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

ملخص وافٍ

63219

يُحظر تماماً نشره بأي صورة من الصور قبل الساعة 00.01 بتوقيت غرينتش يوم الاثنين 19 نوفمبر/تشرين الثاني 2012

أخفضوا الحرارة 4°

لماذا يجب تفادي ارتفاع درجة حرارة الأرض 4 درجات مئوية

البنك الدولي

ملخص وافٍ

يُحظر تماماً نشره بأي صورة من الصور قبل الساعة 00.01 بتوقيت غرينتش يوم الاثنين 19 نوفمبر/تشرين الثاني 2012

أخفضوا الحرارة 4°

لماذا يجب تفادي ارتفاع درجة حرارة الأرض 4 درجات مئوية

نوفمبر/تشرين الثاني 2012

تقرير للبنك الدولي أعده معهد بوتسدام لبحوث آثار المناخ والتحليلات المناخية

البنك الدولي

© 2012، البنك الدولي للإنشاء والتعمير/البنك الدولي
1818 H Street NW
Washington DC 20433
هاتف: 202-473-1000
موقع الإنترنت: www.worldbank.org

هذه المطبوعة هي نتاج عمل موظفي مجموعة البنك الدولي مع إسهامات خارجية. ولا تشكّل النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذا العمل بالضرورة وجهات نظر البنك الدولي، أو مجلس مديريه التنفيذيين، أو الحكومات التي يمثلونها.

ولا يضمن البنك الدولي دقة البيانات الواردة في هذه المطبوعة. ولا تعني الحدود والألوان والمُسمّيات والمعلومات الأخرى المُبيّنة في أي خريطة في هذا الكتاب أي حُكمٍ من جانب البنك الدولي على الوضع القانوني لأي إقليم أو تأييد هذه الحدود أو قبولها.

الحقوق والتصريح بالطبع والنشر
تخضع المعلومات الواردة في هذه المطبوعة لحقوق الطبع والنشر. وتشجيعاً من البنك الدولي على نشر ما لديه من معرفة، يجوز نسخ أو إعادة إنتاج أو إعادة نشر نص هذه المطبوعة بشكل كلي أو جزئي لأغراض غير تجارية، شريطة الإشارة إلى المصدر.

وكافة الاستفسارات عن الحقوق والتراخيص والأذون، بما في ذلك الحقوق الإضافية، ينبغي توجيهها إلى مكتب الناشر بالبنك الدولي على العنوان التالي: 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA، **فاكس**: 202-522-2422؛ **بريد إلكتروني**: pubrights@worldbank.org.

شكر وتقدير

يمثل تقرير "أخفضوا الحرارة: لماذا يجب تفادي ارتفاع درجة حرارة الأرض 4 درجات مئوية" ثمرة إسهامات طائفة كبيرة من الخبراء من مختلف أنحاء العالم. ونحن نتقدم بالشكر إلى كل من أسهم في إثرائه برؤيته لآفاق المستقبل في مختلف التخصصات.

وقد قام على كتابة التقرير فريق من معهد بوتسدام لبحوث آثار المناخ يضم كلاً من هانز يواكيم شيلنهوبر، وليام هير، أوليفيا سرديجني، صوفي آدامز، ديم كومو، كاتيا فريلر، ماريا مارتن، إيلونا م. أوتو، ماهي بيريتي، ألكسندر روبنسون، مارشا روخا، ميشيل شيفر، جاكوب شيوي، شياوتشي وانغ، وليلا وراتشاوسكي.

وتم إعداد التقرير بتكليف من فريق الخبراء العالمي للتكيف مع تغير المناخ التابع للبنك الدولي، برئاسة إريك س. م. فرناندیز وكانتا كوماري ريغو اللذين عملا بالتعاون عن كثب مع معهد بوتسدام لبحوث آثار المناخ. وقامت على تنسيق أعمال الفريق جين أولغا إيبنغر، كما ساهم برؤاهما القيمة طوال العملية كلُ من روزينا بيرباوم (جامعة مشيغان) ومايكل ماك كراكن (معهد المناخ، واشنطن العاصمة).

كما أفاد التقرير كثيراً مما أبداه الأقران من المراجعين العلميين من تعليقات تتسم بالبصيرة والرؤية الثاقبة. ونود أن نتقدم بالشكر في هذا الصدد إلى يوليسيس كونفالونييري، آندرو د. فريند، ديتر غيرتن، سليم الحلق، بافل كابات، توماس كارل، آكيو كيتوه، ريتو نوتي، أنطوني ج. ماك مايكل، جوناثان ت. أوفربك، مارتن باري، باري بيتوك، وجون ستون.

وشاركت بالتوجيه والإشراف كلُ من راشيل كايت، ماري بارتون-دوك، فيونا دوغلاس، وماريان فاي.

ونشعر بالامتنان للتالية أسماؤهم من الزملاء العاملين بالبنك الدولي على ما أسهموا به من مدخلات: سمير أكبر، كايكو أشيدا، بونيتزيللا بياجيني، أنطوني بيجيو، أديمولا برايمو، آنا بوشير، جوليا بوكنال، رفائيلو سيرفينيي، ميلن ديولجيرف، حبيبة جيتاي، ستيفاني هاليغاتي، فاليري هيكي، دانييل هورنفيغ، ماركوس لي، روبن ميرنز، نانسي شاراني ميزا، آلان ميلر، كلاس ساندر، وباتريك فيركواين.

كما نود أن نتقدم بالشكر إلى روبرت بيسيه وسونو جاين على ما بذلاه من جهد مضن مع الشركاء من المجتمع العلمي ووسائل الإعلام. وإلى كلٍ من بريتشوال بواتنغ، توباياس بايديكر، وباتريشيا براكستون على ما قدموه من مساندة ثمينة للفريق. ونتقدم بالشكر والعرفان إلى مؤسسة Connect4Climate التي ساهمت في إنتاج هذا التقرير.

مقدمة

آمل أن يثير فينا هذا التقرير إحساساً بالصدمة يدفعنا إلى التحرك. وحتى أولئك الذين تعهدوا منا بالفعل بارتباطات لمكافحة تغير المناخ، فإنني آمل أن يدفعنا جميعاً إلى التحرك بمزيد من الإصرار والإلحاح.

فهذا التقرير ينطق بما قد يكون عليه حال الكرة الأرضية إذا ما ارتفعت درجة حرارتها 4 درجات مئوية، وهو الأمر الذي يكاد يجمع العلماء على التنبؤ بحدوثه بحلول نهاية هذا القرن، مالم تطرأ تغيرات جادة على السياسات.

فسيناريوهات عالم الأربع درجات مئوية هذه تبعث على الفزع: إغراق للمدن الساحلية؛ وتزايد في مخاطر نقص الإنتاج الزراعي بما قد يؤدي إلى ارتفاع معدلات سوء التغذية؛ وازدياد جفاف بعض المناطق الجافة أصلاً، في حين ستزداد المناطق المطيرة مطراً؛ وموجات حر لم يسبق لها مثيل في العديد من المناطق، ولاسيما الاستوائية منها؛ وتفاقم ملموس في شح المياه وندرتها بالعديد من المناطق؛ وتزايد معدل هبوب العواصف والأعاصير الاستوائية العاتية؛ وخسائر لا سبيل إلى تعويضها في التنوع البيولوجي، بما في ذلك أنظمة الشعاب المرجانية.

والأهم من ذلك كله أن عالم الأربع درجات مئوية سيختلف كثيراً عن عالم اليوم لدرجة أنه يحمل بين ثناياه الكثير من الغوامض والمخاطر الجديدة التي تهدد قدرتنا على التنبؤ باحتياجات التكيف مستقبلاً والتخطيط لتلبيتها.

والتقاعس عن العمل على مواجهة تغير المناخ قد لا يؤدي فحسب إلى جعل الرخاء بعيد المنال بالنسبة لملايين البشر في البلدان النامية، بل إنه يهدد أيضاً بضياع ثمار عقود من التنمية المستدامة.

ومن الواضح أننا نعرف بالفعل الكثير عما يواجهنا من تهديد. فالعلم يؤكد بشكل لا مراء فيه أن البشر هم السبب في ارتفاع درجة حرارة الأرض، وهناك الكثير من التغيرات الملموسة التي يمكن بالفعل رصدها: فالمتوسط الحسابي لارتفاع درجة الحرارة على مستوى العالم بلغ 0.8 درجة مئوية فوق ما كان عليه فيما قبل الثورة الصناعية؛ والمحيطات ارتفعت درجة حرارتها 0.09 درجة منذ خمسينيات القرن الماضي وكذلك تزداد درجة حموضتها؛ أما منسوب مياه البحر الذي ارتفع بنحو 20 سنتيمتراً منذ ما قبل الثورة الصناعية فإنه يرتفع الآن بمعدل 3.2 سنتيمتر كل عشر سنوات؛ وشهد العقد الأخير من الزمن عدداً استثنائياً من موجات الحر القائظ؛ وأضر الجفاف بشكل متزايد بمساحات هائلة من الأراضي المخصصة لزراعة المحاصيل الغذائية.

وعلى الرغم من حسن نوايا المجتمع الدولي الرامية إلى الحيلولة دون ارتفاع درجة حرارة الأرض بأكثر من درجتين مئويتين فقط عما كان عليه المناخ السائد قبل الثورة الصناعية، فإن احتمالات تجاوز الارتفاع هذا المستوى في ازدياد. ويتفق العلماء على أن وعود وارتباطات خفض الانبعاثات الحالية التي قدمتها البلدان ضمن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المعنية بتغير المناخ ستؤدي على الأرجح إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض بما يتراوح بين 3.5 و 4.0 درجات مئوية. وكلما طال أمد بقاء هذه الوعود على الورق دون تنفيذ، ازدادت احتمالات حلول عالم الأربع درجات مئوية.

وقرارات مجموعة البنك الدولي تستند دائماً أبداً إلى البيانات والدلائل والشواهد الملموسة. وكانت التقارير العلمية، بما فيها تلك الصادرة عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، مصدر استنارة في اتخاذنا القرار بتكثيف جهودنا في هذا الصدد، وهو ما تمخض عنه صدور "تقرير عن التنمية في العالم" بشأن تغير المناخ في عام 2010، وهو التقرير الذي استهدف الارتقاء بفهمنا لتداعيات ارتفاع درجة حرارة الأرض، فضلاً عن وضع "إطار استراتيجي" بشأن التنمية وتغير المناخ، ووضع تقرير حول النمو الاشتمالي الذي لا يُغفل الاعتبارات البيئية. ويُعد البنك الدولي من أبرز الدعاة إلى القيام بتحرك طموح بشأن تغير المناخ، لا باعتباره حتمية أخلاقية فحسب، بل ولأنه أيضاً أمر منطقي سليم من حيث جدواه الاقتصادية.

ولكن ماذا إذا أخفقنا في حشد الجهود الرامية إلى التخفيف من حدة آثار ارتفاع الحرارة؟ وماهي تداعيات ذلك على عالم الأربع درجات مئوية؟ لقد أوكلنا إلى معهد بوتسدام لبحوث آثار المناخ مهمة إعداد هذا التقرير كي يساعدنا في فهم ما توصل إليه العلم في هذا الصدد، وما يمكن أن يسفر عنه عالم كهذا من آثار محتملة على التنمية. وتبين لنا أنه سيكون عالماً

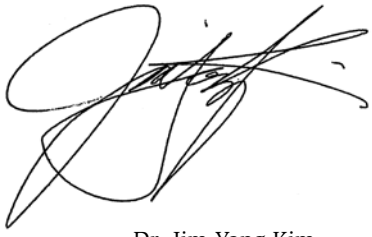
يختلف أشد الاختلاف عن عالمنا اليوم لدرجة يتعذر معها وصفه بدقة؛ فهناك الكثير من الأمور التي تعتمد على تفسيرات وتوقعات مستقبلية بالغة التعقيد.

ونحن نعي جيداً مدى ما يحيط بهذه السيناريوهات من عدم وضوح الرؤية. ونعرف أن الباحثين والدراسات يختلفون أحياناً حول درجة المخاطر. لكن الحقيقة المتمثلة في أن سيناريوهات كهذه هي أمر لا يمكن تجاهله تكفي وحدها لتبرير تدعيم السياسات الحالية فيما يتعلق بتغير المناخ. والعثور على سبل لتفادي تحول هذا السيناريو إلى حقيقة واقعة أمر بالغ الأهمية لصحة ورفاهة المجتمعات المحلية بأنحاء العالم. فضلاً عن أن أشد المتضررين من هذه الآثار، التي لن تستثني أيا من مناطق العالم، سيكونون من الفقراء والمستضعفين.

إن عالم الأربع درجات مئوية شيء يمكن، بل ويجب، تفاديه.

وسوف تستمر مجموعة البنك الدولي في القيام بدورها كأحد أشد الداعين إلى ضرورة إبرام اتفاقيات دولية وإقليمية وزيادة التمويل المخصص لمواجهة آثار تغير المناخ. ولسوف نضاعف من جديد جهودنا لمساندة المبادرات الوطنية المتنامية بسرعة لتقليل الانبعاثات الكربونية وتخفيف حدة آثارها وبناء القدرات على التكيف، علاوة على مساندة النمو الاشتمالي الذي يراعي الاعتبارات البيئية والتنمية التي تأخذ في حسبانها تغير المناخ. وتظهر أعمالنا المتعلقة بالنمو الاشتمالي الذي يراعي الاعتبارات البيئية أن هناك الكثير من الفرص التي يمكن من خلالها - عبر تعزيز كفاءة وترشيد استخدام الطاقة والموارد الطبيعية - تحقيق خفض كبير في تأثير تغير المناخ على التنمية، دون الإبطاء من جهود تخفيف حدة الفقر وتحقيق النمو الاقتصادي.

ويمثل هذا التقرير تذكِرة جلية لا لبس فيها بأن تغير المناخ يؤثر في كل شيء. والحلول لا تكمن فقط في تمويل خفض الانبعاثات الكربونية أو مشروعات مواجهة تغير المناخ. بل تكمن في فعالية إدارة المخاطر والتأكد من أن خطر حلول عالم الأربع درجات مئوية لن يغيب عن بالنا في كل ما نفعله، وكل ما نفكر به. ولسوف تنهض مجموعة البنك الدولي لمواجهة هذا التحدي.



Dr. Jim Yong Kim
President, World Bank Group

ملخص وافٍ

ملخص وافٍ

يرسم هذا التقرير صورة سريعة لأحدث المؤلفات العلمية والتحليلات الجديدة المتعلقة بالآثار والمخاطر المحتملة التي قد ترتبط بارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار 4 درجات مئوية خلال هذا القرن. وهو يمثل محاولة جادة ودقيقة لتحديد طائفة من المخاطر المحتملة، مع التركيز على البلدان النامية ولاسيما الفقيرة منها. فعالم ترتفع درجة حرارته 4 درجات مئوية سيكون عالماً يتسم بموجات حر لم يسبق لها مثيل، وموجات جفاف حادة، وفيضانات كبرى في العديد من المناطق، مع ما يستتبع ذلك من آثار خطيرة على النُظُم البيئية وما يرتبط بها من خدمات. ولكن إن لم نقف مكتوفي الأيدي، فسيكون من الممكن أن نتفادى العيش في عالم ترتفع درجة حرارته 4 درجات، وربما نستطيع أن نكبح جماح هذا الارتفاع ليقف دون مستوى الدرجتين فقط.

ومالم يتحقق المزيد من الارتباطات المالية والعمل من أجل خفض انبعاث غازات الدفيئة، فسوف يشهد العالم على الأرجح ارتفاعاً في درجة حرارة الأرض يزيد على 3 درجات مئوية عما كان عليه المناخ في مرحلة ما قبل الثورة الصناعية. وحتى في حال ما إذا تم الالتزام الكامل بالارتباطات والتعهدات الحالية، فسيظل هناك احتمالاً تقارب نسبته العشرين في المائة أن يتجاوز الارتفاع 4 درجات مئوية بحلول عام 2100. أما لو لم يتم هذا الالتزام الكامل، فمن الممكن أن يأتي هذا الارتفاع مبكراً في موعد قد لا يتجاوز ستينيات هذا القرن. ولن يكون مثل هذا الارتفاع وما يرتبط به من ارتفاع في منسوب مياه البحر بمقدار يتراوح ما بين نصف المتر والمتر، وربما أكثر، بحلول عام 2100، هو نهاية المطاف: فخلال القرون التالية سيحدث المزيد من الارتفاع في درجات الحرارة ليتجاوز 6 درجات مئوية، مع ارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار عدة أمتار.

ولذا فإنه على الرغم من التزام المجتمع الدولي بكبح جماح الارتفاع في درجة الحرارة بحيث لا يتجاوز درجتين مئويتين بغية الحيلولة دون حدوث تغير "خطير" في المناخ، وعلى الرغم من تحذير دول الجزر الصغيرة النامية والبلدان الأقل تنميةً من أن زيادة نسبة الارتفاع عن 1.5 درجة مئوية من شأنه أن يمثل تهديدا خطيراً لجهودها الإنمائية، بل وبقائها نفسه في بعض الحالات، فإن مجموع المبالغ التي تم الارتباط بها في إطار السياسات الحالية - سواء ما تحقق منها أم مالم يزل مجرد وعود - سيؤدي على الأرجح إلى حدوث ارتفاع يتجاوز هذه المستويات بكثير. بل إن الاتجاهات الحالية للانبعاثات الغازية تضع العالم بما لا يدع مجالاً للشك على الطريق المؤدية لارتفاع درجة حرارة الأرض 4 درجات مئوية في غضون هذا القرن.

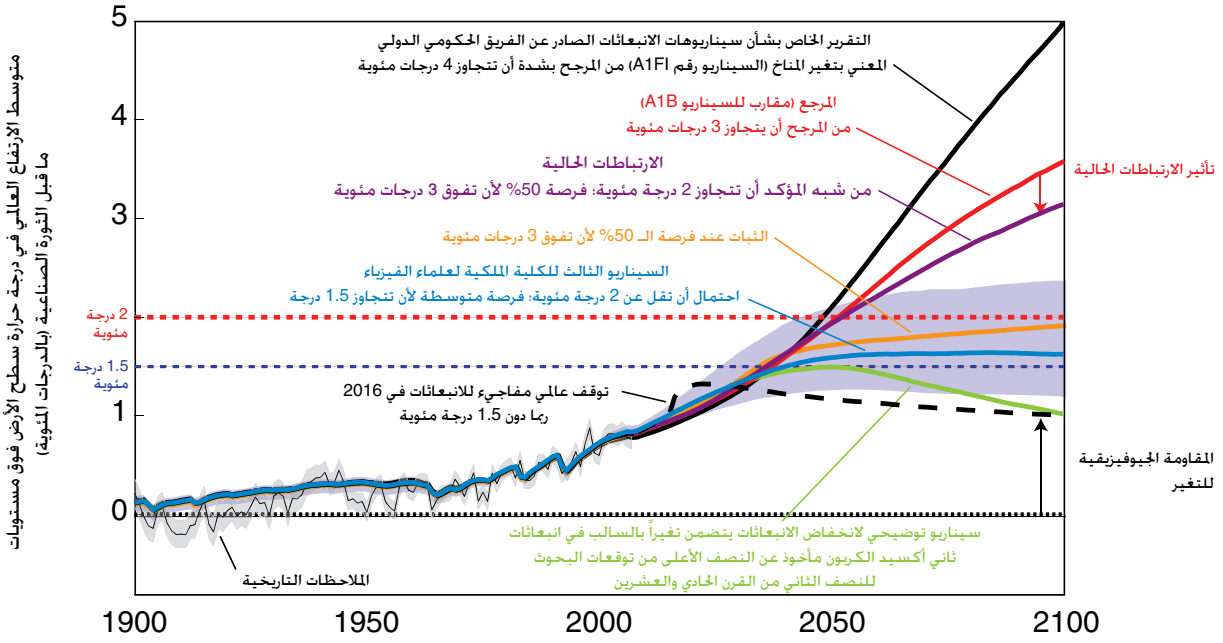
وهذا التقرير ليس تقييماً علمياً شاملاً، وهو الشيء المرتقب صدوره عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) خلال عام 2014/13 في تقرير تقييمه الخامس (AR5). وهو يركز على البلدان النامية، مع التنويه إلى أن البلدان المتقدمة هي الأخرى عرضة للتهديد ولمخاطر جسيمة قد تلحق بها أضراراً هائلة من جراء تغير المناخ. فما شهده العالم في الآونة الأخيرة من سلسلة ظواهر مناخية متطرفة لا يزال يسلط الضوء على نقاط الضعف التي يعاني منها الجميع، لا بلدان العالم النامي وحدها، بل والبلدان الصناعية الغنية أيضاً.

ويظل ثمة شيء من عدم اليقين في التنبؤ بمدى كلٍ من تغيرات المناخ وآثارها. ونحن، في هذا التقرير، نتبع نهجاً يستند إلى المخاطر، يتمثل فيه تعريف المخاطر بكونه مستوى الأثر الناجم مضروباً في نسبة الاحتمالات: بمعنى أنه حتى إذا كان احتمال أن يطرأ حدث ما ضئيلاً، فإنه يظل من الممكن مع ذلك أن يشكل خطراً شديداً إذا كان ينطوي على تداعيات خطيرة.

ولن يكون أحد أو بلد ما بمنأى عن تأثيرات تغير المناخ. غير أن توزيع الآثار بطبيعته سيكون على الأرجح غير متساوٍ ويميل إلى الجور على العديد من أفقر مناطق العالم التي لا تملك سوى القليل من القدرات الاقتصادية والمؤسسية والعلمية والفنية التي يمكن أن تؤهلها للتصدي والتكيف مع تلك الآثار. فعلى سبيل المثال:

- رغم أن ارتفاع درجات الحرارة سيبلغ أقصاه بالمناطق الشمالية الواقعة أعلى خط الاستواء، فإن ما سيحدث من ارتفاع في المناطق الاستوائية سيكون أكبر، مقارنةً بالسجل التاريخي لدرجات الحرارة وتقلباتها التي استطاع البشر والنُظُم البيئية التكيف والتعايش معها. نتيجة لذلك، فإن حدوث ارتفاعات حادة لم يسبق لها مثيل في درجات الحرارة بالمناطق الاستوائية سيؤدي إلى حدوث آثار أكبر بكثير على الزراعة وعلى النُظُم البيئية.
- من المرجح أن تكون نسبة ارتفاع منسوب مياه البحر بالمناطق الاستوائية أعلى بما يتراوح بين 15 و 20 في المائة عن المتوسط العالمي.
- من المرجح أن تزيد حدة الشعور بشدة العواصف والأعاصير الاستوائية بدرجة أكبر في المناطق الواقعة جنوب خط الاستواء.
- من المرجح أن تزيد بشكل ملموس حدة الجفاف والجدب في العديد من مناطق البلدان النامية الواقعة بالأقاليم الاستوائية وتلك الواقعة جنوب خط الاستواء.

الشكل 1: تقديرات المتوسط الحسابي المستمدة من التوقعات الاحتمالية لدرجات الحرارة الواردة في اثنين من سيناريوهات عدم القيام بتحركات تخفيفية (التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات A1FI، وسيناريو مرجعي مقارب للتقرير الخاص A1B)، وكلاهما يقارب، أو يفوق بهامش ملموس، سيناريو ارتفاع درجة حرارة الأرض بأربع درجات مئوية بحلول عام 2100. وقد قورنت نتائج هذه السيناريوهات بتلك التي تتوقع الوفاء بالارتباطات المالية وسيناريوهات اتخاذ الإجراءات التخفيفية التي تكفل الإبقاء على ارتفاع درجة الحرارة دون الدرجتين مئويتين بفرصة نجاح تبلغ 50% أو أكثر. وهناك أيضاً سيناريو افتراضي تتوقف بموجبه الانبعاثات العالمية في عام 2016، وذلك كمقارنة توضيحية في مقابل السبل الجديدة فنياً واقتصادياً. وترجع القفزة في ارتفاع درجة الحرارة بعد أن تنخفض الانبعاثات إلى الصفر إلى زوال الأثر التظليلي للرذاذ الكبريتي. ويتضمن واحد فقط من السيناريوهات نسبة عدم اليقين البالغة 95% (المساحة المظللة) وذلك بغرض تيسير القدرة على الرؤية بوضوح. للاطلاع على السيناريوهات وأساليب وضع النماذج، أنظر (روجيلي وآخرون 2010، هير وآخرون 2011، شيفر وآخرون 2012).



ومن شأن ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار يصل إلى 4 درجات مئوية فوق ما كانت عليه في عصر ما قبل الثورة الصناعية (المشار إليه فيما يلي باسم عالم الأربع درجات مئوية) أن يؤدي إلى حدوث موجات حر لم يسبق لها مثيل وموجات جفاف حادة وفيضانات جارفة في العديد من المناطق، مع ما يستتبع ذلك من آثار خطيرة على النُظُم البشرية والبيئية، وما يرتبط بهما من خدمات.

غير أنه لا يزال من الممكن تفادي ارتفاع الحرارة بأربع درجات مئوية: فهناك دراسات عديدة تظهر وجود سبل مجدية فنياً واقتصادياً للحد من الانبعاثات بحيث يمكن احتواء الارتفاع في درجة الحرارة عند مستوى ربما يقل عن درجتين مئويتين (أنظر الشكل رقم 1). ومن هنا فإن مستوى ما ستشهده البلدان النامية وبقية بلدان العالم من آثار سيتوقف على ما ستتخذه الحكومات والقطاع الخاص والمجتمع المدني من قرارات وما ستتبناه من خيارات، بما ذلك، للأسف، السلبية وعدم التحرك.

الآثار والتغيرات الملحوظة في النظام المناخي

لم تزل الآثار المؤكدة لما تحدثه انبعاثات غازات الدفيئة من تغير في النظام المناخي، مثلما ورد بالتقرير التقييمي الرابع الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ في عام 2007، تشتد بشكل مستمر، دون أن يوجد، بدرجة أو بأخرى، ما يوقفها:

- فدرجة تركز غاز الدفيئة الأول، وهو ثاني أكسيد الكربون، لم تزل في تزايد عما كانت عليه في عصر ما قبل الثورة الصناعية عندما لم تكن تتجاوز قرابة 278 جزءاً في المليون (ppm)، لتصل إلى أكثر من 391 جزءاً في المليون في سبتمبر/أيلول 2012، حيث يبلغ معدل الزيادة الآن 1.8 جزء في المليون سنوياً.
- وتزيد درجة تركز ثاني أكسيد الكربون في الوقت الراهن بشكل تدل شواهد الدراسات المناخية والجيولوجية على مر التاريخ على أنه شيء لم يحدث منذ 15 مليون سنة.
- ويبلغ حجم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الوقت الراهن نحو 35 ألف مليون طن متري في السنة الواحدة (بما في ذلك التغير في استخدامات الأرض)، ومالم يوضع المزيد من السياسات للحد منها، فمن المتوقع لها أن ترتفع إلى 41 ألف مليون طن متري من ثاني أكسيد الكربون سنوياً في عام 2020.
- ومتوسط درجة حرارة الأرض لم يزل مستمراً في الصعود، حتى أصبح اليوم يفوق ما كان عليه في عصر ما قبل الثورة الصناعية بمقدار 0.8 درجة مئوية.

وقد لا يبدو ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار 0.8 درجة مئوية بالشيء الخطير، لكن الكثير من آثار تغير المناخ بدأ الآن في الظهور، والقفزة في ارتفاع الحرارة من 0.8 إلى 2.0 درجة مئوية أو أكثر من شأنها أن تشكل خطراً أكبر. ومن المفيد

أيضاً أن نتذكر أن حدوث زيادة مقدارها 4 درجات مئوية في متوسط درجة حرارة الأرض تقارب الفارق ما بين درجات الحرارة اليوم وتلك التي كانت سائدة إبان العصر الجليدي الأخير، عندما كان الجزء الأكبر من وسط أوروبا وشمال الولايات المتحدة تغطيه كيلومترات من الثلوج وكان متوسط درجة حرارة الأرض أقل بما يتراوح بين 4.5 درجة و 7 درجات مئوية. وهذا التغير المناخي الشديد - الذي هو من فعل البشر - إنما يحدث خلال قرن واحد فقط، لا على مر آلاف السنين.

كما أن درجة حرارة محيطات العالم مستمرة في الارتفاع، مع احتباس نحو 90% من الطاقة الحرارية الزائدة من جراء الزيادة في درجة تركز غازات الدفيئة منذ عام 1955، وتخزينها في المحيطات في شكل حرارة. وعلى امتداد القرن العشرين، تراوح متوسط الارتفاع في منسوب مياه البحر بأنحاء العالم بين حوالي 15 و20 سنتيمتراً. وخلال العقد المنصرم، ازداد متوسط معدل الارتفاع في منسوب مياه البحر بنحو 3.2 سنتيمتر كل عشر سنوات. وإذا ما استمر هذا المعدل بلا تغير، فسوف يعني ذلك ارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار 30 سنتيمتراً إضافية خلال القرن الحادي والعشرين.

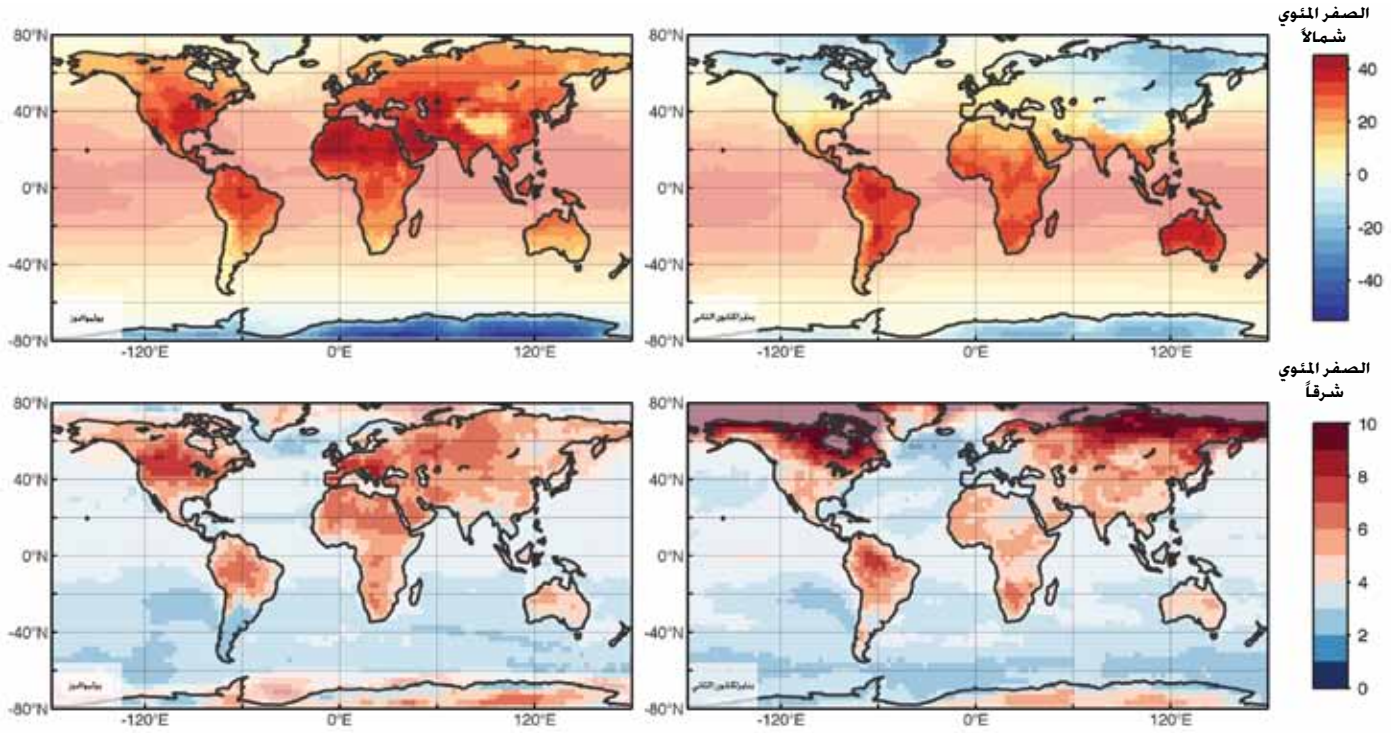
ويؤدي الارتفاع في درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض والمحيطات إلى التعجيل بتآكل الطبقة الجليدية التي تكسو غرينلاند والقارة القطبية الجنوبية. وهذا الذوبان يمكن أن يضيف كثيراً إلى ارتفاع منسوب مياه البحر في المستقبل. وبشكل عام، فإن معدل تآكل الجليد قد زاد بما يفوق ثلاثة أمثاله خلال الفترة ما بين عامي 1993 و 2003 مثلما ورد في التقرير التقييمي الرابع للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، ليصل إلى 1.3 سنتيمتر كل عشر سنوات في الفترة ما بين عامي 2004 و 2008؛ أما معدل التآكل في عام 2009 فقد بلغ ما يعادل 1.7 سنتيمتر كل عشر سنوات. وإذا ما استمر ذوبان الجليد بهذه المعدلات، دون أن تتسارع، فإن متوسط الارتفاع في منسوب مياه البحر العالمي الناجم عن ذلك سيبلغ نحو 15 سنتيمتراً بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين. وما يظهر بجلاء مدى تعرض الطبقة الجليدية التي تكسو غرينلاند للتآكل بفعل ارتفاع درجة حرارة الأرض ذلك النمو السريع الذي لوحظ في منطقة الذوبان منذ سبعينيات القرن الماضي. أما بالنسبة للجليد الذي يكسو منطقة القطب الشمالي، فقد تدنى إلى مستوى قياسي في سبتمبر/أيلول 2012، ليقلل إلى النصف مساحة المنطقة التي يغطيها الجليد من المحيط المتجمد الشمالي في فصول الصيف خلال الثلاثين سنة الماضية.

كما أن الارتفاع في درجة حرارة الأرض يؤدي أيضاً إلى حدوث تغيرات قياسية ملحوظة في العديد من الجوانب المناخية والبيئية الأخرى لنظام الحياة على الأرض. فقد شهد العقد الماضي عدداً استثنائياً من موجات الحر القائظ بأنحاء العالم بما استتبعها من آثار شديدة القسوة. وأدى تغير المناخ الناجم عن أفعال البشر منذ ستينيات القرن الماضي إلى ازدياد وتيرة وشدة موجات الحر، وبالتالي فقد أدى كذلك على الأرجح إلى تفاقم آثارها المجتمعية. وفي بعض الأقاليم المناخية، زادت حدة الجفاف والانخفاض في معدلات هطول الأمطار من حيث درجة الشدة أو وتيرة التكرار أو كلاهما، مع ما يستتبع ذلك من تأثير على الإنسان. ومن الأمثلة الخاصة على ذلك موجة الحر التي شهدتها روسيا في عام 2010 وأدت إلى عواقب وتداعيات سلبية كبيرة. وتشير التقديرات الأولية لآثار موجة الحر الروسية في عام 2010 إلى أنها قد أودت بحياة 55 ألف شخص، وأدت إلى إتلاف ما نسبته 25 في المائة تقريباً من المحاصيل الزراعية السنوية، واحتراق أكثر من مليون هكتار من الأراضي، فضلاً عن تكبد خسائر اقتصادية بلغت نحو 15 مليار دولار (أي حوالي 1 في المائة من إجمالي الناتج المحلي).

ولولا هذا التغير المناخي، لما كانت مثل هذه الموجات من الحر القائظ في أوروبا وروسيا والولايات المتحدة، على سبيل المثال، لتحدث عادةً إلا مرة كل عدة مئات من السنين. كما تدل الملاحظات أيضاً على أن مساحة المناطق البرية التي شهدت موجات حر قائظ منذ الخمسينيات قد تضاعفت إلى عشرة أمثالها.

كما أن مساحة المناطق الواقعة على سطح الأرض التي تأثرت بالجفاف قد تزايدت كثيراً هي الأخرى خلال الخمسين سنة الماضية، بمعدلات أسرع إلى حد ما كانت تتوقعه النماذج المناخية الموضوعة. وقد أثر الجفاف الذي أصاب الولايات المتحدة في عام 2012 في نحو 80 في المائة من الأراضي الزراعية، وهو ما يجعله أشد موجات الجفاف قسوة منذ الخمسينيات.

الشكل 2: جميعة للمتوسط الحسابي للعديد من النماذج الخاصة بأقصى درجات الحرارة الشهرية التي شهدها كل جزء من العالم في الفترة ما بين عامي 2008 و 2010 خلال شهري يوليو/تموز (إلى اليسار) ويناير/كانون الثاني (إلى اليمين) بدرجات الحرارة المطلقة (أعلى الشكل) والشاذة منها مقارنة بأكثر درجات الحرارة الشهرية تطرفاً مثلما تظهر نماذج المحاكاة في أيامنا هذه (أسفل الشكل) وقد تم تخفيف درجة الألوان فوق المحيطات من أجل سهولة تمييزها.



ولوحظ حدوث آثار سلبية لارتفاع درجة الحرارة على الإنتاج الزراعي، حيث تشير دراسات أُجريت في الآونة الأخيرة إلى أن الإنتاج العالمي من الذرة والقمح منذ الثمانينيات ربما يكون قد انخفض بشكل ملموس قياساً على نماذج عدم حدوث تغير في المناخ.

وكذلك لوحظ خلال العقود الأخيرة تأثير ارتفاع درجات الحرارة على النمو الاقتصادي للبلدان الفقيرة، مما يوحي بوجود مخاطر كبيرة تتمثل في حدوث المزيد من الانخفاض في النمو الاقتصادي بالبلدان الفقيرة مستقبلاً بسبب ارتفاع درجة حرارة الأرض. ولجأت دراسة أجراها معهد ماساشوستس للتكنولوجيا[1] إلى الاستعانة بالتقلبات التاريخية في درجة الحرارة بكل بلد من أجل تحديد آثارها على مجموع النواتج الاقتصادية. وخلُصت هذه الدراسة إلى أن ارتفاع درجات الحرارة يقلل بشكل ملموس من النمو الاقتصادي في البلدان الفقيرة، وأن له آثاراً أخرى واسعة النطاق، تتمثل في انخفاض الناتج الزراعي، والناتج الصناعي، والاستقرار السياسي. وتستنير بهذه النتائج النقاشات الدائرة بشأن دور المناخ في التنمية الاقتصادية، كما أنها توحي بإمكانية حدوث آثار سلبية ملموسة على البلدان الفقيرة من جراء ارتفاع الحرارة.

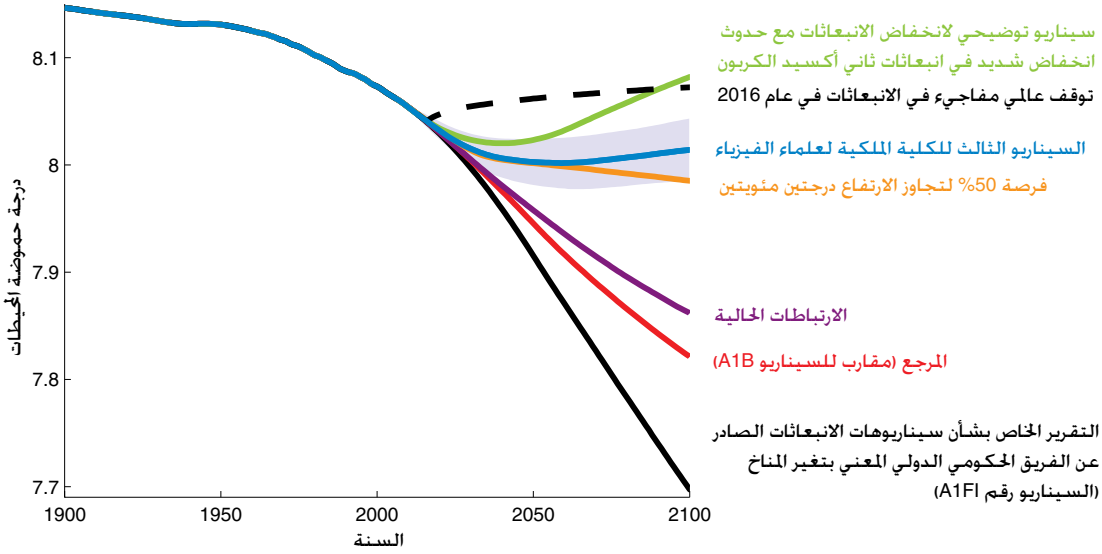
الآثار المتوقعة لتغير المناخ على عالم الأربع درجات مئوية

لن يكون توزيع آثار ارتفاع درجة حرارة الأرض بأربع درجات مئوية متساوياً في مختلف أنحاء العالم، وكذلك لن تكون التداعيات مجرد امتداد لتلك الناشئة عن ارتفاع الدرجتين مئويتين. فالارتفاع الأكبر سيكون في البر لا في البحر، وسيتراوح ما بين 4 و 10 درجات مئوية. ومن المتوقع أن تحدث ارتفاعات بمقدار 6 درجات أو أكثر في المتوسط الشهري لدرجات الحرارة في فصل الصيف بمناطق شاسعة من العالم، بما في ذلك البحر المتوسط، وشمال أفريقيا، والشرق الأوسط، والولايات المتحدة باستثناء الجزر والأراضي الأخرى التابعة لها (أنظر الشكل رقم 2).

وتظهر تنبؤات عالم الأربع درجات مئوية حدوث زيادة كبرى في شدة ومعدل تواتر ارتفاعات الحرارة الزائدة عن الحد. ومن المحتمل أن تصبح موجات الحرارة القائظة كتلك التي شهدتها روسيا مؤخراً في عام 2010 هي الصيف الجديد المعتاد في عالم الأربع درجات مئوية. كما يُتوقع للمناطق الاستوائية في أمريكا الجنوبية ووسط أفريقيا وكافة الجزر الاستوائية الواقعة في المحيط الهادي أن تشهد بانتظام موجات حر لم يسبق لها مثيل، سواء في شدتها أو في مدتها. وفي ظل هذا النظام المناخي الجديد ذي الحرارة المرتفعة، يُرجح أن تكون شهور السنة الأشد برودة أكثر دفئاً بدرجة ملموسة مما كانت عليه أكثر الشهور حرارة في نهاية القرن العشرين. وفي مناطق كالبحر المتوسط وشمال أفريقيا والشرق الأوسط وهضبة التبت، يُرجح أن تصبح أشهر الصيف كلها أشد حراً من أقسى موجات الحر التي تشهدها في الوقت الراهن. فعلى

[1] Dell, Melissa, Benjamin F. Jones, and Benjamin A. Olken. 2012. "Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century." American Economic Journal: Macroeconomics, 4(3): 66-95.

الشكل 3: تقديرات المتوسط الحسابي المستمدة من التوقعات الاحتمالية لزيادة حموضة سطح المحيطات. ويدل انخفاض الأس الهيدروجيني (pH) إلى ازدياد حموضة المحيطات، وهو ما يحول دون نمو الكائنات العضوية الكلسية، بما فيها المحاريات، والعوالق النباتية الجيرية، والشعاب المرجانية. ويظهر السيناريو الأول (A1FI) الوارد ضمن التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات أن من المرجح أن يرتبط بارتفاع درجة حرارة الأرض 4 درجات مئوية فوق مستواها قبل الثورة الصناعية حدوث زيادة في درجة حموضة المحيطات. ويتضمن واحد فقط من السيناريوهات نسبة عدم اليقين البالغة 95% (المساحة المظللة) وذلك بغرض تيسير القدرة على الرؤية بوضوح. وترجع هذه النسبة في المقام الأول إلى عدم اليقين فيما يتعلق بالدورة الكربونية. للاطلاع على السيناريوهات وأساليب وضع النماذج، أنظر (بيرني وآخرون 2010، روجيلي وآخرون 2010، هير وآخرون 2011، شيفر وآخرون 2012).



سبيل المثال، يمكننا أن نتوقع لأشد أشهر يوليو/تموز حرارة في منطقة البحر المتوسط أن تصبح أكثر حرارة بمقدار 9 درجات مئوية من أشدها حراً اليوم.

وقد كانت لموجات الحر القائظ في السنوات الأخيرة آثار شديدة، حيث تسببت في حدوث العديد من الوفيات المرتبطة بالحر، وحرائق الغابات، وتلف المحاصيل. ولم يتم بعد تقدير آثار موجات الحر القائظ المتوقع حدوثها في عالم الأربع درجات مئوية، ولكن من المتوقع لها أن تتجاوز بكثير ما شهده العالم من تداعيات إلى اليوم، وربما تجاوزت قدرات العديد من المجتمعات والأنظمة الطبيعية على التكيف.

الارتفاع في درجة تركز ثاني أكسيد الكربون وحموضة المحيطات

فضلاً عن ارتفاع درجة حرارة النظام المناخي، فإن واحداً من أخطر التداعيات الناجمة عن زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض يحدث عندما يذوب الغاز في المحيطات، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حموضتها. وقد لوحظ منذ عصور ما قبل الثورة الصناعية حدوث زيادة ملموسة في درجة حموضة المحيطات. ويرتبط بارتفاع درجة حرارة الأرض بأربع درجات مئوية أو أكثر بحلول عام 2010 حدوث تركز في نسبة تركز ثاني أكسيد الكربون بما يفوق 800 جزء في المليون، فضلاً عن حدوث زيادة نسبتها حوالي 15 في المائة في درجة حموضة المحيطات. ويبدو أن المعدلات الملحوظة والمتوقعة لتغير درجة حموضة المحيطات خلال المائة سنة المقبلة ستكون شيئاً لم يسبق له مثيل في تاريخ الكرة الأرضية. وقد بدأت تظهر بالفعل، جنباً إلى جنب مع آثار ارتفاع درجة حرارة الأرض، دلائل على التداعيات السلبية لارتفاع درجة الحموضة على الكائنات العضوية والأنظمة البيئية البحرية، فضلاً عن آثار ارتفاع درجة الحرارة، والإفراط في صيد الأسماك، وتدمير البيئة والموائل البحرية (أنظر الشكل رقم 3).

والشعاب المرجانية بوجه خاص لديها حساسية فائقة تجاه التغيرات في درجة حرارة المياه، ودرجة حموضة المحيطات، وكذلك شدة العواصف الاستوائية ومعدل تكرارها. وهذه الشعاب توفر حماية من الفيضانات الساحلية، وما ينجم عن العواصف وارتفاع الأمواج من أضرار، علاوة على قيامها بدور الحضانات والملاذ الأمن للكثير من فصائل الأسماك. وقد يتوقف نمو الشعاب المرجانية عندما تقترب درجة تركز ثاني أكسيد الكربون من 450 جزءاً في المليون خلال العقود المقبلة (وهو ما يعادل ارتفاع درجة الحرارة بنحو 1.4 درجة مئوية في ثلاثينيات هذا القرن). وعندما تصل درجة التركز إلى نحو 550 جزءاً في المليون (وهو ما يعادل ارتفاع درجة الحرارة بنحو 2.4 درجة مئوية في ستينيات هذا القرن)، فمن المرجح أن تبدأ الشعاب المرجانية في التحلل بالكثير من المناطق. ومن شأن مثل هذا المزيج من ابيضاض الشعاب المرجانية (تغير لونها) بتأثير الحرارة وزيادة درجة حموضة المحيطات، وارتفاع منسوب مياه البحر، أن يشكل تهديداً لأجزاء شاسعة من مناطق الشعاب المرجانية، حتى عند ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار 1.5 درجة مئوية فقط. وقد تكون لانقراض الأنظمة البيئية للشعاب المرجانية بأكملها في بعض المناطق، وهو ما يمكن أن يحدث مبكراً قبل وقت طويل من الوصول إلى عالم الأربع درجات مئوية، تداعيات عميقة على الفصائل والسلالات البحرية التي تعتمد عليها وعلى الشعوب التي تعتمد عليها في توفير الغذاء، والدخل، والسياحة، وحماية السواحل البحرية.

ارتفاع منسوب مياه البحر، وإغراق السواحل وتآكلها

من المرجح أن يؤدي ارتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار 4 درجات مئوية إلى ارتفاع منسوب مياه البحر بما يتراوح بين نصف المتر والمتر، وربما أكثر، بحلول عام 2100، مع توقع ارتفاعه امتراراً أخرى خلال القرون التالية. وربما يؤدي الحد من ارتفاع درجة الحرارة بحيث لا يتجاوز درجتين مئويتين إلى تقليل الارتفاع في

منسوب مياه البحر بنحو 20 سنتيمتراً بحلول عام 2100، مقارنة بالوضع في ظل سيناريو عالم الأربع درجات. غير أنه حتى في حال النجاح في كبح جماح الارتفاع بحيث لا يتجاوز الدرجتين، فإن متوسط المنسوب العالمي لمياه البحر يمكن أن يستمر في الارتفاع، حيث توجد تقديرات تتنبأ بارتفاعه عن مستوياته الحالية بما يتراوح بين 1.5 متر و 4 أمتار بحلول عام 2300. ولن يتسنى الإبقاء على ارتفاع منسوب مياه البحر دون المترين إلا إذا أمكن الحد من ارتفاع درجة الحرارة بحيث لا يتجاوز 1.5 درجة مئوية.

وسوف يتفاوت الارتفاع في منسوب مياه البحر من منطقة إلى أخرى: فلعدد من الأسباب الجيوفيزيقية المحددة، يُتوقع لمنسوب المياه أن يرتفع بنسبة تصل إلى 20 في المائة بالمناطق الاستوائية، وأن يقل عن المتوسط في أقصى الشمال. وبوجه خاص، فإن ذوبان الطبقات الجليدية سوف يقلل من قوة سحب الجاذبية الواقعة على المحيطات باتجاه تلك الأغطية الجليدية، ونتيجة لذلك ستميل مياه المحيط إلى الانجذاب نحو خط الاستواء. كما ستؤثر أيضاً التغيرات في تيارات الرياح والمحيطات الناجمة عن ارتفاع درجة حرارة الأرض، وغيرها من العوامل، في درجة ارتفاع منسوب مياه البحر بمختلف المناطق، مثلما سينجم عن أنماط امتصاص المحيطات للحرارة وارتفاعها.

ومن المتوقع لارتفاع منسوب مياه البحر أن يتفاوت من منطقة إلى أخرى داخل الإقليم الواحد أو حتى البلد الواحد. ومن بين الآثار المتوقع حدوثها في 31 بلداً نامياً، تستأثر عشر مدن فقط بثلثي احتمالات التعرض لخطر الفيضانات الجارفة. وهذه المدن المعرضة لأشد الأخطار يمكن أن نجدها في موزامبيق، ومدغشقر، والمكسيك، وفنزويلا، والهند، وبنغلاديش، وإندونيسيا، والفلبين، وفييتنام.

أما بالنسبة لدول الجزر الصغيرة ومناطق دلتا الأنهار، فمن المرجح أن يؤدي ارتفاع منسوب مياه البحار إلى حدوث تداعيات سلبية شديدة التفاوت من مكان إلى آخر، ولاسيما عندما تترافق معها الزيادات المتوقعة في شدة العواصف الاستوائية بالعديد من المناطق الواقعة على امتداد خط الاستواء (مثل فقدان الشعاب المرجانية الحامية بسبب الزيادات في درجات الحرارة وفي درجة حموضة المحيطات).

المخاطر على أنظمة الدعم المجتمعي: الغذاء، والمياه، والأنظمة البيئية، وصحة الإنسان

ولو أن الآثار المتوقعة على عالم الأربع درجات مئوية لم تزل أولية، وعلى الرغم من صعوبة إجراء مقارنات في أغلب الأحيان بين التقييمات المختلفة، إلا أن هذا التقرير يحدد عدداً من المخاطر بالغة الشدة على أنظمة الدعم الإنساني الهامة للغاية. وفي ظل توقع حدوث زيادات حادة في درجات الحرارة، فإن من المتوقع أن تزيد معها موجات الحر، ومعدلات هطول الأمطار، والجفاف؛ وستكون المخاطر أكثر حدة في عالم الأربع درجات مئوية مقارنة بعالم الدرجتين المئويتين فقط.

ففي ظل مناخ يمضي مسرعاً نحو عالم الأربع درجات مئوية، يُرجَح أن تلقي أشد الآثار سلبيةً على توافر مياه الشرب بثقلها ووطأتها بما يترافق مع تزايد الطلب على المياه في ظل الزيادات السكانية على مستوى العالم. وتشير بعض التقديرات إلى أن ارتفاع الحرارة بأربع درجات مئوية سيفاقم بشدة من الندرة الحالية في المياه بالعديد من المناطق، ولاسيما شمال أفريقيا وشرقها، والشرق الأوسط، وجنوب آسيا، في حين ستواجه بلدان إضافية في أفريقيا مشكلة شح المياه كشيء جديد عليها على المستوى الوطني بسبب النمو السكاني.

- فمن المتوقع لجنوب أوروبا وأفريقيا (باستثناء بعض المناطق في الشمال الشرقي) أن تشهد أحوالاً جوية أكثر جفافاً، وكذلك الحال بالنسبة لأجزاء كبيرة من أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية، وجنوب استراليا، وغيرها.
- ومن المتوقع بوجه خاص لبلدان أقصى الشمال، كشمالي أمريكا الشمالية، وشمال أوروبا، وسيبيريا، وبعض مناطق الأمطار الموسمية الغزيرة،

أن تشهد أحوالاً جوية أكثر أمطاراً. وقد تشهد بعض المناطق ضغطاً من جراء نقص المياه قياساً على نماذج عدم حدوث تغير في المناخ.

- وترتبط ببعض التغيرات شبه الموسمية وشبه الإقليمية في الدورة المائية مخاطر بالغة، كالفيضانات وموجات الجفاف، وهو ما قد يزيد بدرجة كبيرة حتى ولو لم تتغير المتوسطات السنوية إلا قليلاً.

وفي ظل توقع حدوث زيادات حادة في معدلات هطول الأمطار والجفاف مع ارتفاع درجة حرارة الأرض، فإن من المتوقع لهذه المخاطر أن تكون أكثر حدة في عالم الأربع درجات مئوية مقارنة بعالم الدرجتين المئويتين فقط. ففي عالم الدرجتين المئويتين:

- ستكون أحواض الأنهار التي تغلب عليها أنظمة الأمطار الموسمية الغزيرة، كنهر الغانج ونهر النيل، عرضةً بوجه خاص لحدوث تغيرات في موسمية جريان المياه، وهو ما قد تكون له آثار سلبية جسيمة على توافر المياه.
- ومن المتوقع لمتوسط معدل جريان المياه السنوي أن ينخفض بما يتراوح بين 20 و 40 في المائة في أحواض أنهار الدانوب، والمسيسيبي، والأمازون، ومواراي دارلنغ، لكنه سيزيد بما يصل إلى 20% تقريباً في كلٍ من حوض الغانج وحوض النيل.

أما في عالم الأربع درجات مئوية فإن حجم هذه التغيرات جميعها سوف يتضاعف.

وستزداد كثيراً في عالم الأربع درجات مئوية مخاطر حدوث خلل في الأنظمة البيئية نتيجةً لحدوث تحولات فيها، وفي حرائق الغابات والبراري، وتغير النظام البيئي وموت فروع أشجار الغابات وأغصانها بفعل الأمطار الحمضية وغيرها، وذلك مقارنةً بما يمكن أن يحدث إذا ما تحقق هدف خفض الارتفاع في درجات الحرارة. ومن المرجح أن تؤدي زيادة التعرض لخطر ضغوط الحرارة والجفاف إلى ارتفاع الوفيات وانقراض بعض الأنواع والسلالات.

وسوف تتأثر الأنظمة البيئية من جراء تزايد المعدل التكراري للأحوال الجوية المتطرفة، مثل تناقص الغابات بسبب موجات الجفاف وحرائق البراري، وهو الأمر الذي يتفاقم بفعل استغلال الأراضي والتوسع الزراعي. وفي غابات الأمازون المطيرة (أمازونيا)، يمكن لمعدل اندلاع الحرائق أن يتضاعف بحلول عام 2050 إذا ارتفعت درجة الحرارة بما يتراوح بين 1.5 و 2.0 درجة مئوية فوق ما كان عليه مستواها قبل الثورة الصناعية. ويُتوقع أن تكون التغيرات أشد خطورة إذا ما حل عالم الأربع درجات مئوية.

فالحقيقة أنه في عالم الأربع درجات مئوية يبدو من المرجح أن يصبح تغير المناخ هو المحرك الأول والمهيمن وراء التحولات في النظام البيئي، بما يفوق تدمير الموائل الطبيعية كأعظم خطر على التنوع البيولوجي. وتشير أحدث البحوث العلمية إلى أنه من المرجح أن تحدث خسائر هائلة في التنوع البيولوجي إذا ما حل عالم الأربع درجات مئوية، مع تسبب تغير المناخ وزيادة تركز ثاني أكسيد الكربون في حدوث تحول في النظام البيئي للأرض إلى حالة لم يسبق أن عرفتها البشرية. ومن المتوقع أن يتسبب إلحاق مثل هذه الأضرار بالأنظمة البيئية في حدوث انخفاض حاد فيما يوفره النظام البيئي من منافع تعتمد عليها المجتمعات (مثل مصائد الأسماك وما توفره الشعاب المرجانية وغابات أشجار المانغروف من حماية للسواحل).

وسوف يمثل الحفاظ على كفاية الناتج الغذائي والزراعي في مواجهة التزايد السكاني وارتفاع مستويات الدخل تحدياً بغض النظر عن تغير المناخ بفعل الإنسان. وكان الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ قد توقع في تقريره التقييمي الرابع أن يزيد الإنتاج العالمي من الغذاء إذا ما حدث ارتفاع محلي في متوسط درجات الحرارة في حدود تتراوح ما بين درجة مئوية واحدة وثلاث درجات، لكنه قد ينخفض إذا ما تجاوز الارتفاع ذلك.

غير أن ما نُشر من نتائج جديدة منذ عام 2007 كان أقل تفاؤلاً بكثير. فقد أشارت هذه النتائج إلى وجود خطر داهم يتمثل في حدوث انخفاض في المحاصيل مع ارتفاع درجة حرارة الأرض. ولوحظت آثار سلبية كبيرة عند حدوث ارتفاعات كبيرة أو حادة في درجات الحرارة بالعديد من المناطق، ومنها الهند، وأفريقيا، والولايات المتحدة، واستراليا. فعلى سبيل المثال، لوحظت آثار كبيرة غير متسقة بالولايات المتحدة عند ارتفاع درجات الحرارة المحلية إلى 29 درجة مئوية بالنسبة للذرة، و 30 درجة مئوية بالنسبة لفول الصويا. وتدل هذه النتائج والملاحظات الجديدة على وجود خطر جسيم من جراء تجاوز الارتفاع في درجات الحرارة مستويات معينة، بحيث يمكن أن يقوض الأمن الغذائي العالمي بشكل ملموس في عالم الأربع درجات مئوية.

ومما يفاقم من حدة هذه المخاطر الأثر السلبي للارتفاع المتوقع في منسوب مياه البحر على الزراعة بمناطق دلتا الأنهار الواطئة، مثلما هو الحال في بنغلاديش ومصر وفييتنام وأجزاء من الساحل الأفريقي. فارتفاع منسوب مياه البحر من شأنه أن يؤثر في العديد من المناطق الساحلية القريبة من جانبي خط الاستواء، وأن يزيد من تسرب مياه البحر إلى مكامن المياه الجوفية الساحلية التي تُستخدَم في ري السهول الساحلية. وهناك مخاطر أخرى يمثلها احتمال تزايد الجفاف بالمناطق الواقعة على جانبي خط الاستواء واحتمال تزايد الفيضانات بالمناطق الواقعة إلى أقصى الشمال.

ومن المرجح أن تكون للزيادة المتوقعة مستقبلاً في الأحوال الجوية المتطرفة تداعيات سلبية على الجهود الرامية إلى تخفيض أعداد الفقراء، ولاسيما في البلدان النامية. وتدل التوقعات المستقبلية التي وُضعت في الآونة الأخيرة على أن الفقراء بوجه خاص هم من سيتأثرون كثيراً من جراء الزيادات في شدة الجفاف في عالم الأربع درجات مئوية، وخاصةً في أنحاء أفريقيا وجنوب آسيا، وغيرهما من المناطق.

ويمكن أيضاً للأحوال الجوية السيئة واسعة النطاق، كالفيضانات الهائلة التي تؤثر في إنتاج الغذاء، أن تؤدي إلى حدوث نقص في التغذية وإلى زيادة احتمالات تفشي الأمراض الوبائية. فالفيضانات يمكن أن تأتي بالملوثات والأمراض إلى إمدادات المياه الصحية فتزيد من معدلات الإصابة بالإسهال وأمراض الجهاز التنفسي. وقد يؤدي تأثير تغير المناخ على الإنتاج الزراعي إلى تفاقم نقص التغذية وسوء التغذية بالعديد من المناطق - التي تسهم بالفعل بالقدر الأكبر من وفيات الأطفال في البلدان النامية. وعلى الرغم من توقع تناقص معدلات تقزم الأطفال كثيراً بفضل النمو الاقتصادي، إلا أن تغير المناخ قد يلتهم هذه المكاسب في عدد من المناطق: فمن المتوقع أن تحدث زيادات ملموسة في معدلات التقزم الناجم عن سوء التغذية في حال ارتفاع درجات الحرارة بما يتراوح بين 2.0 و 2.5 درجة مئوية، ولاسيما في أفريقيا جنوب الصحراء وجنوب آسيا. ومن المرجح أن يزداد الأمر سوءاً في عام الأربع درجات مئوية. وعلى الرغم مما يُبذل من جهود ملموسة لتحسين الخدمات الصحية (مثل تحسين الرعاية الطبية، وتطوير الطعوم واللقاحات، وبرامج المراقبة)، فإن من المتوقع أن يحدث تأثير إضافي كبير على مستويات الفقر وصحة الإنسان. فالتغيرات في درجات الحرارة، ومعدلات هطول الأمطار، والرطوبة، تؤثر في الأمراض الناجمة عن لدغ الحشرات (كالملاريا وحمى الدنغ على سبيل المثال) فضلاً عن فيروسات هانتان التي تنقلها القوارض وغيرها، وأمراض الليشمانيا الجلدية، ومرض لايم البكتيري، والبلهارسيا بأنواعها (الشستوسوميا).

ويمكن أن تشمل الآثار الصحية الأخرى لتغير المناخ الإصابات والوفيات الناجمة عن الأحوال الجوية المتطرفة. فالضباب الدخاني الذي يتفاقم بتأثر الحرارة يمكن أن يزيد من حدة الاضطرابات التنفسية وأمراض القلب والأوعية الدموية. في حين أن ما يحدث من جراء تغير المناخ من زيادة في معدلات تركيز مسببات الحساسية التي يحملها الهواء (كاللقاحات والبذور) يمكن أن يزيد معدلات الإصابة باضطرابات حساسية الجهاز التنفسي.

مخاطر حدوث انقطاعات وتنقلات في عالم الأربع درجات مئوية

تغير المناخ لن يحدث في الفراغ. فالنمو الاقتصادي والزيادة السكانية خلال القرن الحادي والعشرين سيشكلان على الأرجح إضافة للرفاهة البشرية مع تعزيز قدرة العديد من المناطق، إن لم يكن أكثرها، على التكيف مع التغيرات. إلا أنه ستكون هناك في الوقت نفسه زيادة في الضغوط والمتطلبات على النظام البيئي للأرض الذي يقترب بالفعل من أقصى حدوده وقدرته على التحمل. ومن المحتمل أن تتقوض قدرة العديد من النُظُم البيئية الطبيعية والصناعية على الصمود تحت وطأة هذه الضغوط والتداعيات المتوقعة لتغير المناخ.

ويمكن للآثار المتوقعة على توافر المياه، والنُظُم البيئية، والزراعة، وصحة الإنسان، أن تؤدي إلى حدوث تنقلات سكانية واسعة النطاق وأن تكون لها تداعيات على الأمن البشري وعلى الأنظمة الاقتصادية والتجارية. ولم يتسن إلى الآن إجراء تقييم شامل لمدى الأضرار المحتمل أن تلحق بعالم الأربع درجات مئوية.

فالتغيرات واسعة النطاق وذات الطابع التدميري للنظام الأرضي لا تدخل بشكل عام ضمن نماذج المحاكاة، ونادراً ما تشملها تقييمات الآثار المحتملة. ومع اقتراب الارتفاع في درجة حرارة الأرض من الدرجتين وتجاوزهما، يتزايد خطر عبور عتبات الحد الأقصى لعناصر التحول غير المتسق في النظام الأرضي، بما ينطوي عليه ذلك من حدوث آثار مفاجئة لتغير المناخ ونشوء نُظُم مناخية ترتفع فيها درجات الحرارة بشكل لم يسبق له مثيل. ومن الأمثلة على ذلك إمكانية تفتت الطبقة الجليدية التي تكسو غربي القارة القطبية الجنوبية مما يؤدي إلى المزيد من الارتفاع في منسوب مياه البحر بأسرع مما هو متوقع في هذا التحليل أو موت أفرع وغصون أشجار الأمازون على نطاق واسع بما يؤثر بشدة في النُظُم البيئية، والأنهار، والزراعة، وإنتاج الطاقة، وسبل كسب الرزق على مستوى قاري تقريباً، بما يعنيه ذلك من زيادة حادة في ارتفاع درجة حرارة الأرض خلال القرن الحادي والعشرين.

وربما تكون هناك أيضاً استجابات غير متسقة داخل قطاعات اقتصادية معينة لزيادة الارتفاع في درجة حرارة الأرض. فالتأثيرات غير المتسقة لدرجات الحرارة على المحاصيل، على سبيل المثال، قد تكون ذات شأن بالغ مع ارتفاع درجة حرارة الأرض درجتين أو أكثر. غير أن أكثر نماذجنا الحالية للمحاصيل لا تأخذ في حسبانها إلى الآن هذا التأثير المحتمل، أو إمكانية زيادة نطاق التقلبات (مثل درجات الحرارة المتطرفة، وغزو آفات وأمراض جديدة، وحدوث تحولات مفاجئة في العوامل المناخية الحرجة التي تؤثر بشدة في حجم المحاصيل أو في جودة الحبوب أو كليهما).

وعادةً ما تلجأ التوقعات المستقبلية لتكاليف تعويض آثار تغير المناخ إلى تقييم تكاليف الأضرار المحلية، بما في ذلك تلك التي قد تلحق بالبنية التحتية، لكنها لا تأخذ في اعتبارها بالدرجة الكافية ما قد يعقبها من آثار مترتبة (على سلاسل القيمة المضافة وشبكات الإمداد على سبيل المثال) على المستويين الوطني والإقليمي. غير أنه في عالم متزايد العولمة كهذا العالم الذي يشهد المزيد من التخصص في أنظمة الإنتاج، وبالتالي الاعتماد بدرجة أكبر على البنية التحتية اللازمة لتوصيل السلع المنتجة، فإن ما قد يلحق من أضرار بشبكات البنية التحتية يمكن أن يؤدي إلى حدوث آثار غير مباشرة جسيمة. وتُعد الموانيء البحرية بحكم كونها نقطة دخول ابتدائية مثالاً لما يمكن أن يسببه حدوث انهيار أو تعطل شديد في منشأة أساسية من آثار يمكن أن تمتد إلى ما يتجاوز بكثير موقع الخسارة ذاته.

وما من أحد يمتلك الإدراك التام للتأثير التراكمي والمتفاعل لمثل هذه الآثار واسعة النطاق، التي قد يبدأ الإحساس بها قبل أن يحل عالم الأربع درجات مئوية بوقت ليس بالقليل. فعلى سبيل المثال، لا توجد حتى الآن أي دراسة منشورة بأي من المؤلفات العلمية بشأن التداعيات البيئية والإنسانية والاقتصادية الكاملة لحدوث انهيار في النُظُم البيئية للشعاب المرجانية، بل وأقل من ذلك فيما يتعلق بإمكانية أن يترافق مع ذلك حدوث فقدان مصاحب للإنتاج البحري نتيجةً لارتفاع درجة حرارة المحيطات ودرجة حموضتها. ومن آثار واسعة النطاق على أماكن التجمعات البشرية والبنية التحتية بأطراف المناطق الساحلية الواطئة، وهو الأمر الذي يمكن أن ينشأ نتيجةً لارتفاع منسوب مياه البحر متراً واحداً أو أكثر خلال هذا القرن وما يليه.

ومع تزايد نطاق وأعداد الآثار المحتملة لارتفاع متوسط درجة حرارة الأرض، قد تتزايد التفاعلات فيما بينها، ليتفاقم ويتضاعف بذلك تأثيرها الكلي. فعلى سبيل المثال، يمكن لحدوث صدمة شديدة للإنتاج الزراعي نتيجة لحدوث ارتفاع حاد في درجات الحرارة بعدة مناطق، مع نشوء ضغوط ملموسة على الموارد المائية وحدوث تغيرات في الدورة المائية، أن يؤثرا في كلٍ من صحة الإنسان وسبل رزقه. وهذا بدوره يمكن أن يترتب عليه حدوث آثار على التنمية الاقتصادية من خلال الحد من قدرة السكان على العمل، الأمر الذي من شأنه أن يعوق النمو في إجمالي الناتج المحلي.

ومع تزايد الضغوط نتيجةً لاقتراب الارتفاع في درجة الحرارة من 4 نقاط مئوية، وما يتصل بذلك من توترات اجتماعية واقتصادية وسكانية لا علاقة لها بالمناخ، سيزداد خطر تجاوز عتبة الكتلة الحرجة للنظام الاجتماعي. فعند بلوغ مثل هذه العتبة، ستصبح المؤسسات القائمة التي ينبغي لها أن تساند تحركات التكيف أقل فعالية بكثير، بل وربما تنهار تماماً. ومن الأمثلة على ذلك خطر أن يفوق الارتفاع في منسوب مياه البحر بدول الجزر قدرتها على تنظيم عملية نزوح منظم بغرض التكيف، مما قد يؤدي إلى ضرورة الإخلاء التام لإحدى الجزر أو المناطق. وبالمثل، فإن الضغوط على صحة الإنسان، مثل موجات الحر وسوء التغذية وتدهور نوعية مياه الشرب بسبب تسرب مياه البحر إليها، بمقدورها أن تثقل كاهل أنظمة الرعاية الصحية إلى درجة يصبح معها التكيف مستحيلاً، ويصبح النزوح أمراً قسرياً.

وهكذا، آخذين في الاعتبار استمرار حالة الحيرة وعدم وضوح الرؤية بشأن طبيعة الآثار ومداها الكامل، فإنه ليس ثمة يقين أيضاً بشأن إمكانية التكيف مع عالم ترتفع درجة حرارته 4 درجات مئوية. فعالم الأربع درجات مئوية هذا عالم قد تشهد فيه المجتمعات المحلية والمدن والبلدان اختلالات حادة، وأضراراً جسيمة، وعمليات نزوح، مع انتشار هذه المخاطر بشكل غير متساو فيما بين مناطق العالم المختلفة. وسيكون الفقراء على الأرجح هم الأكثر معاناة، وقد يصبح المجتمع الدولي أشد تمزقاً وتفاوتاً مما هو عليه اليوم. والأمر ببساطة أن ارتفاع الأربع درجات المتوقع هو شيء لا ينبغي السماح له بأن يحدث-فالحرارة يجب خفضها. ووحدها التحركات المبكرة، والتعاونية، والدولية هي التي يمكنها أن تحقق ذلك.

قـائـمـة الاخـتـصـارات المسـتـخـدمـة

°C	درجات مئوية
AIS	الطبقة الجليدية التي تكسو القارة القطبية الجنوبية
AOGCM	نموذج الدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات
AOSIS	تحالف دول الجزر الصغيرة
AR4	التقرير التقييمي الرابع للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ
AR5	التقرير التقييمي الخامس للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ
BAU	سير العمل كالمعتاد
$CaCO_3$	كربونات الكالسيوم
cm	سنتيمتر
CMIP5	مشروع المقارنة فيما بين النماذج - المرحلة الخامسة
CO_2	ثاني أكسيد الكربون
CO_2e	مكافئ ثاني أكسيد الكربون
DIVA	التقييم الديناميكي التفاعلي لدرجة التعرض
DJF	ديسمبر/كانون الأول، يناير/كانون الثاني، فبراير/شباط
GCM	نموذج الدوران العام
GDP	إجمالي الناتج المحلي
GIS	طبقة جليد غرينلاند
$GtCO_2e$	غيغاطن - مليار طن متري - من مكافيء ثاني أكسيد الكربون
IAM	نموذج التقييم المتكامل
IBAU	سيناريو "نموذج IMAGE لسير العمل كالمعتاد" (هنكل وآخرون، 2011)
ISI-MIP	مشروع المقارنة فيما بين النماذج القطاعية
IPCC	الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ
JJA	يونيو/حزيران، يوليو/تموز، أغسطس/آب
LDC	البلدان الأقل نموا
MGIC	أنهار الجليد الجبلية وطبقات الثلوج التي تكسو القطبين
NH	النصف الشمالي من الكرة الأرضية
NOAA	الإدارة الوطنية (الأمريكية) لدراسة المحيطات والغلاف الجوي
OECD	منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
PG	النمو السكاني
PGD	توزيع النمو السكاني
ppm	جزء في المليون
RBAU	سيناريو "نموذج Rahmstorf لسير العمل كالمعتاد" (هنكل وآخرون، 2011)
RCP	المسارات التمثيلية لتركز الغازات
SH	النصف الجنوبي من الكرة الأرضية
SLR	ارتفاع منسوب مياه البحر
SRES	التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ
SREX	التقرير الخاص الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ بشأن إدارة مخاطر الأحوال الجوية المتطرفة والكوارث بغية تعزيز القدرة على التكيف مع تغير المناخ
SSA	أفريقيا جنوب الصحراء
UNFCCC	اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغيّر المناخ
WBG	مجموعة البنك الدولي
WBGT	درجة حرارة الأرض في حالة التشبع بالمياه
WDR	تقرير عن التنمية في العالم الصادر عن مجموعة البنك الدولي
WHO	منظمة الصحة العالمية

البنك الدولي