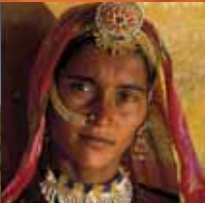


اخفضوا الحرارة

4°

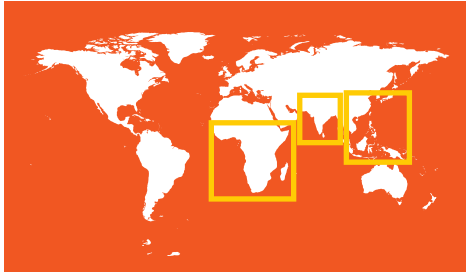
تقلبات المناخ الحادة، وآثارها الإقليمية،
ومبررات المرونة



اخفضوا الحرارة

تقلبات المناخ الحادة، وآثارها الإقليمية،
ومبررات المرونة

4°



يونيو/حزيران 2013

تقرير للبنك الدولي أعده معهد
بوتسدام للبحوث الخاصة بآثار
المناخ والتحليلات المناخية



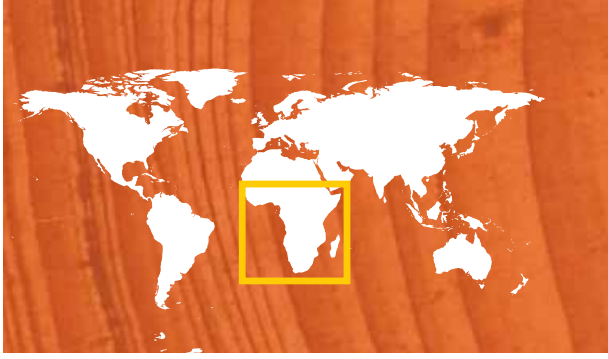
© 2013 البنك الدولي للإنشاء والتعمير/البنك الدولي
1818 H Street NW
Washington DC 20433
هاتف: 202-473-1000
العنوان على شبكة الإنترنت: www.worldbank.org

هذا التقرير للبنك الدولي أعده معهد بوتسدام للبحوث الخاصة بآثار المناخ والتحليلات المناخية. ولا تعكس النتائج والتأويلات والاستنتاجات الواردة في هذا التقرير بالضرورة وجهات نظر البنك الدولي أو مجلس مديريه التنفيذيين أو الحكومات التي يمثلونها.

لا يضمن البنك الدولي دقة البيانات الواردة في هذا التقرير الذي أُعد بناءً على تكليف. ولا تعني الحدود والألوان والمسميات والمعلومات الأخرى المبينة على أي خريطة في هذا العمل أي حكم من جانب البنك الدولي فيما يخص الوضع القانوني لأي إقليم أو تأييد هذه الحدود أو قبولها.

الحقوق والتصاريح
المادة الواردة في هذا العمل خاضعة لحقوق الطبع. وحيث إن البنك الدولي يشجع نشر معارفه؛ فيجوز نسخ هذا التقرير، كاملاً أو جزئياً، في غير الأغراض التجارية شريطة أن يتم النسب بالكامل لهذا التقرير.

أي استفسارات بشأن الحقوق والتراخيص، بما في ذلك حقوق التبعية، يجب توجيهها إلى مكتب الناشر بالبنك الدولي على العنوان التالي:
The Office of the Publisher، The World Bank، 1818 H Street NW، Washington، DC 20433، USA؛ فاكس: 202-522-2422،
البريد الإلكتروني: pubrights@worldbank.org.



أفريقيا جنوب الصحراء: إنتاج الغذاء في خطر

ملخص إقليمي

أفريقيا جنوب الصحراء منطقة سريعة النمو يسكنها أكثر من 800 مليون نسمة، وتضم 49 بلداً¹ وتتسم بتنوع بيئي ومناخي وثقافي هائل. ومن المتوقع أن يقفز تعداد سكانها بحلول عام 2050 إلى ما يتراوح بين 1.5 و1.9 مليار نسمة. وفي حال ارتفاع درجة حرارة العالم أربع درجات مئوية بحلول نهاية القرن، يُتوقع لمنسوب مياه البحر أن يرتفع بما يصل إلى 100 سنتيمتر، وأن تزداد احتمالات حدوث موجات جفاف في وسط أفريقيا وجنوبها، كما يُتوقع حدوث موجات حر لم يسبق لها مثيل تؤثر على أعداد متزايدة من سكان المنطقة. وتُظهر التوقعات أيضاً تزايد احتمالات حدوث ارتفاع في المعدل السنوي لهطول الأمطار على القرن الأفريقي وأجزاء من شرق أفريقيا على نحو يُرجح أن يتركز في هيئة موجات غزيرة المطر تزيد بالتالي من مخاطر الفيضانات. ومن المرجح أن يؤدي التكاثف المتزايد لغاز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي للأرض إلى تسهيل حدوث تحول في السافانا من أراض عشبية إلى غابات خشبية تؤثر بالتالي سلباً في سبل كسب العيش اعتماداً على الرعي إذا تراجعت الأعلاف الحيوانية المولفة أساساً من الأعشاب والحشائش. ومن المتوقع أن يكون لتغير المناخ آثار سلبية وأن يشكل مخاطر جمة، لاسيما على إنتاج المحاصيل الزراعية، وأنظمة المراعي وتربية الماشية، وحصيلة مصائد الأسماك. كما قد يزيد تغير المناخ بشدة من تحديات تحقيق الأمن الغذائي والقضاء على الفقر.

وتُعد أفريقيا جنوب الصحراء من المناطق المعرضة بوجه خاص لتأثيرات تغير المناخ على الزراعة، فمعظم ما تنتجه المنطقة من محاصيل زراعية يُسقى بماء المطر، ومن ثم فإنه أشد عرضةً للتأثر بالتحويلات في معدلات هطول الأمطار ودرجات الحرارة. ومن المتوقع أن تشهد المنطقة كلها توسعاً في صافي مساحة الأراضي المصنفة بوصفها أراضي جربة أو شديدة الجذب، مع احتمال حدوث تداعيات سلبية على إنتاج المحاصيل والماشية. وكانت المنطقة قد شهدت منذ خمسينيات القرن الماضي زيادة في موجات الجفاف وارتفعت درجة تعرض السكان للخطر: فقد أثر الجفاف الذي أصاب منطقة القرن الأفريقي في عام 2011، على سبيل المثال، في معيشة 13 مليون شخص وأدى إلى ارتفاع حاد للغاية في معدلات سوء التغذية، ولاسيما بين الأطفال. وفي ظل تغير المناخ مستقبلاً، من المتوقع أن تزداد احتمالات الجفاف في وسط أفريقيا وجنوبها، مع انخفاض معدل هطول الأمطار بنسبة



40 في المائة بمنطقة الجنوب الأفريقي إذا ما بلغ الارتفاع في حرارة الأرض 4 درجات مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية بحلول ثمانينيات القرن الحالي (2071-2099 في مقابل 1951-1980).

كما تتعرض أنظمة المراعي هي الأخرى للخطر من جراء الآثار المناخية، إذ إن الماشية تتأثر بالارتفاع الشديد في درجة الحرارة، ونقص المياه، وتزايد تفشي الأمراض، وانخفاض الكميات المتاحة من محاصيل الأعلاف. هذا فضلاً عن أن أسراب الأسماك البحرية تهاجر باتجاه خطوط العرض العليا مع سخونة

¹ يعرف هذا التقرير أفريقيا جنوب الصحراء على أنها المنطقة الواقعة جنوب الصحراء. وفيما يخص التوقعات الخاصة بالتغيرات في درجة الحرارة، ومعدل هطول الأمطار، والجذب، والارتفاعات الشديدة في درجات الحرارة، وارتفاع منسوب مياه البحر، فإن المنطقة تتوافق على نطاق واسع مع المناطق 15 و16 و17 في 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.

أخفصوا الحرارة: تقلبات المناخ الحادة، وأثارها الإقليمية، ومبررات المرونة

درجة الحرارة

تُظهر القياسات التي أُجريت منذ ستينيات القرن الماضي وجود اتجاه نحو ارتفاع درجة الحرارة لا يزال مستمراً حتى وقتنا الحاضر، مع زيادة في عدد موجات الحر فوق غرب أفريقيا وجنوبها. وخلصت الدراسات والبحوث التي أُجريت في الآونة الأخيرة إلى أن هناك ارتفاعاً في درجة الحرارة من صنع الإنسان يمكن رصده فوق أفريقيا كلها، مع حدوث موجات حر شديد في جنوب أفريقيا منذ عام 1961. ومن المتوقع أن يكون الاتجاه نحو ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف موزعاً بالتساوي تقريباً على كافة أنحاء المنطقة. وفي عالم الأربع درجات مئوية، وبالمقارنة بفترة خط الأساس الممتدة على 30 عاماً (من 1951 إلى 1980)، من المتوقع أن تصل الزيادة في درجة الحرارة خلال أشهر الصيف فوق منطقة أفريقيا جنوب الصحراء إلى 5 درجات مئوية فوق خط الأساس بحلول عام 2100. أما في عالم الدرجتين المئويتين، فمن المتوقع أن تبلغ الزيادة في درجات الحرارة الأفريقية ذروتها عند حوالي 1.5 درجة مئوية فوق خط الأساس بحلول عام 2050.

ومع ارتفاع متوسط درجة حرارة العالم، يُتوقع حدوث موجات حر غير معتادة ولم يسبق لها مثيل³ بوتيرة أعلى أثناء أشهر الصيف. وبحلول وقت بلوغ ارتفاع حرارة العالم 1.5 درجة مئوية في ثلاثينيات القرن الحالي، يُتوقع أن تشمل موجات الحر الشديد غير المعتادة أو التي لا يكاد يكون لها وجود في عالمنا اليوم أكثر من خمس مساحة الأراضي في أشهر الصيف بالنصف الجنوبي من الكرة الأرضية. ويمكن أن تغطي موجات الحر الشهرية التي لم يسبق لها مثيل ما يصل إلى 5 في المائة من مساحة الأراضي خلال تلك الفترة الزمنية. ولدى بلوغ الارتفاع في حرارة العالم درجتين مئويتين، من المتوقع أن تشمل موجات الحر الشديد غير المعتادة أو التي لا يكاد يكون لها وجود في ظل المناخ السائد بالمنطقة اليوم قرابة 45 في المائة من إجمالي مساحة الأراضي بحلول الخمسينيات من القرن الحالي، في حين يُتوقع أن تشمل موجات الحر القاتل التي لم يسبق لها مثيل 15 في المائة من المناطق البرية في فصل الصيف. ولدى بلوغ الارتفاع في حرارة العالم حوالي 4 درجات مئوية بحلول نهاية القرن، يُتوقع أن تشمل موجات الحر الشديد غير المعتادة معظم المناطق البرية (85 في المائة)، مع تغطية موجات الحر القاتل التي لم يسبق لها مثيل أكثر من 50 في المائة.

المياه، وقد تقل الحصيلة المحلية لصيد الأسماك مما يزيد من الضغوط الهائلة الواقعة بالفعل على عاتق النظم البيئية من جراء الصيد الجائر.

ومن المتوقع أن تؤثر موجات الحر الشديد في نسب متزايدة من سكان المنطقة، نتيجةً للتداعيات السلبية على أنظمة إنتاج الغذاء، والنظم البيئية، وصحة الإنسان. فمن المتوقع أن تكون هناك آثار مباشرة وغير مباشرة على صحة الإنسان، وأن يؤدي التسارع في وتيرة الاتجاه نحو التحضر وسكنى المدن هرباً من هذه الضغوط الإضافية الناجمة عن تغير المناخ إلى تفاقم المعاناة القائمة بالفعل.

الاتجاهات المناخية الحالية وتغيرات المناخ المتوقعة حتى 2100

يشكل تغير المناخ ضغطاً على النظم البيئية والقطاعات الرئيسية في أفريقيا جنوب الصحراء، فضلاً عن تداعياته على سكان المنطقة من البشر الذين يعتمدون عليها.

هطول الأمطار

فيما يتعلق بمعدل هطول الأمطار، تتسم المنطقة بالتقلب من سنة إلى أخرى ومن عقد إلى آخر، وتتسم الاتجاهات طويلة الأمد بعدم اليقين وعدم الاتساق فيما بينها على مستوى المناطق الفرعية؛ ففي حين شهد غرب أفريقيا، على سبيل المثال، انخفاضاً في المتوسط السنوي لمعدل هطول الأمطار خلال القرن الماضي، لوحظ حدوث زيادة بمنطقة الساحل خلال العقد المنصرم. وفي الجنوب الأفريقي ومنطقة الغابات الاستوائية المطيرة، لم يُلاحظ وجود أي اتجاه طويل الأمد. غير أن التقلبات من سنة إلى أخرى تزايدت، مع الإبلاغ عن حدوث موجات جفاف أكثر شدة وموجات من المطر الغزير في أجزاء من الجنوب الأفريقي. وشهد شرق أفريقيا زيادة في هطول الأمطار ببعض أنحاءه خلال العقود الماضية، وهو ما يتناقض مع الاتجاه الجاف الذي ساد معظم أجزاء المنطقة خلال القرن المنصرم.

وفي حال ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين، يمكن للاختلافات القائمة حالياً في درجة توفر المياه فيما بين بلدان المنطقة أن تصبح أكثر تفاوتاً. فعلى سبيل المثال، يُتوقع أن يزيد متوسط المعدل السنوي لهطول الأمطار في منطقة القرن الأفريقي في المقام الأول (بما لذلك من آثار إيجابية وسلبية على حد سواء) في حين قد تشهد أجزاء من الجنوب والغرب الأفريقي انخفاضاً في معدلات هطول الأمطار ومعدلات إعادة ملء مكامن المياه الجوفية بما يتراوح بين 50 و70 في المائة. أما في حال ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية، فقد ينخفض معدل هطول الأمطار في الجنوب الأفريقي بنسبة تصل إلى 30 في المائة، في حين يُتوقع لشرق أفريقيا، طبقاً للعديد من النماذج، أن تكون أكثر رطوبة مما هي عليه اليوم، وهو ما سيؤدي إلى حدوث تناقص عام في مخاطر الجفاف. غير أن هناك بعض المحاذير الهامة فيما يتعلق بمعدلات هطول الأمطار. فهناك، أولاً، درجة عالية من عدم اليقين، ولاسيما فيما يتعلق بمنطقتي شرق أفريقيا وغربها. وثانياً، حتى لو حدثت بالفعل زيادة في المتوسط السنوي لمعدل هطول الأمطار، فمن المحتمل أن تتركز في شكل موجات متقطعة لا أن تتوزع بالتساوي على امتداد السنة². وعلاوة على ذلك فإن من المتوقع أن تتزايد احتمالات حدوث موجات جفاف في وسط أفريقيا وجنوبها. والتعريف العلمي "للتراجع" هو أن تكون فرصة حدوث الظاهرة الجوية أكبر من 66 في المائة باستخدام أساليب النماذج المتبعة في هذا التقرير.

² تزداد حدة حالة عدم اليقين فيما يتعلق بشرق أفريقيا بوجه خاص بسبب بواضع القلق بشأن ما إذا كانت نماذج الدوران العام تعكس بدرجة كافية ديناميكيات المواسم المطيرة في تلك المنطقة ولأن النماذج المناخية الإقليمية فائقة الدقة لا تعكس فيما يبدو، بل تناقض، الزيادة في معدلات هطول الأمطار التي تظهرها التوقعات المستندة إلى معظم النماذج العالمية. فمخاطر الجفاف تنجم عن طول فترات الانخفاض في معدلات هطول الأمطار أو ارتفاع الحرارة أو كليهما، لكن هذه المخاطر تتأثر أيضاً بغيرها من المتغيرات المناخية، مثل سرعة الرياح والإشعاعات الساقطة. وتوقعات النماذج المناخية لارتفاع درجة الحرارة عامة تتسم بانخفاض درجة عدم اليقين، في حين تختلف توقعات هطول الأمطار من منطقة إلى أخرى. وتقل حالة عدم اليقين إلى أدنى حد بالنسبة للجنوب الأفريقي (بسبب ارتفاع درجة الحرارة في المقام الأول)، وتزيد إلى حد ما بالنسبة لمنطقة وسط أفريقيا (بسبب قلة مؤشرات التغير)، وتبلغ أقصاها بالنسبة لمنطقة غرب أفريقيا (حيث الاختلافات شاسعة بين النماذج فيما يتعلق بالتغيرات في معدلات هطول الأمطار، سواء من حيث مؤشراتنا أو درجة شدتها).

³ في هذا التقرير، يعرف مصطلح الحرارة المفرطة غير العادية وغير المسبوقة باستخدام حدود تستند إلى متغيرات تاريخية للمناخ الحالي المحلي. وعلى ذلك، يعتمد المستوى المطلق للحد الأدنى على التغير السنوي الطبيعي في فترة الأساس (1951-1980) والذي يبينه الانحراف المعياري (سيجما). وتحدد الحرارة المفرطة غير العادية بثلاثة أحداث 3 سيجما. وللتوزيع العادي، فإن أحداث 3 سيجما تقع في مدى 740 عاماً. وتصف موجة الحرارة في الولايات المتحدة عام 2012 وموجة الحرارة في روسيا عام 2010 بأنها من أحداث 3 سيجما وبالتالي أحداثاً غير عادية. أما الحرارة المفرطة غير المسبوقة فتحدد بأنها أحداث 5 سيجما. وهي تقع في مدى ملايين السنوات. ولا تتبع بيانات الحرارة الشهرية بالضرورة توزيعاً عادياً (على سبيل المثال، قد يكون للتوزيع ذبلاً "طويلاً" ما يجعل من الأحداث الدافئة أكثر احتمالاً) وقد تختلف مرات التكرار عن المرات المتوقعة في التوزيع العادي. ومع ذلك، فإن أحداث 3 سيجما بعيدة بشدة عن الاحتمال وأحداث 5 سيجما لم تحدث مطلقاً تقريباً.

100 سنتيمتر بحلول التسعينيات. ويرجع الفارق بين سيناريو الدرجتين وسيناريو الأربع درجات فيما يتعلق بمعدل ارتفاع منسوب مياه البحر ودرجة شدته بحلول عام 2100 إلى استمرار الارتفاع في منسوب مياه البحر في ظل سيناريو الحرارة الأعلى مقارنة باستقرار منسوب المياه في سيناريو الدرجتين. ومن شأن ارتفاع منسوب مياه البحر المتوقع في عالم الأربع درجات أن يزيد من نسبة السكان المعرضين لمخاطر الفيضانات في غينيا بيساو وموزامبيق إلى نحو 15 في المائة بحلول عام 2100، مقارنةً بنحو 10 في المائة في التوقعات التي لا تشمل ارتفاع منسوب مياه البحر؛ وفي غامبيا، ستزيد نسبة السكان المعرضين لخطر الفيضانات عدة أضعاف لتصل إلى 10 في المائة من السكان بحلول عام 2070.

تصنيف الآثار حسب القطاع ومحور التركيز

النظم البيئية

قد تقل مساحة أراضي السافانا العشبية، مع احتمال حدوث آثار على سبل كسب الرزق وأنظمة المراعي. فتمتد بلوغ الارتفاع في الحرارة 3 درجات مئوية، يُتوقع أن تقلص مساحات السافانا من حوالي الربع في الوقت الراهن إلى حوالي سُبُع إجمالي مساحة الأرض، لتتناقص بذلك الأعلاف المتاحة لحيوانات الرعي. ومن المتوقع لهذا التغيير في الأوضاع المناخية وزيادة تكثف ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي للأرض أن يلعب دوراً في حدوث تحولات في النظم البيئية الأفريقية، ومن ثم في حدوث تغيير في تركيبة أنواع الأحياء. ونتيجة للتسميد بثاني أكسيد

⁴ يتسم الجذب بحدوث عجز هيكلي في معدل هطول الأمطار — وهو ما يعني نقص كميات الأمطار اللازمة للنباتات أو نمو المحاصيل، أو كليهما — ومن المحتمل أن يكون المحرك الدافع إليه وجود آلية إيجابية لرد الفعل. ففي المناطق التي تجف فيها التربة نتيجة لنقص الأمطار لا يمكن تحويل المزيد من الحرارة إلى حرارة كامنة وتؤدي الحرارة كلها إلى زيادة درجة حرارة سطح الأرض. وهذه السخونة الإضافية في درجة حرارة الأرض تزيد من الطلب على تخر مياه المحاصيل مما يؤدي إلى تفاقم النقص في هطول الأمطار.

الآثار المادية والبيولوجية المحتملة لتغير المناخ المتوقع

ستكون للتغيرات المتوقعة في معدلات هطول الأمطار، والحرارة، وتواتر موجات الحر الشديد أو شدتها، أو كليهما معاً، آثار مباشرة وغير مباشرة على ارتفاع منسوب مياه البحر، والجذب، وغلة المحاصيل، وأنظمة المراعي الزراعية، وهو ما من شأنه أن يؤثر على السكان.

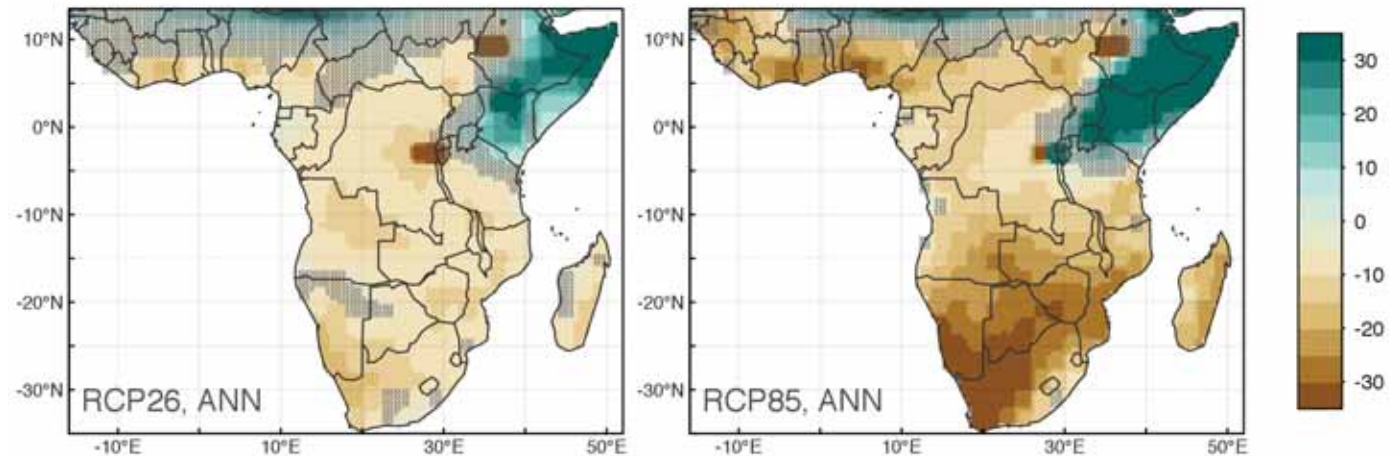
اتجاهات الجذب المتوقعة

من المتوقع أن يطرأ تحول على أنماط الجذب⁴ وأن تتسع رقعته بالمناطق التي توصف بذلك، وذلك نتيجةً للتغيرات في درجات الحرارة وفي معدلات هطول الأمطار. فمن المنتظر أن تتسع رقعة المناطق الجذبة، وخاصة في منطقة الجنوب الأفريقي، وإن كان ذلك سيضم أيضاً أجزاء من غرب أفريقيا. ومن المتوقع أن تتسع رقعة المناطق القاحلة تماماً والجذبة بنسبة 10 في المائة مقارنةً بالفترة بين عامي 1986 و 2005. وأينما ازدادت درجة الجذب، يُرجح أن تقل غلة المحاصيل الزراعية مع قصر موسم النمو. ويُتوقع لشرق أفريقيا أن يشهد تناقصاً في الجذب، إلا أن هذا التغيير بالمنطقة لن يعوض الزيادات بالمناطق الأخرى.

ارتفاع منسوب مياه البحر

من المتوقع أن يكون ارتفاع منسوب مياه البحر بالمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية أعلى من المتوسط العالمي. ومتى ارتفعت الحرارة 1.5 درجة مئوية، يُتوقع لمنسوب مياه البحر أن يرتفع بمقدار 50 سنتيمتراً على امتداد السواحل الاستوائية الأفريقية جنوبي الصحراء، مع إمكانية حدوث ارتفاع أكبر إذا ما تحققت التوقعات الأكثر شدة. ففي ظل سيناريو ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين، يُتوقع لمنسوب مياه البحر أن يصل ارتفاعه إلى 70 سنتيمتراً بحلول ثمانينيات هذا القرن، مع ارتفاع المستويات أكثر من ذلك كلما اتجهنا جنوباً. أما في ظل سيناريو الأربع درجات مئوية فمن المتوقع أن يؤدي ازدياد الحرارة إلى ارتفاع منسوب مياه البحر

الشكل 3.1: أفريقيا جنوب الصحراء — المتوسط الحسابي متعدد النماذج للنسبة المئوية للتغير في مؤشر الجذب في عالم الدرجتين المئويتين (إلى اليسار) وفي عالم الأربع درجات مئوية (إلى اليمين) في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء بحلول الفترة بين عامي 2071 و 2099 مقارنةً بالفترة بين عامي 1951 و 1980.



في المناطق غير المظلة، هناك اتفاق فيما بين النماذج بنسبة لا تقل عن أربعة أخماس (80 في المائة). أما في المناطق المظلة فهناك اختلاف في خمس النماذج (40 في المائة). ويلاحظ أن حدوث تغير سلبي يعني حدوث تحول باتجاه أوضاع أكثر جفافاً. وتظل هناك حالة من عدم اليقين بوجه خاص فيما يتعلق بشرق أفريقيا، حيث تميل توقعات النماذج الإقليمية لتغير المناخ إلى إظهار زيادة في معدل هطول الأمطار، وهو ما يعني حدوث انخفاض على مؤشر الجذب (انظر أيضاً الحاشية 2). ولا يعني حدوث انخفاض في معدل الجذب بالضرورة نشوء أوضاع مواتية أكثر للزراعة أو الماشية، إذ قد ترتبط به زيادة في مخاطر الفيضانات.

أخضوا الحرارة: تقلبات المناخ الحادة، وآثارها الإقليمية، ومبررات المرونة

الجدول 1.3: ملخص الآثار والمخاطر المناخية في أفريقيا جنوب الصحراء^أ

المخاطر/الآثار	أوجه مخاطر أو تغيرات ملحوظة	حوالي 1.5 درجة مئوية ^{ب،ج} (في حوالي الثلاثينيات ^د)	حوالي درجتين مئويتين (الأربعينيات)	حوالي 3 درجات مئوية (الستينيات)	حوالي 4 درجات مئوية (الثمانينيات)
موجات الحر الشديد بالنصف الصيف الشمالي من الكرة الأرضية^{هـ}	لا وجود لها تقريباً	لا وجود لها تقريباً	لا وجود لها تقريباً	لا وجود لها تقريباً	لا وجود لها تقريباً
الجفاف	تزايد الميل إلى الجفاف ملحوظ منذ عام 1950	تزايد تعرض جنوب ووسط وغرب أفريقيا لخطر الجفاف، وانخفاضه في شرق أفريقيا، لكن التوقعات بالنسبة لغرب أفريقيا وشرقها ليست مؤكدة	يحتمل تعرض جنوب ووسط أفريقيا لخطر جفاف شديد، وتزايد الخطر في غرب أفريقيا، وانخفاضه في شرق أفريقيا، لكن التوقعات بالنسبة لغرب أفريقيا وشرقها ليست مؤكدة	يحتمل تعرض الجنوب الأفريقي لخطر جفاف بالغ الشدة، مع جفاف شديد في وسط أفريقيا، وتزايد الخطر في غرب أفريقيا، وانخفاضه في شرق أفريقيا، لكن التوقعات بالنسبة لغرب أفريقيا وشرقها ليست مؤكدة	يحتمل تعرض الجنوب الأفريقي لخطر جفاف بالغ الشدة، مع جفاف شديد في وسط أفريقيا، وتزايد الخطر في غرب أفريقيا، وانخفاضه في شرق أفريقيا، لكن التوقعات بالنسبة لغرب أفريقيا وشرقها ليست مؤكدة
الجذب	تزايد شدة الجفاف	لا يُتوقع حدوث تغير كبير	تزايد مساحة المناطق شديدة الجذب والجدة بنسبة 3 في المائة	تزايد مساحة المناطق شديدة الجذب والجدة بنسبة 10 في المائة وتزايد إجمالي مساحة الأراضي شبه الجدة بنسبة 5 في المائة	تزايد مساحة المناطق شديدة الجذب والجدة بنسبة 10 في المائة وتزايد إجمالي مساحة الأراضي شبه الجدة بنسبة 5 في المائة
ارتفاع منسوب مياه البحر فوق مستواه الحالي (1985-2005)	حوالي 21 سنتيمتراً عام 2009	30 سنتيمتراً ^و - 40 سنتيمتراً ^ز	30 سنتيمتراً ^ح - 50 سنتيمتراً ^ط	30 سنتيمتراً ^ي - 50 سنتيمتراً ^ك	30 سنتيمتراً ^ل - 50 سنتيمتراً ^م

^أ في نهاية الفصل الثالث، هناك جدول أكثر تفصيلاً للآثار والمخاطر المتوقعة بمنطقة أفريقيا جنوب الصحراء.
^ب يشير إلى الزيادة في المتوسط الحسابي العالمي فوق مستوى ما قبل الثورة الصناعية.
^ج تشير السنوات المذكورة إلى العقد الذي سيشهد تجاوز ارتفاع الحرارة مستوياته في السيناريو المعتاد مع ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية بحلول الثمانينيات.
^د تشير السنوات المذكورة إلى العقد الذي سيشهد تجاوز ارتفاع الحرارة تغيراً نسبته 50 في المائة أو أكثر (في مستهل العقد عادةً) في ظل السيناريو المعتاد (السيناريو 8.5 بسلسلة المسارات التمثيلية لتركز الغازات). وعادة ما تكون فرصة التجاوز بأكثر من 66 في المائة في النصف الثاني من العقد المذكور.
^{هـ} الأرقام الواردة هي المتوسط الحسابي لموجات الحر المتوقعة بالنماذج المناخية. ويتراوح نطاق عدم اليقين الأثير بين النماذج (بحديه الأدنى والأعلى) في عالم الأربع درجات مئوية ما بين 70 و100 في المائة بالنسبة لموجات الحر غير المعتادة، وبين 30 و100 في المائة بالنسبة للموجات التي لم يسبق لها مثيل. وأقصى معدل لتواتر حدوث موجات الحر الشديد يقترن من 100 في المائة، إذ إن قير المؤشر تتسع عند هذا المستوى.
^و فوق المتوسط الحسابي التقديري لمنسوب مياه البحر في عام 1880.
^ز أضف 20 سنتيمتراً لكي تحصل على تقدير تقريبي فوق مستوى ما قبل الثورة الصناعية.

درجة حرارة تتراوح بين 20 و 32 درجة مئوية. ويذكر التقرير التقييمي الرابع الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC 2007) أنه حتى الزيادات البسيطة (درجة إلى درجتين مئويتين) قد يكون لها أثر سلبي على غلة محاصيل حبوب رئيسية، مثل القمح والذرة والأرز؛ ومن شأن ارتفاع الحرارة أكثر من ذلك أن تكون له آثار سلبية متزايدة، مظهرًا حدوث انخفاض في غلة محصول القمح بالمناطق الواقعة على خطوط العرض الدنيا يصل إلى قرابة 50 في المائة في حال ارتفاع متوسط درجة الحرارة المحلية بنحو 5 درجات مئوية. وفي ظل التكرار المتوقع لتجاوز هذه العتبات في عالمي الدرجتين والأربع درجات مئوية، يُرجح أن تحدث صدمات إنتاجية بالغة.

- فقدان أو تغير المناطق الملائمة للزراعة. ارتفاع الحرارة بما يتراوح بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين بحلول ثلاثينيات وأربعينيات القرن الحالي يمكن أن يؤدي إلى تناقص تتراوح نسبته ما بين 40 و 80 في المائة من المناطق الصالحة حالياً لزراعة الذرة والذرة الرفيعة والسرغوم. وعند بلوغ الارتفاع 3 درجات مئوية، يمكن أن تصل نسبة هذا التناقص إلى أكثر من 90 في المائة.
- انخفاض كبير في غلة المحاصيل. وهو الأمر المتوقع حدوثه على الأمد القريب في ظل الارتفاعات المتواضعة نسبياً في درجات الحرارة. ففي حال ارتفاع الحرارة بما يتراوح بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين، يُتوقع أن تحدث

الكربون، ربما تستطيع الأشجار أن تتفوق على الأعشاب غير القادرة على تحمل الظل في مناطق السافانا، مما يؤدي إلى تقلص مساحة الأراضي العشبية وحدث انخفاض في توفر الغذاء اللازم للماشية وغيرها من الحيوانات. وليس من الواضح حتى الآن ما إذا كانت الآثار السلبية لتزايد حدة الجفاف على الأشجار بالمنطقة ستؤدي إلى الحد من اتساع رقعة هذه الغابات أم لا. وقد لوحظ حدوث انخفاض بنسبة 20 في المائة في كثافة الأشجار في غرب الساحل منذ خمسينيات القرن الماضي، في رد فعل للتغيرات في درجة الحرارة والتقلبات في معدل هطول الأمطار.

الإنتاج الزراعي

هناك العديد من الدلائل التي تشير إلى احتمال حدوث خطر جسيم على غلة المحاصيل وإنتاج الغذاء بما يؤثر سلباً على الأمن الغذائي عند ارتفاع الحرارة 1.5 درجة مئوية، مع تزايد المخاطر كلما ازداد ارتفاع الحرارة.

- الحساسية تجاه ارتفاع درجة الحرارة. فهناك عتبة لهذه الحساسية لوحظ وجودها لدى بعض المحاصيل الهامة، مثل الذرة، والقمح، والذرة البيضاء الرفيعة (السرغوم)، مع حدوث انخفاض كبير في غلة المحاصيل فور تجاوز هذه العتبة. فمعدل التمثيل الضوئي على سبيل المثال، (وهو من العوامل الهامة للنمو والغلة)، لمحاصيل مثل القمح والأرز يبلغ حده الأقصى في ظل

غلة المحاصيل ونقص قيمتها الغذائية. ومن المتوقع حدوث تقزم متوسط الدرجة للأطفال دون الخامسة بمعدل يتراوح بين 16 و 22 في المائة، وحدث تقزم شديد بمعدل يتراوح بين 12 و 20 في المائة. غير أنه في حال عدم حدوث تغير في المناخ، فمن المتوقع أن تظل معدلات التقزم المتوسط قريبة من مستوياتها الحالية (بين 21 و 30 في المائة على مستوى المنطقة كلها)، في حين يُتوقع للتقزم الشديد أن يقل بنسبة 40 في المائة.

تجميع متكامل لآثار تغير المناخ في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء

تواجه منطقة أفريقيا جنوب الصحراء طائفة من المخاطر المناخية التي يمكن أن تكون لها تداعيات بعيدة المدى على مجتمعاتها واقتصادها في المستقبل. وحتى إذا تسنى الإبقاء على ارتفاع درجة الحرارة دون مستوى الدرجتين مئويتين، فستظل هناك مخاطر جمة ستظل في تزايد مع اقتراب ارتفاع الحرارة من 4 درجات مئوية.

توقع تزايد الفقر والمخاطر الناجمة عن الأمراض بسبب تغير المناخ
الفقر قد يزداد تفشياً بالمنطقة عما هو عليه الآن نتيجة الآثار المناخية، إذ إن الأسر الفقيرة ذات مصادر الدخل التي تتسم بالحساسية تجاه تغير المناخ غالباً ما تتضرر أكثر من غيرها من جراء تغير المناخ، ولا تزال نسب كبيرة من السكان تعتمد على قطاع الزراعة بوصفه المصدر الأول للأمن الغذائي والدخل. ودون مستوى الدرجتين المئويتين، تبرز مخاطر إقليمية كبيرة على الإنتاج والأمن الغذائي؛ وسوف تزداد شدة هذه المخاطر حتماً إذا لم تكن إجراءات التكيف كافية وإذا كان تأثير تسميد الأرض بثاني أكسيد الكربون ضعيفاً. وقد قُدرت نسبة تزايد الفقر بما يصل إلى واحد في المائة في أعقاب صدمات إنتاج الغذاء القاسية في ملاوي وأوغندا وزامبيا. ومع اقتراب ارتفاع الحرارة من 4 درجات مئوية، تزداد حدة الآثار بمختلف القطاعات.

ويزيد سوء التغذية بوصفه أحد تداعيات آثار تغير المناخ على إنتاج الغذاء من قابلية الإصابة بالأمراض، وهو ما يؤدي إلى تفاقم المخاطر الصحية الكلية بالمنطقة. ويرتبط تقزم الأطفال الناجم عن سوء التغذية بنقص كلٍ من القدرات الإدراكية المعرفية والأداء الدراسي. ومن شأن الخسائر المتوقعة في غلة المحاصيل والآثار السلبية على إنتاج الغذاء التي تؤدي إلى حدوث انخفاض في الدخل الحقيقي أن تؤدي إلى تفاقم شدة الأوضاع الصحية السيئة ونقص التغذية؛ كما يُتوقع أن تستشري معدلات الإصابة بالمalaria وغيرها من الأمراض في ظل تغير المناخ، وقد يكون من المتوقع أيضاً حدوث آثار سلبية على الأداء التعليمي للأطفال.

ومن بين الأمراض التي تشكل تهديداً لمنطقة أفريقيا جنوب الصحراء ضمن تداعيات تغير المناخ الأمراض التي تنتقل بواسطة الكائنات العضوية أو عبر المياه، مثل الملاريا، وحمى الوادي المتصدع، والكوليرا. ومن المتوقع أن تزداد مخاطر الإصابة بهذه الأمراض مع اتساع رقعة المناطق ذات الأوضاع المواتية لتكاثر الكائنات العضوية ومسببات الأمراض نتيجة للتغير في أنماط الحرارة وهطول الأمطار. ومن بين الآثار الأخرى المتوقع لها أن تصاحب تغير المناخ ارتفاع معدل الوفيات والإصابة بالأمراض نتيجة لسوء الأحوال الجوية الشديد، مثل الفيضانات وموجات الحر القاتلة الأكثر شدة وسخونة.

خسائر في متوسط غلة المحاصيل بنسبة تبلغ حوالي 5 في المائة، مع تزايد المتوسط التقديري للخسائر بنحو ناقص 15 في المائة (إذ ستتراوح النسبة بين ناقص 5 و ناقص 27 في المائة متى ارتفعت الحرارة بما يتراوح بين درجتين و 2.5 درجة مئوية).⁵ وفي حال ارتفاع الحرارة بين 3 و 4 درجات مئوية فهناك من الدلائل ما يشير إلى أن غلة المحاصيل قد تقل بما يتراوح بين 15 و 20 في المائة بالنسبة لكافة المحاصيل والمناطق، ولو أن الدراسات التقديرية للآثار المحتملة على غلة المحاصيل مازال محدودة.

- متوسط نصيب الفرد من إنتاج المحاصيل. يُتوقع له متى ارتفعت الحرارة بنحو 1.8 درجة مئوية (بحلول خمسينيات القرن الحالي) أن ينخفض بنسبة 10 في المائة مقارنةً بما سيكون عليه في حال عدم تغير المناخ. ومع توقع حدوث المزيد من الانخفاض في غلة المحاصيل كلما ازدادت الحرارة ارتفاعاً، يمكن لهذا الخطر أن يتفاقم؛ غير أن ذلك لم يتم قياسه كيميائياً حتى الآن. كما أنه من المتوقع أن يعاني إنتاج الماشية أيضاً من جراء تأثير تغير المناخ على توفر الأعلاف والإجهاد الحراري.
- بدائل تنوع أنظمة المراعي الزراعية (كالتحول مثلاً إلى أنظمة التشجير وتربية الماشية معاً، وإنتاج الأعلاف بالري، والأنظمة التي تمزج بين زراعة المحاصيل وتربية الماشية) من المرجح أن تتناقص مع انخفاض طاقة الأرض على إنتاجية المحاصيل والماشية نتيجة لتغير المناخ. وقد سبق لقطاع تربية الماشية أن تعرض لمخاطر الجفاف فيما مضى، حيث خسّر أصحاب المراعي في جنوب إثيوبيا، على سبيل المثال، قرابة 50 في المائة من ماشيتهم وحوالي 40 في المائة من رؤوس الخراف والماعز بسبب الجفاف بين عامي 1995 و 1997.
- التسميد بثاني أكسيد الكربون. وهو شيء مازال تأثيره غير مؤكد. فمن شأن حدوث تجاوب قوي من جانب المحاصيل تجاه تزايد تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو أن يساعد في تقليل الآثار المرتبطة بالتغيرات في درجة الحرارة ومعدل هطول الأمطار. إلا أن محاصيل هامة من بينها الذرة والسرغوم ودخن اللؤلؤ—وهي من المحاصيل السائدة في أفريقيا—لا تتسم بكثير من الحساسية فيما يتعلق بنسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الجو. وعلاوة على ذلك، فإن درجة قوة هذه الآثار لا تزال غير مؤكدة إذا ما قورنت بنتائج تجارب تخصيب ثاني أكسيد الكربون بالهواء الطلق (FACE)،⁶ لأن نتائج التسميد المستخدمة في نماذج متعددة تبدو مفرطة في التقدير. وفي ظل التسميد المستدام بثاني أكسيد الكربون لوحظ تناقص القيمة الغذائية للحبوب لكل وحدة كتلة.

مصائد الأسماك

من المتوقع لموارد الرزق التي تعتمد على مصائد الأسماك وغيرها من خدمات النظم البيئية أن تتعرض للتهديد في بعض المناطق، مع احتمال أن تختفي أنواع بالغة الأهمية من الأنواع محلياً. ومن المرجح لحصيلة صيد الأسماك المحتملة قبالة سواحل غرب أفريقيا، حيث تمثل الأسماك ما يصل إلى 50 في المائة من استهلاك البروتين الحيواني، أن تنخفض بنسبة قد تصل إلى 50 في المائة بحلول الخمسينيات (مقارنةً بمستويات عام 2000). وفي مناطق أخرى، مثل السواحل الشرقية والجنوبية الشرقية لأفريقيا جنوب الصحراء، يُتوقع لحصيلة الصيد المحتملة أن تزداد.

الصحة

قد ينجم عن سوء التغذية تداعيات صحية ثانوية كبيرة بتسببه في تقزم الأطفال أو زيادة القابلية للإصابة بأمراض أخرى. ففي حال ارتفاع الحرارة بما يتراوح بين 1.2 و 1.9 درجة مئوية، يُتوقع لمستويات سوء التغذية أن تكون في نطاق يتراوح بين 15 و 65 في المائة حسب المنطقة الفرعية المعنية، وذلك نتيجة لانخفاض

⁵ هذا النطاق ينطبق على المحاصيل التالية: الذرة الرفيعة، السرغوم، القمح، المنيهوت (الكاسافا)، والفول السوداني.

⁶ تقيس تجارب تخصيب ثاني أكسيد الكربون بالهواء الطلق آثار زيادة نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في الهواء الطلق، بحيث تستبعد العوامل التي قد تؤثر في نتائج التجارب إذا ما تم إجراؤها في الظروف التقليدية للمختبرات المعملية.

توقع أن يمثل تغير المناخ تحدياً للتنمية الحضرية، والبنية التحتية، والتعليم

يمكن للتوجه الحالي نحو التوسع الحضري في أفريقيا جنوب الصحراء أن تتسارع وتيرته من جراء الضغوط التي يُتوقع أن يثقل بها تغير المناخ كاهل السكان في الريف. ومن المتوقع أن تنشأ هذه الضغوط جزئياً عن تأثير تغير المناخ على إنتاج الغذاء الذي يمثل حالياً مصدر الرزق لنحو 60 في المائة من الأيدي العاملة في المنطقة. وربما يتيح النزوح إلى المناطق الحضرية فرصاً جديدة لكسب الرزق، لكنه يُعرض النازحين أيضاً لمخاطر جديدة. فالأوضاع التي تتسم بها المناطق الحضرية الفقيرة، بما في ذلك الاكتظاظ وعدم كفاية المياه ومرافق المجاري والصرف الصحي، تساعد على انتقال الأمراض التي تنقلها الكائنات العضوية وتلك التي تنتقل من خلال المياه. ونظراً لوقوع العديد من المدن في مناطق ساحلية، فإنها غالباً ما تكون عُرضةً لمخاطر الإغراق. ويميل أشد قاطني المناطق الحضرية فقراً إلى سكنى المناطق المعرضة للمخاطر، كالسهول التي تكتسحها مياه السيول والفيضانات والمنحدرات الحادة، وهو ما يزيد من خطر تعرضهم للظواهر الجوية المتطرفة. ويمكن أن يشعر سكان تلك المجتمعات المحلية حتى بتأثير ما يحدث من ظواهر جوية بعيدة تماماً عن المناطق الحضرية. فزيادة أسعار الغذاء في أعقاب صدمات الإنتاج الزراعي، على سبيل المثال، تقع تداعياتها الأشد ضرراً على المدن.

ونتيجةً لارتفاع منسوب مياه البحر يمكن أن يكون للتأثيرات على البنية التحتية أثر على التنمية البشرية والاقتصادية، بما في ذلك التأثير على صحة الإنسان، والبنية التحتية للموانئ، والسياحة. فعلى سبيل المثال، أدت فيضانات عام 2009 بمنطقة دلتا نهر تانا في كينيا إلى انقطاع الخدمات الطبية عن قرابة 100 ألف شخص من السكان؛ ومن شأن ارتفاع منسوب مياه البحر 70 سنتيمتراً بحلول عام 2070 أن يتسبب في إلحاق أضرار بالبنية التحتية لميناء دار السلام في تنزانيا —الذي يُعد أحد مراكز التجارة الدولية— وهو ما سيرعرض للخطر أصولاً قيمتها 10 مليارات دولار، أي أكثر من 10 في المائة من إجمالي الناتج المحلي للمدينة (كيبدي ونيكولاس 2011). ومن شأن إلحاق مثل هذا الضرر بميناء دار السلام أن تكون له تداعيات اقتصادية

أكبر نظراً لأنه المنفذ البحري للعديد من البلدان المجاورة الحبيسة التي لا تطل على بحار.

وهناك دلائل على أن تغير المناخ يمكن أن يؤثر في القدرة على تلبية الاحتياجات التعليمية للأطفال، ولاسيما في المناطق الفقيرة والمعرضة للمخاطر. ومن شأن الخسائر المتوقعة في غلة المحاصيل والآثار السلبية على إنتاج الغذاء أن تزيد من شدة الأوضاع الصحية السيئة ونقص التغذية؛ كما يُتوقع أن تسوء معدلات الإصابة بالمalaria وغيرها من الأمراض في ظل تغير المناخ، وقد يكون من المتوقع أيضاً حدوث آثار سلبية على الأداء التعليمي للأطفال. وكذلك يرتبط تقزم الأطفال الناجم عن سوء التغذية بنقص كل من القدرات الإدراكية المعرفية والأداء الدراسي. وقد تكون للزيادة المتوقعة في شدة درجات الحرارة الشهرية في غضون العقود القليلة المقبلة آثار سلبية أيضاً على الأوضاع التعليمية سواء بالنسبة للتلاميذ أو المدرسين.

وبشكل عام، فإن من المتوقع أن يواجه سكان منطقة أفريقيا جنوب الصحراء ضغوطاً متنامية على أنظمة إنتاج الغذاء ومخاطر ترتبط بارتفاع درجة الحرارة وموجات الحر الشديد، والجفاف، وتغير أنماط هطول الأمطار، وارتفاع منسوب مياه البحر، وغيرها من الظواهر الجوية الحادة. ومن المرجح أن تتزايد الآثار الصحية وتتفاقم من جراء ارتفاع معدلات سوء التغذية، مع إمكانية حدوث تداعيات بعيدة المدى وطويلة الأمد على التنمية البشرية. ومن المتوقع للنقص الكبير المتوقع في غلة المحاصيل الغذائية حال ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين أن تكون لها تداعيات شديدة على الأمن الغذائي للمستضعفين من السكان، بما في ذلك العديد من المناطق الحضرية المتنامية. وقد تؤثر هذه الآثار وغيرها على البنية التحتية، إذا ما تضافرت معاً، بالسلب على النمو الاقتصادي وتخفيض أعداد الفقراء في المنطقة. فمن المتوقع أن يؤدي ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية إلى حدوث انخفاض شديد في غلة المحاصيل، مع حدوث آثار سلبية كبيرة على الأمن الغذائي، وزيادات حادة في شدة الجفاف وموجات الحر القاتلة، وانخفاض في توفر المياه، وخلل وتحولات في النظم البيئية الهامة. وقد تتسبب هذا الآثار في حدوث تداعيات سلبية جسيمة على السكان وسبل كسب الرزق، ويُرجح أن تكون بالغة الضرر بالتنمية في المنطقة.



جنوب شرق آسيا: المناطق الساحلية والإنتاجية في خطر

ملخص إقليمي

المقصود في هذا التقرير بتعبير جنوب شرق آسيا هو تلك المنطقة التي تتألف من 12 بلداً⁷ بلغ مجموع سكانها حوالي 590 مليون نسمة في عام 2010. ومن المتوقع بحلول عام 2050 أن يرتفع تعداد السكان إلى نحو 760 مليوناً، يقيم 65 في المائة منهم في مناطق حضرية ويتركزون بشكل خاص بالمناطق الواقعة على امتداد السواحل.

ومن المتوقع أن تشهد المنطقة ومواردها الطبيعية تأثيرات ضخمة لدى ارتفاع الحرارة ما بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين وهو ما سيؤدي إلى تعرض الشعاب المرجانية للخطر، بما يستتبع ذلك من ضرر على السياحة وموارد الرزق القائمة على صيد الأسماك وانخفاض الإنتاج الزراعي في مناطق الدلتا بسبب ارتفاع منسوب مياه البحر. فعلى سبيل المثال، من المتوقع بحلول أربعينيات هذا القرن أن يؤدي ارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار 30 سنتيمتراً إلى حدوث انخفاض في إنتاج الأرز بأهم مراكز زراعة الأرز في المنطقة—دلتا نهر الميكونغ— بنحو 2.6 مليون طن في السنة، أي بنسبة 11 في المائة من إنتاج عام 2011. ومن المتوقع أيضاً أن تنخفض حصيلة صيد الأسماك بنحو 50 في المائة في جنوبي الفلبين أثناء الخمسينيات بسبب ارتفاع درجة حرارة مياه البحر وزيادة درجة حموضة المحيط.

وبحلول عالم الأربع درجات مئوية، يمكن أن يحدث تآكل ساحلي شديد بسبب موت الشعاب المرجانية. ومن المتوقع أن يرتفع منسوب مياه البحر بما يصل إلى 100 سنتيمتر بحلول التسعينيات؛ وسوف يتفاقم أثر هذا الارتفاع بفعل الزيادة المتوقعة في شدة أقوى الأعاصير الاستوائية بالمنطقة عند هبوبها على السواحل. وعلاوة على ذلك، فمن المرجح أن تسفر موجات الحر القاتلة التي لم يسبق لها مثيل فوق 90 في المائة من مناطق البر أثناء أشهر الصيف (يونيو/حزيران، ويوليو/تموز، وأغسطس/آب) عن آثار سلبية ضخمة.

الاتجاهات المناخية الحالية وتغيرات المناخ المتوقعة حتى 2100

تفرض التوقعات المناخية لمنطقة جنوب شرق آسيا تحديات صعبة نتيجة للطبيعة المعقدة لتضاريس المنطقة التي تتألف من جبال ووديان ومناطق



ساحلية بامتداد مزيج متنوع من الأرض وأشباه الجزر والجزر؛ والتفاعلات الإقليمية ذات الصلة بين البحر والبر؛ والأعداد الكبيرة من العوامل المحركة للتفاعلات المناخية التي تزيد من حدة تقلبات المناخ المحلي.

درجة الحرارة

في عالم الدرجتين المئويتين، يُتوقع لارتفاع متوسط الحرارة خلال فصل الصيف أن يكون في حدود 1.5 درجة مئوية (من درجة إلى درجتين) بحلول الأربعينيات. أما في عالم الأربع درجات مئوية، فمن المتوقع أن يزيد متوسط درجات الحرارة أثناء أشهر الصيف على البر بمنطقة جنوب شرق آسيا بنحو 4.5 درجة مئوية (بين 3.5 و6.0 درجات) بحلول عام 2100. ويقل ذلك بدرجة ملموسة عن المتوسط الحسابي العالمي لارتفاع درجة الحرارة فوق سطح

⁷ هي بروناي، كمبوديا، إندونيسيا، لاوس، ماليزيا، ميانمار، بابوا غينيا الجديدة، الفلبين، سنغافورة، تايلند، تيمور الشرقية، فييتنام.

مخاطر الأعاصير الاستوائية

من المتوقع أن تشهد منطقة جنوب شرق آسيا زيادة في معدل تواتر العواصف الأشد قوة¹³ مع ما يرتبط بها عادةً من أمطار غزيرة. ويُتوقع أن تزيد السرعة القصوى للرياح السطحية بما يتراوح بين 7 و 18 في المائة في حال ارتفاع الحرارة بنحو 3.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية في غرب الحوض الشمالي للمحيط الهادئ، ولكن من المنتظر أن يتحول مركز نشاط الرياح باتجاه الشمال والشرق. ومن المتوقع أن تزيد سرعة الرياح القصوى للأعاصير الاستوائية المسببة لقوة ارتطامها بالساحل بنسبة 6 و 9 في المائة على الترتيب بالنسبة للجزء القاري من جنوب شرق آسيا والفلبين، مصحوبة بانخفاض نسبته 35 و 10 في المائة على الترتيب في إجمالي عدد الأعاصير التي تهب على البر. ومع ارتفاع درجة حرارة سطح البحر، من المتوقع أن يزيد هطول الأمطار المرتبطة بالأعاصير الاستوائية بنسبة تصل إلى الثلث، وهو ما يشير إلى زيادة مخاطر حدوث فيضانات بالمناطق الواطئة والساحلية.

تسرب المياه المالحة

بالنسبة للعديد من بلدان جنوب شرق آسيا، من المتوقع أن يزيد كثيراً تسرب الملوحة بالمناطق الساحلية مع ارتفاع منسوب مياه البحر. ففي حال ارتفاع منسوب مياه البحر مترًا واحدًا، على سبيل المثال، بحلول عام 2100 في منطقة نهر الماهাকা في إندونيسيا، من المتوقع أن تزيد مساحة الأرض المتأثرة بتسرب الملوحة بما يتراوح بين 7 و 12 في المائة إذا ما ارتفعت الحرارة 4 درجات مئوية. وفي دلتا نهر الميكونغ، يُتوقع أن يؤدي ارتفاع منسوب مياه البحر 30 سنتيمترًا بحلول الخمسينيات، سواء كان ذلك في عالم الدرجتين أم الأربع درجات مئوية، إلى اتساع إجمالي رقعة الأراضي المتأثرة بتسرب الملوحة في الوقت الراهن (1.3 مليون هكتار) بنسبة تفوق 30 في المائة.

هلاك الشعاب المرجانية وتدهورها

تنتعش الشعاب المرجانية في إطار ضيق نسبيًا لا يتحمل التقلبات الشديدة في درجة الحرارة، ولذا فإنها تكون معرضة بشدة لخطر زيادة درجة حرارة سطح البحر؛ وإذا ما ترافق ذلك مع آثار زيادة درجة حموضة المحيط فإنه يعرضها لإجهاد حراري بالغ القسوة، وهو ما يؤدي إلى ابيضاضها. وقد أدى بالفعل ارتفاع درجة حرارة مياه سطح البحر إلى ابيضاض لون الشعاب وتهشمها¹⁴ خلال العقود القليلة الماضية. وفي حال ارتفاع درجة الحرارة إلى ما دون 1.5 درجة مئوية، ستزداد (بنسبة 50 في المائة) احتمالات تكرار حدوث حالات ابيضاض سنويًا في المنطقة بدءًا من عام 2030. وتشير التوقعات إلى أن

الأرض، وذلك لأن مناخ المنطقة يتأثر بشدة بدرجة حرارة سطح البحر التي تتزايد بمعدل أبطأ من المناطق الأخرى التي تتسع بها رقعة الأرض القارية. غير أن من المتوقع للمناطق الاستوائية في جنوب شرق آسيا أن تتصاعد حدة موجات الحر الشديد مع كثرة تجاوز الظواهر الجوية المتطرفة لنطاق درجات الحرارة بسبب التقلبات الطبيعية في المناخ. فمن المتوقع، على سبيل المثال، في ظل سيناريو ارتفاع حرارة العالم درجتين مئويتين أن تمتد موجات الحر غير المعتادة حالياً⁸ أثناء أشهر الصيف لتشمل حوالي 60 إلى 70 في المائة من مساحة مناطق البر. أما موجات الحر الشديد التي لم يسبق لها مثيل، فمن الممكن أن تشمل ما يصل إلى 30-40 في المائة من مساحة الأرض. وفي حال ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية، فإن المناخ خلال أشهر الصيف الذي قد يوصف اليوم بأنه لم يسبق له مثيل سيكون هو المناخ المعتاد الجديد، ما يؤثر في حوالي 90 في المائة من مناطق البر خلال أشهر الصيف. والأهم من ذلك، أن منطقة جنوب شرق آسيا تُعد واحدة من منطقتين (الأخرى هي الأمازون) يُتوقع لهما أن تشهدا، على الأمد القريب، زيادة كبيرة في شدة موجات الحر الشهرية مع توقع ازدياد عدد الأيام الجافة⁹ من 45-90 يوماً في السنة في عالم الدرجتين المئويتين إلى حوالي 300 يوم في عالم الأربع درجات.

هطول الأمطار

يُعد استخدام النماذج المناخية في التنبؤ بالتغيرات المستقبلية في معدلات هطول الأمطار أمراً صعباً بوجه خاص في منطقة جنوب شرق آسيا لأن الرياح الموسمية الصيفية في كلٍ من آسيا وأستراليا تؤثر في المنطقة وتظل هناك اختلافات وفوارق كبرى بين النموذج والأخر. فبالنسبة لعالم الأربع درجات مئوية، ليس هناك اتفاق بين النماذج فيما يتعلق بجنوب شرق آسيا حيث تبدو التغيرات إما غير ذات أهمية من الناحية الإحصائية، أو تتراوح ما بين انخفاض نسبته 5 في المائة وارتفاع نسبته 10 في المائة في معدل هطول الأمطار الموسمية. ورغم هذه التغيرات المتوسطة، فإن أحدث التوقعات القائمة على أساس النماذج تظهر زيادة ملموسة ومتنامية في كلٍ من درجة شدة نوات المطر الغزير ومعدل تواترها. ومن المتوقع للزيادة في موجات المطر الشديد¹⁰ أن تتصاعد بسرعة مع ارتفاع درجة الحرارة، وأن تسهم بأكثر من 10 في المائة من المنسوب السنوي للأمطار في عالم الدرجتين المئويتين و 50 في المائة في عالم الأربع درجات، على الترتيب. وفي الوقت نفسه فمن المتوقع أن يزيد أيضاً أقصى عدد لأيام الجافة المتتالية، وهو أحد مقاييس الجفاف، ما يدل على إمكانية ارتفاع كلٍ من الحددين الأدنى والأقصى لنوات الأمطار الغزيرة.

الآثار المادية والبيولوجية المحتملة بوصفها دالة على تغير المناخ المتوقع

ارتفاع منسوب مياه البحر

من المتوقع أن يبلغ الارتفاع في منسوب مياه البحر على امتداد سواحل جنوب شرق آسيا بين 10 و 15 في المائة فوق المتوسط الحسابي العالمي بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين. ففي عالم الأربع درجات مئوية، من المرجح¹¹ أن يتجاوز الارتفاع المتوقع في منسوب مياه البحر 50 سنتيمترًا فوق المستويات الحالية¹² بحلول عام 2060، و 100 سنتيمتر بحلول عام 2090، مع تعرض ما نيلًا بوجه خاص للخطر. أما في عالم الدرجتين المئويتين، فإن الارتفاع سيكون أقل كثيراً بالنسبة لكافة المواقع، لكنه يظل ملموساً إذ سيبلغ نحو 75 سنتيمترًا (65-85) بحلول عام 2090. وسيؤدي هبوط الأرض بالمنطقة المحلية نتيجةً للتأثيرات الطبيعية البشرية إلى زيادة الارتفاع النسبي في منسوب مياه البحر بمواقع معينة.

⁸ تعريف الموجات الشديدة هو تلك التي تكون تقلباتها الطبيعية المحلية في الوقت الراهن من سنة إلى أخرى في حدود نحو درجة مئوية واحدة، وهو ما يُتوقع تجاوزه بين الحين والآخر حتى في حال تدني متوسط الارتفاع في درجة الحرارة. أما تعريف "لم يسبق لها مثيل" فيشير إلى الموجات التي لم يسبق تسجيل حدوث مثلها طوال فترة تسجيل القياسات كلها.

⁹ مُعرّفة حسب التقلبات التاريخية، بمعزل عن سيناريو الانبعاثات، حيث تتجاوز درجة الحرارة المئين التسعين في مناخ الزمن الحالي.

¹⁰ بوصفها نسبة من إجمالي هطول الأمطار سنويًا.

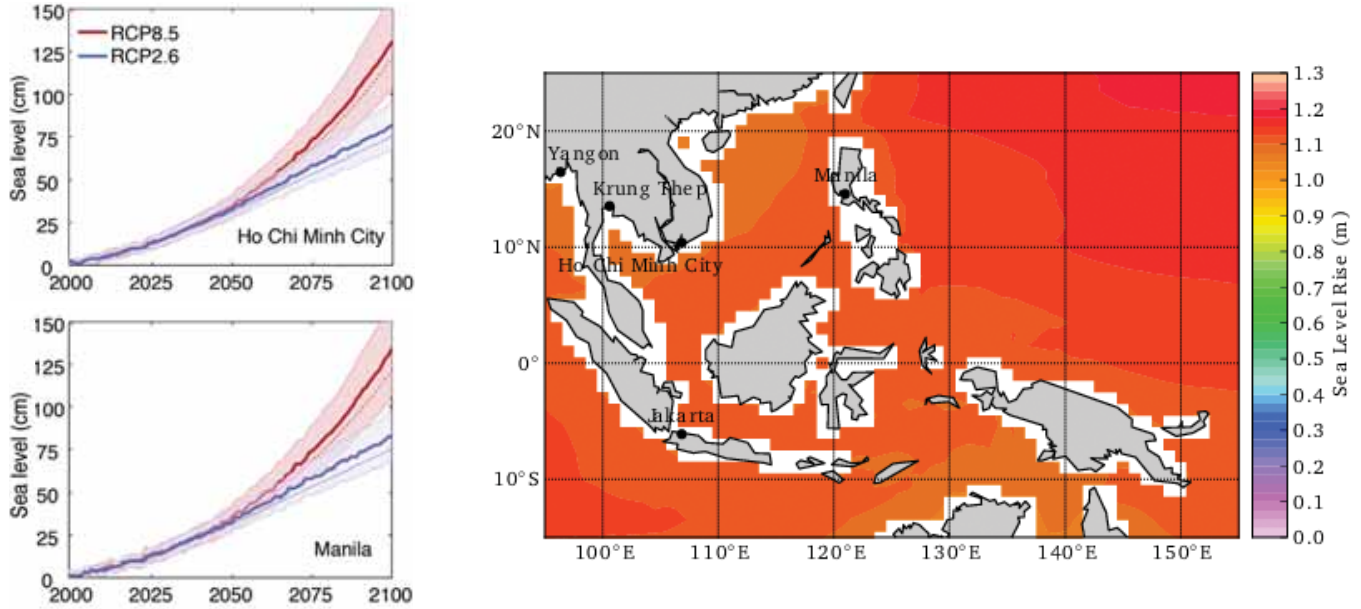
¹¹ حيث تعريف "من المرجح" هو احتمال حدوثه بنسبة تزيد على 66 في المائة، باستخدام أساليب النماذج المتبعة في هذا التقرير.

¹² مستويات 1986-2005.

¹³ من فتي 4 و 5 على مقياس سافير-سمسون لشدة الرياح.

¹⁴ يمكن توقع حدوث ابيضاض في الشعاب المرجانية عندما تزيد درجة الحرارة القصوى خلال موسم الدفء بمقدار درجة مئوية واحدة لمدة تزيد على أربعة أسابيع، ويزداد ابيضاض سوءاً على نحو مطرد كلما ارتفعت درجة الحرارة أكثر أو استمر الارتفاع الزائد لمدة أطول. ومع أن الشعاب المرجانية بمقدورها أن تتعافى من ابيضاض فإن معدل موتها يرتفع وتحتاج إلى سنوات عديدة كي تتعافى. وعندما يتكرر حدوث ابيضاض أو تشد حدته كثيراً فقد تفشل الشعاب في التعافي.

الشكل 4.1: جنوب شرق آسيا – النمط الإقليمي لارتفاع منسوب مياه البحر في عالم الأربع درجات (إلى اليسار؛ طبقاً للمسار التمثيلي لتركز الغازات 8.5) حسب ما تم توقعه باستخدام الأسلوب شبه التجريبي المتبع في هذا التقرير والتسلسل الزمني للارتفاع المتوقع في منسوب مياه البحر في مدينتين مختارتين في المنطقة (إلى اليمين) طبقاً لكلٍ من المسارين التمثيليين لتركز الغازات 2.6 (في عالم الدرجتين) و 8.5 (في عالم الأربع درجات).



عن سيناريوهات النمو السكاني والاقتصادي. وتبرز بانكوك¹⁵، وجاكرتا، ومدينة هوشي منه، ومايلا بوصفها معرضة بوجه خاص للآثار الناجمة عن تغير المناخ. فمن المتوقع أن يتعرض عدة ملايين من سكان بانكوك ومدينة هوشي منه لآثار ارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار 50 سنتيمتراً¹⁶ بحلول السبعينيات. ومن شأن ارتفاع مستويات نمو كل من تعداد سكان المناطق الحضرية وإجمالي الناتج المحلي أن يؤدي إلى زيادة احتمالات التعرض لآثار تغير المناخ على تلك المجالات. وعلاوة على ذلك، فإن آثار موجات الحر الشديد ستتجلى أيضاً بوجه خاص في المناطق الحضرية نتيجةً لما يُعرف بظاهرة "الجزر الحضرية الساخنة"، التي تتجم في المقام الأول عن كثافة المباني ومساحة المدن، وهو ما يؤدي إلى ارتفاع معدلات الوفيات والإصابة بالأمراض في المدن أكثر منها في المناطق الريفية المحيطة بها. ويتعرض الفقراء من سكان الحضر بوجه خاص للضغوط البيئية؛ فالفيضانات المرتبطة بارتفاع منسوب مياه البحر وهبوب العواصف يشكل ضرراً شديداً من الفيضانات ومخاطر صحية لسكان المستوطنات العشوائية غير الرسمية. وفي عام 2005، كان حوالي 40 في المائة من سكان المناطق الحضرية في فييتنام و 45 في المائة منهم في الفلبين يعيشون في مستوطنات عشوائية غير رسمية.

الإنتاج الزراعي في المنطقة، ولاسيما إنتاج الأرز بدلتا نهر الميكونغ، معرض لمخاطر ارتفاع منسوب مياه البحر بسبب قلة ارتفاع أراضيها عن مستوى سطح البحر. ومن المتوقع أن يؤدي ارتفاع منسوب مياه البحر 30 سنتيمتراً، وهو ما

من المحتمل جداً أن تتعرض كافة الشعاب المرجانية لضغوط حرارية قاسية بحلول عام 2050 في حال ارتفاع الحرارة بما يتراوح بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية. ففي عالم الدرجتين المئويتين، ستكون الشعاب المرجانية عُرضة لخطر شديد، ويُتوقع أن يكون معظم الشعاب المرجانية قد انقرض قبل وقت طويل من حلول عالم الأربع درجات مئوية، مع ما يصاحب ذلك من خسارة فيما يرتبط بها من مصائد الأسماك البحرية، والسياحة، وحماية السواحل من ارتفاع منسوب مياه البحر وهبوب العواصف.

تصنيف الآثار حسب القطاع ومحور التركيز

دلتا الأنهار، كدلتا نهر الميكونغ، تشهد فيضانات منتظمة في إطار الدورة المائية السنوية الطبيعية. وتلعب هذه الفيضانات دوراً اقتصادياً وثقافياً هاماً في دلتا الأنهار بالمنطقة. غير أن آثار تغير المناخ المتوقعة، كارتفاع منسوب مياه البحر وشدة الأعاصير الاستوائية، مع هبوط الأرض بفعل الأنشطة البشرية، من شأنها أن تعرض السكان لمخاطر متزايدة، من بينها الفيضانات العارمة، وتسرب ملوحة مياه البحر، وتآكل السواحل. ويتوقع حدوث هذه التداعيات على الرغم من أن مناطق دلتا الأنهار تتسم عادة بالمرونة النسبية إزاء عدم استقرار مستويات مياه البحر والملوحة. ومن المناطق المعرضة لهذه المخاطر بوجه خاص دلتا الأنهار الثلاثة الميكونغ، وإيراوادي وتشاو برايا، وكلها مناطق لا يتجاوز ارتفاع أراضيها المترين فقط فوق منسوب مياه البحر.

المدن الساحلية، بما تضمه من أعداد كبيرة متزايدة من السكان والأصول معرضة لمخاطر ذات صلة بتغير المناخ، بما فيها تزايد شدة العواصف الاستوائية، وارتفاع منسوب مياه البحر لأمد طويل، والتدفق المفاجئ لمياه فيضانات الأنهار والبحار. ومما يجعل من الصعب تقدير أعداد السكان المعرضين لآثار ارتفاع منسوب مياه البحر عدم اليقين الكامن في توقعات ذلك الارتفاع، فضلاً

¹⁵ ما لم يتم اتخاذ إجراءات للتكيف، يُتوقع لمنطقة بانكوك أن تتعرض للغرق نتيجة للفيضانات الناجمة عن نوبات هطول الأمطار الغزيرة والزيادة في ارتفاع منسوب مياه البحر من نحو 40 في المائة في حال ارتفاع منسوب المياه 15 سنتيمتراً فوق المستويات الحالية (وهو ما يمكن أن يحدث بحلول الثلاثينيات) إلى نحو 70 في المائة في ظل سيناريو ارتفاع منسوب مياه البحر 88 سنتيمتراً (وهو ما سيكون وشيكاً بحلول الثمانينيات في ظل ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية).

¹⁶ بافتراض هبوط أرض المنطقة المحلية 50 سنتيمتراً.

أخفصوا الحرارة: تقلبات المناخ الحادة، وآثارها الإقليمية، ومبررات المرونة

الجدول 1.4: ملخص الآثار والمخاطر المناخية في جنوب شرق آسيا^أ

المخاطر/الآثار	أوجه مخاطر أو تغييرات ملحوظة	حوالي 1.5 درجة مئوية ^ب (الثلاثينيات ^ج)	حوالي درجتين مئويتين (الأربعينيات)	حوالي 3 درجات مئوية (الستينيات)	حوالي 4 درجات مئوية (الثمانينيات)
ارتفاع درجة حرارة المنطقة	ارتفاع حرارة بحر الصين الجنوبي بمتوسط يتراوح بين 0.3 و 0.4 درجة مئوية كل عقد منذ ستينيات القرن الماضي. وارتفاع درجة الحرارة في فييتنام بمعدل حوالي 0.3 درجة مئوية كل عقد منذ عام 1971، أي بنحو مثلي المتوسط العالمي	تزايد معدل تواتر الليالي الحارة	ستصبح الليالي الحارة في ظل المناخ الحالي هي الشيء المعتاد الجديد	تتجاوز جميع الليالي تقريباً (حوالي 95 في المائة) المستوى الحالي لليالي الحارة ^د	تتجاوز جميع الليالي تقريباً (حوالي 95 في المائة) المستوى الحالي لليالي الحارة ^د
موجات الحر الشديد (في فصل الصيف بالنصف الشمالي من الكرة الأرضية) ^{هـ}	لا وجود لها تقريباً	60-50 في المائة من مساحة الأرض	70-60 في المائة من مساحة الأرض	85 في المائة من مساحة الأرض	أكثر من 90 في المائة من مساحة الأرض
ارتفاع منسوب مياه البحر فوق مستواه الحالي	نحو 20 سنتيمتراً حتى 2010	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 75 سنتيمتراً فيما بين عامي 2080 و 2100	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 75 سنتيمتراً فيما بين عامي 2080 و 2100	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 95 سنتيمتراً فيما بين عامي 2080 و 2100	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 110 سنتيمتراً فيما بين عامي 2080 و 2100
الشعاب المرجانية	فترات ابيضاض غير عادي	ستزداد كثيراً مخاطر حدوث ابيضاض سنوي (باحتمالات نسبتها 50 في المائة) بدءاً من عام 2030	تعرض كافة الشعاب المرجانية تقريباً لخطر حدوث ابيضاض شديد		

^أ في نهاية هذا الفصل هناك جدول أكثر تفصيلاً للآثار والمخاطر المتوقعة بمنطقة جنوب شرق آسيا.

^ب تشير السنوات المذكورة إلى العقد الذي سيحدث تجاوز ارتفاع الحرارة مستوياته في السيناريو المعتاد مع ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية بحلول الثمانينيات.

^ج تشير السنوات المذكورة إلى العقد الذي سيحدث تجاوز ارتفاع الحرارة مستوياته في السيناريو المعتاد، لا في سيناريوهات التخفيف من حدة الارتفاع إلى تلك المستويات، أو ما دونها، إذ إن السنة في تلك الحالة ستكون دائماً 2100، أو لا شيء على الإطلاق.

^د الأرقام الواردة هي المتوسط الحسابي لموجات الحر المتوقعة بالنماذج المناخية. ويتراوح نطاق عدم اليقين الأبرز بين النماذج (بحديها الأدنى والأعلى) في عالم الأربع درجات مئوية بين 70 و 100 في المائة بالنسبة لموجات الحر غير المعتادة، وبين 30 و 100 في المائة بالنسبة للموجات التي لم يسبق لها مثيل. وأقصى معدل لتواتر حدوث موجات الحر الشديد يقترب من 100 في المائة، إذ إن قيم المؤشر تشعب عند هذا المستوى.

ذلك فإن ارتفاع درجات الحرارة قد يفوق قدرة أنواع من الأسماك ذات الأهمية الإقليمية على التحمل. وتتأثر أنشطة المزارع السمكية بجنوب شرق آسيا في الوقت الراهن بالفعل بالظواهر الجوية المتطرفة، مثل الأعاصير الاستوائية والفيضانات الساحلية. فعلى سبيل المثال، أدى إعصار شانغساني، وهو إعصار من الفئة الرابعة، إلى إتلاف أكثر من 1200 هكتار من المزارع السمكية في فييتنام عام 2006، في حين ترك إعصار فنسنتي (من الفئة الرابعة) وإعصار ساولا (من الفئة الثانية) آثاراً سلبية على حوالي 3 آلاف شخص من العاملين بمجال المزارع السمكية في إندونيسيا، وأسفرا عن إلحاق أضرار مادية تُقدَّر بأكثر من 9 ملايين دولار بقطاع الأسماك (شينخوا، 2012).

مصادر الأسماك، ولاسيما تلك الواقعة بمناطق الشعاب المرجانية، من المتوقع لها أن تتضرر من جراء آثار ارتفاع منسوب مياه البحر، وارتفاع درجة حرارة مياه المحيطات، وزيادة درجة حموضتها المرتبطة بتزايد درجة تركيز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي للأرض والمحيطات. فمن المنتظر أن تقل على نحو ملموس حصيلة الصيد المحتملة. ويتراوح التغيير المتوقع في حصيلة الصيد القصى من الانخفاض 16 في المائة في المياه الإقليمية لفييتنام إلى الزيادة من 6 إلى 16 في المائة في المياه شمالي الفلبين. فضلاً عن ذلك فإن حصيلة إنتاج مصائد الأسماك البحرية (التي لا ترتبط مباشرة بأنظمة الشعاب المرجانية) من المتوقع لها أن تنخفض بنسبة 50 في المائة بالمناطق المحيطة بجنوب الفلبين. ومن المرجح أن تمثل هذه التحولات في حصيلة الصيد المحتملة تحديات إضافية لموارد الرزق الساحلية في المنطقة.

يمكن حدوثه بحلول عام 2040، إلى فقدان حوالي 12 في المائة من الأراضي الزراعية بإقليم دلتا الميكونغ، منها 5 في المائة بسبب الغرق و 7 في المائة بسبب تسرب الملوحة. ومع أن بعض سلالات الأرز تعتبر أكثر مرونة من غيرها، فإن هناك من الدلائل ما يشير إلى أن كافة أنواع الأرز معرضة للغرق المفاجئ والتام إذا استمر ذلك لعدة أيام متتالية، حيث يمكن أن يحدث تجاوز لعتبة الحساسية للإغراق حتى بالنسبة للسلالات الأكثر مرونة نسبياً ويتأثر الإنتاج بشدة. وقد يزيد ارتفاع درجة الحرارة إلى ما يتجاوز عتبة التحمل أثناء مراحل نمو الأرز بالغلة الأهمية (الحرق، والتزهير، وامتلاء الحبوب) من حدة التأثير على الإنتاجية.

المزارع السمكية، وهي الأخرى معرضة للعديد من المخاطر الناجمة عن آثار تغيير المناخ، تُعد صناعة سريعة النمو وذات أهمية اقتصادية كبرى في جنوب شرق آسيا. ففي فييتنام، على سبيل المثال، شهدت هذه الصناعة نمواً سريعاً حيث مثلت في عام 2011 نحو 5 في المائة من إجمالي الناتج المحلي، ارتفاعاً من نحو 3 في المائة في عام 2000. وكذلك شهد غيرها من بلدان جنوب شرق آسيا نمواً سريعاً في هذا القطاع. وتوفر المزارع السمكية قرابة 40 في المائة مما تستهلكه المنطقة من البروتين الحيواني المشتق من الأسماك، ومن ثم فإنها تُعد ذات أهمية بالغلة بالنسبة للأمن الغذائي في المنطقة. ومن المتوقع أن تتعرض المزارع السمكية لأضرار من جراء ازدياد شدة الأعاصير الاستوائية وتسرب الملوحة المرتبط بارتفاع منسوب مياه البحر، ولاسيما بالنسبة للمزارع السمكية التي تعتمد على المياه العذبة أو المياه المائلة للملوحة. فضلاً عن

تزايد الضغوط على المدن الساحلية وتعرض المناطق الحضرية للمخاطر

تتسم منطقة جنوب شرق آسيا بوجه خاص بتركز أعداد كبيرة متزايدة من السكان والأصول بالمدن الساحلية، وهي عرضة لمخاطر تزايد شدة العواصف الاستوائية، وارتفاع منسوب مياه البحر لأمد طويل، والغرق المفاجئ للسواحل، وغيرها من المخاطر ذات الصلة بتغير المناخ. ومالم يتم التعجيل باتخاذ إجراءات للتكيف مع هذا التغير، فمن المتوقع أن تتعرض بانكوك للغرق بسبب هطول الأمطار الغزيرة وزيادة الارتفاع في منسوب مياه البحر من نحو 40 في المائة في حال ارتفاع منسوب المياه 15 سنتيمتراً فوق مستواه الحالي (وهو ما يمكن حدوثه بحلول ثلاثينيات القرن الحالي) إلى نحو 70 في المائة في ظل سيناريو ارتفاع منسوب مياه البحر 88 سنتيمتراً (قد يحدث بحلول ثمانينيات هذا القرن في حال ارتفاع درجة حرارة العالم 4 درجات مئوية). وتتجلى آثار موجات الحر الشديد بوجه خاص في المناطق الحضرية نتيجةً لما يُعرف بظاهرة "الجزر الحضرية الساخنة"، وهو ما يمكن أن يؤدي إلى ارتفاع معدلات الوفيات والإصابة بالأمراض في المدن. وتتسم هذه الآثار بحدتها بوجه خاص، مثلما يبدو في الفلبين وفييتنام حيث يعيش قرابة 40 في المائة من السكان في مستوطنات عشوائية غير رسمية، وحيث يمكن أن تتفاقم التهديدات الصحية بسرعة من جراء نقص مرافق الصرف الصحي والمياه أو تضررها، أو كليهما معاً. ويؤدي التكديس السكاني الشديد في هذه المناطق إلى تفاقم هذه المخاطر.

ومن المرجح أن يؤدي التدهور المتوقع للشعاب المرجانية وموتها، وتناقص الأسماك المتاحة صيدها، والضغوط الواقعة على إنتاج المناطق الريفية القريبة من السواحل بسبب ارتفاع منسوب مياه البحر خلال العقود القليلة المقبلة إلى تناقص موارد الرزق بالمناطق الساحلية ومناطق دلتا الأنهار. أما تزايد النزوح إلى المناطق الحضرية فهو أمر يحدث بالفعل حالياً. وقد يؤدي النزوح إلى الحضر إلى تعرض المزيد من سكان المناطق الحضرية لآثار تغير المناخ على مدن جنوب شرق آسيا، ولاسيما الوافدين الجدد الذين يُرجح أن يتكدسوا بالمستوطنات العشوائية غير الرسمية القائمة والمزدحمة بالفعل.

تضافر المخاطر التي تواجه صناعة السياحة وأنشطة الأعمال

تشكل الزيادة المتوقعة في منسوب مياه البحر، وشدة الأعاصير الاستوائية، وتدهور الشعاب المرجانية أو موتها، مخاطر جمة على صناعة السياحة لما تلحقه من أضرار بالبنية التحتية والموارد الطبيعية، والأصول التي تعزز جاذبية المنطقة بوصفها مقصداً سياحياً. وتشير البحوث إلى أن مخاطر الأعاصير الاستوائية لها فيما يبدو آثار سلبية على اختيار السائحون لمقصدتهم بالقدر نفسه الذي تمثله الهجمات الإرهابية والأزمات السياسية باعتبارها عنصر ردع.

وقد لوحظ بالفعل حدوث فقدان للأصول الساحلية نتيجةً للتآكل، ويمكن لنا أن نتوقع أن تتسارع وتيرته. وأسهم ارتفاع منسوب مياه البحر إسهاماً مباشراً بالفعل في تزايد تآكل السواحل بمنطقة دلتا النهر الأحمر وغيرها من المناطق. ومن المتوقع أن يزيد كثيراً تآكل السواحل بمنطقة دلتا نهر الميكونغ في حال ارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار 100 سنتيمتر بحلول عام 2100. وسوف يؤثر التآكل المتوقع للشواطئ بمنطقة خليج سان فرناندو في الفلبين تأثيراً شديداً في أصول الشواطئ وفي عدد كبير من المباني السكنية.

تجميع متكامل لآثار تغير المناخ في منطقة جنوب شرق آسيا

تتسم منطقة جنوب شرق آسيا بتعرضها بدرجة عالية ومتزايدة لبطء ظهور الآثار المرتبطة بارتفاع منسوب مياه البحر، وارتفاع درجة حرارة المحيطات وتزايد درجة حموضتها، وابتساح الشعاب المرجانية، وما يرتبط به من فقدان للتنوع البيولوجي، مصحوباً بآثار مفاجئة ترتبط بالأعاصير الموسمية وتزايد الارتفاع السريع في شدة موجات الحر ومن المرجح أن تكون لهذه الآثار المرتبطة فيما بينها آثار سلبية على العديد من القطاعات على نحو متزامن. وقد تؤدي الآثار التراكمية لبطء نشوء التأثيرات المذكورة إلى تقويض المرونة والتكيف وتزيد من درجة التعرض لمخاطر موجات الحر الشديد، مع تفاقم هذا النمط المعقد من التعرض للمخاطر بفعل ارتفاع درجات الحرارة ومنسوب مياه البحر.

تنامي المخاطر على السكان، وسبل كسب الرزق، وإنتاج الغذاء في مناطق دلتا الأنهار

من المتوقع أن يكون السكان وما يتعلق بهم من أنظمة جني المحاصيل ومصائد الأسماك وموارد الرزق على امتداد الأنهار وفي مناطق دلتا الأنهار هم الأكثر تضرراً من جراء مخاطر ارتفاع منسوب مياه البحر، وتزايد كثافة هطول الأمطار، وهبوب العواصف المرتبطة بالأعاصير الموسمية.

فعلى سبيل المثال، يُعد نهر الميكونغ وروافده أشياء بالغة الأهمية لإنتاج الأرز في فييتنام. وتتألف دلتا الميكونغ إجمالاً من 12 إقليمياً تشتهر بين الأهالي باسم "سلة الأرز" الفييتنامية؛ ويقطنها نحو 17 مليون شخص، يشغل 80 في المائة منهم بزراعة الأرز. وتنتج الدلتا حوالي 50 في المائة من إجمالي إنتاج البلد وتسهم بقدر كبير في صادرات فييتنام من الأرز. ومن شأن أي نقص في إنتاج الأرز بهذه المنطقة بسبب تغير المناخ أن يؤدي لا إلى التأثير فحسب على الاقتصاد والأمن الغذائي لفييتنام، بل ستكون له أيضاً عواقب على السوق العالمية للأرز.

كما تُعد دلتا نهر الميكونغ أيضاً أهم مناطق صيد الأسماك في فييتنام. وبها نحو نصف أسطول الصيد الفييتنامي من مراكب الصيد البحري، وتنتج ثلثي أسماك فييتنام من شبكة المزارع السمكية. ومن المتوقع لصناعات هامة، مثل المزارع السمكية، أن تعاني من جراء تزايد التكاليف والأضرار المرتبطة بالملوحة وارتفاع درجات الحرارة. كما أن ما تم رصده من تعرض سكان مناطق دلتا الأنهار للمخاطر في ارتفاع: فعندما ضرب إعصار نرجس الاستوائي¹⁷ دلتا نهر الرواضي في ميانمار عام 2008، أودى بحياة أكثر من 80 ألف شخص، وشرّد مؤقتاً 800 ألف شخص، وغمر بالمياه مناطق شاسعة من الأرض الزراعية، وتسبب في إلحاق أضرار جسيمة بإنتاج الغذاء ومخزونه.

ومن المرجح أن تزداد الآثار الصحية المرتبطة بتسرب المياه المالحة. وقد يزيد ارتفاع منسوب مياه البحر والأعاصير الموسمية من درجة تسرب الملوحة، مما يؤدي إلى تلوث مصادر المياه العذبة — وهو أثر قد يمتد لسنوات طوال. ويُعد ارتفاع ضغط الدم أكثر التداعيات الصحية شيوعاً؛ غير أن هناك طائفة عريضة من المشكلات الصحية التي يُحتمل أن تكون لها صلة بتزايد التعرض لمخاطر الملوحة من خلال الاستحمام، والشرب، والطهي. ومن هذه المشكلات الصحية الإجهاض، والأمراض الجلدية، والتهابات الجهاز التنفسي الحادة، والإسهال.

¹⁷ بلغت قوته عندما ضرب السواحل ما يعادل عاصفة من الفئة الرابعة على مقياس سافير-سميسون.

كبيرة من جنوب شرق آسيا لموجات حر لم يسبق لها مثيل، وارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار 50 سنتيمتراً بحلول الخمسينيات و75 سنتيمتراً أو أكثر بحلول عام 2100. ومن بين الأضرار الإحيائية المادية المتوقعة فقدان مساحات كبيرة من الشعاب المرجانية، وحدوث انخفاض شديد في إنتاج الأغذية البحرية، والمزيد من شدة الأعاصير الاستوائية بما يرتبط بها من هبوب العواصف ووقوع الفيضانات. كما أن من المتوقع أن يسفر ارتفاع منسوب مياه البحر عن خسائر ملموسة في الإنتاج الزراعي بمناطق زراعة الأرز الهامة، وكذلك الحال بالنسبة لمخاطر الإغراق الشديد للمدن الساحلية الكبرى. وكذلك يُتوقع أن تلحق بصناعة السياحة والمزارع السمكية أضرار بالغة.

ومن المرجح بشدة أن تتسارع وتيرة ابيضاض الشعاب المرجانية وخسارتها خلال السنوات العشر إلى العشرين القادمة؛ ونتيجة لذلك فمن المرجح أيضاً فيما يبدو أن تتأثر عائدات رياضة الغوص والصيد على الأمد القصير. ويمكن أن يؤدي تدهور الشعاب المرجانية إلى إلحاق خسائر بمصائد الأسماك والحماية الساحلية التي توفرها الشعاب، علاوة على فقدان السائحين الذين يعتمد عليهم كثيراً سكان المنطقة واقتصادها.

إن المخاطر والأضرار المتوقعة في حال ارتفاع الحرارة بمقدار 1.5 درجة إلى درجتين مئويتين في جنوب شرق آسيا تعدّ جسيمة للغاية. ومن بين الآثار المادية المتوقعة عند هذا المستوى من ارتفاع درجة الحرارة تعرض مناطق



جنوب آسيا: التفاوت الشديد بين ندرة المياه وفرط زيادتها

ملخص إقليمي

المقصود في هذا التقرير بتعبير جنوب آسيا هو تلك المنطقة التي تتألف من 7 بلدان¹⁸ ويقطنها عدد متزايد من السكان بلغ حوالي 1.6 مليار نسمة في عام 2010، وهو رقم من المتوقع له أن يرتفع إلى أكثر من 2.2 مليار نسمة بحلول عام 2050. وفي عالم الأربع درجات مئوية، من المتوقع أن يرتفع منسوب مياه البحر بأكثر من 100 سنتيمتر بحلول التسعينيات، وأن يصبح معدل هطول الأمطار الموسمية أكثر تقلباً مع تسارع وتيرة حدوث الفيضانات وموجات الجفاف المدمرة. ويمكن أن يتسم ذوبان الأنهار الجليدية وفقدان الغطاء الثلجي بالشدة البالغة، كما أن من المتوقع أن تؤثر موجات الحر غير المعتاد خلال أشهر الصيف (يونيو/حزيران، ويوليو/تموز، وأغسطس/ آب) على 70 في المائة من مساحة الأراضي. وعلاوة على ذلك، فمن المرجح أن يعاني الإنتاج الزراعي من جراء الآثار المتضاربة لعدم استقرار إمدادات المياه، وآثار ارتفاع منسوب مياه البحر، وارتفاع درجات الحرارة. وكانت المنطقة قد شهدت نمواً اقتصادياً قوياً خلال السنوات الأخيرة، لكن الفقر مازال واسع الانتشار ويمكن لتضافر هذه الآثار المناخية أن يؤثر بشدة في الاقتصاد الريفي والزراعة. وفي الوقت نفسه، فسوف يكون سكان المناطق الحضرية المكتظة عرضةً بوجه خاص لمخاطر موجات الحر، والفيضانات، والأمراض.



وفي ظل تغير المناخ مستقبلاً، من المتوقع أن يرتفع معدل تواتر السنوات بهطول أمطار تفوق المعدل المعتاد، وكذلك السنوات التي يقل فيها هذا المعدل كثيراً. ومن الممكن أن يؤدي ذلك إلى فيضانات وموجات جفاف مدمرة. وتعرض أنهار الإندوس، والجانغ، وبراهماپوترا، للمخاطر الناجمة عن تغير المناخ بسبب ذوبان الأنهار الجليدية وزوال الغطاء الثلجي. والنتيجة هي نشوء مخاطر جسيمة على استقرار الموارد المائية وإمكانية التعويل عليها في

الاتجاهات المناخية الحالية وتغيرات المناخ المتوقعة حتى 2100

تتسم منطقة جنوب آسيا بجغرافيتها الفريدة المتنوعة، وأبرز ما فيها أعلى سلسلة جبال على وجه الأرض، وهي سلسلة جبال الهيمالايا وهضبة التبت، ومنها تتبع شبكة الأنهار العظيمة: الإندوس، والجانغ، وبراهماپوترا. ويغلب على مناخ المنطقة الرياح الموسمية المطيرة، ويستأثر موسم الأمطار الموسمية الصيفية بالجزء الأكبر من معدل هطول الأمطار على جنوب آسيا، فنسبة 80 في المائة مما يهطل على الهند من أمطار، على سبيل المثال، يحدث في تلك الفترة. ويُعد وصول الأمطار الموسمية الصيفية في موعدها، وانتظامها، أمراً ذا أهمية بالغة للاقتصاد الريفي والزراعة في جنوب آسيا.

¹⁸ هي بنغلاديش، وبوتان، والهند، ونيبال، وجزر المالديف، وباكستان، وسري لانكا. وذلك تبعاً للتعريف الوارد بالتقرير الخاص بشأن إدارة مخاطر الأحوال الجوية المتطرفة والكوارث بغية تعزيز القدرة على التكيف مع تغير المناخ (SREX)، ولذا فإنه لا يضم أفغانستان. ومع ذلك فإن بعض الدراسات التي تم استعراضها في هذا التقرير تُضمّن أفغانستان، وعل نحو أقل تواتراً إيران أو تركيا، في تقييمها لجنوب آسيا.

انخفاض الحرارة: تقلبات المناخ الحادة، وآثارها الإقليمية، ومبررات المرونة

درجة الحرارة

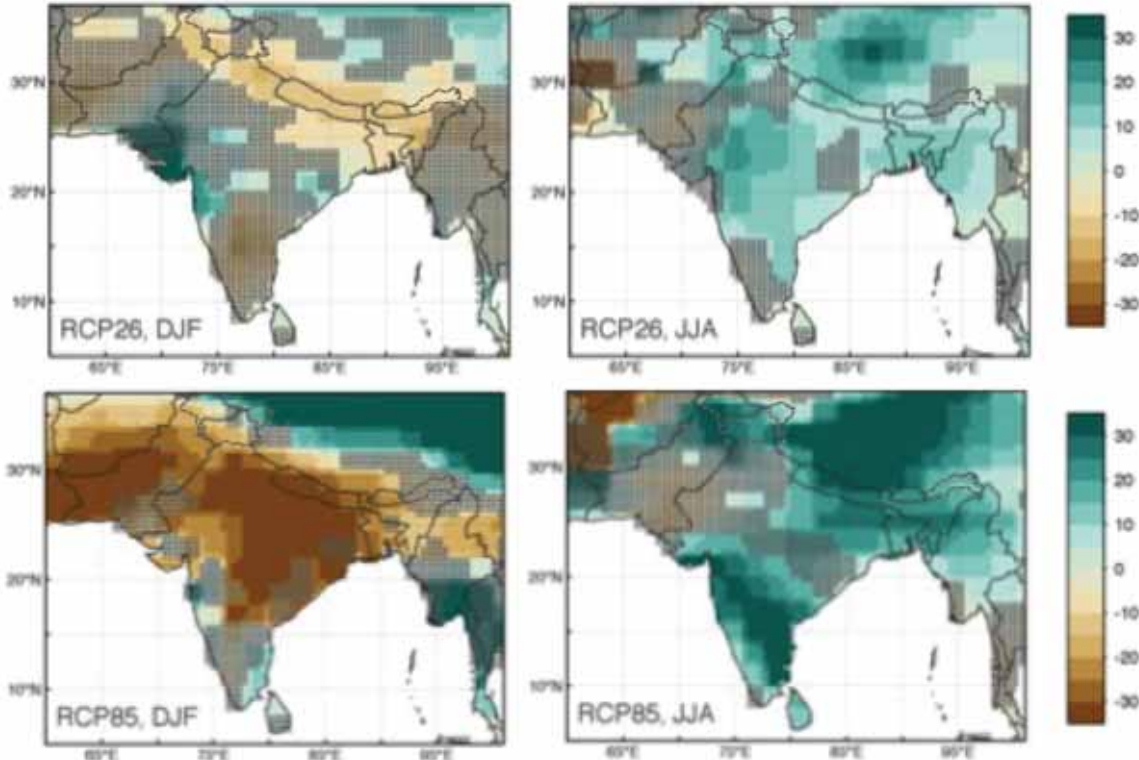
في عالم الأربع درجات مئوية، من المتوقع أن تزيد درجة حرارة الصيف في جنوب آسيا بما يتراوح بين 3 درجات مئوية وقرابة 6 درجات بحلول عام 2100، مع اشتداد هذه الزيادة في درجة الحرارة إلى أقصاها في باكستان. ويظل النمط نفسه هو السائد في عالم الدرجتين المئويتين، إذ سيصل ارتفاع الحرارة إلى درجتين في الأجزاء الشمالية الغربية من المنطقة وإلى ما يتراوح بين درجة واحدة ودرجتين في بقية المناطق. ومتى بلغ الارتفاع في الحرارة 1.5 درجة مئوية، يُتوقع أن تشمل موجات الحر القاطن غير المعتادة أو التي لا يكاد يكون لها وجود في ظل المناخ السائد بالمنطقة اليوم 15 في المائة من أراضي المنطقة خلال الصيف. وفي حال ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين، يُتوقع حدوث موجات حر شديد غير معتادة فوق 20 في المائة من الأراضي خلال أشهر الصيف بالنصف الشمالي من الكرة الأرضية، مع حدوث موجات حر لم يسبق لها مثيل فوق حوالي 5 في المائة من الأراضي، وذلك بالجزء الجنوبي في المقام الأول. أما في عالم الأربع درجات مئوية، فمن المتوقع أن يشهد الساحل الغربي وجنوب الهند، فضلاً عن بوتان وشمالي بنغلاديش، تحولاً إلى أنظمة مناخية جديدة شديدة الحرارة. ويُنتظر حدوث موجات حر غير معتادة خلال ما يتراوح بين 60 و 80 في المائة من أشهر الصيف بالنصف الشمالي من الكرة الأرضية في معظم أنحاء المنطقة. ويُتوقع لبعض المناطق أن تشهد موجات حر لم يسبق لها مثيل خلال أكثر من

المنطقة، مع زيادة في ذروة تدفق المياه بما تحمله من مخاطر الفيضانات ونقص في التدفق أثناء موسم الجفاف بما يعنيه من تهديد للزراعة. وقد بدأ يظهر خلال العقود الأخيرة اتجاه إلى ارتفاع درجة الحرارة فوق جنوب آسيا، ولاسيما في الهند، وهو ما يتسق فيما يبدو مع العلامات المتوقعة لحدوث تغير في المناخ بتأثير أفعال البشر. ويدل ما لوحظ في الآونة الأخيرة فيما يتعلق بكمية الأمطار التي تهطل على المنطقة أثناء فترة الرياح الموسمية على حدوث انخفاض في منسوب الأمطار، وهو ما يرجع على الأرجح إلى تأثير الهباء الجوي (الجسيمات) الناشئ عن صنع الإنسان، ولاسيما الكربون الأسود. وفضلاً عن هذه الأنماط فقد لوحظت زيادة في معدل تواتر هطول الأمطار الغزيرة، وكذلك زيادة في معدل تواتر فترات الجفاف القصيرة.

هطول الأمطار

لوحظ في الآونة الأخيرة حدوث زيادة في معدل تواتر هطول الأمطار الغزيرة. ومن المتوقع أن يرتفع معدل هطول الأمطار بما يصل إلى 30 في المائة في عالم الأربع درجات مئوية. ومن المتوقع أن يتفاقم التفاوت في التوزيع الموسمي لهطول الأمطار، إذ سينخفض بنسبة تصل إلى 30 في المائة أثناء موسم الجفاف ويرتفع بنسبة 30 في المائة أثناء الموسم الرطب.

الشكل 1.5: المتوسط الحسابي متعدد النماذج للنسبة المئوية للتغير في موسم الجفاف (إلى اليسار) وفي الموسم الرطب (إلى اليمين)، ومعدل هطول الأمطار السنوي طبقاً للمسار التمثيلي لتركز الغازات 2.6 (في عالم الدرجتين المئويتين؛ إلى أعلى) وطبقاً للمسار التمثيلي لتركز الغازات 8.5 (في عالم الأربع درجات؛ إلى أسفل) بمنطقة جنوب آسيا بحلول الفترة من 2071 إلى 2099، مقارنةً بالفترة من 1951 إلى 1980.



تشير المناطق المظلمة إلى الأقاليم التي يشوبها عدم اليقين، حيث يختلف اثنان من بين 5 نماذج فيما يتعلق باتجاه التغير عن النماذج الثلاثة الأخرى.

جنوب آسيا: التفاوت الشديد بين ندرة المياه وفرط زيادتها

الجدول 1.5: ملخص الآثار والمخاطر المناخية في جنوب آسيا^أ

المخاطر/الآثار	أوجه مخاطر أو تغيرات ملحوظة	حوالي 1,5 درجة مئوية ^ب (الثلاثينيات) ^ج	حوالي درجتين مئويتين (الأربعينيات)	حوالي 3 درجات مئوية (الستينيات)	حوالي 4 درجات مئوية (الثمانينيات)
ارتفاع درجة حرارة المنطقة	تاسع أشد موجة حر مسجلة في تاريخ الهند عام 2011. أشد موجة حر عام 2009 والتي زادت 0.9 درجة مئوية فوق متوسط 1990-61	حوالي 15 في المائة من مساحة الأرض	حوالي 20 في المائة من مساحة الأرض	أكثر من 50 في المائة من مساحة الأرض	أكثر من 70 في المائة من مساحة الأرض وفي الجنوب، تكون كافة أشهر الصيف تقريباً حارة بدرجة غير معتادة
موجات الحر الشديد (في فصل الصيف بالنصف الشمالي من الكرة الأرضية) ^د	لا وجود لها تقريباً	لا وجود لها تقريباً	أقل من 5 في المائة من مساحة الأرض	20 في المائة من مساحة الأرض	أكثر من 40 في المائة من مساحة الأرض
معدلات هطول الأمطار (بما في ذلك الأمطار الموسمية)	انخفاض منسوب الأمطار الموسمية في جنوب آسيا منذ خمسينيات القرن الماضي ولكن مع حدوث زيادة في معدل هطول الأمطار شديدة الغزارة	تغير غير مؤكد في هطول الأمطار	التغير في هطول الأمطار غير مؤكد؛ وزيادة نسبتها 20 في المائة في نصيب أشد الأيام غزارة من إجمالي المعدل السنوي لهطول الأمطار ^{هـ}	زيادة نسبتها حوالي 5 في المائة في هطول الأمطار الصيفية (الموسم الرطب)	زيادة نسبتها حوالي 10 في المائة في هطول الأمطار الصيفية (الموسم الرطب) تزيد درجة التفاوت فيما بين المواسم فيما يتعلق بهطول الأمطار الموسمية، بنسبة تبلغ حوالي 15 في المائة زيادة نسبتها 75 في المائة في نصيب أشد الأيام غزارة من إجمالي المعدل السنوي لهطول الأمطار ^و
الجفاف	تزايد معدل تواتر موجات الجفاف		تزايد الجفاف فوق الأجزاء الشمالية الغربية من المنطقة، ولاسيما باكستان		ازدياد طول مدة موجات الجفاف قياساً على مدى تعاقب الأيام الجافة على شرق الهند وبنغلاديش
ارتفاع منسوب مياه البحر فوق مستواه الحالي	نحو 20 سنتيمتراً حتى 2010	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 70 سنتيمتراً فيما بين عامي 2080 و 2100	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 70 سنتيمتراً فيما بين عامي 2080 و 2100	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 90 سنتيمتراً فيما بين عامي 2080 و 2100	30 سنتيمتراً-الأربعينيات 50 سنتيمتراً-الستينيات 105 سنتيمترات بحلول الفترة ما بين عامي 2080 و 2100، و 10 سنتيمترات أعلى من ذلك في جزر المالديف

^أ في نهاية الفصل الخامس هناك جدول أكثر تفصيلاً للآثار والمخاطر المتوقعة بمنطقة جنوب شرق آسيا.

^ب تشير السنوات المذكورة إلى العقد الذي سيشهد تجاوز ارتفاع الحرارة مستوياته في السيناريو المعتاد مع ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية بحلول الثمانينيات.

^ج تشير السنوات المذكورة إلى العقد الذي سيشهد تجاوز ارتفاع الحرارة مستوياته في السيناريو المعتاد مع ارتفاع الحرارة 4 درجات مئوية بحلول الثمانينيات.

^د الأرقام الواردة هي المتوسط الحسابي لموجات الحر المتوقعة بالنماذج المناخية، ويتراوح نطاق عدم اليقين الأبرز بين النماذج (بحديها الأدنى والأعلى) في عالم الأربع درجات مئوية ما بين 70 و 100 في المائة بالنسبة لموجات الحر غير المعتادة، وبين 30 و 100 في المائة بالنسبة للموجات التي لم يسبق لها مثيل. وأقصى معدل لتواتر حدوث موجات الحر الشديد يقترب من 100 في المائة، إذ إن قيم المؤشر تشعب عند هذا المستوى.

^{هـ} نطاق عدم اليقين بنسبة 50 في المائة يتراوح بين 8 و 12 في المائة.

^و نطاق عدم اليقين بنسبة 50 في المائة يتراوح بين 65 و 85 في المائة.

الرياح الموسمية المطيرة

في حين يتوقع أكثر نماذج الدراسات حدوث زيادة في المتوسط السنوي لهطول الأمطار الموسمية خلال نطاق زمني يُقاس بال عقود، فإنها تتوقع أيضاً حدوث زيادات كبيرة في التفاوت من سنة إلى أخرى ومن موسم إلى آخر. وفي حال اقتراب ارتفاع المتوسط الحسابي لدرجة حرارة العالم من 4 درجات مئوية، فمن المتوقع أن تحدث زيادة نسبتها 10 في المائة في المتوسط السنوي لكثافة الأمطار الموسمية وزيادة نسبتها 15 في المائة في درجة التفاوت بين معدلات هطول الأمطار الموسمية الصيفية بالهند من سنة إلى أخرى مقارنة بالمستويات العادية خلال النصف الأول من القرن العشرين. وإذا ما جمعنا بينهما فإن هذه التغيرات تعني أن احتمال حدوث موجة أمطار

نصف أشهر الصيف، بما في ذلك سري لانكا وبوتان. وعلى الأمد الأطول، يمكن الحد كثيراً من تعرض جنوب آسيا للزيادة في هذه الموجات الحارة إذا ما تسنى الإبقاء على ارتفاع الحرارة دون مستوى الدرجتين المئويتين.

الآثار المادية والبيولوجية المحتملة بوصفها دالة على تغير المناخ المتوقع

ستكون للتغيرات المتوقعة في معدلات هطول الأمطار، والحرارة، وتواتر موجات الحر الشديد أو شدةها، أو كليهما معاً، آثار مباشرة وغير مباشرة على نشاط الرياح الموسمية، والجفاف، وفقدان العازل الجليدي، ومستويات تساقط الثلوج، وتدفق مياه الأنهار، وموارد المياه الجوفية، وارتفاع منسوب مياه البحر.

الأنهار الجليدية، ويمكن لأي انخفاض في توفر المياه أن يقلل بشدة من كمية الغذاء الذي يمكن إنتاجه في حوضي هذين النهرين. فهذان النهران يعتمدان بشدة على المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج والأنهار الجليدية، وهو ما يجعلهما عرضة لأخطار جمة من جراء ذوبان الجليد وتناقص معدلات تساقط الثلوج. وتشير توقعات ارتفاع الحرارة بنحو درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية بحلول الخمسينيات إلى خطر حدوث انخفاض كبير في معدل تدفق المياه بالنهرين خلال الصيف وأواخر الربيع، بعد فترة من التدفق الزائد. ويعتمد الري أشد الاعتماد على توفر المياه الواردة من تلك المصادر المائية، ولاسيما أثناء مواسم الجفاف.

- ومن المتوقع أن يزداد تدفق المياه في الربيع بفضل قوة ذوبان الأنهار الجليدية وذوبان الثلوج، مع نقص في حجم جريان المياه قبل بدء موسم الرياح الموسمية المطيرة في أواخر الربيع وفي الصيف.
- وبالنسبة لدلتا نهر الإندوس، يُتوقع للتدفق الكبير أن يزداد بنسبة تصل إلى حوالي 75 في المائة في حال ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين. أما في حال ارتفاع ذروة هذا التدفق الشديد في مياه الأنهار فمن شأنه أن يعرض الأعداد المتزايدة من سكان مناطق دلتا الأنهار المكتظة أصلاً بسكانها لمخاطر متعددة منها الفيضانات، وارتفاع منسوب مياه البحر، وازدياد شدة الأعاصير الاستوائية.

مصادر المياه الجوفية

ومن المتوقع أن يتأثر بتغير المناخ مصادر المياه الجوفية، التي يعاد ملؤها في المقام الأول بفضل هطول الأمطار والمياه السطحية. وتتسم منطقة جنوب آسيا، وبوجه خاص الهند وباكستان، بشدة حساسيتها لانخفاض معدل إعادة ملء مكامن المياه الجوفية إذ إن هذه البلدان تعاني بالفعل شحاً في المياه وتعتمد بشدة على إمدادات المياه الجوفية في عمليات الري. ففي الهند، على سبيل المثال، يعتمد الري بنسبة 60 في المائة على المياه الجوفية، في حين يتعرض 15 في المائة من مكامن المياه الجوفية، بما فيها حوض نهر الإندوس، للإفراط في الاستخدام. وتُعد مصادر المياه الجوفية ذات أهمية بالغة بوجه خاص فيما يتعلق بالتخفيف من حدة مخاطر الجفاف وما يتصل بذلك من آثار على الزراعة والأمن الغذائي. ومع توقع تزايد فترات نقص المياه المتاحة ونوبات الجفاف، يُرجح أن تصبح مصادر المياه الجوفية أكثر أهمية للزراعة، وهو ما يزيد من شدة الضغط على هذه الموارد. وقد تؤثر الزيادة المتوقعة في تقلبات وموسمية الأمطار في إعادة ملء المكامن الجوفية أثناء الموسم الرطب وتؤدي إلى المزيد من الإفراط في استخدامها خلال الموسم الجاف.

ارتفاع منسوب مياه البحر

بالنظر إلى قرب سواحل جنوب آسيا من خط الاستواء، تظهر التوقعات المتعلقة بارتفاع المنسوب المحلي لمياه البحر زيادة أعلى مقارنة بخطوط العرض العليا. ومن المتوقع أن يصل الارتفاع في منسوب مياه البحر إلى قرابة 100-115 سنتيمتراً بحلول عقد التسعينيات في عالم الأربع درجات مئوية، وما بين 60 و 80 سنتيمتراً في عالم الدرجتين المئويتين بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين مقارنةً بما كان عليه الحال بين عامي 1986 و 2005، مع توقع أن تشهد جزر المالديف أعلى الارتفاعات (بزيادة 10 سنتيمترات أو أكثر). ويزيد ذلك بشكل عام بما يتراوح بين 5 و 10 في المائة عن المتوسط الحسابي العالمي، ومن المرجح أن يصل الارتفاع في منسوب مياه البحر إلى 50 سنتيمتراً بحلول عام 2060.

موسمية شديدة الغزارة، وهو ما لا يحدث حالياً إلا مرة واحدة فقط كل 100 سنة تقريباً، يُتوقع له أن يتكرر كل 10 سنوات بحلول نهاية القرن. وكان حدوث سلسلة من موجات هطول الأمطار الموسمية الشديدة بدرجة غير معتادة بالمناخ الجليدية لنهر الإندوس أحد المحركات المادية الأساسية وراء الفيضانات المدمرة التي شهدتها باكستان في عام 2010، والتي أدت إلى حدوث خسائر بشرية من وفيات وإصابات شملت أكثر من 1900 شخص وأثرت في معيشة أكثر من 20 مليون شخص. فقد اكتسحت المياه المزارع وهياكل البنية التحتية، مثل الجسور، في المناطق المتضررة الريفية في أغلبها. ولم يكن هطول الأمطار نفسها سوى البداية لسلسلة من الظواهر التي أدت إلى فيضانات طويلة الأمد وواسعة النطاق أغرقت مصبات الأنهار، مع العديد من العوامل الأخرى التي ترجع لأسباب تتعلق بأنشطة البشر. فإقامة سدود، والقنطرة، وتكسيات تقوية جوانب الأنهار، وتحويل مسارات الأحواض الداخلية للأنهار يمكنها أن تفاقم بشدة من حدة مخاطر إغراق مصبات الأنهار من جراء تدفق مياه الفيضانات الناجمة عن موجات المطر الغزير على مرتفعات منابع الأنهار. غير أن درجة عدم وضوح الرؤية تظل شديدة فيما يتعلق بالسلوك الأساسي للرياح الموسمية الصيفية بالهند في ظل ارتفاع درجة حرارة العالم. فحدوث تغيير مفاجئ في هبوب الرياح الموسمية، على سبيل المثال، باتجاه تدني معدلات هطول الأمطار يمكن أن يتسبب في حدوث أزمة كبرى في جنوب آسيا، مثلما تشهد بذلك الرياح الموسمية الخارجة عن المألوف في عام 2002، والتي تسببت في أخطر موجة جفاف في الزمن الحديث (إذ قل هطول الأمطار بنسبة 209 في المائة دون المستوى المعتاد على الأمد الطويل وإلى انخفاض إنتاج الحبوب الغذائية بما يتراوح بين 10 و 15 في المائة مقارنةً بمتوسطها خلال العقد السابق). وخرجت اقتراحات معقولة عن وجود آليات مادية وراء مثل هذا التحول، وصار الجيل الحالي من النماذج المناخية يشتمل على توقعات بإمكانية حدوث تغيرات في المناخ الاستوائي يمكن أن تتسبب في تحول الرياح الموسمية إلى حالة أكثر جفافاً.

موجات الجفاف

ترتبط بالزيادة المتوقعة في موسمية هطول الأمطار زيادة في عدد الأيام الجافة وموجات الجفاف ذات العواقب السلبية على حياة البشر. ومن المتوقع أن تشكل موجات الجفاف خطراً متزايداً على أجزاء من المنطقة، ولاسيما باكستان، في حين يتوقع ازدياد المناخ الرطب في جنوب الهند. لكن اتجاه التغيير ليس مؤكداً فيما يتعلق بشمال الهند. فمن بين موجات الجفاف العشر الأشد قسوة على مستوى العالم خلال القرن المنصرم، قياساً على عدد المتضررين من البشر، كانت ست منها في الهند، وتضرر من جرائها ما يصل إلى 300 مليون شخص. فعلى سبيل المثال، أثرت موجتا الجفاف اللتان شهدتهما الهند في عام 1987 و عام 2003/02 في أكثر من 50 في المائة من مساحة المحاصيل الزراعية في ذلك البلد، وفي عام 2002 تقلص إنتاج الحبوب الغذائية بمقدار 29 مليون طن مقارنةً بالعام السابق. وتُقدّر نسبة الإنتاج الزراعي الذي تضرر من جراء موجات الجفاف الشديدة بولايات جاركاند وأوريسا وتشاتيسغار، التي تتكرر تقريباً كل خمس سنوات، بنحو 40 في المائة.

فقدان العازل الجليدي وتآكل الغطاء الثلجي وتناقص معدل

تدفق الأنهار

على امتداد القرن المنصرم، كانت الأنهار الجليدية بمنطقة جبال الهيمالايا في حالة انحسار. وفي الوقت الراهن، يعتمد 750 مليون شخص في سد حاجتهم من المياه العذبة على حوضي نهرى الإندوس وبراهماپوترا اللذين تغذيهما

تصنيف الآثار حسب القطاع ومحور التركيز

تُعد الموارد المائية بالفعل في خطر في منطقة جنوب آسيا ذات الكثافة السكانية العالية، وذلك وفقاً لمعظم الدراسات التقييمية لمثل هذه المخاطر. وتشير إحدى هذه الدراسات إلى أنه في حال ارتفاع الحرارة 3 درجات مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية بحلول عقد الثمانينيات، فسيكون من المحتمل بشدة أن يقل متوسط نصيب الفرد من المياه المتاحة بنسبة تتجاوز 10 في المائة بسبب تضافر الزيادة السكانية وتغير المناخ في جنوب آسيا. وحتى في حال ارتفاع الحرارة بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين، سيتعين ضخ استثمارات كبيرة لزيادة السعة التخزينية للمياه كي يتسنى الاستفادة من المنافع الممكنة للزيادة الموسمية في جريان المياه وتعويض النقص في تدفقها خلال المواسم الجافة، وذلك بغية زيادة توفر المياه على مدار السنة.

ومن المتوقع أيضاً أن تعاني جودة المياه العذبة من جراء الآثار المحتملة لتغير المناخ. فسوف يؤدي ارتفاع منسوب مياه البحر وهبوب العواصف بالمناطق الساحلية ومناطق دلتا الأنهار إلى تسرب ملوحة مياه البحر وهو ما من شأنه أن يؤدي إلى تدهور نوعية المياه الجوفية. وقد يتسبب تلوث مياه الشرب بالمياه المالحة المتسربة في زيادة حالات الإسهال. كما قد يزيد أيضاً معدل تكرار تفشي الكوليرا، إذ إن البكتيريا المسببة لهذا المرض تعيش لمدة أطول في المياه المالحة. ويعاني بالفعل حوالي 20 مليون شخص ممن يقطنون المناطق الساحلية في بنغلاديش من ملوحة مياه الشرب.

وتتأثر غلة المحاصيل بطائفة من العوامل ذات الصلة بالمناخ في المنطقة، ومن بينها الندرة الموسمية للمياه، وارتفاع درجات الحرارة، وتسرب الملوحة نتيجة لارتفاع منسوب مياه البحر. وقد أسهم ارتفاع درجات الحرارة والتغيرات في أنماط هطول الأمطار في تقليل الغلة النسبية للأرز، أهم محصول في آسيا، ولاسيما في المناطق التي تُسقى بمياه الأمطار. ولوحظ أيضاً أن المحاصيل الزراعية تتسم بالحساسية تجاه ارتفاع درجات الحرارة. وخُلصت إحدى الدراسات إلى أن غلة القمح والأرز، إذا ما قورنت بحسابات الغلة المحتملة بدون الاتجاهات التاريخية للتغيرات في درجة الحرارة منذ ثمانينيات القرن الماضي، تتخفف بحوالي 8 في المائة في مقابل كل درجة مئوية من الارتفاع في متوسط درجة حرارة موسم النمو. وتبين من خلال دراسة أخرى أن تراقف الليالي الحارة مع انخفاض منسوب هطول الأمطار في نهاية موسم النمو يتسبب في حدوث خسائر ملموسة في إنتاج الأرز في الهند؛ ولولا التغير التاريخي في الأوضاع المناخية، لكان من الممكن أن تزيد الغلة بنحو 6 في المائة.

وعلى الرغم من تزايد غلة المحاصيل بوجه عام على مدى العقود القليلة الماضية، فقد ظهرت في العقد الأخير علامات تثير القلق على ثبات غلة المحاصيل في مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية الهندية. وتشكل الزيادة المتوقعة في موجات الحر الشديد بما يؤثر في 10 في المائة من إجمالي الأرض الزراعية بحلول عام 2020 وبنسبة 15 في المائة بحلول عام 2030 خطراً داهماً على غلة المحاصيل. فمن المتوقع أن تقل كثيراً غلة المحاصيل في حال ارتفاع درجة الحرارة ما بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين؛ غير أنه في حال حدوث تسميد قوي بتأثير ثاني أكسيد الكربون، فمن المتوقع أن يحدث تعويض جزئي لخسائر الليالي الحارة بفضل إجراءات التكيف منخفضة التكلفة. وفي حال تجاوز ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية، فمن المتوقع لغلة المحاصيل أن تقل بنسبة تتراوح بين 10 و 15 في المائة إذا ما كان ارتفاع في حدود 3.0-4.5 درجة مئوية، مع تركيز الانخفاض الأكبر بالمناطق التي يتسم فيها الأثر التسميدي لثاني أكسيد الكربون بالضعف.

ومن المتوقع أن يزيد إجمالي إنتاج المحاصيل في حال عدم تغير المناخ كثيراً (بنسبة 60 في المائة) في المنطقة، وأن يتعرض لضغط تزايد الأسعار وعوامل أخرى تعبر عن التطورات التكنولوجية، والبحوث والتنمية، والتوسع في الأسواق، والبنية التحتية. وفي حال ارتفاع الحرارة درجتين مئويتين بحلول عقد الخمسينيات، قد تقل تلك الزيادة بنسبة لا تقل عن 12 في المائة، وهو ما يتطلب زيادة حجم الواردات إلى أكثر من الضعف لتلبية احتياجات الفرد من السرعات الحرارية، وذلك مقارنة بالوضع في حال عدم حدوث تغير في المناخ. ونتيجة لذلك، فمن المتوقع أن يقل متوسط نصيب الفرد من السرعات الحرارية المتاحة بدرجة كبيرة. ويمكن أن يؤدي تراجع مستوى توفر الغذاء إلى حدوث مشكلات صحية لا يُستهان بها بين السكان المتضررين، ومن بينها تقزم الأطفال الذي يُتوقع له أن يزيد بنسبة 35 في المائة بحلول عام 2050 مقارنة بسيناريو عدم حدوث تغير في المناخ.

ومن المتوقع أن يتعرض أمن الطاقة لضغوط متزايدة من جراء التأثيرات ذات الصلة بالمناخ على مصادر المياه. فالوسيلتان الأبرز لتوليد الكهرباء بالمنطقة هما الطاقة الكهرومائية والطاقة الحرارية (مثل الوقود الأحفوري، والطاقة النووية والشمسية المركزة) وكلاهما يمكن أن يتضرر بشدة من جراء عدم كفاية إمدادات المياه. وقد يتأثر أيضاً توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية من خلال الضغوط الواقعة على أنظمة التبريد نتيجة لارتفاع درجات حرارة الهواء والماء.

تجميع متكامل لآثار تغير المناخ في منطقة جنوب آسيا

ديناميكيات الموارد المائية: يمكن إرجاع العديد من المخاطر والآثار المناخية التي تشكل تهديداً محتملاً لسكان منطقة جنوب آسيا إلى التغيرات في الدورة المائية—شدة هطول الأمطار، وموجات الجفاف، وتناقص الثلوج المتساقطة، وذوبان الأنهار الجليدية في جبال الهيمالايا بما يؤدي إلى حدوث تغير في تدفق مياه الأنهار—فضلاً عما يترافق معها بالنسبة للمناطق الساحلية من تداعيات ارتفاع منسوب مياه البحر وازدياد شدة الأعاصير الاستوائية. ومن المحتمل أن يؤدي تزايد التقلبات الموسمية في معدل هطول الأمطار مع ذوبان الغطاء الثلجي إلى ارتفاع منسوب الفيضانات، وزيادة مخاطر الفترات الجافة وموجات الجفاف. ومما يفاقم من أثر هذه المخاطر الزيادات المتوقعة في درجات الحرارة، وهو الأمر الذي لوحظ بالفعل تأثيره السلبي على غلة المحاصيل. وفي حال استمرار هذه الاتجاهات والأنماط، فمن الممكن أن تتوقع انخفاضاً ملموساً في غلة المحاصيل على الأمدين القريب والمتوسط. ومن المرجح أن تكون للتغيرات المتوقعة في كميات الأمطار وتوزيعها الجغرافي تأثيرات عميقة على الزراعة، والطاقة، ومخاطر الفيضانات.

فالمناطق معرضة بشدة للمخاطر حتى ولو كان ارتفاع الحرارة أقل من درجتين مئويتين، وذلك بالنظر إلى اتساع المناطق المتأثرة بالجفاف والفيضانات عند درجات الحرارة الحالية. وفضلاً عن ذلك، فمن المرجح أن تتأثر أعداد كبيرة من السكان بالمخاطر المتوقعة على غلة المحاصيل والموارد المائية، وبلوغ الارتفاع في منسوب مياه البحر 70 سنتيمتراً بحلول السبعينيات.

وتُعد مناطق دلتا الأنهار والمدن الساحلية من الأماكن المعرضة بوجه خاص للمخاطر المناخية المرعبة الناجمة عن مزيج من التغيرات المناخية، بما فيها ارتفاع درجة الحرارة، وتنامي مخاطر فيضانات الأنهار، وارتفاع منسوب مياه البحر، والشدة المتزايدة للأعاصير الاستوائية وتداعياتها. وتمثل نسبة الوفيات الناجمة عن الأعاصير في الهند وبنغلاديش في الوقت الراهن 86 في المائة من إجمالي العالمي على الرغم من أن المنطقة لا تتأثر سوى بنحو 15 في المائة فقط من الأعاصير الاستوائية كلها.

تكرار موجات الحر الشديد والقائظ خلال أشهر الصيف من جراء الارتفاع الذي بدأ بالفعل في درجة حرارة العالم. ومن المتوقع حدوث زيادة ملموسة في معدل الوفيات المرتبطة بمثل هذه الموجات شديدة الحرارة مثلما لوحظ في الماضي.

كما أن من المتوقع أيضاً أن تتزايد مخاطر وتأثيرات فيضانات الأنهار الشديدة، والأعاصير الاستوائية الأكثر شدة، وارتفاع منسوب مياه البحر، والارتفاع غير العادي في درجات الحرارة. ومن المرجح أن يستمر تشريد السكان، وهو الأمر الذي يحدث بين الحين والآخر بالمناطق المعرضة للفيضانات، نتيجة لقوة الفيضانات وغيرها من الظواهر الجوية الحادة. ومن المرجح أن يعاني الإنتاج الزراعي من جراء الآثار المتضادة لارتفاع درجات الحرارة، والتأثيرات على التوفر الموسمي للمياه، وآثار ارتفاع منسوب مياه البحر.

ومن شأن التنمية الاقتصادية والنمو مستقبلاً أن يسهما في الحد من تعرض الأعداد الكبيرة من فقراء جنوب آسيا للمخاطر. غير أن توقعات تغير المناخ تشير إلى أن من المتوقع أن تزيد درجة التعرض للمخاطر، وتشير عواقبها الاجتماعية إلى أن من المرجح لمستويات التعرض للمخاطر المرتفعة بالفعل أن تستمر وتترسخ. ومن المتوقع أن يبطئ ارتفاع درجة الحرارة بدرجة كبيرة من سرعة الخفض المتوقع لمستويات الفقر. ويشكل العديد من آثار تغير المناخ على المنطقة تحدياً صعباً لجهود التنمية، حتى ولو اقتصر الارتفاع في الحرارة على ما بين 1.5 درجة ودرجتين مئويتين. ويستلزم التكيف مع الآثار المتوقعة لهذا المستوى من الارتفاع في درجة الحرارة من ضخ استثمارات كبرى في البنية التحتية، والدفاعات ضد الفيضانات، وتطوير سلالات من المحاصيل قادرة على مقاومة ارتفاع الحرارة والجفاف، وإدخال تحسينات كبيرة على ممارسات الاستدامة، مثلما يتعلق باستخراج المياه الجوفية.

• وتبرز **بنغلاديش** بوصفها نقطة تأثر ساخنة مع تزايد وتضافر التحديات التي تحدث في الإطار الزمني نفسه من جراء قوة فيضانات الأنهار، والأعاصير الاستوائية الأكثر شدة، وارتفاع منسوب مياه البحر، والارتفاع غير العادي في درجات الحرارة، وتناقص غلة المحاصيل. ويشكل تزايد فيضانات الأنهار مع ما يصاحبها من أعاصير استوائية خطراً شديداً يتمثل في إمكانية غرق مناطق أغلبية سكانها من الفقراء. ويمكن لارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار 27 سنتيمتراً، وهو الأمر المتوقع حدوثه خلال عقد الأربعينيات، مع ما يرافقه من خطر تسارع معدل تواتر هبوب العواصف، مثل الإعصار سدر، عما كان عليه، وهو كل 10 سنوات في المتوسط، أن يؤدي إلى إغراق منطقة تزيد مساحتها بنسبة 80 في المائة عن المساحات التي تتعرض للغرق في الوقت الراهن من جراء الظواهر الجوية المماثلة.

• وتعرض **كلكتا ومومباي** لخطر شديد من جراء آثار ارتفاع منسوب مياه البحر، وشدة الأعاصير الاستوائية، وفيضانات الأنهار. وترتبط بالفيضانات وموجات الجفاف آثار صحية، من بينها الإصابة بالإسهال الذي يمثل في الوقت الراهن أحد الأسباب الرئيسية لوفيات الأطفال في آسيا والمحيط الهادئ.

ومن شأن أثر صدمات تغير المناخ على توفر المياه الموسمية أن يواجه السكان بتحديات متعددة ومستمرة فيما يتعلق بقدرتهم على الحصول على مياه شرب آمنة، وما يكفي من المياه اللازمة للري، وكفاية القدرة التبريدية لتوليد الكهرباء الحرارية.

وبغض النظر عن مسارات انبعاث الغازات في المستقبل، فمن المتوقع أن تشهد السنوات العشر المقبلة زيادة تصل إلى أضعاف مضاعفة في معدل

قائمة المختصرات

الوكالة الدولية للطاقة	IEA	درجات مئوية	C°
الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ	IPCC	أحوال جوية تخرج ثلاث درجات انحراف قياسية عن المتوسط الحسابي التاريخي	3-sigma events
مشروع المقارنة فيما بين النماذج القطاعية	ISI-MIP	أحوال جوية تخرج خمس درجات انحراف قياسية عن المتوسط الحسابي التاريخي	5-sigma events
يونيو/حزيران، يوليو/تموز، أغسطس/آب	JJA	مؤشر الجذب	AI
نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن انبعاث غازات الاحتباس الحراري	MAGICC	سنوات	ANN
أنهار الجليد الجبلية وطبقات الثلوج التي تكسو القطبين	MGIC	نموذج الدوران العام للغلاف الجوي والمحيطات	AOGCM
النصف الشمالي من الكرة الأرضية	NH	التقرير التقييمي الرابع للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ	AR4
منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي	OECD	التقرير التقييمي الخامس للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ	AR5
مؤشر بالمر لشدة الجفاف	PDSI	سير العمل كالمعتاد	BAU
جزء في المليون	ppm	كربونات الكالسيوم	CaCO ₃
المسارات التمثيلية لتركز الغازات	RCP	مرصد تتبع التحركات المناخية	CAT
نموذج المناخ البسيط	SCM	مشروع المقارنة فيما بين النماذج — المرحلة الخامسة	CMIP5
ارتفاع منسوب مياه البحر	SLR	ثاني أكسيد الكربون	CO ₂
التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ	SRES	التقييم الديناميكي التفاعلي لدرجة التعرض	DIVA
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	SREX	ديسمبر/كانون الأول، يناير/كانون الثاني، فبراير/شباط	DJF
منطقة أفريقيا جنوب الصحراء	SSA	حساسية التوازن المناخي	ECS
برنامج الأمم المتحدة للبيئة	UNEP	نموذج الدوران العام	GCM
اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية المتعلقة بتغير المناخ	UNFCCC	إجمالي الناتج المحلي	GDP
مكتب منسق الأمم المتحدة المقيم	UNRCO	وحدات الإنتاجية الغذائية	FPU
الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية	USAID	الصندوق العالمي للحد من الكوارث والتعافي من آثارها	GFDRR
مجموعة البنك الدولي	WBG	نموذج التقييم المتكامل	IAM

مسرد المصطلحات

مشروع المقارنة فيما بين النماذج — المرحلة الخامسة (CMIP5): وهو يضم 20 مجموعة من أحدث ما في العصر من نماذج الدوران العام، وأمكن من خلاله استخلاص مجموعة ضخمة من البيانات المتعلقة بالتوقعات المناخية. ونتج عن المشروع وضع إطار لتجارب تغيير المناخ المنسقة يشمل عمليات محاكاة للتقييمات الواردة بالتقرير السنوي الخامس الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ.

التسميد بثاني أكسيد الكربون: قد يزيد أثر التسميد بثاني أكسيد الكربون من معدل التمثيل الضوئي في نباتات C3 ويزيد من كفاءة استخدام المياه، ومن ثم زيادة الإنتاجية في محاصيل C3 الزراعية في كتلة الحبوب أو عددها، أو كليهما. وقد يعادل هذا الأثر إلى حد ما من التأثيرات السلبية لتغير المناخ، رغم أن المحتوى البروتيني قد يتراجع. والتأثيرات الطويلة الأجل غير محددة إذ إنها تعتمد اعتماداً شديداً على التكيف مع زيادة ثاني أكسيد الكربون وكذلك على عوامل التقييد الأخرى، مثل مغذيات التربة والمياه والضوء.

نموذج الدوران العام (GCM): وهو أكثر أنواع النماذج المناخية تطوراً ويُستخدم في التنبؤ بتغيرات المناخ الناجمة عن ازدياد معدلات تركيز الغازات المسببة للاحتباس الحراري، ومطلقات الرذاذ، والقوى الخارجية، مثل التغيرات في النشاط الشمسي وثوران البراكين. وهذه النماذج تحتوي على العديد من العوامل التمثيلية للعمليات المادية التي يشهدها الغلاف الجوي للأرض، والمحيطات، والأجزاء المتجمدة من الأرض، وسطح الأرض، مرسومة كلها على شبكة عالمية ثلاثية الأبعاد، حيث تصل درجة الدقة الأفقية العادية حالياً لنماذج الدوران العام إلى ما يتراوح بين 100 و 300 كيلومتر.

إجمالي الناتج المحلي: هو المجموع الإجمالي لما أضافه كافة المنتجين المقيمين من قيمة مضافة إلى الاقتصاد، مضافاً إليه أي ضرائب على المنتجات ومخصوماً منه أي دعم غير مشمول في قيمة المنتجات. ويتم حسابه بدون اقتطاع قيمة إهلاك الأصول المصنعة أو إجراء أي خصوم بسبب نضوب وتدهور الموارد الطبيعية.

ونصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي هو هذا الإجمالي على أساس تعادل القوة الشرائية مقسوماً على عدد السكان. مع رجاء ملاحظة أنه: في حين

مؤشر الجذب (AI): هو مؤشر مصمم لتحديد المناطق الجذبة هيكلياً، أي المناطق التي تعاني من نقص طويل الأمد في متوسط معدلات هطول الأمطار. وهذا المؤشر يتحدد على أساس الإجمالي السنوي لهطول الأمطار مقسوماً على نسبة البحر المحتملة، بحيث تقاس الأخيرة تبعاً لكمية المياه التي يحتاج إليها نوع تمثيلي معين من المحاصيل بوصفها دالة على الأوضاع المحلية، مثل درجة الحرارة، والأشعة الساقطة، وسرعة الرياح على امتداد عام نمو كامل، وهو معيار قياسي للطلب على المياه.

المنطقة الأحيائية (Biome): وهي منطقة جغرافية شاسعة تتميز بوجود فصائل معينة من النباتات والحيوانات، وتحتوي على مجموعة محدودة من الموائل الطبيعية الكبرى، مصنفة تبعاً لأنماط المناخ وأنواع النباتات السائدة بها. وتشمل المناطق الأحيائية، على سبيل المثال، الأراضي العشبية، والصحاري، والغابات دائمة الخضرة أو النفضية، والسهول القطبية الجرداء. وتضم كل منطقة أحيائية محددة بشكل عام العديد من النظم البيئية المختلفة، تشارك جميعها في الأوضاع المناخية والبيئية السائدة بتلك المنطقة.

نباتات C3/C4: تشير إلى نوعين من "المسارات" البيوكيميائية للتمثيل الضوئي. فنباتات C3 تضم أكثر من 85 في المائة من النباتات على وجه الأرض (مثلاً معظم الأشجار والقمح والأرز واليَم والبطاطس) وهي تستجيب استجابة جيدة لأوضاع الرطوبة وزيادة ثاني أكسيد الكربون في الجو. أما نباتات C4 (مثلاً، حشائش السافانا والذرة والسرغوم والذرة الصفراء وقصب السكر) أكثر كفاءة في استخدامات المياه والكهرباء وتتجاوز أداء نباتات C3 في أوضاع الحرارة والجفاف.

مرصد تتبع التحركات المناخية (CAT): وهو تقييم مستقل يقوم على أساس علمي، ويعمل على تتبع الارتباطات المالية والتحركات المتعلقة بالانبعاثات من جانب كل بلد على حدة. وتفيد تقديرات الانبعاثات المستقبلية المستقطعة من هذا التقييم في تحليل سيناريوهات ارتفاع الحرارة التي قد تنجم عن السياسات القطرية: (أ) السيناريو المرجعي لسير العمل كالمعتاد: وهو سيناريو مرجعي مبسط يشمل السياسات المناخية الحالية، لكنه لا يشمل الوعود بخفض الانبعاثات؛ و (ب) الوعود الحالية: وهو سيناريو يشتمل بالإضافة إلى ما سبق على ما وعدت به البلدان حالياً من تخفيضات على المستوى الدولي.

وعام 1900، وهو ما يوحي بأن استخدام الفترة بين عامي 1851 و 1879 باعتبارها فترة أساس، أو عام 1901 باعتباره نقطة بداية لتحليل الاتجاه الخطي، قد يؤدي إلى التقليل من قدر الارتفاع الحالي والمستقبلي في درجة الحرارة، لكن انبعاث غازات الاحتباس الحراري في حوالي نهاية القرن 19 كانت قليلة وكانت مواطن عدم اليقين فيما يتعلق بإعادة تقدير درجات الحرارة قبل ذلك الوقت أكبر بكثير.

المسار التمثيلي لتركز الغازات (RCP): تستند هذه المسارات إلى سيناريوهات تم اختيارها بعناية من أجل العمل على وضع نموذج تقييم متكامل، ونموذج للمناخ، ونموذج وتحليل للآثار. ويعكس هذا العمل ما تم تجميعه طوال عقد من الزمن تقريباً من بيانات اقتصادية جديدة، ومعلومات بشأن التقنيات الناشئة حديثاً، والملاحظات المتعلقة بالعوامل البيئية، واستخدام الأراضي والتغير في الغطاء الذي يكسو الأرض. وبدلاً من البدء بتسلسل اجتماعي/اقتصادي تفصيلي بغية تصور سيناريوهات الانبعاثات، تتسم المسارات التمثيلية لتركز الغازات بكونها مجموعة متسقة من التوقعات المتعلقة فقط بتأثير القوى الإشعاعية (وهو التغير في التوازن ما بين ما يدخل الغلاف الجوي للأرض من إشعاع وما يخرج منه نتيجة للتغيرات في تركيبة هذا الغلاف في المقام الأول) وهو التأثير الذي يراد استخدامه ضمن المدخلات عند وضع نموذج للمناخ. ولا ترتبط هذه المسارات الإشعاعية بسيناريوهات فريدة، سواء كانت سيناريوهات اجتماعية/اقتصادية أم سيناريوهات للانبعاثات، بل يمكن أن تنتج بدلا من ذلك عن التراكيب المختلفة للمستقبل الاقتصادي، والتكنولوجي، والسكاني، والسياسي، والمؤسسي.

السيناريو رقم 2.6 للمسار التمثيلي لتركز الغازات: وهو سيناريو يمثل المؤلفات التي وُضعت بشأن سيناريوهات التخفيف من حدة الآثار بهدف الحد من الزيادة في المتوسط الحسابي لدرجة حرارة العالم بما لا يتجاوز درجتين مئويتين فوق ما كانت عليه في فترة ما قبل الثورة الصناعية. ويُستخدَم مسار الانبعاثات المذكور في العديد من الدراسات التي يجري تقييمها من أجل إدراجها ضمن التقرير التقييمي الخامس للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ ويُعد بمثابة سيناريو الحد من الانبعاثات المستخدم أساساً في تقييم الآثار بالأجزاء الأخرى من هذا التقرير. ونحن في هذا التقرير نشير إلى هذا السيناريو باسم عالم الدرجتين المئويتين.

السيناريو رقم 8.5 للمسار التمثيلي لتركز الغازات: وهو يشير إلى سيناريو بلا خط أساس للسياسات المناخية مع انبعاثات عالية نسبياً للغازات المسببة للاحتباس الحراري، ويُستخدَم في العديد من الدراسات التي يجري تقييمها من أجل إدراجها ضمن التقرير التقييمي الخامس للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ. وهو كذلك سيناريو ارتفاع الانبعاثات المستخدم أساساً في تقييم الآثار بالأجزاء الأخرى من هذا التقرير. ونحن في هذا التقرير نشير إلى هذا السيناريو باسم عالم الأربع درجات مئوية فوق مستوى ما قبل الثورة الصناعية.

شديد ومتطرف يشيران إلى تبعات (سلبية) غير شائعة. ويرتبط هذان المصطلحان غالباً مع عامل تغيير إضافي "غير عادي" أو "غير مسبوق" له معنى كمي (انظر "غير عادي وغير مسبوق").

التقرير الخاص بشأن سيناريوهات الانبعاثات (SRES): وهو التقرير الذي نشره الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ في عام 2000، والذي وفر توقعات المناخ الواردة بالتقرير التقييمي الرابع للفريق. ولا تشمل هذه السيناريوهات

يمكن التعويل تماماً على تقديرات تعادل القوة الشرائية بالنسبة للبلدان الأعضاء بمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، فإن مثل هذه التقديرات بالنسبة للبلدان النامية غالباً ما تكون تقديرات تقريبية.

الجفاف الشديد: مناطق من الأرض حيث ينخفض مؤشر الجذب انخفاضاً شديداً متزامناً عموماً مع الصحراوات الكبرى. ولا تتوفر قيمة موحدة عالمياً للجذب الشديد ويعتبر هذا التقرير النطاق بين 0 و 0.05 جدباً شديداً.

التقييمان الرابع والخامس للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ: هذا الفريق هو الجهة الرئيسية المسؤولة عن تقييم تغير المناخ العالمي. وهو يتألف من مئات العلماء البارزين في العالم وينشر بصفة منتظمة تقارير تقييم عن تقديرات تعطي صورة عامة وشاملة لأحدث المعلومات العلمية والتقنية والاجتماعية/الاقتصادية بشأن تغير المناخ وتداعياته. وقد نشر تقرير التقييم الرابع عام 2007. أما تقرير التقييم الخامس المرتقب فمن المتوقع أن يكتمل عام 2014/13.

مشروع المقارنة فيما بين نماذج التأثير المتبادل بين القطاعات (ISI-MIP): وهو أول جهد مدفوع باعتبارات المجتمعات المحلية لوضع نماذج تتضمن تقييمات للآثار العالمية المتبادلة فيما بين القطاعات، استناداً إلى نموذج المسارات التمثيلية لتركز الغازات الموضوع حديثاً والسيناريوهات الاجتماعية/الاقتصادية. ويدخل ضمن هذا المشروع أكثر من 30 نموذجاً من خمسة قطاعات (هي الزراعة، والموارد المائية، والمناطق الأحيائية، والصحة، والبنية التحتية).

نموذج تقييم تغير المناخ الناجم عن الغازات المسببة للاحتباس الحراري MAGICC: هو نموذج ذو "درجة تعقد منخفضة" يتم تطبيقه هنا في إطار وضع احتمالي كي يعطي "أفضل تخمين" للمتوسط الحسابي المتوقع لارتفاع درجة حرارة العالم، مع وجود هوامش لعدم اليقين تتعلق بعدم اليقين فيما يخص الدورة الكربونية، والنظام المناخي، وحساسية المناخ. وتحد من دقة هذا النموذج قيود تتعلق بالملاحظات التاريخية لدرجات حرارة الغلاف الجوي للأرض والمحيطات والتقديرات التاريخية لدرجة امتصاص المحيطات للحرارة، ويحدد بدرجة يمكن التعويل عليها عبء تركيز ثاني أكسيد الكربون على الغلاف الجوي مقارنةً بنماذج دورة الكربون عالية التعقد، كما أن بمقدوره أيضاً أن يتنبأ بمتوسط ارتفاع حرارة العالم قرب السطح بما يتماشى مع تقديرات نماذج الدوران العام.

مستويات ما قبل الثورة الصناعية (ما يعنيه ارتفاع الحرارة حالياً 0.8 درجة مئوية): فالسجلات الموثقة لدرجات الحرارة تظهر أن متوسط الارتفاع العالمي في درجات الحرارة قرب السطح خلال السنوات العشرين الممتدة من 1986 وحتى 2005 كان أعلى بحوالي 0.6 درجة مئوية من متوسط ما كان سائداً بين عامي 1851 و 1879. غير أن هناك تفاوتاً ملموساً من سنة إلى أخرى وعدم يقين فيما يتعلق بالبيانات. وفضلاً عن ذلك فإن متوسط ارتفاع الحرارة خلال السنوات العشرين من 1986 وحتى 2005 لا يمثل بالضرورة الارتفاع الحالي في درجة حرارة العالم. وإذا ما رسمنا اتجاهاً خطياً يمتد بطول الفترة من 1901 وحتى 2010 نجد أن درجة حرارة العالم قد ارتفعت بمقدار 0.8 درجة مئوية منذ "بدايات الثورة الصناعية". ويرجع تجميع بيانات المتوسط العالمي لدرجات حرارة الهواء قرب السطح في السجلات الموثقة لدرجة حرارة سطح الأرض-الهواء إلى نحو عام 1850. وكان عدد محطات القياس في السنوات الأولى قليلاً ثم تزايد بسرعة بمرور الوقت. وكانت الثورة الصناعية قد قطعت شوطاً بعيداً بحلول عام 1850

للمناخ الحالي المحلي. وعلى ذلك، يعتمد المستوى المطلق للحد الأدنى على التغير السنوي الطبيعي في فترة الأساس (1951-1980) والذي يبينه الانحراف المعياري (سيجما). وتحدد الحرارة المفرطة غير العادية بثلاثة أحداث 3 سيجما. وللتوزيع العادي، فإن أحداث 3 سيجما تقع في مدى 740 عامًا. وتصنف موجة الحرارة في الولايات المتحدة عام 2012 وموجة الحرارة في روسيا عام 2010 بأنها من أحداث 3 سيجما وبالتالي أحداثًا غير عادية. أما الحرارة المفرطة غير المسبوقة فتحدد بأنها أحداث 5 سيجما. وهي تقع في مدى ملايين السنوات. ولا تتبع بيانات الحرارة الشهرية بالضرورة توزيعًا عاديًا (على سبيل المثال، قد يكون للتوزيع ذيلٌ "طويل" مما يجعل من الأحداث الدافئة أكثر احتمالًا) وقد تختلف مرات التكرار عن المرات المتوقعة في التوزيع العادي. ومع ذلك، فإن أحداث 3 سيجما بعيدة بشدة عن الاحتمال وأحداث 5 سيجما لم تحدث مطلقًا تقريبًا.

افتراضات التخفيف من حدة آثار ارتفاع الحرارة. ويشمل التقرير الخاص النظر في 40 سيناريو مختلفًا، كلٌّ منها يطرح افتراضات مختلفة بشأن القوى المحركة التي ستحدد مستقبل انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري. وقد تم تقسيم هذه السيناريوهات إلى أربع فئات، بما يتفق وطائفة عريضة من سيناريوهات ارتفاع الانبعاثات أو انخفاضها.

التقرير الخاص بشأن إدارة مخاطر الأحوال الجوية المتطرفة والكوارث بغية تعزيز القدرة على التكيف مع تغير المناخ (SREX): وهو تقرير أصدره الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ في عام 2012. ويتضمن التقرير تقييمًا للعوامل المادية، والاجتماعية أيضًا، التي تمثل نقاط ضعف في مواجهة الكوارث ذات الصلة بالمناخ، كما يعطي صورة عامة لإمكانية إدارة مخاطر الكوارث بفاعلية.

غير عادي وغير مسبوق: في هذا التقرير يعرف مصطلح الحرارة المفرطة غير العادية وغير المسبوقة باستخدام حدود تستند إلى متغيرات تاريخية

