمريكية)، Irina V. Gorodetskaya (البرتغال/ بلجيكا، الاتحاد الروسي)، Pandora Hope (أستراليا)، Mark Howden (أستراليا)، A.K.M Saiful Islam (بنغلاديش)، Yu Kosaka (اليابان)، James Kossin (الولايات المتحدة الأمريكية)، Svitlana Krakovska (أوكرانيا)، Chao Li (الصين)، Jian Li (الصين)، Thorsten Mauritsen (ألمانيا/الدانمرك)، Sebastian Milinski (ألمانيا)، Seung-Ki Min (جمهورية كوريا)، Thanh Ngo Duc (الفيتنام)، Andy Reisinger (نيوزيلندا)، Lucas Ruiz (الأرجنتين)، Shubha Sathyendranath (المملكة المتحدة/كندا، مواطني الهند فيما وراء البحار)، Aimée Slangen (هولندا)، B. A. Chris Smith (المملكة المتحدة)، Izuru Takayabu (اليابان)، Muhammad Irfan Tariq (باكستان)، Anne-Marie Treguier (فرنسا)، Bart van den Hurk (هولندا)، Karina von Schuckmann (فرنسا/ألمانيا)، Cunde Xiao (الصين)

وينبغي الاستشهاد بهذا الملخص لصانعي السياسات بوصفه:

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2021 ملخص لصانعي السياسات. في: تغير المناخ 2021: أساس العلوم الفيزيائية. مساهمة فريق العمل الأول في تقييم التقرير السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ . [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. مطبعة جامعة كامبريدج.

مقدمة

يقدم هذا الملخص لصانعي السياسات (SPM) النتائج الرئيسية لمساهمة الفريق العمل الأول (WGI) في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (AR6) (IPCC[1]) على أساس العلوم الفيزيائية لتغير المناخ. ويبني التقرير على مساهمة الفريق العمل الأول لعام 2013 في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (AR5) والتقارير الخاصة[2] للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ 2018-2019 لدورة تقرير التقييم السادس ويتضمن أدلة جديدة لاحقة من علم المناخ[3].

ويقدم هذا الملخص لصانعي السياسات موجزا عالي المستوى لفهم الحالة الراهنة للمناخ، بما في ذلك كيفية تغيره ودور التأثير البشري، وحالة المعرفة بشأن مستقبل المناخ المحتمل، والمعلومات المناخية ذات الأهمية للأقاليم والقطاعات، والحد من تغير المناخ الناجم عن الإنسان.

واستنادا إلى الفهم العلمي، يمكن صياغة الاستنتاجات الرئيسية كوثائق حقيقية أو مصحوبة بمستوى تقييم الثقة المشار إليه باستخدام لغة المعايرة الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ[4]. ويوجد الأساس العلمي لكل استنتاج رئيسي في أقسام فصول التقرير الرئيسي وفي التوليف المقدم في الملخص الفني (المشار إليه فيما يلي بأنه TS)، ويشار إليه بين قوسين مجعدين. ويبسط الأطلس التفاعلي لمساهمة فريق العمل الأول في تقرير التقييم السادس استكشاف هذه الاستنتاجات التجميعية الرئيسية، ويدعم المعلومات المتعلقة بتغير المناخ، عبر الأقاليم المرجعية للفريق العمل الأول[5].

A. حالة المناخ الراهنة

منذ تقرير التقييم الخامس (AR5)، تقدم التحسينات في التقديرات القائمة على الرصد والمعلومات من أرشيف المناخ القديم رؤية شاملة لكل عنصر من عناصر النظام المناخي وتغيراته حتى الآن. وتؤدي عمليات محاكاة النماذج المناخية والتحليلات والأساليب الجديدة التي تجمع بين خطوط أدلة متعددة إلى تحسين فهم التأثير البشري على نطاق أوسع من متغيرات المناخ ، بما في ذلك الطقس والظواهر المناخية المتطرفة.

تعتمد الفترات الزمنية التي يتم تناولها في هذا القسم على مدى توفر منتجات الرصد وأرشيف المناخ القديم والدراسات التي راجعها الأقران.

1.A ومن المؤكد بصورة قاطعة أن التأثير البشري قد تسبب في احترار الغلاف الجوي والمحيطات والأرض. فقد حدثت تغيرات واسعة النطاق وسريعة في الغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الجليدي والمحيط الحيوي على نطاق لم يسبق له مثيل. {2.3، 2.2 الإطار المشترك بين الفصول 9.6، 9.5، 9.3، 9.2، 8.3، 7.3، 6.4، 5.3، 5.2، 3.8، 3.6، 3.5، 3.4، 3.3، 2.3، 2.2، الإطار المشترك بين الفصول 9.1} (الشكل SPM.1، والشكل SPM.2)

1.1.A الزيادات الملحوظة في تركيزات غازات الاحتباس الحراري منذ حوالي عام 1750 ناتجة بشكل لا لبس فيه عن الأنشطة البشرية. منذ عام 2011 (تم الإبلاغ عن القياسات في تقرير التقييم الخامس) ، استمرت الزيادة في التركيزات في الغلاف الجوي ، لتصل إلى متوسطات سنوية تبلغ 410 أجزاء في المليون (جزء في المليون) لثاني أكسيد الكربون (CO_2) ، و 1866 جزءًا في المليار (جزء في البليون) للميثان (CH_4) ، و 332 جزء في البليون من أكسيد النيتروز (N_2O) في عام 2019[6]. وقد امتصت االيابسة والمحيطات على نسبة شبه ثابتة (على مستوى العالم حوالي 56٪ سنويًا) من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأنشطة البشرية على مدى العقود الستة الماضية ، مع وجود اختلافات إقليمية (*ثقة عالية*).[7] {2.2، 5.2، 7.3، TS.2.2، الإطار TS.5}

---

1 القرار IPCC/XLVI-2.

2 التقارير الخاصة الثلاثة هي: الاحتباس الحراري عند 1.5 درجة مئوية: تقرير خاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عن تأثيرات الاحتباس الحراري بمقدار 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية ومسارات انبعاثات غازات الدفيئة العالمية ذات الصلة ، في سياق تعزيز النظام العالمي. الاستجابة لخطر تغير المناخ ، والتنمية المستدامة ، والجهود المبذولة للقضاء على الفقر (SR1.5) ؛ تغير المناخ والأراضي: تقرير خاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ بشأن تغير المناخ ، والتصحر ، وتدهور الأراضي ، والإدارة المستدامة للأراضي ، والأمن الغذائي ، وتدفقات غازات الاحتباس الحراري في النظم الإيكولوجية الأرضية (SRCCL) ؛ التقرير الخاص للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ بشأن المحيطات والغلاف الجليدي في مناخ متغير (SROCC).

3 يغطي التقييم المؤلفات العلمية المقبولة للنشر بحلول 31 كانون الثاني/يناير 2021.

4 يرتكز كل اكتشاف على تقييم للأدلة الأساسية المتفق عليها. ويعبّر عن مستوى الثقة باستخدام خمس صفات هي: منخفضة جداً، ومنخفضة، ومتوسطة، وعالية، وعالية جداً، وتُكتب بأحرف مائلة، على سبيل المثال ثقة *متوسطة*. تم استخدام المصطلحات التالية للإشارة إلى الاحتمالية المقدرة لنتيجة أو محصلة ما: مؤكدة تقريباً وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين 99 و100%، ومرجحة إلى حد كبير وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح بين 90 و100%، ومرجحة وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين 66 و 100%، وتقارب أرجحية حدوثها أرجحية عدمه وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين 33 و66%، وغير مرجحة وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين صفر و33%، وغير مرجحة إلى حد كبير وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين صفر و10%، وغير مرجحة بشكل استثنائي وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين صفر و1%. ويجوز أيضاً استخدام مصطلحات إضافية (مرجحة للغاية) وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين 95 و100%؛ وتزيد أرجحية حدوثها عن عدمه وهو ما يعني أن احتمالية الحدوث تتراوح بين > 50 و100% ؛ وغير مرجحة للغاية وهو ما يعني أن احتمال الحدوث يتراوح بين صفر و5% عند الاقتضاء. وتُكتب الأرجحية المقدرة بأحرف مائلة، مثلاً، مرجحة إلى حد كبير. وهذا يتسق مع تقرير التقييم الخامس. وفي هذا التقرير، ما لم يذكر خلاف ذلك، تُستخدم الأقواس المربعة [من إلى ص] لتوفير النطاق *المرجح* إلى حد كبير، أو الفاصل 90%.

5 الأطلس التفاعلي متاح على الموقع https://interactive-atlas.ipcc.ch.

6 كان تركيز غازات الاحتباس الحراري الأخرى في عام 2019 كالتالي : مركبات الكربون المشبعة بالفلور (PFCs) -109 أجزاء في التريليون (ppt) من مكافئ رباعي فلورو الميثان (CF_4)؛ وسداسي فلوريد الكبريت (SF_6) -10 أجزاء في التريليون؛ وثلاثي فلوريد النيتروجين (NF_3) -2 جزء في التريليون؛ ومركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs) -237 جزءاً في التريليون من مكافئ HFC-134a وغيرها من الغازات المشمولة ببروتوكول مونتريال (أساساً مركّبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) ومركّبات الهيدروكلوروفلوروكربون (HCFCs) -1032 جزءاً في التريليون من مكافئ ثنائي كلوروثنائي فلورو الميثان (CFC-12). والزيادات من عام 2011 هي 19 جزءاً في المليون لثاني أكسيد الكربون (CO_2)، و63 جزءاً في البليون للميثان (CH_4)، و8 أجزاء في البليون لأكسيد النيتروز (N_2O) .

7 اليابسة والمحيطات ليست مصاريف جوهرية بالنسبة لغازات الاحتباس الحراري الأخرى.

1.2.A وكان كل عقد من العقود الأربعة الماضية أكثر دفئا على التوالي من أي عقد سبقه منذ عام 1850. وكانت درجة حرارة سطح الأرض[8] في العقدين الأولين من القرن الحادي والعشرين (2001-2020) أعلى من الفترة 1850-1900[9] بمقدار 0.99 درجة مئوية [ما يتراوح بين 0.84 و1.10 درجة مئوية]. وكانت درجة حرارة سطح الأرض أعلى بمقدار 1.09 [ما يتراوح بين 0.95 و1.20] درجة مئوية في الفترة 2011-2020 مقارنةً بالفترة 1850-1900، مع حدوث زيادات على اليابسة (1.59 [ما يتراوح بين 1.34 و1.83] درجة مئوية) أكبر من الزيادات فوق المحيط (0.88 [ما يتراوح بين 0.68 و1.01] درجة مئوية). وتعزى الزيادة المقدرة في درجة حرارة سطح الأرض منذ تقرير التقييم الخامس أساسا إلى حدوث مزيد من الاحترار منذ الفترة 2003-2012 (+0.19 [ما يتراوح بين 0.16 و0.22] درجة مئوية). وإضافة إلى ذلك، أسهمت أوجه التقدم المنهجية ومجموعات البيانات الجديدة بنحو 0.1 درجة مئوية في التقدير المحدث للاحترار المذكور في تقرير التقييم السادس (AR6[10]). {2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2} (الشكل SPM.1)

1.3.A النطاق *المرجح* لإجمالي ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض الناجم عن الإنسان من الفترة 1850-1900 إلى الفترة 2010-2019[11] يتراوح ما بين 0.8 درجة مئوي و 1.3 درجة مئوية، مع كون أفضل تقدير هو 1.07 درجة مئوية. *ومن المرجح* أن غازات الاحتباس الحراري المختلطة جيدا ساهمت في ارتفاع درجة الحرارة بما يتراوح بين 1.0 درجة مئوية و2.0 درجة مئوية، وساهمت عوامل محركّة بشرية أخرى (الأهباء الجوية أساسا) في تبريد يتراوح بين 0.0 درجة مئوية و0.8 درجة مئوية، وغيرت العوامل المحركة الطبيعية درجة حرارة سطح الأرض بما يتراوح بين -0.1 درجة مئوية و+0.1 درجة مئوية، كما غيرتها التقلبية الداخلية بما يتراوح بين -0.2 درجة مئوية و+0.2 درجة مئوية. *ومن المرجح الى* حد كبير أن تكون غازات الاحتباس الحراري المختلطة جيدا هي العامل المحرك الرئيسي[12] للاحترار التروبوسفيري منذ عام 1979، *ومن المرجح جدا* أن يكون استنفاد الأوزون الستراتوسفيري الناجم عن الإنسان هو العامل المحرك الرئيسي لتبريد الستراتوسفير السفلي بين عامي 1979 ومنتصف تسعينيات القرن العشرين. {3.3، 6.4، 7.3، TS.2.3، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الشكل SPM.2)

1.4.A من *المرجح* أن يكون متوسط هطول الأمطار على اليابسة على الصعيد العالمي قد ازداد منذ عام 1950، مع معدل زيادة أسرع منذ ثمانينيات القرن العشرين (*ثقة متوسطة*). *ومن المرجح* أن التأثير البشري ساهم في نمط التغيرات المرصودة في هطول الأمطار منذ منتصف القرن العشرين، *ومن المرجح جدًا* أن التأثير البشري ساهم في نمط التغيرات المرصودة في ملوحة المحيطات قرب السطح. ومن *المرجح* أن تكون مسارات العواصف في منطقة العروض الوسطى قد انتقلت في اتجاه قطبي في نصفي الكرة الأرضية منذ ثمانينيات القرن العشرين، مع موسمية ملحوظة في الاتجاهات (*ثقة متوسطة*). وبالنسبة إلى نصف الكرة الجنوبي ، من المحتمل جدًا أن يكون التأثير البشري قد ساهم في انحراف التيار النفاث فوق المداري نحو القطب الجنوبي المرتبط بالصيف الأسترالي. {2.3، 3.3، 8.3، 9.2، TS.2.4، TS.2.3، الإطار TS.6}

1.5.A *ومن المرجح* إلى حد كبير أن يكون التأثير البشري هو العامل المحرك الرئيسي للتراجع العالمي للمجلدات منذ تسعينيات القرن العشرين والانخفاض في مساحة الجليد البحري في القطب الشمالي بين الفترة 1979-1988 والفترة 2010-2019 (انخفاض بنحو 40% في أيلول/ سبتمبر وحوالي 10% في آذار/ مارس). لم يكن هناك اتجاه كبير للتغير في منطقة الجليد البحري في أنتاركتيكا من 1979 إلى 2020 بسبب اتجاه المتغيرات الاقليمية المتعارضة والتقلبات الداخلية الكبيرة. *ومن المرجح* إلى حد كبير أن التأثير البشري ساهم في انخفاض الغطاء الثلجي الربيعي لنصف الكرة الأرضية الشمالي منذ عام 1950. *ومن المرجح* إلى حد كبير أن يكون التأثير البشري قد ساهم في الذوبان السطحي المرصود للطبقات الجليدية في غرينلاند على مدى العقدين الماضيين، ولكن لا يوجد سوى *أدلة* محدودة، واتفاق متوسط، على التأثير البشري على فقدان كتلة في الصفيحة الجليدية في أنتاركتيكا. {2.3، 3.4، 8.3، 9.3، 9.5، TS.2.5}

1.6.A من *المؤكد تقريبا* أن الطبقة العلوية من محيطات العالم (0-700 متر) قد ارتفعت حرارتها منذ سبعينيات القرن الماضي *ومن المرجح* جدا أن التأثير البشري هو العامل المحرك الرئيسي. ومن *المؤكد تقريبا* أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يسببها الإنسان هي العامل المحرك الرئيسي للتحمض العالمي الحالي لسطح المحيطات المكشوف. وهناك *ثقة عالية* في أن مستويات الأكسجين قد انخفضت في العديد من المناطق العلوية من المحيطات منذ منتصف القرن العشرين، و*ثقة متوسطة* في أن التأثير البشري قد ساهم في هذا الانخفاض. {2.3، 3.5، 3.6، 5.3، 9.2، TS.2.4}

1.7.A وقد ارتفع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بمقدار 0.20 [ما يتراوح بين 0.15 و0.25] مترا بين عامي 1901 و2018. وكان متوسط معدل ارتفاع مستوى سطح البحر 1.3 [ما يتراوح بين 0.6 و2.1] مم سنوياً بين عامي 1901 و1971، وزاد بعد ذلك إلى 1.9 [ما يتراوح بين 0.8 و2.9] مم سنوياً بين عامي 1971 و2006، وزاد مرة أخرى إلى 3.7 [ما يتراوح بين 3.2 و4.2] مم سنوياً بين عامي 2006 و2018 (*ثقة عالية*). وكان التأثير البشري هو على الأرجح العامل المحرك الرئيسي لهذه الزيادات منذ عام 1971 على الأقل. {2.3، 3.5، 9.6، الإطار المشترك بين الفصول 9.1، الإطار TS.4}

---

8 يُستخدم مصطلح "درجة حرارة سطح الأرض " في إشارة إلى كل من متوسط درجة حرارة سطح الأرض ودرجة حرارة الهواء السطحي العالمي في جميع أجزاء هذا الملخص لصانعي السياسات. وتقيّم التغيرات في هذه الكميات بثقة *عالية* لتختلف بنسبة 10% على الأكثر عن بعضها البعض، ولكن خطوط الأدلة المتضاربة تؤدي إلى انخفاض الثقة في علامة (اتجاه) أي اختلاف في الاتجاه على المدى الطويل. {الإطار المشترك بين الأقسام TS.1}

9 تمثل الفترة 1850-1900 الفترة الأولى من عمليات الرصد الكاملة عالميا بما يكفي لتقدير درجة حرارة سطح الأرض ، وتستخدم، بما يتسق مع تقرير التقييم الخامس (AR5) والتقرير الخاص SR1.5، كتقريب لأحوال ما قبل العصر الصناعي.

10 منذ تقرير التقييم الخامس (AR5)، وفرت أوجه التقدم المنهجية ومجموعات البيانات الجديدة تمثيلا مكانيا أكثر اكتمالا للتغيرات في درجة الحرارة السطحية، بما في ذلك في القطب الشمالي. وأدت هذه التحسينات وغيرها إلى زيادة تقدير التغير في درجة حرارة سطح الأرض بنحو 0.1 درجة مئوية، ولكن هذه الزيادة لا تمثل احتراراً مادياً إضافياً منذ تقرير التقييم الخامس (AR5).

11 ينشأ التمييز في الفترات في 1.2.A لأن دراسات العزو تأخذ في الاعتبار هذه الفترة الأسبق قليلا. والاحترار المرصود حتى الفترة 2010-2019 يبلغ 1.06 [ما يتراوح بين 0.88 و1.21] درجة مئوية.

12 في جميع أجزاء هذا الملخص لصانعي السياسات، "العامل المحرك الرئيسي" يعني المسؤول عن أكثر من 50% من التغير.

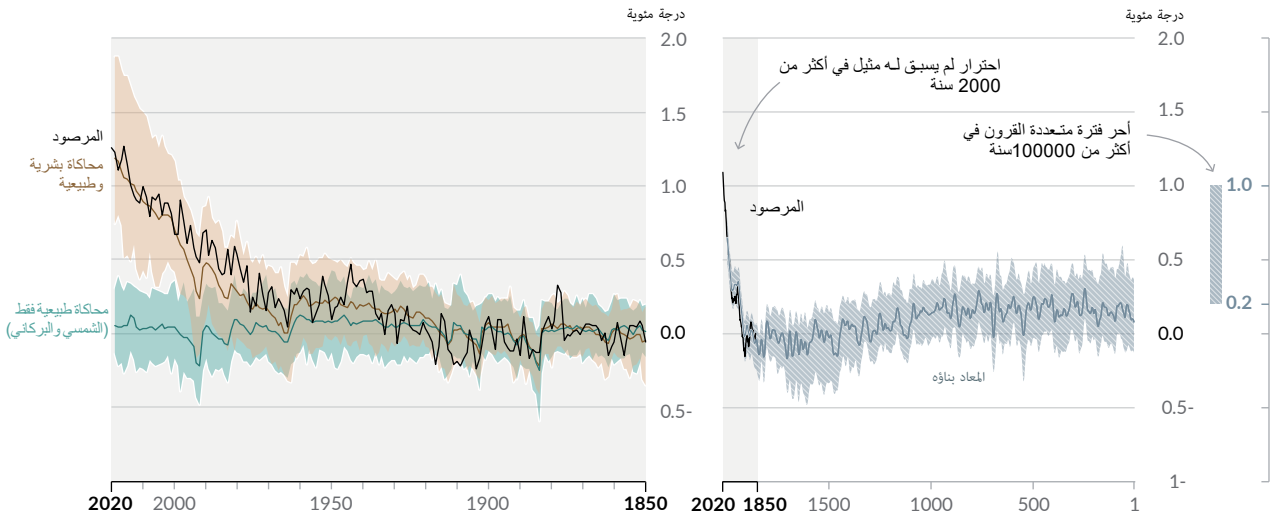
1.8.A وتتسق التغيرات في المحيط الحيوي للأرض منذ عام 1970 مع الاحترار العالمي: فقد انحرفت المناطق المناخية نحو القطب في كل من نصفي الكرة الأرضية، وطال موسم النمو في المتوسط بما يصل إلى يومين في العقد منذ خمسينيات القرن العشرين في المناطق فوق المدارية من نصف الكرة الشمالي (ثقة عالية). {TS.2.6 ،2.3}

أدى التأثير البشري إلى احترار المناخ بمعدل غير مسبوق في الأعوام الألفين الماضيين على الأقل

التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض مقارنة بالفترة **1850-1900**

(أ) التغير في درجة حرارة سطح الأرض (المتوسط العقدي) كما أعيد بناؤه (1-2000) ورُصد (1850-2020)

(ب) التغير في درجة حرارة سطح الأرض (المتوسط السنوي) كما رُصد والمحاكى باستخدام العوامل البشرية والطبيعية والعوامل الطبيعية فقط (كلاهما في الفترة 1850-2020)



الشكل 1.SPM: تاريخ التغير في درجات الحرارة العالمية وأسباب الاحترار الأخير.
اللوحة (أ) التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض المعاد بناؤها من محفوظات المناخ القديم (الخط الرمادي الداكن، السنوات 1-2000) **ومن عمليات الرصد المباشرة (الخط الأسود الداكن**، 1850-2020)، وكلاهما بالنسبة إلى الفترة 1850-1900 والمتوسط العقدي. ويبيّن الشريط العمودي على اليسار درجة الحرارة المقدرة (النطاق *المرجح* إلى حد كبير) خلال الفترة الأكثر احترارا لعدة قرون في أخر 100000 سنة على الأقل، والتي حدثت قبل حوالي 6500 عام خلال الفترة الحالية بين الجليديات (الهولوسين). العصر الجليدي الأخير ، منذ حوالي 125000 عام ، هو ثاني أحدث مرشح لفترة ارتفاع في درجة الحرارة. كانت هذه الفترات الدافئة الماضية ناجمة عن التغيرات المدارية البطيئة (متعددة الألفيات). يُظهر التظليل الرمادي مع خطوط قطرية بيضاء النطاقات *المرجح* إلى حد كبير لإعادة بناء درجة الحرارة.
اللوحة (ب) التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض على مدى السنوات الـ 170 الماضية (الخط الأسود) بالنسبة إلى الفترة 1850-1900 والمتوسط السنوي، مقارنة بعمليات محاكاة النموذج المناخي الخاصة بالمرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) (انظر الإطار 1.SPM) لاستجابة درجة الحرارة لكل من العوامل المحركة البشرية والطبيعية (اللون البني) والعوامل المحركة الطبيعية فقط (النشاط الشمسي والبركاني، اللون الأخضر). وتبيّن الخطوط الملونة الداكنة متوسط نماذج متعددة، وتظهر الظلال الملونة النطاق *المرجح* إلى حد كبير لعمليات المحاكاة. (انظر الشكل 2.SPM للاطلاع على المساهمات المقدّرة في الاحترار). {2.3.1، الإطار المشترك بين الفصول 2.3؛ 3.3؛ TS.2.؛ الإطار المشترك بين الأقسام TS.1، الشكل 1a}

العامل المحرك للاحترار المرصود هو الانبعاثات من الأنشطة البشرية، مع حجب التبريد الناجم عن الأهباء الجوية للاحترار الناجم عن غازات الاحتباس الحراري جزئياً

الشكل SPM.2: المساهمات المقدّرة في الاحترار المرصود في الفترة 2010-2019 مقارنة بالفترة 1850-1900.

اللوحة (أ) الاحترار العالمي المرصود (الزيادة في درجة حرارة سطح الأرض). وتبيّن الشعيرات النطاق *المرجح* إلى حد كبير. **اللوحة (ب) الأدلة المستقاة من دراسات العزو، التي تجمّع المعلومات المستمدة من نماذج وعمليات رصد المناخ.** وتبين اللوحة التغير في درجة الحرارة الذي يُعزى إلى: التأثير البشري الكلي، والتغيرات في تركيزات غازات الاحتباس الحراري المختلطة جيدا، والعوامل البشرية الأخرى المحرّكة بسبب الأهباء الجوية والأوزون وتغير استخدام الأراضي (الانعكاس الناجم عن تغير استخدام الاراضي)؛ والعوامل المحركة الشمسية والبركانية؛ وتقلبية المناخ الداخلية. وتبين الشعيرات النطاقات المرجحة.

اللوحة (ج) أدلة من تقييم التأثير الإشعاعي وحساسية المناخ. تُظهر اللوحة التغيرات في درجات الحرارة من المكونات الفردية للتأثير البشري : انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والأهباء الجوية وأسلافها والتغيرات في استخدام الأراضي (انعكاس استخدام الأراضي والري)؛ وآثار خطوط بخار الماء المكثف الناجمة عن الطيران. وتبين الشعيرات النطاقات المحتملة إلى حد كبير. وتراعي التقديرات كلا من الانبعاثات المباشرة في الغلاف الجوي وتأثيرها، إن وجد، على العوامل المحركة الأخرى للمناخ. وبالنسبة للأهباء الجوية، تؤخذ في الاعتبار التأثيرات المباشرة (من خلال الإشعاع) والتأثيرات غير المباشرة (من خلال التفاعلات مع السحب).

{الإطار المشترك بين الفصول 2.3، 3.3.1، 6.4.2، 7.3}

2.A حجم التغيرات الأخيرة في النظام المناخي ككل - والحالة الحالية للعديد من جوانب النظام المناخي - لم يسبق له مثيل على مدى قرون عديدة إلى عدة آلاف من السنين.
{2.2، 2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2.1، 5.1} (الشكل 1.SPM)

2.1.A وفي عام 2019، كانت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أعلى من أي وقت مضى في مليوني سنة على الأقل (*ثقة عالية*)، وكانت تركيزات الميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) أعلى من أي وقت مضى في 800000 سنة على الأقل (*ثقة عالية جدا*). ومنذ عام 1750، تتجاوز الزيادات في تركيزات ثاني أكسيد الكربون (47%) (CO_2) والميثان (156%) (CH_4) بمراحل – وتماثل الزيادة في أكسيد النيتروز (23%) (N_2O) - التغيرات الطبيعية التي حدثت على مدار الاف السنين أثناء فترات العصور الجليدية وفترات ما بين العصور الجليدية خلال الـ800000 سنة الماضية على الأقل (*ثقة عالية جداً*). {2.2، 5.1، TS.2.2}

2.2.A وقد زادت درجة حرارة سطح الأرض منذ عام 1970 بشكل أسرع مما كانت عليه في أي فترة أخرى مدتها 50 سنة على مدى السنوات الـ 2000 الماضية على الأقل (*ثقة عالية*). وتتجاوز درجات الحرارة خلال العقد الأخير (2011-2020) درجات الحرارة في الفترة الدافئة الأخيرة التي استمرت عدة قرون، قبل حوالي 6500 عام[13] [ما يتراوح بين 0.2 درجة مئوية ودرجة مئوية واحدة مقارنة بالفترة 1850-1900] (*ثقة متوسطة*). وقبل ذلك ، كانت الفترة الدافئة التالية قبل حوالي 125000 عام ، عندما قورنت درجات الحرارة لعدة قرون [ما يتراوح بين 0.5 درجة مئوية و1.5 درجة مئوية مقارنة بالفترة 1850-1900] مع عمليات الرصد التي تمت في العقد الأخير (*ثقة متوسطة*). {2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2.1، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الشكل 1.SPM)

2.3.A وفي الفترة 2011-2020، بلغ المتوسط السنوي لمساحة الجليد البحري في القطب الشمالي أدنى مستوى له منذ عام 1850 على الأقل (*ثقة عالية*). وكانت مساحة الجليد البحري في أواخر الصيف في القطب الشمالي أصغر من أي وقت مضى في السنوات الـ 1000 الماضية على الأقل (*ثقة متوسطة*). إن الطبيعة العالمية لانحسار الأنهار الجليدية منذ خمسينيات القرن الماضي ، حيث تتراجع جميع الأنهار الجليدية في العالم تقريبًا بشكل متزامن ، لم يسبق لها مثيل في آخر 2000 عام على الأقل (*ثقة متوسطة*).
{TS.2.5 ،2.3}

2.4.A وقد ارتفع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر منذ عام 1900 بوتيرة أسرع من أي قرن سابق في السنوات الـ 3000 الماضية على الأقل (*ثقة عالية*). وارتفعت درجة حرارة محيطات العالم على مدى القرن الماضي بوتيرة أسرع مما كانت عليه منذ آخر تحول جليدي (قبل حوالي 11 000 سنة) (*ثقة متوسطة*). وقد حدثت زيادة طويلة الأجل في الأس الهيدروجيني السطحي في المحيطات المفتوحة على مدى الخمسين مليون سنة الماضية (*ثقة عالية*). ومع ذلك، فإن الأس الهيدروجيني السطحي في المحيطات المفتوحة الذي بلغ أدنى مستوى له في العقود الأخيرة غير عادي في المليوني سنة الماضية (*ثقة متوسطة*).
{TS.2.4، الإطار TS.4}

3.A وتغير المناخ الناجم عن فعل الإنسان يؤثر بالفعل على العديد من الظواهر الجوية والمناخية المتطرفة في كل إقليم في جميع أنحاء العالم. وقد تعززت الأدلة منذ تقرير التقييم الخامس (AR5) على التغيرات المرصودة في الظواهر المتطرفة مثل موجات الحر وهطول الأمطار الغزيرة والجفاف والأعاصير المدارية، ولا سيما عزوها إلى التأثير البشري.
{2.3، 3.3، 8.2، 8.3، 8.4، 8.5، 8.6، الإطار 8.1، الإطار 8.2، الإطار 9.2، 10.6، 11.2، 11.3، 11.4، 11.6، 11.7، 11.8، 11.9، 12.3} (الشكل 3.SPM)

3.1.A ومن *المؤكد تقريبا* أن الظواهر المتطرفة الساخنة (بما في ذلك موجات الحر) أصبحت أكثر تواترا وشدة في معظم أقاليم اليابسة منذ خمسينيات القرن العشرين، في حين أصبحت الظواهر المتطرفة الباردة (بما في ذلك موجات البرد) أقل تواترا وشدة، مع وجود ثقة *عالية* في أن تغير المناخ الناجم عن فعل الإنسان هو العامل المحرك الرئيسي[14] لهذه التغيرات. وكان من غير *المرجح* للغاية أن تحدث بعض الظواهر المتطرفة الحارة الأخيرة التي رُصدت على مدى العقد الماضي دون تأثير بشري على النظام المناخي. وقد تضاعف تقريبا عدد موجات الحر البحرية منذ ثمانينيات القرن الماضي (*ثقة عالية*)، و*من المرجح* إلى حد كبير أن يكون التأثير البشري قد ساهم في معظمها منذ عام 2006 على الأقل. {الإطار 9.2، 11.2، 11.3، 11.9، TS.2.6، TS.2.4، الإطار TS.10} (الشكل 3.SPM)

3.2.A وقد ازدادت وتيرة وشدة حالات هطول الأمطار الغزيرة منذ خمسينيات القرن العشرين على معظم مساحة اليابسة التي تكفي بيانات الرصد الخاصة بها لتحليل الاتجاهات (*ثقة عالية*)، و*من المرجح* أن يكون تغير المناخ الناجم عن فعل الإنسان هو العامل المحرك الرئيسي. وقد ساهم تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية في زيادة حالات الجفاف الزراعي والإيكولوجي[15] في بعض الأقاليم بسبب زيادة التبخر النتحي[16] من الأرض (الثقة المتوسطة). {8.2، 8.3، 11.4، 11.6، 11.9، TS.2.6، الإطار TS.10} (الشكل 3.SPM)

---

13 كما ورد في القسم 1.B، حتى في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة جدا 1.9-SSP1، يقدر أن تظل درجات الحرارة مرتفعة فوق درجات الحرارة في آخر عقد حتى عام 2100 على الأقل، وبالتالي تكون أكثر احتراراً من فترة ما قبل 500 6 سنة على نطاق القرن.

14 كما هو مبين في الحاشية 12، في جميع أجزاء هذا الملخص لصانعي السياسات، "العامل المحرك الرئيسي" يعني المسؤول عن أكثر من 50% من التغير.

15 الجفاف الزراعي والإيكولوجي (حسب الوحدة الأحيائية المتأثرة): فترة تعاني من عجز غير طبيعي في رطوبة التربة، وهو ما ينتج عن النقص في هطول الأمطار إلى جانب التبخر النتحي الزائد، ويؤثر خلال موسم النمو على إنتاج المحاصيل أو وظيفة النظام الإيكولوجي بشكل عام. (انظر المرفق السابع: مسرد المصطلحات). وتختلف التغيرات المرصودة في حالات الجفاف الخاصة بالأحوال الجوية (النقص في هطول الأمطار) وحالات الجفاف الهيدرولوجي (النقص في تدفق المجرى) عن تلك التي تحدث في حالات الجفاف الزراعي والإيكولوجي ، وتعالج في المواد التي يستند إليها تقرير التقييم السادس (الفصل 11).

16 الجفاف الزراعي والإيكولوجي (حسب الوحدة الأحيائية المتأثرة): فترة تعاني من عجز غير طبيعي في رطوبة التربة، وهو ما ينتج عن النقص في هطول الأمطار إلى جانب التبخر النتحي الزائد، ويؤثر العمليات المشتركة التي يتم من خلالها نقل المياه إلى الغلاف الجوي من المياه المفتوحة والأسطح الجليدية والتربة العارية والغطاء النباتي التي تشكل سطح الأرض (مسرد المصطلحات).

3.3.A ويعزى الانخفاض العالمي في هطول الأمطار الموسمية فوق اليابسة[17] من خمسينيات إلى ثمانينيات القرن العشرين جزئيا إلى انبعاثات الهباء الجوي في نصف الكرة الشمالي التي يتسبب بها الإنسان، ولكن الزيادات منذ ذلك الحين نتجت عن ارتفاع تركيزات غازات الاحتباس الحراري والتقلبية الداخلية خلال عقد إلى عدة عقود (*ثقة متوسطة*). وفي جنوب آسيا وشرق آسيا وغرب أفريقيا، قابل الزيادة في هطول الأمطار الموسمية بسبب الاحترار الناجم عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري انخفاض في هطول الأمطار الموسمية بسبب التبريد الناجم عن انبعاثات الهباء الجوي الناجمة عن فعل الإنسان على مدى القرن العشرين (*ثقة عالية*). وتعزى الزيادات في هطول الأمطار الموسمية في غرب أفريقيا منذ ثمانينيات القرن الماضي جزئيا إلى التأثير المتزايد لغازات الاحتباس الحراري والانخفاضات في تأثير التبريد الناجم عن انبعاثات الهباء الجوي التي يسببها الإنسان على أوروبا وأمريكا الشمالية (*ثقة متوسطة*).
{2.3، 3.3، 8.2، 8.3، 8.4، 8.5، 8.6، الإطار 8.1، الإطار 8.2، 10.6، الإطار TS.13}

3.4.A *ومن المرجح* أن النسبة العالمية للأعاصير المدارية الرئيسية (الفئة 3-5) قد زادت على مدى العقود الأربعة الماضية، ومن المحتمل جدًا أن خط العرض الذي تصل فيه الأعاصير المدارية في غرب شمال المحيط الهادئ إلى ذروتها قد تحوّل شمالا؛ ولا يمكن تفسير هذه التغيرات بالتقلبية الداخلية وحدها (*ثقة متوسطة*). وثمة *ثقة منخفضة* في الاتجاهات الطويلة الأجل (متعددة العقود إلى مئوية العقودة) في وتيرة الأعاصير المدارية من جميع الفئات. وتشير دراسات عزو الظواهر والفهم الفيزيائي إلى أن تغير المناخ الناجم عن الأنشطة البشرية يزيد من هطول الأمطار الغزيرة المرتبطة بالأعاصير المدارية (*ثقة عالية*)، ولكن قيود البيانات تمنع الكشف الواضح عن الاتجاهات السابقة على النطاق العالمي.
{8.2، 11.7، الإطار TS.10}

3.5.A *ومن المرجح* أن يكون التأثير البشري قد زاد من احتمال تفاقم الظواهر المتطرفة منذ خمسينيات القرن العشرين.[18] ويشمل ذلك زيادة وتيرة موجات الحر والجفاف المتزامنة على النطاق العالمي (*ثقة عالية*)، وطقس الحرائق في بعض الأقاليم في جميع القارات المأهولة (*ثقة متوسطة*)، والفيضانات المركّبة في بعض المواقع (*ثقة متوسطة*). {11.6، 11.7، 11.8، 12.3، 12.4، TS.2.6، الجدول TS.5، الإطار TS.10}

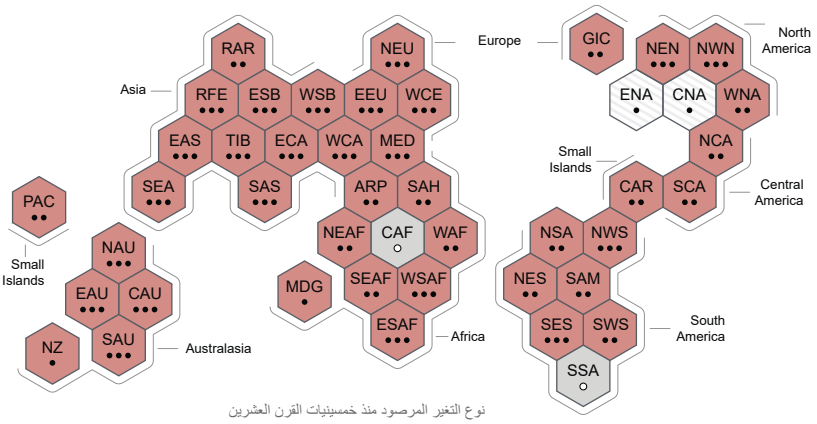
17 يعرّف الإقليم الموسمي العالمي بأنه المنطقة التي يكون فيها النطاق السنوي (الصيف المحلي مطروحا منه الشتاء المحلي) لهطول الأمطار أكثر من 2.5 مم يوميا (مسرد المصطلحات) وتشير الأمطار الموسمية العالمية على اليابسة إلى متوسط هطول الأمطار على اليابسة داخل الإقليم الموسمي العالمي.

18 الظواهر المتطرفة المركّبة هي مزيج من العوامل المحركة و/أو الأخطار المتعددة تسهم في المخاطر المجتمعية أو البيئية (مسرد المصطلحات). ومن الأمثلة على ذلك موجات الحر والجفاف المتزامنة، والفيضانات المركّبة (مثل عرام العواصف المقترن بهطول الأمطار و/أو تدفق الأنهار بشكل متطرف)، والأحوال الجوية المركّبة المسببة للحرائق (أي مزيج من الأحوال الحارة والجافة والمتسمة بهبوب الرياح)، أو حدوث ظواهر متطرفة متزامنة في مواقع مختلفة.

SPM

يؤثر تغير المناخ بالفعل على كل إقليم مأهول في جميع أنحاء العالم مع إسهام التأثير البشري في الكثير من التغيرات المرصودة في القيم المتطرفة للطقس والمناخ

(أ) تجميع لتقييم التغير المرصود في الظواهر الساخنة المتطرفة والثقة في المساهمة البشرية في التغيرات في أقاليم العالم



نوع التغير المرصود منذ خمسينيات القرن العشرين

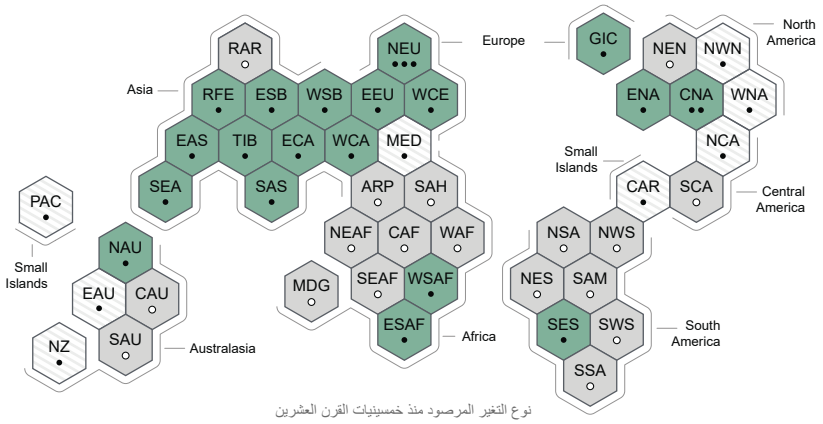
نوع التغير المرصود في الظواهر الساخنة المتطرفة

- الزيادة (14)
- النقصان (0)
- اتفاق منخفض بشأن نوع التغيير (2)
- بيانات و/أو مؤلفات محدودة (2)

الثقة في المساهمة البشرية في التغير المرصود

- ●●● عالية
- ●● متوسطة
- ● منخفضة بسبب الاتفاق المحدود
- ○ منخفضة بسبب الأدلة المحدودة

(ب) تجميع لتقييم التغير المرصود في هطول الأمطار الغزيرة والثقة في المساهمة البشرية في التغيرات المرصودة في أقاليم العالم



نوع التغير المرصود منذ خمسينيات القرن العشرين

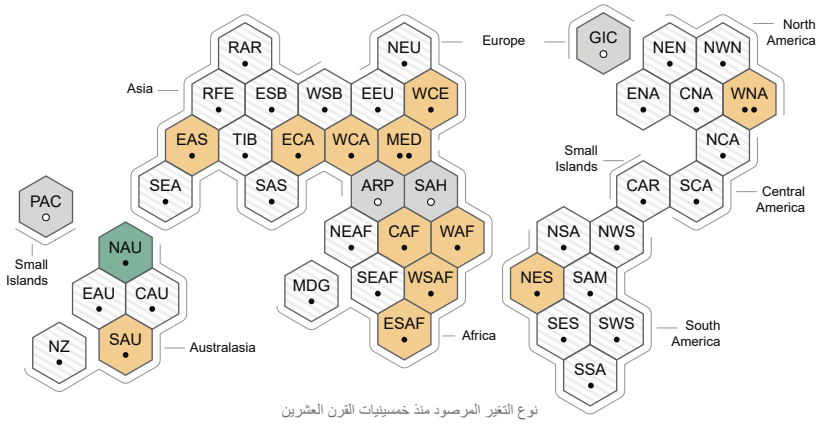
نوع التغير المرصود في هطول الأمطار الغزيرة

- الزيادة (19)
- النقصان (0)
- اتفاق منخفض بشأن نوع التغير (8)
- بيانات و/أو مؤلفات محدودة (18)

الثقة في المساهمة البشرية في التغير المرصود

- ●●● عالية
- ●● متوسطة
- ● منخفضة بسبب الاتفاق المحدود
- ○ منخفضة بسبب الأدلة المحدودة

(ج) تجميع لتقييم التغير المرصود في الجفاف الزراعي والإيكولوجي والثقة في المساهمة البشرية في التغيرات المرصودة في أقاليم العالم



نوع التغير المرصود منذ خمسينيات القرن العشرين

نوع التغير المرصود في الجفاف الزراعي والإيكولوجي

- الزيادة (12)
- النقصان (1)
- اتفاق منخفض بشأن نوع التغير (28)
- بيانات و/أو مؤلفات محدودة (4)

الثقة في المساهمة البشرية في التغير المرصود

- ●●● عالية
- ●● متوسطة
- ● منخفضة بسبب الاتفاق المحدود
- ○ منخفضة بسبب الأدلة المحدودة

كل شكل سداسي يقابل أحد الأقاليم المرجعية لمساهمة فريق العمل الأول في تقرير التقييم السادس (AR6)

NWN شمال غرب أمريكا الشمالية

الأقاليم المرجعية لمساهمة فريق العمل الأول في تقرير التقييم السادس (**AR6**) للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ: أمريكا الشمالية: **NWN** (شمال غرب أمريكا الشمالية)، **NEN** (شمال شرق أمريكا الشمالية)، **WNA** (غرب أمريكا الشمالية)، **CNA** (وسط أمريكا الشمالية)، **ENA** (شرق أمريكا الشمالية)، أمريكا الوسطى: **NCA** (شمال أمريكا الوسطى)، **SCA** (جنوب أمريكا الوسطى)، **CAR** (منطقة البحر الكاريبي)، أمريكا الجنوبية: **NWS** (شمال غرب أمريكا الجنوبية)، **NSA** (شمال أمريكا الجنوبية)، **NES** (شمال شرق أمريكا الجنوبية)، **SAM** (الإقليم الموسمي في أمريكا الجنوبية)، **SWS** (جنوب غرب أمريكا الجنوبية)، **SES** (جنوب شرق أمريكا الجنوبية)، **SSA** (جنوب أمريكا الجنوبية)، أوروبا: **GIC** (غرينلاند / أيسلندا)، **NEU** (شمال أوروبا)، **WCE** (غرب ووسط أوروبا)، **EEU** (شرق أوروبا)، **MED** (البحر منطقة الأبيض المتوسط)، أفريقيا: **MED** (منطقة البحر الأبيض المتوسط)، **SAH** (الصحراء الكبرى)، **WAF** (غرب أفريقيا)، **CAF** (وسط أفريقيا)، **NEAF** (شمال شرق أفريقيا)، **SEAF** (شرق أفريقيا)، **WSAF** (غرب الجنوب الأفريقي)، **ESAF** (شرق الجنوب الأفريقي)، **MDG** (مدغشقر)، آسيا: **RAR** (منطقة القطب الشمالي الروسية)، **WSB** (غرب سيبيريا)، **ESB** (شرق سيبيريا)، **RFE** (منطقة الشرق الأقصى الروسية)، **WCA** (غرب وسط آسيا)، **ECA** (شرق وسط آسيا)، **TIB** (هضبة التبت)، **EAS** (شرق آسيا)، **ARP** (شبه الجزيرة العربية)، **SAS** (جنوب آسيا)، **SEA** (جنوب شرق آسيا)، إقليم أستراليا ونيوزيلندا وبعض الجزر المجاورة: **NAU** (شمال أستراليا)، **CAU** (وسط أستراليا)، **EAU** (شرق أستراليا)، **SAU** (جنوب أستراليا)، **NZ** (نيوزيلندا)، الجزر الصغيرة: **CAR** (منطقة البحر الكاريبي)، **PAC** (جزر المحيط الهادئ الصغيرة)

الشكل 3.SPM: تجميع للتغيرات الإقليمية المرصودة المقدّرة والتي يمكن أن تنسب إليها .
فريق العمل الأول يعرض في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ المناطق المأهولة في شكل سداسي الحجم متماثل في موقعها الجغرافي التقريبي (انظر المفتاح للأسماء التوضيحية للمختصرات الإقليمية). وقد أُجريت جميع التقييمات لكل إقليم بأكمله ولفترة خمسينيات القرن الماضي وحتى الآن. وقد تختلف التقييمات التي تجري على نطاقات زمنية مختلفة أو مزيد من النطاقات المكانية المحلية عما هو مبين في الشكل. وتمثل **الألوان** في كل لوحة النتائج الأربع للتقييم المتعلق بالتغيرات المرصودة. وتستخدم الأشكال السداسية المخططة (الأبيض والرمادي الفاتح) عندما يكون هناك *اتفاق منخفض* بشأن نوع التغير للإقليم ككل، وتُستخدم الأشكال السداسية الرمادية عندما تكون هناك بيانات و/أو مؤلفات محدودة تحول دون تقييم الإقليم ككل. وتشير الألوان الأخرى إلى *ثقة متوسطة* على الأقل في التغير المرصود. ويستند **مستوى الثقة** فيما يتعلق بالتأثير البشري على هذه التغيرات المرصودة إلى كشف تقييم الاتجاهات وعزوها والمؤلفات المتعلقة بعزو الظواهر، ويشار إليها بعدد النقاط: ثلاث نقاط للثقة العالية، ونقطتان للثقة المتوسطة، ونقطة واحدة للثقة المنخفضة (نقطة واحدة غير فارغة: اتفاق محدود؛ ونقطة واحدة فارغة: *أدلة* محدودة).
اللوحة (أ) فيما يتعلق بالظواهر المتطرفة الساخنة، فإن الأدلة مستمدة في معظمها من التغيرات في المقاييس على أساس درجات الحرارة العظمى اليومية؛ وتُستخدم الدراسات الإقليمية التي تستخدم مؤشرات أخرى (مدة موجة الحر، وتواترها، وشدتها) إضافة الى ذلك. وتشير الأشكال السداسية الحمراء إلى الأقاليم التي توجد فيها *ثقة متوسطة* على الأقل في حدوث زيادة مرصودة في الظواهر الحارة المتطرفة فيها.
اللوحة (ب) فيما يتعلق بهطول الأمطار الغزيرة، فإن الأدلة مستمدة في معظمها من التغيرات في المؤشرات استنادا إلى كميات هطول الأمطار لمدة يوم واحد أو خمسة أيام باستخدام الدراسات العالمية والإقليمية. وتشير الأشكال السداسية الخضراء إلى الأقاليم التي توجد فيها *ثقة متوسطة* على الأقل في حدوث زيادة مرصودة في هطول الأمطار الغزيرة فيها.
اللوحة (ج) حالات الجفاف الزراعي والإيكولوجي تُقيّم استنادا إلى التغيرات المرصودة والمحاكاة في الرطوبة الكلية في عمود من التربة وتستكمل بأدلة على التغيرات في رطوبة التربة السطحية، وميزان المياه (هطول الأمطار مطروحاً منه التبخر النتحي) والمؤشرات التي يحركها هطول الأمطار والحاجة إلى التبخر في الغلاف الجوي. وتشير الأشكال السداسية الصفراء إلى الأقاليم التي توجد *ثقة متوسطة* على الأقل في حدوث زيادة مرصودة في هذا النوع من الجفاف فيها، وتشير الأشكال السداسية الخضراء إلى الأقاليم التي توجد *ثقة متوسطة* على الأقل في حدوث انخفاض مرصود في الجفاف الزراعي والإيكولوجي فيها.
وفيما يتعلق بجميع الأقاليم، يبين الجدول TS.5 نطاقا أوسع من التغيرات المرصودة إلى جانب التغيرات المبينة في هذا الشكل. ويجب ملاحظة أن جنوب أمريكا الجنوبية (SSA) هو الإقليم الوحيد الذي لا يظهر تغيرات مرصودة في المقاييس الموضحة في هذا الشكل، ولكنه يتأثر بالزيادات المرصودة في متوسط درجة الحرارة، وانخفاض الصقيع، والزيادات في موجات الحر البحرية.
{11.9، الأطلس 1.3.3، أطلس الشكل 2، الجدول TS.5؛ الإطار TS.10، الشكل 1}

4.A تحسين معرفة عمليات المناخ، وأدلة المناخ القديم، واستجابة النظام المناخي لزيادة التأثير الإشعاعي يعطي أفضل تقدير لحساسية الاتزان المناخي عند الاتزان البالغة 3 درجات منوية، مع نطاق أضيق مقارنةً بتقرير التقييم الخامس (AR5)
{ 2.2، 7.3، 7.4، 7.5، الإطار 7.2، 9.4، 9.5، 9.6، الإطار المشترك بين الفصول 9.1}

4.1.A وأدى التأثير الإشعاعي الذي يسببه الإنسان بمقدار 2.72 [1.96 إلى 3.48] واط لكل متر مربع في عام 2019 مقارنةً بـ 1750 إلى ارتفاع درجة حرارة النظام المناخي. ويرجع هذا الاحترار بشكل أساسي إلى زيادة تركيزات غازات الدفيئة ، والتي يتم تقليلها جزئيًا عن طريق التبريد بسبب زيادة تركيزات الهباء الجوي. زاد التأثير الإشعاعي بمقدار 0.43 واط لكل متر مربع (19%) بالنسبة إلى AR5 ، حيث يرجع 0.34 واط لكل متر مربع إلى زيادة تركيزات غازات الدفيئة منذ عام 2011. ويعزى الباقي إلى تحسين الفهم العلمي والتغييرات في التقييم لتأثير الهباء الجوي ، والذي يشمل انخفاض التركيز وتحسين حسابه (*ثقة عالية*).
{TS.2.2،TS.3.1 ،7.3 ،2.2}

4.2.A ويتسبب التأثير الإشعاعي الإيجابي الصافي الناجم عن الأنشطة البشرية في تراكم طاقة إضافية (التسخين) في النظام المناخي، يتم تقليله جزئيًا عن طريق زيادة فقدان الطاقة في الفضاء استجابةً لارتفاع درجة حرارة السطح. وقد ارتفع متوسط المعدل المرصود لتسخين النظام المناخي من 0.50 [ما يتراوح بين 0.32 و0.69] واط في المتر المربع للفترة 1971-2006[19] الى 0.79 [ما يتراوح بين 0.52 و1.06] واط في المتر المربع للفترة 2006-2018[20] (*ثقة عالية*). وكان احترار المحيطات مسؤولا عن 91% من التسخين في النظام المناخي، بينما كان احترار اليابسة، وفقدان الجليد، واحترار الغلاف الجوي مسؤولين عن نحو 5% و3% و 1% على التوالي (*ثقة عالية*).
{7.2، الإطار 7.2، TS.3.1}

4.3.A وقد تسبب تسخين النظام المناخي في ارتفاع متوسط مستوى سطح البحر على الصعيد العالمي من خلال فقدان الجليد على اليابسة والتوسع الحراري الناجم عن احترار المحيطات. وفسّر التوسع الحراري 50% من ارتفاع مستوى سطح البحر خلال الفترة 1971-2018، في حين ساهم فقدان الجليد من المتجلدات بنسبة 22%، والصفائح الجليدية بنسبة 20%، وحدوث التغيرات في تخزين المياه على اليابسة بنسبة 8%. وارتفع معدل فقدان الصفائح الجليدية بمعامل أربعة بين الفترة 1992-1999 والفترة 2010-2019. وكان فقدان الكتلة الجليدية وكتلة الأنهار الجليدية معًا من المساهمين الرئيسيين في متوسط ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي خلال الفترة 2006-2018. (*ثقة عالية*)
{9.4، 9.5، 9.6، الإطار المشترك بين الفصول 9.1}

4.4.A وحساسية المناخ عند الاتزان هي كمية مهمة تستخدم لتقدير كيفية استجابة المناخ للتأثير الإشعاعي. واستنادا الى خطوط متعددة من الأدلة[21] ، فإن النطاق المحتمل جدًا لحساسية المناخ للتوازن يتراوح بين درجتين مئويتين (*ثقة عالية*) و 5 درجات مئوية (*ثقة متوسطة*). وأفضل تقدير تم

19 زيادة تراكمية في الطاقة قدرها 282 [ما يتراوح بين 177 و387] زيتاجول خلال الفترة 1971-2006 (1 زيتاجول = 1021 جول).

20 الحاشية 20 : زيادة تراكمية في الطاقة قدرها 152 [ما يتراوح بين 100 و205] زيتاجول خلال الفترة 2006-2018.

21 فهم العمليات المناخية، وسجل استخدام الأدوات، والمناخات القديمة، والمعوقات الناشئة القائمة على النماذج (مسرد المصطلحات).

تقييمة في التقييم السادس (AR6) هو 3 درجات مئوية مع نطاق مرجح يتراوح بين 2.5 درجة مئوية و4 درجات مئوية (*ثقة عالية*)، مقارنة بما يتراوح بين 1.5 درجة مئوية و4.5 درجات مئوية في تقرير التقييم الخامس (AR5)، الذي لم يقدم أفضل تقدير.
{TS.3.2 ،7.5 ،7.4}

B. المستقبل المحتمل للمناخ

تم النظر في مجموعة من خمسة سيناريوهات توضيحية جديدة للانبعاثات بشكل متسق عبر هذا التقرير لاستكشاف استجابة المناخ لمجموعة واسعة من غازات الدفيئة (GHG) ، واستخدام الأراضي ومستقبل ملوثات الهواء أكثر مما تم تقييمه في تقرير التقييم الخامس. هذه المجموعة من السيناريوهات تقود توقعات النماذج المناخية للتغيرات في النظام المناخي. تمثل هذه التوقعات النشاط الشمسي والتأثيرات الخلفية للبراكين. تم تقديم النتائج خلال القرن الحادي والعشرين للمدى القريب (2021-2040) ، والمدى المتوسط (2041-2060) والمدى الطويل (2081-2100) بالنسبة إلى 1850-1900 ، ما لم يُذكر خلاف ذلك.

الإطار 1.SPM : السيناريوهات والنماذج المناخية والإسقاطات

الإطار 1.1.SPM يقيم هذا التقرير الاستجابة المناخية لخمسة سيناريوهات توضيحية تغطي نطاق التطور المستقبلي المحتمل للعوامل البشرية المنشأ المحركة لتغير المناخ الموجودة في المؤلفات. وهي تبدأ في عام 2015، وتشمل سيناريوهين[22] تكون فيهما انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عالية وعالية جداً (SSP3-7.0 وSSP5-8.5) حيث تتضاعف فيهما انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تقريبا مقارنة بالمستويات الحالية بحلول عامي 2100 و2050، على التوالي، وسيناريوهين تظل فيه انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون الوسيطة (SSP2-4.5) وتظل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حول المستويات الحالية حتى منتصف القرن، وسيناريوهين تكون فيهما انبعاثات غازات الاحتباس الحراري منخفضة جدا ومنخفضة وتنخفض فيهما انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الى صفر صافٍ حوالي عام 2050 أو بعده، وتلي ذلك مستويات متفاوتة من انبعاثات سلبية صافية لثاني أكسيد الكربون[23](SSP1-1.9 وSSP1-2.6)، كما هو موضح في الشكل 4.SPM. وتتفاوت الانبعاثات بين السيناريوهات تبعا للافتراضات الاجتماعية – الاقتصادية، ومستويات التخفيف من تغير المناخ، وتبعاً فيما يتعلق بالأهباء الجوية وسلائف الأوزون غير الميثانية لضوابط تلوث الهواء. وقد تؤدي الافتراضات البديلة الى استجابات مماثلة للانبعاثات والمناخ، ولكن الافتراضات الاجتماعية والاقتصادية وجدوى أو أرجحية وجود سيناريوهات فردية ليست جزءا من التقييم.
{1.6، الإطار المشترك بين الفصول 1.4، TS.1.3} (الشكل 4.SPM)

الإطار 1.2.SPM : يقيّم هذا التقرير النتائج المستقاة من النماذج المناخية المشاركة في المرحلة 6 من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) التابع للبرنامج العالمي لبحوث المناخ. وتشمل هذه النماذج تمثيلا جديدا وأفضل للعمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، فضلا عن دقة أعلى، مقارنة بالنماذج المناخية التي نظرت فيها تقارير التقييم السابقة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وقد أدى ذلك الى تحسين محاكاة الحالة المتوسطة الأخيرة لمعظم المؤشرات الواسعة النطاق لتغير المناخ والعديد من الجوانب الأخرى على نطاق النظام المناخي. وتظل هناك بعض الاختلافات عن عمليات الرصد، على سبيل المثال في الأنماط الإقليمية لهطول الأمطار. ولعمليات المحاكاة التاريخية الخاصة بالمرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) المقدّرة في هذا التقرير متوسط مجموعة للتغير في درجة حرارة سطح الأرض في حدود 0.2 درجة مئوية من عمليات الرصد على مدى معظم الفترة التاريخية، ويندرج الاحترار المرصود ضمن النطاق *المرجح* إلى حد كبير لمجموعة المرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6). ومع ذلك، فإن بعض نماذج CMIP6 تحاكي احتراراً إما أعلى أو أقل من النطاق *المرجح* إلى حد كبير المقدر للاحترار المرصود.
{1.5، الإطار المشترك بين الفصول 2.2، 3.3، 3.8، TS.1.2، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الشكل b 1.SPM، الشكل 2.SPM)

الإطار 1.3.SPM لنماذج المرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) التي يُنظر فيها في هذا التقرير نطاق من حساسية المناخ أوسع من النطاق الموجود في نماذج المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP5) ومن النطاق الموجود في تقرير التقييم السادس (AR6) المقدّر بأنه نطاق مرجح إلى حد كبير، الذي يستند إلى خطوط متعددة من الأدلة. وتظهر نماذج AR6 هذه أيضا متوسط حساسية مناخية أعلى من أفضل تقدير مقيّم في المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP5) وتقرير التقييم السادس (AR6). ويمكن تتبع قيم الحساسية المناخية الأعلى الخاصة بالمرحلة السادسة من مشروع المقارنة النماذج المقترنة (CMIP6) مقارنةً بالمرحلة الخامسة (CMIP5) إلى التأثير التفاعلي المضاعِف للسُحب الأكبر في المرحلة السادسة (CMIP6) بنحو 20%.
{الإطار 7.1، 7.3، 7.4، 7.5، TS.3.2}

الإطار 1.4.SPM ولأول مرة في تقرير للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، يجري بناء التغيرات المستقبلية في درجة حرارة سطح الأرض ، واحترار المحيطات، ومستوى سطح البحر بالجمع ما بين إسقاطات نماذج متعددة والمعوقات المتعلقة بالرصد استنادا إلى الاحترار المحاكى في الماضي، فضلا عن تقدير تقرير التقييم السادس (AR6) لحساسية المناخ. وفيما يتعلق بكميات أخرى، لا توجد حتى الآن أساليب قوية على هذا النحو لتقييد الإسقاطات. ومع ذلك، يمكن تحديد أنماط جغرافية مسقطة قوية لمتغيرات عديدة عند مستوى معين من الاحترار العالمي، مشتركة بين جميع السيناريوهات المستخدمة ومستقلة عن توقيت بلوغ مستوى الاحترار العالمي.

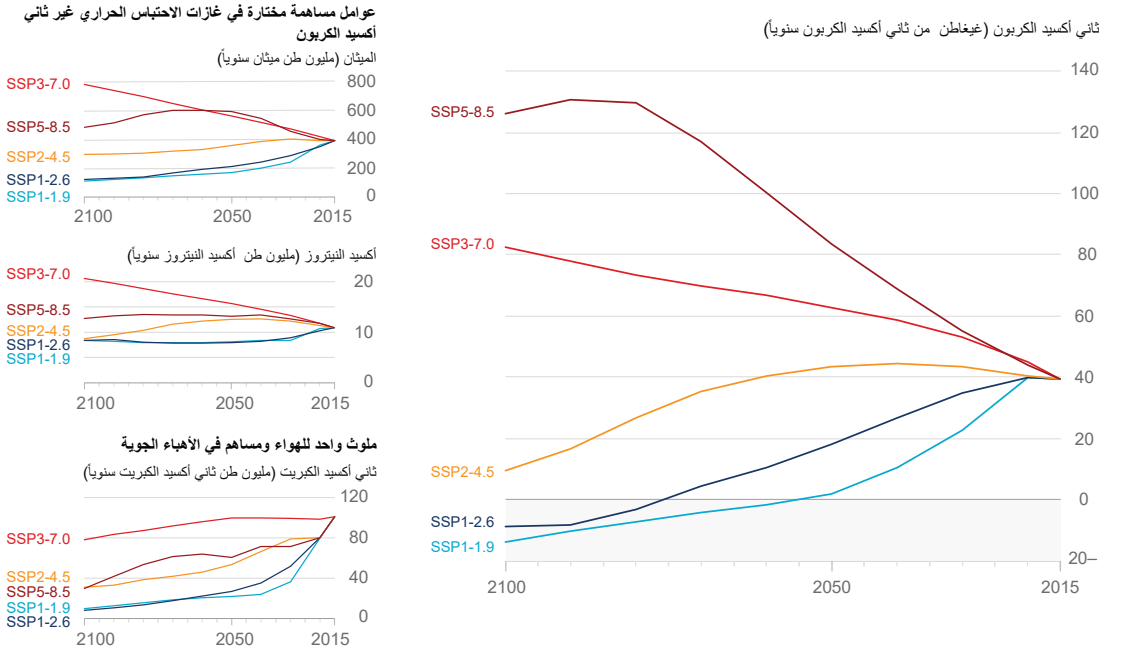
22 في أجزاء هذا التقرير، يشار الى السيناريوهات التوضيحية الخمسة باسم SSPx-y، حيث تشير "SSPx " الى المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك أو "SSP" الذي يصف الاتجاهات الاجتماعية والاقتصادية التي يستند إليها السيناريو، وتشير "y" الى المستوى التقريبي للقسر الإشعاعي (بالواط لكل متر مربع، أو W m-2) الناتج عن السيناريو في عام 2100. وترد مقارنة مفصلة بالسيناريوهات المستخدمة في تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ السابقة في القسم TS.1.3، والقسمين 1.6 و4.6. ولا يقيم فريق العمل الأول المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (SSPs) التي تستند إليها سيناريوهات القسر المحددة المستخدمة لتحريك النماذج المناخية. وبدلا من ذلك، يضمن استخدام الوسم SSPx-y إمكانية التتبع الى المؤلفات التي تستند إليها والتي تُستخدم فيها مسارات قسر محددة كمُدخل للنماذج المناخية. والهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ محايدة فيما يتعلق بالافتراضات التي تقوم عليها المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (SSPs)، التي لا تغطي جميع السيناريوهات المحتملة. ويمكن النظر في سيناريوهات بديلة أو استحداثها.

23 يتم الوصول الى انبعاثات سلبية صافية لثاني أكسيد الكربون عندما تتجاوز عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ الانبعاثات البشرية المنشأ. (مسرد المصطلحات)

{1.6، 4.3، 4.6، الإطار 4.1، 7.5، 9.2، 9.6، إطار الفصل 11.1، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1}

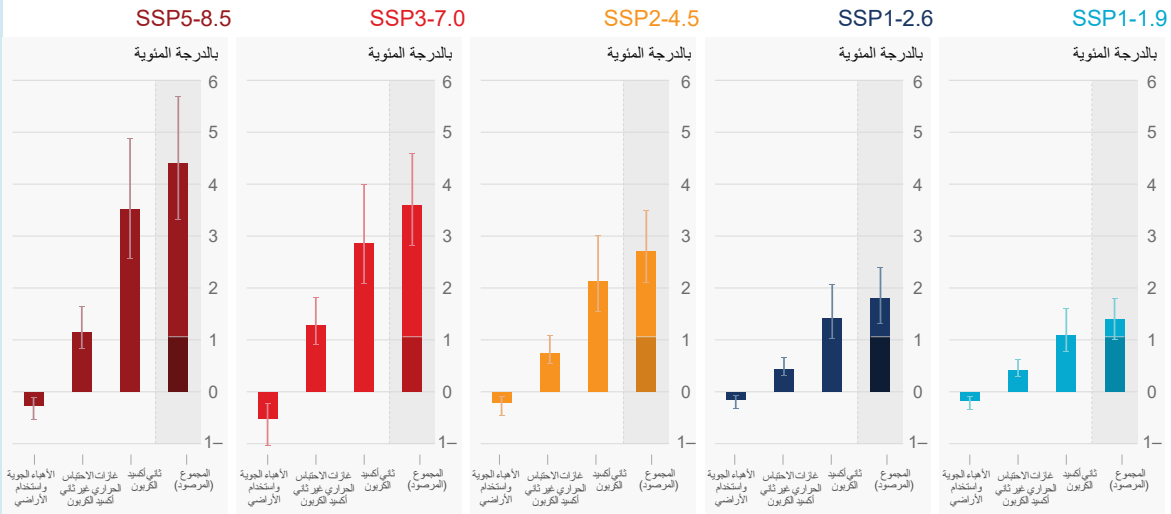
تتسبب الانبعاثات المستقبلية في احترار إضافي في المستقبل، مع هيمنة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الماضية والمستقبلية على الاحترار الكلي

(أ) الانبعاثات السنوية المستقبلية لثاني أكسيد الكربون (على اليسار) وانبعاثات مجموعة فرعية من العوامل المحركة الرئيسية غير ثاني أكسيد الكربون (CO_2) (على اليمين)، عبر خمسة سيناريوهات توضيحية



(ب) المساهمة في زيادة درجة حرارة سطح الأرض من مختلف الانبعاثات، مع وجود دور مهيمن لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون

التغير في درجة حرارة سطح الأرض في الفترة 2081-2100 مقارنة بالفترة 1850-1900 (بالدرجة المئوية)



الاحترار الكلي (الاحترار المرصود حتى الآن في الظل الداكن)، والاحترار من ثاني أكسيد الكربون، والاحترار من غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون، والتبريد من التغيرات في الأهباء الجوية واستخدام الأراضي

الشكل SPM.4 الانبعاثات البشرية المنشأ المستقبلية للعوامل المحركة الرئيسية لتغير المناخ ومساهمات الاحترار حسب فئات العوامل المحركة للسيناريوهات التوضيحية الخمسة المستخدمة في هذا التقرير.

السيناريوهات الخمسة هي SSP1-1.9، SSP1-2.6، SSP2-4.5، SSP3-7.0 وSSP5-8.5.

اللوحة (أ) الانبعاثات البشرية المنشأ السنوية (التي يتسبب فيها الإنسان) خلال الفترة 2015-2100. وتبيّن مسارات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من جميع القطاعات بغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً (الرسم البياني الأيسر) ومجموعة فرعية من ثلاثة عوامل محركة رئيسية

غير ثاني أكسيد الكربون مدروسة في السيناريوهات هي: الميثان (CH_4)، بملايين الأطنان من الميثان سنوياً، الرسم البياني الموجود في أعلى اليمين)؛ وأكسيد النيتروز (N_2O)، بملايين الأطنان من أكسيد النيتروز سنوياً، الرسم البياني الأيمن الأوسط)؛ وثاني أكسيد الكبريت (SO_2)، بملايين الأطنان من ثاني أكسيد الكبريت سنوياً، الرسم البياني السفلي الأيمن، تساهم في الأهباء الجوية البشري المنشأ في اللوحة ب).

اللوحة (ب) تبيّن المساهمات في الاحترار حسب فئات العوامل المحركة البشرية المنشأ وحسب السيناريوهات بوصفها التغير في درجة حرارة سطح الأرض (بالدرجة المئوية) في الفترة 2081-2100 مقارنة بالفترة 1850-1900، مع الإشارة إلى الاحترار المرصود حتى الآن. وتمثل الأشرطة والشعيرات القيم الوسيطة والنطاق *المرجح* إلى حد كبير، على التوالي. وفي كل رسم بياني ذي أشرطة لسيناريو، تمثل الأشرطة ما يلي: مجموع الاحترار العالمي (بالدرجة المئوية؛ وشريط 'المجموع') (انظر الجدول 1.SPM)؛ والمساهمات في الاحترار (بالدرجة المئوية) من التغيرات في ثاني أكسيد الكربون (الشريط 'CO_2') ومن غازات احتباس حراري غير ثاني أكسيد الكربون (غازات الاحتباس الحراري، شريط غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون: تتألف من غازات الاحتباس الحراري المختلطة جيدا والأوزون)؛ وصافي التبريد من العوامل المحركة البشرية المنشأ الأخرى (شريط 'الأهباء الجوية واستخدام الأراضي'؛ والأهباء الجوية البشرية المنشأ، والتغيرات في الانعكاسية بسبب التغيرات في استخدام الأراضي والري، وأثر التكثف من الطيران) (انظر الشكل 2.SPM، اللوحة ج، للاطلاع على المساهمات في الاحترار حتى الآن من قبَل فرادى العوامل المحركة). ويشار إلى أفضل تقدير للاحترار المرصود في الفترة 2010-2019 مقارنة بالفترة 1850-1900 (انظر الشكل 2.SPM، اللوحة أ) في العمود الداكن في شريط 'المجموع'. والمساهمات في الاحترار الواردة في اللوحة (ب) محسوبة على النحو المبين في الجدول 1.SPM بالنسبة لشريط المجموع. أما بالنسبة للأشرطة الأخرى، فإن المساهمة حسب فئات العوامل المحركة محسوبة بمحاكى مناخي فيزيائي لدرجة حرارة سطح الأرض يعتمد على الحساسية المناخية وتقييمات القسر الإشعاعي.
{الإطار المشترك بين الفصول 1.4; 4,6؛ الشكل 4.35؛ 6.7؛ الأشكال 6.8، 6.22، 6.24، 7.3؛ الإطار المشترك بين الفصول 7.1؛ الشكل 7.7؛ الإطار TS.7؛ الشكلان TS.4 وTS.15}

1.B وستستمر درجة حرارة سطح الأرض في الازدياد حتى منتصف القرن على الأقل في ظل جميع سيناريوهات الانبعاثات المستخدمة . وسيتم تجاوز الاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية ودرجتين مئويتين خلال القرن الحادي والعشرين ما لم تحدث تخفيضات كبيرة في ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات غازات احتباس حراري أخرى في العقود المقبلة.
{2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2.4، 4.3، 4.4، 4.5} (الشكل 1.SPM، الشكل 4.SPM، الشكل 8.SPM، الجدول 1.SPM، الإطار 1.SPM)

1.1.B ومقارنة بالفترة 1850-1900، من *المرجح* إلى حد كبير أن يكون متوسط درجة حرارة سطح الأرض خلال الفترة 2081-2100 أعلى بما يتراوح بين 1.0 درجة مئوية و1.8 درجة مئوية في ظل سيناريو انبعاثات منخفضة جداً لغازات الاحتباس الحراري تم النظر فيه (SSP1-1.9)، وبنسبة تتراوح بين 2.1 درجة مئوية و3.5 درجة مئوية في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة (SSP2-4.5) وبما يتراوح بين 3.3 درجة مئوية و5.7 درجة مئوية في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة جداً (SSP5-8.5[24]). وكانت آخر مرة استمرت فيها درجة حرارة سطح الأرض عند أو أعلى من 2.5 درجة مئوية فوق مستواها في الفترة 1850-1900 قبل أكثر من 3 ملايين سنة (*ثقة متوسطة*).
{2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2.4، 4.3، 4.5، الإطار TS.2، الإطار TS.4، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الجدول 1.SPM)

الجدول 1.SPM: التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض ، المقدّرة على أساس خطوط متعددة من الأدلة، لفترات زمنية مختارة مدتها 20 عاما وسيناريوهات الانبعاثات التوضيحية الخمسة المستخدمة . يُبلغ عن الاختلافات في درجة الحرارة بالنسبة إلى متوسط درجة حرارة سطح الأرض للفترة 1850-1900 بالدرجة المئوية. ويشمل ذلك التقييم المنقح للاحترار التاريخي المرصود للفترة المرجعية لتقرير التقييم الخامس 1986-2005 (AR5)، الأعلى في تقرير التقييم السادس (AR6) بمقدار 0.08 [ما يتراوح بين -0.01 و+0.12] درجة مئوية مما كانت عليه في تقرير التقييم الخامس (AR5). ويمكن حساب التغيرات المتعلقة بالفترة المرجعية الأخيرة 1995-2014 عن طريق طرح 0.85 درجة مئوية تقريبا، وهو أفضل تقدير للاحترار المرصود من الفترة 1850-1900 إلى الفترة 1995-2014.
{الإطار المشترك بين الفصول 2.3، 4.3، 4.4، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1}

	المدى القريب، 2021-2040		المدى المتوسط، 2041-2060		المدى الطويل، 2081-2100	
السيناريو	أفضل تقدير (بالدرجة المئوية)	النطاق المرجح الى حد كبير (بالدرجة المئوية)	أفضل تقدير (بالدرجة المئوية)	النطاق المرجح الى حد كبير (بالدرجة المئوية)	أفضل تقدير (بالدرجة المئوية)	النطاق المرجح الى حد كبير (بالدرجة المئوية)
SSP1-1.9	1.5	ما يتراوح بين 1.2 و1.7	1.6	ما يتراوح بين 1.2 و2.0	1.4	ما يتراوح بين 1.0 و1.8
SSP1-2.6	1.5	ما يتراوح بين 1.2 و1.8	1.7	ما يتراوح بين 1.3 و2.2	1.8	ما يتراوح بين 1.3 و2.4
SSP2-4.5	1.5	ما يتراوح بين 1.2 و1.8	2.0	ما يتراوح بين 1.6 و2.5	2.7	ما يتراوح بين 2.1 و3.5
SSP3-7.0	1.5	ما يتراوح بين 1.2 و1.8	2.1	ما يتراوح بين 1.7 و2.6	3.6	ما يتراوح بين 2.8 و4.6
SSP5-8.5	1.6	ما يتراوح بين 1.3 و1.9	2.4	ما يتراوح بين 1.9 و3.0	4.4	ما يتراوح بين 3.3 و5.7

2.1.B واستنادا إلى تقييم الخطوط المتعددة من الأدلة، سيحدث تجاوز للاحترار العالمي البالغ درجتين مئويتين، مقارنة بالفترة 1850-1900، خلال القرن الحادي والعشرين في ظل سيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة والمرتفعة جدا المدروسين في هذا التقرير (SSP3-7.0 و SSP5-8.5 على التوالي). *ومن المرجح* إلى حد كبير أن يحدث تجاوز للاحترار العالمي الذي يبلغ درجتين مئويتين في ظل سيناريو انبعاثات غازات

24 : يُبلغ عن حدوث تغيرات في درجة حرارة سطح الأرض على أنها متوسطات مدتها 20 سنة، ما لم يذكر خلاف ذلك.

الاحتباس الحراري الوسيطة (SSP2-4.5). وفي ظل سيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة والمنخفضة جدا، من *المرجح* للغاية أن يحدث تجاوز للاحترار العالمي الذي يبلغ درجتين مئويتين (SSP1-1.9) أو من غير *المرجح* أن يحدث تجاوز له (SSP1-2.6)[25] . ومن *المرجح* الى حد كبير أن يحدث تجاوز لمستوى الاحترار العالمي الذي يبلغ درجتين مئويتين في فترة منتصف المدة (2041-2060) في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة جدا (SSP5-8.5)، *ومن المرجح* أن يحدث تجاوز في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة (SSP3-7.0)، ومن الأرجح أن يحدث تجاوز في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة (SSP2-4.5)[26].
{4.3، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الجدول SPM.1، الشكل SPM.4، الإطار SPM.1)

3.1.B وسيحدث تجاوز للاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية بالنسبة إلى الفترة 1850-1900 خلال القرن الحادي والعشرين في ظل سيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المتوسطة والمرتفعة والمرتفعة جدا المستخدمة في هذا التقرير (SSP2-4.5، SSP3-7.0، وSSP5-8.5، على التوالي). وفي ظل السيناريوهات التوضيحية الخمسة، في المدى القريب (2021-2040)، من *المرجح* الى حد كبير أن يحدث تجاوز لمستوى الاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة جدا (SSP5-8.5)، *ومن المرجح* أن يحدث تجاوز له في ظل سيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة والمرتفعة (SSP2-4.5 وSSP3-7.0)، ومن الأرجح أن يحدث تجاوز له في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة (SSP1-2.6)، ومن الأرجح أن يتم الوصول إليه في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا (SSP1-1.9)[27]. وعلاوة على ذلك، بالنسبة لسيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا (SSP1-1.9)، من الأرجح أن تنخفض درجة حرارة سطح الأرض مرة أخرى إلى أقل من 1.5 درجة مئوية في نهاية القرن الحادي والعشرين، مع حدوث تجاوز مؤقت لا يزيد عن 0.1 درجة مئوية فوق الاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية.
{4.3، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الجدول SPM.1، الشكل SPM.4)

4.1.B وقد تختلف درجة حرارة سطح الأرض في أي سنة واحدة فوق أو دون الاتجاه الطويل الأجل الناجم عن الإنسان، بسبب التقلبية الطبيعية الكبيرة[28]. ووجود سنوات منفردة يتجاوز فيها تغير درجة الحرارة السطحية مستوى معيناً، على سبيل المثال 1.5 درجة مئوية أو درجتين مئويتين، مقارنة بالفترة 1850-1900 لا يعني أن مستوى الاحترار العالمي هذا قد تم الوصول إليه[29].
{الإطار المشترك بين الفصول 2.3، 4.3، 4.4، الإطار 4.1، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الجدول SPM.1، الشكل SPM.1، الشكل SPM.8)

2.B وتصبح تغيّرات كثيرة في النظام المناخي أكبر فيما يتعلق مباشرة بزيادة الاحترار العالمي. وهي تشمل الزيادات في تواتر وشدة الظواهر الساخنة المتطرفة، وموجات الحر البحرية، وهطول الأمطار الغزيرة، وكذلك، في بعض الأقاليم، الجفاف الزراعي والإيكولوجي ؛ وزيادة في نسبة الأعاصير المدارية الشديدة؛ وانخفاضات في الجليد البحري في القطب الشمالي، والغطاء الثلجي، والتربة الصقيعية.
{4.3، 4.5، 4.6، 7.4، 8.2، 8.4، الإطار 8.2، 9.3، 9.5، الإطار 9.2، 11.1، 11.2، 11.3، 11.4، 11.6، 11.7، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، 12.4، 12.5، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الأطلس.4، الأطلس.5، الأطلس.6، الأطلس.7، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.10، الأطلس.11} (الشكل SPM.5، الشكل SPM.6، الشكل SPM.8)

1.2.B ومن *المؤكد تقريبا* أن سطح الأرض سيستمر في الاحترار أكثر من سطح المحيطات (من *المرجح* بما يتجاوز بين 1.4 و1.7 مرة). ومن *المؤكد تقريبا* أن القطب الشمالي سوف يستمر في الاحترار أكثر من درجة حرارة سطح الأرض، بثقة *عالية* بما يتجاوز ضِعف معدل الاحترار العالمي.
{2.3، 4.3، 4.5، 4.6، 7.4، 11.1، 11.3، 11.9، 12.4، 12.5، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الأطلس.4، الأطلس.5، الأطلس.6، الأطلس.7، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.10، الأطلس.11، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1،TS.2.6} (الشكل SPM.5)

2.2.B ومع كل زيادة إضافية في الاحترار العالمي، يستمر تزايد حجم التغيرات في الظواهر المتطرفة. فعلى سبيل المثال، تتسبب كل 0.5 درجة مئوية إضافية من الاحترار العالمي في زيادات ملحوظة بوضوح في شدة وتواتر الظواهر الساخنة المتطرفة، بما في ذلك موجات الحر (مرجح إلى حد كبير)، وهطول الأمطار الغزيرة (ثقة *عالية*)، فضلا عن حالات الجفاف الزراعي والإيكولوجي[30] في بعض الأقاليم (ثقة *عالية*). وتشاهد تغيرات ملحوظة في شدة وتواتر حالات الجفاف المتعلقة بالأحوال الجوية، بحيث يشهد عدد أكبر من الأقاليم زيادات لا انخفاضات، وذلك مقابل كل 0.5 درجة مئوية إضافية من الاحترار العالمي (ثقة *متوسطة*). وتصبح الزيادات في تواتر وشدة في حالات الجفاف الهيدرولوجي أكبر مع تزايد الاحترار العالمي في بعض الأقاليم (ثقة *متوسطة*). وسيكون هناك حدوث متزايد لبعض الظواهر المتطرفة التي لم يسبق لها مثيل في سجل الرصد مع حدوث احترار عالمي إضافي، حتى عند بلوغ الاحترار العالمي 1.5 درجة مئوية. والنسبة المئوية المتوقعة للتغيرات في التواتر أكبر بالنسبة للظواهر الأكثر ندرة (ثقة *عالية*).
{8.2، 11.2، 11.3، 11.4، 11.6، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، TS.2.6} (الشكل SPM.5، الشكل SPM.6)

---

25 SSP1-1.9 وSSP1-2.6 هما سيناريوهين يبدآن في عام 2015 وتكون فيهما انبعاثات غازات الاحتباس الحراري منخفضة ومنخفضة جدا، على التوالي، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون تنخفض إلى الصفر الصافي حوالي عام 2050 أو بعده، وتلي ذلك مستويات متفاوتة من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السلبية الصافية.

26 يُعرّف العبور هنا بأنه تجاوز التغير المقدر في درجة حرارة سطح الأرض ، المحدد متوسطه على مدى 20 عاما، مستوى معينا من الاحترار العالمي.

27 يستفيد تقدير تقرير التقييم السادس (AR6) لموعد تجاوز مستوى معين من الاحترار العالمي لأول مرة من النظر في السيناريوهات التوضيحية، والخطوط المتعددة من الأدلة التي تدخل في تقييم الاستجابة المستقبلية لدرجات الحرارة السطحية العالمية للقسر الإشعاعي، والتقدير المحسن للاحترار التاريخي. وبالتالي فإن تقدير تقرير التقييم السادس (AR6) لا يقارَن مباشرة بالملخص لصانعي السياسات للتقرير الخاص SR1.5، الذي أبلغ عن احتمال بلوغ الاحترار العالمي 1.5 درجة مئوية بين عامي 2030 و2052، من استقراء خطي بسيط لمعدلات الاحترار في الماضي القريب. وعند النظر في سيناريوهات مماثلة للسيناريو SSP1-1.9 بدلا من الاستقراء الخطي، فإن تقدير التقرير SR1.5 لموعد تجاوز الاحترار العالمي 1.5 درجة مئوية لأول مرة قريب من أفضل تقدير مُبلغ عنه هنا.

28 تشير التقلبية الطبيعية إلى التقلبات المناخية التي تحدث بدون أي تأثير بشري، أي التقلبية الداخلية المقترنة بالاستجابة للعوامل الطبيعية الخارجية مثل الانفجارات البركانية، والتغيرات في النشاط الشمسي، وكذلك، على نطاقات زمنية أطول، الآثار المدارية وتكتونيات الصفائح (مسرد المصطلحات).

29 تقدر التقلبية الداخلية في أي سنة واحدة بحوالي ±0.25 درجة مئوية (بتراوح النطاق بين 5 و95%، ثقة عالية).

30 تقيّم التغيرات المتوقعة في الجفاف الزراعي والإيكولوجي في المقام الأول على أساس مجموع رطوبة التربة الكلية في العمود . انظر الحاشية 15 للاطلاع على تعريف هطول الأمطار والتبخر النتحي والعلاقة بهما.

3.2.B ومن المتوقع أن تشهد بعض الأقاليم الواقعة في العروض الوسطى وشبه القاحلة، والإقليم الموسمي في أمريكا الجنوبية، أعلى زيادة في درجة حرارة الأيام الأحرّ، بحيث تزيد عن معدل الاحترار العالمي بمقدار 1.5 مرة إلى مرتين تقريباً (*ثقة عالية*). ومن المتوقع أن يشهد القطب الشمالي أعلى زيادة في درجة حرارة أبرد الأيام، أي حوالي ثلاثة أمثال معدل الاحترار العالمي (*ثقة عالية*). ومع الاحترار العالمي الإضافي، سيستمر تواتر موجات الحر البحرية في الازدياد (*ثقة عالية*)، ولا سيما في المحيطات المدارية والقطب الشمالي (*ثقة متوسطة*).
{الإطار 9.2، 11.1، 11.3، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، 12.4، TS.2.4، TS.2.6} (الشكل 6.SPM)

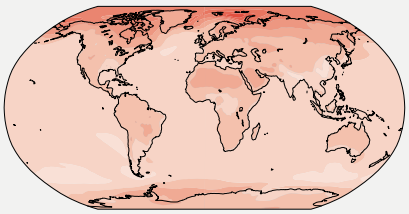
4.2.B من *المرجح* الى حد كبير أن تشتد ظواهر هطول الأمطار الغزيرة وتصبح أكثر تواترا في معظم الأقاليم مع حدوث احترار عالمي إضافي. وعلى الصعيد العالمي، من المتوقع أن تشتد ظواهر هطول الأمطار اليومية المتطرفة بنحو 7% مقابل درجة مئوية واحدة من الاحترار العالمي (*ثقة عالية*). ومن المتوقع أن تزداد نسبة الأعاصير المدارية الشديدة (الفئة 4-5) وسرعة الرياح القصوى لأشد الأعاصير المدارية على الصعيد العالمي مع تزايد الاحترار العالمي (*ثقة عالية*).
{8.2، 11.4، 11.7، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، الإطار TS.4.3.1، TS.6} (الشكل 5.SPM، الشكل 6.SPM)

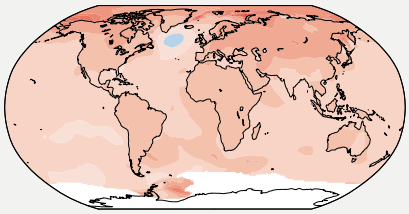
5.2.B ومن المتوقع أن يؤدي الاحترار الإضافي إلى زيادة تضخيم ذوبان التربة الصقيعية وفقدان الغطاء الثلجي الموسمي والجليد البري والجليد البحري في القطب الشمالي (*ثقة عالية*). *ومن المرجح* أن يكون القطب الشمالي خاليا تقريباً من الجليد البحري في أيلول/ سبتمبر[31] مرة واحدة على الأقل قبل عام 2050 في إطار السيناريوهات التوضيحية الخمسة المستخدمة في هذا التقرير، مع زيادة تواتر حدوث مستويات أعلى من الاحترار. وهناك *ثقة منخفضة* في التراجع المتوقع للجليد البحري في أنتاركتيكا.
{4.3، 4.5، 7.4، 8.2، 8.4، الإطار 8.2، 9.3، 9.5، 12.4، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الأطلس.5، الأطلس.6، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.11، TS.2.5} (الشكل 8.SPM)

مع كل زيادة في الاحترار العالمي، تصبح التغيرات أكبر في المتوسط الإقليمي لدرجة الحرارة، وهطول الأمطار، ورطوبة التربة

(أ) متوسط التغير السنوي في درجة الحرارة (بالدرجة المئوية) عند الاحترار العالمي بمقدار درجة مئوية واحدة

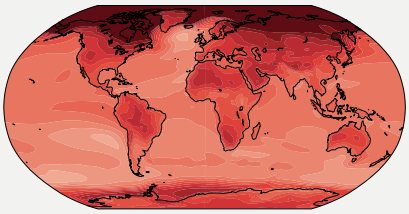
يؤثر الاحترار بمقدار درجة مئوية واحدة على جميع القارات، وهو عموما أكبر على اليابسة منه فوق المحيطات في كل من عمليات الرصد والنماذج. وفي معظم الأقاليم، تتسق الأنماط المرصودة والأنماط المحاكاة.

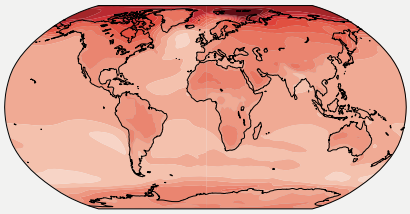


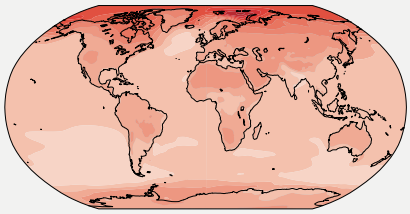


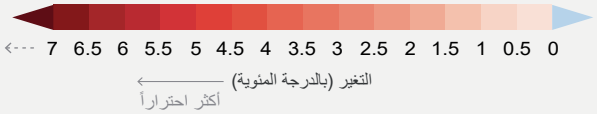
(ب) متوسط التغير السنوي في درجة الحرارة (بالدرجة المئوية) مقارنة بالفترة 1850-1900

عبر مستويات الاحترار، يحدث احترار في المناطق البرية أكبر من الاحترار الذي يحدث في مناطق المحيطات، والاحترار الذي يحدث في القطب الشمالي والقطب الجنوبي أكبر من الاحترار الذي يحدث في المناطق المدارية.

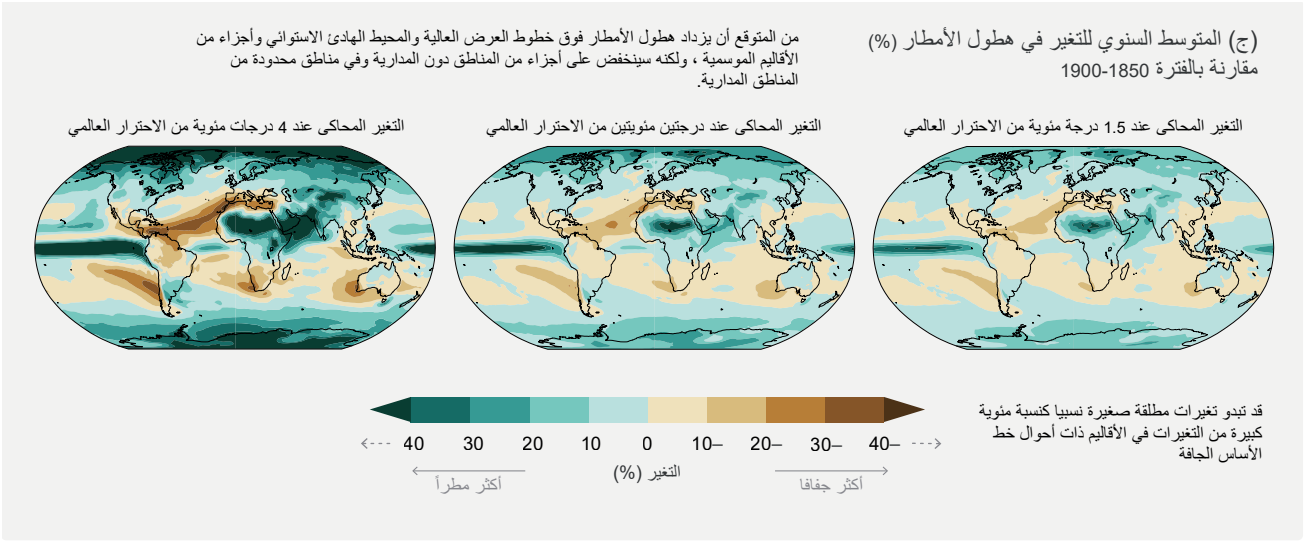


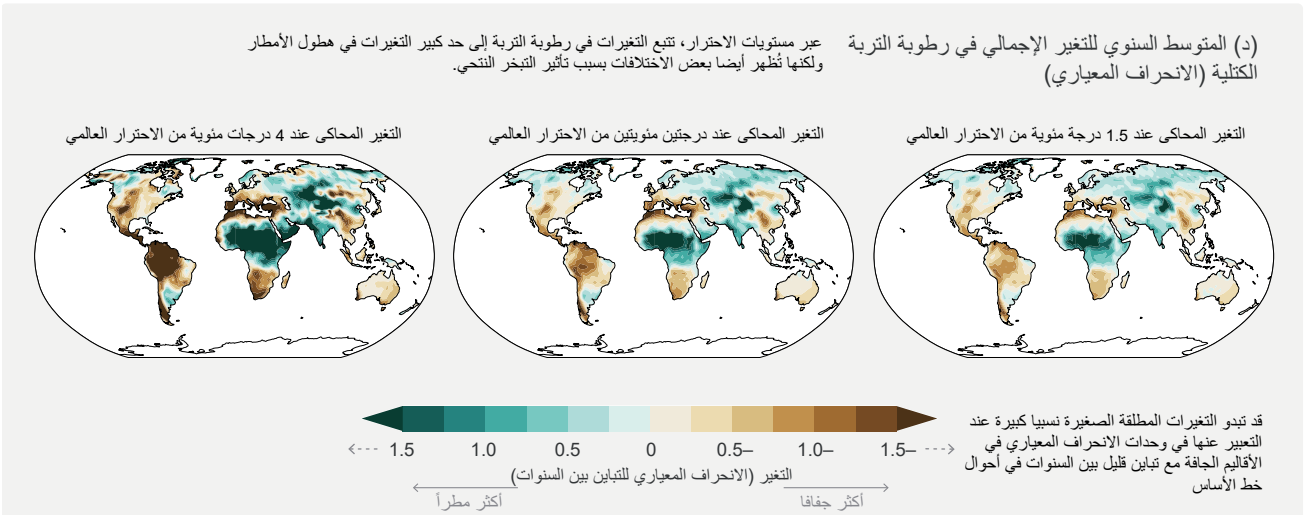






31 المتوسط الشهري لمساحة الجليد البحري التي تقل عن مليون كيلومتر مربع، وهو ما يمثل حوالي 15 % من متوسط مساحة الجليد البحري لشهر أيلول/سبتمبر التي رُصدت في الفترة 1979-1988.





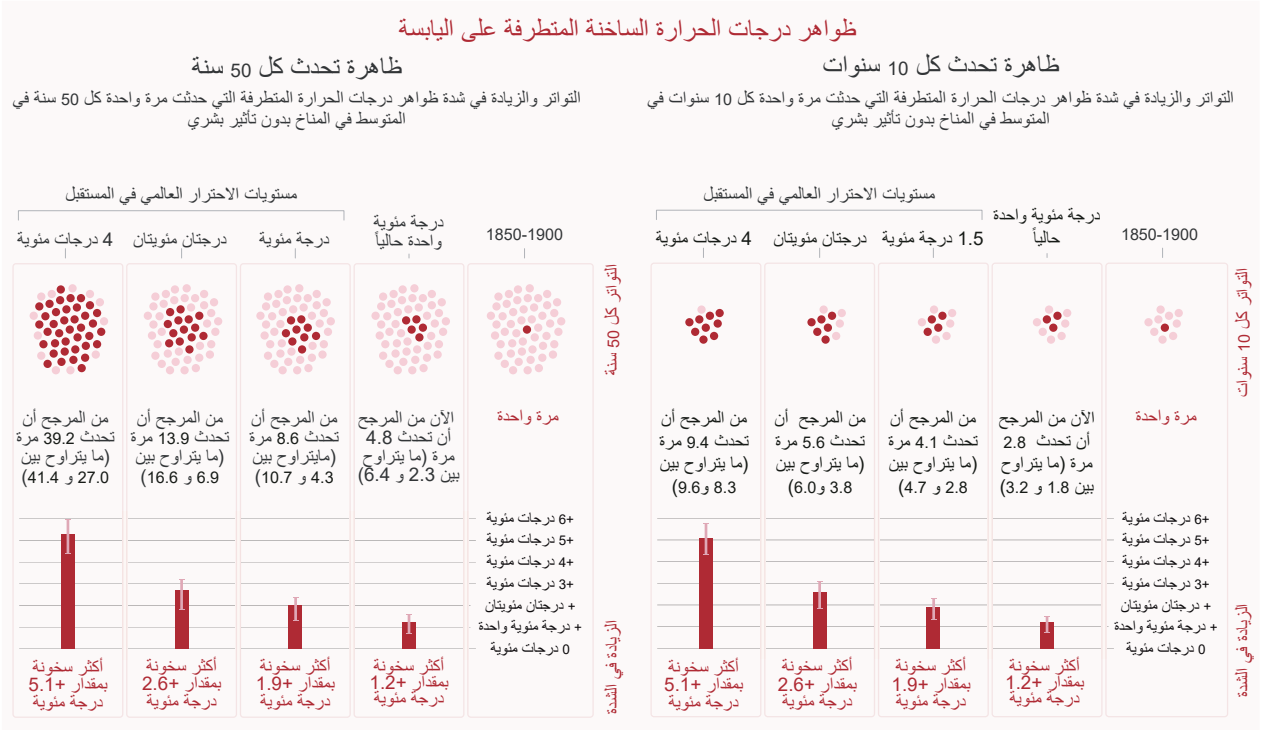
الشكل SPM.5: التغيرات في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة السطحية، وهطول الأمطار، ورطوبة التربة.

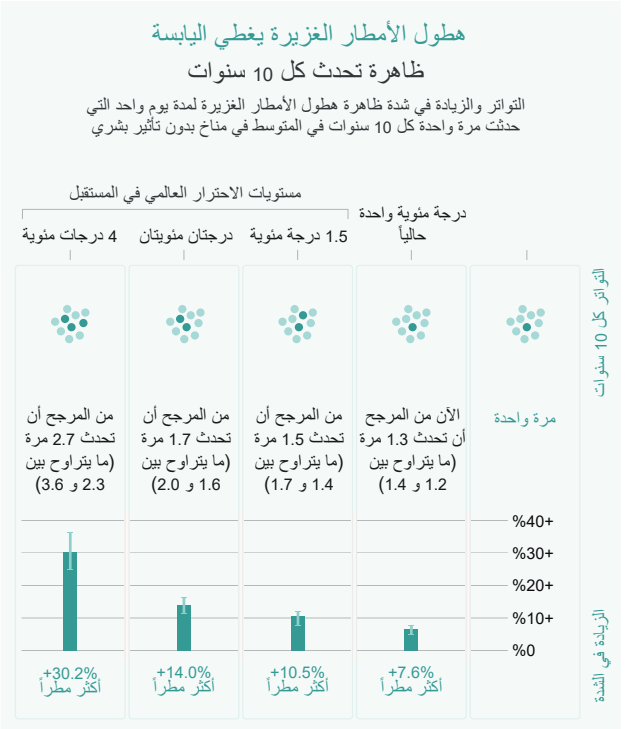
اللوحة (أ) مقارنة المتوسط السنوي للتغيّر المرصود والمحاكى لدرجة الحرارة السطحية. تبيّن الخريطة اليسرى التغيرات المرصودة في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة السطحية في الفترة 1850-2020 مقابل كل درجة مئوية من الاحترار العالمي. وتتراجع التغيرات في المتوسط السنوي المرصود لدرجة الحرارة السطحية المحلية (أي نقطة الشبكة) بشكل خطي مقابل درجة حرارة سطح الأرض في الفترة 1850-2020. وبيانات درجة الحرارة المرصودة مستقاة من Berkeley Earth، وهي مجموعة البيانات ذات التغطية الأكبر والأعلى دقة أفقية. ويطبق الارتداد الخطي على كافة السنوات التي تتوافر بيانات عنها عند نقطة الشبكة المقابلة. وقد استُخدم أسلوب الارتداد لمراعاة السلسلة الزمنية الكاملة للرصد وبالتالي تقليل دور التقلبية الداخلية على مستوى نقطة الشبكة. ويشير اللون الأبيض إلى المناطق التي كانت التغطية الزمنية فيها 100 سنة أو أقل وبالتالي تُعتبر قصيرة جدا لحساب ارتداد خطي موثوق به. وتستند الخريطة المبينة على اليمين إلى عمليات المحاكاة بالنماذج وتبيّن التغير في المتوسط السنوي من نماذج متعددة لدرجات الحرارة المحاكاة عند مستوى احترار عالمي قدره درجة مئوية واحدة (متوسط تغير درجة الحرارة السطحية على مدار 20 عاما مقارنة بالفترة 1850-1900). وتشير المثلثات الموجودة في كل طرف من شريط الألوان إلى قيم خارج الحدود، أي قيم أعلى أو أقل من الحدود المبيّنة.

اللوحة (ب) المتوسط السنوي المحاكى لتغيّر درجة الحرارة (بالدرجة المئوية)، واللوحة (ج) تغير هطول الأمطار (%)، واللوحة (د) التغير في مجموع رطوبة التربة الكتلية (الانحراف المعياري للتباين بين السنوات) عند مستويات الاحترار العالمي البالغة 1.5 درجة مئوية ودرجتين مئويتين و4 درجات مئوية (متوسط التغير العالمي في درجة الحرارة السطحية لمدة 20 عاما مقارنة بالفترة 1850-1900). وتقابل التغيرات المحاكاة متوسط التغير من نماذج متعددة في المرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) (التغير الوسيط لرطوبة التربة) على مستوى الاحترار العالمي المقابل، أي نفس الطريقة المتعلقة بالخريطة اليمنى في اللوحة (أ). وفي اللوحة (ج)، قد تقابل النسبة المئوية الإيجابية المرتفعة للتغيرات في الأقاليم الجافة تغيرات مطلقة صغيرة. وفي اللوحة (د)، الوحدة هي الانحراف المعياري للتغير بين السنوات في رطوبة التربة خلال الفترة 1850-1900. والانحراف المعياري هو مقياس يستخدم على نطاق واسع في توصيف شدة الجفاف. ويقابل انخفاض متوقع في متوسط رطوبة التربة بمقدار انحراف معياري واحد أحوال رطوبة التربة النمطية لحالات الجفاف ايكولوجي حدثت مرة واحدة كل ست سنوات تقريبا خلال الفترة 1850-1900. وفي اللوحة (د)، قد تقابل التغيرات الكبيرة في الأقاليم الجافة التي لا تتغير إلا قليلا بين السنوات من حيث الأحوال الأساسية تغيراً مطلقاً صغيراً. وتشير المثلثات الموجودة في كل طرف من أشرطة الألوان إلى قيم خارج الحدود، أي قيم أعلى أو أقل من الحدود المبينة. ويبيَّن متوسط النتائج من جميع النماذج التي تصل إلى مستوى الاحترار المقابل

في أي من السيناريوهات التوضيحية الخمسة (SSP1-1.9، SSP1-2.6، SSP2-4.5، SSP3-7.0 وSSP5-8.5). وتتوافر خرائط للتغيرات في المتوسط السنوي لدرجات الحرارة وهطول الأمطار عند مستوى احترار عالمي قدره 3 درجات مئوية في الشكل 4.31 والشكل 4.32 في القسم 4.6.
وتوجد خرائط مقابلة للوحات (ب) و(ج) و(د)، بما في ذلك التظليل للإشارة إلى مستوى اتفاق النماذج على مستوى خلايا الشبكة، في الأشكال 4.31 و4.32 و11.19، على التوالي؛ وكما هو موضح في الأطلس.1 في الإطار المشترك بين الفصول، فإن التظليل على مستوى الشبكة ليس مفيدا من حيث المعلومات للنطاقات المكانية الأكبر (على سبيل المثال، فوق الأقاليم المرجعية لتقرير التقييم السادس)(AR6) حيث تكون الإشارات المجمعة أقل تأثرا بالتباين الصغير النطاق، مما يؤدي إلى زيادة في القوة.
{الشكل 1.14، 4.6.1، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، الأطلس.1 في الإطار المشترك بين الفصول، TS.1.3.2، الشكلان TS.3 وTS.5}

التغيرات المتوقعة في الظواهر المتطرفة تكون أكبر من حيث التواتر والشدة مع كل زيادة إضافية في الاحترار العالمي





الشكل SPM.6: التغيرات المتوقعة في شدة وتواتر ظواهر تطرف درجات الحرارة على اليابسة، وتطرف هطول الأمطار الغزيرة على اليابسة، والجفاف الزراعي والإيكولوجي في الأقاليم الجافة.

وتبيِّن التغيرات المتوقعة عند مستويات الاحترار العالمي التي تبلغ درجة مئوية واحدة و1.5 درجة مئوية ودرجتين مئويتين و4 درجات مئوية، وهي مقارنة بالفترة 1850-1900، وتمثل مناخا بدون تأثير بشري. ويصور الشكل التواترات والزيادات في شدة الظواهر المتطرفة التي استمرت 10 أعوام أو 50 عاما من فترة الأساس (1850-1900) في حالة بلوغ الاحترار العالمي مستويات مختلفة.

وتعرّف قيم درجات الحرارة الساخنة المتطرفة بأنها درجات الحرارة العظمى اليومية فوق اليابسة التي تم تجاوزها في المتوسط مرة واحدة في عقد (ظاهرة حدثت كل 10 سنوات) أو مرة واحدة في 50 عاما (ظاهرة حدثت كل 50 عاما) خلال الفترة المرجعية 1850-1900. وتعرّف ظواهر هطول الأمطار المتطرفة بأنها كمية هطول الأمطار اليومية على اليابسة التي تم تجاوزها مرة واحدة في المتوسط في عقد خلال الفترة المرجعية 1850-1900. وتعرّف ظواهر الجفاف الزراعي والإيكولوجي بأنها المتوسط السنوي لمجموع رطوبة التربة الكلية في العمود الأقل من المئين العاشر لفترة الأساس 1850-1900. وتعرّف هذه القيم المتطرفة على نطاق خلية شبكية في نموذج. وفيما يتعلق بقيَم درجات الحرارة الساخنة المتطرفة وهطول الأمطار المتطرف، تبيّن النتائج للياسة في العالم. وفيما يتعلق بالجفاف الزراعي والايكولوجي تبيَّن النتائج للأقاليم الجافة فقط، التي تقابل أقاليم تقرير التقييم السادس (AR6) التي توجد *ثقة متوسطة* على الأقل في حدوث زيادة متوقعة في حالات الجفاف الزراعي والايكولوجي فيها عند مستوى الاحترار البالغ درجتين مئويتين مقارنة بفترة الأساس 1850-1900 في المرحلة 6 من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6). وتشمل هذه الأقاليم غرب أمريكا الشمالية، ووسط أمريكا الشمالية، وشمال أمريكا الوسطى، وجنوب أمريكا الوسطى، ومنطقة البحر الكاريبي، وشمال أمريكا الجنوبية، وشمال شرق أمريكا الجنوبية، والإقليم الموسمي في أمريكا الجنوبية، وجنوب غرب أمريكا الجنوبية، وجنوب أمريكا الجنوبية، وغرب ووسط أوروبا، وإقليم البحر الأبيض المتوسط، وغرب الجنوب الأفريقي، وشرق الجنوب الأفريقي، ومدغشقر، وشرق أستراليا، وجنوب أستراليا، (منطقة البحر الكاريبي غير مدرجة في حساب الرقم بسبب العدد القليل جدا من خلايا شبكة اليابسة الكاملة). ولا تُظهر الأقاليم غير الجافة زيادة أو انخفاضا بوجه عام في شدة الجفاف. وتختلف إسقاطات التغيرات في مجموعة النماذج المتعددة لحالات الجفاف الزراعي والإيكولوجي في المرحلة الخامسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP5) عن تلك في المرحلة السادسة من المشروع (CMIP6) في بعض الأقاليم، بما في ذلك في أجزاء من أفريقيا وآسيا. ويتضمن الفصل 11 تقييمات للتغيرات المتوقعة في حالات الجفاف المتعلقة بالأحوال الجوية و الهيدرولوجية.

وفي قسم 'التواتر'، يمثَّل كل عام بنقطة. وتشير النقاط الداكنة إلى السنوات التي يحدث فيها تجاوز للعتبة القصوى، في حين أن النقاط الخفيفة هي السنوات التي لا يحدث فيها تجاوز للعتبة. والقيم هي القيم الوسيطة (المبينة بخط داكن) ونطاقاتها *المرجحة* التي تستند إلى النطاق الذي يتراوح بين 5 و95% والخاص بالمجموعة المتعددة النماذج من عمليات المحاكاة الخاصة بالمرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) في ظل سيناريوهات المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة المختلفة. وحرصاً على الاتساق، يستند عدد النقاط الداكنة إلى القيمة الوسيطة المقرّبة إلى رقم صحيح. وفي قسم 'الشدة'، تُعرض القيم الوسيطة ونطاقاتها *المرجحة* التي تستند أيضاً إلى النطاق الذي يتراوح بين 5 و95%، والخاص بالمجموعة المتعددة النماذج من عمليات المحاكاة الخاصة بالمرحلة السادسة من المشروع (CMIP6)، كأشرطة داكنة وخفيفة، على التوالي. ويُعبَّر عن التغيرات في شدة القيم المتطرفة لدرجات الحرارة الساخنة وهطول الأمطار المتطرفة كدرجة مئوية وكنسبة مئوية. أما بالنسبة للجفاف الزراعي والإيكولوجي ، فيعبّر عن التغيرات في الشدة ككسور من الانحراف المعياري للرطوبة السنوية للتربة.

{11.1؛ 11.3؛ 11.4؛ 11.6؛ 11.9؛ الأشكال 11.12، 11.15، 11.6، 11.7؛ و11.18}

3.B ومن المتوقع أن يؤدي استمرار الاحترار العالمي إلى زيادة شدة دورة المياه العالمية، بما في ذلك تقلبيتها، وهطول الأمطار الموسمية العالمية، وشدة الظواهر الرطبة والجافة.

{4.3، 4.4، 4.5، 4.6، 8.2، 8.3، 8.4، 8.5، الإطار 8.2، 11.4، 11.6، 11.9، 12.4، الأطلس.3} (الشكل SPM.5، الشكل SPM.6)

1.3.B وهناك أدلة معززة منذ تقرير التقييم الخامس (AR5) على أن دورة المياه العالمية ستستمر شدتها مع ارتفاع درجات الحرارة العالمية (*ثقة عالية*)، بحيث من المتوقع أن تصبح تدفقات الأمطار والمياه السطحية أكثر تقلباً على معظم مناطق اليابسة داخل المواسم (*ثقة عالية*) ومن سنة إلى أخرى (*ثقة متوسطة*). ومن المتوقع أن يزداد المتوسط السنوي لهطول الأمطار على اليابسة في العالم بنسبة تتراوح بين صفر و5% في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا (SSP1-1.9)، وبنسبة تتراوح بين 1.5 و8% في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة (SSP2-4)، وما يتراوح بين 1 و13% في ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة جدا (SSP5-8.5) بحلول الفترة 2081-2100 مقارنة بالفترة 1995-2014 (النطاقات المرجحة). ومن المتوقع أن يزداد هطول الأمطار فوق خطوط العرض العالية، والمحيط الهادئ الاستوائي، وأجزاء من الأقاليم التي تهطل فيها الأمطار الموسمية، ولكنه سينخفض على أجزاء من المناطق دون المدارية ومساحات محدودة في المناطق المدارية في السيناريوهات SSP2-4.5 وSSP3-7.0 وSSP5-8.5 (مرجح إلى حد كبير). ومن المتوقع أن يزداد الجزء من اليابسة في العالم الذي يشهد زيادات أو انخفاضات يمكن اكتشافها في متوسط هطول الأمطار الموسمي (*ثقة متوسطة*). وهناك *ثقة عالية* في حدوث بداية مبكرة لذوبان الثلوج في الربيع، مع ارتفاع تدفقات الذروة على حساب تدفقات الصيف في المناطق التي تهيمن عليها الثلوج على الصعيد العالمي.

{4.3، 4.5، 4.6، 8.2، 8.4، الأطلس.3، TS.4.3، TS.2.6، الإطار TS.6} (الشكل SPM.5)

2.3.B ومن المتوقع أن يؤدي مناخ أدفأ إلى اشتداد ظواهر الطقس والمناخ والمواسم المطيرة جداً والجافة جداً، مع ما يترتب على ذلك من آثار على الفيضانات أو الجفاف (*ثقة عالية*)، ولكن موقع وتواتر هذه الظواهر يتوقفان على التغيرات المتوقعة في دوران الغلاف الجوي الإقليمي، بما في ذلك الرياح الموسمية ومسارات العواصف في العروض الوسطى. *ومن المرجح* الى حد كبير أن يتضاعف تقلب هطول الأمطار المتصل بالنينيو - التذبذب الجنوبي بحلول النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين في سيناريوهات SSP2-4.5 وSSP3-7.0 وSSP5-8.5.

{4.3، 4.5، 4.6، 8.2، 8.4، 8.5، 11.4، 11.6، 11.9، 12.4، TS.4.2، TS.2.6، الإطار TS.6} (الشكل SPM.5، الشكل SPM.6)

3.3.B ومن المتوقع أن يزداد هطول الأمطار الموسمية على المدى المتوسط إلى الطويل على الصعيد العالمي، لا سيما في جنوب وجنوب شرق آسيا وشرق آسيا وغرب أفريقيا باستثناء أقصى غرب منطقة الساحل (*ثقة عالية*). ومن المتوقع أن يتأخر فصل الرياح الموسمية في أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وغرب أفريقيا (*ثقة عالية*) وأن يحدث تراجع متأخر فوق غرب أفريقيا (*ثقة متوسطة*).

{4.4، 4.5، 8.2، 8.3، 8.4، الإطار 8.2، الإطار TS.13}

4.3.B ومن *المرجح* حدوث تحول واشتداد متوقعين في اتجاه الجنوب في مسارات العواصف الصيفية في العروض الوسطى في نصف الكرة الأرضية الجنوبي وما يرتبط بذلك من هطول الأمطار على المدى الطويل في ظل سيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة (SSP3-7.0، SSP5-8.5)، ولكن على المدى القريب، يقاوم تأثير استعادة الأوزون الستراتوسفيري هذه التغيرات (*ثقة عالية*). وهناك *ثقة متوسطة* في استمرار تحوُّل العواصف في اتجاه القطب وهطول أمطارها في شمال المحيط الهادئ، في حين أن هناك *ثقة منخفضة* في التغيرات المتوقعة في مسارات العواصف في شمال المحيط الأطلسي.

{TS.2.3، TS.4.2، 8.4، 4.5، 4.4}

4.B وفي ظل السيناريوهات التي تزيد فيها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، من المتوقع أن تكون مصارف الكربون في المحيطات واليابسة أقل فعالية في إبطاء تراكم ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي.

{4.3, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6} (الشكل SPM.7)

1.4.B وفي حين يتوقع أن تمتص مصارف الكربون الطبيعية في اليابسة والمحيطات، بالقيمة المطلقة، كمية أكبر تدريجيا من ثاني أكسيد الكربون في ظل سيناريوهات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأعلى مقارنة بسيناريوهات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الأقل، فإنها تصبح أقل فعالية، أي أن نسبة الانبعاثات التي تمتصها اليابسة والمحيطات تنخفض مع تزايد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية. ومن المتوقع أن يسفر ذلك عن بقاء نسبة أعلى من ثاني أكسيد الكربون المنبعث في الغلاف الجوي (*ثقة عالية*).

{5.2، 5.4، الإطار TS.5} (الشكل SPM.7)

2.4.B واستنادا إلى إسقاطات النماذج، وفي ظل سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة الذي يحقق ثبات تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في هذا القرن (SSP2-4.5)، من المتوقع أن تنخفض معدلات ثاني أكسيد الكربون التي تمتصها اليابسة والمحيطات في النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين (*ثقة عالية*). وفي ظل سيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة والمنخفضة جدا (SSP1-1.9، SSP1-2.6)، حيث تبلغ تركيزات ثاني أكسيد الكربون ذروتها وتنخفض خلال القرن الحادي والعشرين، تبدأ اليابسة والمحيطات في امتصاص كميات أقل من الكربون استجابة لانخفاض تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (*ثقة عالية*) وتتحول إلى مصدر صافٍ ضعيف بحلول عام 2100 في ظل SSP1-1.9 (*ثقة متوسطة*). ومن غير *المرجح* الى حد كبير أن تتحول مصارف اليابسة والمحيطات العالمية معاً إلى مصدر بحلول عام 2100 في ظل سيناريوهات بدون انبعاثات سلبية صافية (SSP2-4.5، SSP3-7.0، SSP5-8.5)[32].

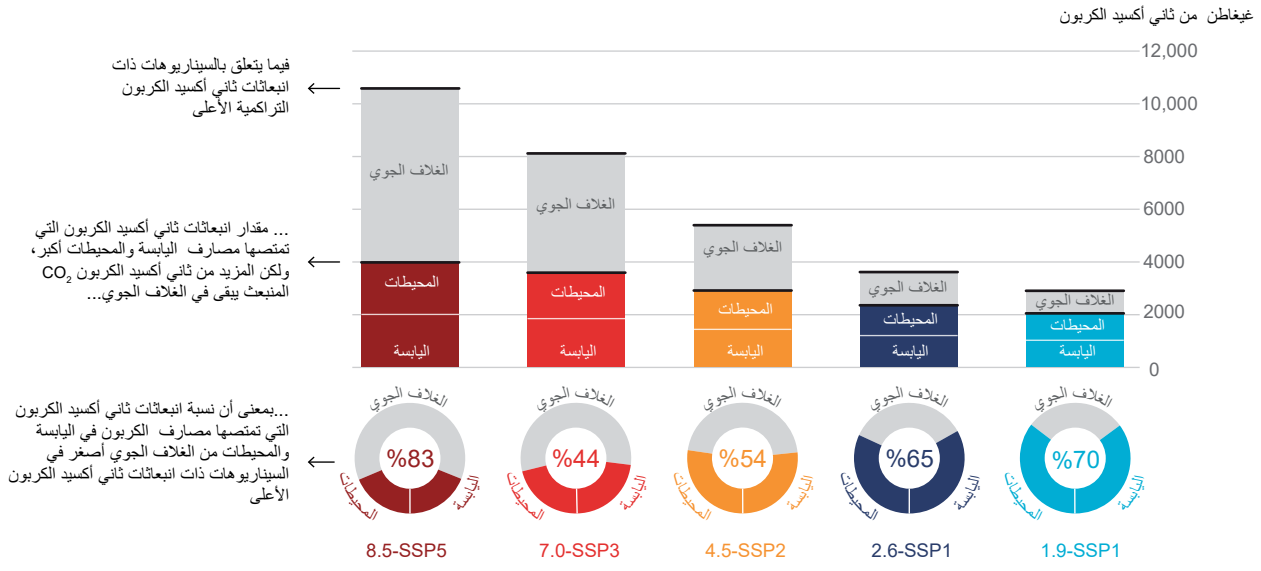
{4.3، 5.4، 5.5، 5.6، الإطار TS.3.3، TS.5}

3.4.B ويصبح حجم التأثيرات التفاعلية بين تغير المناخ ودورة الكربون أكبر ولكنه أيضا غير مؤكد بدرجة أكبر في سيناريوهات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتفعة (*ثقة عالية جدا*). غير أن إسقاطات نماذج المناخ تبين أن الاختلافات بين سيناريوهات الانبعاثات تهيمن على أوجه عدم اليقين في تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بحلول عام 2100 (*ثقة عالية*). ومن شأن الاستجابات الإضافية للنظم الإيكولوجية إزاء الاحترار التي لم تدرج بالكامل حتى الآن في النماذج المناخية، مثل تدفقات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4) من الأراضي الرطبة، وذوبان التربة الصقيعية، وحرائق الغابات، أن تزيد من تركيزات هذه الغازات في الغلاف الجوي (*ثقة عالية*).

{5.4، الإطار TS.3.2، TS.5}

نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تمتصها مصارف الكربون في اليابسة والمحيطات أصغر في السيناريوهات ذات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية الأعلى

إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية التي امتصتها اليابسة والمحيطات (الألوان) وتبقى في الغلاف الجوي (الرمادي) في ظل السيناريوهات التوضيحية الخمسة من عام 1850 إلى عام 2100



32 هذه التكيفات المتوقعة لمصارف الكربون مع تثبيت أو انخفاض ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تراعى في العمليات الحسابية لميزانيات الكربون المتبقية.

الشكل SPM.7: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية البشرية المنشأ التي تمتصها مصارف اليابسة والمحيطات بحلول عام 2100 في إطار السيناريوهات التوضيحية الخمسة.

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية البشرية المنشأ (التي يتسبب فيها الإنسان) التي تمتصها مصارف اليابسة والمحيطات في ظل السيناريوهات التوضيحية الخمسة (SSP1-1.9 وSSP1-2.6 وSSP2-4.5 وSSP3-7.0 وSSP5-8.5) تحاكى من عام 1850 إلى عام 2100 بواسطة النماذج المناخية الخاصة بالمرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) في عمليات المحاكاة التي تعتمد على التركيزات. وتستجيب مصارف الكربون في اليابسة والمحيطات للانبعاثات السابقة والحالية والمستقبلية؛ ولذلك، تُعرض هنا المصارف التراكمية من عام 1850 إلى عام 2100. وخلال الفترة التاريخية (1850-2019) امتصت مصارف اليابسة والمحيطات المرصودة 1430 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون (59%) (CO_2 من الانبعاثات).

ويوضح الرسم البياني الشريطي المقدار المتوقع من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية البشرية المنشأ (غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون) بين عامي 1850 و2100 المتبقي في الغلاف الجوي (الجزء الرمادي) والذي تمتصه اليابسة والمحيطات (الجزء الملون) في عام 2100. ويوضح الرسم البياني الدائري نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون[33] البشرية المنشأ التراكمية التي تمتصها مصارف اليابسة والمحيطات وتبقى في الغلاف الجوي في عام 2100. وتشير القيم بالنسبة المئوية إلى نسبة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ التراكمية التي تمتصها مصارف اليابسة والمحيطات معاً في عام 2100. وتُحسب الانبعاثات الكربونية البشرية المنشأ الإجمالية بإضافة الانبعاثات العالمية الصافية لاستخدام الأراضي من قاعدة بيانات سيناريوهات المرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) إلى الانبعاثات القطاعية الأخرى المحسوبة من عمليات تنفيذ النموذج المناخي بتركيزات محددة لثاني أكسيد الكربون. ويحسب امتصاص ثاني أكسيد الكربون في اليابسة والمحيطات منذ عام 1850 من صافي إنتاجية المجتمعات الأحيائية على اليابسة، مع تصحيحه لمراعاة خسائر ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن تغير استخدام الأراضي بإضافة انبعاثات تغير استخدام الأراضي، وصافي تدفق ثاني أكسيد الكربون في المحيطات.

{5.2.1؛ الجدول 5.1، 5.4.5؛ الشكل 5.25؛ الإطار TS.5؛ الإطار TS.5، الشكل 1}

5.B وكثير من التغيرات الناجمة عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري السابقة والمستقبلية لاعكوسة وستدوم فترات تتراوح بين قرون وآلاف السنين، لا سيما التغيرات في المحيطات والصفائح الجليدية ومستوى سطح البحر في العالم.
{2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2.4، 4.3، 4.5، 4.7، 5.3، 9.2، 9.4، 9.5، 9.6، الإطار 9.4} (الشكل SPM.8)

1.5.B وقد أدت الانبعاثات السابقة لغازات الاحتباس الحراري السابقة منذ عام 1750 إلى حتمية احترار محيطات العالم في المستقبل (*ثقة عالية*). وخلال بقية القرن الحادي والعشرين، يتراوح الاحترار *المرجح* للمحيطات بين ما يتراوح بين ضِعف و4 أمثال (SSP1-2.6) وما يتراوح بين 4 و8 أمثال (SSP5-8.5) التغير الذي حدث في الفترة 1971-2018. واستنادا إلى خطوط متعددة من الأدلة، سيستمر ارتفاع تطبق أعالي المحيطات (مؤكد تقريبا)، وتحمض المحيطات (مؤكد تقريبا)، وإزالة أكسجة المحيطات (*ثقة عالية*) في القرن الحادي والعشرين، بمعدلات تتوقف على الانبعاثات في المستقبل. والتغيرات لاعكوسة على النطاقات الزمنية المئوية إلى الألفية في درجة حرارة المحيطات العالمية (*ثقة عالية جدا*)، وتحمّض أعماق المحيطات (*ثقة عالية جدا*)، وإزالة الأكسجة (*ثقة متوسطة*).

{4.3، 4.5، 4.7، 5.3، 9.2، TS.2.4} (الشكل SPM.8)

2.5.B ومن الحتمي أن يستمر ذوبان المجلدات الجبلية والقطبية لعقود أو قرون (*ثقة عالية جدا*). وفقدان كربون التربة الصقيعية بعد ذوبان التربة الصقيعية لاعكوسي على نطاقات زمنية مئوية (*ثقة عالية*). واستمرار فقدان الجليد على مدى القرن الحادي والعشرين هو مؤكد تقريباً بالنسبة للصفيحة الجليدية في غرينلاند ومرجح بالنسبة للصفيحة الجليدية في القطب الجنوبي. وهناك *ثقة عالية* في أن مجموع فقدان الجليد من الصفيحة الجليدية في غرينلاند سيزداد مع الانبعاثات التراكمية. وهناك *أدلة* محدودة على النتائج المنخفضة الأرجحية وذات الأثر الكبير (الناجمة عن عمليات عدم استقرار الصفائح الجليدية التي تتسم بعدم يقين شديد، وتنطوي في بعض الحالات على نقاط تحول) التي من شأنها أن تزيد بقوة من فقدان الجليد من الصفيحة الجليدية في أنتاركتيكا لمدة قرون في ظل سيناريوهات الانبعاثات المرتفعة لغازات الاحتباس الحراري[34].

{4.3، 4.7، 5.4، 9.4، 9.5، الإطار 9.4، الإطار TS.2.5، TS.1}

3.5.B ومن *المؤكد تقريبا* أن المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر سيستمر في الارتفاع خلال القرن الحادي والعشرين. ومقارنة بالفترة 1995-2014، يتراوح المتوسط العالمي المحتمل لارتفاع مستوى سطح البحر بحلول عام 2100 ما بين 0.28 و0.55 متر في إطار سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا (SSP1-1.9)؛ وما يتراوح بين 0.32 و0.62 متر في سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة (SSP1-2.6)؛ وما يتراوح بين 0.44 و0.76 متر في سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة (SSP2-4.5)؛ وما يتراوح بين 0.63 و1.01 متر في سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة جدا (SSP5-8.5) (*ثقة متوسطة*)[35] . ولا يمكن استبعاد ارتفاع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر فوق النطاق *المرجح* - الذي يقترب من مترين بحلول عام 2100 و5 أمتار بحلول عام 2150 في سيناريو انبعاثات مرتفعة جداً لغازات الاحتباس الحراري (SSP5-8.5) (*ثقة منخفضة*) - بسبب عدم اليقين العميق في عمليات الصفائح الجليدية.

{4.3، 9.6، الإطار 9.4، الإطار TS.4} (الشكل SPM.8)

4.5.B وعلى المدى الطويل، من الحتمي أن يرتفع مستوى سطح البحر لمدة تتراوح بين قرون وآلاف السنين بسبب استمرار احترار أعماق المحيطات وذوبان الصفائح الجليدية وسيظل مرتفعا لآلاف السنين (*ثقة عالية*). وخلال الألفي سنة القادمة، سيرتفع المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر بنحو مترين إلى ثلاثة أمتار إذا اقتصر الاحترار على 1.5 درجة مئوية، وبنحو مترين إلى 6 أمتار إذا اقتصر الاحترار على درجتين مئويتين، وبنحو 19 إلى 22 متراً مع بلوغ الاحترار 5 درجات مئوية، وسيستمر في الارتفاع على مدى آلاف السنين اللاحقة (*ثقة منخفضة*). وتتسق إسقاطات ارتفاع

33 تحسب الانبعاثات القطاعية الأخرى باعتبارها بقايا امتصاص صافي ثاني أكسيد الكربون في اليابسة والمحيطات والتغيرات المقررة لتركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في عمليات المحاكاة الخاصة بالمرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6). وهذه الانبعاثات المحسوبة هي انبعاثات صافية ولا تفصل الانبعاثات البشرية المنشأ الإجمالية عن عمليات الإزالة، المدرجة ضمنا.

34 المحصلات المنخفضة الأرجحية وذات الأثر الكبير هي تلك التي يكون احتمال حدوثها منخفضا أو غير معروف جيدا (كما هو الحال في سياق عدم اليقين العميق) ولكن يمكن أن تكون آثارها المحتملة على المجتمع والنظم الإيكولوجية عالية. ونقطة التحول هي عتبة حرجة يعيد بعدها النظام تنظيم نفسه، بشكل مفاجئ و/أو لاعكوسي في كثير من الأحيان (مسرد المصطلحات).

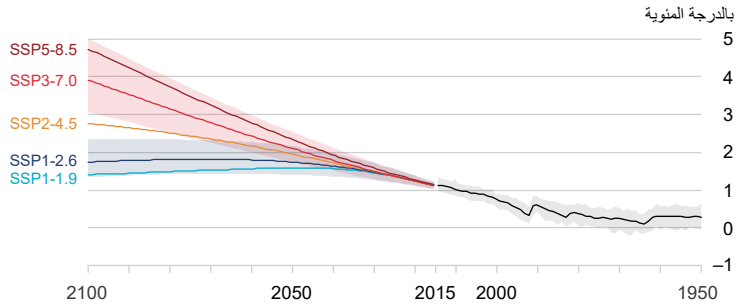
{1.4، الإطار المشترك بين الفصول 1.3، 4.7}

35 للمقارنة بالفترة الأساسية 1986-2005 المستخدمة في تقرير التقييم الخامس (AR5) والتقرير الخاص عن المحيطات والغلاف الجليدي في ظل مناخ متغير (SROCC)، أضف 0.03 متر إلى تقديرات المتوسط العالمي لارتفاع مستوى سطح البحر. وللمقارنة بفترة الأساس 1900 المستخدمة في الشكل SPM.8، أضف 0.16 متر.

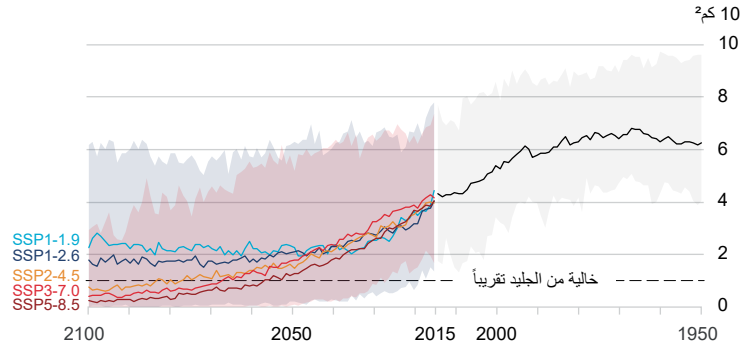
المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر المتعدد الألفيات مع المستويات التي أعيد بناؤها خلال فترات المناخ الدافئ الماضية: فمن *المرجح* أنه كان أعلى بما يتراوح بين 5 و10 أمتار مما هو الآن قبل حوالي 125000 سنة، عندما كان من *المرجح* الى حد كبير أن درجات الحرارة العالمية أعلى بما يتراوح بين 0.5 درجة مئوية و1.5 درجة مئوية مقارنة بالفترة 1850-1900؛ ومن *المرجح* الى حد كبير أنه كان أعلى بما يتراوح بين 5 أمتار و25 متراً قبل 3 ملايين سنة تقريباً، عندما كانت درجات الحرارة العالمية أعلى بما يتراوح بين 2.5 درجة مئوية و4 درجة مئوية (*ثقة متوسطة*). {2.3، الإطار المشترك بين الفصول 2.4، 9.6، الإطار TS.2، الإطار TS.4، الإطار TS.9}

تؤثر الأنشطة البشرية على جميع مكونات النظام المناخي الرئيسية، بحيث يستجيب بعضها على مدى عقود والبعض الآخر على مدى قرون

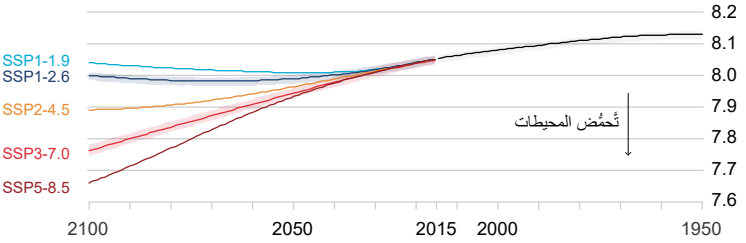
اللوحة (أ) تغيّر درجة حرارة سطح الأرض مقارنة بالفترة 1850-1900



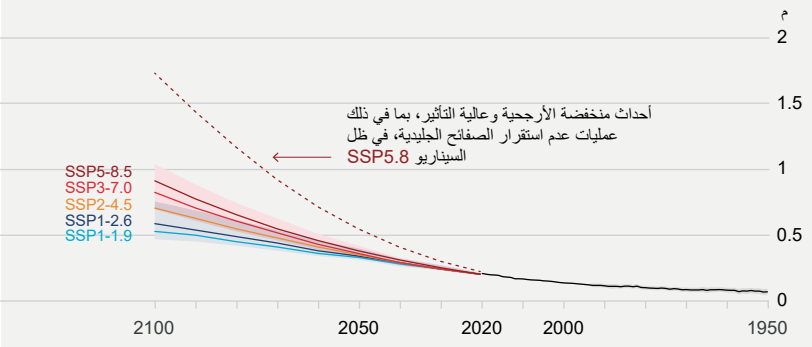
(ب) مساحة الجليد البحري في القطب الشمالي في أيلول/سبتمبر



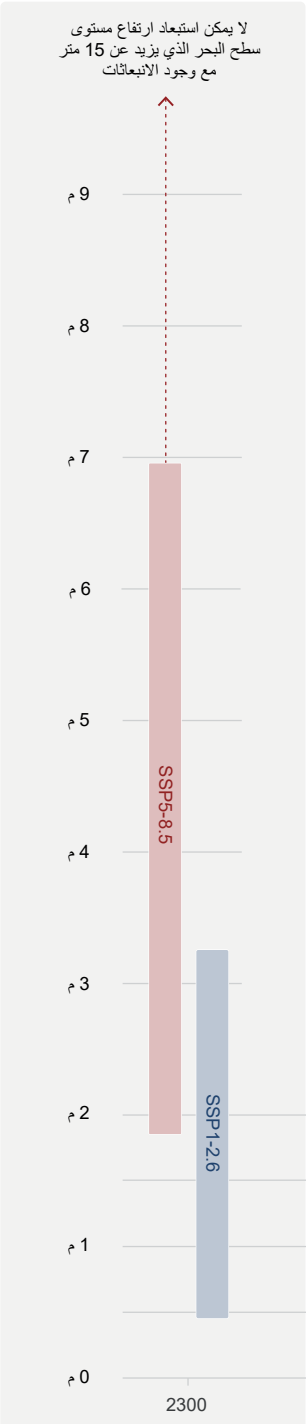
(ج) الأس الهيدروجيني في سطح المحيطات العالمية (مقياس للحموضة)



(د) المتوسط العالمي لتغير مستوى سطح البحر مقارنة بعام 1900



(هـ) المتوسط العالمي لتغير مستوى سطح البحر في عام 2300 مقارنة بعام 1900



الشكل 8.SPM: مؤشرات مختارة لتغير المناخ العالمي في السيناريوهات التوضيحية الخمسة المستخدمة في هذا التقرير.
وتبيّن الإسقاطات لكل سيناريو من السيناريوهات الخمسة بالألوان. وتمثل الظلال نطاقات عدم اليقين – ويرد المزيد من التفاصيل لكل لوحة أدناه. وتمثل المنحنيات السوداء عمليات المحاكاة التاريخية (اللوحات أ، ب، ج) أو عمليات الرصد (اللوحة د). والقيم التاريخية مدرجة في جميع الرسوم البيانية لتوفير سياق للتغييرات المستقبلية المتوقعة.
اللوحة (أ) التغيرات في درجة حرارة سطح الأرض بالدرجة المئوية مقارنةً بالفترة 1850-1900. وقد تم التوصل إلى هذه التغيرات من خلال الجمع بين عمليات المحاكاة الخاصة بالمرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6) ومعوقات الرصد استناداً إلى الاحترار المحاكى في الماضي، فضلا عن تقييم محدّث لحساسية المناخ عند الاتزان (انظر الإطار 1.SPM). وحُسبت التغيرات مقارنة بالفترة 1850-1900 استنادا إلى فترات متوسطة مدتها 20 عاما بإضافة 0.85 درجة مئوية (الزيادة المرصودة في درجة حرارة سطح الأرض من الفترة 1850-1900 إلى الفترة 1995-2014) إلى التغيرات المحاكاة مقارنة بالفترة 1995-2014. وتبيَّن النطاقات المرجحة إلى حد كبير للسيناريوهين SSP1-2.6 وSSP3-7.0.
اللوحة (ب) مساحة الجليد البحري في القطب الشمالي في أيلول/سبتمبر في 10^6 كم² استنادا إلى عمليات المحاكاة بنماذج المرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6). وتبيَّن النطاقات المرجحة إلى حد كبير للسيناريوهين SSP1-2.6 وSSP3-7.0. ومن المتوقع أن يكون القطب الشمالي خاليا تقريباً من الجليد قرب منتصف القرن في ظل سيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة والمرتفعة.
اللوحة (ج) الأس الهيدروجيني لسطح محيطات العالم (مقياس الحموضة) استنادا إلى عمليات المحاكاة بنماذج المرحلة السادسة من مشروع المقارنة بين النماذج المقترنة (CMIP6). وتبيَّن النطاقات المرجحة إلى حد كبير للسيناريوهين SSP1-2.6 وSSP3-7.0.
اللوحة (د) المتوسط العالمي لتغير مستوى سطح البحر بالأمتار، مقارنةً بعام 1900. وتُرصد التغيرات التاريخية (من مقاييس المد والجزر قبل عام 1992 ومقياس الارتفاع بعد ذلك)، وتقيَّم التغيرات المستقبلية باستمرار مع معوقات الرصد استناداً إلى محاكاة نماذج CMIP والصفائح الجليدية والمجلدات. وتبيَّن النطاقات المرجحة للسيناريوهين SSP1-2.6 وSSP3-7.0. ولا تقيَّم سوى النطاقات *المرجحة* للتغيرات في مستوى سطح البحر بسبب الصعوبات في تقدير توزيع العمليات غير المؤكدة إلى حد كبير. ويشير المنحنى المتقطع إلى التأثير المحتمل لهذه العمليات غير المؤكدة إلى حد كبير. وهو يبين المئين الثالث والثمانين لإسقاطات السيناريو SSP5-8.5 التي تشمل عمليات الغطاء الجليدي المنخفضة الأرجحية والعالية التأثير التي لا يمكن استبعادها؛ وبسبب الثقة المنخفضة في إسقاطات هذه العمليات، لا يشكل هذا المنحنى جزءا من نطاق مرجح. وتحسب التغيرات مقارنةً بعام 1900 بإضافة 0.158 متر (المتوسط العالمي المرصود لمستوى سطح البحر من عام 1900 إلى الفترة 1995-2014) إلى التغيرات المحاكاة والمرصودة مقارنةً بالفترة 1995-2014.
اللوحة (هـ) المتوسط العالمي لتغير مستوى سطح البحر عند عام 2300 بالأمتار مقارنة بعام 1900. والسيناريوهين SSP1-2.6 وSSP5-8.5 هما المسقطان عند عام 2300، وذلك لأن عمليات المحاكاة التي تمتد إلى ما بعد عام 2100 للسيناريوهات الأخرى قليلة جدا للتوصل إلى نتائج قوية. ونطاقات المئين السابع عشر إلى المئين 83 مظللة. ويصور السهم المتقطع المئين الثالث والثمانين لإسقاطات السيناريو SSP5-8.5 التي تشمل عمليات الصفائح الجليدية المنخفضة الأرجحية والعالية التأثير التي لا يمكن استبعادها.
وتستند اللوحتان (ب) و(ج) إلى عمليات محاكاة واحدة من كل نموذج، ومن ثم فهي تشمل عنصرا من عناصر التقلبية الداخلية. وتستند اللوحات (أ) و(د) و(هـ) إلى متوسطات طويلة الأجل، ومن ثم فإن المساهمات المتأتية من التقلبية الداخلية ضئيلة.
{4.3؛ الأشكال 4.2، 4.8، 4.11؛ الشكل 9.27؛ الشكلان TS.8 وTS.11؛ الإطار TS.4، الشكل 1}

c. المعلومات المناخية لتقييم المخاطر والتكيف الإقليمي

تتناول المعلومات المناخية الفيزيائية كيفية استجابة النظام المناخي للتفاعل بين التأثير البشري والعوامل المحركة الطبيعية والتقلبية الداخلية. إن معرفة الاستجابة المناخية ونطاق النتائج المحتملة، بما في ذلك النتائج المنخفضة الأرجحية والعالية الأثر، تسترشد بها الخدمات المناخية في تقييم المخاطر المتصلة بالمناخ والتخطيط للتكيف معها. وتُستحدث المعلومات المناخية الفيزيائية على كل من النطاق العالمي والإقليمي والمحلي من عدة خطوط من الأدلة، بما في ذلك منتجات الرصد، ومخرجات النماذج المناخية، والتشخيص المصمم خصيصا.

1.c وستعدّل العوامل المحركة الطبيعية والتقلبية الداخلية التغيرات التي يتسبب فيها الإنسان، ولا سيما على النطاقات الإقليمية وعلى المدى القريب، مع تأثير ضئيل على الاحترار العالمي القرني . وعمليات التعديل هذه مهمة للنظر في التخطيط مع اخذ بعين الاعتبار للنطاق الكامل من التغيرات المحتملة.
{1.4، 2.2، 3.3، الإطار المشترك بين الفصول 3.1، 4.4، 4.6، الإطار المشترك بين الفصول 4.1، الإطار 7.2، 8.3، 8.5، 9.2، 10.3، 10.4، 10.6، 11.3، 12.5، الأطلس.4، الأطلس.5، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.10، الأطلس.11، الإطار المشترك بين الفصول الأطلس.2}

1.1.c ويبرز السجل التاريخي لدرجات الحرارة السطحية العالمية أن التقلبية العقدية قد عززت وحجبت على السواء التغيرات الطويلة الأجل التي يسببها الإنسان، وستستمر هذه التقلبية في المستقبل (ثقة *عالية* جدا). فعلى سبيل المثال، حجبت جزئياً التقلبية العقدية الداخلية والاختلافات في العوامل المحركة الشمسية والبركانية الاحترار العالمي السطحي الناجم عن الإنسان خلال الفترة 1998-2012، مع بصمات إقليمية وموسمية واضحة (ثقة *عالية*). ومع ذلك، استمر تسخين النظام المناخي خلال هذه الفترة، كما يتجلى في كل من الاحترار المستمر للمحيطات العالمية (ثقة *عالية* جدا) وفي الارتفاع المستمر لقيَم درجات الحرارة المتطرفة على اليابسة (ثقة *متوسطة*).
{1.4، 3.3، الإطار المشترك بين الفصول 3.1، 4.4، الإطار 7.2، 9.2، 11.3، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الشكل 1.SPM)

2.1.c أما التغيرات المتوقعة للمناخ التي يتسبب فيها الإنسان في المتوسط والعوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs)[36] ، بما في ذلك الظواهر المتطرفة، فهي إما ستضخمها أو تخففها التقلبية الداخلية (ثقة *عالية*)[37]. ويمكن أن يحدث تبريد على المدى القريب في أي موقع معين فيما يتعلق بالمناخ الحالي، وسيكون متسقا مع الزيادة في درجة حرارة سطح الأرض الناجمة عن التأثير البشري (ثقة *عالية*).
{1.4، 4.4، 4.6، 10.4، 11.3، 12.5، الأطلس.5، الأطلس.10، الأطلس.11، TS.4.2}

36 العوامل المحركة للتأثير المناخي هي أحوال النظام المناخي الفيزيائية (مثل المتوسطات، والظواهر، والظواهر المتطرفة) التي تؤثر على عنصر من عناصر المجتمع أو النظم الإيكولوجية . وتبعاً لتحمل النظام، قد تكون العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) وتغيراتها ضارة أو مفيدة أو محايدة أو مزيجا من كل من ذلك على نطاق عناصر النظام المتفاعلة والأقاليم (مسرد المصطلحات). وتشمل أنواع العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) الحر والبرد، والأحوال المطيرة والجافة، والرياح، والثلج والجليد، والمحيطات الساحلية والمكشوفة.

37 تشمل ظواهر التقلبية الداخلية الرئيسية النينيو- التذبذب الجنوبي، والتقلبية العقدية للمحيط الهادئ، والتقلبية المتعددة العقود للمحيط الأطلسي من خلال تأثيرها الإقليمي.

3.1.C وكانت التقلبية الداخلية مسؤولة إلى حد كبير عن تضخيم وتوهين التغيرات المرصودة التي يسببها الإنسان في متوسط هطول الأمطار على مستوى عقدي إلى مستوى متعدد العقود في كثير من أقاليم اليابسة (*ثقة عالية*). وعلى النطاقين العالمي والإقليمي، ستهيمن على التغيرات على المدى القريب في الرياح الموسمية تأثيرات التقلبية الداخلية (*ثقة متوسطة*) وإضافة إلى تأثير التقلبية الداخلية، فإن التغيرات المتوقعة في هطول الأمطار على المدى القريب على النطاقين العالمي والإقليمي غير مؤكدة بسبب عدم يقين النماذج وعدم اليقين في عوامل القسر الناجمة عن الأهباء الجوية الطبيعية والبشرية المنشأ (*ثقة متوسطة*).
{1.4، 4.4، 8.3، 8.5، 10.3، 10.4، 10.5، 10.6، الأطلس.4، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.10، الأطلس.11، أطلس الإطار المشترك بين الفصول الفصل.2، TS.4.2، الإطار TS.6، الإطار TS.13}

4.1.C واستنادا إلى المناخ القديم والأدلة التاريخية، من *المرجح* أن يحدث ثوران بركاني كبير واحد على الأقل خلال القرن الحادي والعشرين.[38] ومن شأن هذا الانفجار أن يقلل من درجة حرارة سطح الأرض وهطول الأمطار، ولا سيما فوق اليابسة، لمدة تتراوح بين سنة وثلاث سنوات، وأن يغير انتقال الموسميات العالمية، وأن يعدّل هطول الأمطار المتطرف، وأن يغير الكثير من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) (*ثقة متوسطة*). وإذا حدث مثل هذا الانفجار، فإن هذا من شأنه أن يحجب مؤقتا وجزئيا تغير المناخ الناجم عن الإنسان.
{2.2، 4.4، الإطار المشترك بين الفصول 4.1، 8.5، TS.2.1}

2.C ومع زيادة الاحترار العالمي، من المتوقع أن يشهد كل إقليم على نحو متزايد تغيرات متزامنة ومتعددة في العوامل المحركة للتأثير المناخي وستكون التغيرات في العديد من العوامل المحركة للتأثير المناخي أكثر انتشارا عند بلوغ الاحترار درجتين مئويتين مقارنة بالاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية، بل وأكثر انتشارا و/أو وضوحا فيما يتعلق بمستويات الاحترار الأعلى.
{8.2، 9.3، 9.5، 9.6، الإطار 10.3، 11.3، 11.4، 11.5، 11.6، 11.7، 11.9، الإطار 11.3، الإطار 11.4، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، 12.2، 12.3، 12.4، 12.5، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الأطلس.4، الأطلس.5، الأطلس.6، الأطلس.7، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.10، الأطلس.11} (الجدول SPM.1، الشكل SPM.9)

1.2.C ومن المتوقع أن تشهد جميع الأقاليم[39] زيادات أخرى في العوامل المحركة للتأثير المناخي الساخنة (CIDs) وانخفاضات في العوامل المحركة للتأثير المناخي الباردة (*ثقة عالية*). ومن المتوقع حدوث مزيد من الانخفاضات في التربة الصقيعية؛ والثلوج، والمجلدات والصفائح الجليدية؛ وجليد البحيرات والجليد البحري في القطب الشمالي (*ثقة متوسطة إلى عالية*[40]). وستكون هذه التغيرات أكبر عند بلوغ الاحترار العالمي درجتين مئويتين أو أكثر من 1.5 درجة مئوية (*ثقة عالية*). فعلى سبيل المثال، من المتوقع تجاوز عتبات الحرارة المتطرفة المتصلة بالزراعة والصحة بصورة أكثر تواترا عند مستويات أعلى من الاحترار العالمي (*ثقة عالية*).
{9.3، 9.5، 11.3، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، 12.3، 12.4، 12.5، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الأطلس.4، الأطلس.5، الأطلس.6، الأطلس.7، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.10، الأطلس.11، TS.4.3} (الجدول SPM.1، الشكل SPM.9)

2.2.C ومن المتوقع أن يزداد الاحترار العالمي، وهطول الأمطار الغزيرة، والفيضانات المرتبطة بذلك، وأن تكون هذه الظواهر أكثر تواترا في معظم الأقاليم في أفريقيا وآسيا (*ثقة عالية*)، وأمريكا الشمالية (*ثقة متوسطة* إلى عالية)[40]، وأوروبا (*ثقة متوسطة*). ومن المتوقع أيضا حدوث حالات جفاف زراعية وبيئية أكثر تواترا و/أو شدة في أقاليم قليلة في جميع القارات المأهولة باستثناء آسيا مقارنة بالفترة 1850-1900 (*ثقة متوسطة*)؛ ومن المتوقع أيضا حدوث زيادات في حالات الجفاف المتعلق بالأحوال الجوية في عدد قليل من الأقاليم (*ثقة متوسطة*). ومن المتوقع أن يشهد عدد صغير من الأقاليم زيادات أو انخفاضات في متوسط هطول الأمطار (*ثقة متوسطة*).
{11.4، 11.5، 11.6، 11.9، الأطلس.4، الأطلس.5، الأطلس.7، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.10، الأطلس.11، TS.4.3} (الجدول SPM.1)

3.2.C وعند بلوغ الاحترار العالمي درجتين مئويتين وما يتجاوز ذلك، يزداد مستوى الثقة في التغيّر في حالات الجفاف وهطول الأمطار الغزيرة ومتوسط الهطول، وحجم ذلك التغيّر، مقارنة بحالات الجفاف وهطول الأمطار الغزيرة ومتوسط ذلك الهطول عند بلوغ الاحترار العالمي 1.5 درجة مئوية. ومن المتوقع أن يصبح هطول الأمطار الغزيرة وظواهر الفيضانات المرتبطة بذلك أكثر شدة وتواترا في جزر المحيط الهادئ وفي العديد من أقاليم أمريكا الشمالية وأوروبا (*ثقة متوسطة* إلى عالية).[40] كما تشاهَد هذه التغيرات في إقليم أستراليا ونيوزيلندا وبعض الجزر المجاورة وأمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية (*ثقة متوسطة*). ومن المتوقع أن تشهد عدة أقاليم في أفريقيا وأمريكا الجنوبية وأوروبا زيادة في وتيرة و/أو شدة الجفاف الزراعي والإيكولوجي بثقة *متوسطة* إلى عالية؛ ومن المتوقع أيضا حدوث زيادات في إقليم أستراليا ونيوزيلندا وبعض الجزر المجاورة وفي أمريكا الوسطى وأمريكا الشمالية ومنطقة البحر الكاريبي بثقة *متوسطة*. ومن المتوقع أيضا أن يتأثر عدد صغير من الأقاليم في أفريقيا، وإقليم أستراليا ونيوزيلندا وبعض الجزر المجاورة، وأوروبا، وأمريكا الشمالية بالزيادات في حالات الجفاف الهيدرولوجي ، ومن المتوقع أن تتأثر عدة أقاليم بالزيادات أو الانخفاضات في حالات الجفاف المتعلق بالأحوال الجوية، مع زيادة عدد الأقاليم التي تبدي زيادة (*ثقة متوسطة*). ومن المتوقع أن يزداد متوسط هطول الأمطار في جميع الأقاليم القطبية وشمال أوروبا وشمال أمريكا الشمالية، ومعظم الأقاليم الآسيوية وإقليمين في أمريكا الجنوبية (*ثقة عالية*).
{11.4، 11.6، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، 12.4، 12.5، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الأطلس.5، الأطلس.7، الأطلس.8، الأطلس.9، الأطلس.11، TS.4.3} (الجدول SPM.1، الشكل SPM.5، الشكل SPM.6، الشكل SPM.9)

---

38 استنادا إلى عمليات بناء 2500 عام، تحدث الثورات البركانية الأكثر سلبية من -1 واط في المتر المربع في المتوسط مرتين في القرن.

39 تشير الأقاليم هنا إلى المناطق المرجعية لمساهمة فريق العمل الأول في تقرير التقييم السادس (AR6) المستخدمة في هذا التقرير لتلخيص المعلومات في الأقاليم دون القارية الفرعية والمحيطية. وتُقارَن التغيرات بالمتوسطات على مدى السنوات العشرين إلى الأربعين الماضية ما لم يُحدد خلاف ذلك.
{1.4، 12.4، الأطلس.1}.

40 يتوقف المستوى المحدد للثقة أو الأرجحية على الإقليم المدروس. ويمكن الاطلاع على تفاصيل في الملخص الفني والتقرير الأساسي.

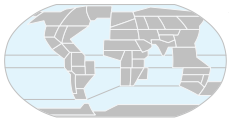
4.2.C ومن المتوقع أن يتغير عدد أكبر من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) في عدد أكبر من الأقاليم عند بلوغ الاحترار العالمي درجتين مئويتين وما يتجاوز ذلك مقارنة بالاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية (*ثقة عالية*). وتشمل التغيرات الخاصة بكل إقليم اشتداد الأعاصير المدارية و/أو العواصف خارج المدارية (*ثقة متوسطة*)، وزيادات في الفيضانات النهرية (*ثقة متوسطة* إلى عالية)[40]، وانخفاضات في متوسط هطول الأمطار، وزيادة في القحولة (*ثقة متوسطة* إلى عالية) [40]، وزيادات في طقس الحرائق (*ثقة متوسطة* إلى عالية) [40]. وهناك *ثقة منخفضة* في معظم الأقاليم فيما يتعلق بالتغيرات المستقبلية المحتملة في العوامل المحركة الأخرى للآثار المناخية (CIDs)، مثل البَرَد، والعواصف الثلجية، والعواصف الشديدة، والعواصف الترابية، وتساقط الثلوج الكثيفة، والانهيارات الأرضية.
{11.7، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، 12.4، 12.5، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الأطلس.4، الأطلس.6، الأطلس.7، الأطلس.8، الأطلس.10، TS.5، TS.4.3.2، TS.4.3.1} (الجدول 1.SPM، الشكل 9.SPM)

5.2.C *ومن المرجح* الى حد كبير إلى من *المؤكد تقريبا*[40] أن المتوسط الإقليمي للارتفاع النسبي لمستوى سطح البحر سيستمر طوال القرن الحادي والعشرين، باستثناء عدد قليل من الأقاليم التي توجد فيها معدلات ارتفاع جيولوجي كبيرة للأراضي. فمستوى سطح البحر النسبي الإقليمي في حوالي ثلثي الساحل العالمي من المتوقع أن يرتفع في حدود ± 20 % من متوسط الزيادة العالمية (*ثقة متوسطة*). وبسبب الارتفاع النسبي لمستوى سطح البحر، من المتوقع أن ظواهر مستوى سطح البحر المتطرفة التي حدثت مرة واحدة كل قرن في الماضي القريب ستحدث سنويا على الأقل في أكثر من نصف جميع مواقع قياس المد والجزر بحلول عام 2100 (*ثقة عالية*). ويسهم الارتفاع النسبي في مستوى سطح البحر في زيادة وتيرة وشدة الفيضانات الساحلية في المناطق المنخفضة وفي تآكل السواحل على طول معظم السواحل الرملية (*ثقة عالية*).
{9.6، 12.4، 12.5، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الإطار TS.4.3، TS.4} (الشكل 9.SPM)

6.2.C وتكشف المدن الاحترار الناجم عن الإنسان محليا، كما أن المزيد من التحضر إلى جانب الظواهر الساخنة المتطرفة الأكثر تواترا سيزيد من شدة موجات الحر (*ثقة عالية* جدا). كما يزيد التحضر من متوسط هطول الأمطار وهطولها الغزير على المدن و/أو باتجاه الرياح منها (*ثقة متوسطة*)، وكثافة الجريان السطحي الناتجة (*ثقة عالية*). وفي المدن الساحلية، فإن حدوث ظواهر مستوى سطح البحر المتطرفة بصورة أكثر تواترا (بسبب ارتفاع مستوى سطح البحر واندفاع العواصف) مع ظواهر هطول الأمطار الغزيرة/ تدفق الأنهار المتطرفة سيجعل حدوث الفيضانات أكثر احتمالا (*ثقة عالية*).
{8.2، الإطار 10.3، 11.3، 12.4، الإطار TS.14}

7.2.C ومن المتوقع أن تشهد أقاليم عديدة زيادة في احتمال حدوث ظواهر مركّبة مع حدوث احترار عالمي أعلى (*ثقة عالية*). وعلى وجه الخصوص، من *المرجح* أن تصبح الظواهر المتطرفة المتزامنة في مواقع متعددة، بما في ذلك في المناطق المنتجة للمحاصيل، أكثر تواترا عند بلوغ الاحترار درجتين مئويتين وما يتجاوز ذلك مقارنة بالاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية (*ثقة عالية*).
{11.8، الإطار 11.3، الإطار 11.4، 12.3، 12.4، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، TS.4.3} (الجدول 1.SPM)

من المتوقع أن تتغير العوامل المحركة المتعددة للآثار المناخية في جميع أقاليم العالم



interactive-atlas.ipcc.ch

العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) هي أحوال النظام المناخي الفيزيائي (مثل المتوسطات، والظواهر، والقيم المتطرفة) التي تؤثر على عنصر من عناصر المجتمع أو النظم الإيكولوجية . وتبعاً لتحمّل النظام، يمكن أن تكون العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) وتغيراتها ضارة أو مفيدة أو محايدة أو مزيجا من كل ذلك على نطاق عناصر النظام والأقاليم المتفاعلة. والعوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) مجمّعة في سبعة أنواع، وهذه الأنواع ملخصة تحت الأيقونات في الشكل. ومن المتوقع أن تشهد جميع الأقاليم تغيرات في 5 على الأقل من العوامل المحركة للتأثير المناخي. ومن المتوقع أن تشهد جميع البلدان تقريبا (96%) تغيرات في 10 على الأقل من العوامل المحركة للتأثير المناخي ويشهد نصفها تغيرات في 15 من تلك العوامل. وبالنسبة للعديد من التغيرات في العوامل المحركة للتأثير المناخي، هناك تباين جغرافي واسع، وبالتالي من المتوقع أن يشهد كل إقليم مجموعة محددة من تغيرات العوامل المحركة للتأثير المناخي (CID). ويمثل كل شريط في المخطط مجموعة جغرافية محددة من التغيرات التي يمكن استكشافها في الأطلس التفاعلي للفريق العامل الأول.

عدد الأقاليم البرية والساحلية (أ) وأقاليم المحيطات المكشوفة (ب) حيث يتوقع أن يزداد أو ينخفض كل عامل محرك للآثار المناخية بثقة عالية (الظل الداكن) أو ثقة متوسطة (الظل الخفيف)

مفتاح المخطط الشريطي

- الأقاليم التي توجد ثقة عالية في حدوث زيادة فيها
- الأقاليم التي توجد ثقة متوسطة في حدوث زيادة فيها
- الأقاليم التي توجد ثقة عالية في حدوث نقصان فيها
- الأقاليم التي توجد ثقة متوسطة في حدوث نقصان فيها

مفتاح "المغلف" المظلل بألوان خفيفة

يمثل ارتفاع "المغلف" المظلل تظليلا خفيفاً وراء كل شريط الحد الأقصى لعدد الأقاليم التي يُعتبر كل عامل محرك للآثار المناخية (CID) مهماً لها. والمغلف متناظر حول المحور × الذي يبيّن الحد الأقصى للعدد المحتمل للأقاليم ذات الأهمية بالنسبة لحدوث زيادة في العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) (الجزء العلوي) أو حدوث نقصان في تلك العوامل (الجزء السفلي).

التغيرات المستقبلية المقدرة

تشير التغيرات إلى فترة تتراوح بين 20 و30 سنة تتركز حول عام 2050 و/أو تتسق مع الاحترار العالمي بمقدار درجتين مئويتين مقارنة بفترة مماثلة ضمن الفترة 1960-2014 أو 1850-1900.

الشكل 9.SPM: تجميع لعدد الأقاليم المرجعية لمساهمة فريق العمل الأول في تقرير التقييم السادس (AR6) التي يتوقع أن تتغير فيها العوامل المحركة للتأثير المناخي.

ويبيَّن ما مجموعه 35 من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) مجمعة في سبعة أنواع: الحرارة والبرد؛ والأحوال المطيرة والجافة؛ والرياح؛ والثلوج والجليد؛ والأحوال الساحلية؛ والمحيطات المكشوفة وغيرها. ولكل عامل من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CID)، يعرض الشريط في الرسم البياني الوارد أدناه عدد الأقاليم المرجعية لمساهمة فريق العمل الأول في تقرير التقييم السادس (AR6) حيث من المتوقع أن يتغير. وتمثل الألوان اتجاه التغير ومستوى الثقة في التغير: فاللون الأرجواني يشير إلى حدوث زيادة في حين يشير اللون البني إلى حدوث نقصان؛ وتشير الظلال الداكنة والخفيفة إلى *ثقة عالية* ومتوسطة، على التوالي. أما الألوان الخلفية الفاتحة فهي تمثل الحد الأقصى لعدد الأقاليم التي تكون لكل عامل محرّك للآثار المناخية (CID) أهمية فيها بوجه عام.

وتبيّن اللوحة (أ) 30 من العوامل المحركة للتأثير المناخي ذات الصلة بالأقاليم البرية والساحلية، بينما تبيّن اللوحة (ب) العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) الخمسة ذات الصلة بمناطق المحيطات المكشوفة. وتقيم موجات الحر البحري وحموضة المحيطات فيما يتعلق بمناطق المحيطات الساحلية في اللوحة (أ) وفيما يتعلق بمناطق المحيطات المكشوفة في اللوحة (ب). وتشير التغيرات إلى فترة تتراوح بين 20 و30 عاما تتركز حول عام 2050 و/أو تتسق مع الاحترار العالمي البالغ درجتين مئويتين مقارنة بفترة مماثلة في إطار الفترة 1960-2014، باستثناء الجفاف الهيدرولوجي والجفاف الزراعي والإيكولوجي ، الذي يُقارن بالفترة 1850-1900. وترد تعاريف الأقاليم في القسم 12.4 والأطلس.1 والأطلس التفاعلي (انظر https://interactive-atlas.ipcc.ch/).
{11.9، 12.2، 12.4، الأطلس.1، الجدول TS.5، الشكلان TS.22 وTS.25} (الجدول 1.SPM)

3.C ولا يمكن استبعاد النتائج المنخفضة الأرجحية، مثل انهيار الصفائح الجليدية، وحدوث تغيرات مفاجئة في دوران المحيطات، وبعض الظواهر المتطرفة المركّبة، والاحترار الأكبر بكثير من النطاق *المرجح* الى حد كبير للاحترار في المستقبل، وهي جزء من تقييم المخاطر.
{1.4، الإطار المشترك بين الفصول 1.3، 4.3، 4.4، 4.8، الإطار المشترك بين الفصول 4.1، 8.6، 9.2، الإطار 9.4، 11.8، الإطار 11.2، الإطار المشترك بين الفصول 12.1} (الجدول 1.SPM)

1.3.C وإذا تجاوز الاحترار العالمي النطاق *المرجح* الى حد كبير المقدر لسيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، بما في ذلك سيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة، فإن التغيرات العالمية والإقليمية في الكثير من جوانب النظام المناخي، مثل هطول الأمطار الإقليمي وغيره من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs)، ستتجاوز أيضا نطاقاتها المرجحة إلى حد كبير المقدرة (*ثقة عالية*). وترتبط بهذه النتائج المنخفضة الأرجحية والعالية الاحترار آثار كبيرة جدا محتملة، مثلاً من خلال موجات الحر الأشد والأكثر تواترا وهطول الأمطار الغزيرة ووجود مخاطر عالية على النظم البشرية والإيكولوجية ، ولا سيما فيما يتعلق بسيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة.
{الإطار المشترك بين الفصول 1.3، 4.3، 4.4، 4.8، الإطار 9.4، الإطار 11.2، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، TS.1.4، الإطار TS.3، الإطار TS.4} (الجدول 1.SPM)

2.3.C ويمكن أن تحدث نتائج منخفضة الأرجحية وعالية الأثر[34] على الصعيدين العالمي والإقليمي حتى فيما يتعلق بالاحترار العالمي ضمن النطاق *المرجح* الى حد كبير لسيناريو معين لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ويزداد احتمال حدوث نتائج منخفضة الأرجحية وعالية الأثر مع ارتفاع مستويات الاحترار العالمي (*ثقة عالية*). ولا يمكن استبعاد الاستجابات المفاجئة وحدوث نقاط تحول في النظام المناخي، مثل زيادة ذوبان الصفيحة الجليدية في أنتاركتيكا بقوة وموت أطراف أشجار الغابات (*ثقة عالية*).
{1.4، 4.3، 4.4، 4.8، 5.4، 8.6، الإطار 9.4، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، TS.2.5، TS.1.4، الإطار TS.3، الإطار TS.4، الإطار TS.9} (الجدول 1.SPM)

3.3.C وإذا زاد الاحترار العالمي، فإن بعض الظواهر المتطرفة المركّبة ذات الأرجحية المنخفضة في المناخ السابق والحالي ستصبح أكثر تواترا، وستكون هناك أرجحية أكبر لحدوث ظواهر ذات شدة ومُدد و/أو نطاقات مكانية متزايدة لم يسبق لها مثيل في سجل الرصد (*ثقة عالية*).
{11.8، الإطار 11.2، الإطار المشترك بين الفصول 12.1، الإطار TS.3، الإطار TS.9}

4.3.C *ومن المرجح* الى حد كبير أن يضعُف الدوران الجنوبي للمحيط الأطلسي خلال القرن الحادي والعشرين فيما يتعلق بجميع سيناريوهات الانبعاثات. وفي حين أن هناك *ثقة عالية* في حدوث انخفاض في القرن الحادي والعشرين، فإن الثقة في حجم هذا الاتجاه منخفضة. وهناك *ثقة متوسطة* في أنه لن يكون هناك انهيار مفاجئ قبل عام 2100. وإذا حدث مثل هذا الانهيار، فمن *المرجح* الى حد كبير أن يتسبب في تحولات مفاجئة في أنماط الطقس ودورة المياه الإقليمية، مثل التحول نحو الجنوب في حزام الأمطار المدارية، وضعف الرياح الموسمية الأفريقية والآسيوية، وتعزيز الرياح الموسمية في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، والجفاف في أوروبا.
{4.3، 8.6، 9.2، TS2.4، الإطار TS.3}

5.3.C وقد تؤدي الظواهر الطبيعية النادرة التي لا يمكن التنبؤ بها والتي لا تتعلق بالتأثير البشري على المناخ إلى نتائج منخفضة الأرجحية وعالية التأثير. فعلى سبيل المثال، حدثت سلسلة من الثورات البركانية المتفجرة الكبيرة في غضون عقود في الماضي، مما تسبب في اضطرابات مناخية عالمية وإقليمية كبيرة على مدى عدة عقود. ولا يمكن استبعاد هذه الظواهر في المستقبل، ولكن نظرا لعدم التنبؤ المتأصل بها ، فإنها غير مدرجة في المجموعة التوضيحية من السيناريوهات المشار إليها في هذا التقرير.
{2.2، الإطار المشترك بين الفصول 4.1، الإطار TS.3} (الإطار 1.SPM)

D. الحد من تغير المناخ في المستقبل

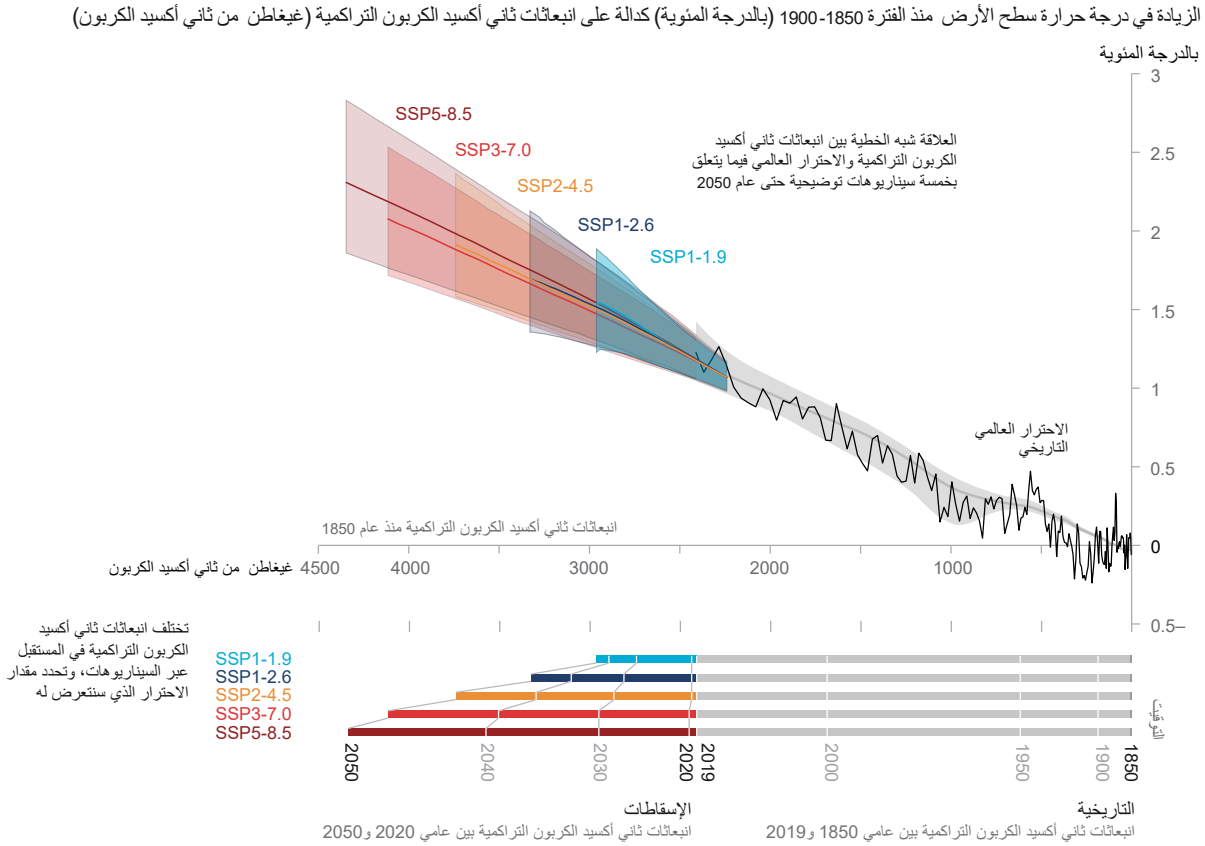
منذ تقرير التقييم الخامس (AR5)، تحسنت تقديرات ميزانيات الكربون المتبقية من خلال منهجية جديدة عُرضت لأول مرة في التقرير الخاص عن الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية، وأدلة مستكملة، وإدماج النتائج المستمدة من خطوط متعددة من الأدلة. وتستخدم مجموعة شاملة من الضوابط المحتملة لتلوث الهواء في المستقبل في السيناريوهات لتقييم تأثيرات مختلف الافتراضات على إسقاطات المناخ وتلوث الهواء باستمرار. ومن التطورات الجديدة القدرة على التأكد من التوقيت الذي ستصبح فيه الاستجابات المناخية لخفض الانبعاثات ملحوظة فوق تقلبية المناخ الطبيعية، بما في ذلك التقلبية الداخلية والاستجابات للعوامل المحرّكة الطبيعية.

1.D ومن منظور العلوم الفيزيائية، فإن الحد من الاحترار العالمي الناجم عن الإنسان إلى مستوى محدد يتطلب الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية، والوصول إلى انبعاثات صفرية صافية لثاني أكسيد الكربون على الأقل، إلى جانب تخفيضات قوية في انبعاثات غازات

الاحتباس الحراري الأخرى. ومن شأن التخفيضات القوية والسريعة والمستدامة في انبعاثات الميثان أن تحد أيضا من تأثير الاحترار نتيجة لانخفاض تلوث الهباء الجوي وأن تحسن نوعية الهواء.
{3.3، 4.6، 5.1، 5.2، 5.4، 5.5، 5.6، الإطار 5.2، الإطار المشترك بين الفصول 5.1، 6.7، 7.6، 9.6} (الشكل 1.SPM، الجدول 2.SPM)

1.1.D ويؤكد هذا التقرير من جديد بثقة *عالية* ما توصل إليه تقرير التقييم الخامس (AR5) من وجود علاقة شبه خطية بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية البشرية المنشأ والاحترار العالمي الذي تسببه. ويقدر أن كل 1000 غيغاطن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية من *المرجح* أن تسبب زيادة تتراوح بين 0.27 درجة مئوية و0.63 درجة مئوية في درجة حرارة سطح الأرض مع كون أفضل تقدير هو 0.45 درجة مئوية [41]. وهذا نطاق أضيق مقارنة بتقرير التقييم الخامس (AR5) والتقرير الخاص عن الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية (SR1.5). ويشار إلى هذه الكمية على أنها الاستجابة المناخية العابرة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية (TCRE). وتعني هذه العلاقة أن الوصول إلى انبعاثات صفرية صافية لثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ[42] هو شرط لتثبيت الزيادة في درجة الحرارة العالمية التي يتسبب فيها الإنسان عند أي مستوى، ولكن الحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى مستوى محدد يعني الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية إلى مقدار يكون في حدود ميزانية الكربون.[43] {5.4، 5.5، TS.3.3، TS.1.3، الإطار TS.5} (الشكل 10.SPM)

كل طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون يضيف إلى الاحترار العالمي



الشكل 10.SPM العلاقة شبه الخطية بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية والزيادة في درجة حرارة سطح الأرض .
اللوحة العلوية: تظهر البيانات التاريخية (الخط الأسود الرفيع) الزيادة المرصودة في درجة حرارة سطح الأرض بالدرجة المئوية منذ الفترة 1850-1900 كدالة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) التراكمية التاريخية بغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون ($GtCO_2$) من عام 1850 إلى عام 2019. ويبين النطاق الرمادي بخطه المركزي تقديرا مقابلا للاحترار السطحي التاريخي الذي سببه الإنسان (انظر الشكل 2.SPM). وتبيّن المساحات الملونة النطاق *المرجح* الى حد كبير المقدر لإسقاطات درجة حرارة سطح الأرض ، وتبيّن الخطوط المركزية الملونة السميكة التقدير الوسيط كدالة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية من عام 2020 حتى عام 2050 فيما يتعلق بمجموعة السيناريوهات التوضيحية (SSP1-1.9 وSSP1-2.6 وSSP2-4.5 وSSP3-7.0 وSSP5-8.5؛ انظر الشكل 4.SPM). وتستخدم الإسقاطات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية لكل سيناريو على حدة، ويشمل الاحترار العالمي المتوقع مساهمة جميع

41 في المؤلفات، تستخدم وحدات من درجة مئوية لكل 1000 PgC (بيتاغرامات الكربون)، ويفيد تقرير التقييم السادس (AR6) أن نطاق الاستجابة المناخية العابرة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية (TCRE) *المرجح* يتراوح بين 1.0 درجة مئوية و2.3 درجة مئوية لكل 1000 PgC في التقرير الأساسي، مع كون أفضل تقدير هو 1.65 درجة مئوية.

42 الحالة التي تكون فيها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ متوازنة مع عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ على مدى فترة محددة (مسرد المصطلحات).

43 الحاشية 43: يشير مصطلح 'ميزانية الكربون' إلى الحد الأقصى لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصافية العالمية التراكمية البشرية المنشأ الذي من شأنه أن يؤدي إلى الحد من الاحترار العالمي إلى مستوى معين بأرجحية معينة، مع مراعاة تأثير عوامل القسر المناخي الأخرى بشرية المنشأ. ويشار إلى ذلك بأنه ميزانية الكربون الإجمالية عند التعبير عنه بدءا من فترة ما قبل العصر الصناعي، وبأنه ميزانية الكربون المتبقية عند التعبير عنه من تاريخ محدد آخير (مسرد المصطلحات). وتحدد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية التاريخية إلى حد كبير الاحترار حتى الآن، في حين تتسبب الانبعاثات المستقبلية في احترار إضافي في المستقبل. وتشير ميزانية الكربون المتبقية إلى كمية ثاني أكسيد الكربون التي لا يزال من الممكن انبعاثها مع الإبقاء على الاحترار دون مستوى معين لدرجات الحرارة.

عوامل القسر البشرية المنشأ. وتصوَّر العلاقة على نطاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية التي توجد بشأنها ثقة *عالية* في أن الاستجابة المناخية العابرة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية (TCRE) تظل ثابتة، وبالنسبة للفترة الزمنية من عام 1850 إلى عام 2050 التي تظل فيها انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية إيجابية صافية في ظل جميع السيناريوهات التوضيحية، نظراً لوجود *أدلة* محدودة تدعم التطبيق الكمي للاستجابة المناخية العابرة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية (TCRE) لتقدير تطور درجة الحرارة في ظل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السلبية الصافية.
اللوحة السفلية: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية التاريخية والمتوقعة بغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون ($GtCO_2$) للسيناريوهات المعنية.
{القسم 5.5، الشكل 5.31، الشكل TS.18}

2.1.D وخلال الفترة 1850-2019، انبعث ما مجموعه 2390 ± 240 (النطاق *المرجح*) غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون البشري المنشأ. وقد قدرت ميزانيات الكربون المتبقية لعدة حدود لدرجات الحرارة العالمية ومستويات مختلفة من الاحتمالات، استنادا إلى القيمة المقدرة للاستجابة المناخية العابرة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية (TCRE) وعدم اليقين الذي يكتنفها، وتقديرات الاحترار التاريخي، والاختلافات في الاحترار المتوقع من انبعاثات غير ثاني أكسيد الكربون، والتأثيرات التفاعلية للنظام المناخي مثل الانبعاثات الناجمة عن ذوبان التربة الصقيعية، وتغير درجة حرارة سطح الأرض بعد أن تصل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية البشرية المنشأ إلى الصفر الصافي.
{5.1، 5.5، الإطار 5.2، TS.3.3} (الجدول 2.SPM)

الجدول 2.SPM: تقديرات الانبعاثات التاريخية لثاني أكسيد الكربون وميزانيات الكربون المتبقية. حسبت ميزانيات الكربون المتبقية المقدرة من بداية عام 2020 وتمتد حتى يتم الوصول إلى انبعاثات عالمية صفرية صافية لثاني أكسيد الكربون. وهي تشير إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مع مراعاة تأثير الاحترار العالمي لانبعاثات غير ثاني أكسيد الكربون. ويشير الاحترار العالمي في هذا الجدول إلى زيادة درجة حرارة سطح الأرض الناجمة عن الإنسان، والتي تستبعد أثر التقلبية الطبيعية على درجات الحرارة العالمية في سنوات فردية.
{الجدول 3.1، 5.5.1، 5.5.2، الإطار 5.2، الجدول 5.1، الجدول 5.7، الجدول 5.8، الجدول TS.3}

الاحترار العالمي بين الفترة 1850-1900 والفترة 2010-2019 (بالدرجة المئوية)		انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التراكمية التاريخية من عام 1850 إلى عام 2019 (بالمليار طن من ثاني أكسيد الكربون)					
1.07 (ما يتراوح بين 0.8–1.3؛ النطاق المرجح)		2390 (± 240؛ النطاق المرجح)					
الاحترار العالمي التقريبي مقارنة بالفترة 1850-1900 حتى حد درجة الحرارة (بالدرجة المئوية)*(1)	الاحترار العالمي الإضافي مقارنة بالفترة 2010-2019 حتى حد درجة الحرارة (بالدرجة المئوية)	ميزانيات الكربون المقدرة المتبقية من بداية عام 2020 (بالغيغاطن من ثاني أكسيد الكربون) أرجحية الحد من الاحترار العالمي إلى حد درجة الحرارة *(2)					التباين في الانخفاضات في انبعاثات غير ثاني أكسيد الكربون*(3)
		%17	*%33*	*%50*	*%67*	*%83*	
1.5	0.43	900	650	500	400	300	قد تؤدي الانخفاضات الأعلى أو الأقل في الانبعاثات المصاحبة غير ثاني أكسيد الكربون إلى زيادة أو خفض القيم المبيّنة على اليسار بمقدار 220 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون أو أكثر
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550	
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900	

3.1.D وقد أعيد تقييم عدة عوامل تحدد تقديرات ميزانية الكربون المتبقية، كما أن التحديثات لهذه العوامل منذ التقرير الخاص بالاحترار العالمي بمقدار 1.5 (SR1.5) تبقى صغيرة. وعند تعديل تقديرات ميزانيات الكربون المتبقية لمراعاة الانبعاثات منذ التقارير السابقة، فإن تقديرات تلك الميزانيات تكون لهذا السبب بنفس الحجم مقارنة بالتقرير الخاص عن الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية ولكنها أكبر مقارنة بتقرير التقييم الخامس (AR5) بسبب التحسينات المنهجية[44].
{5.5، الإطار 5.2، TS.3.3} (الجدول 2.SPM)

4.1.D ولدى إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ (CDR) إمكانية إزالة ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي وتخزينه بشكل دائم في خزانات (ثقة *عالية*). وتهدف إزالة ثاني الكربون البشرية المنشأ (CDR) إلى التعويض عن الانبعاثات المتبقية للوصول إلى انبعاثات صفرية صافية لثاني أكسيد الكربون أو انبعاثات صفرية صافية لغازات الاحتباس الحراري، أو، إذا تم تنفيذها على نطاق تتجاوز فيه عمليات الإزالة البشرية المنشأ الانبعاثات البشرية المنشأ، إلى خفض درجة الحرارة السطحية. ويمكن أن تكون لأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ (CDR) تأثيرات واسعة النطاق على الدورات البيوجيوكيميائية والمناخ، التي يمكن أن تُضعف أو تعزز ما لدى هذه الأساليب من إمكانية إزالة ثاني أكسيد الكربون والحد من الاحترار، ويمكن أن تؤثر أيضا على توافر المياه وجودتها، وإنتاج الأغذية، والتنوع البيولوجي[45] (ثقة *عالية*).
{5.6، الإطار المشترك بين الفصول 5.1، TS.3.3}

44 مقارنة بتقرير التقييم الخامس (AR5)، وعند مراعاة الانبعاثات التي حدثت منذ تقرير التقييم الخامس (AR5)، فإن التقديرات الواردة في تقرير التقييم السادس (AR6) أكبر بما يتراوح بين حوالي 300 و350 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون لميزانية الكربون المتبقية بما يتسق مع الحد من الاحترار إلى 1.5 درجة مئوية؛ وفيما يتعلق بالاحترار البالغ درجتين مئويتين، يبلغ الفرق ما بين حوالي 400 و500 غيغاطن من ثاني أكسيد الكربون.

45 التأثيرات السلبية والإيجابية المحتملة لإزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ (CDR) على التنوع البيولوجي والمياه وإنتاج الأغذية تحددها الأساليب المستخدمة وغالبا ما تعتمد اعتمادا كبيرا على السياق المحلي، والإدارة، والاستخدام السابق للأراضي، والنطاق. ويقيّم الفريقان العاملان الثاني والثالث للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التأثيرات الإيكولوجية والاجتماعية – الاقتصادية المحتملة لأساليب إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ (CDR) في مساهماتهما في تقرير التقييم السادس (AR6).

5.1.D ومن شأن إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ (CDR) التي تؤدي إلى انبعاثات سلبية صافية عالمية أن تخفض تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي وأن تعكس مسار تحمض المحيطات السطحية (*ثقة عالية*). وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والانبعاثات البشرية المنشأ يعوّض عنها جزئيا انبعاث ثاني أكسيد الكربون وامتصاصه على التوالي، من برك الكربون البرية والبحرية (*ثقة عالية جدا*). ومن شأن إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ (CDR) أن تخفّض ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بمقدار يعادل تقريبا الزيادة الناجمة عن انبعاث بشري بنفس الحجم (*ثقة عالية*). ويمكن أن يكون انخفاض ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ أقل بنسبة تصل إلى 10 % من الزيادة في ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من كمية متساوية من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، تبعاً للكمية الإجمالية لإزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ (CDR) (*ثقة متوسطة*).

{5.3، 5.6، TS.3.3}

6.1.D وإذا تحققت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السلبية الصافية العالمية واستمرت، فإن الزيادة العالمية في درجة الحرارة السطحية الناجمة عن ثاني أكسيد الكربون سوف تتراجع تدريجيا ولكن التغيرات المناخية الأخرى سوف تستمر في اتجاهها الحالي من عقود إلى آلاف السنين (*ثقة عالية*). فعلى سبيل المثال، سيستغرق المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر عدة قرون إلى آلاف السنين ليعكس مساره حتى في ظل انبعاثات سلبية صافية كبيرة لثاني أكسيد الكربون (*ثقة عالية*).

{4.6، 9.6، TS.3.3}

7.1.D وفي السيناريوهات التوضيحية الخمسة، تؤدي التغيرات المتزامنة في انبعاثات الميثان والهباء الجوي وسلائف الأوزون، التي تسهم أيضا في تلوث الهواء، إلى احترار سطحي عالمي على المديين القريب والطويل (*ثقة عالية*). وعلى المدى الطويل، يكون هذا الاحترار الصافي أقل في السيناريوهات التي تفترض ضوابط لتلوث الهواء مقترنة بتخفيضات قوية ومستدامة في انبعاثات الميثان (*ثقة عالية*). وفي سيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة والمنخفضة جدا، تؤدي التخفيضات المفترضة في انبعاثات الهباء الجوي البشرية المنشأ إلى احترار صافٍ، في حين تؤدي التخفيضات في انبعاثات الميثان وغيرها من انبعاثات سلائف الأوزون إلى تبريد صافٍ. وبسبب العمر القصير لكل من الميثان والهباء الجوي، فإن هذه التأثيرات المناخية تتوازن جزئيا مع بعضها البعض، كما أن انخفاضات انبعاثات الميثان تسهم أيضا في تحسين نوعية الهواء عن طريق الحد من الأوزون السطحي العالمي (*ثقة عالية*).

{6.7، الإطار TS.7} (الشكل SPM.2، الإطار SPM.1)

8.1.D وتحقيق انبعاثات صفرية صافية عالمية لثاني أكسيد الكربون، مع توازن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ مع إزالة ثاني أكسيد الكربون البشرية المنشأ، شرط لتثبيت الزيادة في درجة حرارة سطح الأرض الناجمة عن ثاني أكسيد الكربون. ويختلف هذا عن تحقيق انبعاثات صفرية صافية لغازات الاحتباس الحراري، حيث تتساوى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ *المرجحة* مقياسياً مع عمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري البشرية المنشأ *المرجحة* مقياسياً. وبالنسبة لمسار معين لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، تحدد مسارات فرادى غازات الاحتباس الحراري الاستجابة المناخية الناتجة[46]، في حين أن اختيار مقياس الانبعاثات[47] المستخدم لحساب الانبعاثات المجمعة وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري المختلفة يؤثر على النقطة الزمنية التي تحسب فيها غازات الاحتباس الحراري المجمعة على أنها صفر صافٍ. ومن المتوقع أن تؤدي مسارات الانبعاثات التي تصل إلى انبعاثات غازات احتباس حراري صفرية صافية تحددها إمكانية الاحترار العالمي على مدى 100 عام إلى انخفاض في درجة الحرارة السطحية بعد ذروة سابقة (*ثقة عالية*).

{4.6، 7.6، الإطار TS.3.3، 7.3}

2.D ويؤدي السيناريوهين ذوا انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا أو المنخفضة (SSP1-1.9 وSSP1-2.6) في غضون سنوات إلى تأثيرات ملحوظة على تركيزات غازات الاحتباس الحراري والهباء الجوي وجودة الهواء، مقارنة بسيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة والمرتفعة جدا (SSP3-7.0 أو SSP5-8.5). وفي ظل هذه السيناريوهات المتناقضة، ستبدأ الاختلافات الواضحة في اتجاهات درجة حرارة سطح الأرض في النشوء من التقلبية الطبيعية في غضون حوالي 20 عاما، وعلى مدى فترات زمنية أطول للعديد من العوامل المحرّكة الأخرى للأثر المناخي (*ثقة عالية*).

{4.6، 6.6، 6.7، الإطار المشترك بين الفصول 6.1، 9.6، 11.2، 11.4، 11.5، 11.6، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، 12.4، 12.5} (الشكل SPM.8، الشكل SPM.10)

1.2.D وقد أدت تخفيضات الانبعاثات في عام 2020 المرتبطة بتدابير الحد من انتشار كوفيد-19 إلى تأثيرات مؤقتة ولكن يمكن اكتشاف اثرها على تلوث الهواء (*ثقة عالية*) وما يرتبط بذلك من زيادة صغيرة ومؤقتة في إجمالي القسر الإشعاعي، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى انخفاضات في التبريد ناجمة عن الأهباء الجوية الناشئة عن الأنشطة البشرية (*ثقة متوسطة*). بيد أن الاستجابات المناخية العالمية والإقليمية لهذا القسر المؤقت لا يمكن كشفها فوق التقلبية الطبيعية (*ثقة عالية*). وقد واصلت تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ارتفاعها في عام 2020، دون حدوث انخفاض يمكن اكتشافه في معدل نمو ثاني أكسيد الكربون المرصود (*ثقة متوسطة*)[48].

{الإطار المشترك بين الفصول 6.1، TS.3.3}

2.2.D كما تؤدي الانخفاضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري إلى تحسينات في نوعية الهواء. ولكن، في الأجل القريب[49] ، حتى في السيناريوهات التي تتضمن انخفاضا قويا في غازات الاحتباس الحراري، كما هو الحال في سيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة والمنخفضة جدا (SSP1-2.6 وSSP1-1.9)، فإن هذه التحسينات ليست كافية في الكثير من الأقاليم الملوثة لتحقيق المبادئ التوجيهية

46 مصطلح عام لكيفية استجابة النظام المناخي لعامل قسر إشعاعية (مسرد المصطلحات).

47 يتوقف اختيار مقياس الانبعاثات على الأغراض التي تُقارَن من أجلها الغازات أو عوامل القسر. ويتضمن هذا التقرير قيما مقياسية محدثة للانبعاثات ويقيّم النهج الجديدة لتجميع الغازات.

48 فيما يتعلق بغازات الاحتباس الحراري الأخرى، لم تكن هناك أية مؤلفات كافية متاحة وقت التقييم من أجل تقييم التغيرات التي يمكن اكتشافها في معدل نمو تلك الغازات في الغلاف الجوي خلال عام 2020.

49 المدى القريب: 2021-2040

لجودة الهواء التي حددتها منظمة الصحة العالمية (*ثقة عالية*). وتؤدي السيناريوهات التي تحدث فيها تخفيضات هادفة في انبعاثات ملوثات الهواء إلى تحسينات أسرع في نوعية الهواء في غضون سنوات مقارنة بالتخفيضات في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري فقط، ولكن اعتبارا من عام 2040، من المتوقع إدخال تحسينات أخرى في السيناريوهات التي تجمع بين الجهود الرامية إلى الحد من ملوثات الهواء وكذلك انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، مع اختلاف حجم الفائدة بين الأقاليم (*ثقة عالية*).
{6.6، 6.7، الإطار TS.7}.

3.2.D وستكون للسيناريوهين ذوا انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا أو المنخفضة (1.9-SSP1 و2.6-SSP1) تأثيرات سريعة ومستدامة للحد من تغير المناخ الذي يتسبب فيه الإنسان، مقارنة بالسيناريوهين ذوي غازات الاحتباس الحراري المرتفعة أو المرتفعة جدا (7.0-SSP3 أو 8.5-SSP5)، ولكن الاستجابات المبكرة للنظام المناخي قد تحجبها التقلبية الطبيعية. وفيما يتعلق بدرجة حرارة سطح الأرض ، من *المرجح* أن تنشأ اختلافات في اتجاهات 20 عاما خلال المدى القريب في ظل سيناريو انبعاثات غازات احتباس حراري منخفضة جدا (1.9-SSP1)، مقارنة بسيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة أو المرتفعة جدا (7.0-SSP3 أو 8.5-SSP5). وستنشأ استجابة العديد من المتغيرات المناخية الأخرى من التقلبية الطبيعية في أوقات مختلفة في وقت لاحق من القرن الحادي والعشرين (*ثقة عالية*).
{4.6، الإطار المشترك بين الأقسام TS.1} (الشكل 8.SPM، الشكل 10.SPM)

4.2.D ومن شأن السيناريوهين ذوي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة والمنخفضة جدا (1.9-SSP1 و2.6-SSP1) أن يؤديا إلى حدوث تغيرات في مجموعة من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) بعد عام 2040 أقل بكثير مما يحدث في ظل سيناريوهين انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة والمرتفعة جدا (7.0-SSP3 و8.5-SSP5). وبحلول نهاية هذا القرن، سيحد بشدة سيناريوهين ذوا انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا والمنخفضة من تغير العديد من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs)، مثل الزيادات في وتيرة ظواهر مستوى سطح البحر المتطرفة، وهطول الأمطار الغزيرة والفيضانات الناجمة عن الأمطار، وتجاوز عتبات الحرارة الخطرة، مع الحد من عدد الأقاليم التي تحدث فيها مثل هذه التجاوزات، مقارنة بسيناريوهات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الأعلى (*ثقة عالية*). كما ستكون التغيرات أقل في سيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة جدا مقارنة بسيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المنخفضة، وكذلك فيما يتعلق بسيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الوسيطة (4.5-SSP2) مقارنة بسيناريو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المرتفعة أو المرتفعة جدا (*ثقة عالية*).
{9.6، 11.2، 11.3، 11.4، 11.5، 11.6، 11.9، الإطار المشترك بين الفصول 11.1، 12.4، 12.5، TS.4.3}