الأكاديمية العربية الدولية

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized
Public Disclosure Authorized

ملخص واف

92704

اخفضوا 4° الحرارة

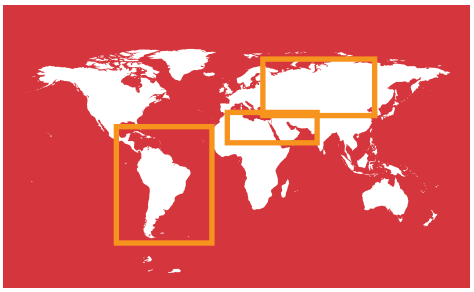
مواجهة الواقع المناخي الجديد

مجموعة البنك الدولي

ملخص واف

4° اخفضوا الحرارة

مواجهة الواقع المناخي الجديد



مجموعة البنك الدولي

© 2014 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank
1818 H Street NW, Washington DC 20433
Telephone: 202-473-1000; Internet: www.worldbank.org

Some rights reserved

1 2 3 4 17 16 15 14

This work was prepared for The World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of The World Bank, its Board of Executive Directors, or the governments they represent. The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this commissioned work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of The World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Nothing herein shall constitute or be considered to be a limitation upon or waiver of the privileges and immunities of The World Bank, all of which are specifically reserved.

Rights and Permissions

This work is available under the Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO license (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo. Under the Creative Commons—NonCommercial—NoDerivatives license, you are free to copy, distribute, and transmit this work, for noncommercial purposes only, under the following conditions:

Attribution—Please cite the work as follows: World Bank. 2014. *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal.* Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO).

Noncommercial—You may not use this work for commercial purposes.

No Derivative Works—You may not alter, transform, or build upon this work.

Third-party content—The World Bank does not necessarily own each component of the content contained within the work. The World Bank therefore does not warrant that the use of any third-party-owned individual component or part contained in the work will not infringe on the rights of those third parties. The risk of claims resulting from such infringement rests solely with you. If you wish to re-use a component of the work, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that re-use and to obtain permission from the copyright owner. Examples of components can include, but are not limited to, tables, figures, or images.

All queries on rights and licenses should be addressed to the Publishing and Knowledge Division, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: pubrights@worldbank.org.

The following items are used with permission and require further permission for reuse. Please refer to the caption or note corresponding to each item:

Figures 2.2, 2.4, 2.9, 3.10, 3.14, 3.15, 3.23, 4.13, 4.14, 4.19, 4.21, 4.22, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21.

ISBN: 978-1-4648-0437-3

Cover photos: photos 1, 2, 3, 5, and 7 © The World Bank Group; photo 4 (forestry), © istockphoto, used with permission, further permission for reuse; photos 6 and 8, © Erick Fernandes (floating houses in Peru and jaguar in Amazon)/The World Bank Group.

Cover design: Gregory Wlosinski/General Services Department—Printing and Multimedia, The World Bank Group.

المحتويات

شكر وتقدير v

توطئة vii

ملخص واف 1

اختصارات 21

مسرد للمصطلحات 23

الشكل

الشكل 1: الموارد المائية: تغير نسبي في معدلات الصرف السنوية في العالم مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين و4 درجات مئوية بحلول الثمانينات من القرن الحالي، مقارنة بفترة 1986-2005 استنادا إلى مشروع المقارنة بين نماذج التأثير المتعدد القطاعات. 5

الشكل 2: المتوسط العددي متعدد النماذج لنسب الحرارة في شهور الصيف بنصف الكرة الجنوبي، مع الارتفاع غير العادي للغاية في درجات الحرارة (لا يحدث على الأرجح في العادة أكثر من مرة واحدة كل عدة مئات من السنوات) في عالم ترتفع حرارته درجتين مئويتين (إلى اليمين) وفي عالم ترتفع حرارته 4 درجات مئوية (إلى اليسار) بين عامي 2071 و2099 مقارنة بفترة الأساس 1951-1980. 7

الشكل 3: متوسط النماذج المتعددة للنسبة المئوية لأشهر الصيف بالشمال، ويتضمن ارتفاعات غير عادية في درجات الحرارة (من المتوقع أن تحدث عادةً أكثر من مرة كل عدة مئات من السنوات) عند ارتفاع حرارة الأرض درجتين مئويتين (إلى اليسار) وعند ارتفاع حرارة الأرض 4 درجات (إلى اليمين) بين عامي 2071 و 2099، مقارنةً بفترة خط الأساس من 1951 إلى 1980. 10

الشكل 4: المتوسط العددي متعدد النماذج لنسب الحرارة في شهور الصيف بنصف الكرة الشمالي، مع ارتفاع غير عادي للغاية في درجات الحرارة (لا يحدث على الأرجح في العادة أكثر من مرة واحدة كل عدة مئات من السنوات) في عالم ترتفع حرارته درجتين مئويتين (إلى اليسار) وفي عالم ترتفع حرارته 4 درجات مئوية (إلى اليمين) بين عامي 2071 و 2099، مقارنةً بفترة الأساس 1951-1980. 13

الإطار

الإطار 1: مبررات التحرك الفوري 2

الإطار 2: آثار تغير المناخ على أوجه الضعف الاجتماعي 6

الإطار 3: مخاطر مناخية مختارة في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي 8

الإطار 4: النينو/التقلب الجنوبي 9

الإطار 5: مخاطر مناخية مختارة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 11

الإطار 6: مخاطر مناخية مختارة في منطقة أوروبا وآسيا الوسطى 14

الإطار 7: الآثار المتوقعة لتغير المناخ على قطاعات رئيسية في منطقة أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي 17

الإطار 8: الآثار المتوقعة لتغير المناخ على قطاعات رئيسية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 18

الإطار 9: الآثار المتوقعة لتغير المناخ على قطاعات رئيسية في منطقة أوروبا وآسيا الوسطى 19

شكر وتقدير

تقرير **اخفضوا الحرارة: مواجهة الواقع المناخي الجديد** هو نتاج إسهامات من مجموعة واسعة من الخبراء حول العالم. ويعقب هذا التقرير تقريرين آخرين هما اخفضوا الحرارة: تقلبات المناخ الحادة، وآثارها الإقليمية، ومبررات المرونة، الذي صدر في يونيو/حزيران 2013، واخفضوا الحرارة: لماذا يجب تفادي ارتفاع درجة حرارة الأرض 4 درجات مئوية، الذي صدر في نوفمبر/تشرين الثاني 2012. ونتوجه بالشكر لكل من أسهم في إثراء هذا التقرير وتوقعاته التي شملت فروع متعددة من العلوم.

شارك في كتابة هذا التقرير فريق من معهد بوتسدام لبحوث آثار المناخ والتحليلات المناخية، ويضم هانز يواكيم شيلنهوبر، وكريستوفر راير، وبل هير، كاترينا واها، أيونا أوتو، أوليفيا سيرديزني، ومايكل شافر، كارل فريدريش شلويسنر، وديانا ريكين، وراتشيل ماركوس، وأوليكسندر كيت، وألكسندر إيدن، وصوفي أدامز، وفالنتين أيش، وتورستن ألبرشت، وفلورينت بارش، وأليس بويت، ونيلا كاناليس تروجيلو، وماتي كارتسبرج، وديم كومو، وماريينلا فادر، وهولجر هوف، وجاي جوبنز، وليندسي جونز، وليندا كرومناور، وفاني لانجرويش، وفيرجيني لي ماسون، وإيفا لودي، وماتياز مينجل، وجاكوب موهرينج، وبياتريس موسيلو، وأندرو نورتون، وماهي بيريت، وباولا بيريسنييتو، وأنجا راميج، وجوليا راينهاردت، وألكس روبنسون، ومارسيا روكا، وبوريس شاكفسكي، وسيبيل شافوف، وجكوب شوي، وجوديث ستاجل، وكيرستين ثونيك. ونعرب عن امتناننا لمعهد التنمية عبر البحار (ODI) لإسهاماته في تحليل أوجه الضعف الاجتماعي.

وكلف مكتب نائب رئيس مجموعة البنك الدولي لشؤون تغير المناخ بإعداد هذا التقرير. وعمل فريق البنك، برئاسة كانتا كوماري ريجود وإيريك فرناندیز تحت إشراف جين إبينجر، بشكل وثيق مع معهد بوتسدام لبحوث الآثار المناخية والتحليلات المناخية. وتألف الفريق الرئيسي من فيليب أمبروسي، ومارجريت أرنولد، وروبرت بيست، وتشارلز جوزيف كورمبير، وجابرييلا إيزي، ودانييل ميرا سلامة، وماريا صراف، وجيتندرا شاه، وميريم شاكيروفا. وقام بالإشراف الإداري ريتشيل كيت، وجوناید أحمد، وجيمس كلوز، وفيونا دوجلاس، وماريان فاي، وإيدي إيجاس فاسكوز، وكارين كيمبر، ولازلو لوفي. وقاد جهود التواصل مع الشركاء والإعلام روبير بيسيه، وستاسي مورفورد، وأنيكا أوستمان، وفينكات جوبالاكريشنان. وحظي الفريق بمساندة قيمة من سامراويت بيين، وباتريشيا براكستون، وبيربيتوال بواتنج، وماريا كريستينا سي.

وقام بالإشراف العلمي طوال مدة إعداد التقرير روزينا بيرباوم (جامعة ميشيجان) ومايكل ماككراكين (معهد المناخ، واشنطن). واستفاد التقرير استفادة كبيرة من التحكيم العلمي من النظراء. ونتوجه بالشكر إلى برامود أجارويل، وليزا ألكسندر، وجينز هيسلبرج كريستنسن، وكارولينا دوبوكس، وسيتا إيموري، وأندرو فريند، وجان كريستوف جايار، وجوناثان جريجوري، وريتشارد هوتون، وخوسيه مارينجو، وأناند باتواردهان، وسكوت باور، وفينكاتاشالام راماسواني، وتان رونج، وأوليفر روبل، وأناتولي شفيدنكو، وتوماس ستوكر، وكيفين ترنبيرث، وكارول تورلي، وريكاردو فالنتيني، وكاثارين فينسنت، وجوستوس ويسلر.

ونعرب عن امتناننا للزملاء من مجموعة البنك الدولي لما قدموه من مدخلات في مراحل رئيسية من إعداد هذا التقرير: بشير عبد الدايم، وجاياتري أشاريا، وحنان أحمد، وكازي أحمد، وكلثوم أحمد، وأنجيلا أرمسترونج، وروستام أرستانوف، وأوسكار أفالي، وماري بارتون دوك، وليفيا بينافيديس، ومكدونالد بنجامين، وريمون بوردو، وكارتر براندون، وآدم برودفوت، وجويل ديهاس بوزينجر، ولودميلا بوتنكو، وألونسو زارزار كازيز، وتوكا كاسترين، وتيرينس سيريري، وديجي شاندراسيكاران، أندريانا داميانوفا، ولوران ديبرو، وجيرارد ديترلي، وسفيتلانا إدميادیس، وأحمد عويضة، وناثان لي إنجل، وهوما زهرة فتوحي، ولويس جارسيا، وكارولينا

دياز جيرالدو، وإيلين جولدستين، وكريستوف دي جوفيلو، وماريان جروسكلود، ستيفان هاليجات، وناجاراجا راو هارشاديب، وليونارد هيسلنج، وتوموكو هيراتا، وكارلوس فيليب جاراميلو، وساروج كومار جا، وإريكا جورجنسن، وستين لو جورجنسن، وأنجيلا خامينوا، وسريلاتا كاميلا، وميلاني كابيس، وسونيل خوسلا، ومماركوس كوستنر، وأندريا كوتر، وجيفري ليكسل، وهيرفى ليفيت، وأندريا ليفراني، وساندرا لورينا، وكسينيا لفوفسكي، وبيلار مسترا، ويوجينيا مارينوفا، وجريج ميزنر، ونانسي شاراني ميزا، آلان ميلر، وأندرو ميتشل، ونادر محمد، ورولستون مور، ولورنت ميسلاتي، وفارزونا موكيتدينوفا، وماجا موريسيك، وجون ناش، وكايلي أوبر، وإم. يا بوكوا أفري أوبونج، وألكسندر أورتيز، ونيكولاس بيرين، وجريزجورز بيسكو، وإليزا بورتالي، وإيرينا رامنيسيانو، وراما ريدي، ونينا رينربرجر، ودانييل سيلين، وبيكزود شامسيف، وصوفي سيرتين، ومارينا سميتانينا، وجيتندرا سريفاستافا، وفلادمير ستنيك، ولادا ستريكوفا، وآمال طالبي، وراؤول تولموس، وزيابينج وانج، ومونيكا ويبر فار، وديبورا ويتزل، وجريجوري ولسينسكي، وإيمي يوكوياما، وفابريزيو زاركوني، ووائل زكوت. ونتوجه بالشكر أيضا إلى من تلي أسماؤهم لما قدموه من مساندة: وليام آفيس، ودانييل فارينوتي، وجابرييل جوردا، ولارا لانجستون، وتوم ميتشيل، ولينا ماري شيفيل، وشياوكسي وانج، وإيميلي ولكنسون. ونتوجه بالشكر أيضا إلى وحدة الترجمة التحريرية والترجمة الفورية لإصدارها نسخ التقرير باللغات المختلفة.

ونتوجه بالشكر أيضا إلى جوربانجيلدي آلابيرديف، وزبيدة برغاوي، وإيجلانتينا بروتشي، وشامل إيلياسوف، وحسين كيسواني، وأرتم كونستانتينوف، وباتريك ليني، وألكسندر ميركوشكين، وناسيمجون راجابوف، وإيلينا سميرنوفا، وإيفجني يوتكين، لمشاركتهم وإسهاماتهم القيمة في ورشة العمل الخاصة ببناء القدرات التي عقدت في ربيع 2014 وساعدت على إثراء هذا التقرير.

ونعرب عن امتناننا أيضا لصندوقي الأنشطة المناخية، وبرنامج مساعدة إدارة قطاع الطاقة (ESMAP)، والمفوضية الأوروبية، والحكومة الإيطالية، وبرنامج الغابات (PROFOR)، لإسهاماتها في إصدار هذا التقرير ومواد التواصل المرتبطة به.

توطئة

بدأت التغيرات المناخية الحادة والأحداث الجوية الشديدة التطرف تؤثر بالفعل على ملايين البشر حول العالم، فتدمر المحاصيل والسواحل وتهدد الأمن المائي.

وفي مختلف أنحاء المناطق الثلاث التي شملها هذا التقرير بالدراسة، باتت درجات الحرارة تتجاوز المستويات القياسية بوتيرة أكثر تكرارا، وازداد هطول الأمطار في بعض المناطق، في حين تزداد المناطق الجافة جفافا كما هو الحال في منطقة البحر المتوسط. وتؤثر الزيادة الملموسة في نشاط الأعاصير المدارية بشمال الأطلسي على منطقة البحر الكاريبي وأمريكا الوسطى.

وتتنامى الدلائل التي تشير إلى أن ارتفاع الحرارة 1.5 درجة مئوية زيادة على مستوى ما قبل الثورة الصناعية أصبح يلازم نظام الغلاف الجوي للأرض نتيجة للانبعاثات الماضية والمتوقعة لغازات الدفيئة، وقد لا نستطيع الآن الفكاك من آثار تغير المناخ كموجات الحرارة الشديدة.

ومع زيادة حرارة الكوكب، فإن الأوضاع المناخية وموجات الحرارة وغير ذلك من الأحداث المناخية الشديدة التطرف التي تقع مرة واحدة كل عدة مئات من السنين، إن وقعت أساسا، وتعتبر اليوم غير عادية للغاية وغير مسبوقة، ستصبح هي "الواقع المناخي الجديد" بينما نقترب من مستوى الدرجات المئوية الـ 4- وهو عالم مخيف تزداد فيه المخاطر والاضطرابات.

ستكون العواقب شديدة على التنمية، مثل انخفاض غلات المحاصيل وانخفاض الموارد المائية وتفشي الأمراض وارتفاع منسوب سطح البحر. إن تحقيق هدفي إنهاء الفقر وزيادة الرخاء العالمي مع الحد من التباينات العالمية، وهما من الأهداف صعبة التحقيق حاليا، سيزداد صعوبة مع ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين، وتتنامى الشكوك القوية حول إمكانية تحقيقهما مع ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية.

وفي هذا التقرير، وهو الثالث من سلسلة اخفضوا الحرارة، تحوّلنا ثانية إلى العلماء في معهد بوتسدام لبحوث آثار المناخ والتحليلات المناخية. وطلبنا منهم دراسة الآثار المحتملة للحرارة الحالية (0.8 درجة مئوية) وارتفاعها درجتين مئويتين و4 درجات مئوية على الإنتاج الزراعي والموارد المائية والمدن والأنظمة الإيكولوجية في أنحاء أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وأجزاء من منطقة أوروبا وآسيا الوسطى.

وجاءت النتائج مخيفة.

ففي أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، سيكون لموجات الحرارة الشديدة وتغير أنماط هطول الأمطار تأثيرات سلبية على الإنتاج الزراعي والأنظمة المائية والتنوع الحيوي. فعند ارتفاع الحرارة درجتين مؤيتين في البرازيل، ستنخفض غلة محصولي فول الصويا 70 في المائة والقمح 50 في المائة. وستؤثر زيادة حمضية المحيط وارتفاع منسوب سطح البحر وتغير أنماط الأعاصير المدارية والحرارة تأثيرا سلبيا على موارد الرزق الساحلية والسياحة والصحة والأمن الغذائي والمائي، وخاصة في البحر الكاريبي. وسيمثل ذوبان الأنهار الجليدية خطرا على مدن الأنديز.

وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ستخلق الزيادة الكبيرة في موجات الحرارة التي تصاحبها زيادة في متوسط درجات الحرارة ضغوطا حادة على الموارد المائية ويسفر عنها عواقب ضخمة على الأمن الغذائي للمنطقة. فقد تنخفض غلات المحاصيل 30 في المائة عند ارتفاع الحرارة ما بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين وبنحو 60 في المائة عند ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية. وفي الوقت ذاته، قد تزداد احتمالات نشوب صراعات نتيجة لما ستشهده المنطقة من هجرات وضغوط أخرى مرتبطة بالمناخ على الموارد.

ومع ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية في غرب البلقان ووسط آسيا، سيمثل تراجع الموارد المائية المتوفرة تهديدا. فذوبان الأنهار الجليدية في وسط آسيا وتغير توقيت تدفق المياه سيزيد من خطر الجفاف في البلقان، مع احتمال نقص غلات المحاصيل، وتدهور الصحة في المناطق الحضرية، وانخفاض الكهرباء المولدة. وفي مقدونيا، من المتوقع أن تنخفض غلة الذرة والقمح والخضر والكروم 50 في المائة عند ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين. وفي شمال روسيا، سيهدد الموت التدريجي للغابات وذوبان المنطقة دائمة التجمد بزيادة الاحترار العالمي مع إطلاق الكربون والميثان المختزنين إلى الغلاف الجوي ما يخلق دائرة مغلقة من الارتفاع الذاتي للحرارة.

ويستند تقرير اخفضوا الحرارة: مواجهة الواقع المناخي الجديد إلى تقريرنا لعام 2012 الذي خلص إلى أن حرارة العالم سترتفع 4 درجات مئوية بنهاية القرن الحالي وما يصاحب ذلك من عواقب مدمرة إن لم نتخذ تدابير منسقة على الفور. وهو يكمل تقريرنا لعام 2013 الذي يتناول بالبحث المخاطر المحتملة التي تواجه التنمية في ظل سيناريوهات مختلفة للاحترار العالمي في أفريقيا جنوب الصحراء، وجنوب شرق آسيا، وجنوب آسيا، والذي حذر من أننا قد نشهد ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين في حياتنا.

ومع ذلك، يمكن تجنب أسوأ الآثار المناخية المحتملة الواردة في هذا التقرير بعدم زيادة حرارة الأرض أكثر من درجتين مئويتين. غير أن هذا سيتطلب تغييرات ضخمة تكنولوجية واقتصادية ومؤسسية وسلوكية. وسيتطلب كذلك قيادة على جميع مستويات المجتمع.

إن الشواهد العلمية اليوم غير قابلة للتفنيد، ومن الواضح أنه ليس بوسعنا أن نواصل المسار الحالي من الانبعاثات المتزايدة بلا قيد. والخبر السار هو أنه يوجد اتفاق متنام في الآراء على ما ينبغي عمله لتغيير هذا المسار غير المستدام الذي نسلكه حاليا.

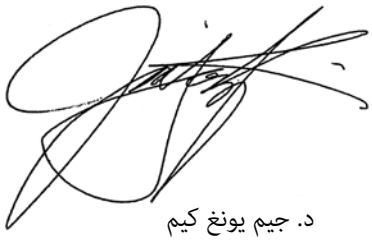
فأعداد متزايدة من الأصوات تؤكد أنه يمكننا أن نراعي البيئة بدرجة أكبر بدون الحد من النمو بالضرورة. إننا نعلم اليوم أن اتخاذ تدابير إزاء تغير المناخ أمر عاجل، لكن لا ينبغي أن يأتي ذلك بالضرورة على حساب النمو الاقتصادي. ونحتاج إلى خيارات ذكية في مجال السياسات تعمل على تحفيز التحول إلى نقل عام نظيف، ويمكن أن يساعد ترشيد الطاقة في المصانع والمباني والأجهزة على تحقيق منافع في النمو والمناخ على حد سواء.

ويأتي أحدث تقرير في سلسلة اخفضوا الحرارة في وقت حرج. ففي وقت سابق من العام الحالي، كشفت قمة المناخ برعاية الأمين العام للأمم المتحدة عن موجة جديدة من التفاؤل. بيد أن تقاريرنا تبين بجلاء أن الوقت في غاية الأهمية.

وستجتمع الحكومات أولا في ليما ثم في باريس لإجراء مفاوضات حاسمة حول معاهدة جديدة بشأن المناخ. وفي داخل قاعات المؤتمر وخارجها، سيكون على قادة العالم أن يتخذوا قرارات صعبة ستتطلب، في بعض الحالات، تضحيات على الأجل القصير لكنها ستؤدي إلى مكاسب للجميع على الأجل الطويل.

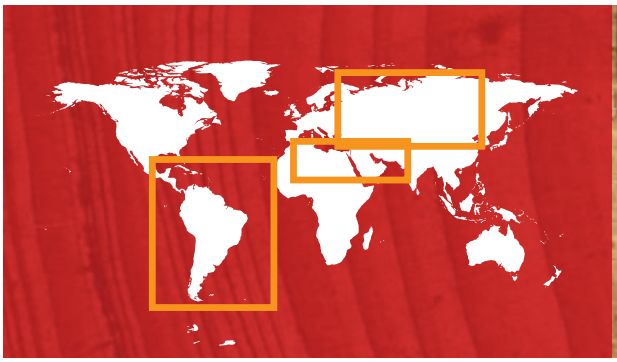
وفي مجموعة البنك الدولي، سنستخدم قدراتنا المالية للمساعدة على مواجهة تغير المناخ. سنبتكر ونطرح أدوات مالية جديدة. سنستخدم معارفنا وقدرتنا على الحشد. سنستخدم ما لدينا من دلائل وبيانات للدعوة والإقناع. باختصار، سنبذل قصارى جهدنا لمساعدة البلدان والمجتمعات على بناء القدرة على الصمود والتكيف مع الآثار المناخية التي أصبحنا نشعر بها بالفعل ونضمن تدفق الموارد التمويلية إلى المناطق الأكثر احتياجا إليها.

إن تصدينا لما يثيره تغير المناخ من تحديات سيحدد ما سنتركه من إرث للأجيال المقبلة. فالمخاطر لم تكن بهذه القوة من قبل.



د. جيم يونغ كيم
رئيس مجموعة البنك الدولي

ملخص واف



ملخص واف

تظهر البيانات أن تغيرات مناخية شديدة وموجات حارة وأحداث جوية شديدة التطرف أصبحت تؤثر بالفعل على الناس، إذ تدمر المحاصيل والسواحل، وتهدد الأمن الغذائي والمائي وأمن الطاقة. وفي مختلف أنحاء المناطق الثلاث التي شملها هذا التقرير بالدراسة، باتت درجات الحرارة تتجاوز المستويات القياسية بوتيرة أكثر تكرارا، وازداد هطول الأمطار في بعض المناطق، في حين تزداد المناطق الجافة جفافا. وفي عرض عام لأوجه الضعف المجتمعية، وُجد أن الفقراء والمعوزين والمسنين والأطفال هم غالبا أشد المتضررين. وتتنامى الدلائل على أنه حتى مع وجود تدابير شديدة الطموح للتخفيف من آثار تغير المناخ، فإن ارتفاع الحرارة بما يقرب من 1.5 درجة مئوية زيادة على مستويات ما قبل الثورة الصناعية بحلول منتصف القرن قد أصبح أمرا ملازما لنظام الغلاف الجوي للأرض وأن آثار تغير المناخ كموجات الحرارة الشديدة ربما أصبحت الآن أمرا لا فكاك منه.[1] وإذا استمرت الحرارة في الارتفاع إلى 4 درجات مئوية زيادة على مستويات ما قبل التصنيع، فإن الأوضاع المناخية وموجات الحرارة وغير ذلك من الأحداث المناخية الشديدة التطرف التي تعتبر اليوم غير عادية للغاية وغير مسبوقة ستصبح هي الواقع المناخي الجديد، وهو عالم تزداد فيه المخاطر والاضطرابات. وستكون العواقب شديدة على التنمية، مثل انخفاض غلات المحاصيل وانخفاض الموارد المائية وتفشي الأمراض وارتفاع منسوب سطح البحر. إن مهمة تعزيز التنمية البشرية وإنهاء الفقر وزيادة الرخاء العالمي والحد من التباينات العالمية ستكون في غاية الصعوبة في عالم ترتفع فيه الحرارة درجتين مئويتين، لكن في عالم ترتفع فيه الحرارة 4 درجات فإن الشكوك ستكون قوية حول تحقيق كل هذا. ومن هنا فإنه يجب اتخاذ خطوات فورية لمساعدة البلدان المعنية على التكيف مع آثار تغير المناخ التي يشعر بها الجميع الآن وما يصاحب الاحترار العالمي السريع من عواقب لا يمكن تفاديها. إن منافع التدابير القوية المبكرة لمواجهة تغير المناخ، وهي تدابير تتبع مسارات النمو النظيف المنخفض الانبعاثات الكربونية ويتجنب استراتيجيات النمو غير المستدامة، تفوق كثيرا التكاليف. غير أنه مازال بالإمكان تجنب كثير من أسوأ الآثار المناخية عن طريق الحفاظ على مستوى الاحترار العالمي دون درجتين مئويتين. لكن وقت التحرك هو الآن.

ويركز هذا التقرير على مخاطر تغير المناخ على التنمية في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، والشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وأجزاء من أوروبا وآسيا الوسطى. واستنادا إلى التقريرين السابقين في سلسلة اخفضوا الحرارة، فإن هذا التحليل العلمي الجديد يدرس الآثار المحتملة لارتفاع درجة الحرارة حاليا (0.8 درجة مئوية) وارتفاعها درجتين مئويتين وارتفاعها 4 درجات مئوية زيادة على مستوى ما قبل الثورة الصناعية، وذلك على الإنتاج الزراعية والموارد المائية والخدمات الإيكولوجية وأوجه الضعف الساحلية للسكان المتأثرين.

نطاق التقرير

يغطي هذا التقرير الثالث من سلسلة تقارير اخفضوا الحرارة[2] ثلاثة من مناطق عمل البنك الدولي: أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، والشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وأجزاء من أوروبا وآسيا الوسطى[3]. وينصب التركيز على ما يثيره تغير المناخ من مخاطر على التنمية. ورغم تغطية عدة قطاعات، فقد تم التركيز على الآثار المحتملة على الغذاء وأنظمة الطاقة، والموارد المائية، والخدمات الإيكولوجية. ويتناول التقرير بالبحث أيضا أوجه الضعف الاجتماعية التي قد تزيد أو تهدئ من تبعات تغير المناخ على رفاهة الإنسان. ويعد هذا التقرير استكمالا للتقرير الأول من تقارير اخفضوا الحرارة (2012) الذي قدم عرضا عاما

[1] الحفاظ على الحرارة دون درجتين وخفضها إلى 1.5 درجة مئوية بحلول عام 2100 ممكن فنيا واقتصاديا لكنه يتضمن إجراءات تخفيف صارمة على المدى القصير. في حين أن مجموعة العمل 3 لتقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ قد حددت فرصة تطبيق الكثير من خيارات التخفيف للحفاظ على الحرارة دون درجتين بأنها محتملة، ومع ارتفاع الحرارة في المتوسط بين 1.5 و1.7 درجة مئوية بحلول عام 2100، فإن "عددا محدودا من الدراسات استكشف سيناريوهات بأنه أكثر احتمالا من عدم خفض الحرارة إلى ما دون 1.5 درجة مئوية بحلول عام 2100." وتتسم السيناريوهات في هذه الدراسات بأنها (1) تدابير فورية للتخفيف، و(2) التعزيز السريع لكامل تكنولوجيات التخفيف، و(3) تنمية على مسار الطلب المنخفض على الطاقة.

[2] أصدر البنك الدولي أول تقريرين وهما تقرير اخفضوا الحرارة: لماذا يجب تفادي ارتفاع درجة حرارة الأرض 4 درجات مئوية، في نوفمبر/تشرين الثاني 2012، وتقرير اخفضوا الحرارة: تقلبات المناخ الحادة، وآثارها الإقليمية، ومبررات المرونة في يونيو/حزيران 2013.

[3] منطقة عمل البنك الدولي في أوروبا وآسيا الوسطى في هذا التقرير لا تتضمن سوى البلدان التالية: ألبانيا والبوسنة والهرسك وكوسوفو وجمهورية قرغيز وجمهورية مقدونيا اليوغوسلافية السابقة والجبل الأسود والاتحاد الروسي وصربيا وطاجيكستان وتركمانستان.

لتغير المناخ وآثاره في عالم ترتفع فيه الحرارة 4 درجات مئوية،[4] وخلص إلى أنه من المتوقع أن هذه الآثار ستشعر بها البلدان النامية حول المناطق الاستوائية بصورة غير متناسبة مع باقي البلدان. ويتوسع هذا التقرير أيضا فيما تضمنه التقرير الثاني (2013) من تحليل والذي تركز على تبعات تغير المناخ حاليا وفي عالم ترتفع فيه الحرارة درجتين و4 درجات زيادة على مستوى ما قبل التصنيع في أفريقيا جنوب الصحراء وجنوب آسيا وجنوب شرق آسيا ويوضح احتمالات البدايات المبكرة للتأثيرات عند مستويات أقل من الحرارة.

ويستند هذا التحليل إلى تقارير مجموعة العمل الخاصة بتقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ والتي صدرت عامي 2013 و2014، وكذلك على الأدبيات المنشورة للأقران بعد فترة تقرير التقييم الخامس. وتم إبراز وشرح الحالات القليلة التي ظهرت فيها اختلافات جوهرية في تفسير التأثيرات المحتملة عما هو وارد في تقييمات الهيئة الدولية (كما هو الحال في ارتفاع منسوب سطح البحر وظاهرة النينو).

الوضع العالمي

يعيد هذا التقرير تأكيد تقييمات سابقة بما فيها تقرير التقييم الخامس وتقريري اخفضوا الحرارة السابقين، وهو أنه مع غياب تدابير قصيرة الأجل للتخفيف من آثار تغير المناخ وزيادة الالتزامات بخفض الانبعاثات فإن ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية أو تجاوزها أصبح توقعا أكثر احتمالا. وفي ظل السياسات الحالية فإن احتمال تجاوز الحرارة 4 درجات مئوية بحلول عام 2100 قد أصبح 40 في المائة واحتمال أن تتجاوز 5 درجات قد أصبح 10 في المائة.[5] غير أنه مازال بالإمكان تجنب كثير من أسوأ التأثيرات المناخية المحتملة والواردة في هذا التقرير بالحفاظ على ارتفاع الحرارة دون درجتين مئويتين.

نتائج رئيسية مختارة من مختلف أنحاء المناطق المختارة

عند المستوى الحالي للاحترار 0.8 درجة مئوية زيادة عن مستوى الحرارة قبل الثورة الصناعية، لوحظ بالفعل تأثيرات سلبية لتغير المناخ. وتشتمل الأمثلة على ما يلي:

- زيادة وتيرة موجات الحرارة الشديدة. يرجع تجاوز المتوسط الشهري لدرجات الحرارة المستوى القياسي إلى تغير المناخ مع نسبة احتمال تصل إلى 80 في المائة.

الإطار 1: مبررات التحرك الفوري

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مستمرة بلا قيد. وقد بلغ مستوى الاحترار حاليا 0.8 درجة مئوية زيادة على مستويات ما قبل الثورة الصناعية. وتزيد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حاليا بنسبة 60 في المائة عما كانت عليه في التسعينات، بزيادة تقترب من 2.5 في المائة سنويا. وإذا استمرت الانبعاثات على هذا المعدل، ففي خلال ثلاثة عقود فحسب سيكون تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قد تجاوز فرصة الحد من الاحترار العالمي كي لا يزيد على درجتين مئويتين.

تأثيرات وأضرار ملحوظة. إن التأثيرات الواسعة الانتشار الملحوظة حديثا على الأنظمة الطبيعية والبشرية إنما تؤكد الحساسية الشديدة لكثير من هذه الأنظمة للاحترار والأضرار الشديدة المحتمل وقوعها حتى على مستويات أقل من الاحترار. وتشمل الأمثلة التأثيرات السلبية على غلات المحاصيل، وتسارع وتيرة فقدان الثلوج في القارة القطبية الجنوبية وجرينلاند، وتبييض الشعاب المرجانية على نطاق واسع. إن التأثيرات الفيزيائية لارتفاع الحرارة 1.5 درجة مئوية كموجات الحرارة الشديدة ربما لا يمكن الفكاك منها.

التأثيرات المتوقعة في القرن 21. تؤكد التأثيرات المتوقعة في القرن 21 نطاق الخطر الذي يتهدد التنمية عند ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين — والعواقب الشديدة عند تجاوز هذا المستوى من الاحترار. وحتى لو بلغ الاحترار مستوى 1.5-2 درجة مئوية، فمن المترقب وقوع مخاطر شديدة لعدد من المناطق والأنظمة، مثل احتمال الفقدان الكامل للشعاب المرجانية الحالية التي عاشت لفترات طويلة، وما يرتبط بها من تنوع إحيائي بحري وموارد الرزق القائمة على السياحة والصيد.

العواقب التي تستمر عقودا عديدة بسبب الانبعاثات في القرن 21. تتنامى الدلائل العلمية التي تؤكد أن انبعاث ثاني أكسيد الكربون وغيره من غازات الدفيئة له عواقب ستستمر عدة عقود. وتشتمل الأمثلة على ما يلي: استمرار ارتفاع منسوب سطح البحر على المدى البعيد حوالي مترين لكل درجة مئوية من متوسط الاحترار العالمي الدائم وحموضة المحيطات لعدة قرون مع ما يستتبع ذلك من عواقب واسعة النطاق على الشعاب المرجانية والأنظمة الإيكولوجية البحرية، وكوكب الأرض بأسره.

مخاطر التغيرات الواسعة النطاق المتعذر إلغاؤها في المناطق الأحيائية والأنظمة الإيكولوجية للأرض. يمكن أن تتعرض جميع مناطق الأرض لتحولات بسبب التغييرات الواسعة النطاق المتعذر إلغاؤها في الأنظمة. من الأمثلة على المخاطر التي تتزايد سريعا مع ظاهرة الاحترار العالمي تدهور غابات الأمازون المطيرة مع احتمال انبعاث كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون نتيجة للتأثيرات الذاتية الحدوث، وانهيار الصفائح الجليدية في جرينلاند والقارة القطبية الجنوبية مع ارتفاع منسوب سطح البحر عدة أمتار خلال قرون أو آلاف السنين، وإطلاق كميات ضخمة من غاز الميثان بسبب ذوبان الطبقة الدائمة التجمد ما يزيد من ظاهرة الاحترار. وتظهر علوم خضعت للتحكيم حديثا أن جزءا كبيرا من الصفائح الجليدية في غرب القارة القطبية الجنوبية، التي تتألف من حوالي متر واحد من الجليد فوق منسوب سطح البحر، أصبحت في حالة تراجع غير مستقر ولا يمكن وقفه.

تراجع فرصة التحرك سريعا. إن التوسع في البنية التحتية كثيفة الانبعاثات الكربونية والمعتمدة على الوقود الأحفوري تربطنا بمستقبل يتسم بانبعاث ثاني أكسيد الكربون. وقد حذرت الوكالة الدولية للطاقة، وأكد العديد من النماذج القائمة على أنظمة الطاقة، أنه ما لم يتم التحرك في أسرع وقت، سيصبح الحد من الانبعاثات بالسرعة الكافية للحفاظ على الاحترار العالمي دون مستوى درجتين مئويتين أمرا مكلفا للغاية.

[4] في هذا التقرير، كما كان الحال في التقريرين الآخرين، تستخدم الإشارة إلى ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية وارتفاع حرارة العالم درجتين بنهاية القرن زيادة على مستويات ما قبل الثورة الصناعية. ومن الجدير بالذكر أنه في حالة ارتفاع الحرارة 4 درجات، فإن هذا لا يعني ضمنا ثبات درجات الحرارة ولا قوة الآثار المحتملة المتوقع وصولها إلى الذروة عند هذا المستوى. فبسبب بطء استجابة النظام المناخي، فإن انبعاثات غازات الدفيئة والتركيزات التي ستؤدي إلى ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية بحلول عام 2100 وما يصاحب ذلك من مخاطر شديدة بسبب تجاوز الحدود القصوى في النظام المناخي، ستدفع العالم في الواقع إلى مستويات أعلى من الحرارة تتجاوز 6 درجات مئوية أو أعلى على المدى البعيد مع ارتفاع منسوب سطح البحر في نهاية المطاف أمتارا عديدة. ويتضمن سيناريو ارتفاع حرارة العالم درجتين الاستقرار عند هذا المستوى بحلول عام 2100.

[5] توقعات الطاقة العالمية 2012 لوكالة الطاقة الدولية. وقد ورد هذا في تقرير اخفضوا الحرارة الثاني.

- تزايد معدل هطول المطر بشدة سواء في الوتيرة أو الكثافة في عديد من المناطق.
- لوحظ اتجاه قوي نحو الجفاف في مناطق معرضة بالفعل للجفاف مثل البحر المتوسط.
- لوحظت زيادة ملموسة في نشاط الأعاصير المدارية بشمال الأطلسي وهو يؤثر على منطقة البحر الكاريبي وأمريكا الوسطى.

تتضمن **الآثار المحتملة** في ظل سيناريوهات مستقبلية لتغير المناخ:

1. **موجات حرارة غير عادية للغاية وغير مسبوقة:** تظهر نماذج مناخية حديثة أن موجات الحرارة الشديدة لا تزيد في الوتيرة فحسب بل تؤثر أيضا على مساحات أكبر من الأرض مع استمرار الاحترار. وتزيد سريعا موجات الحرارة غير العادية للغاية وغير المسبوقة في شدتها مع انبعاث غازات الدفيئة بمستوى يتفق مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية.[6] ومن بين موجات الحرارة غير العادية للغاية في شدتها ما شهدته روسيا ووسط آسيا عام 2010 والولايات المتحدة عام 2012، وتشير موجات الحرارة غير المسبوقة في شدتها إلى أحداث غير موجودة في ظل أوضاع المناخ الحالية. وستبقى موجات الحرارة غير المسبوقة في شدتها غائبة على الأرجح في عالم ترتفع فيه الحرارة درجتين مئويتين، لكن مع ارتفاع الحرارة 4 درجات فقد تؤثر على أراضي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ومنطقة أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي ونحو 55 في المائة من الأراضي في أوروبا وآسيا الوسطى التي يغطيها هذا التقرير.

2. **تغيرات في أنظمة الأمطار وتوفر المياه:** من المتوقع تغير معدلات هطول الأمطار مع استمرار الاحترار بما في ذلك من تبعات سلبية ملموسة على مدى توفر المياه. وتعد أمريكا الوسطى والبحر الكاريبي وغرب البلقان والشرق الأوسط وشمال أفريقيا مناطق ساخنة حيث من المتوقع انخفاض معدلات هطول الأمطار ما بين 20 و50 في المائة مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية. وعلى النقيض، فمن المتوقع سقوط أمطار غزيرة مع تزايد شدتها في شرق سيبيريا ووسطها وشمال غرب أمريكا الجنوبية مع زيادة الكثافة في معدلات هطول الأمطار حوالي 30 في المائة مع زيادة احتمالات الفيضانات في ظل ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية.
   - في غرب البلقان وآسيا الوسطى، سيمثل نقص توفر المياه تهديدا مع ارتفاع الحرارة نحو 4 درجات مئوية. ومع ذوبان الأنهار الجليدية في وقت سابق في آسيا الوسطى، سيتغير توقيت تدفق المياه مع زيادة خطر الجفاف في البلقان، وما يستتبع ذلك من عواقب على غلات المحاصيل وصحة السكان في الحضر وتوليد الطاقة. ففي مقدونيا على سبيل المثال قد تنخفض الغلة نحو 50 في المائة للذرة والقمح والخضر والكروم مع زيادة حرارة العالم درجتين مئويتين. ومن المتوقع زيادة مخاطر الفيضانات قليلا في أحواض أنهار الدانوب والسافا وتيزا.

3. **غلات المحاصيل الزراعية والأمن الغذائي:** بدأت غلات المحاصيل تتأثر بشدة بالفعل مع ارتفاع الحرارة 0.8 درجة مئوية، ومع ارتفاعها من درجتين إلى 4 درجات مئوية، سيضيف تغير المناخ ضغوطا إضافية على أنظمة الزراعة.
   - ومع تجاوز الحرارة 1.5-2 درجة مئوية، ستزيد سريعا مخاطر تراجع الغلات وفقدان الإنتاج. ففي الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، ومع عدم اتخاذ أي تدابير للتكيف، من المتوقع حدوث انخفاض كبير في غلات المحاصيل المحتملة عند ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين. فعلى سبيل المثال، ستنخفض غلة فول الصويا ما بين 30 و70 في المائة والقمح نحو 50 في المائة في البرازيل، وفي أمريكا الوسطى والبحر الكاريبي ستتراجع غلة القمح 50 في المائة، وفي تونس سيتراجع القمح ما بين 10 و50 في المائة. ولن يكون التغير في غلات المحاصيل في آسيا الوسطى مؤكدا في ظل ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين. زيادة موجات الجفاف والفيضانات تمثل مخاطر كبيرة للزراعة في غرب البلقان.
   - في حين أن الإجراءات التدخلية للتكيف وعمليات التسميد بثاني أكسيد الكربون قد تعوض بعض الآثار السلبية لتغير المناخ مع ارتفاع الحرارة دون درجتين مئويتين، يعيد هذا التقرير التأكيد على ما خلص إليه تقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ من أنه مع ارتفاع الحرارة ما بين 3 و4 درجات مئوية يمكن توقع آثار سلبية ضخمة على الإنتاج الزراعي. وهناك بعض الدلائل التجريبية على أنه رغم الآثار الإيجابية المحتملة من التسميد بثاني أكسيد الكربون التي تؤدي إلى زيادة الإنتاجية، فإن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو قد يسفر عنه انخفاض البروتين والمغذيات (الحديد والزنك) في بعض محاصيل الحبوب الرئيسية (مثلا، القمح والأرز).
   - سيتم الإحساس بالآثار المتوقعة على أنظمة إنتاج محاصيل الكفاف والتصدير (مثلا، فول الصويا والذرة والقمح والأرز) على المستوى المحلي والقومي والعالمي. وفي حين أن التجارة العالمية يمكن أن تحسّن من الأمن الغذائي وتشكل حماية من الصدمات المحلية، فمن المحتمل أن يشتد اعتماد بعض المناطق على الواردات الغذائية ومن ثم تصبح أكثر ضعفا أمام أحداث المناخ في مناطق أخرى من العالم وتعطّل الواردات بسبب ما قد تفرضه تلك المناطق من قيود على الصادرات.

4. **النظم الإيكولوجية الأرضية:** من المتوقع أن يزداد تغير الأنظمة الإيكولوجية مع ارتفاع الحرارة والتغير في أنماط هطول الأمطار بدرجة كبيرة ما يؤدي

[6] في هذا التقرير، تشير موجات الحرارة غير العادية للغاية إلى أحداث مناخية بقوة 3 سيجما وموجات الحرارة غير المسبوقة إلى أحداث مناخية بقوة 5 سيجما. وبشكل عام، فإن الانحراف المعياري (سيجما) يظهر مدى انحراف اتجاه متغير عن قيمته الوسيطة، وهو ما يشير في هذا التقرير إلى إمكانية حدوث تغيرات سنوية في درجات الحرارة المحلية الشهرية بسبب التقلبات الطبيعية. وحسب التوزيع الطبيعي، فإن الأحداث من مستوى 3 سيجما تتكرر مرة كل 740 عاما. ولا تتبع بيانات درجات الحرارة الشهرية بالضرورة التوزيع الطبيعي (على سبيل المثال، يمكن أن يكون للتوزيع ذيول طويلة، ما يجعل من الموجات الحارة أمرا أكثر احتمالا) ويمكن أن تختلف مرات التكرار لكن ذلك سيكون كل 100 عام. ومع ذلك، فإن الأحداث من مستوى 3 سيجما غير محتملة لأقصى حد والأحداث من مستوى 4 سيجما لم تحدث مطلقا تقريبا خلال حياة الأنظمة الإيكولوجية الرئيسية. ويعني التحذير من أحداث بقوة 5 سيجما أن التغير المتوسط في المناخ أكبر 5 مرات عن التقلب السنوي الطبيعي الذي نشهده اليوم والذي يمكن أن يتكرر مرة كل عدة ملايين من السنوات وهذه الأحداث التي لم تحدث تقريبا مطلقا حتى اليوم متوقع حدوثها في العقود القادمة.

إلى اختفاء خدمات إيكولوجية. وسيكون لهذا عواقب ضخمة، على سبيل المثال لا الحصر، على دورة الكربون العالمية. فعلى سبيل المثال:

- من شأن الارتفاع المتوقع في الإجهاد الناجم عن الحرارة والجفاف، إلى جانب استمرار إزالة الغابات، أن يزيد زيادة كبيرة من مخاطر تدهور الغابات على نطاق واسع (انخفاض في الكتلة الحيوية للغابات ومساحتها) في غابات الأمازون المطيرة. وقد يحول هذا بدوره بالوعة الكربون ذات الأهمية العالمية إلى مصدر للكربون: بدأ بالفعل ملاحظة ذلك نتيجة لموجات الجفاف الشديد عامي 2005 و2010 حين قدر العلماء أن الأمازون تواجه انخفاض في مخزون الكربون إلى حوالي 1.6 بيتاجرام من الكربون (2005) و2.2 بيتاجرام من الكربون (2010) مقارنة بالسنوات التي لم تشهد موجات جفاف.[7]
- تعد المناطق الدائمة التجمد والغابات الشمالية في روسيا ذات حساسية للتغير في درجات الحرارة ما قد يؤدي إلى زيادة إنتاجها. لكن هناك مخاطر تزايد الأحداث غير المواتية مثل اندلاع الحرائق أو انتشار الآفات ما يؤدي إلى موت الأشجار على نطاق واسع. وسيهدد الموت التدريجي للغابات وذوبان المنطقة الدائمة التجمد بزيادة الاحترار العالمي مع إطلاق الكربون والميثان المختزنين إلى الغلاف الجوي ما يخلق دائرة مغلقة من الارتفاع الذاتي للحرارة. ومع ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين، قد تزيد انبعاثات الميثان من ذوبان الطبقة الدائمة التجمد ما بين 20 و30 في المائة في مختلف أنحاء المناطق الشمالية في روسيا.

5. **الأنظمة الإيكولوجية البحرية:** من المتوقع وقوع آثار سلبية ضخمة على الأنظمة الإيكولوجية البحرية وإنتاجيتها مع ارتفاع درجات الحرارة، وزيادة حموضة المحيطات، والانخفاض المحتمل في مدى توافر الأكسجين بسبب هذه الآثار مجتمعة. وتعد معدلات حموضة المحيطات الملحوظة هي أعلى المعدلات منذ 300 مليون سنة ومعدلات ارتفاع منسوب سطح البحر هي الأعلى منذ 6000 سنة.

وتشير توقعات تبييض الشعاب المرجانية إلى أن الحفاظ على أكثر من 10 في المائة من هذه الأنظمة الإيكولوجية الفريدة يتطلب الحد من ارتفاع حرارة العالم دون 1.5 درجة مئوية. والمرجان حيوي لتشكيل الشواطئ وحماية السواحل والثروة السمكية والسياحة.

وقد لوحظت تغيرات فسيولوجية للأسماك ويرقات الأسماك وهي متوقعة مع زيادة حموضة المحيطات مستقبلا. مع ارتفاع الحرارة دون درجتين مئويتين ودون الأخذ في الاعتبار حموضة المحيطات، من المتوقع أن تنخفض أعداد الأسماك التي يتم صيدها في بعض المناطق بصورة ملحوظة بحلول عام 2050 حيث تهاجر الأسماك إلى المياه الأكثر برودة.

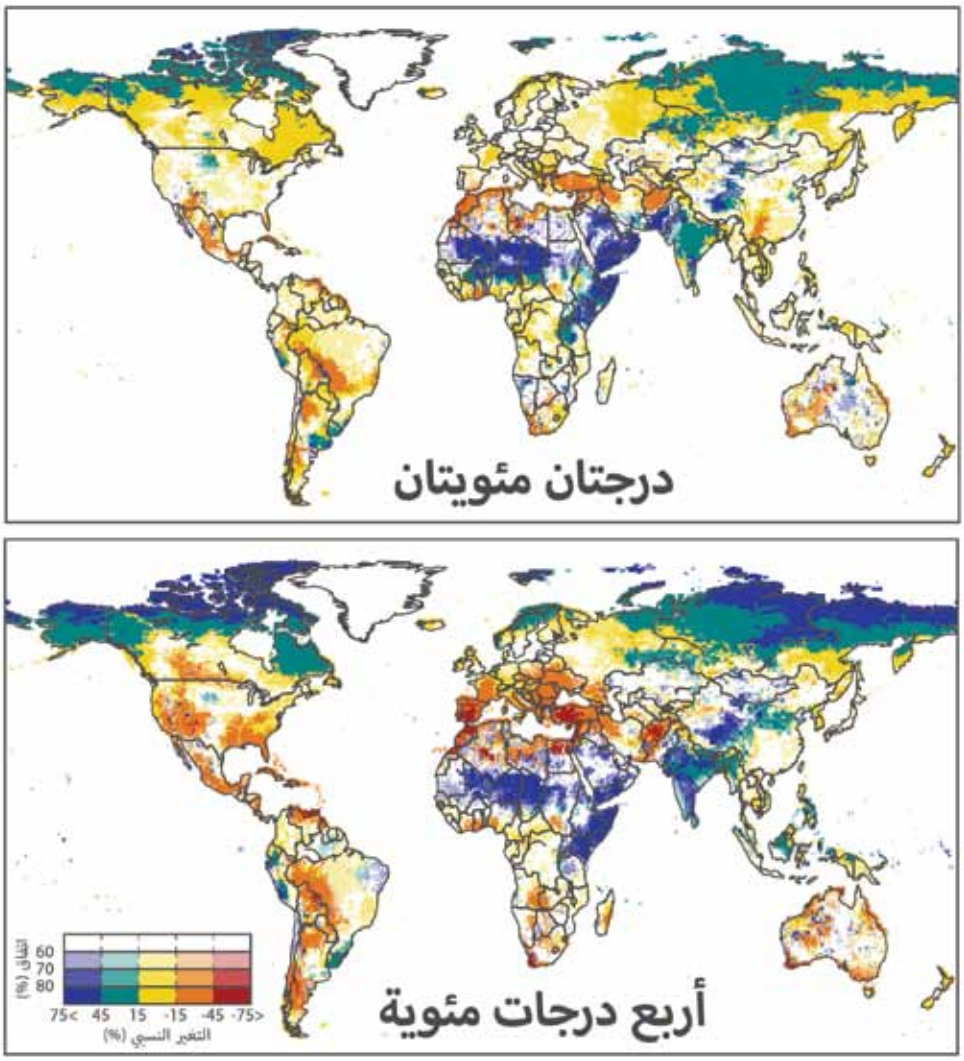
6. **ارتفاع منسوب سطح البحر:** في عالم ترتفع فيه الحرارة 1.5 درجة مئوية، من المتوقع أن يرتفع منسوب سطح البحر 0.36 متر (بين 0.20 و0.60 متر) ومع ارتفاع الحرارة إلى 4 درجات مئوية سيرتفع المنسوب 0.58 متر (بين 0.40 و1.01 متر) بين عامي 2081 و2100 مقارنة بفترة المقارنة 1986-2005.[8] ونتيجة للفارق الزمني في استجابة المحيطات وطول فترة استجابة جرينلاند والصفائح الجليدية في القارة القطبية الجنوبية لحرارة الغلاف الجوي، فإن منسوب سطح البحر سيستمر في الارتفاع لعدة قرون بعد عام 2100.
    - يمثل ارتفاع منسوب سطح البحر تهديدا كبيرا للمجتمعات الحضرية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، حيث توجد مستوطنات حضرية وبنية تحتية ضخمة على طول السواحل. وسيكون أثر ارتفاع منسوب سطح البحر شديدا بدرجة خاصة على المجتمعات التي تسكن جزر البحر الكاريبي حيث احتمالات التراجع ضعيفة للغاية. وسيزيد ارتفاع منسوب سطح البحر بشدة من خطر العواصف والأعاصير المدارية، وخاصة للدول الجزرية الصغيرة والمناطق الساحلية المنخفضة المعرضة بشدة لهذه المخاطر. علاوة على ذلك، قد يسهم ارتفاع منسوب سطح البحر في زيادة تسرب المياه المالحة إلى مكامن المياه العذبة (لاسيما في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)، وهي عملية تتفاقم بسبب آثار تغير المناخ الأخرى (مثلا، انخفاض مستويات المياه المتوفرة) وعوامل بشرية (مثلا، الإفراط في استخدام الموارد المائية).

7. **الأنهار الجليدية:** لوحظ فقدان أنهار جليدية بكتل ومساحات ضخمة في الأنديز وآسيا الوسطى في ظل مستويات الحرارة الحالية. ويمثل التزايد في ذوبان الأنهار الجليدية مخاطر كبيرة للفيضانات ويحد بشدة من توفر موارد المياه العذبة خلال مواسم نمو المحاصيل. ويمكن أن يكون له أيضا أثر سلبي على إمدادات الطاقة المائية.
    - فقدت الأنهار الجليدية المدارية في وسط الأنديز كميات ضخمة من حجم الجليد خلال القرن العشرين وسيتم ذوبان الجليد فيها بالكامل عند وصول حرارة العالم إلى 4 درجات مئوية. ففي بيرو من المتوقع انخفاض تدفق الأنهار الجليدية بنسبة 50 في المائة ما يؤدي إلى انخفاض إنتاج الكهرباء بنسبة 10 في المائة سنويا تقريبا من 1540 ميجاوات ساعة إلى 1250 ميجاوات ساعة.
    - ومنذ ستينات القرن الماضي، تراجعت مساحة الأنهار الجليدية بوسط آسيا بين 3 و14 في المائة حسب موقعها. ومن المتوقع أن تفقد كميات أخرى تتراوح بين 50 و80 في المائة مع ارتفاع حرارة العالم درجتين و4 درجات مئوية على التوالي. ونتيجة لذلك، من المنتظر أن تتراجع تدفقات الأنهار 25 في المائة عند ارتفاع الحرارة إلى حوالي

[7] يحدث التغير في احتجاز الكربون بسبب مزيج من آثار انخفاض امتصاص الكربون نتيجة لوقف نمو الأشجار بسبب الجفاف، وفقدان الكربون بسبب الجفاف الناجم عن موت الأشجار وتعفنها على مدار سنوات عديدة.

[8] توقعات ارتفاع منسوب سطح البحر الواردة هنا تتبع منهجية كانت مجموعة العمل 1 لتقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ مع إدخال تحديثات مهمة عن إسهامات أكثر واقعية تعتمد على السيناريوهات من القارة القطبية الجنوبية استنادا إلى أدبيات ما بعد الهيئة الدولية. وتشير المطبوعات الحديثة إلى أن تقديرات الهيئة الدولية محافظة نظرا لزعزعة الاستقرار في أجزاء من الصفائح الجليدية بغرب القارة القطبية الجنوبية. وتستند التوقعات الإقليمية الواردة في هذا التقرير تستند أيضا إلى تعديلات لمنهجية مجموعة العمل 1 لتقرير التقييم الخامس ولا تتضمن الهبوط الأرضي. وتستند توقعات ارتفاع منسوب البحر الواردة في هذا التقرير إلى مجموعة نماذج أكبر مع تجميع لدرجات الحرارة الوسيطة أقل من 1.75 درجة مئوية؛ ونتيجة لذلك فإن ارتفاع منسوب سطح البحر بنهاية القرن في مسار التركيز التمثيلي 2.6 مُصنف مع ارتفاع الحرارة 1.5 درجة مئوية. انظر الإطار 2.1 والجزء 6.2، توقعات ارتفاع منسوب سطح البحر للاطلاع على مزيد من التفاصيل.

الشكل 1: الموارد المائية: تغير نسبي في معدلات الصرف السنوية في العالم مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين و4 درجات مئوية بحلول الثمانينات من القرن الحالي، مقارنة بفترة 1986-2005 استنادا إلى مشروع المقارنة بين نماذج التأثير المتعدد القطاعات.



تشير الألوان إلى التغير في المتوسط العددي متعدد النماذج؛ ويشير صفاء الألوان إلى الاتفاق بين مجموعة النماذج. زيادة الألوان الصافية تشير إلى زيادة الاتفاق بين النماذج.
المصدر: شيوي وآخرون (2013).

---

3 درجات مئوية خلال أشهر الصيف حين يكون الطلب على المياه لأغراض الزراعة على أشده.

- وفي آسيا الوسطى، يمكن أن يلعب توليد الطاقة المائية دورا رئيسيا في مزيج الطاقة مستقبلا لكن التغيرات المتوقعة في توزيع تدفق الأنهار يعني أنه سيكون هناك انخفاض في المياه المتوفرة لتوليد الكهرباء في أشهر الصيف حين يتعارض ذلك مع الطلب على المياه للزراعة.

8. **أوجه الضعف الاجتماعي أمام تغيّر المناخ.** يصعب التنبؤ بالتأثيرات الاجتماعية لتغير المناخ إذ أنها تعتمد على العوامل المناخية وتفاعلاتها مع اتجاهات التنمية الأوسع. بيد أن دلائل واضحة تشير إلى أن تغير المناخ يؤثر بالفعل على موارد الرزق والرفاه في أجزاء من المناطق الثلاث وسيزيد نطاق هذا التأثير على الأرجح إذا حدثت تغيرات مناخية أكثر شدة (الإطار 2). وحين تضعف الإدارة العامة، أو تكون البنية التحتية متقادمة أو غير كافية (كما هو الحال في أجزاء من المناطق الثلاث)، فإن ذلك

الإطار 2: آثار تغير المناخ على أوجه الضعف الاجتماعي

يمكن للصدمات وحالات الإجهاد الناجمة عن تغير المناخ أن تقوض جهود الحد من الفقر، بل تدفع فئات جديدة إلى براثن الفقر. فالمستوطنات العشوائية في السهول الفيضية وعلى المنحدرات الحادة للتلال في كثير من مدن أمريكا اللاتينية وغرب البلقان، على سبيل المثال، تضررت بشدة من الفيضانات والانهيارات الأرضية في السنوات الأخيرة. وفي حين أن كثيرا من الفقراء سيعيشون في مناطق ريفية منعزلة، فإن الزحف العمراني المستمر في مناطق معرضة للمخاطر يعني أن نسبة متنامية من سكان الحضر سيتعرضون لخطر الآثار الناجمة عن الأحداث الشديدة المرتبطة بالمناخ وارتفاع أسعار الأغذية، ومن ثم زيادة مستويات الفقر بين الفئات الحضرية الفقيرة.

وسيكون تغير المناخ على الأغلب أشد تأثيرا على الفقراء والفئات المعرضة للإقصاء الاجتماعي التي تتسم بقدرات محدودة للتكيف مع تغير المناخ السريع أو البطيء. وهي تشمل الشعوب الأصلية والأقليات العرقية والعمال المهاجرين والنساء والفتيات والمسنين والأطفال. ورغم أن هذه الفئات، مثلها مثل الفئات النظيرة الأكثر امتيازا، تتكيف بالفعل مع التغيرات المناخية وغيرها من التغيرات، فإن هذه الجهود يقوضها في الغالب أصولها المحدودة، وعدم قدرتها على التعبير عن رأيها، والأعراف الاجتماعية التمييزية. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يؤدي تزايد الإجهاد المائي، المتوقع في أجزاء من أمريكا اللاتينية والبلدان المنخفضة الدخل في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، إلى ارتفاع حاد في أعباء العمل المرتبطة بالبحث عن المياه في البيئات الحضرية والريفية؛ وقد يكون لسوء تغذية الأطفال المرتبط بانخفاض البروتين والمغذيات الصغرى نتيجة لتغير المناخ في الأغذية الرئيسية (القمح والأرز) عواقب سلبية دائمة على الأطفال المتأثرين.

وقد يؤدي تغير المناخ إلى تشريد المواطنين وإلى التأثير أيضا على أنماط الهجرة ومعدلاتها. ومازالت عمليات التشريد المرتبطة بالأحداث المناخية الشديدة حتى اليوم مؤقتة. غير أنه إذا أحال تغير المناخ بعض المناطق إلى مناطق غير صالحة للسكنى (مثلا، إذا أصبحت شديدة الحرارة أو شديدة الجفاف أو كثيرة التأثر بالأحداث المناخية المتطرفة كارتفاع منسوب سطح البحر) فقد تزيد الهجرة في الأعداد وتؤدي في الغالب إلى إعادة توطين دائمة (كما هو الحال في بعض الأجزاء نادرة المياه في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا). وقد تمثل الهجرات الضخمة تحديات هائلة أمام العلاقات الأسرية والصحة العامة وأمن الإنسان. وثمة مخاطر أن تنحصر الفئات الضعيفة في مناطق ريفية شديدة التأثر لافتقارها إلى الأموال والعلاقات الاجتماعية للانتقال إلى أماكن أكثر أمنا.

سيزيد على الأرجح من التحديات الاجتماعية المصاحبة لإجراءات التكيف مع مزيد من التغيرات الاجتماعية.

أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي

تتسم منطقة أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي بأنها غير متجانسة إلى حد كبير من حيث التنمية الاقتصادية والتاريخ الاجتماعي وتاريخ السكان الأصليين، حيث تضم 588 مليونا من السكان (2013) يعيش حوالي 80 في المائة منهم في مناطق حضرية. ويبلغ إجمالي الناتج المحلي حاليا حوالي 5.655 تريليون دولار (2013) ونصيب الفرد من إجمالي الدخل القومي 9314 دولارا عام 2013. وفي عام 2012، كان حوالي 25 في المائة من السكان يعيشون في حالة فقر و12 في المائة في فقر مدقع، ما يظهر تراجعا واضحا مقارنة بالسنوات السابقة. فنقص التغذية بالمنطقة، على سبيل المثال، تراجع من 14.6 في المائة عام 1990 إلى 8.3 في المائة عام 2012. ورغم التقدم الاقتصادي والاجتماعي الملموس بالمنطقة في العقود الماضية مازالت التباينات في الدخل كبيرة.

وفي ظل الحرارة الحالية البالغة 0.8 درجة مئوية، تظهر بوضوح تأثيرات ملموسة لتغير المناخ في مختلف أنحاء أراضي المنطقة (مثلا، جبال الأنديز والغابات المطيرة) والمناطق البحرية (خاصة الشعاب المرجانية) والمناطق الأحيائية. ومع ارتفاع حرارة العالم إلى درجتين مئويتين في المتوسط وما بعدها فمن المتوقع أن تزداد التأثيرات شدة ومساحة في المنطقة بأسرها (تأثيرات ضخمة ثلاثة موضحة أدناه).

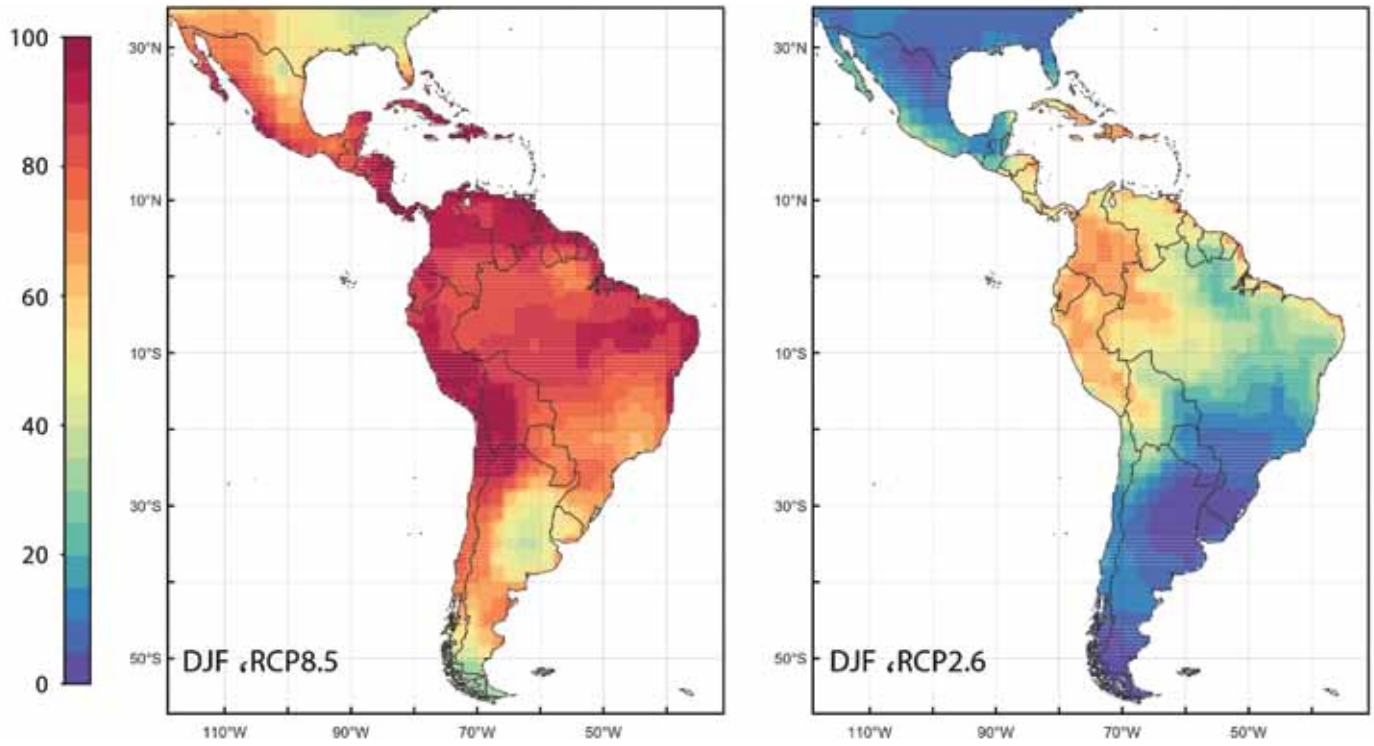
الشكل 2 يوضح الارتفاع غير العادي للحرارة في فصول الصيف عند ارتفاع حرارة العالم درجتين و4 درجات مئوية. الإطار 3 يقدم عرضا عاما للمخاطر المناخية في المنطقة.

تغير الدورة المائية قد يعرض استقرار إمدادات المياه العذبة والخدمات الإيكولوجية للخطر.

تغير دورات هطول الأمطار التي تتسم بهطول أكثر شدة يعقبه فترات جفاف أطول وفقدان الأنهار الجليدية وتدهور الأنظمة الإيكولوجية الرئيسية وفقدان الخدمات الإيكولوجية الحيوية (مثلا، إمدادات المياه، والتخزين المؤقت للمياه، والاحتفاظ بها، وتنظيمها، وحماية التربة) سيؤثر على إمدادات المياه العذبة في المنطقة وقد يحدث عمليات مقايضة بين مناطق المنبع ومناطق المصب وأوجه تعاون. من المتوقع أن تزيد مجموعة من التأثيرات من حيث المساحة والشدة مع ارتفاع متوسط حرارة العالم من درجتين إلى 4 درجات مئوية.

- **تشير التوقعات إلى أن معظم المناطق الجافة ستزداد جفافا والمناطق الرطبة تزداد رطوبة.** ويصل احتمال انخفاض معدلات هطول الأمطار إلى ما بين 20 و40 في المائة في البحر الكاريبي وأمريكا الوسطى ووسط البرازيل وباتاجونيا في جنوب الأرجنتين وشيلي مع ارتفاع حرارة العالم إلى 4 درجات مئوية. ومن المتوقع أن تزيد أوضاع الجفاف أكثر من 20 في المائة. ومع تقييد الاحترار عند درجتين مئويتين فمن المتوقع انخفاض مخاطر الجفاف بشدة: لتؤدي إلى زيادة أيام الجفاف 1 في المائة في البحر الكاريبي و9 في المائة في أمريكا الجنوبية. وفي الوقت ذاته، فإن زيادة الوتيرة والشدة في هطول الأمطار متوقعة بشكل خاص عند ساحل المحيط الهادئ عند المدار وتحته وفي جنوب البرازيل.
- **من المتوقع فقدان الأنهار الجليدية على نطاق هائل في جبال الأنديز مع ارتفاع حرارة العالم درجتين (ما يصل إلى 90 في المائة) وفقدانها بالكامل تقريبا مع تجاوز الحرارة 4 درجات مئوية.** تغير ذوبان الأنهار الجليدية، نتيجة لزيادة حرارة سطح الأرض، يغير توقيت تدفق المياه وحجمها في الأنهار ما يؤدي إلى مخاطر كبيرة من حدوث فيضانات ونقص في المياه العذبة والإضرار بأصول البنية التحتية.

الشكل 2: المتوسط العددي متعدد النماذج لنسب الحرارة في شهور الصيف بنصف الكرة الجنوبي، مع الارتفاع غير العادي للغاية في درجات الحرارة (لا يحدث على الأرجح في العادة أكثر من مرة واحدة كل عدة مئات من السنوات) في عالم ترتفع حرارته درجتين مئويتين (إلى اليمين) وفي عالم ترتفع حرارته 4 درجات مئوية (إلى اليسار) بين عامي 2071 و2099 مقارنة بفترة الأساس 1951-1980.



- **من المتوقع أن تؤدي زيادة نوبات الجفاف وارتفاع متوسط درجات الحرارة إلى انخفاض إمدادات المياه وتؤثر على معظم الأنظمة الإيكولوجية والأنظمة الزراعية.** سيؤدي تزايد مخاطر الجفاف إلى زيادة مخاطر حرائق الغابات، وتدهور الغابات على نطاق واسع، وفقدان الخدمات الإيكولوجية المرتبطة بها.
- **ستذوب الأنهار الجليدية بوتيرة أسرع مما هو ملحوظ، مع وصول تدفق الأنهار إلى ذروتها في فترة تتراوح بين 20 و50 سنة، وربما قبل ذلك في بعض مستجمعات المياه.** وتعد مدن الأنديز معرضة لمخاطر تدفق البحيرات الجليدية وما يرتبط بذلك من فيضانات. وسيؤثر فقدان الأنهار الجليدية على الأرجح على مناطق باراموس (أراض برية واسعة تختزن الكربون بجبال الأنديز) والتي تعد مصدرا للمياه لكثير من مدن الأنديز. علاوة على ذلك، فإن الأنظمة الإيكولوجية المتدهورة في المناطق المرتفعة ذات قدرة أقل على الاحتفاظ بالمياه وستزيد المياه المتدفقة بشدة من تآكل التربة وما يصاحب ذلك من زيادة في تراكم الغرين والإضرار بسدود توليد الكهرباء، وأشغال الري، والبنية التحتية الدفاعية المائية والنهرية.
- **إن الاتجاه المتوقع لزيادة شدة هطول الأمطار قد يزيد بدرجة حادة من مخاطر الانهيارات الأرضية خاصة في المناطق المنحدرة التي غالبا ما يسكنها الفقراء في الريف والتجمعات الحضرية.** وتعد الانهيارات الأرضية الضخمة في ولاية ريو دي جانيرو عام 2011 بعد هطول الأمطار بشدة نذيرا بحدة الآثار المحتملة التي ستنجم عن هطول الأمطار بمزيد من الشدة. فهطول الأمطار بغزارة يمكن أن يكتسح قنوات الصرف الطبيعية وكذلك أنظمة الصرف الحضرية غير المصممة على الأرجح لاستيعاب الأمطار الشديدة الغزارة وتدفقاتها.

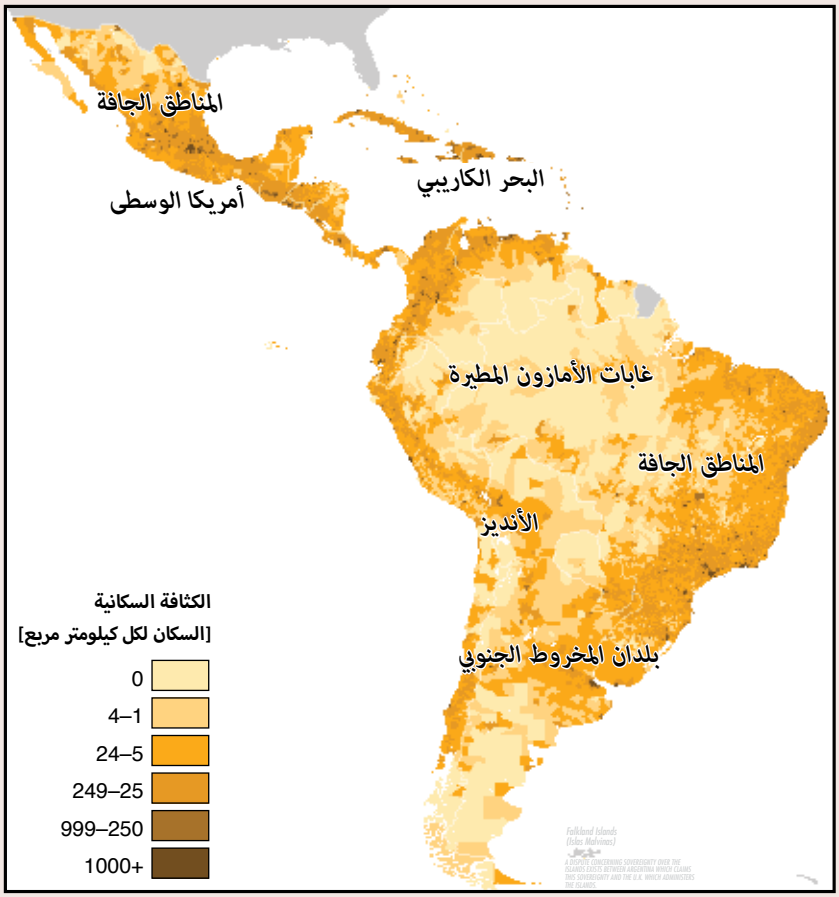
تغير المناخ سيهدد زراعة الكفاف الصغيرة النطاق والإنتاج الزراعي الضخم المخصص للتصدير

تعتمد الزراعة في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي اعتمادا شديدا على الأنظمة البعلية سواء لزراعة الكفاف أو الزراعة للتصدير؛ ولذلك فهي تتسم بالضعف أمام التقلبات المناخية مثل الجفاف وتغير أنماط هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة.

- **زيادة المخاطر على الزراعة من ارتفاع الحرارة زيادة على درجتين.** هناك دلائل سلبية واضحة على مجموعة واسعة من المحاصيل مع احترار العالم درجتين، من بينها فول الصويا (انخفاض الغلة نحو 70 في المائة في بعض مناطق البرازيل) والذرة (انخفاض الغلة نحو 60 في المائة في البرازيل والإكوادور) بحلول عام 2050 مقارنة بما كانت عليه في فترة الأساس 1989-2009. وأسهمت إجراءات تدخلية تم محاكاتها (مثلا تحسين أصناف المحاصيل وتحسين التربة وإدارة المحاصيل والري التكميلي) في تخفيف الآثار لكنها لم تتغلب على التراجع المتوقع في غلة المحاصيل بسبب تغير المناخ. وتشير دراسات أخرى إلى أنه مع ارتفاع حرارة العالم 3 درجات مئوية، ستشدد الآثار السلبية المتوقعة على كل محصول على حدة. فعلى سبيل المثال، ستنخفض غلة القمح في أمريكا الوسطى والبحر الكاريبي ما

الإطار 3: مخاطر مناخية مختارة في أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي

مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية، من المتوقع أن تؤدي موجات الحرارة المفرطة والتغيرات في دورة المياه والأعاصير المدارية والتغيرات في التقلبات الجنوبية (النينو) إلى وقوع مشاكل خطيرة إلى جانب مخاطر تهدد القطاع الزراعي وصحة البشر والمراكز الحضرية الضخمة والخدمات الإيكولوجية الحيوية. ومع ارتفاع الحرارة إلى مستويات أقل، فإن ذوبان الأنهار الجليدية في الأنديز سيخفض من إمدادات المياه العذبة ومن الطاقة المائية للمجتمعات ومدن الأنديز الكبيرة خلال موسم الجفاف، مع زيادة مخاطر الفيضانات على الأجل القصير والتأثير على الزراعة والخدمات البيئية عند المصب. ومن المتوقع ظهور تهديدات شديدة بسبب ارتفاع منسوب سطح البحر والأضرار التي ستلحق بالمناطق المنخفضة والبنية التحتية الساحلية. وسيؤدي تدهور الشعاب المرجانية إلى تراجع عائدات السياحة وتقويض التنوع الحيوي والثروة السمكية وحماية المناطق الساحلية ما يؤثر سلبا على موارد الرزق. وفيما يتعلق بالمجتمع الدولي، فإن الأثر المحتمل لتغير المناخ على غابات الأمازون المطيرة له ارتباط وثيق الصلة. ومع زيادة الاحترار، فمن المحتمل أن يؤدي تدهور غابات الأمازون المطيرة، إن لم يكن موتها، إلى تحوّلها إلى مصدر ضخم للكربون خلال سنوات الجفاف ما يعجل من وتيرة تغير المناخ.



أمريكا الوسطى والبحر الكاريبي

مستوى النينو/التقلب الجنوبي أعلى ووتيرة وقوع الأعاصير المدارية، أقصى معدلات هطول الأمطار، موجات الجفاف والحرارة. مخاطر انخفاض معدلات توفر المياه، غلة المحاصيل، الأمن الغذائي وسلامة السواحل.

الفقراء المعرضون للانهيارات الأرضية، وتآكل السواحل مع مخاطر ارتفاع معدلات الوفيات والهجرة، والآثار السلبية على إجمالي الناتج المحلي حيث تشكل السياحة الساحلية نسبة عالية.

الإنديز

ذوبان الأنهار الجليدية، تغير الكتل الجليدية، ومخاطر الفيضانات ونقص المياه العذبة.

في الأماكن المرتفعة، يكون النساء والأطفال والشعوب الأصلية معرضون للخطر بشكل كبير وستواجه الزراعة مخاطر. في المناطق الحضرية، يتعرض الفقراء الذين يعيشون على منحدرات حادة لمخاطر الفيضانات.

غابات الأمازون المطيرة

زيادة في المعدلات القصوى للحرارة والجفاف، ومخاطر اندلاع حرائق الغابات والتدهور وفقدان التنوع البيولوجي.

مخاطر تحول الغابات المطيرة إلى مصدر للكربون. تغير المناطق الزراعية قد يؤدي إلى صراعات على الأراضي. مخاطر انقراض الأنواع يهدد موارد الرزق التقليدية والخسائر الحضارية.

المناطق الجافة

زيادة موجات الجفاف والحرارة الشديدة يؤدي إلى نفوق الماشية، وتراجع غلة المحاصيل، والتحديات أمام موارد المياه العذبة.

مخاطر المجاعة المحلية بين الشعوب الأصلية، والمشاكل الصحية المرتبطة بالمياه. إجهاد الموارد قد يؤدي إلى الصراع والهجرة الحضرية.

بلدان المخروط الجنوبي

تراجع الغلات الزراعية وإنتاجية المراعي، والهجرة شمالا نحو المناطق الزراعية الحيوية.

مخاطر حالة التغذية بين الفقراء المحليين. مخاطر ارتفاع أسعار الغذاء وآثار الخطر المفاجئ تتجاوز المنطقة بسبب زيادة نسبة الصادرات الزراعية إلى إجمالي الصادرات.

هذه الخريطة من إنتاج وحدة تصميم الخرائط بمجموعة البنك الدولي. ولا تعني الحدود والألوان والتسميات وأي معلومات أخرى مُبيّنة على هذه الخرائط أي حكم من جانب مجموعة البنك الدولي على الوضع القانوني لأي إقليم أو تأييد أو قبول لهذه الحدود. وتستند خريطة الكثافة السكانية التي تظهر كخلفية إلى مركز الشبكة الدولية لمعلومات علوم الأرض بجامعة كولومبيا، وبرنامج الأغذية والزراعة التابع للأمم المتحدة، والمركز الدولي للزراعة المدارية — (2005). شبكة سكان العالم، النسخة 3 (GPWv3): شبكة إحصاء السكان. باليسادس، نيويورك: مركز ناسا للبيانات والتطبيقات الاجتماعية الاقتصادية.

يصل إلى 70 في المائة. ويشير ذلك إلى أن تغير المناخ لا يهدد فحسب أصحاب الحيازات الصغيرة والمجتمعات الريفية وتجمعات السكان الأصليين، بل أيضا منتجي المحاصيل المزروعة على نطاق ضخم (فول الصويا والذرة) ومربيي الماشية وشركات الصناعات الغذائية، مع احتمال تبعات سلبية على الأمن الغذائي وأسعار الأغذية داخل المنطقة وخارجها.

- **سيتعرض الأمن الغذائي المحلي لمخاطر شديدة بسبب التراجع المتوقع في كميات الأسماك التي سيتم صيدها.** من المتوقع أن تتأثر سواحل البحر الكاريبي ومصبات الأنهار في الأمازون ومصب نهر ريو دي لا بلاتا تأثرا شديدا بالتراجع المتوقع في كميات الأسماك التي يتم صيدها بأكثر من 50 في المائة مع هجرة أسراب الأسماك مع زيادة حرارة المياه. يمكن أن تنخفض مياه البحر الكاريبي ما بين 5 و50 في المائة. وتستند هذه التقديرات إلى ارتفاع الحرارة درجتين بحلول عام 2050، وهو الوقت الذي ستكون فيه كثير من الشعاب المرجانية — وهي موئل هام لحضانة الأسماك — خاضعة لمعدلات تبييض سنوية، ما يزيد من تقويض قاعدة الموارد البحرية. قد تؤدي حموضة المحيطات إلى التأثير على أسراب الأسماك تأثيرا مباشرا، بما في ذلك عبر الأضرار الفيزيائية في المراحل المبكرة لحياتها. غير أن التأثيرات على سلسلة الغذاء مازالت غير واضحة.
- **المخروط الجنوبي (شيلي والأرجنتين وأوروغواي وباراغواي وجنوب البرازيل) كمنطقة رئيسية لإنتاج الحبوب والماشية معرض لصدمات مناخية،** خاصة فيما يتعلق بتغير أنماط هطول الأمطار والارتفاع الشديد للحرارة. ومن المتوقع أن يؤثر هذا تأثيرا بالغا على غلة الذرة وفول الصويا وهما من محاصيل التصدير المهمة. فعلى سبيل المثال، من المتوقع أن تنخفض إنتاجية الذرة ما بين 15 و30 في المائة مقارنة بمستويات 1971-2000 مع ارتفاع الحرارة درجتين بحلول عام 2050، وما بين 30 و45 في المائة مع ارتفاع الحرارة 3 درجات مئوية. وتثير أحداث النينو القوية أو المتطرفة، والتي ينجم عنها فيضانات أو جفاف في موسم الحصاد، مخاطر ضخمة أخرى للزراعة في المنطقة.

ومن المتوقع حدوث انتشار قوي للظواهر المتطرفة من شأنه أن يؤثر في كلٍ من المجتمعات المحلية الريفية والحضرية، ولاسيما تلك الواقعة على المنحدرات أو في المناطق الساحلية.

والمنطقة معرّضة بشدة لآثار الظواهر المتطرفة المتكررة والشديدة، كتلك التي تحدث خلال ظواهر النينو القوية والأعاصير الاستوائية.

- **من المتوقع في حال ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار درجتين مئويتين أن تحدث زيادة تقارب نسبتها 40 في المائة في معدل تكرار أقوى الأعاصير الاستوائية بشمال المحيط الأطلسي وبنسبة 80 في المائة في حال ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية، وذلك مقارنة بالوقت الحاضر.** وفي منطقة أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي، يعيش ما يناهز 8.5 مليون شخص في مسار الأعاصير، في حين يعيش قرابة 29 مليوناً في مناطق ساحلية منخفضة. وتُعد منطقة البحر الكاريبي مهددة بوجه خاص إذ يعيش أكثر من 50 في المائة من سكانها على امتداد الساحل، ويعيش حوالي 70 في المائة في مدن ساحلية. ومن شأن هبوب أعاصير استوائية أكثر شدة أن يتفاعل سلبياً مع ارتفاع منسوب مياه البحر، مما يؤدي إلى تفاقم مخاطر إغراق السواحل وهبوب العواصف، ليهدد بذلك اقتصاد بلدان بأسرها وسبل كسب الرزق (وخاصة الدول الجزرية).
- **المخاطر المرتبطة بظواهر النينو والأعاصير الاستوائية قد تنشأ بشكل متزامن مع ارتفاع منسوب مياه البحر بما يتراوح بين 38 و114 سنتيمترا مما يزيد بشدة من مخاطر الأعاصير.** ومن المتوقع أن يكون ارتفاع منسوب سطح البحر أعلى عند سواحل المحيط الأطلسي منه على سواحل المحيط الهادي. فمن المتوقع، على سبيل المثال، أن يرتفع منسوب سطح البحر قبالة فالبارايسو 0.35 متر عند ارتفاع حرارة الأرض درجتين مئويتين و0.55 متر عند ارتفاعها 4 درجات مئوية (متوسط التقديرات). ويُتوقع لمنطقة ريسيفيه أن تشهد ارتفاعا في منسوب سطح البحر حوالي 0.39 متر و0.63 متر على الترتيب، مع احتمال وصول التقديرات العليا إلى 1.14 متر عند ارتفاع حرارة الأرض 4 درجات مئوية - وهو أعلى منسوب متوقع على مستوى المنطقة.

الإطار 4: النينو/التقلب الجنوبي

تُعد منطقة أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي بوجه خاص عرضةً للتأثر بقوة* بظاهرة النينو والنينا، المرتبطة بالنينو/التقلب الجنوبي. ففي أمريكا الوسطى، تنجم عن ظاهرة النينو عادةً زيادة مفرطة في هطول الأمطار على امتداد سواحل الكاريبي، في حين تظل سواحل المحيط الهادي جافة. وتقع الزيادات في معدل هطول الأمطار والفيضانات عادة على ساحل الإكوادور، والجزء الشمالي من بيرو، والجزء الجنوبي من البرازيل، والأرجنتين، وباراغواي، وأوروغواي، في حين يظهر الجفاف في مناطق جبال الأنديز بالإكوادور، وبيرو، وبوليفيا، وشمال شرق البرازيل. وكل هذه التغيرات يمكنها أن تلحق ضرراً شديداً بموارد الرزق من جراء تأثيرها على الإنتاجية الزراعية، والأنظمة الإيكولوجية الحيوية، وإنتاج الطاقة، وإمدادات المياه، والبنية التحتية، والصحة العامة في البلدان المتضررة. فعلى سبيل المثال، نجمت عن ظاهرة النينو الشديدة في 97-1998 أضرار اقتصادية تُقدَر بعدة مليارات من الدولارات، وأودت بحياة عشرات الآلاف من البشر بأنحاء العالم، وشمل ذلك إلحاق خسائر بالغة بأمريكا اللاتينية. ويظل هناك قدر كبير من عدم وضوح الرؤية فيما يتعلق بالتأثير المتوقع لتغير المناخ على شدة وتكرار ظواهر النينو المتطرفة. غير أنه ظهرت في الآونة الأخيرة أدلة على حدوث تغيرات في تذبذب معدل هطول الأمطار الناجم عن تقلبات النينو الجنوبية بسبب ارتفاع حرارة العالم، وهي تمثل تحديثاً لتقييم معدل هطول الأمطار المرتبط بتقلبات النينو الجنوبية الوارد في تقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ. وتشير أحدث دراسات المقارنة ما بين النماذج المناخية إلى احتمال أن يؤدي ارتفاع حرارة الأرض إلى المزيد من ظواهر النينو **المتطرفة** بشكل أكثر تكراراً خلال القرن 21.

---

* "مؤشر النينو بالمحيطات" هو المقياس الذي تستخدمه الإدارة الوطنية الأمريكية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي في تحديد ظواهر النينو (الدافئة) النينا (الباردة) في الأجزاء المدارية من المحيط الهادي. وهو عبارة عن انحراف المتوسط السائد لمدة 3 أشهر في حرارة سطح البحر بمنطقة النينو 3.4 (مثلا، 5 درجات شمالاً-5 درجات جنوبا، 120 درجة-170 درجة غرباً) وتُعرَف هذه الأحداث بأنها 5 فترات متداخلة مدة كل منها 3 أشهر عند أو أعلى من انحراف 0.5+ درجة بالنسبة لأحداث الدفء (النينو) وعند أو دون انحراف 0.5- درجة بالنسبة لظواهر البرودة (النينا). وتُقسَم درجة الانحراف أكثر من ذلك إلى ضعيفة (بانحراف 0.5 إلى 0.9 درجة في حرارة سطح البحر)، ومتوسطة (من 1.0 إلى 1.4 درجة) وقوية (تساوي أو أكبر من 1.5 درجة)" (المصدر: http://ggweather.com/enso/oni.htm)

- **ستؤثر الأحداث المناخية المتطرفة بقوة على فقراء الريف والحضر الذين يقطنون في الغالب مستوطنات غير رسمية في مناطق معرضة بشدة للمخاطر (مثل السهول الفيضية والمنحدرات الحادة).** ففي عام 2005، كانت نسبة من يعيشون في مستوطنات عشوائية بأمريكا اللاتينية تبلغ أقصاها في بوليفيا (50 في المائة) ومرتفعات الكاريبي في هايتي (70 في المئة). كما تؤثر الآثار السلبية للظواهر المتطرفة أيضاً في المجتمعات المحلية الريفية نظراً لاعتمادها الشديد على البيئة وقاعدة مواردها الطبيعية.
- **في منطقة الكاريبي، يمكن عند ارتفاع حرارة الأرض درجتين مئويتين توقع حدوث آثار سلبية شديدة على الأنظمة الإيكولوجية المحلية الحيوية، والزراعة، والبنية التحتية، وصناعة السياحة.** ويرجع ذلك إلى فقدان و/أو تدهور أصول هامة من جراء الآثار المركبة لارتفاع منسوب سطح البحر وما يرتبط بذلك من تأثير تسرب المياه المالحة وهبوب العواصف، وازدياد حموضة المحيطات، وتبييض الشعاب المرجانية، وفقدان الحماية الفيزيائية الطبيعية التي تحظى بها خطوط السواحل مما يأتيها من شعاب ميتة أو تالفة. ويمكن توقع أن تتنامى بشدة الآثار الناجمة عن هذه التغيرات المناخية وغيرها مع ارتفاع حرارة الأرض، وخاصةً في ضوء تزايد احتمالات تسارع وتيرة الأعاصير الاستوائية الشديدة.

منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

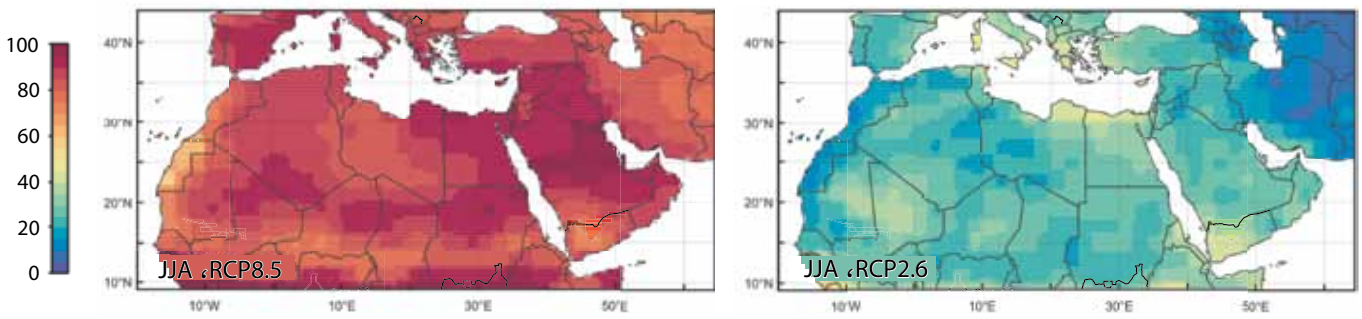
تُعد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من أكثر مناطق العالم تنوعاً من الناحية الاقتصادية، حيث يتراوح متوسط نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي بين 1000 دولار في اليمن وأكثر من 20 ألفاً في دول الخليج العربية. وتأتي قطر والكويت والإمارات العربية المتحدة والمغرب ومصر واليمن في المراكز 4، و 12، و 27، و 130، و132، و 151 من حيث متوسط نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي على قائمة تضم 189 بلداً. ونتيجة لذلك فإن القدرة على التكيف ونقاط الضعف في مواجهة المخاطر المناخية تتفاوت بشدة فيما بين بلدان المنطقة.

ومن المتوقع أن يتضاعف عدد سكان المنطقة بحلول عام 2050، وهو ما يضعها، إذا أضفنا إلى ذلك الآثار المناخية المتوقعة، تحت ضغط اقتصادي هائل من حيث الحاجة للمياه وغيرها من الموارد. وتعتمد المنطقة أصلاً على الواردات الغذائية اعتمادا شديدا. فقرابة 50 في المائة من استهلاك المنطقة من القمح والشعير، و 40 في المائة من استهلاكها من الأرز، وحوالي 70 في المائة من استهلاكها من الذرة تتم تغطيته من خلال الاستيراد. وقد استطاعت المنطقة التكيف مع ندرة المياه من خلال عدة سبل متنوعة: الحفاظ على مخزون المياه الجوفية، وتحلية مياه البحر، واستراتيجيات التكيف التي تتبعها المجتمعات المحلية. وعلى الرغم مما تعانيه من ندرة شديدة في المياه، فإن متوسط استهلاك الفرد من المياه في بلدان الخليج يفوق المتوسط العالمي، حيث تُعد المياه والطاقة الموجهة للأغراض المنزلية من أكثرها دعماً على مستوى العالم كله. وتتسم المنطقة بالتنوع الشديد من حيث الأوضاع الاجتماعية-الاقتصادية والسياسية. ولذا فإن القدرة على التكيف ونقاط الضعف تجاه المخاطر المناخية تتفاوت بشدة فيما بين بلدان المنطقة، ولاسيما بين دول الخليج العربية وغيرها من بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

وتبرز المنطقة كإحدى النقاط الساخنة لتفاقم الأوضاع المفرطة في الحرارة والجفاف والجدب. وتتعرض الزراعة، التي تعتمد في الري بنسبة 70 في المائة على المطر، لمخاطر جمة فيما يتعلق بتغير الأوضاع المناخية. فقد لوحظ ارتفاع درجة الحرارة في المنطقة بمقدار 0.2 درجة مئوية كل عشر سنوات بين عامي 1961 و1990، ومن ذلك الحين تزداد درجة حرارة المنطقة بوتيرة أكثر تسارعاً. وتشير التوقعات المستقبلية إلى أن أكثر من 90 في المائة من فصول الصيف ستشهد ارتفاعاً غير عادي للغاية في الحرارة عند ارتفاع حرارة الأرض 4 درجات مئوية مقارنة بما يتراوح بين 20 و 40 في المائة من فصول الصيف عند ارتفاعها درجتين مئويتين.

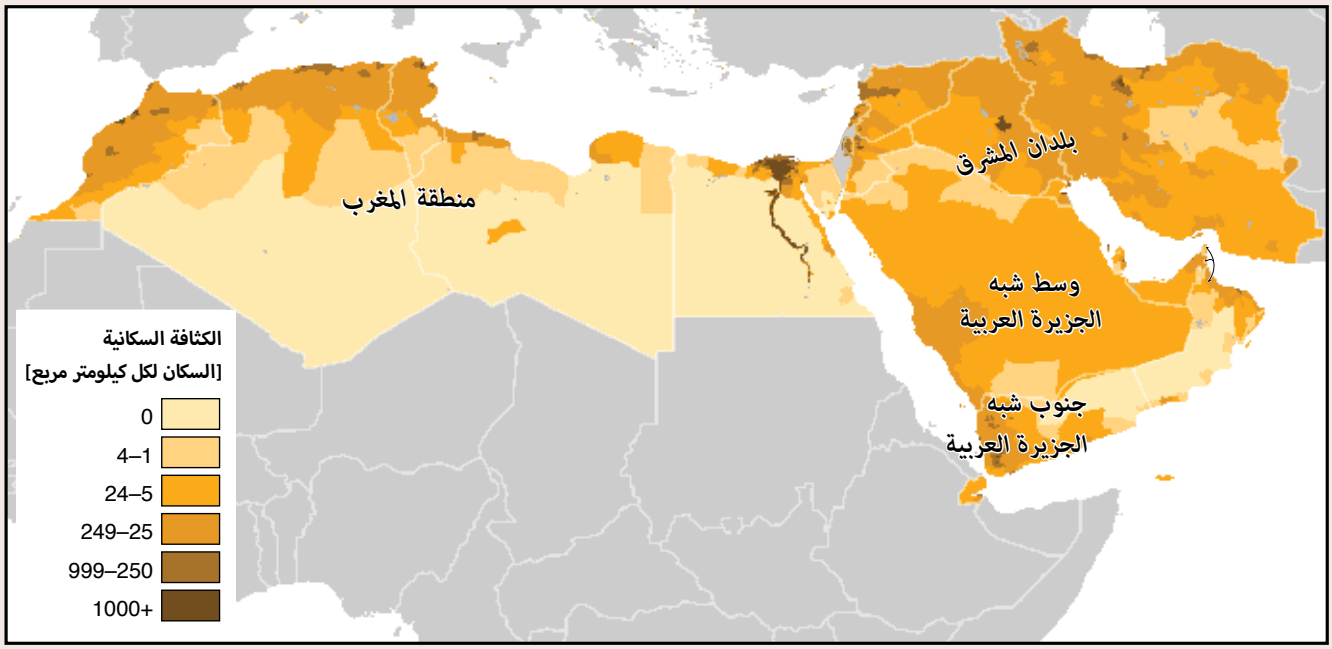
وبالنظر إلى اعتمادها الشديد على الواردات، فإن المنطقة معرضة للتأثر بالآثار المناخية خارج حدودها. وفي حين يظل من الصعب التنبؤ برد فعل المجتمعات إزاء تلك التغيرات، فمن الواضح أن الآثار المتطرفة، مثل الانخفاض بنسبة تزيد على 45 في المائة في تصريف المياه السطحية المتوقع سنوياً عند ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية في أجزاء من المنطقة، ستخلق تحديات غير مسبوقة في مواجهة الأنظمة الاجتماعية المتضررة. وربما يسهم تغير المناخ في مضاعفة التهديد الذي يتعرض له الوضع الأمني بالمنطقة بفرضه ضغوطاً إضافية على الموارد النادرة بالفعل وتعظيم التهديدات القائمة من قبل والمرتبطة بالهجرة في أعقاب التشريد القسري. الإطار 5 يلقي نظرة عامة على المخاطر المناخية الرئيسية بالمنطقة

الشكل 3: متوسط النماذج المتعددة للنسبة المئوية لأشهر الصيف بالشمال، ويتضمن ارتفاعات غير عادية في درجات الحرارة (من المتوقع أن تحدث عادةً أكثر من مرة كل عدة مئات من السنوات) عند ارتفاع حرارة الأرض درجتين مئويتين (إلى اليمين) وعند ارتفاع حرارة الأرض 4 درجات (إلى اليسار) بين عامي 2071 و 2099، مقارنةً بفترة خط الأساس من 1951 إلى 1980.



الإطار 5: مخاطر مناخية مختارة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

ستتأثر المنطقة بشدة سواء مع ارتفاع حرارة العالم درجتين أو 4 درجات مئوية، وخاصةً بسبب الزيادة الكبيرة المتوقعة في موجات الحرارة المتطرفة، والانخفاض الملموس في توفر المياه، والتداعيات المتوقعة على الأمن الغذائي بالمنطقة. وترتبط شدة التعرض لارتفاع منسوب سطح البحر خلال العقود المقبلة بالزيادة الكبيرة في عدد السكان والأصول الاقتصادية بالمناطق الساحلية. ومع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين فإن من المتوقع لمستويات تصريف الأنهار سنوياً أن تنخفض بأكثر من 15 في المائة كما يُتوقع أن تؤثر موجات الحرارة المتطرفة غير العادية للغاية في ثلث الأراضي تقريباً. ويمكن لانخفاض غلة المحاصيل مع حدوث تأثيرات بمناطق إنتاج الحبوب الأخرى أن يسهما معاً في رفع أسعار الغذاء بالمنطقة. كما أن الاعتماد المتنامي على الواردات الغذائية يزيد من تفاقم مثل هذه المخاطر. وقد يسهم تدهور سبل كسب الرزق الريفية في حدوث هجرات محلية ودولية، مما سيلقي بالمزيد من العبء على البنية التحتية الحضرية بوجه خاص، مع ما يصاحب ذلك من مخاطر بالنسبة للمهاجرين الفقراء. وربما تؤدي الهجرة والضغوط ذات الصلة بالمناخ على الموارد (كالمياه مثلاً) إلى زيادة مخاطر نشوب صراعات.



منطقة المغرب

احترار شديد، انخفاض المعدلات السنوية لهطول الأمطار، زيادة الإجهاد المائي وانخفاض الإنتاجية الزراعية. والمدن الساحلية الكبيرة معرضة لخطر ارتفاع منسوب سطح البحر.

سيكون لمخاطر تغير المناخ تبعات شديدة على موارد رزق المزارعين، واقتصاد البلدان، والأمن الغذائي. وستؤثر المخاطر على الأصول الساحلية الحرجة على الاقتصاد بما في ذلك السياحة. هناك مخاطر تسارع وتيرة الهجرة إلى المناطق الحضرية، والصراع الاجتماعي.

بلدان المشرق والأجزاء الشرقية

نتيجة لارتفاع الحرارة ارتفاعا غير عادي للغاية وانخفاض المعدلات السنوية لهطول الأمطار يزيد من معدلات الجفاف ويخفض من مخزون المياه المتجمدة وجريان الأنهار على سبيل المثال في الأردن ودجلة والفرات. وتبعات شديدة على الزراعة المعتمدة أساسا على الأمطار وعلى إنتاج الغذاء.

سيكون لمخاطر تغير المناخ تبعات شديدة على موارد رزق المزارعين، واقتصاد البلدان، والأمن الغذائي. هناك مخاطر تسارع وتيرة تدفقات الهجرة إلى المناطق الحضرية، والصراع الاجتماعي.

شبه الجزيرة العربية

موجات حرارة متطرفة غير عادية للغاية في وسط شبه الجزيرة العربية. وفي الأجزاء الجنوبية تزيد المعدلات السنوية لهطول الأمطار زيادة نسبية، لكن اتجاه المعدلات السنوية لهطول الأمطار غير مؤكد في الجزء الأوسط. زيادة منسوب سطح البحر في البحر العربي أعلى منها في البحر المتوسط وسواحل المحيط الأطلسي مع مخاطر هبوب عواصف مفاجئة وتبعات خطيرة من ذلك على البنية التحتية.

من المتوقع أن يزيد التواتر المتنامي لموجات الحرارة الشديدة من عدم الارتياح بسبب الحرارة، ما يمثل مخاطر على إنتاجية العمال وصحتهم.

هذه الخريطة من إنتاج وحدة تصميم الخرائط بمجموعة البنك الدولي. ولا تعني الحدود والألوان والمسمَّيات وأية معلومات أخرى مُبيّنة على هذه الخريطة أي حكم من جانب مجموعة البنك الدولي على الوضع القانوني لأي إقليم أو تأييد أو قبول لهذه الحدود. وتستند خريطة الكثافة السكانية التي تظهر كخلفية إلى بيانات شبكة مركز المعلومات الدولية لعلوم الأرض بجامعة كولومبيا؛ وبرنامج الأمم المتحدة للأغذية والزراعة؛ والمركز الدولي للأعاصير الزراعية — (2005). شبكة سكان العالم، النسخة الثالثة: شبكة إحصاء السكان. باليسادس، نيويورك: مركز ناسا للبيانات والتطبيقات الاجتماعية الاقتصادية.

أنماط تغير معدلات هطول الأمطار وزيادة الحرارة المتطرفة تشكل مخاطر شديدة على الإنتاج الزراعي والأمن الغذائي بالمنطقة.

تتركز معظم الأنشطة الزراعية بالمنطقة المناخية شبه الجدباء، سواء بالقرب من الساحل أو على المرتفعات، وبالتالي فهي معرضة بشدة لآثار تغير المناخ.

- **من المتوقع أن ينخفض معدل هطول الأمطار بما يتراوح بين 20 و 40 في المائة عند ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين وبما يصل إلى 60 في المائة عند ارتفاعها 4 درجات في أجزاء من المنطقة.** ويُتوقع أن تنخفض الإنتاجية الزراعية في أجزاء من المنطقة مع تزايد ندرة المياه وارتفاع الحرارة التي يُنتظر أن تنحرف أكثر فأكثر عن درجة الحرارة المثلى للعديد من المحاصيل (وربما تتجاوز مستويات قدرتها على تحمل الحرارة).
- **ربما تنخفض غلة المحاصيل** بما يصل إلى 30 في المائة عند ارتفاع حرارة العالم بما يتراوح بين 1.5 و2.0 درجة مئوية في الأردن ومصر وليبيا، وبما يقارب 60 في المائة (للقمح) عند ارتفاع حرارة العالم بين 3 و 4 درجات مئوية في سوريا. ويُتوقع أن يكون أكبر انخفاض في المحاصيل من نصيب الخضر والذرة إذ أنها تُزرع في فصل الصيف.
- **بالنظر إلى أن 70 في المائة من الإنتاج الزراعي يُروى بماء المطر، فإن هذا القطاع يُعد شديد التأثر بالتغيرات في درجات الحرارة ومعدل هطول الأمطار وما يرتبط بذلك من تداعيات على الغذاء، والأمن الاجتماعي، وموارد الرزق الريفية.** ويعيش 43 في المائة من السكان في مناطق ريفية ولذا فإن الفقراء من سكان الريف سيتعرضون بدرجة كبيرة للجوع وسوء التغذية كأحد الآثار المباشرة لنقصان الغلة وارتفاع أسعار الغذاء. وبالإضافة إلى الضغوط غير المناخية فإن تراجع موارد الرزق في الريف قد يدفع إلى مزيد من الهجرات إلى الحضر، ما قد يؤدي إلى تفاقم أوجه الضعف في الحضر وزيادة احتمال نشوب صراعات.
- **سيكون من الصعب تلبية الطلب على مياه الري بسبب التناقص المستمر في كميات المياه المتاحة** ببلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي اعتادت الاستثمار في الزراعة من أجل تحسين أداء القطاع الزراعي — حيث إن حوالي 30 في المائة من الأراضي الزراعية تعتمد على مياه الري، وتستهلك الزراعة ما بين 60 و90 في المائة من جميع المياه المستخدمة بالمنطقة.
- **ارتفاع أسعار الغذاء الذي يعقب عادةً صدمات الإنتاج والتناقص طويل الأجل تجعل العدد المتنامي من فقراء الحضر أكثر عرضةً لسوء التغذية،** ولاسيما مع استمرار انعدام الأمن الغذائي المحلي. وتشير الدلائل إلى أن سوء تغذية الأطفال يمكن أن يزداد في ظل الارتفاع الكبير في أسعار الغذاء أو الانخفاض الحاد في غلة المحاصيل. وتُعد نسب سوء تغذية الأطفال مرتفعة بالفعل في أجزاء من المنطقة، حيث يصل متوسط التقزم إلى 18 في المائة بين الأطفال دون الخامسة. ويرتبط تقزم الأطفال بتداعيات سلبية تدوم طيلة العمر، ومنها انخفاض الإنتاجية الاقتصادية في سن البلوغ.
- **في ظل الاعتماد الشديد والمتنامي على الواردات، تُعد المنطقة عرضة بوجه خاص للتأثر بالتقلبات الزراعية المحلية والعالمية وما يرتبط بها من قفزات في أسعار الغذاء.** فالأحداث المناخية والمائية، على سبيل المثال (كالجفاف والفيضانات)، فضلاً عن تأثيرات قوى السوق العالمية، كانت من العوامل التي أسهمت في ارتفاع أسعار القمح في مصر وأثرت على أسعار الخبز في عام 2008.

موجات الحرارة المتطرفة ستشكل تحدياً ملموسا لصحة البشر

يواجه سكان المنطقة طائفة متنوعة من المخاطر الصحية، يتفاقم الكثير منها من جراء ما تتسم به المنطقة أصلاً من ظروف الحرارة والجدب والندرة النسبية في المياه.

- **من المتوقع أن تشهد العقود المقبلة زيادة ملموسة في موجات الحرارة غير العادية للغاية.** ففي حال ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين، قد تحدث موجات الحر المتطرف غير العادية للغاية خلال أحد أشهر الصيف في المتوسط كل عام بدءاً من 2040 فصاعداً. وعند ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية، قد تبدأ هذه الوتيرة مبكراً من ثلاثينات القرن الحالي، وستزيد إلى شهرين من أشهر الصيف بحلول الستينات لتشمل أشهر الصيف كلها تقريباً بنهاية القرن. وتغيب موجات الحرارة المتطرفة غير المسبوقة مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين، وتؤثر في نحو نصف أشهر الصيف بنهاية القرن مع ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية.
- **من المتوقع أن تزيد فترات أيام الحر المتتالية، ولاسيما في المدن بسبب ما يُعرف بظاهرة جزر الحرارة الحضرية.** فعند ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين يُتوقع، على سبيل المثال، أن يزيد عدد الأيام الحارة المتتالية سنوياً من 4 أيام إلى حوالي شهرين في عمّان، ومن 8 أيام إلى حوالي ثلاثة أشهر في بغداد، ومن يوم واحد إلى شهرين في دمشق. ومن المتوقع أن يزيد عدد الأيام الحارة في الرياض أكثر من ذلك من نحو 3 أيام إلى أكثر من أربعة أشهر. ومع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية، يُتوقع أن يتجاوز عدد الأيام الحارة ما يعادل أربعة أشهر في معظم العواصم.
- **قد تقترب مستويات الإجهاد الحراري من الحدود النفسية لقدرة البشر على العمل في العراء وتقوض بشدة من إنتاجية العمالة الإقليمية، لتخلق بذلك عبئا على البنية التحتية الصحية.** فدرجات الحرارة العالية يمكن أن تتسبب في أمراض متصلة بالحر (مثل الإجهاد الحراري والإنهاك الحراري وضربات الحر) وخاصة للمسنين ومن يعانون أمراضا مزمنة أو السمنة المفرطة، والحوامل، ومن يعملون في الأماكن المفتوحة. ومن المتوقع أن يقوض تغير المناخ من صحة البشر بطرق أخرى أيضاً. فعلى سبيل المثال، من المتوقع أن تزيد المخاطر النسبية للإسهال كأحد تداعيات تغير المناخ ومن المتوقع تدهور نوعية المياه من 6 إلى 14 في المائة بين عامي 2010 و 2039، ومن 16 إلى 38 في المائة بين عامي 2070 و 2099 في شمال أفريقيا؛ ومن 6 إلى 15 في المائة و 17 إلى 41 في المائة، على الترتيب، في الشرق الأوسط.

ارتفاع منسوب سطح البحر سيشكل تحدياً خطيراً لسكان السواحل بالمنطقة، وكذلك للبنية التحتية والأصول الاقتصادية.

الكثافة الشديدة للسكان والموجودات في المدن الساحلية يعني شدة تعرضهم لآثار ارتفاع منسوب سطح البحر.

- **تُظهر التوقعات المستقبلية أن جميع السواحل مُعرضة لمخاطر ارتفاع منسوب سطح البحر.** ومع التفاوت من مدينة إلى أخرى، من المتوقع أن يرتفع منسوب سطح البحر ليصل إلى ما بين 0.34 و 0.39 متر مع ارتفاع حرارة العالم 1.5 درجة مئوية وبين 0.56 و 0.64 متر مع ارتفاعها 4 درجات مئوية (وهو متوسط التقديرات) مع بلوغ أعلى التقديرات وهو 1.04 متر في مسقط.

- **تبرز بلدان شمال أفريقيا مصر وتونس والمغرب وليبيا ضمن أشد البلدان الأفريقية عرضة للمخاطر من حيث عدد السكان المتضررين من ارتفاع منسوب سطح البحر.** ففي المغرب، على سبيل المثال، يقيم أكثر من 60 في المائة من السكان وتقع أكثر من 90 في المائة من الصناعات في المدن الساحلية الرئيسية. كما تبرز الإسكندرية وبنغازي والعاصمة الجزائرية ضمن أشد المدن المعرضة للتأثر بارتفاع منسوب سطح البحر 0.2 متر فقط بحلول عام 2050. وكذلك تأتي الإمارات العربية المتحدة ضمن البلدان الأحد عشر الأشد عرضة لمخاطر ارتفاع منسوب سطح البحر على مستوى العالم.
- **من بين أبرز آثار تغير المناخ على المناطق الساحلية احتمال تعرضها للغمر من جراء ارتفاع منسوب سطح البحر ببطء في البداية، وللفيضانات، والأضرار الناجمة عن الظواهر المتطرفة (بما فيها العواصف، ومد العواصف، وازدياد تآكل السواحل).** وقد يتسبب تعرض الأصول الحيوية للمخاطر في وقوع آثار أخرى ذات تداعيات على الاقتصاد (مثلما يحدث عندما تتعرض البنية التحتية السياحية للمخاطر). وفي مصر، على سبيل المثال، تمثل زيادة درجة حموضة المحيطات وارتفاع حرارتها تهديداً للشعاب المرجانية، ومن المتوقع أن تعرض صناعة السياحة — وهي أحد أهم مصادر الدخل — لضغوط شديدة.
- **التأثير على مستويات المياه الجوفية خطير، مع ما له من آثار سلبية محتملة على صحة الإنسان للسكان المحليين والمهاجرين.** وتمثل دلتا النيل، التي يقطنها أكثر من 35 مليون نسمة ويمثل إنتاجها الزراعي 63 في المائة من إنتاج مصر، نقطة ضعف بوجه خاص تجاه ازدياد الملوحة في ظل أوضاع تغير المناخ. وسوف تتفاقم هذه الآثار بفعل هبوط الأرض، لاسيما في الجزء الشرقي من الدلتا، وبفعل التغييرات البرية الشديدة الناجمة عن كلٍ من تعديلات خط الساحل والتغيرات في هيدرولوجية نهر النيل.

منطقة أوروبا وآسيا الوسطى

تشمل منطقة أوروبا وآسيا الوسطى في هذا التقرير 12 بلدا[9] في آسيا الوسطى، وغرب البلقان، والاتحاد الروسي. ويركز التحليل على تحديات مناخية معينة تتصل بمحور الزراعة-المياه-الطاقة في آسيا الوسطى؛ والأحداث المناخية المتطرفة في غرب البلقان، والغابات في روسيا. وعلى الرغم من الاختلاف الكبير في الملامح الاقتصادية والسياسية لتلك البلدان، فإن القاسم المشترك فيما بينها يتمثل في تحولها من أنواع متعددة من الاقتصاد المغلق ذات التخطيط المركزي إلى أنظمة مفتوحة تقوم على أساس السوق. وتتسم المنطقة بالتدني النسبي في متوسط نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي السنوي، الذي يتفاوت من 800 دولار في طاجيكستان إلى 14 ألفاً في روسيا. ويلعب الإنتاج الزراعي دوراً هاماً في الاقتصاد الوطني بالمنطقة، وبوجه خاص في طاجيكستان، وجمهورية قيرغيز، وأوزبكستان، وألبانيا. وتعيش أعداد كبيرة من سكان آسيا الوسطى (60 في المائة) وغرب البلقان (45 في المائة) في مناطق ريفية، وهو ما يجعل اعتمادهم الرئيسي على الموارد الطبيعية من أجل توفير سبل الرزق، ومن ثم يصبحون عرضةً بوجه خاص لمخاطر تغير المناخ.

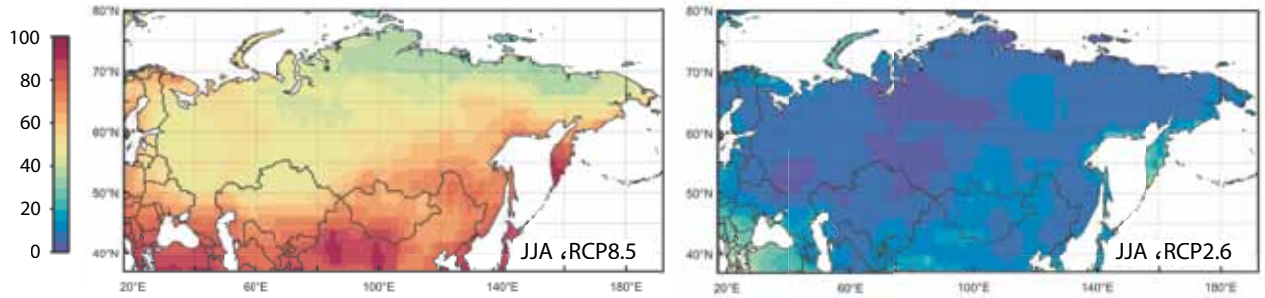
ومن المتوقع أن تشهد الأجزاء التي يغطيها هذا التقرير من أوروبا وآسيا الوسطى ارتفاعاً أكبر في درجة حرارة العالم من المتوسط العالمي. وتشهد المنطقة نمطاً واضحا تزداد فيه مناطق الجنوب جفافاً في حين تزداد الرطوبة في المناطق الواقعة إلى الشمال الشرقي، بما فيها معظم آسيا الوسطى، مع ارتفاع حرارة العالم إلى 4 درجات مئوية. وتتحول التغيرات المتوقعة مستقبلاً في درجة الحرارة ومعدلات هطول الأمطار إلى زيادة في المخاطر بالنسبة لإمدادات المياه العذبة التي لا تهدد استدامة الطاقة المائية والإنتاجية الزراعية فحسب، بل تؤثر بالسلب أيضاً في خدمات الأنظمة الإيكولوجية مثل عزل الكربون في معظم المنطقة. ويوضح الإطار 6 بعض الآثار المختارة على هذه المنطقة الفرعية.

تزيد الموارد المائية في آسيا الوسطى خلال النصف الأول من القرن ثم تتناقص بعدها، مما يؤدي إلى تزايد التحدي في المواءمة بين التنازع في الطلب على المياه ما بين الإنتاج الزراعي وتوليد الطاقة المائية.

وتتسم أنظمة الموارد المائية في آسيا الوسطى (وبالأخص الأنهار الجليدية والطبقات الجليدية) بالحساسية تجاه الارتفاع المتوقع في درجة حرارة العالم؛ وما يستتبع ذلك من تداعيات على توفر المياه في قطاعي الزراعة والطاقة. وتزداد احتمالات تحول آسيا الوسطى إلى إحدى النقاط الساخنة للإجهاد الحراري للزراعة والمستوطنات البشرية مع ارتفاع حرارة العالم درجتين

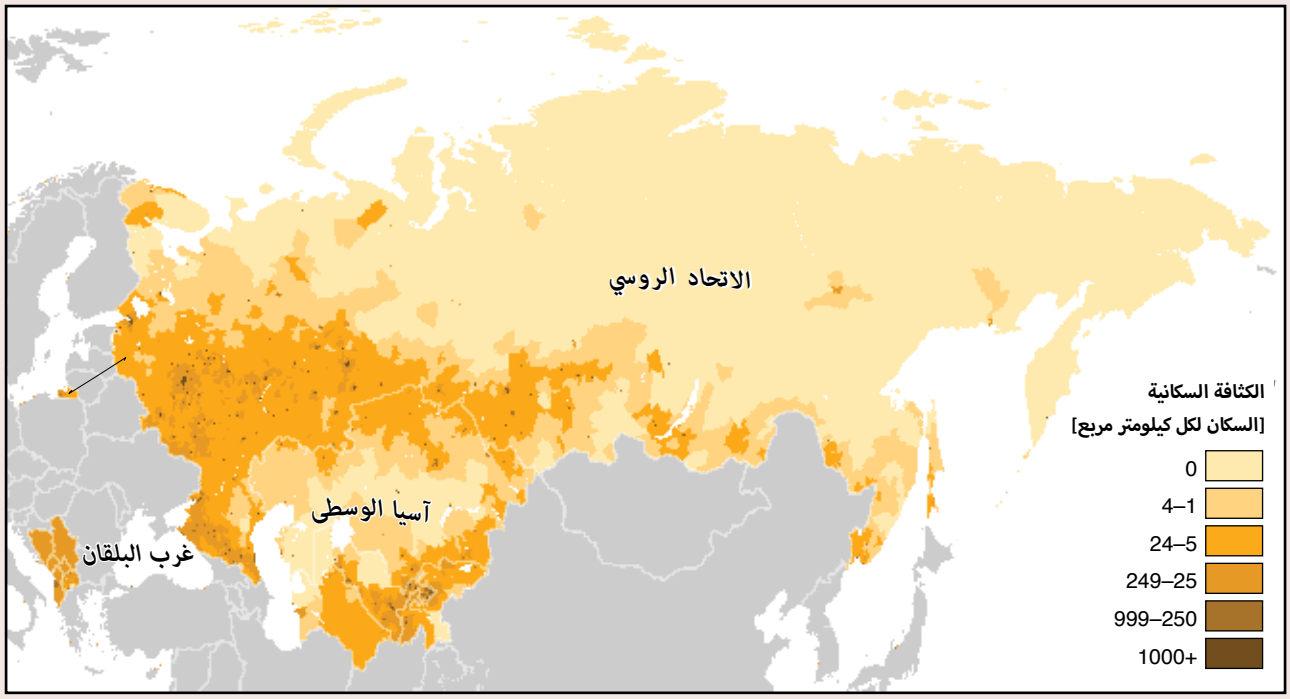
[9] تقتصر منطقة أوروبا وآسيا الوسطى في هذا التقرير على البلدان الآتي ذكرها: ألبانيا، والبوسنة والهرسك، وكازاخستان، وكوسوفو، جمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقاً، والجبل الأسود، والاتحاد الروسي، وصربيا، وطاجيكستان، وتركمانستان وأوزبكستان.

الشكل 4: المتوسط العددي متعدد النماذج لنسب الحرارة في شهور الصيف بنصف الكرة الشمالي، مع ارتفاع غير عادي للغاية في درجات الحرارة (لا يحدث على الأرجح في العادة أكثر من مرة واحدة كل عدة مئات من السنوات) في عالم ترتفع حرارته درجتين مئويتين (إلى اليمين) وفي عالم ترتفع حرارته 4 درجات مئوية (إلى اليسار) بين عامي 2071 و 2099، مقارنةً بفترة الأساس 1951-1980.



الإطار 6: مخاطر مناخية مختارة في منطقة أوروبا وآسيا الوسطى

تؤدي الزيادة في معدل هطول الأمطار وذوبان الأنهار الجليدية إلى زيادة كميات المياه المتاحة مع مخاطر حدوث فيضانات في آسيا الوسطى خلال العقود المقبلة. وبعد انتصاف القرن ولاسيما مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية، يشكل عدم استقرار كميات المياه المتاحة مخاطر على الزراعة مع الطلب المتعارض معها على توليد الطاقة المائية. وفي غرب البلقان، يُتوقع للحرارة المتطرفة والانخفاض الشديد في معدل هطول الأمطار وتوفر المياه أن يؤديا إلى انخفاض كبير في غلة المحاصيل، وإحداث آثار سلبية على صحة الإنسان، وزيادة المخاطر بالنسبة لتوليد الطاقة في عالم ترتفع حرارته 4 درجات مئوية؛ لكن هذه الأوضاع ستكون قائمة في عالم ترتفع حرارته درجتين مئويتين. وتختزن الغابات الروسية كميات هائلة من الكربون في الكتلة الحيوية والتربة. ومع أن إنتاجيتها قد تزيد بشكل عام مع ارتفاع درجات الحرارة، فإن الموت التدريجي لأشجار الغابات على نطاق واسع وانطلاق الكربون نتيجةً لتفاعل الإجهاد الحراري، وانتشار الحشرات والحرائق، قد يؤدي إلى تأثر غابات الشمال خلال النصف الثاني من القرن.



غرب البلقان

زيادة موجات الجفاف وموجات الحرارة غير العادية والفيضانات. ارتفاع المخاطر على الزراعة وصحة البشر واستقرار توليد الطاقة المائية.

المخاطر على صحة البشر والغذاء وأمن الطاقة.

آسيا الوسطى

زيادة ذوبان الجليد يغير من جريان الأنهار. مخاطر التدفق المفاجئ للبحيرات الجليدية والفيضانات ونقص المياه الموسمية. تزايد المنافسة على الموارد المائية نتيجة لارتفاع الطلب على المياه للزراعة والطلب على إنتاج الطاقة.

المخاطر على الفقر عن طريق زيادة أسعار الغذاء وخاصة ما يؤثر على النساء والأطفال وعلى فقراء الحضر. المخاطر على صحة البشر نتيجة لانتشار الأمراض وموجات الحرارة والفيضانات.

الغابات الشمالية بالاتحاد الروسي

موجات الحرارة غير العادية وزيادة المعدلات السنوية لهطول الأمطار، وزيادة مخاطر اندلاع حرائق الغابات، وانتشار الآفات ما يؤدي إلى وفاة الأشجار وانخفاض إنتاجية الغابات. احتمال تغير خط الأشجار باتجاه الشمال والتغير في تكوين الأنواع. مخاطر ذوبان المناطق دائمة التجمد وإطلاق غاز الميثان.

مخاطر على إنتاج الأخشاب وخدمات النظام الإيكولوجي بما في ذلك حجز الكربون. مخاطر انبعاثات ضخمة للكربون والميثان.

هذه الخريطة من إنتاج وحدة تصميم الخرائط بمجموعة البنك الدولي. ولا تعني الحدود والألوان والتسميات وأي معلومات أخرى مُبيّنة على هذه الخرائط أي حكم من جانب مجموعة البنك الدولي على الوضع القانوني لأي إقليم أو تأييد أو قبول لهذه الحدود. وتستند خريطة الكثافة السكانية التي تظهر كخلفية إلى بيانات مركز الشبكة الدولية لمعلومات علوم الأرض بجامعة كولومبيا؛ وبرنامج الأغذية والزراعة التابع للأمم المتحدة؛ والمركز الدولي للزراعية المدارية — (2005). شبكة سكان العالم، النسخة الثالثة: شبكة إحصاء السكان. باليسادس، نيويورك: مركز ناسا للبيانات والتطبيقات الاجتماعية الاقتصادية.

و4 درجات مئوية، خاصةً وأن درجات الحرارة لا تخفف من حدتها أي رياح قادمة من المحيط. فمنذ بداية القرن العشرين والأنهار الجليدية بآسيا الوسطى تشهد بالفعل انخفاضاً بنسبة الثلث في حجم الأنهار الجليدية. ومن المتوقع لحجم الأنهار الجليدية أن يتقلص بنحو 50 في المائة في حال ارتفاع حرارة الأرض بمقدار درجتين مئويتين، متزامناً مع تقلص الغطاء الجليدي في النصف الشمالي للكرة الأرضية بنسبة 25 في المائة، وبما يصل إلى 80 في المائة في حال ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية. ومن المتوقع أن تنخفض المياه بشكل متزامن مع زيادة الطلب على مياه الري.

- **سيزيد تدفق الأنهار خلال العقود المقبلة بسبب تسارع وتيرة ذوبان الأنهار الجليدية، لكن من المتوقع أن يتراجع تدفق المياه خلال النصف الثاني من القرن الحالي.** وبحلول نهاية القرن 21 يُتوقع أن تنخفض بشكل ملحوظ كمية المياه في نهر سير داريا، وتنخفض بدرجة أكبر في نهر آمو داريا، وذلك بسبب تقلص الأنهار الجليدية التي تغذي النهرين بالجزء الأكبر من المياه. والشيء الأكثر أهمية هو أن توقيت ارتفاع كميات المياه الجارية يتغير هو الآخر. فعلى سبيل المثال، تكشف البيانات المتاحة بشأن حوض أعالي الأنهار (بانج) المغذي لنهر آمو داريا أن توقيت ذروة تدفق المياه يُتوقع له أن يتحول نحو الربيع، مما سيؤدي إلى انخفاض بنسبة 25 في المائة في التصريف المائي خلال فترة منتصف الصيف (يوليو/تموز وأغسطس/آب) عند ارتفاع حرارة العالم 3 درجات مئوية. ونتيجةً لذلك، ستقل كمية المياه المتاحة للزراعة خلال موسم نمو المحاصيل في نفس الوقت الذي يؤدي فيه ارتفاع الحرارة في فصل الصيف إلى ازدياد طلب النباتات على المياه.

- **من المتوقع أن تتأثر إنتاجية المحاصيل سلباً من جراء زيادة موجات الحرارة المتطرفة وتقلبات العرض والطلب فيما يتعلق بالمياه، وهو ما يشكل مخاطر شديدة على أنظمة الزراعة بالري.** ومن المحتمل أن تتأثر الزراعة البعلية بعدم وضوح أنماط هطول الأمطار وكمياتها، بما في ذلك المناطق التي يُعد الري فيها مهماً، وإذا ما أضفنا إلى ذلك ارتفاع الحد الأقصى لدرجات الحرارة فإن ذلك يمكن أن يؤدي إلى مخاطر حدوث إجهاد حراري للنباتات وضعف غلة المحاصيل.

- **من المحتمل أن يجد سكان الريف الذين يعتمدون على الزراعة أساساً في غذائهم أنفسهم عرضة** بدرجة متزايدة لأي انخفاض في الغلة الزراعية والجودة الغذائية للحبوب التي تمثل وجبتهم الأساسية.

- **يُرجح أن يؤدي عدم استقرار توافر المياه إلى زيادة حدة التنافس بين متطلبات توليد الطاقة المائية والإنتاج الزراعي في وقت يُتوقع أن يزيد فيه الطلب بوجه عام بسبب الزيادة السكانية المتوقعة والنمو الاقتصادي في آسيا الوسطى.** ومن الممكن أن نتوقع أن تؤدي الزيادة المتوقعة مستقبلاً في موجات الحرارة المتطرفة غير العادية للغاية وغير المسبوقة أثناء شهور الصيف (انظر الشكل 4) إلى حدوث زيادة متزامنة معها في الطلب على الطاقة. ومع اعتماد كفاءة محطات الطاقة المائية على استقرار تدفق مياه الأنهار خلال السنة ومن سنة إلى أخرى، يُتوقع أن تنخفض إمكانيات محطات الطاقة المائية المقامة للأحواض الصغيرة بنسبة 13 في المائة في تركمانستان و19 في المائة في جمهورية قيرغيز مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين بحلول خمسينات هذا القرن، في حين يُتوقع حدوث زيادة نسبتها قرابة 7 في المائة في كازاخستان. وبوجه عام، فمن المتوقع أن يرتفع الطلب على الطاقة مع الزيادة السكانية والنمو الاقتصادي.

- تنتج طاجيكستان وجمهورية قيرغيز، الواقعتان على منابع نهري سير داريا وآمو داريا، قرابة 99 في المائة و 93 في المائة، على الترتيب، من إجمالي استهلاكهما من الكهرباء باستخدام الطاقة المائية. وسوف يتعين على هذين البلدين أن يعالجا تأثير تغير المناخ على قدرة توليد الطاقة المائية، وهي التي تمثل العمود الفقري لأنظمة الطاقة لديهما، أما بلدان المصب (كازاخستان، وأوزبكستان، وتركمانستان) فسوف تتضرر بشدة من جراء التنافس على الطلب على المياه لأغراض الزراعة وإنتاج الطاقة.

الأحداث المناخية المتطرفة في غرب البلقان تشكل مخاطر رئيسية على الأنظمة الزراعية، والطاقة، وصحة الإنسان.

غرب البلقان عرضة بوجه خاص لآثار الأحداث المناخية المتطرفة، بما فيها الحرارة، والجفاف، والفيضانات. وستصبح موجات الحرارة المتطرفة هي الأمر المعتاد الجديد لغرب البلقان في عالم ترتفع حرارته 4 درجات مئوية. أما في عالم ترتفع حرارته درجتين مئويتين، فمن المتوقع أن تشكل موجات الحرارة المتطرفة غير العادية للغاية قرابة ثلث أشهر الصيف، مقابل أشهر الصيف كلها عند ارتفاع حرارة العالم 4 درجات. ومن المتوقع أن تحدث موجات الحرارة المتطرفة غير المسبوقة بين 5 و 10 في المائة من أشهر الصيف مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين، مقابل نحو ثلثي أشهر الصيف مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات.

- **مخاطر الجفاف مرتفعة. وتشير التوقعات إلى زيادة عدد أيام الجفاف 20 في المائة وانخفاض منسوب الأمطار نحو 20-30 في المائة عند ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية.** أما التوقعات المتعلقة بارتفاع الحرارة درجتين مئويتين فتتسم بعدم اليقين. وفي الوقت نفسه، تشير التوقعات إلى زيادة مخاطر فيضان الأنهار، وبوجه خاص خلال فصلي الربيع والشتاء، وذلك نتيجةً لتسارع معدلات ذوبان الجليد في الربيع وزيادة هطول الأمطار في أشهر الشتاء (غير أن التوقعات الخاصة بمعدلات هطول الأمطار فتتسم بانعدام اليقين بشكل خاص).

- **أكثر المحاصيل تُروى بمياه الأمطار وتُعد شديدة التعرض لمخاطر تغير المناخ المتوقعة.** وعلى الرغم من عدم وجود توقعات للمنطقة بأسرها، وتظل التوقعات لكل بلد على حدة غير مؤكدة، تظهر مخاطر واضحة. فالتوقعات المستقبلية الخاصة بجمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقاً، على سبيل المثال، تشير إلى احتمال حدوث خسائر في غلة المحاصيل بنسبة 50 في المائة للذرة والقمح والخضروات والكروم مع ارتفاع حرارة العالم حوالي درجتين مئويتين بحلول 2050. وقد تتأثر غلة المراعي والأنظمة الإيكولوجية للأراضي العشبية اللازمة لرعي الماشية من جراء استمرار الجفاف والحرارة، وتنخفض فوق أجزاء واسعة من غرب البلقان. ولا تتضمن التقييمات في معظمها تأثيرات الأحداث المناخية المتطرفة على الإنتاج الزراعي، لكن الملاحظات تشير إلى تعرضها لمخاطر شديدة.

- **أنظمة الطاقة معرضة بشدة للأحداث المناخية المتطرفة والتغيرات في درجات حرارة الأنهار؛ والتغير في مواسم تدفق مياه الأنهار يمكن أن يؤدي إلى تفاقم التأثير على إنتاج الطاقة المائية.** ومعظم بلدان غرب البلقان تعتمد على مصادر الطاقة المائية في توفير ما لا يقل عن 20 في المائة

من إنتاجها من الكهرباء. وسيتزامن الانخفاض في إنتاج الكهرباء مع الزيادة في الطلب على التبريد، والمتوقع أن يزيد بنسبة 49 في المائة مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية.

- **تشكل الأحداث المناخية المتطرفة وظهور ناقلات جديدة للأمراض مخاطر شديدة على صحة الإنسان.** ويمكن أن تتسبب الزيادة في وتيرة وشدة موجات الحرارة المتطرفة في تحول موسمية الوفيات المتصلة بدرجة الحرارة من الشتاء إلى الصيف في مختلف أنحاء القارة الأوروبية. وتُعد ألبانيا وجمهورية مقدونيا اليوغوسلافية سابقاً عرضة بوجه خاص لموجات الحرارة. ويُتوقع أن يرتفع صافي إجمالي الوفيات المتصلة بدرجة الحرارة بين عامي 2050 و2100 فوق مستويات ارتفاع الحرارة درجتين المئويتين. ويُحتمل أيضاً أن تنشأ مخاطر صحية أخرى نتيجة تغير المناخ وما يؤدي إليه من إيجاد أوضاع مواتية لناقلات الأمراض، مثل حمى الدنك وحمى تشيكونغونيا.

آثار الارتفاع المتوقع في حرارة العالم على غابات الشمال الروسية والمناطق دائمة التجمد يمكن أن تكون لها تداعيات شديدة على إنتاجية الغابات ومخزونات العالم من الكربون.

تغطي الأنظمة الإيكولوجية الشمالية بالاتحاد الروسي والتي تمثل نحو 20 في المائة من مساحة المناطق دائمة التجمد المغطاة بالغابات (وهي طبقات متجمدة من التربة الغنية بالكربون والميثان) ويُرجح أن تكون بالغة الحساسية للاحترار المتوقع وموجات الحرارة المتطرفة. ويمكن أن يتسبب حدوث اضطراب في الغابات أو المناطق دائمة التجمد في تداعيات قاسية بالنسبة لخدمات الأنظمة الإيكولوجية المحلية ودورة الكربون العالمية. ورغم أن الارتفاع الطفيف في متوسط درجات الحرارة قد يزيد من إنتاجية الغابات، فهناك مخاطر أن تزيد الاضطرابات كالحرائق والآفات، ما يؤدي إلى موت الأشجار على نطاق واسع.

ومن المتوقع حدوث ارتفاعات فوق المتوسطة في درجات الحرارة وزيادة المعدل السنوي لهطول الأمطار. ومع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين، فمن المتوقع حدوث موجات حرارة متطرفة بين 5 و 10 في المائة من أشهر الصيف، تزيد إلى 50 في المائة من جميع أشهر الصيف مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات. ويُتوقع أن يزيد معدل هطول الأمطار بين 10 و 30 في المائة مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين وبين 20 و60 في المائة مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات. والمناطق دائمة التجمد بهذا الإقليم عرضة بشدة لمخاطر ارتفاع الحرارة، حيث يتراوح المعدل المتوقع لذوبان هذه المناطق بين 10 و 15 في المائة في روسيا بحلول عام 2050 مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين.

- **من المتوقع أن يحدث تحول باتجاه الشمال في خط الأشجار نتيجة الاحترار العالمي،** ما يؤدي إلى امتداد غابات الشمال نحو منطقة السهول القطبية الشمالية، وتحول غابات المناطق المعتدلة باتجاه مناطق الشمال الحالية، وانتقال سهول الاستبس العشبية إلى منطقة الغابات المعتدلة. ومع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية ستتقلص مساحة غابات الشمال الأوراسية نحو 19 في المائة وتزيد مساحة غابات المناطق المعتدلة أكثر من 250 في المائة. ومع توقف ارتفاع حرارة العالم عند 1.5 درجة مئوية، ستتناقص مساحة غابات الشمال نحو 2 في المائة وتزيد مساحة غابات المناطق المعتدلة بنسبة 140 في المائة. وسيؤدي ذلك إلى زيادة صافية في إجمالي مساحة غابات المناطق المعتدلة وغابات الشمال في أوراسيا بنسبة 7 في المائة مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات و12 في المائة مع ارتفاع الحرارة 1.5 درجة. غير أن المكاسب الكربونية المحتملة من وراء اتساع مساحة غابات الشمال ستضيع على الأرجح بسبب الخسائر في الجنوب.
- **عند خطوط العرض الأدنى، من المحتمل أن تتراجع الغابات أمام الأنظمة الإيكولوجية العشبية.** وإذا لم تعزز (أمر غير مؤكد جزئياً) آثار التسميد بثاني أكسيد الكربون من كفاءة استخدام المياه بالقدر الكافي، فإن مخاطر نشوب الحرائق، ولاسيما في جنوب سيبيريا وياكوتيا الوسطى، ستزيد ويمكن أن تؤدي إلى زيادة الانبعاثات الكربونية. وتشير التوقعات لهذه المنطقة إلى زيادة العدد السنوي لأيام التعرض لمخاطر الحرائق البالغ متوسطه 10 أيام مع ارتفاع حرارة العالم 3 درجات مئوية ومن 20 إلى 30 يوماً مع ارتفاعها 4 درجات. وربما يؤدي تأثير موجات الحرارة المثيرة لحرائق الغابات، وتزايد انتشار الآفات والأمراض، علاوة على التفاعل ما بين هذه العوامل، إلى انخفاض الإنتاجية بل وزيادة موت الأشجار.
- **مع ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين، يُتوقع أن يزيد ذوبان المناطق دائمة التجمد من انبعاثات الميثان بين 20 و 30 في المائة.** وللاضطرابات المتوقعة في الأنظمة الإيكولوجية للغابات الروسية أهمية عالمية. ففي حال تجاوز الأمر الحدود الحرجة إلى درجة التجاوب مع الاحترار الإقليمي والعالمي، فقد تنطلق مخزونات الكربون الضخمة في غابات الشمال ومخزونات الميثان في المناطق الدائمة التجمد إلى الغلاف الجوي — بكل ما لذلك من تداعيات ضخمة على دورة الكربون العالمية.

العواقب بالنسبة للتنمية

تغير المناخ يهدد بتقويض جهود التنمية والحد من الفقر للأجيال الحالية والقادمة

يشكل تغير المناخ خطراً ملموساً ومتصاعداً على تقدم عملية التنمية بحيث يمكن أن يقوض الجهود العالمية المبذولة لإنهاء الفقر المدقع وتعزيز الرخاء المشترك. ومالم تُتخذ تدابير قوية مبكرة، فقد يتجاوز الارتفاع في حرارة العالم ما بين 1.5 و 2.0 درجة مئوية وقد تؤدي الآثار الناجمة عن ذلك إلى تفاقم الفقر سواء في الجيل الواحد أو من جيل لآخر في العديد من مناطق العالم.

وبدأ في الحدوث تهديدات شديدة للتنمية وردت بهذا التقرير بين قطاعات مختلفة في المناطق الثلاث جميعاً. ويكشف التحليل الذي يتضمنه هذا التقرير أن المخاطر المتفاقمة تنشأ من جراء الآثار على عدد من القطاعات ولاسيما المرتبط منها بالأمن الغذائي نتيجةً لما هو متوقع من تناقص كبير وشديد في غلة المحاصيل بسبب ارتفاع مستويات الحرارة بما يتجاوز درجتين مئويتين.

ومع اقتراب ارتفاع الحرارة من مستوى 4 درجات مئوية، يُتوقع أن تؤدي الآثار بالغة الشدة إلى إحداث آثار متعاقبة تتجاوز الحدود الحرجة لأنظمة الدعم البيئية والبشرية. ومن حيث الأوضاع المناخية، سيصبح الحر وغيره من أحداث الطقس المتطرفة التي نعدّها اليوم غير عادية للغاية وغير مسبوقة هي المناخ المعتاد الجديد — عالم من المخاطر المتزايدة وانعدام الاستقرار.

ويجب بذل أقصى الجهود الآن من أجل الحد من انبعاث غازات الدفيئة من مدننا، ومن استخداماتنا للأراضي، وأنظمة الطاقة، والتحول إلى مسار نظيف قليل الانبعاثات الكربونية. إن هناك حاجة عاجلة إلى اتخاذ تدابير بشأن تغير

المناخ، ولكن ليس من المحتم أن تأتي على حساب النمو الاقتصادي. وكذلك فإن هناك حاجة إلى اتخاذ خطوات فورية لمساعدة البلدان في بناء قدرتها على الصمود والتكيف مع الآثار المناخية التي بدأنا نشعر بها اليوم والتداعيات التي لا مفر منها لعالم تتسارع وتيرة احتراره خلال العقود المقبلة.

وسوف تكون مهمة تدعيم التنمية البشرية، وإنهاء الفقر، وتعزيز الرخاء العالمي، والحد من انعدام المساواة في العالم أمراً بالغ التحدي في عالم ترتفع حرارته درجتين مئويتين، أما مع ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية فثمة شك كبير في إمكانية تحقيق ذلك على الإطلاق. ومازال ممكنا اجتناب العديد من أسوأ الآثار المناخية المتوقعة في هذا التقرير بالإبقاء على ارتفاع الحرارة دون مستوى الدرجتين. وسوف يتطلب ذلك تغييراً كبيراً من النواحي التكنولوجية، والاقتصادية، والمؤسسية، والسلوكية. وقبل كل شيء، سيتطلب الأمر وجود قيادة في كل مستوى من مستويات المجتمع. لقد حان وقت العمل.

الإطار 7: الآثار المتوقعة لتغير المناخ على قطاعات رئيسية في منطقة أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي

تقاس مستويات الاحترار العالمي بالمقارنة بما كانت عليه درجات الحرارة قبل الثورة الصناعية. والآثار الواردة هنا هي مجموعة فرعية من تلك التي يلخصها الجدول 3.15 من التقرير الرئيسي. وتدل الأسهم بشكل حصري على نطاق مستويات الاحترار الوارد تقييمها في الدراسات التي يستند إليها التقرير، لكنها لا تنطوي على أي تدريج للمخاطر مالم يتم النص على ذلك. وعلاوة على ذلك، فإن ما لوحظ من آثار أو ما يحدث من آثار عند مستويات الارتفاع الدنيا والعليا في حرارة العالم لا تشملها الدراسات المشار إليها هنا (مثلا، تبييض الشعاب المرجانية يحدث بالفعل قبل أن يصل ارتفاع الحرارة إلى 1.5 درجة مئوية لكن الدراسات المعروضة هنا لا تبدأ إلا عند بلوغ 1.5 درجة مئوية). ولا يشمل التقييم هنا إجراءات التكيف ولو أنها قد تكون بالغة الأهمية في التخفيف من حدة آثار تغير المناخ. والمخطط الوارد بالشكل مأخوذ بتصرف عن باري (2010). وتدل الأحرف الموضوعة بين قوسين أسفل الشكل على المراجع ذات الصلة بكل أثر من الآثار.[10] وفي حال عدم وجود أحرف، تكون النتائج مستندة إلى تحليلات إضافية أُجريت خصيصاً من أجل هذا التقرير.

[10] (أ) سيلمان وآخرون. (2013ب)؛ مارزيون وآخرون. (2012)؛ جايسن وأورليمان (2013)؛ راديك وآخرون. (2013)؛ (ج) مايسنر وآخرون. (2012)؛ (د) تشيونغ وآخرون. (2010)؛ (هـ) هيدالغو وآخرون. (2013)؛ (و) دول وشميد (2012)؛ (2012)؛ (ز) عدة دراسات لا تأخذ في الاعتبار التخصيب بثاني أكسيد الكربون، انظر الجدول 3.1؛ (ح) عدة دراسات، انظر الجدول 3.1؛ (ط) عدة دراسات، انظر الجدول 3.1؛ (ي) اللجنة الاقتصادية لأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي (2010)؛ (ك) كولشتاد ويوهانسون (2011)؛ (ل) كولون-غونزاليس وآخرون. (2013)؛ (م) بيغوين وآخرون. (2011)؛ كاميناي وآخرون. (2014)؛ فان ليسهوت وآخرون. (2004).

الإطار 8: الآثار المتوقعة لتغير المناخ على قطاعات رئيسية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

تقاس مستويات الاحترار العالمي بالمقارنة بما كانت عليه درجات الحرارة قبل الثورة الصناعية. والآثار الواردة هنا هي مجموعة فرعية من تلك التي يلخصها الجدول 4.10 من التقرير الرئيسي. وتدل الأسهم بشكل حصري على نطاق مستويات ارتفاع الحرارة الوارد تقييمها في الدراسات التي يستند إليها التقرير، لكنها لا تنطوي على أي تدريج للمخاطر مالم يتم النص على ذلك. وعلاوة على ذلك، فإن ما لوحظ من آثار أو ما يحدث من آثار عند مستويات الارتفاع الدنيا والعليا في درجة حرارة العالم لا تشملها الدراسات المشار إليها هنا (مثل أن زيادة الجفاف والجدب بدأت تصبح ملحوظة بالفعل، لكن الدراسة المعنية لا تشمل تقييم الآثار قبل أن يصل الارتفاع في حرارة العالم إلى 1.5 درجة مئوية). ولا يشمل التقييم هنا إجراءات التكيف ولو أنها قد تكون بالغة الأهمية في التخفيف من حدة آثار تغير المناخ. والمخطط الوارد بالشكل مأخوذ بتصرف عن باري (2010). وتدل الأحرف الموضوعة بين قوسين أسفل الشكل على المراجع ذات الصلة بكل أثر من الآثار.[11] وفي حال عدم وجود أحرف، تكون النتائج مستندة إلى تحليلات إضافية أُجريت خصيصاً من أجل هذا التقرير.

[11] (أ) إيفان (2008)؛ (ب) عدة دراسات، انظر الجدول 4.1؛ (ج) بوزكورت وسين (2013)؛ (د) ساموبلز وآخرون (2010)؛ (هـ) جياناكوبولوس وآخرون (2013)؛ (و) فان ليسهوت وآخرون (2004)؛ (ز) كولشتاد ويوهانسون (2011)؛ (ح) براون وآخرون (2011)؛ (ط) داسغوبتا وآخرون (2009).

الإطار 9: الآثار المتوقعة لتغير المناخ على قطاعات رئيسية في منطقة أوروبا وآسيا الوسطى

تقاس مستويات الاحترار العالمي بالمقارنة بما كانت عليه درجات الحرارة قبل الثورة الصناعية. والآثار الواردة هنا هي مجموعة فرعية من تلك التي يلخصها الجدول 5.7 من التقرير الرئيسي. وتدل الأسهم بشكل حصري على نطاق مستويات ارتفاع الحرارة الوارد تقييمها بالدراسات التي يستند إليها التقرير، لكنها لا تنطوي على أي تدريج للمخاطر مالم يتم النص على ذلك. وعلاوة على ذلك، فإن ما لوحظ من آثار أو ما يحدث من آثار عند مستويات الارتفاع الدنيا والعليا في درجة حرارة العالم لا تشملها الدراسات المشار إليها هنا (مثل أن زيادة ذوبان نهر تيين شان الجليدي بدأت تصبح ملحوظة بالفعل، لكن الدراسة المعنية لا تشمل تقييم هذه الآثار الملحوظة). ولا يشمل التقييم هنا إجراءات التكيف ولو أنها قد تكون بالغة الأهمية في التخفيف من حدة آثار تغير المناخ. والمخطط الوارد بالشكل مأخوذ بتصرف عن باري (2010). وتدل الأحرف الموضوعة بين قوسين أسفل الشكل على المراجع ذات الصلة بكل أثر من الآثار.[12] وفي حال عدم وجود أحرف، تكون النتائج مستندة إلى تحليلات إضافية أُجريت خصيصاً من أجل هذا التقرير.

[12] (أ) سيغفريد وآخرون (2012)؛ (ب) مارزيون وآخرون (2012)؛ (ج) مارزيون وآخرون (2012)، جايسن وأورليمان (2013)، راديك وآخرون (2013)؛ (د) مارزيون وآخرون (2012)، جايسن وأورليمان (2013)، راديك وآخرون (2013)؛ (هـ) ديميك وديسبوتوفيتش (2012)، (و) هاغ وآخرون (2013)؛ (ز) ثورمان (2011)؛ البنك الدولي (2013ف)؛ البنك الدولي (2013د)؛ البنك الدولي (2013أ)؛ (ح) ماسلاك (2012)؛ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2014)؛ (ط) ساتون وآخرون (2013أ)؛ سومر وآخرون (2013)؛ (ي) ساتون وآخرون (2013أ)؛ (ك) البنك الدولي (2013م)؛ (ل) كاميناي وآخرون (2012)؛ (م) بيلاروس، مولدوفا، وأوكرانيا ومنظمة الصحة العالمية-أوروبا (2009)؛ (ن) هامودودو وكيلينغتفيت (2012)؛ (س) فان فيليت وآخرون (2012)؛ (ع) باسيكو وآخرون (2012)؛ (ف) لوتز وآخرون (2013ب)؛ (ص) تشيباكوفا وآخرون (2009)، (ق) شيفي وآخرون (2013).

اختصارات

°C	درجة مئوية
$	دولار
AI	مؤشر الجدب
AOGCM	الغلاف الجوي - نموذج الدوران العام في المحيط
AR4	تقرير التقييم الرابع للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ
AR5	تقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ
BAU	سيناريو الوضع المعتاد
$CaCO_3$	كربونات الكالسيوم
CAT	عملية تعقب النشاط المناخي
CMIP5	المرحلة الخامسة من مشروع نموذج المقارنة المزدوج
CO_2	ثاني أكسيد الكربون
DGVM	نموذج الغطاء النباتي العالمي الديناميكي
DIVA	تقييم الحساسية التفاعلي الديناميكي
DJF	ديسمبر/كانون الأول، يناير/كانون الثاني، فبراير/شباط (موسم الشتاء في نصف الكرة الشمالي)
ECA	منطقة أوروبا وآسيا الوسطى
ECS	معادلة الحساسية المناخية
ENSO	النينو/التقلب الجنوبي
FAO	منظمة الأغذية والزراعة
FPU	وحدات الإنتاجية الغذائية
GCM	نموذج الدوران العام
GDP	إجمالي الناتج المحلي
GFDRR	الصندوق العالمي للحد من الكوارث والتعافي من آثارها
GLOF	فيضان مفاجئ للبحيرات الجليدية
HCS	نظام تيار هامبولد
IAM	نموذج التقييم المتكامل
IEA	الوكالة الدولية للطاقة
IPCC	الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ
ISI-MIP	مشروع المقارنة بين نماذج التأثير المتعدد القطاعات
ITCZ	منطقة التقارب بين المدارين
JJA	يونيو/حزيران، يوليو/تموز، أغسطس/آب (موسم الصيف في نصف الكرة الشمالي)
LAC	منطقة أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي
LDC	أقل البلدان نمواً
MAGICC	نموذج تقييم تغير المناخ الناشئ عن انبعاث غازات الدفيئة
MCMA	منطقة مكسيكو سيتي الكبرى
MENA	منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
MGIC	الأنهار الجليدية الجبلية والطبقة الجليدية الدائمة
NAO	التقلب في شمال الأطلسي
NDVI	المؤشر الموحد لتباين الغطاء النباتي
NH	نصف الكرة الشمالي
NPP	صافي الإنتاج الرئيسي
OECD	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
PDSI	مؤشر بالمر لقياس حدة الجفاف
PgC	بيتاجرام من الكربون (1 بيتاجرام = مليار طن من الكربون)
ppm	أجزاء في المليون
PPP	تعادل القوة الشرائية (عملة مرجحة على أساس سعر سلة من السلع الأساسية، تكون عادة الدولار الأمريكي)
RCM	نموذج المناخ الإقليمي
RCP	مسار التركيز التمثيلي
SCM	نموذج المناخ البسيط
SLR	ارتفاع منسوب سطح البحر

SRES IPCC	التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات
SREX IPCC	التقرير الخاص عن إدارة مخاطر الأحداث المتطرفة والكوارث للنهوض بعملية التكيف مع تغير المناخ
TgC	تيراجرام من الكربون (1 تيراجرام = مليون طن من الكربون)
UNCCD	اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
UNEP	برنامج الأمم المتحدة للبيئة
UNFCCC	اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ
UNHCR	مفوض الأمم المتحدة السامي لشؤون اللاجئين
USAID	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية
WBG	مجموعة البنك الدولي
WGI	مجموعة العمل 1 (أيضا مجموعة العمل 2، مجموعة العمل 3)
WHO	منظمة الصحة العالمية

مسرد المصطلحات

RCP2.6: هذا الاختصار يشير إلى سيناريو يمثل ثقافة سيناريوهات التخفيف الرامية إلى وقف ارتفاع متوسط الحرارة في العالم عند درجتين مئويتين زيادة على مستواها قبل الثورة الصناعية. ويستخدم هذا المسار للانبعاثات في كثير من الدراسات التي تم فحصها في تقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية وهو السيناريو الأساس للانبعاثات المنخفضة لتأثيرات تم تقييمها في أجزاء أخرى من التقرير. وفي هذا التقرير، فإن الاختصار RCP2.6 يشير إلى ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين (مع استثناء ارتفاع منسوب سطح البحر، حيث تشير المجموعة الفرعية من النموذج إلى زيادة حرارة العالم 1.5 درجة مئوية — انظر الإطار 2.1، تعريف مستويات الاحترار وفترة الأساس في هذا التقرير).

RCP8.5: هذا الاختصار يشير إلى سيناريو يتضمن خط أساس بدون سياسات مناخية وانبعاثات عالية نسبيا لغازات الدفيئة وتستخدمه دراسات عديدة تم فحصها في تقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية. وهذا السيناريو هو أيضا السيناريو الأساس للانبعاثات المرتفعة الخاص بآثار تم تقييمها في أجزاء أخرى من هذا التقرير. وفي هذا التقرير، يشير اختصار RCP8.5 إلى ارتفاع حرارة العالم 4 درجات مئوية مقارنة بفترة الأساس قبل الثورة الصناعية.

إجمالي الناتج المحلي: إجمالي الناتج المحلي هو مجموع قيمة ما أنتجه جميع المنتجين المقيمين في بلد ما مضافا إليه أي ضرائب على المنتجات ومخصوما منه أي دعم غير وارد في قيمة المنتجات. ويتم حسابه بدون خصومات عن استهلاك الأصول المصنعة أو نضوب وتدهور الموارد الطبيعية.

التسميد بثاني أكسيد الكربون: هذا المصطلح يشير إلى أثر زيادة مستويات ثاني أكسيد الكربون في الجو على نمو النبات. فمن الممكن أن يزيد من معدلات التمثيل الضوئي في النباتات C3 ويزيد من كفاءة استخدام المياه، ومن ثمّ زيادة الإنتاجية الزراعية في الحبوب سواء من حيث الكتلة و/أو العدد. ويمكن لهذا الأثر أن يعادل إلى حد ما الآثار السلبية لتغير المناخ على غلات المحاصيل، وإن كانت نسبة البروتين في الحبوب قد تنخفض. كما أن الآثار الطويلة الأجل غير مؤكدة حيث أنها تعتمد اعتمادا شديدا على التأقلم الفسيولوجي المحتمل على المدى البعيد مع ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون والعوامل المحددة الأخرى مثل مغذيات التربة والمياه والضوء. (انظر أيضا الإطار 2.4 عن أثر التسميد بثاني أكسيد الكربون على إنتاجية المحاصيل).

تعادل القوة الشرائية لإجمالي الناتج المحلي: هو إجمالي الناتج المحلي على أساس تعادل القوة الشرائية مقسوما على عدد السكان. وفي حين أن تقديرات تعادل القوة الشرائية لبلدان منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي ذات مصداقية، فإن هذه التقديرات في البلدان النامية غالبا ما تكون تقديرات تقريبية تنقصها الدقة.

التقرير الخاص عن إدارة مخاطر الأحداث المتطرفة والكوارث: الهيئة الدولية نشرت تقريرا خاصا عن إدارة مخاطر الأحداث المتطرفة والكوارث للنهوض بعملية التكيف مع تغير المناخ في عام 2012. ويقدم التقرير تقييما للعوامل الفيزيائية والاجتماعية التي تشكل أوجه الضعف في مواجهة الكوارث المرتبطة بالمناخ ويتضمن عرضا عاما لاحتمالات الإدارة الفعالة لمخاطر الكوارث.

التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات: التقرير الخاص عن سيناريوهات الانبعاثات الذي نشرته الهيئة الدولية عام 2000 يتضمن التنبؤات المناخية الواردة في تقرير التقييم الرابع للهيئة الدولية. ولا تتضمن السيناريوهات افتراضات التخفيف. وتشمل دراسة التقرير الخاص فحصا لأربعين سيناريو مختلفا، كل منها يقدم افتراضات مختلفة عن القوة المحركة التي تحدد انبعاثات غازات الدفيئة مستقبلا. وتم تجميع السيناريوهات في أربع مجموعات (A1FI وA2 وB1 وB2) بما يتفق مع مجموعة واسعة من السيناريوهات المرتفعة والمنخفضة الانبعاثات.

التقرير الرابع والتقرير الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ: الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ هي الهيئة الرئيسية المختصة بتقييم تغير المناخ على مستوى العالم. وهي تتألف من مئات العلماء البارزين في أنحاء العالم وتنشر بصورة منتظمة تقارير التقييم التي تقدم عرضا عاما شاملا لأحدث المعلومات العلمية والفنية والاجتماعية الاقتصادية عن تغير المناخ وتبعاته. ونشر تقرير التقييم الرابع عام 2007. أما تقرير التقييم الخامس فنشر في السنة 2014/2013.

الجدب الشديد: هو المناطق البرية التي تتسم بانخفاض شديد في الدرجات على مؤشر الجدب، وهي بشكل عام الصحاري الكبرى. ولا توجد قيمة موحدة عالميا للجدب الشديد، وتصنف القيم بين 0 و0.05 في هذا التقرير على أنها شديدة الجدب.

حاد ومتطرف: هذان المصطلحان يشيران إلى نتائج (سلبية) غير عادية. وغالبا ما يرتبطان بصفة إضافية مثل "غير عادي للغاية" أو "غير مسبوق" لها معنى كمي محدد.

السرد الإنمائي: السرد الإنمائي يبرز تداعيات آثار تغير المناخ على التنمية الإقليمية. وتتناول سلسلة تقارير اخفضوا الحرارة، وبخاصة هذا التقرير، بالبحث الآثار المحتملة لتغير المناخ على الفئات شديدة الضعف في سرد قصصي محدد، وهو ما يطلق عليه السرد الإنمائي. وتم إعداد هذا السرد الإنمائي لكل منطقة بالتعاون الوثيق مع خبراء البنك الدولي في المناطق. ويتضمن السرد تحليلا متكاملا وغالبا ما يكون متعدد القطاعات لآثار تغير المناخ وتبعاته على التنمية على مستوى المناطق والمناطق الفرعية. علاوة على ذلك، فإن السرد الإنمائي يضيف إلى التقرير برسم دلائل قائمة على أساس علمي للآثار الفيزيائية والفيزيائية الحيوية في سرد قصصي قوي لتشخيص السيناريوهات المحتملة للمخاطر والفرص، مع إبراز كيفية ترابط العلوم والسياسات.

عملية تعقب النشاط المناخي: هي عملية تقييم مستقلة تقوم على أساس علمي لتعقب ما ترتبط به فرادى البلدان بشأن الانبعاثات وما تتخذه من تدابير. ويتم خصم الانبعاثات التقديرية مستقبلا من هذا التقييم لتحليل سيناريوهات الاحترار العالمي التي قد تنشأ عن السياسات الحالية: (1) سيناريو الوضع المعتاد كمستوى مرجعي لعملية تعقب النشاط المناخي: سيناريو الوضع المعتاد بمستوى مرجعي منخفض يتضمن السياسات المناخية الحالية لكنه لا يشمل التعهدات بخفض الانبعاثات؛ (2) عملية تعقب النشاط المناخي على أساس التعهدات الحالية: سيناريو يضيف الخفض الذي تعهدت به البلدان على المستوى الدولي.

عنصر التحول: وفقا للينتون وآخرون (2008) فإن مصطلح عنصر التحول يصف المكونات الضخمة للنظام الأرضي التي ربما أنها مرت بنقطة التحول. وتشير نقطة التحول "إلى مستوى حرج يمكن أن يعدل عنده أي اضطراب بسيط من حالة تطور أي نظام" (لينتون وآخرون 2008). وتكون تبعات هذه التحولات على الأرجح حادة للمجتمعات والأنظمة الإيكولوجية.

غير عادية للغاية وغير مسبوقة: في هذا التقرير، يتم تعريف الحرارة الشديدة غير عادية للغاية وغير المسبوقة باستخدام مستويات مرجعية تستند إلى التقلبات التاريخية للأوضاع الجوية المحلية. ويعتمد المستوى المطلق لهذه المستويات المرجعية على التقلبات الطبيعية من عام إلى آخر في فترة الأساس (1951-1980) حسبما يظهر في الانحراف المعياري (سيجما). فالحرارة الشديدة غير العادية للغاية تعرف بأنها من الأحداث المناخية 3 سيجما. وحسب التوزيع الطبيعي، فإن الأحداث من مستوى 3 سيجما تتكرر مرة كل 740 عاما. وكانت الموجة الحارة في الولايات المتحدة عام 2012 والموجة الحارة في روسيا عام 2010 من مستوى 3 سيجما ولذا فهي من الأحداث غير العادية للغاية. أما الحرارة الشديدة غير المسبوقة فتحدد بأنها من الأحداث المناخية 5 سيجما. وهي تتكرر مرة كل عدة ملايين من السنوات. ولا تتبع بيانات درجات الحرارة الشهرية بالضرورة التوزيع الطبيعي (على سبيل المثال، يمكن أن يكون للتوزيع ذيول طويلة، ما يجعل من الموجات الحارة أمرا أكثر احتمالا) ويمكن أن تختلف مرات التكرار عما هو وارد في التوزيع الطبيعي. ومع ذلك، فإن الأحداث من مستوى 3 سيجما غير محتملة لأقصى حد والأحداث من مستوى 5 سيجما لم تحدث مطلقا تقريبا خلال حياة الأنظمة الإيكولوجية الرئيسية والبنية التحتية البشرية.

مجموعة العمل 1، ومجموعة العمل 2، ومجموعة العمل 3: مجموعة العمل 1 المنبثقة عن الهيئة الدولية تقيم الجوانب العملية الفيزيائية لنظام المناخ وتغير المناخ. أما مجموعة العمل 2 فتقيم أوجه الضعف في الأنظمة الاجتماعية الاقتصادية والطبيعية في مواجهة تغير المناخ، والتبعات السلبية والإيجابية لتغير المناخ، والخيارات المتاحة للتكيف معه. وتقيم مجموعة العمل 3 الخيارات المتاحة لتخفيف آثار تغير المناخ عبر تقييد أو منع انبعاث غازات الدفيئة وتعزيز الأنشطة التي تزيله من الغلاف الجوي.

المرحلة الخامسة من مشروع نموذج المقارنة المزدوج: هذه المرحلة جمعت 20 مجموعة من أحدث نماذج الدوران العام والتي أنتجت مجموعة ضخمة من البيانات المقارنة عن التنبؤات المناخية. وأتاح المشروع إطارا لتجارب منسقة عن تغير المناخ ويتضمن عمليات محاكاة للتقييم في تقرير التقييم الخامس للهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ.

مسار التركيز التمثيلي: مسار التركيز التمثيلي يستند إلى سيناريوهات تم اختيارها بدقة للعمل على إعداد نموذج متكامل للتقييم، ونموذج مناخي، ونموذج للأثر وتحليله. ويجسد هذا العمل نحو عشر سنوات من البيانات الاقتصادية الجديدة، والمعلومات عن التكنولوجيات الناشئة، والملاحظات على العوامل البيئية مثل استخدام الأراضي والتغير في الغطاء الأرضي. وبدلا من البدء بخط قصصي اجتماعي اقتصادي مفصل لتوليد سيناريوهات للانبعاثات، فإن مسارات التركيز التمثيلي هي مجموعات متسقة من التنبؤات لمكونات قوة الإشعاع (التغير في التوازن بين الإشعاع القادم والإشعاع الخارج إلى الغلاف الجوي يحدث أساسا بسبب التغيرات في تكوين الغلاف الجوي) والتي تمثل مدخلات للنموذج المناخي. ولا ترتبط مسارات هذه القوة الإشعاعية بسيناريوهات اجتماعية اقتصادية فريدة أو الانبعاثات، لكنها يمكن أن تنجم عن تركيبات مختلفة لأوضاع مستقبلية اقتصادية وتكنولوجية وسكانية ومؤسسية وأخرى ترتبط بالسياسات. وتشير الاختصارات RCP2.6 و RCP4.5 و RCP 8.5 على التوالي إلى قوة الإشعاع 2.6+ وات/متر مربع، و4.5+ وات/متر مربع، و 6+ وات/متر مربع، و8.5+ وات/متر مربع في السنة 2100 مقارنة بأوضاعها قبل الثورة الصناعية.

مستوى ما قبل الثورة الصناعية (ما الذي تعنيه زيادة درجة الحرارة حاليا 0.8 درجة مئوية): مستوى ما قبل الثورة الصناعية يشير إلى مستوى الاحترار قبل بدء عصر التصنيع أو في بدايته. وتظهر سجلات درجات الحرارة المساعدة إلى أن المتوسط العالمي للسنوات العشرين لدرجة حرارة الجو قرب السطح بين عامي 1986 و2005 كان يزيد حوالي 0.6 درجة مئوية عن المتوسط السائد بين

عامي 1851 و1879. لكن هناك قدرا كبيرا من التقلبات وعدم اليقين في البيانات من سنة لأخرى. علاوة على ذلك، فإن متوسط الاحترار خلال 20 عاما في الفترة 1986-2005 لا يمثل بالضرورة الاحترار الحالي. ويكشف الاتجاه الخطي للفترة 1901-2010 ارتفاع الحرارة 0.8 درجة مئوية منذ "أوائل عصر التصنيع". وقد بدأ في عام 1850 تقريبا تجميع متوسط درجات الحرارة العالمية قرب السطح في السجلات المساعدة. وكان عدد محطات القياس في السنوات الأولى قليلا ثم بدأ في الازدياد بمرور السنين. وكان عصر التصنيع بدأ بين عامي 1850 و1900 ما يعني أن استخدام الفترة 1851-1879 كفترة أساس، أو 1901 كبداية لتحليل الاتجاه الخطي قد يؤدي إلى التقليل من الاحترار الحالي أو المستقبلي. غير أن الانبعاثات العالمية لغازات الدفيئة في نهاية القرن التاسع عشر كانت بسيطة ويرتفع كثيرا مستوى عدم اليقين فيما يتعلق بإعادة بناء درجات الحرارة قبل هذا الوقت.

مشروع المقارنة بين نماذج التأثير المتعدد القطاعات: المشروع الأول هو محاولة لإعداد نموذج يعتمد على الاعتبارات المحلية ويقدم تقييمات متعددة القطاعات للأثر العالمي استنادا إلى مسارات التركيز التمثيلي والسيناريوهات الاجتماعية الاقتصادية. وتم إدراج ما يزيد على 30 نموذجا عبر خمسة قطاعات (الزراعة والموارد المائية والمناطق الأحيائية والصحة والبنية التحتية) في هذه المحاولة لإعداد النموذج.

منطقة أحيائية: المنطقة الأحيائية هي منطقة واسعة جغرافيا تضم مجموعات مميزة من النباتات والحيوانات، وهي موطن لمجموعة محدودة من الموائل الكبرى مصنفة حسب التقسيمات المناخية وأنواع الغطاء النباتي السائد. فعلى سبيل المثال، تضم هذه المناطق الأحيائية المراعي، والصحاري، والغابات دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق، والسهول الجرداء. وداخل كل منطقة توجد عدة أنظمة إيكولوجية مختلفة تشترك جميعها في النطاق المحدود للأوضاع المناخية والبيئية لتلك المنطقة.

مؤشر الجدب: مؤشر الجدب يستهدف تحديد المناطق الجدباء أساسا، أي المناطق التي تواجه عجزا طويل المدى في متوسط معدل هطول الأمطار. ويُعرّف مؤشر الجدب بأنه معدل هطول الأمطار سنويا مقسوما على معدل التبخر المحتمل، والأخير هو مقياس لكمية المياه التي يحتاجها محصول تمثيلي لقيام العوامل المحلية بوظائفها، مثل درجة الحرارة والإشعاع الساقط وسرعة الرياح، وذلك كي ينمو خلال سنة، وهو مقياس موحد للطلب على المياه.

المياه الفعلية: مقياس للموارد المائية يستخدم في إنتاج السلع الزراعية. ولذلك فإن التداول الدولي لهذه السلع يتضمن نقل موارد المياه الفعلية المستخدمة في إنتاجها من بلد لآخر.

نباتات C3 و C4: يعني الرمزان C3 و C4 نوعين من المسارات الاستقلابية للتمثيل الضوئي. وتشمل نباتات C3 أكثر من 85 في المائة من النباتات (مثلا، معظم الأشجار والقمح والأرز والبطاطا) وهي تستجيب استجابة جيدة لظروف الرطوبة ولقدر إضافي من ثاني أكسيد الكربون في الجو. أما النباتات C4 (مثلا، حشائش السافانا، والذرة، والسرغم، والذرة الصفراء، وقصب السكر) فهي أكثر كفاءة في استخدام المياه والطاقة وتتفوق على النباتات C3 في الظروف الحارة والجافة.

نموذج الدوران العام: هذا النموذج هو أحدث نوع للنماذج المناخية المستخدمة في التنبؤ بالتغيرات المناخية الناتجة عن تركيزات غازات الدفيئة، والهباء الجوي، والعوامل الخارجية (مثل التغيرات في النشاط الشمسي والثورات البركانية). وتتضمن هذه النماذج عرضا رقميا لعمليات فيزيائية في الجو والمحيطات والغلاف الجليدي وسطح الأرض على شبكة موحدة عالمية ثلاثية الأبعاد، مع قدرة الجيل الحالي من هذه النماذج على التحليل الأفقي لمسافة تتراوح بين 100 و300 كيلومتر.

مجموعة البنك الدولي

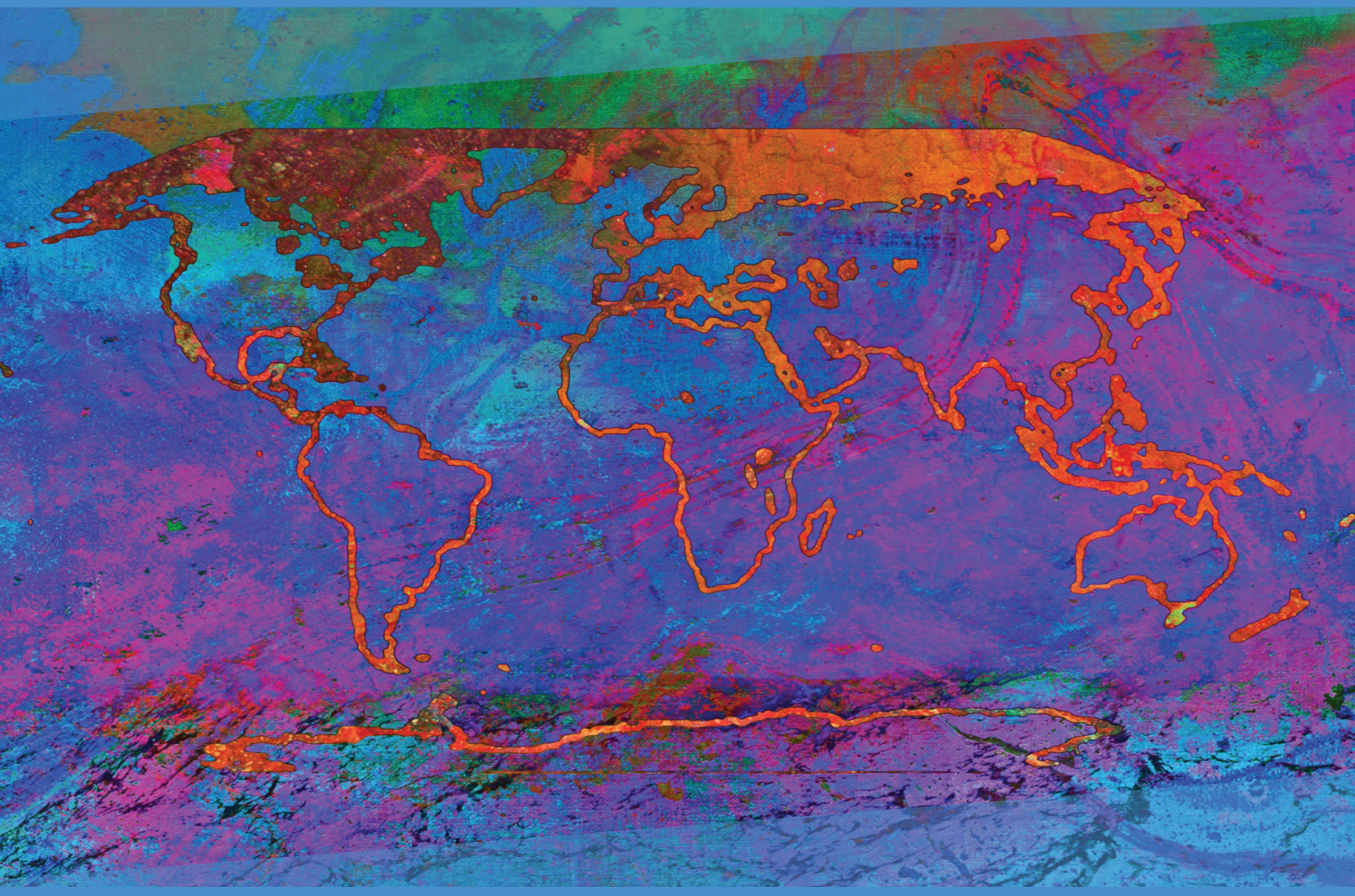
ipcc

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.

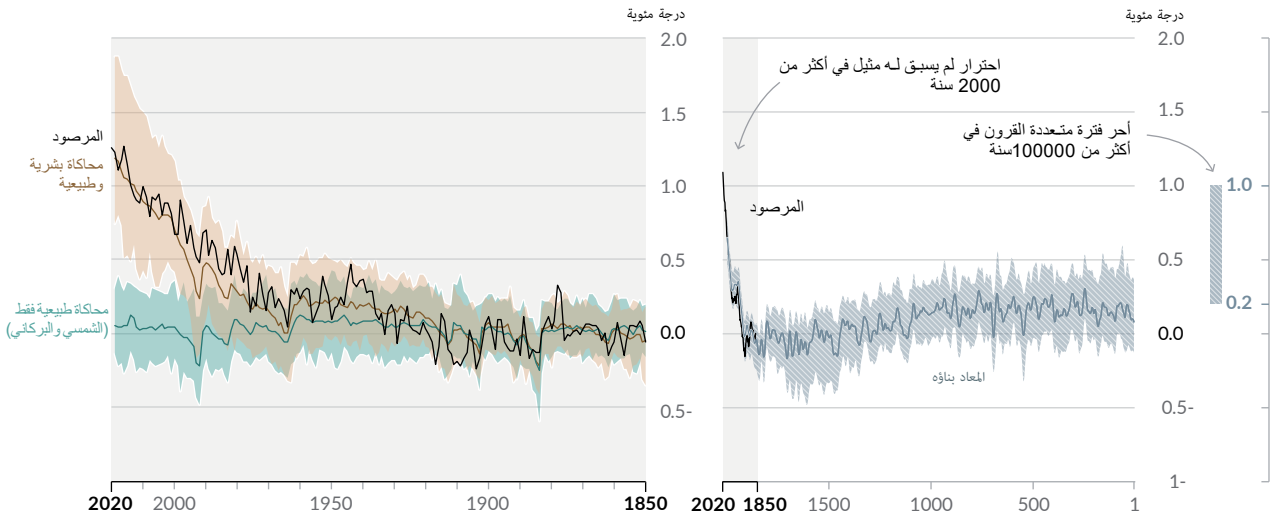
1.8.A وتتسق التغيرات في المحيط الحيوي للأرض منذ عام 1970 مع الاحترار العالمي: فقد انحرفت المناطق المناخية نحو القطب في كل من نصفي الكرة الأرضية، وطال موسم النمو في المتوسط بما يصل إلى يومين في العقد منذ خمسينيات القرن العشرين في المناطق فوق المدارية من نصف الكرة الشمالي (ثقة عالية). {TS.2.6 ،2.3}

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}

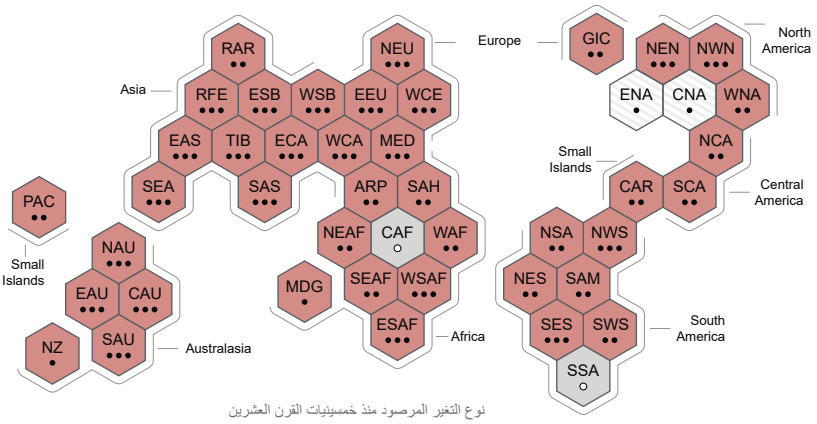
17 يعرّف الإقليم الموسمي العالمي بأنه المنطقة التي يكون فيها النطاق السنوي (الصيف المحلي مطروحا منه الشتاء المحلي) لهطول الأمطار أكثر من 2.5 مم يوميا (مسرد المصطلحات) وتشير الأمطار الموسمية العالمية على اليابسة إلى متوسط هطول الأمطار على اليابسة داخل الإقليم الموسمي العالمي.

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

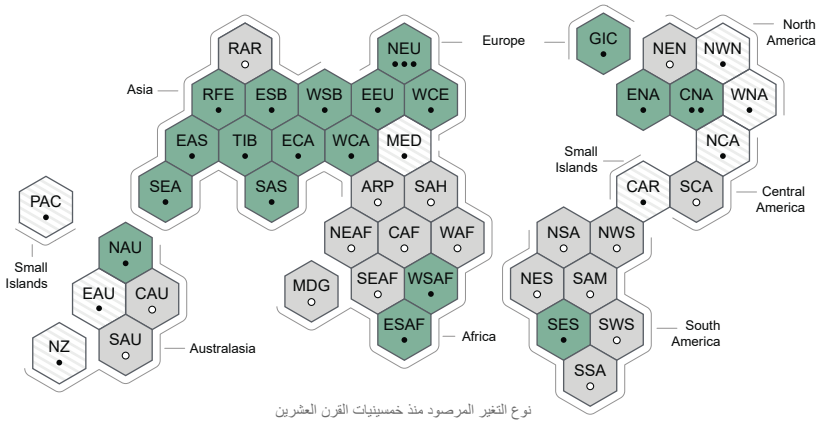
نوع التغير المرصود في الظواهر الساخنة المتطرفة

- 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

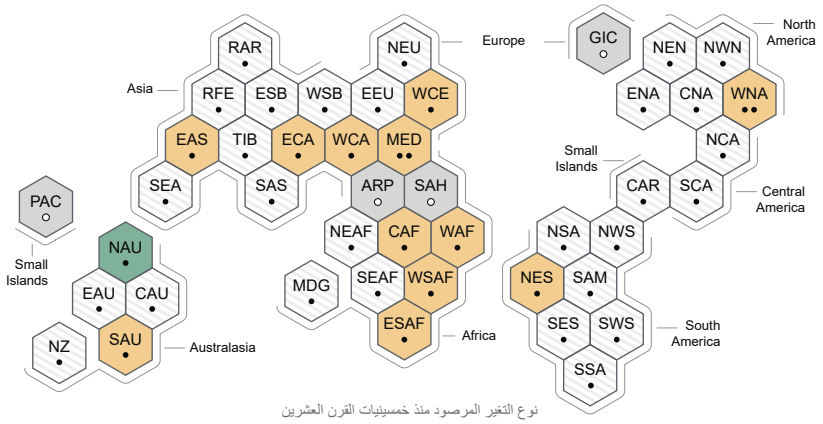
نوع التغير المرصود في هطول الأمطار الغزيرة

- 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.

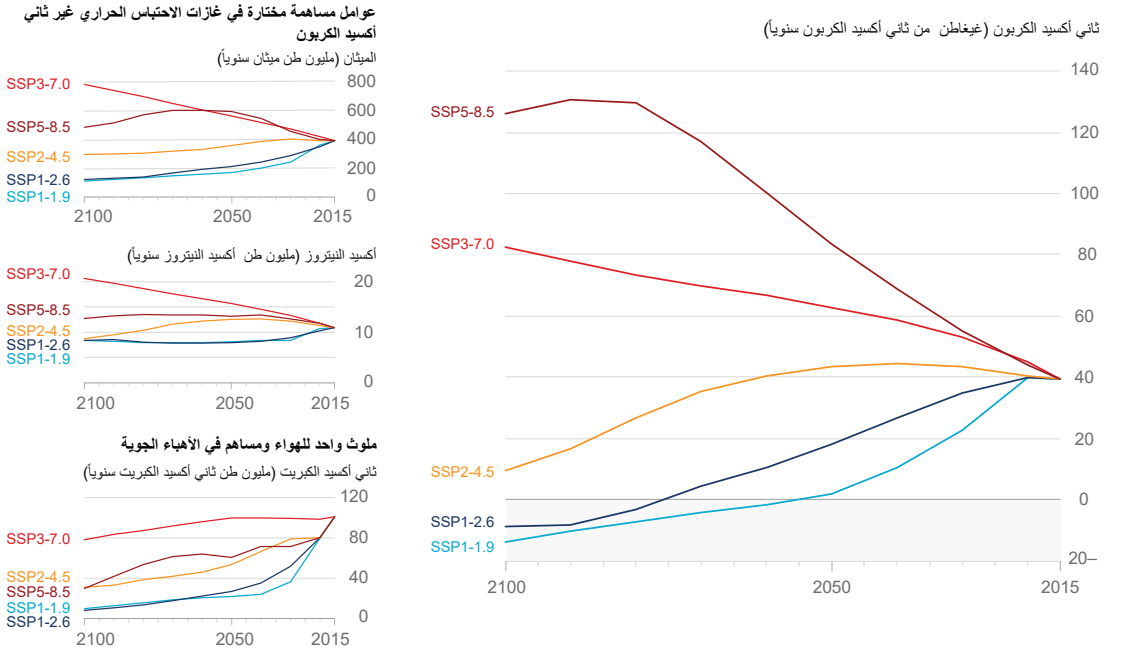
22 في أجزاء هذا التقرير، يشار الى السيناريوهات التوضيحية الخمسة باسم SSPx-y، حيث تشير "SSPx " الى المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك أو "SSP" الذي يصف الاتجاهات الاجتماعية والاقتصادية التي يستند إليها السيناريو، وتشير "y" الى المستوى التقريبي للقسر الإشعاعي (بالواط لكل متر مربع، أو W m-2) الناتج عن 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}

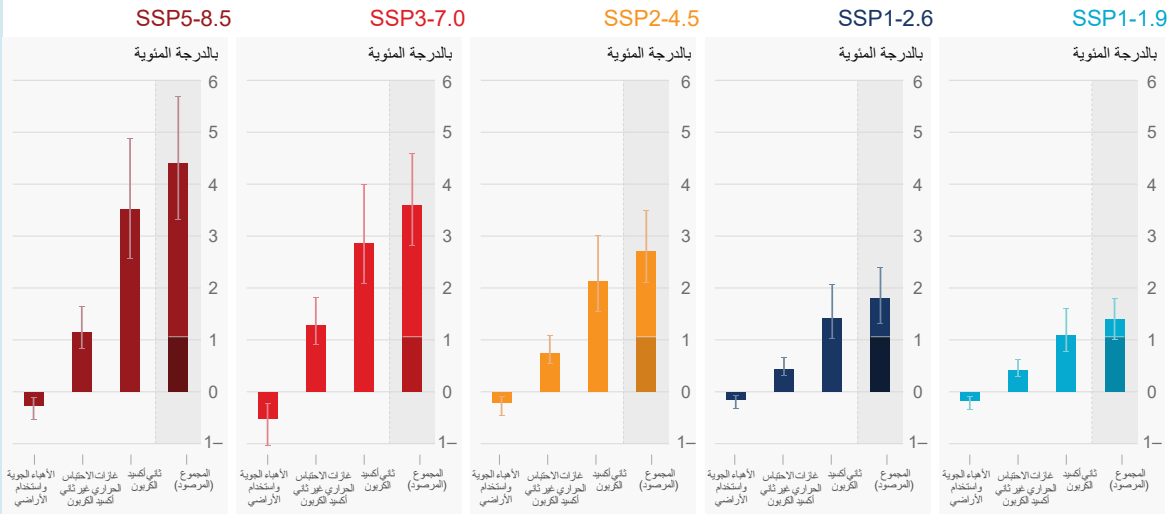
تتسبب الانبعاثات المستقبلية في احترار إضافي في المستقبل، مع هيمنة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الماضية والمستقبلية على الاحترار الكلي

(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)

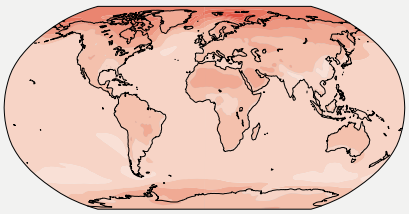
4.2.B من *المرجح* الى حد كبير أن تشتد ظواهر هطول الأمطار الغزيرة وتصبح أكثر تواترا في معظم الأقاليم مع حدوث احترار عالمي إضافي. وعلى الصعيد العالمي، من المتوقع أن تشتد ظواهر هطول الأمطار اليومية المتطرفة بنحو 7% مقابل درجة مئوية واحدة من الاحترار العالمي (*ثقة عالية*). ومن المتوقع أن تزداد نسبة الأعاصير 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)

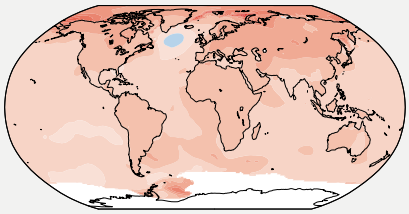
5.2.B ومن المتوقع أن يؤدي الاحترار الإضافي إلى زيادة تضخيم ذوبان التربة الصقيعية وفقدان الغطاء الثلجي الموسمي والجليد البري والجليد البحري في القطب الشمالي (*ثقة عالية*). *ومن المرجح* أن يكون القطب الشمالي خاليا تقريباً من الجليد البحري في أيلول/ سبتمبر[31] مرة واحدة على الأقل قبل عام 2050 في إطار السيناريوهات 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

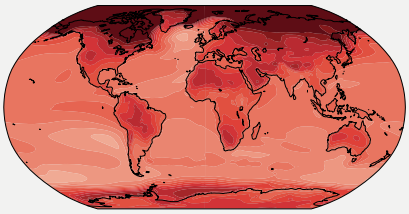
يؤثر الاحترار بمقدار درجة مئوية واحدة على جميع القارات، وهو عموما أكبر على اليابسة منه فوق المحيطات في كل من عمليات الرصد والنماذج. وفي معظم الأقاليم، تتسق الأنماط المرصودة والأنماط المحاكاة.

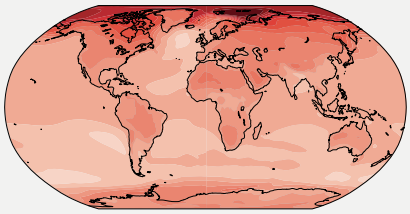


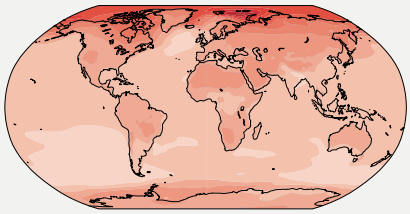


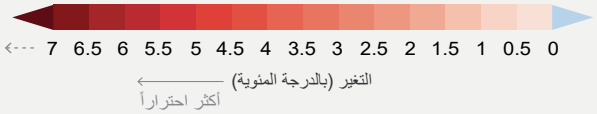
(ب) متوسط التغير السنوي في درجة الحرارة (بالدرجة المئوية) مقارنة بالفترة 1850-1900

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.

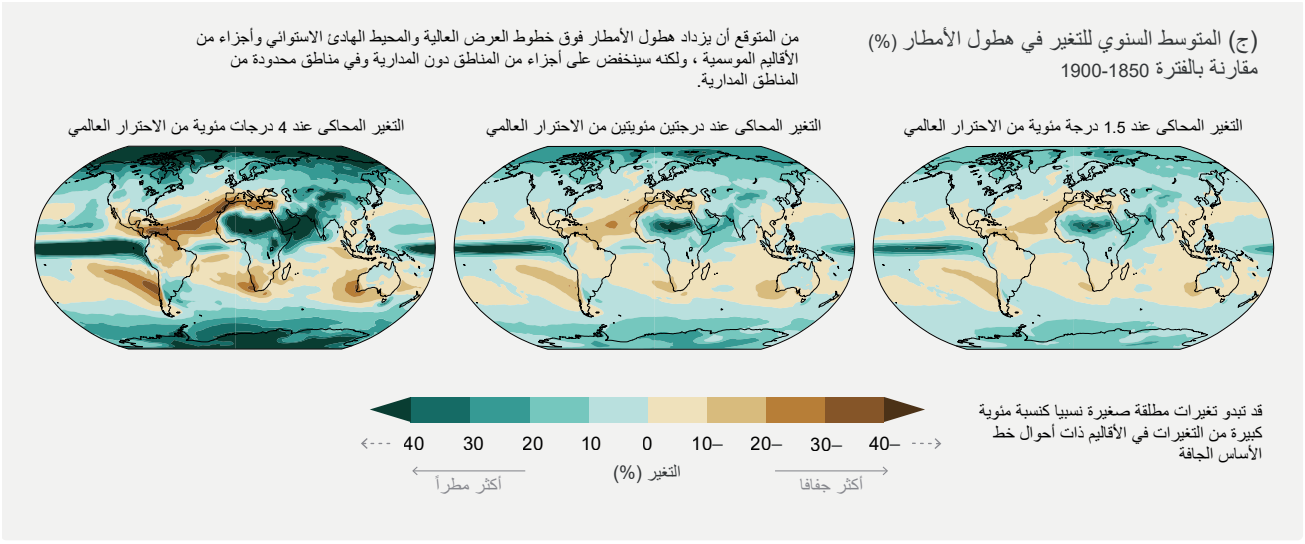


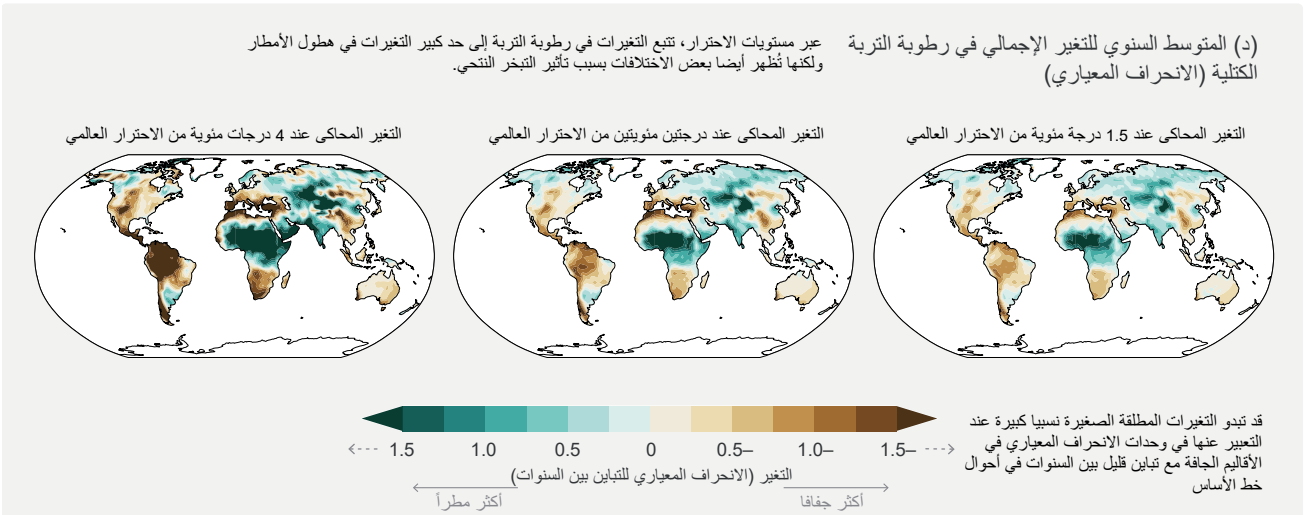






31 المتوسط الشهري لمساحة الجليد البحري التي تقل عن مليون كيلومتر مربع، وهو ما يمثل حوالي 15 % من متوسط مساحة الجليد البحري لشهر أيلول/سبتمبر التي رُصدت في الفترة 1979-1988.





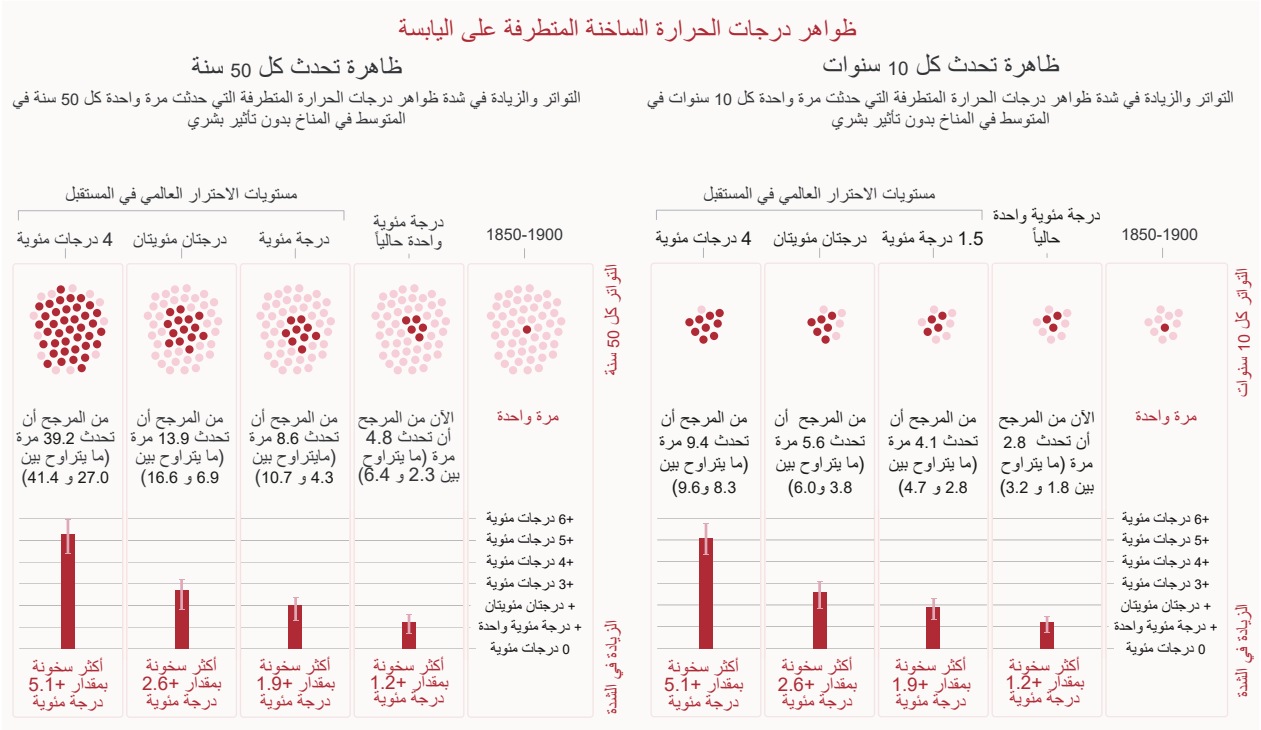
الشكل SPM.5: التغيرات في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة السطحية، وهطول الأمطار، ورطوبة التربة.

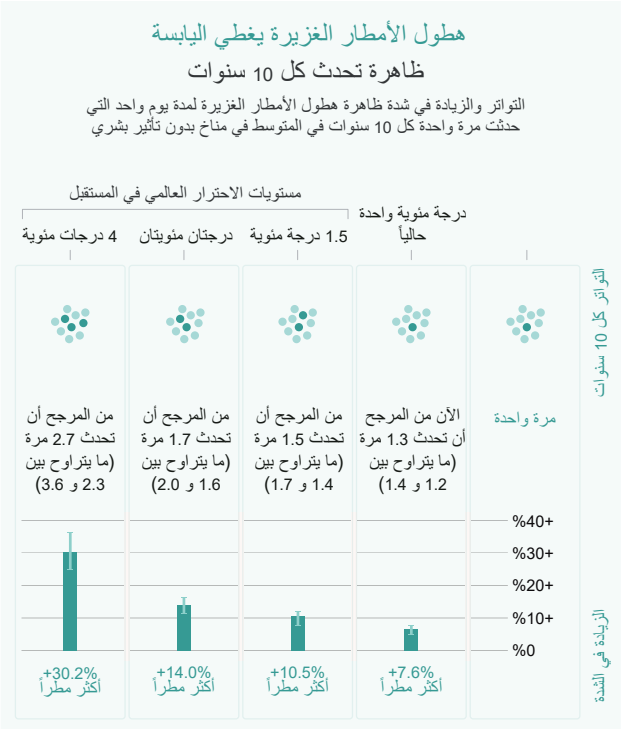
اللوحة (أ) مقارنة المتوسط السنوي للتغيّر المرصود والمحاكى لدرجة الحرارة السطحية. تبيّن الخريطة اليسرى التغيرات المرصودة في المتوسط السنوي لدرجة الحرارة السطحية في الفترة 1850-2020 مقابل كل درجة مئوية من الاحترار العالمي. وتتراجع التغيرات في المتوسط السنوي المرصود لدرجة الحرارة السطحية المحلية (أي نقطة 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].

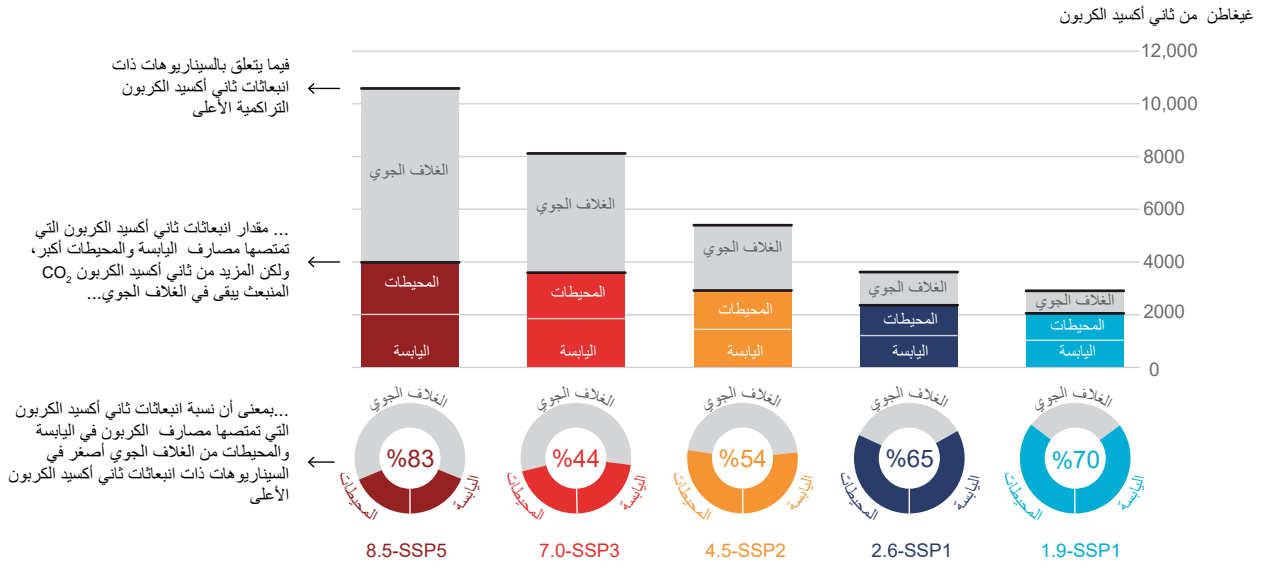
{4.3، 5.4، 5.5، 5.6، الإطار TS.3.3، TS.5}

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).

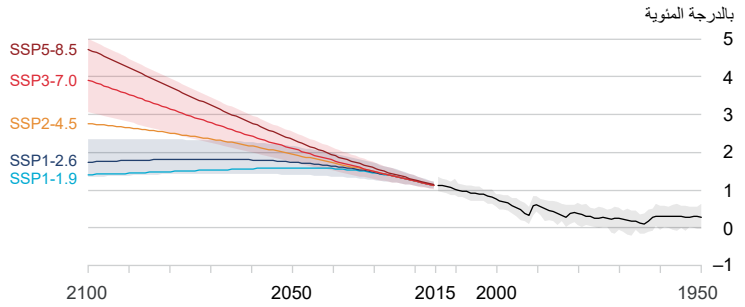
{1.4، الإطار المشترك بين الفصول 1.3، 4.7}

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.

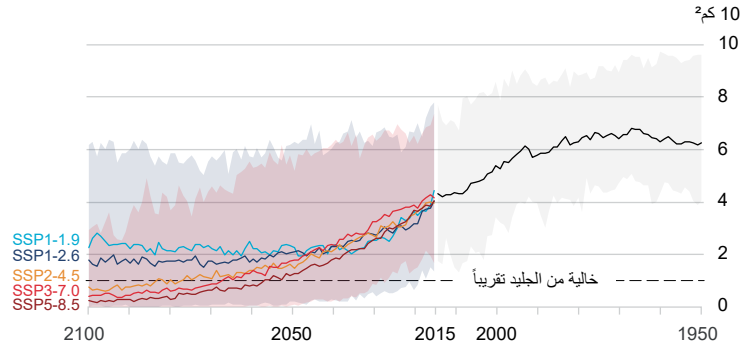
المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر المتعدد الألفيات مع المستويات التي أعيد بناؤها خلال فترات المناخ الدافئ الماضية: فمن *المرجح* أنه كان أعلى بما يتراوح بين 5 و10 أمتار مما هو الآن قبل حوالي 125000 سنة، عندما كان من *المرجح* الى حد كبير أن درجات الحرارة العالمية أعلى بما يتراوح بين 0.5 درجة مئوية و1.5 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

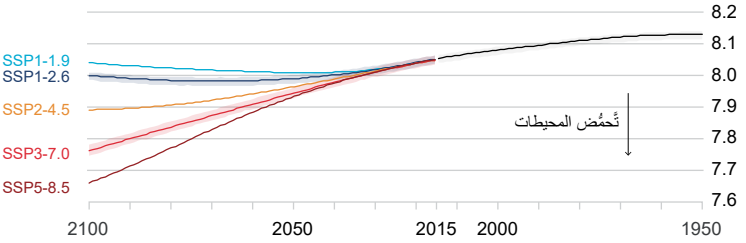
اللوحة (أ) تغيّر درجة حرارة سطح الأرض مقارنة بالفترة 1850-1900



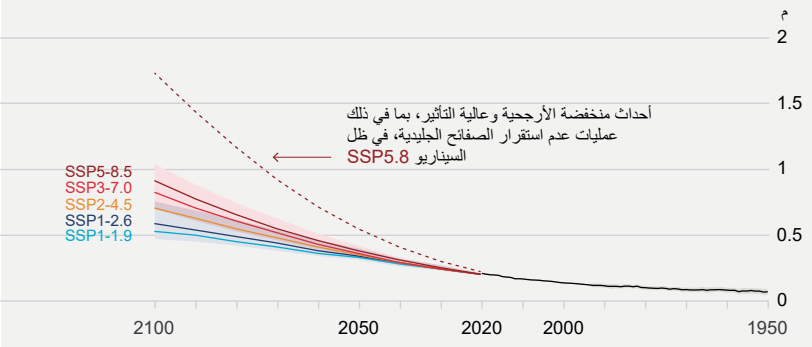
(ب) مساحة الجليد البحري في القطب الشمالي في أيلول/سبتمبر



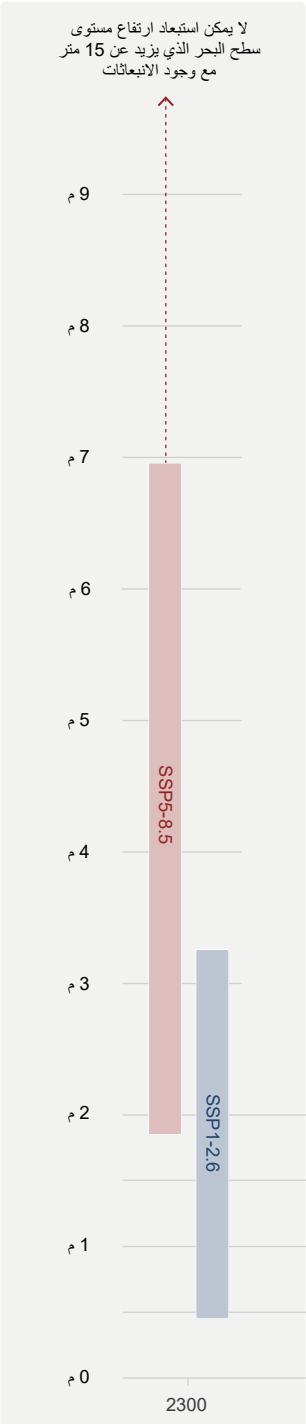
(ج) الأس الهيدروجيني في سطح المحيطات العالمية (مقياس للحموضة)



(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.

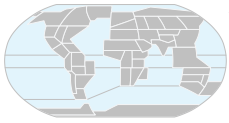
4.2.C ومن المتوقع أن يتغير عدد أكبر من العوامل المحركة للتأثير المناخي (CIDs) في عدد أكبر من الأقاليم عند بلوغ الاحترار العالمي درجتين مئويتين وما يتجاوز ذلك مقارنة بالاحترار العالمي البالغ 1.5 درجة مئوية (*ثقة عالية*). وتشمل التغيرات الخاصة بكل إقليم اشتداد الأعاصير المدارية و/أو العواصف خارج المدارية (*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

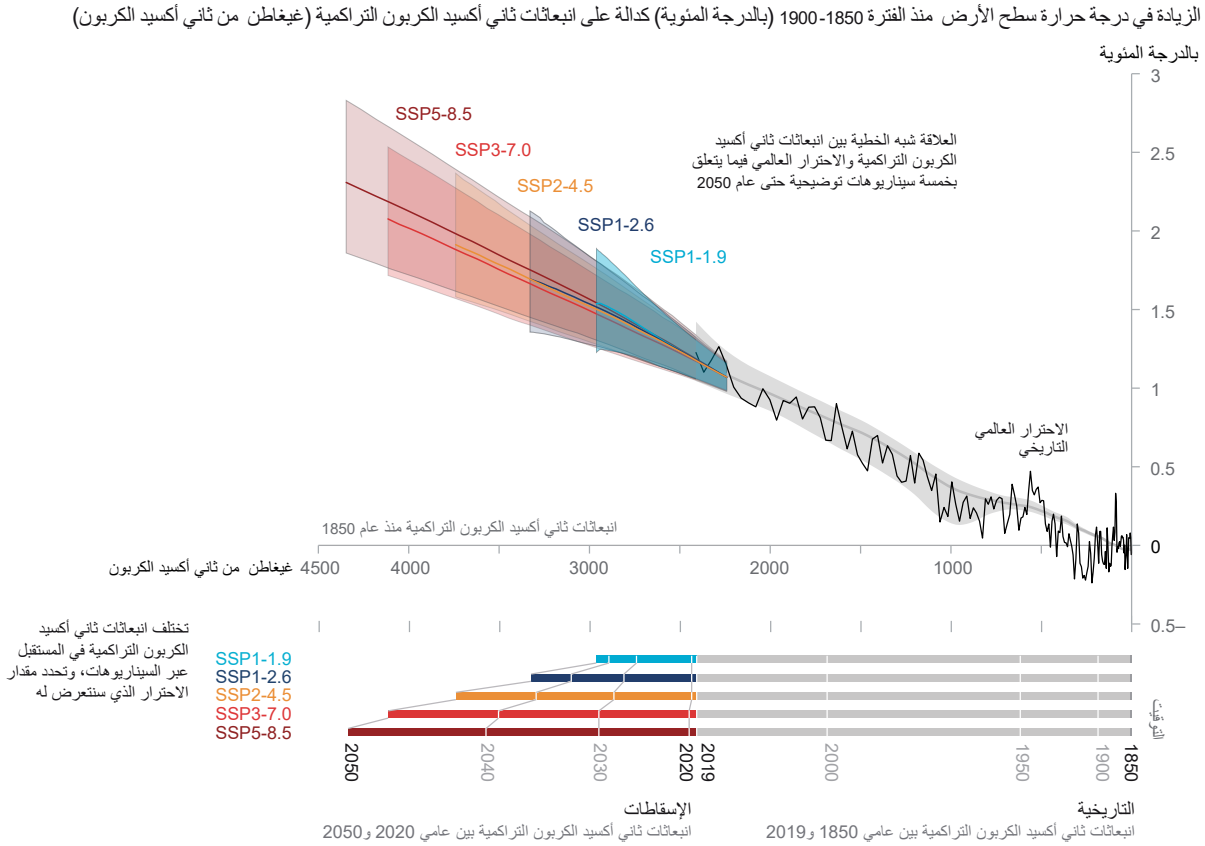
منذ تقرير التقييم الخامس (AR5)، تحسنت تقديرات ميزانيات الكربون المتبقية من خلال منهجية جديدة عُرضت لأول مرة في التقرير الخاص عن الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية، وأدلة مستكملة، وإدماج النتائج المستمدة من خطوط متعددة من الأدلة. وتستخدم مجموعة شاملة من الضوابط المحتملة لتلوث الهواء في المستقبل في 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}

تقييم مخاطر التغير المناخي لعام ٢٠٢١

ملخص نتائج البحث

برنامج البيئة والمجتمع

دانيال كويجين، وكريس دي مير، ولوسي هَبْل روز وأنتوني فروغت

أيلول/سبتمبر ٢٠٢١

العالم يبتعد عن مسار الوفاء بالتزامات اتفاقية باريس على نحو خطير.

المخاطر تتفاقم.

ستكون الآثار مدمرة في العقود المقبلة في حال عدم اتخاذ إجراء فوري.

تشاتام هاوس

المقدمة والسياق

يُلخص هذا التقرير الموجز مخاطر المناخ وعواقبها بالنسبة لأمن الناس والأمن الغذائي والأمن المائي، فضلاً عن الأمن القومي والعالمي، والهجرة، والاقتصادات والتجارة، من خلال التركيز على الآثار المحتمل وقوعها في الفترة من ٢٠٤٠ حتى ٢٠٥٠، ما لم يتم خفض الانبعاثات بشدة قبل عام ٢٠٣٠.

وهذا التقرير الموجز موجه إلى رؤساء الحكومات والوزراء. وهو مدعوم بورقة بحثية كاملة لمعهد تشاتام هاوس لكي يسترشد بها المسؤولون عن تقديم الإحاطات، وهذا من شأنه تقديم تفاصيل أكثر عن كامل المحتوى. ويُرجى ملاحظة أن جميع المراجع موجودة في الورقة البحثية.

الانبعاثات الحالية ومسارات درجات الحرارة

التقدير المركزي
٢,٧ °م
ربما أعلى

تبتعد الجهود العالمية لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عن المسار الصحيح على نحو خطير. وتشير المساهمات الحالية المحددة وطنيًا إلى انخفاض نسبته ١ بالمائة في الانبعاثات بحلول عام ٢٠٣٠، مقارنة بعام ٢٠١٠. وإذا سار طموح السياسات ونشر التكنولوجيا منخفضة الانبعاث الكربوني والاستثمار فيها وفق الاتجاهات الحالية، فسيبلغ الاحترار ٢,٧ درجة مئوية بنهاية القرن مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية وذلك حسب التقدير المركزي، إلا أن هناك فرصة نسبتها ١٠٪ لوصول الاحترار إلى ٣,٥ درجات مئوية. وتفترض هذه التوقعات أن الدول ستفي بمساهماتها المحددة وطنيًا، وإذا أخفقت في ذلك، فإنه لا مفر من احتمالية زيادة درجة الحرارة زيادة مفرطة. ويجب ألا نستبعد زيادة درجة الحرارة العالمية أكثر من ٥ درجات مئوية.

عواقب بلوغ أهداف اتفاقية باريس

احتمالية أقل من ١%

إذا سارت الانبعاثات وفق المسار الذي حددته المساهمات الحالية المحددة وطنيًا، فثمة احتمالية تقل نسبتها عن ٥ بالمائة بإبقاء درجات الحرارة **أقل بمعدل درجتين مئويتين**، مقارنة بمستويات مرحلة ما قبل الثورة الصناعية، وثمّة احتمالية أقل من ١٪ **لبلوغ هدف اتفاقية باريس وهو ١,٥ درجة مئوية.**

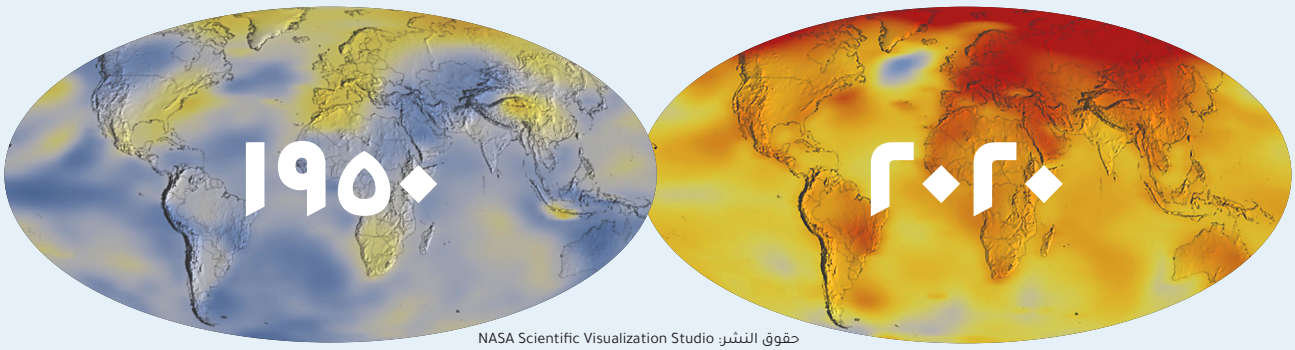
تعهدات الصافي الصفري

يُركز الكثير من البلدان حاليًا على تعهدات الصافي الصفري، مع الافتراض ضمنيًا أن هذه الأهداف سوف تتفادى تغير المناخ. ومع ذلك، تفتقد تعهدات الصافي الصفري إلى آليات التنفيذ والتفاصيل السياساتية، وتتسع الفجوة بين الأهداف وميزانية الكربون العالمية كل عام. وسوف يتحقق الكثير من التأثيرات الموضحة في هذا التقرير بحلول عام ٢٠٤٠، وتصبح أشد حدة لدرجة تتخطى حدود إمكانية تكيف الدول معها، ما لم تزِد المساهمات المحددة وطنيًا زيادة كبيرة تُنقَّح آليات السياسات والتنفيذ بصورة متناسبة.

ثمة فرصة وضرورة لزيادة إجراءات التخفيف من حِدّة الآثار

أمام حكومات البلدان عالية الانبعاثات فرصة لتسريع انخفاضات الانبعاثات من خلال إجراء تنقيحات طفيفة لمساهماتها المحددة وطنيًا، وهذا من شأنه أن يؤثر تأثيرًا كبيرًا على آليات التنفيذ السياساتية ويحفّز الاستثمار السريع واسع النطاق في التقنيات منخفضة الكربون. وسيؤدي هذا إلى الحصول على طاقة أرخص، وتفادي وقوع تأثيرات مناخية أسوأ. للحصول على مزيد من المعلومات بشأن تسريع تحول الطاقة، يرجى الاطّلاع على الرابط: www.energychallenge.info.

الاختلاف في متوسط درجات حرارة السطح العالمية



حقوق النشر: NASA Scientific Visualization Studio

كيفية قراءة هذا التقرير

النهج المتبع مع المخاطر المناخية

يُلخص هذا التقرير المخاطر المناخية والتأثيرات المرتبطة بمسار الانبعاثات العالمية الحالي والمساهمات القائمة المحددة وطنيًا. وتُركز توصيفاتنا لهذه المخاطر على الفترة المقبلة التي تتراوح من ٢٠ إلى ٣٠ عامًا، من أجل تسليط الضوء على الحاجة المُلحة لاتخاذ إجراءات تخفيض الانبعاثات من أجل تفادي هذه المخاطر. ونُقدم أيضًا التأثيرات طويلة الأمد بشأن الفيضانات وارتفاع منسوب البحر.

اندلاع احتجاجات بعد حرائق الغابات في اليونان عام ٢٠٢١.

حقوق الطبع والنشر والتأليف ©، جورج باناجاكيس/باسيفيك بريس/لايت روكيت/غيتي إيميجز.

موضوعات التأثير المناخي

يُحدد التقرير خمسة جوانب لتأثيرات التغير المناخي، والعواقب الضارّة التي ستصبح حادة على مدار الفترة المقبلة التي تتراوح من ٢٠ إلى ٣٠ عامًا.

بتحليل موضوعات التأثير هذه، وبناءً على تقدير مؤشر التأثير المركزي، نُسلط الضوء على الأمور التالية:

- **التأثيرات المناخية المقلقة.**
- **ما يحدث بالفعل.**
- **المدى الذي يُحتمل أن تبلغه الآثار السيئة بحلول عام ٢٠٤٠-٢٠٥٠، إذا استمرت اتجاهات الانبعاثات.**
- **التأثيرات والعواقب على مستوى إقليمي ونطاق عالمي.**

للحصول على تفاصيل وافية بشأن كيفية تفسير المخاطر والتأثيرات المناخية الموضحة في هذا التقرير الموجز، يرجى الاطّلاع على ورقة تشاتام هاوس البحثية الداعمة والمخصصة للمسؤولين عن تقديم الإحاطة، التي تحتوي تفاصيل أكثر دقة، فضلاً عن توصيفات المنهجيات المتّبعة.

يمكن قراءة التقرير الكامل عبر:
www.chathamhouse.org/2021/09/climate-change-risk-assessment-2021.

الحرارة والإنتاجية والصحة

التأثير المثير للقلق

درجات الحرارة أعلى من أن تسمَح بالعمل أو البقاء في الخارج، ما يؤدي إلى خسائر في الإنتاجية وإلى أزمات صحية.

ما الذي يحدث سلفاً؟

<٥٠%
من ساعات العمل المفقودة بسبب جائحة فيروس كوفيد-١٩

أُهدِرت ٣٠٠ مليار ساعة عمل في عام ٢٠١٩ على الأرجح بسبب الزيادات في درجات الحرارة عالميًا، وهو ما يزيد عن الساعات التي أُهدِرَت في عام ٢٠٠٠ بنسبة ٥٢ بالمائة. وقد تسببت جائحة فيروس كوفيد-١٩ في فقدان ٥٨٠ مليار ساعة عمل تقريبًا في عام ٢٠٢٠، وبالتالي فإن ارتفاعات درجات الحرارة تتسبب بالفعل بأكثر من ٥٠ في المائة من ساعات العمل المهدورة بسبب جائحة كوفيد-١٩.

زيادة الوفيات بنسبة ٥٤%

لقد زادت الوفيات المتعلقة بالحرارة عالميًا بنسبة ٥٤ بالمائة تقريبًا بين من تزيد أعمارهم على ٦٥ عامًا في العقدين الماضيين، حيث وصلت الأعداد إلى ٢٩٦٠٠٠ حالة وفاة في عام ٢٠١٨.

أوروبا: ١٠٤٠٠٠ حالة وفاة **الصين: ٦٢٠٠٠ حالة وفاة** **الهند: ٣١٠٠٠ حالة وفاة**

حرائق الغابات الأسترالية عام ٢٠٢٠، حقوق الطبع والنشر والتأليف © باول كايد/غيتي إميجز

تسببت حرائق الغابات الأسترالية في عام ٢٠١٩ - ٢٠٢٠ في زيادة كثافة موجات الحرارة **١٠ أضعاف** مما كانت عليه في بداية القرن. وتقدر أضرار الممتلكات والأضرار الاقتصادية الناجمة من الكارثة بإجمالي ٧٠ مليار دولار أمريكي.

تسببت موجة الحرارة في سيبريا عام ٢٠٢٠ في حرائق غابات واسعة النطاق، وفقدان الجليد، واجتياح الآفات الزراعية. وأدى التغير المناخي بالفعل إلى زيادة موجة الحرارة هذه بمعدل **٦٠٠ ضعف** على الأقل.

الحرارة والإنتاجية والصحة

ما مدى السوء الذي سيصبح عليه الحال؟

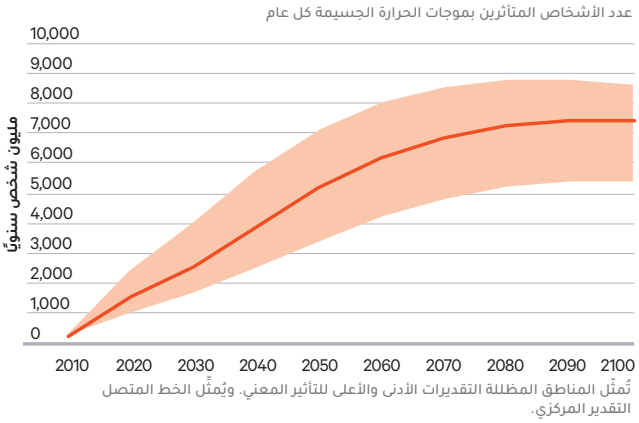
٣,٩ مليارات شخص معرضون لموجات حرارة جسيمة بحلول عام ٢٠٤٠

إذا لم تنخفض الانبعاثات انخفاضًا كبيرًا قبل عام ٢٠٣٠، فمن المحتمل أن يتعرض ٣,٩ مليارات شخص لموجات حرارة جسيمة كل عام بحلول عام ٢٠٤٠. تدوم موجات الحرارة الجسيمة التي تمثل درجات الحرارة الأشد على مر التاريخ أربعة أيام أو أكثر. ومن ثم، يمكن مقارنتها بموجات الحرارة الأشد على مر التاريخ.

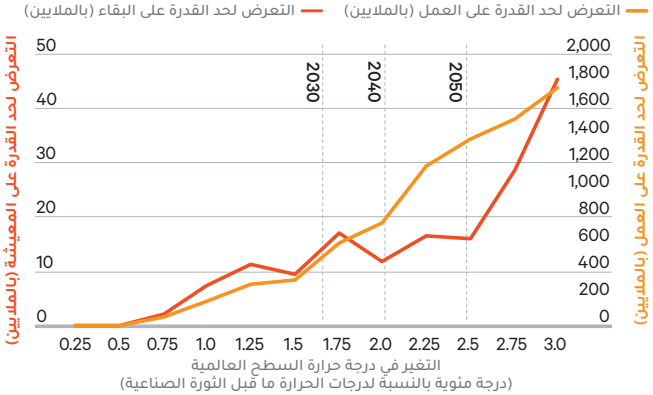
٤٠٠ مليون شخص غير قادر على العمل و١٠ ملايين حالة وفاة كل عام

كل عام من ثلاثينيات القرن الحادي والعشرين على الصعيد العالمي:

- يُحتمل تعرض أكثر من ٤٠٠ مليون شخص سنويًا لدرجات حرارة تفوق حد القدرة على العمل (عدم القدرة على العمل في الخارج).
- يُحتمل تعرض أكثر من ١٠ ملايين شخص سنويًا لإجهاد حراري يفوق حد القدرة على البقاء (احتمالية الموت في الخارج).



تُمثّل المناطق المظللة التقديرات الأدنى والأعلى للتأثير المعني. ويُمثّل الخط المتصل التقدير المركزي.



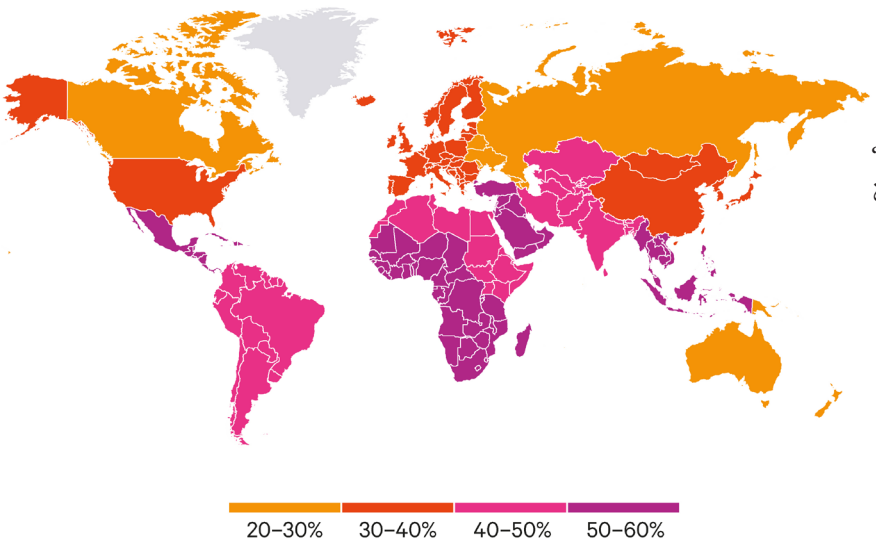
التأثيرات الإقليمية عام ٢٠٤٠: نسبة السكان الذين يتعرضون لموجات حرارة جسيمة كل عام.

(يُمكن مقارنة موجات الحرارة الجسيمة بموجات الحرارة الأشد على مر التاريخ)

لن تكون أي منطقة في منأى عن التأثّر، وسوف تتعرض نسبة **٥٠ بالمائة أو أكثر** من السكان في غرب إفريقيا ووسطها وشرقها وجنوبها، والشرق الأوسط، وجنوب آسيا وجنوبها الشرقي، فضلاً عن وسط أمريكا، والبرازيل لموجات حرارة جسيمة كل عام، **بحلول عام ٢٠٤٠.**

وسوف تتعرض نسبة **تزيد على ٧٠ بالمائة من السكان في كل منطقة** لموجات حرارة كل عام بحلول عام ٢٠٥٠.

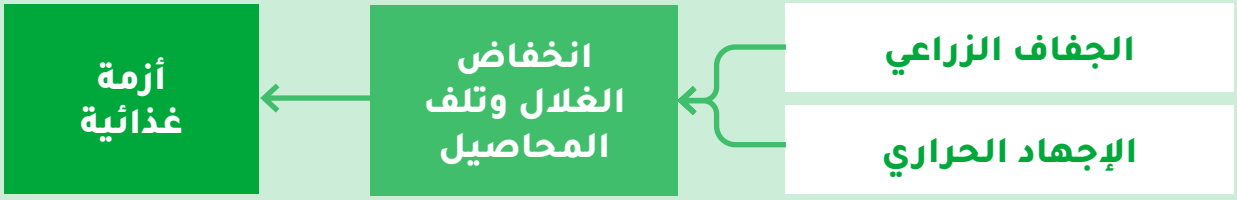
سوف تُعاني المناطق الحضرية من التحديات الأصعب بالنسبة للقدرة على العمل والقدرة على البقاء.



الأمن الغذائي

التأثير المثير للقلق

يؤدي الجفاف الزراعي وارتفاعات درجات الحرارة الشديدة إلى انخفاض غلال المحاصيل.



ما الذي يحدث سلفاً؟

لقد تسبب الجفاف الإقليمي وموجات الحر بخسائر في حصاد المحاصيل بنسبة تتراوح بين ٢٠ و٥٠ بالمائة في السنوات الأخيرة.

فقدان في محاصيل الحصاد بنسبة تصل إلى ٥٠%

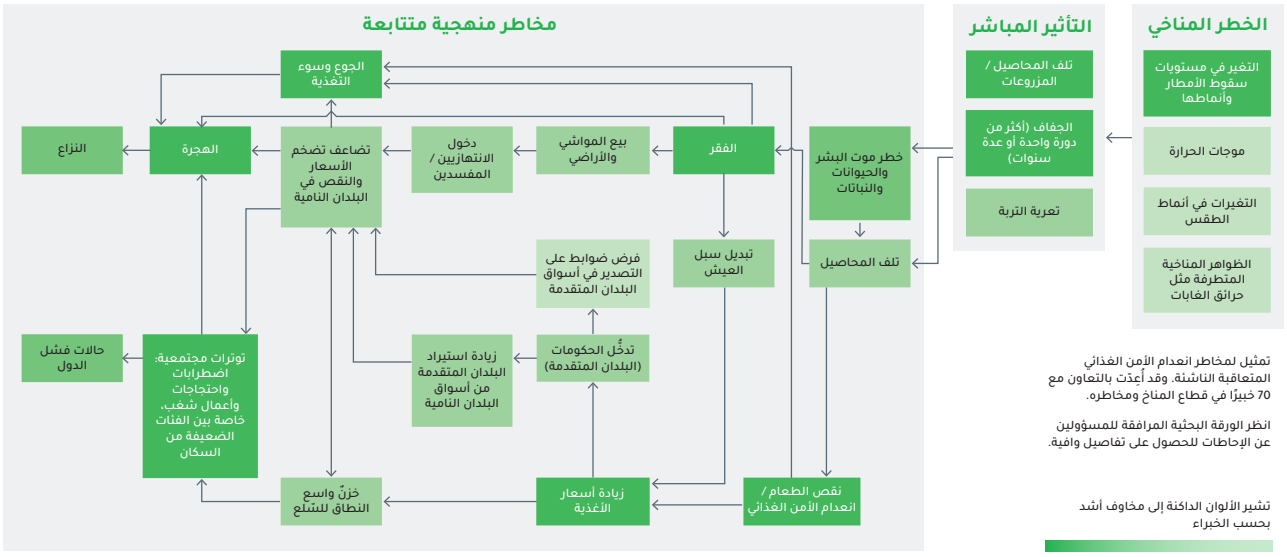
أستراليا: تسبب الجفاف الحاد في انهيار بلغت نسبته ٥٠ بالمائة في محاصيل القمح في عامين على التوالي (٢٠٠٦ - ٢٠٠٧).

أوروبا: أدت موجة الحر في عام ٢٠١٨ إلى تلف العديد من المحاصيل وخسائر في الغلال تصل نسبتها إلى ٥٠ بالمائة في وسط أوروبا وشمالها.

الصين: أدت سنوات الجفاف في مقاطعة لياونينغ إلى انخفاضات في محاصيل الذرة تتراوح نسبتها بين ٢٠ و٢٥ بالمائة.

أدت **أزمة الغذاء العالمية** عام ٢٠٠٧ - ٢٠٠٨، الناتجة عن استنزاف مخازن الحبوب والجفاف الأسترالي وتلف المحاصيل الإقليمية، إلى مضاعفة أسعار الغذاء العالمية وحظر التصدير وانعدام الأمن الغذائي بالنسبة للمستوردين والاضطرابات الاجتماعية والاحتجاجات العارمة في بلدان تشمل الكاميرون ومصر وإندونيسيا والمكسيك والمغرب ونيبال وبيرو والسنغال واليمن.

مخاطر انعدام الأمن الغذائي المتعاقبة الناشئة

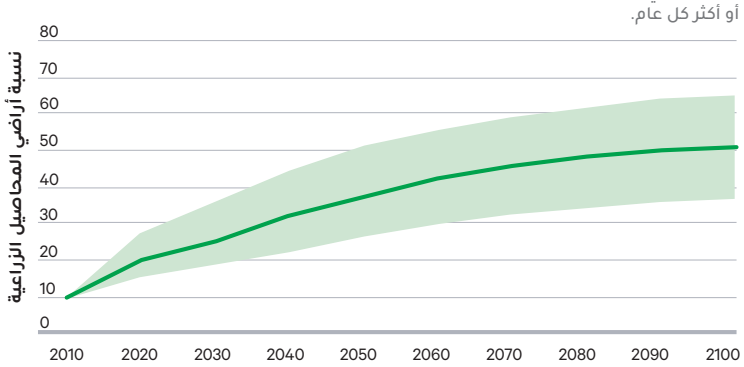


ما مدى السوء الذي سيصبح عليه الحال؟

زيادة الحاجة إلى الغذاء بنسبة ٥٠%

سيحتاج القطاع الزراعي إلى زيادة الإنتاج من الطعام بنسبة ٥٠ بالمائة تقريبًا بحلول عام ٢٠٥٠ من أجل تلبية الطلب العالمي. لكن الغلال قد تنخفض بنسبة ٣٠ بالمائة حال عدم حدوث انخفاضات كبيرة في الانبعاثات.

نسبة أراضي المحاصيل الزراعية العالمية المتعرضة للجفاف الحاد لمدة ثلاثة أشهر أو أكثر كل عام.



تُمثّل المناطق المظللة التقديرات الأدنى والأعلى للتأثير المعني. ويُمثِّل الخط المتصل التقدير المركزي.

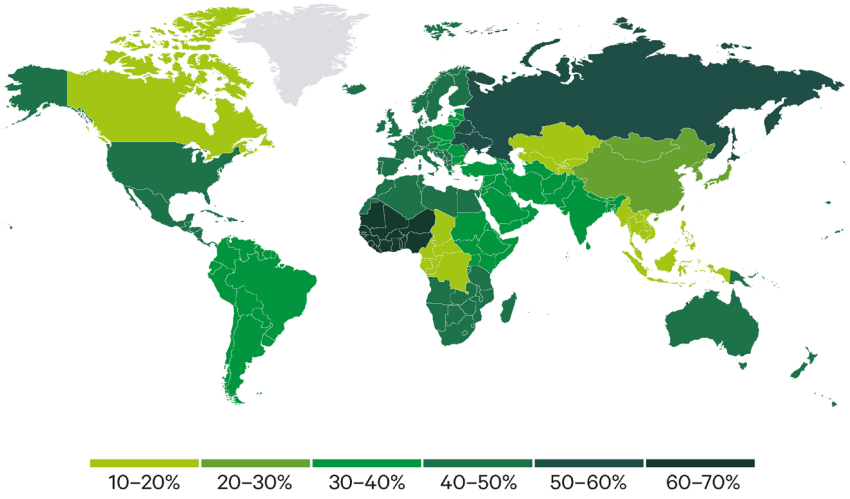
جفاف أسوأ بمعدل ٣ أضعاف بحلول عام ٢٠٤٠

وبحلول عام ٢٠٤٠، من المرجّح أن ترتفع نسبة أراضي المحاصيل الزراعية العالمية المتأثرة بالجفاف الحاد – بما يعادل تلك النسبة التي شهدتها وسط أوروبا في عام ٢٠١٨ (انخفاض قدره ٥٠ بالمائة من المحاصيل)، إلى ٣٢ بالمائة كل عام، **بمعدل أعلى ٣ مرات** من المتوسط على مر التاريخ.

يوفّر القمح والأرز نسبة ٣٧ بالمائة من المتوسط العالمي للسعرات الحرارية المستهلَكة. وسوف يتعرض أكثر من ٣٥ بالمائة من أراضي المحاصيل الزراعية العالمية المستخدمة لزراعة هذين المحصولين بحلول عام ٢٠٥٠ لموجات حارة مدمرة كل عام على الأرجح، ما يسبب انخفاضات في الغلال. ويحتمل أن تكون منطقة جنوب آسيا الأكثر تأثرًا، مع تعرض أكثر من ٦٠ بالمائة من القمح والأرز المزروعين في الشتاء والربيع لموجات حارة مدمرة.

التأثيرات الإقليمية، ٢٠٥٠: نسبة أراضي المحاصيل الزراعية المعرّضة للجفاف الحاد كل عام.

(الجفاف الحاد مُعادل لذلك الجفاف الذي شهدته منطقة وسط أوروبا في عام ٢٠١٨)



يُحتمل تعرّض المزارعين في المناطق الأكثر تضررًا (بما في ذلك منطقتا **جنوب روسيا والولايات المتحدة** المنتجتان الرئيسيتان للخبز) لجفاف زراعي حاد يؤثر على ٤٠ بالمائة أو أكثر من مساحة أراضيهم المزروعة بالمحاصيل كل عام خلال خمسينيات القرن الحادي والعشرين.

بحلول أربعينيات القرن الحادي والعشرين، قد تتلف المحاصيل بنسبة ٥٠%

سيكون للخسارة المتزامنة في المحصول بنسبة تزيد على ١٠ بالمائة في أعلى أربعة بلدان إنتاجًا للذرة تأثيرات مدمرة على التوافر والأسعار. واحتمالية حدوث ذلك في الوقت الحالي تقترب من الصفر. وتزداد احتمالية هذا خلال أربعينيات القرن الحادي والعشرين بنسبة أقل من ٥٠ بالمائة فقط.

الأمن المائي

التأثير المثير للقلق

حدوث تغيرات في أنماط سقوط الأمطار، وندرة المياه المتسببة في الوفيات المبكرة، والانخفاضات في المرافق الصحية والنظافة، وتفاقُم سوء التغذية.

التغير في أنماط سقوط الأمطار ← ندرة المياه ← الوفاة المبكرة، سوء المرافق الصحية والنظافة، سوء التغذية

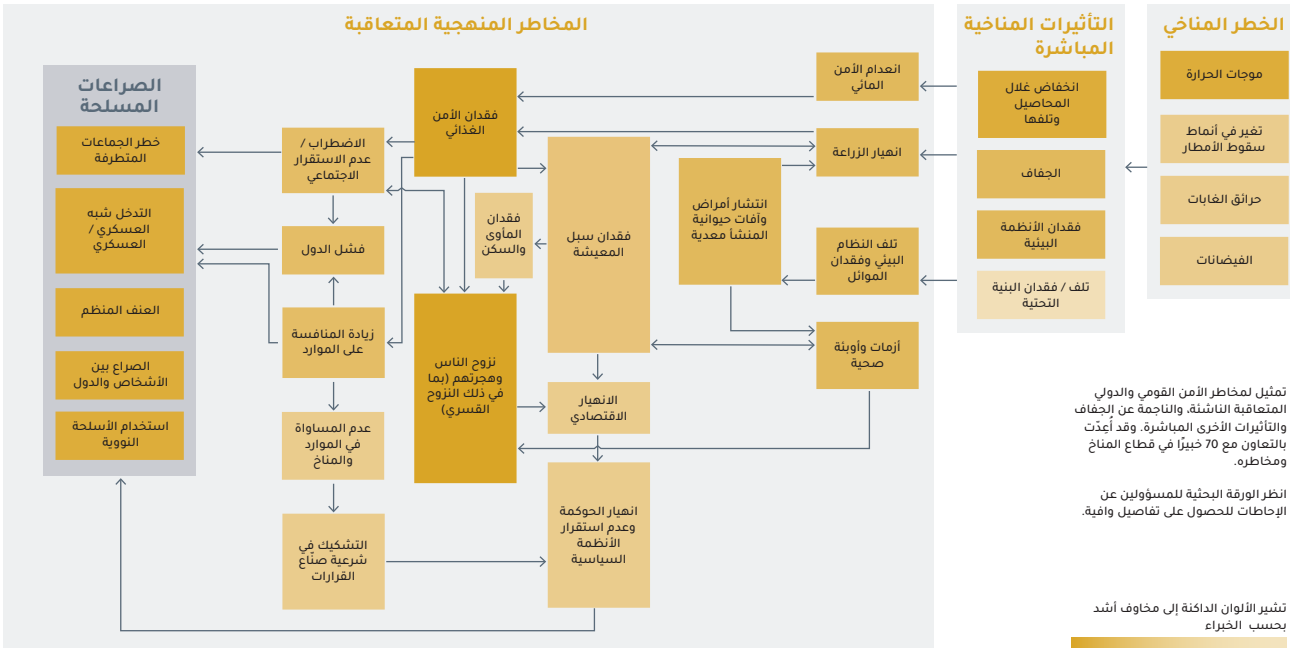
ما الذي يحدث سلفاً؟

١٣,٤ مليون
شخص في منطقة الساحل يحتاجون مساعدة إغاثية

تشير التقارير إلى حاجة ١٣,٤ مليون شخص تقريبًا في مالي والنيجر وبوركينا فاسو بمنطقة الساحل عام ٢٠٢٠ لمساعدات إنسانية بسبب الجفاف. فقد تأثر أكثر من ضعف مساحة الأراضي العالمية بالجفاف في عام ٢٠١٩، مقارنة بخط الأساس على مر التاريخ.

كان من المتوقع أن تؤدي ندرة المياه خلال **الجفاف الذي شهدته الولايات المتحدة في عام ٢٠١٢ إلى خفض الناتج المحلي الإجمالي بمعدل يتراوح بين ٠,٥ و١ نقطة بالمائة**، فضلاً عن الإعلان عن كوارث طبيعية في ٧١ بالمائة من البلدان. وفي عام ٢٠٢٠، أثر الجفاف الذي شهدته **مقاطعة يونان بالصين على ١,٥ مليون شخص.** وكان من مظاهر ذلك نضوب ١٠٠ نهر تقريبًا، وجفاف ١٨٠ خزانًا، وعدم كفاية موارد مياه ١٤٠ بئر ري.

مخاطر انعدام الأمن المائي المتعاقبة الناشئة



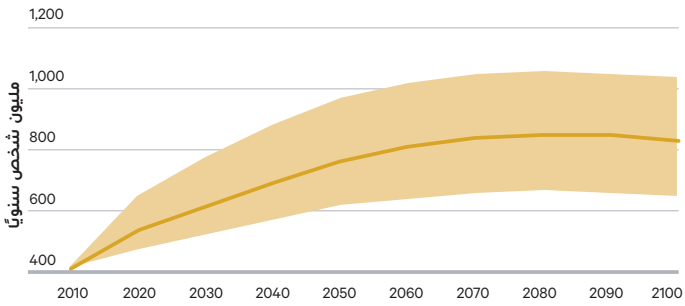
الأمن المائي

ما مدى السوء الذي سيصبح عليه الحال؟

٧٠٠ مليون شخص معرضون للجفاف بحلول عام ٢٠٤٠

من المرجح أن يتعرض ٧٠٠ مليون شخص تقريبًا كل عام لفترات جفاف حادة طويلة تصل مدتها إلى ستة أشهر على الأقل بحلول عام ٢٠٤٠. وتبلغ حدة مرات الجفاف المستقبلية هذه وطولها على الأقل درجة سوء أول موجة جفاف (١٩٣٤) "قصعة الغبار" في منطقة الغرب الأوسط للولايات المتحدة في ثلاثينيات القرن العشرين.

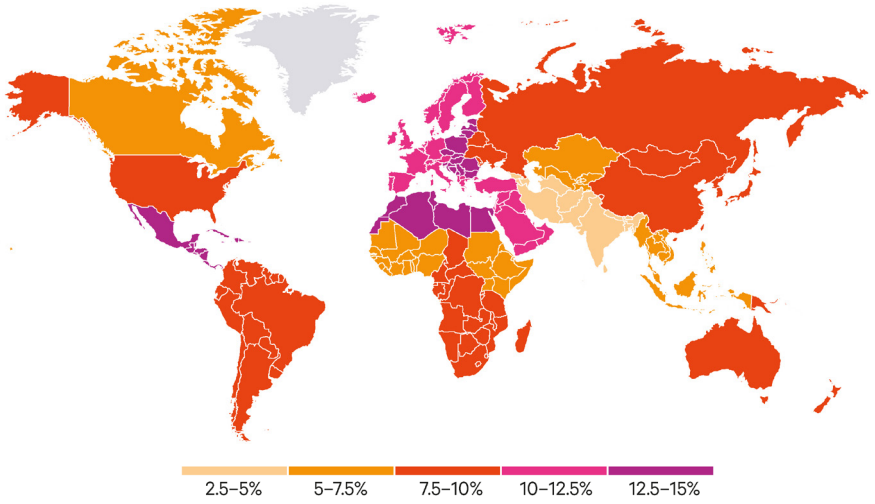
السكان على مستوى العالم الذي يشهدون جفافًا لمدة ستة أشهر على الأقل.



تُمثّل المناطق المظللة التقديرات الأدنى والأعلى للتأثير المعني. ويُمثّل الخط المتصل التقدير المركزي.

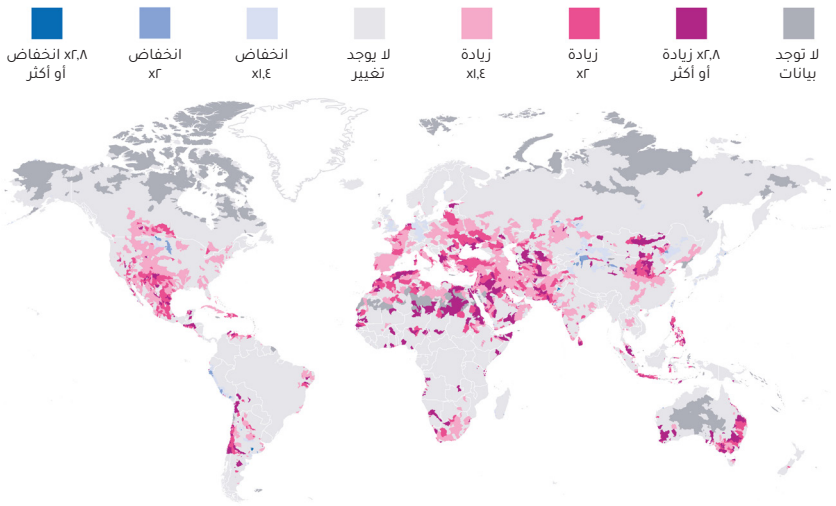
التأثيرات الإقليمية في عام ٢٠٤٠: نسبة السكان الذين يتعرضون لفترة جفاف حاد طويلة كل عام.

سوف تشهد مناطق شمال إفريقيا والشرق الأوسط وغرب أوروبا ووسطها ووسط أمريكا تأثر أكثر من ١٠ بالمائة من سكانها بجفاف حاد طويل بحلول عام ٢٠٤٠.



مناطق زيادة الإجهاد المائي (الطلب مقارنة بالمتوفر) في عام ٢٠٤٠، قياساً إلى عام ٢٠١٩.

يُحتمل أن يضم شمال إفريقيا والشرق الأوسط النسبة الأكبر من السكان الذين يعانون من الإجهاد المائي الشديد (<٥٠٠ متر مكعب لكل شخص في العام): بنسبة ١٧ بالمائة و١٤ بالمائة في عام ٢٠٥٠ على التوالي.

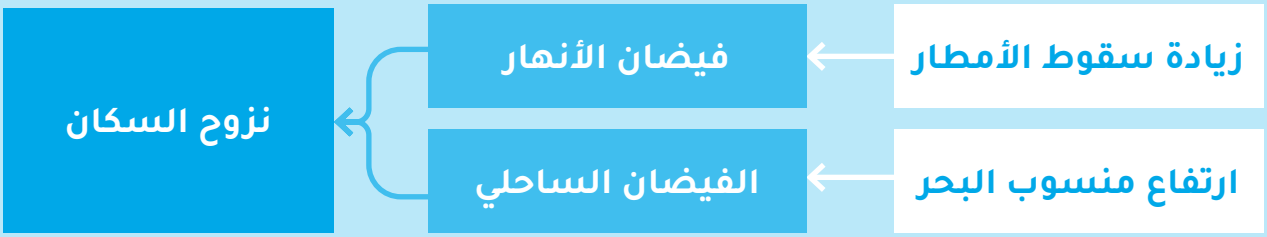


إسقاط ميلر الأسطواني (١٠° شرقًا) بيانات الإجهاد المائي: أطلس مخاطر مياه القنوات بيانات البلدان والحدود: الأرض الطبيعية

الفيضانات

التأثير المثير للقلق

فيضان الأنهار والسواحل، ما يؤدي إلى نزوح السكان



ما الذي يحدث سلفاً؟

زيادة الفيضانات بنسبة

٢٣%

في عام ٢٠٢٠

يقطن مليار شخص في الوقت الحالي أراض أعلى من خطوط المد المرتفع الحالية بأقل من ١٠ أمتار، ومن بينهم ٢٣٠ مليون شخص يقطنون أراضٍ يقلّ ارتفاعها عأقل من متر واحد.

شهد عام ٢٠٢٠ زيادة في الفيضانات بلغت نسبتها ٢٣ بالمائة عن المتوسط السنوي الذي كان يبلغ ١٦٣ حالة في الفترة من عام ٢٠٠٠ حتى عام ٢٠١٩، وزيادة في عدد الوفيات الناجمة عن الفيضانات بلغت نسبتها ١٨ بالمائة عن المتوسط السنوي الذي كان يبلغ ٥٢٣٣ حالة وفاة.

الدمار الناجم عن الفيضان في ألمانيا، ٢٠٢١، حقوق الطبع والنشر والتأليف © إينا فاسبندر/وكالة فرانس برس/غيتي إيميجز

ما مدى السوء الذي سيصبح عليه الحال؟

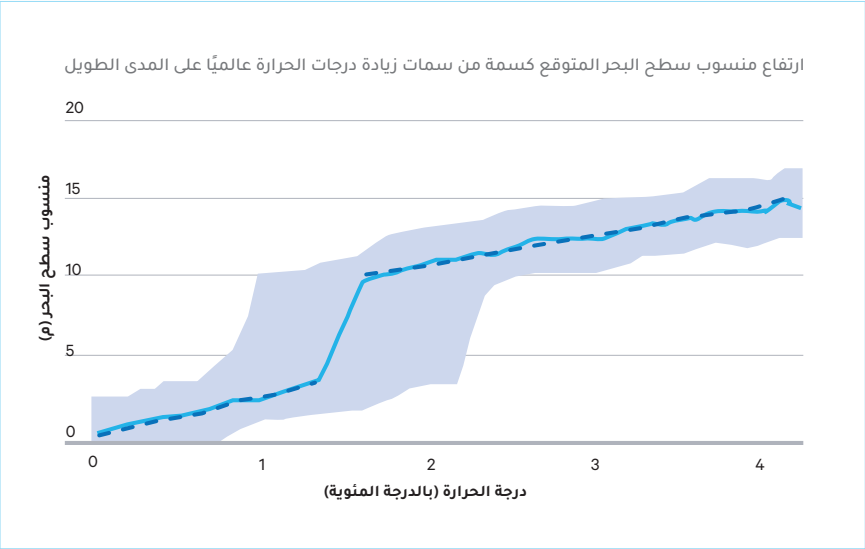
٢٠٠ مليون شخص معرضون لخطر الفيضانات المتكررة والمدمرة كل "١٠٠ عام"

يُحتمل وقوع الفيضان الساحلي على إطار زمني أطول. يبلغ التقدير المركزي طويل الأمد **لارتفاع منسوب سطح البحر المتوقع ١٢ متراً تقريبًا،** في حال بقاء درجات الحرارة عند ٢ درجة مئوية. وقد يحدث هذا على فترة تزيد على ٥٠٠ عام أو ١٠٠٠٠ عام: الإطار الزمني غير مؤكد بشكل كبير.

وبحلول عام ٢١٠٠، سوف يعيش ٢٠٠ مليون شخص تقريبًا في أرجاء العالم في مستوى أقل من منسوب الفيضان الواقع كل ١٠٠ عام.

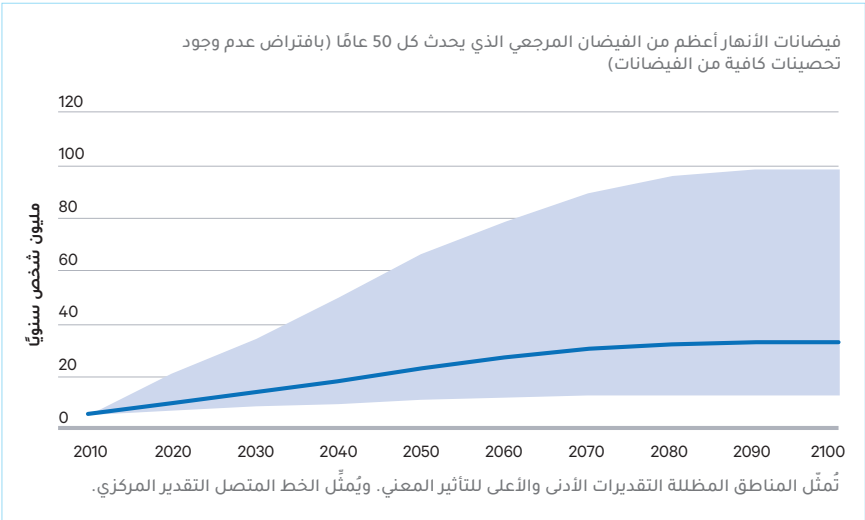
ومع ذلك، إذا استمر معدل ذوبان جليد أنتاركتيكا بنفس معدل السنوات الحالية، فمن المحتمل أن يكون هذا التقدير أقل مما سيحدث.

يؤدي ارتفاع منسوب مستوى سطح البحر النسبي بمقدار متر واحد إلى زيادة احتمالية وقوع حالات الفيضانات كل ١٠٠ عام حاليًا بمقدار ٤٠ مرة تقريبًا لشانغهاي، ومقدار ٢٠٠ مرة تقريبًا لنيويورك، ومقدار ١٠٠٠ مرة تقريبًا لكالكوتا.



سوف يتأثر ٦٠ مليون شخص كل عام بفيضانات الأنهار

تؤثر فيضانات الأنهار على ٦٠ مليون شخص تقريبًا في السنة على مستوى العالم بحلول عام ٢١٠٠. وتتركز التأثيرات في منطقة جنوب آسيا، حيث يتأثر ٣٣ مليون شخص سنويًا.



النقاط الحرجة والمخاطر المتعاقبة

عدم الاستقرار والنقاط الحرجة

يصعب وصف التغيرات المفاجئة أو النقاط الحرجة والتنبؤ بها. ثمة مخاوف متزايدة بشأن احتمالية أن تقلل النماذج المناخية من أهمية النقاط الحرجة.

يكمن أحد هذه الأمثلة في ذوبان الجليد في القطب الشمالي، ما يؤدي إلى إطلاق غاز الميثان. وتُظهر أحدث النماذج المناخية للجنة الدولية للتغيرات المناخية مجموعةً من هذه التغيرات المفاجئة بين ١,٥ درجة مئوية ودرجتين مئويتين. وفي حالة وصول النقاط الحرجة عند درجات حرارة أقل، يُحتمل أن تكون تقديرات التأثيرات الموضحة في الأقسام السابقة أقل مما سيحدث، واحتمالية حدوث هذه التأثيرات بدرجة أكبر وفي وقتٍ أقرب. علاوة على ذلك، ستكون حدة التأثيرات وتكرارها بالغة الشدة، وهذا سيؤدي بدوره إلى خفض قدرة المجتمعات في جميع أنحاء العالم بدرجة كبيرة على التكيف، ما يؤدي إلى مضاعفة التأثيرات.

وقد تزداد درجات الحرارة العالمية زيادة هائلة تفوق ما أوضحناه في الأقسام السابقة. ويبلغ تركيز ثاني أكسيد الكربون الحالي في الغلاف الجوي ٤٢٠ جزءًا في المليون تقريبًا. وتجاوزت نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي ١٠٠٠ جزء في المليون منذ ٥٠ مليون سنة تقريبًا، في حين بلغ متوسط درجات حرارة السطح العالمية ما بين ٩ درجات مئوية و١٤ درجة مئوية.

تشمل أمثلة النقاط الحرجة ما يلي:

- **انهيار الصفيحة الجليدية في غرينلاند وغرب أنتاركتيكا:** يُقلل ذوبان الجليد انعكاس ضوء الشمس العائد مرة أخرى إلى الفضاء، ما يؤدي إلى تسارع الاحترار وزيادة ارتفاع منسوب سطح البحر.
- **فقدان الجليد:** زيادة مفاجئة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان من خلال ذوبان التُرب المتجمدة الغنية بالكربون. ويُعتبر الميثان أحد الغازات الدفيئة الأقوى من ثاني أكسيد الكربون، ما يؤدي إلى تسارع الاحترار.
- **انهيار التيارات التقلبية الجنوبية الأطلسية:** ينجم هذا عن زيادة تدفق المياه العذبة إلى المحيط الأطلسي الشمالي، ما يقلل قدرة المحيط على تشتيت الحرارة حول العالم.
- **تحول الغابات الشمالية:** سقام الغابات الشمالية، ما يؤدي إلى تحول بعض المناطق على الأرجح إلى مصادر للكربون، حيث تُنتج الآفات وحرائق الغابات اضطرابات على نطاق واسع.
- **سقام غابات الأمازون المطيرة:** تحول نحو السافانا، ما يؤدي إلى إطلاق كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون.

الصفيحة الجليدية، غرينلاند، ٢٠١٣
حقوق الطبع والنشر والتأليف © جو رايدل/غيتي إيميجز

تُعتبر الصفائح الجليدية بالغة الأهمية لاستقرار النظام المناخي كله، ويُحتمل تخطيها بالفعل حدود درجات حراراتها المحددة في نطاق اتفاقية باريس بمقدار يتراوح بين ١,٥ درجة مئوية ودرجتين مئويتين. وقد تم مؤخرًا تحديد تأثير وارد الانتشار بين العديد من النقاط الحرجة، مع احتمالية أن يؤدي إلى استجابات غير خطية مفاجئة. وقد تم تحديد تعاقبات للنقاط الحرجة (بدء نقطتين أو أكثر من النقاط الحرجة لمستوى درجة حرارة معين) في أكثر من ٦٠ بالمائة من أنماط المحاكاة، مع احتمالية ذوبان الصفيحة الجليدية القطبية لتكون بمثابة الشرارة الأولى، ويعمل انهيار التيارات التقلبية الجنوبية الأطلسية بمثابة سلاسل انتشار تعاقبية وسيطة.

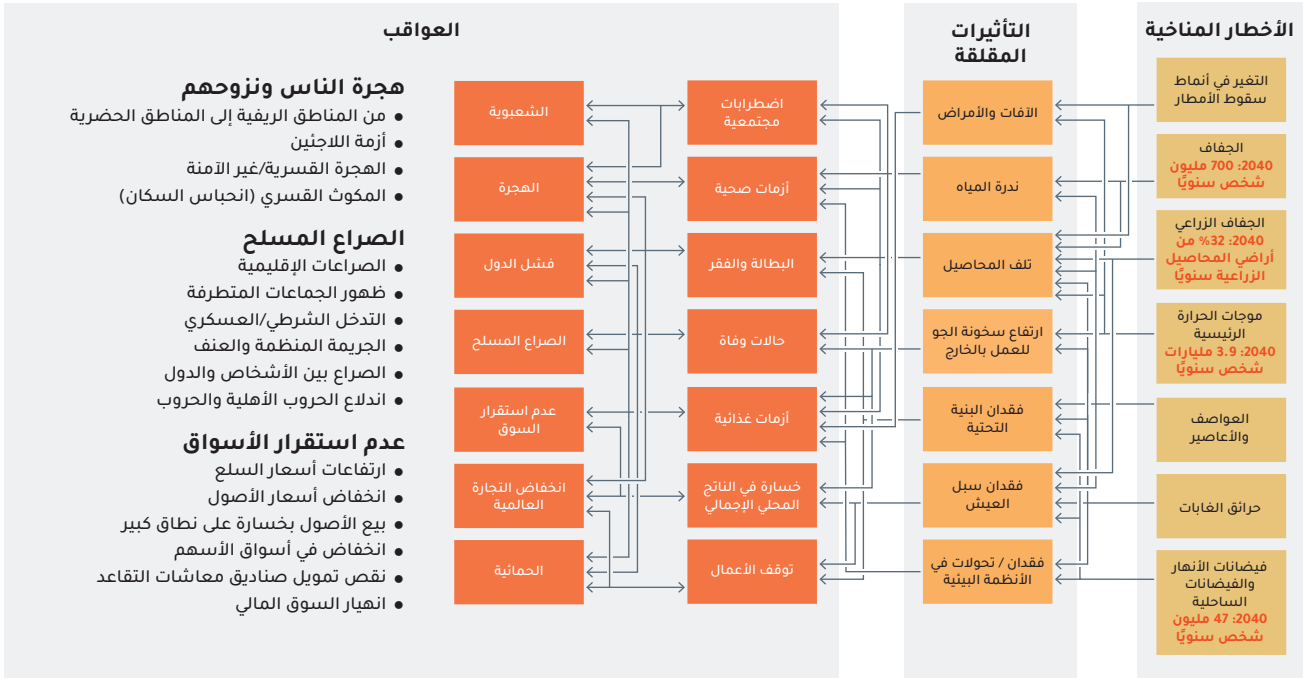
المخاطر المتعاقبة: العواقب على الأمن الاقتصادي والقومي والدولي

تنشأ مخاطر منهجية ناجمة عن التأثيرات المباشرة، ومتجسدة في شكل سلسلة أو تعاقب من التأثيرات، وتتضاعف لتنتج تأثيرات أشد على الأشخاص والمجتمعات.

ومن غير المرجح تحديد احتمالية المخاطر المنهجية وحدتها نظرًا لطبيعتها المعقدة. وبدلاً من ذلك، أسهم ٧٠ خبيرًا من مجموعة واسعة من التخصصات في ممارسة من أجل تحديد ديناميكيات وتأثيرات المخاطر المنهجية الرئيسية التي ينتاب علماء المناخ وخبراء المخاطر بالقطاع القلق حيال حدوثها مع زيادة انتشار التأثيرات المباشرة. وتم تسجيل أفكارهم في ستة رسومات بيانية، وشملت الورقة البحثية المقدمة للمسؤولين الذين يقدمون الموجز توضيحات مرتبطة بها. يُلخص هذا الشكل تعاقبات المخاطر بالتفصيل.

يمكن توقع أن يسبب تعاقب التأثيرات المناخية ارتفاع معدلات الوفيات، وتحفيز عدم الاستقرار السياسي، وزيادة انعدام الأمن القومي، وتأجيج الصراعات الإقليمية والدولية. وتُمثل المخاطر المتعاقبة التي تثير بواعث القلق بقدر كبير للخبراء المساهمين أوجه الترابط بين أنماط الطقس المتغيرة، ما يؤدي إلى حدوث تغيرات في الأنظمة البيئية، وزيادة الآفات والأمراض، التي ترتبط بموجات الحر، ومن المحتمل أن ينجم عن الجفاف مستويات غير مسبوقة من تلف المحاصيل وانعدام الأمن الغذائي والهجرة. وسوف يؤدي كل هذا بدوره على الأرجح إلى زيادة الأمراض المعدية، ودائرة من ردود الفعل السلبية التي تضاعف كل تأثير من هذه التأثيرات.

غالبًا ما تتسبب الظواهر الجوية القصوى في مضاعفة التأثيرات المتعاقبة عبر الحدود وتعطيل سلاسل الإمداد العالمية. وقد اكتشفت الجمعية الأمريكية للأرصاد الجوية رابطًا جوهريًا بين التغير المناخي والظواهر الجوية القاسية في ٧٠ بالمائة من الحالات المدروسة (١٤٦ نتيجة بحثية) في الفترة من عام ٢٠١١ حتى عام ٢٠١٨.



النقاط الحرجة والمخاطر المتعاقبة

تشمل أمثلة النقاط الحرجة ما يلي:

- يتم تشريد ٢١,٨ مليون شخص كل عام منذ عام ٢٠٠٨ في جميع أنحاء العالم داخليًا بسبب كوارث مرتبطة بالطقس (فرط الحرارة، أو الجفاف، أو الفيضانات، أو العواصف، أو حرائق الغابات). وفي عام ٢٠١٥، وصل عدد اللاجئين والمهاجرين الذين فروا من الصراع في الشرق الأوسط وإفريقيا إلى أعلى معدل له بأكثر من مليون شخص، وهو رقم مساوٍ للأشخاص الذين نزحوا بسبب الظواهر الجوية القاسية في إفريقيا جنوب الصحراء وحدها، حيث بلغ عددهم ١,١ مليون شخص. وفي عام ٢٠٢٠، نزح ٣٠ مليون شخص تقريبًا في ١٤٣ بلدًا في أنحاء العالم بسبب الكوارث المرتبطة بالطقس، منهم ٤,٣ ملايين شخص في إفريقيا جنوب الصحراء.
- أحدثت موجة برد غير طبيعية في تكساس في فبراير ٢٠٢١ انقطاعات متقطعة في التيار الكهربائي، ما أدى إلى نقص مياه الشرب الآمنة، والإجبار على إغلاق مصانع رقائق أشباه الموصلات تسبَّب في حدوث نقص عالمي. وتشير الأدلة إلى احترار منطقة القطب الشمالي وإضعاف الدوامة القطبية الناجم عن ذلك، ما أدى إلى تحرك الهواء البارد مسافة أكبر من المعتاد نحو الجنوب وتعريض تكساس لأبرد فترة تقريبًا شهدتها في أكثر من ٣٠ عامًا.
- وقد أجبر فيضان نهر اليانغتسي عام ٢٠٢٠ الناجم عن أعلى سقوط للأمطار منذ ٦٠ عامًا السلطات على تدمير سد محتمل الانهيار، وتعطيل سفن الشحن في النهر وفي ميناء شانغهاي ذاته. وقد تسببت الفيضانات في وقوع مئات حالات الوفيات وغيرهم من الإصابات في المناطق المتضررة، فضلاً عن خسائر مالية باهظة مُنيت بها الصين، وتعطيل سلاسل الإمداد العالمية، بما في ذلك صادرات معدات الوقاية الشخصية المخصصة للعاملين في القطاع الصحي ممن يواجهون فيروس كوفيد-١٩.

مفترق طرق مغمور بالمياه في مدينة تشنغتشو بمقاطعة خنان الصينية عام ٢٠٢١، حقوق الطبع والنشر والتأليف © جياو شياو شيانغ/في سي جي/غيتي إيميجز

نبذة عن المؤلفين

الدكتور دانيال كويجين زميل أبحاث أول في برنامج البيئة والمجتمع في معهد تشاتام هاوس. ويتمتع بخبرة في النمذجة والتحليل والتنبؤ بأنظمة الطاقة الوطنية والعالمية، بعد أن وضع نماذج مختلفة لسيناريوهات الطاقة في المملكة المتحدة والعالم.

بصفته مستشار أول للسياسات في وزارة الأعمال والطاقة والإستراتيجية الصناعية في المملكة المتحدة في الفترة من ٢٠١٨ حتى ٢٠٢٠، وقاد دانيال العمل بشأن آثار سياسة ما بعد خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي على تجارة السلع والخدمات في قطاع الطاقة، وساعد في تشكيل إستراتيجيات فعّالة لحزمة الطاقة والمناخ لمفاوضات اتفاقية التجارة الحرة بين المملكة المتحدة والاتحاد الأوروبي. كما عمل سابقًا محللاً في مؤسسة إنفيستيك لإدارة الأصول (Investec Asset Management) ضمن فريق استثمار السلع الأساسية والموارد.

ويحمل دانيال درجة الماجستير في فيزياء الجسيمات وعلوم المناخ، والدكتوراه في نمذجة أنظمة الطاقة.

الدكتور كريس دي ماير زميل باحث في علم الأعصاب في كلية كينجز لندن، وزميل باحث فخري أول في علوم الأرض في جامعة لندن. ويقود وحدة العمل المناخي في الجامعة نفسها، حيث يتولى مسؤولية تأسيس مشاريع مخاطر المناخ والاتصال المناخي في رؤى مستقاة من علم الأعصاب وعلم النفس.

يحمل كريس درجة الدكتوراه في علم التحكم الآلي من جامعة ريدينغ، والماجستير في هندسة النظم من جامعة لوفان الكاثوليكية.

الدكتورة لوسي هابل روز زميلة أبحاث فخرية في علوم الأرض في جامعة لندن. وتتولى مسؤولية تطوير هيكل برامج الوحدة وإستراتيجيتها ضمن مهام دورها كخبيرة إستراتيجية لوحدة العمل المناخي في الجامعة. وتعمل لوسي منسقة خبيرة متخصصة في مساعدة الأفراد والمنظمات على اتخاذ إجراءات بشأن تغير المناخ.

تحمل لوسي درجة الدكتوراه في مشاركة تغير المناخ من جامعة إكسيتر، والماجستير في تغير المناخ من جامعة شرق أنغليا.

انضم **أنتوني فروغت** إلى معهد تشاتام هاوس في عام ٢٠٠٧، وهو نائب المدير وزميل أبحاث أول في برنامج البيئة والمجتمع.

عمل مستشارًا مستقلاً لمدة ٢٠ عامًا مع مجموعات بيئية وأكاديميين وهيئات عامة في أوروبا وآسيا. وتتعلق أحدث مشاريعه البحثية بفهم الآثار المترتبة على سياسة الطاقة والمناخ لخروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي، والتحول التكنولوجي والسياسي لقطاع الطاقة.

يُشارك أنتوني في تأليف تقرير حالة الصناعة النووية العالمية منذ عام ١٩٩٢، ويُعدّ هذا التقرير بمثابة مراجعة سنوية مستقلة للقطاع النووي في الوقت الحالي.

تشاتام هاوس

تشاتام هاوس، المعروف بالمعهد الملكي للشؤون الدولية، هو معهد سياسات مستقل مقره لندن. يسعى المعهد إلى بناء عالم آمن ومزدهر وعادل على نحو مستدام.

www.chathamhouse.org

الهاتف: ٥٧٠٠ ٧٩٥٧ ٢٠ (٠) ٤٤+

الفاكس: ٥٧١٠ ٧٩٥٧ ٢٠ (٠) ٤٤+

البريد الإلكتروني: contact@chathamhouse.org

المعهد الملكي للشؤون الدولية، تشاتام هاوس،
Chatham House, 10 St James's Square,
London SW1Y 4LE

رقم التسجيل للمؤسسات الخيرية: ٢٠٨٢٢٣

كلمة شكر

نتقدم بشكر خاص إلى البروفيسور نايجل أرنيل وفريقه في جامعة ريدينغ، الذين استند هذا التقرير الموجز لرؤساء الحكومات إلى بحثهم لعام ٢٠١٩ وإلى البيانات المرتبطة به استنادًا كبيرًا. وعلاوة على ذلك، يستند هذا البحث إلى المرحلتين الأولى والثانية من مشاريع تقييم مخاطر تغير المناخ بالتعاون بين المملكة المتحدة والصين، لقد بذل كل من ساهم في هاتين المرحلتين الكثير لإثراء العمل الوارد في هذه الورقة البحثية والتقرير الموجز. ونتقدم بالشكر أيضًا لشركاء المشروع المتنوعين؛ ونخص بالذكر باتريك موريسون من براند تيمبل، وأوتومن فوركست، وسارة باني من سوب بوكس لتنفيذ أعمال التصميم والإخراج الطباعي؛ وكريس أيليت من برنامج البيئة والمجتمع في معهد تشاتام هاوس لما قدّموه من تنسيقٍ بارع للكثير من عناصر هذا المشروع، ولفريق منشورات تشاتام هاوس وجو ماهر نظير الدعم التحريري.

نحن ممتنون جدًا لوزارة الخارجية والتنمية البريطانية لتمويل البحث الذي استرشدت به هذه الورقة، من خلال برامج الازدهار الخاصة بها.

Foreign, Commonwealth & Development Office

تشاتام هاوس، المعروف بالمعهد الملكي للشؤون الدولية، هو معهد سياسات مستقل مقره لندن. ويسعى المعهد إلى بناء عالم آمن ومزدهر وعادل على نحو مستدام.

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة نسخ أي جزء من هذا المنشور أو نقله بأي شكل أو بأي وسيلة، إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير أو التسجيل أو أي نظام لتخزين المعلومات أو استرجاعها، بدون الحصول على إذن كتابي مسبق من صاحب حقوق النشر. يرجى توجيه جميع الاستفسارات إلى الناشرين.

لا يعبر معهد تشاتام هاوس عن آراء خاصة به. تعد الآراء الواردة في هذا المنشور مسؤولية المؤلفين.

حق النشر © المعهد الملكي للشؤون الدولية عام ٢٠٢١

صورة الغلاف:
مستشفى مغمور بالمياه في مدينة تشنغتشو بمقاطعة خنان الصينية عام ٢٠٢١

حقوق الطبع والنشر والتأليف © وانغ فوشياو/في سي جي/غيتي إيميجز