مختبرات منظمة غرينبيس للبحوث
إصدار منشور في تشرين الثاني / نوفمبر 2022

GREENPEACE
غرينبيس

على شفير الهاوية

تداعيات تغيُّر المناخ على ستة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

رجل يشاهد النيران تلتهم الأحراش في منطقة شفشاون في المملكة المغربية، ١٥ أغسطس / آب ٢٠٢١.

تصوير FADEL SENNA AFP عبر Getty Images

المحتويات

المحتويات 2
نبذة عن التقرير 4
الملخّص التنفيذي 8
الرسائل المستخلصة 12

المقدمة 15
1,1 لمحة عامة عن المناخات الإقليمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا 17
1,1,1 منطقة الصحراء الكبرى، جنوب المتوسط: المغرب، والجزائر، وتونس، ومصر 17
1,1,2 منطقة شرق المتوسط: لبنان 18
1,1,3 شبه الجزيرة العربية، الخليج: الإمارات العربية المتحدة 19
1,2 التوقعات المناخية وظروف الطقس المتطرّف في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا 20
1,2,1 مستويات الحرارة الشديدة 21
1,2,2 المتساقطات 24
1,2,3 الجفاف 25
المربّع: اتجاهات السكّان المستقبلية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا 26

2,0 ملخّص عن النتائج المستخلصة من تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ 27
المربّع: ما هي ظاهرة «الطقس المتطرّف»؟ 31

3,0 آثار تغيُّر المناخ وظواهر الطقس المتطرّف في المجتمعات 30
1,2,3 صحة البشر والتعرّض للحرارة 30
3,1,1 قدرة البشر على العيش في ظروف حارّة ورطبة في المستقبل 32
3,2 التمدّن 35
3.3 الأمن الزراعي والغذائي والمائي 36
3.4 النزاع 37
3.5 التنوّع البيولوجي 38
3.5.1 البحيرات الشاطئية 39
3.6 الطاقة 40
3.6.1 تحلية مياه البحر 42
3.6.2 تكييف الهواء 45

4,0 المغرب 46
4.1 الأمن الغذائي 46
4.1.1 التأثيرات على المحاصيل الزراعية - التوقّعات المستقبلية 46
4.2 توافر المياه 47
4.3 ظواهر الطقس المتطرّف 48

5.0 الجزائر 49
5.1 الأمن الغذائي 49
5.1.1 التأثيرات على الزراعة - التوقّعات المستقبلية 49
5.2 توافر المياه – التوقّعات المستقبلية 49
5.3 ظواهر الطقس المتطرّف 50

6.0 تونس 51
6.1 الأمن الغذائي 52
6.1.1 التأثيرات على الزراعة - التوقّعات المستقبلية 52
6.2 توافر المياه 52
6.2 ظواهر الطقس المتطرّف 53

7.0 مصر 54
7.1 الأمن الغذائي 55
7.1.1 التأثيرات على الزراعة - التوقّعات المستقبلية 55
7.2 توافر المياه 55
7.2 ظواهر الطقس المتطرّف 56

8.0 لبنان 57
8.1 الأمن الغذائي 58
8.1.1 التأثيرات على الزراعة - التوقّعات المستقبلية 58
8.2 توافر المياه 58
8.2 ظواهر الطقس المتطرّف 59
المربع أشجار الأرز في لبنان 60

9.0 الإمارات العربية المتحدة 61
9.1 الأمن الغذائي 62
9.1.1 التأثيرات على الزراعة - التوقّعات المستقبلية 62
9.2 توافر المياه 62
9.2 ظواهر الطقس المتطرّف 63

10.0 الأحواض المحيطية 64
10.1 الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بشأن أنظمة المحيطات 65
10.2 البحر الأبيض المتوسط 65
10.3 البحر الأحمر 66
10.4 الخليج 68

11.0 ملاحظات ختامية 69
12.1 مسرد المصطلحات 70
13.2 قائمة الخرائط والرسوم البيانيّة والمربّعات 71
الملحق 1: مراجعة منشورات الأقران 72
الملحق 2: ملاحظات من تقرير التقييم السادس للهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ 73
الملحق 3: ملحوظات من تقرير الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ (IPCC)- «المحيط والغلاف الجليديّ في ظلّ مناخٍ متغيّرٍ: تقريرٌ خاصٌّ للهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ» 75
الملحق 4: الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ حول التخفيف من آثار تغيّر المناخ 76
الملحق 5: مؤشرات التنمية العالمية 77
المراجع 78
شكر وتقدير 82
للإقتباس الرجاء ذكر المصدر 82

العيش على الهاوية

تداعيات تغيُّر المناخ على ستة بلدان
في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

Photo by: John Wreford/Shutterstock.com.

المؤلفون الرئيسيون

كاثرين أ. ميلر[1]، وجورج زيتيس[2]، وديفيد سانتيو[1]، وبول جونسون[1].

١. مختبرات منظمة غرينبيس للبحوث، مركز الابتكار - المرحلة الثانية، جامعة إكستر، رين درايف، إكستر EX4 4RN، المملكة المتحدة.
٢. معهد قبرص، مركز أبحاث المناخ والغلاف الجوي (CARE-C)، ٢٠ شارع كونستانتينو كافافي، ٢١٢١، نيقوسيا، قبرص.

المساهمون

يودّ المؤلفون أن يشكروا الأشخاص الواردة أسماؤهم تاليًا على مساهمتهم القيّمة:

الدكتورة مهى ت. خليل (قسم علم الأحياء، الجامعة الأميركية في القاهرة، مصر)؛
الدكتور ابراهيم الشناوي (أستاذ جامعي فخري في معهد بحوث الشواطئ (CoRI)، المركز القومي لبحوث المياه (NWRC)، مصر)؛
الدكتور آيدن فارو (باحث، مختبرات منظمة غرينبيس للبحوث، إكستر EX٤ ٤RN، المملكة المتحدة).

تاريخ النشر

تشرين الثاني / نوفمبر ٢٠٢٢

قارب تقليدي مهجور خلال صيف حار وجاف في منطقة الأهوار العراقية.

المطالب الرئيسية لمنظمة غرينبيس
الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

مبنى باريتك، قطب التكنولوجيا، الطابق ٩
شارع دمشق، المتحف
بيروت، لبنان
info.arabic@greenpeace.org
+961 1 612500 ext. 3930

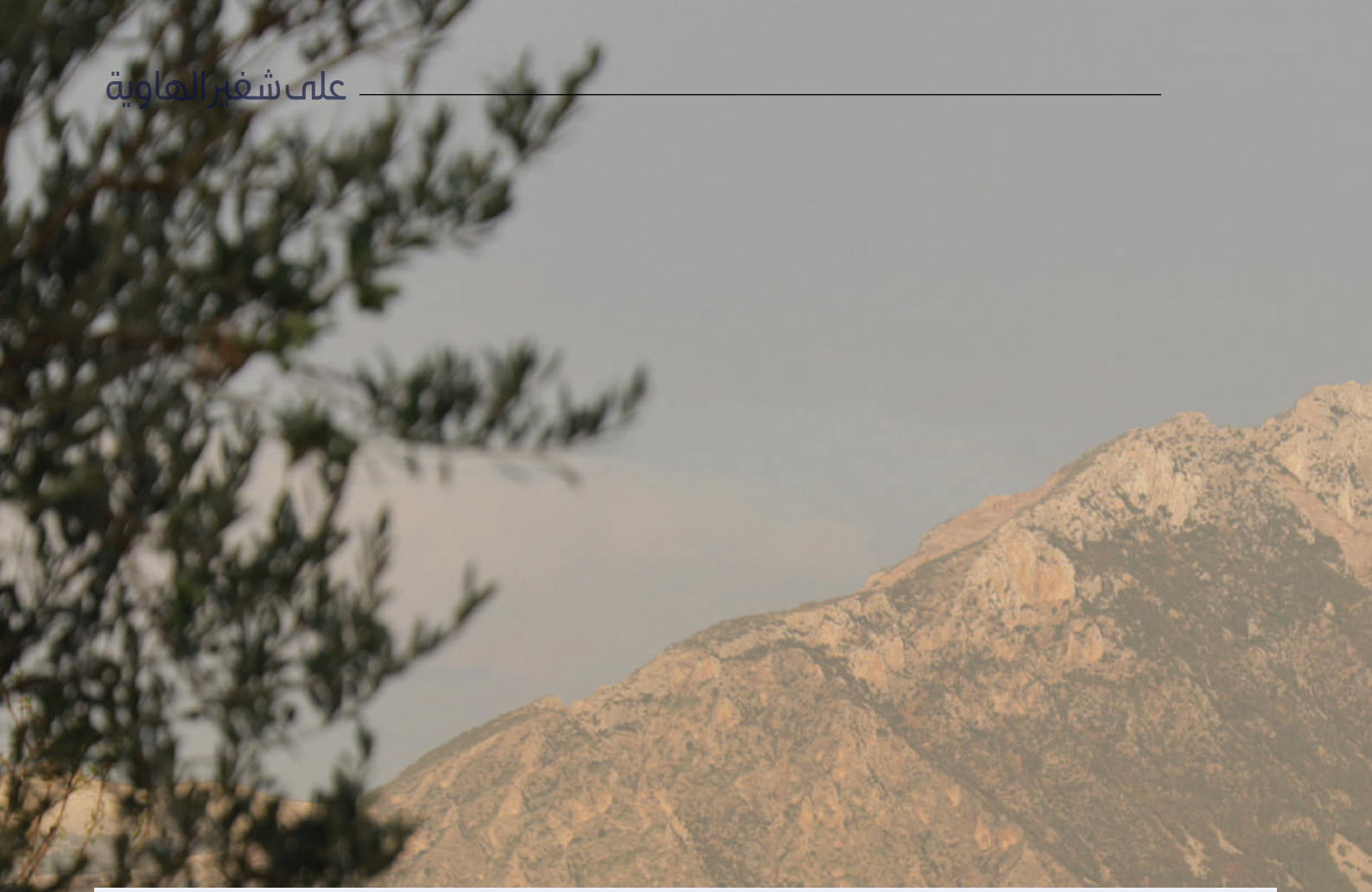
يستعرض هذا التقرير، بعنوان «على شفير الهاوية: تداعيات تغيُّر المناخ على ستة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا»، تأثير تغيُّر المناخ الشديد في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا التي تعاني نقصًا حادًا في المياه والتي ترتفع حرارتها بسرعة توازي قرابة ضعف سرعة ارتفاع متوسط الحرارة العالمية.

ومع أنّ معظم البلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بالكاد ساهمت تاريخيًا في تغيُّر المناخ، فمن الممكن والضروري لنا أن نختار مسارات إنمائية بديلة تنسجم في ما بينها على المستوى المحلي وتتوافق مع السياق الثقافي وتؤدي إلى الاكتفاء الذاتي من الطاقة. نحن غير مرتبطين أو ملزَمين بالمسار الذي اختارته بلدان الشمال على مدى الخمسين سنة السابقة والذي أدّى بشكل بارز إلى الكارثة المناخية التي تواجهنا حاليًا.

من جهة، يشكّل الانتقال من الوقود الأحفوري ضرورةً لحماية الموارد والحفاظ على حياة كريمة للأجيال المستقبلية. ومن جهة أخرى، يُعتبر هذا التحول حلّاً آمنًا ونظيفًا لسكّان المنطقة الذين يواجهون مشكلة الافتقار إلى الطاقة التي لا تلبث تتفاقم، ذلك أنّ حوالى نصف عددهم إمّا لا يحصلون على الكهرباء أو يواجهون حالات انقطاع في التيار الكهربائي لفترات مطوّلة أو يعانون نقصًا في المخزون[1] في الوقت الذي يتسارع خلاله نمو قطاع الوقود الأحفوري (خصوصا في دول الخليج) ومن المهم إدراك أنّ التأثر بتغيُّر المناخ يرتبط ارتباطًا وثيقًا بأشكال أخرى من الظلم الاجتماعي، مثل الظلم في توفير الكهرباء، والإقصاء الاجتماعي، والنزاعات، والاضطراب السياسي، وغيرها من الأشكال.

تتمحور توصياتنا التي نوجّهها إلى قادة العالم وغيرهم من متخذي القرار في المرحلة السابقة لمؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغيُّر المناخ (COP٢٧) وما يليها، السعي إلى مستقبل كريم ومزدهر لمنطقتنا والعالم. فالأرواح تُزهَق، والمنازل تُدمَّر، والمحاصيل تتلف، وسبُل العيش تضيق، والتراث الثقافي يُمَّحى، غير أنّ الملوِّثين التاريخيين الذين أسهموا في هذه الخسائر والأضرار يرفضون الالتزام بمبدأ «تغريم الملوِّث». من حق المجتمعات المتضررة أن تحصل على تعويضات تتمثل في توفير التمويل والتكنولوجيا والمعرفة، ويمكن تحقيق هذا الأمر عبر تقديم تمويل إجراءات التكيف التي تضمن مستقبل هذه المجتمعات والتي تتيح تنفيذ الاستراتيجيات الموضوعة على أساس علمي ومحلي.

وتقع أيضًا على عاتق حكومات منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مسؤولية الحرص على اتّسام استراتيجيات التكيف الموضوعة محليًا بالشمولية وعلى توزيع التمويل بشكل مناسب. يجب أن تعطي استراتيجيات التكيف الأولويةَ للمجتمعات والمجموعات المهمشة التي أصبحت عرضةً للخطر نتيجة آثار تغيُّر المناخ، وذلك عبر الحرص على أن تشكّل احتياجاتها وتراثها الثقافي والتقاليد المحلية جزءًا أساسيًا من خطط التكيف. وإلى حين ضمان نقل التمويل والتكنولوجيا والمعرفة المرتبطة بالمناخ، سيبقى عائقٌ بارز في وجه بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وغيرها من بلدان الجنوب في مسعاها إلى التكيف مع آثار تغيُّر المناخ التي تم التسليط عليها في التقرير والانتقال نحو مستقبل عادل ومستدام.



باختصار، تطلب منظمة غرينبيس الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ما يلي:

لبلدان الشمال والحكومات التاريخية المسبِّبة بالانبعاثات

- إنشاء آليّة لتمويل الخسائر والأضرار، على أن تشمل مصادر التمويل الغرامات بحق الجهات الملوِّثة للمناخ مثل شركات النفط العالمية.
- الالتزام بالتعهدات الماضية حول تمويل المسائل المناخية المعنية بالتكيف والتخفيف من آثار المخاطر وتطوير هذه التعهدات، بالإضافة إلى نقل المعرفة والتكنولوجيا، والحرص على التزام هذه التعهدات بمسارات إنمائية بديلة (تتخذ شكل المِنَح بدل القروض مثلاً).

لحكومات منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

- وضع استراتيجيات تكيُّف تعطي الأولوية للمجتمعات الأضعف وتطبيقها.
- سعيًا وراء الاكتفاء الذاتي من الطاقة المستدامة، والعدالة الاجتماعية، والقدرة على تحمُّل آثار تغيُّر المناخ (وغيرها من الأمور)، صياغة خطط انتقال عادلة و/أو مسارات إنمائية بديلة والالتزام بها.

لكلّ قادة العالم

- الانتقال العادل من الوقود الأحفوري، عبر تعزيز الالتزامات المتعلقة بالمناخ وتطبيقها.

---

١. Olawuyi, Damilola S.، «Energy Poverty in the Middle East and North African (MENA) Region: Divergent Tales and Future Prospects»، في Energy Justice and Energy Law (أكسفورد، ٢٠٢٠؛ النسخة الإلكترونية، منشورات Oxford Academic، ١٨ حزيران/يونيو ٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي: 10.1093/oso/9780198860754.003.0015. oso/9780198860754.003.0015 تم الولوج في تاريخ ٢٧ أيلول/سبتمبر ٢٠٢٢.

الملخّص التنفيذي

تتميز منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بتنوّعها على المستويَين الجغرافي والسياسي الاجتماعي، فهي تشمل سلاسل الجبال العالية، ووديان الأنهر الخصبة، والسهول الساحلية، ونظم البحيرات الإيكولوجية، إلى جانب الظروف القاحلة وشبه القاحلة التي تُعَد الأكثر هيمنة. وتواجه معظم المنطقة مشكلة ندرةٍ في المياه العذبة، سواء أكانت سطحية أم كانت جوفية، ومشكلة محدودية الأراضي الزراعية. وهي أيضًا منطقة يستمر فيها السكّان بالتزايد (من المتوقع أن يبلغ عددهم المليار بحلول نهاية القرن)، ولا سيما في المدن الكبرى (من المتوقع أن تأوي أكثر من ٧٠ ٪ من سكّان المنطقة بحلول العام ٢٠٥٠)، ومن المتوقع أيضًا أن تشهد المنطقة تزايدًا مستمرًا في استهلاك الطاقة والمياه والطعام.

ونظرًا إلى تنوُّع منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ومداها، بحيث أنها تمتد من المغرب في الغرب إلى بلدان الخليج في الشرق وتصل حدودها إلى النظم الإيكولوجية المتنوعة للبحر المتوسط والبحر الأحمر والخليج العربي، تبرز مخاطر الإفراط في التعميم بشأن الظروف التاريخية أو الحالية المستقبلية المتوقعة للمناخ والطبيعة وحياة ناسها. على الرغم من ذلك، من الواضح أنّ الكثير من البلدان في المنطقة تشهد بشكل طبيعي ظروفًا جافة ودافئة للغاية مقارنةً بأجزاء أخرى من العالم، مما يجعل الحياة صعبة للوهلة الأولى. علاوة على ذلك، وعلى الرغم من التنوع الملفت في أنماط الطقس والمناخ سنةً بعد أخرى، يبدو الآن واضحًا أنّ المنطقة ككلّ ترتفع حرارتها بسرعة في ظلّ عالمٍ يواجه تغيُّرًا في مناخه بمعدّل متسارع يصل إلى ٠,٤ درجات مئوية لكلّ عقد منذ ثمانينات القرن العشرين، أي ما يعادل ضعف المعدّل العالمي.

من خلال التركيز على ستة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (المغرب، والجزائر، وتونس، ومصر، ولبنان، والإمارات العربية المتحدة)، يقدّم هذا التقرير لمحة عامة عن الأدلة المتوفرة من الدراسات العلمية والتقييمات المرتبطة بالاتجاهات الماضية، والملاحظات القائمة، والتوقعات المستقبلية بشأن تغيُّر

أشجار الأرز في غابات معمية تورين الواسعة شمال لبنان تعاني تداعيات تغيّر المناخ.

المناخ وتأثيره في العالم الطبيعي والمجتمعات البشرية في أنحاء المنطقة، التي تشكّل فيها أصلاً مسائل الحرارة والإجهاد المائي وتهديد الأمن الغذائي واقعًا يوميًا. وبدلاً من محاولة تقديم تحليل شامل للتهديدات التي تواجهها المنطقة بأسرها، يستند التقرير إلى أمثلة من كلّ بلد لعرض آثار تغيُّر المناخ ومواطن ضعف المجتمعات البشرية التي تقاسيها.

في الأساس، يُعتبر الاحترار الناجم عن تغيُّر المناخ في أنحاء شمال إفريقيا، بما في ذلك المغرب والجزائر وتونس ومصر، أكثر شدّة في الصيف، وتتم ملاحظة أيضًا أنّ الفصول الرطبة تتحول تدريجيًا لتصبح أكثر جفافًا مع الوقت، وتبرز مؤخرًا حالات من الجفاف ممتدة على عدّة سنوات بعد أن كانت غير مسبوقة أقلّه في الفترة الماضية منذ ٥٠٠ إلى ٩٠٠ عام. وتتوقع النماذج المناخية في كلّ السيناريوهات زيادات إضافية في معدّل درجة الحرارة وفي عدد حالات الحرّ الشديد والجفاف ومدّتها وقساوتها في أنحاء منطقة شمال إفريقيا، وتتوقع المزيد من الانخفاض في معدّل المتساقطات، مع أنّ التوصل إلى نماذج عن نتائج تساقط الأمطار مرهونٌ بالمزيد من العوامل غير الأكيدة مقارنةً بنمذجة نتائج درجة الحرارة. ومن المتوقع أن يؤدي المزيج بين الاحترار والجفاف إلى تعزيز ارتفاع الضغط على الإنتاج الزراعي في أنحاء معظم المنطقة، خصوصًا في تلك البلدان التي يكثر فيها الاعتماد على الزراعة المروية بمياه الأمطار.

وعلى الرغم من درجات الحرارة الأكثر ارتفاعًا ومستويات تساقط الأمطار الأدنى بفعل الطبيعة في أنحاء شبه الجزيرة العربية، تبرز أيضًا الاتجاهات المشيرة إلى مزيد من الاحترار والجفاف ومن المتوقع أن تزداد سوءًا في العقود القادمة، بما في ذلك في الإمارات العربية المتحدة. إنّ موقع لبنان الجغرافي ومناخه الشرق متوسطي يجعلان من طبيعته أقل قحولة مقارنةً ببلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الأخرى المدروسة في هذا التقرير، مع أنّ مستوى الإجهاد المائي في لبنان يرتفع بسرعة نتيجة مجموعة من العوامل، بما فيها الاحترار السريع.
لكلّ هذه التغيُّرات الملاحظة والمتوقعة تداعياتٌ على الحياة البرية والنظم الإيكولوجية ككلّ وعلى البشر أيضًا. لكن في الكثير من أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، تبقى البيانات حول التوزع وصحة السكّان واستجابة الكائنات للمناخ محدودة جدًا.

على الرغم من الانخفاض الملاحظ والمستقبلي المتوقع في مستوى تساقط الأمطار، من المتوقع أن يأتي الاحترار في البلدان الساحلية في المنطقة مصحوبًا بمستويات عالية من الرطوبة مع ارتفاع درجة حرارة البحار أيضًا. وهذا المزيج بين درجة الحرارة العالية ومستوى الرطوبة المرتفع يمكنه، في أفضل الحالات، أن يصعّب تدريجيًا حياة الناس المقيمين، خصوصًا تلك المجموعات التي تفتقر إلى مأوى طبيعي ومساحات خضراء أو تكييف للهواء. وفي أسوأ الحالات، قد يهدد هذا المزيج الصحة نظرًا إلى تخطّي عتبات البقاء على قيد الحياة. ويمكن أن تكون هذه المخاطر شديدة بشكل خاص في المدن الكبرى التي يفاقم فيها أثرُ «جزر الاحترار الحضرية» هذه الأنواع من التعرض، خصوصًا في خلال الفترات التي تبقى فيها درجات الحرارة مرتفعة طوال الليل. وفي الوقت عينه، من المتوقع أن يؤدي الطلب المتزايد والمبرَّر على تكييف الهواء في المباني إلى زيادة الطلبات على الطاقة والمياه في أنحاء المنطقة.

بينما يميل الاتجاه الإجمالي إلى انخفاض مستوى المتساقطات، ولا سيما في تلك البلدان المتاخمة للبحر المتوسط، تُعتبر نماذج التوقعات بشأن أنماط تساقط الأمطار أقل يقينًا من نماذج التوقعات المرتبطة بتغيُّر درجات الحرارة، ويعود سبب ذلك جزئيًا إلى تعقيد التفاعلات بين خصائص الطقس والموقع الجغرافي في الأماكن الطبيعية التي يقلّ فيها أصلاً هطول الأمطار. ويعتبر التوافق العلمي أنّ الجفاف القائم في خلال هذا القرن محتمل، إذ يبدو أنّ الأمطار في بعض الأماكن تهطل بشدة ولمدّة قصيرة، مما قد يتسبب بفيضانات موضعية ويؤدي إلى تجديد لمستوى مخزون أدنى من المياه الجوفية المستنفَدة مع الوقت.

التغيرات الإيكولوجية الخطيرة وظاهرة ارتفاع مستوى البحار تهدد دلتا النيل في مصر حيث يتم إنتاج ثلث المحصول الزراعي في البلاد.

تعرض الاتجاهات والتوقعات المرتبطة بتغيُّر المناخ المعروضة أعلاه التداعيات الخطرة على الزراعة والأمن الغذائي والبيئة الطبيعية في البلدان الستة المدروسة في هذا التقرير، ولا سيما لدى دراستها على خلفية ضغوط أخرى. على سبيل المثال:

سبق أن بدأ المغرب يشهد حالات غير مسبوقة من الجفاف، وقد يتم تسجيل أكثر فأكثر حالات من الجفاف والنقص في النظم الإيكولوجية للواحات، بسبب المزيج بين تغيُّر المناخ وغيرها من التغيُّرات الناجمة عن أفعال بشرية. ومن المتوقع أيضًا أن يجف المناخ في أنحاء جهة سوس ماسة، التي تُعتبر هامة لإنتاج البلاد الزراعي.

وفي الجزائر، من المتوقع أيضًا أن تؤثر درجات الحرارة المتزايدة ومستويات تساقط الأمطار المتدنية في المناطق الزراعية الأساسية، بما فيها تلك الواقعة حول مدينة الجزائر وفي منطقة برج بوعريريج في شمال شرق البلاد. ومن المتوقع أن تصبح طبقات المياه الجوفية الساحلية أكثر ملوحة مع الوقت نتيجة الاستخراج المتواصل للمياه المصحوب بارتفاع مستوى البحر.

ومن المتوقع أيضًا أن تشهد تونس المزيد من الاحترار، مع أنّ النماذج المقدَّمة غير أكيدة من أنماط تساقط الأمطار المستقبلية. ونظرًا إلى اعتماد البلاد الشديد على الزراعة المروية بمياه الأمطار، من المتوقع أن يمارس أيّ إرباك مستقبلي في أنماط تساقط الأمطار المزيد من الضغوط على الإنتاج المحلي ويتسبب بالاعتماد أكثر على الواردات الغذائية.

أما الزراعة في مصر فهي أقلّ اعتمادًا على تساقط الأمطار، لأنّ الكثير من المزروعات تعتمد على الريّ من مياه نهر النيل. غير أنّ النماذج تتوقع انخفاضًا ملفتًا في تدفق المياه في نهر النيل تبعًا لمجموعة من السيناريوهات التي تبحث في موضوع تغيُّر المناخ. ويزداد الوضع تعقيدًا نتيجة ضبط التدفق على المستويات المرتفعة جرّاء تشييد السدود في البلدان الواقعة أكثر في الجنوب، مما قد يقلّص التوافر الإجمالي للمياه من أجل الريّ ويؤدي إلى غمر دلتا النيل تدريجيًا بالمزيد من المياه المالحة. علاوة على ذلك، تزداد خطورة تهديدات الفيضانات على طول ساحل المتوسط، مع إظهار الدراسات أنّ بعض المجتمعات الأضعف هي أيضًا تلك التي تُظهر أدنى مستوى من القدرة على التحمل من النواحي الاجتماعية والاقتصادية.

على الرغم من أنّ لبنان أكثر وفرة بطبيعته في موارد المياه مقارنةً بالبلدان الأخرى المعالَجة في هذا التقرير، من المتوقع أن يشهد احترارًا وجفافًا متسارعًا في العقود القادمة. لقد سبق أن انخفضت معدّلات تدفّق الأنهر بمقدار الربع تقريبًا منذ ستينات القرن العشرين، ويعود سبب ذلك جزئيًا إلى إفراط الاستغلال، أما الجزء الآخر فسببه الانخفاض في تساقط الأمطار والثلج على حدّ سواء. وقد زادت مستويات الجفاف والحرارة الشديدة من خطر حرائق الغابات، متسببةً باستنفاد غابات الأرز، التي قد ينحصر توافرها في نهاية المطاف في مقدار ضئيل من المناطق المرتفعة في شمال البلاد.

لطالما اعتمدت الإمارات العربية المتحدة بشدة على الواردات الغذائية وعلى إزالة ملوحة المياه للحصول على إمدادات مياه الشرب، مع أنّ مناطق الإنتاج الزراعي المحدودة تفرض عبئًا ثقيلاً على الإمدادات

المحدودة من المياه الجوفية المتوفرة التي انخفضت بمقدار ٥ مم تقريبًا سنويًا في الفترة الممتدة بين العامَين ٢٠٠٣ و٢٠١٢. ومن المتوقع أن يواصل معدّل درجات الحرارة في الإمارات العربية المتحدة بالتزايد من الخطّ المرجعي العالمي أصلاً، مع توقُّع أن تشكّل موجات الحر الشديد خطرًا متزايدًا، خصوصًا في الجزر الحرارية الحضرية للمدن الكبرى.

كما هي حال الأرض، تتأثر النظم الإيكولوجية البحرية أيضًا بدرجات الحرارة المتزايدة، ولا سيما في المياه الساحلية الضحلة نسبيًا. ففي كلّ السيناريوهات حول تغيُّر المناخ مثلاً، من المتوقع أن تصبح موجات الحر البحرية أكثر تواترًا وأن تدوم لفترة أطول في البحر المتوسط، مع بروز تداعيات قاسية على الحياة البحرية والمجتمعات الساحلية المعتمِدة على النظم الإيكولوجية البحرية لكسب سبل عيشها.

علاوة على ذلك، تشهد أيضًا الشعاب المرجانية في البحر الأحمر، المعروفة عالميًا على أنها منطقة ذات تنوُّع بيولوجي شديد، تهديدًا متزايدًا جرّاء درجات حرارة سطح البحر التي ترتفع بوتيرة أسرع من المعدّل العالمي. وعلى الرغم من إظهار قدرة أكبر على التحمل مقارنةً بمناطق أخرى، أصبحت حالات ابيضاض المرجان أكثر شيوعًا في العقود الأخيرة نتيجة درجات الحرارة المرتفعة، وتبرز اقتراحات بأنّ مدى خطورة المشكلة الفعلي لا يلقى حتى الآن ما يكفي من الضوء.

في مياه الخليج بعيدًا عن ساحل الإمارات العربية المتحدة، من المعروف أنّ المرجانيات أكثر تكيُّفًا مع درجات الحرارة المرتفعة، مما يؤدي بفعل الطبيعة إلى مستوى أدنى بكثير من التنوع في المرجانيات وغيرها من الكائنات. لكن نظرًا إلى أنّ النظم الإيكولوجية هذه تشارف أصلاً على استنفاد قدرة تحمُّل درجة حرارتها، غالبًا ما أصبح التعافي من حالات الابيضاض السابقة بطيئًا وناقصًا، وهذه مشكلة قد تتفاقم في المستقبل.

وفي كلّ هذه المناطق البحرية، قد يشكّل تغيُّر المناخ «عاملاً مضاعِفًا للتهديدات»، فهو يعزز الضغوط الناجمة أصلاً عن الإنماء الساحلي السريع. ويتمثل هذا الإنماء في ازدياد الأنشطة الصناعية على الساحل وفي البحر وارتفاع تصريف المحلول الملحي من مصانع إزالة ملوحة المياه من أجل إنتاج المياه لسكّان لا يتوقف عددهم عن التزايد. وحتى السياحة قد تترك أثرًا سلبيًا ملفتًا في النظم الإيكولوجية الطبيعية التي غالبًا ما يتمحور ازدهار السياحة حولها.

نظرًا إلى الدور الأساسي لتغيُّر المناخ في تفاقم التهديدات التي تواجهها منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، لا يمكن إلّا إبطاء الاتجاهات والتوقعات وعكسها في النهاية من خلال إجراءات عالمية منسجمة في ما بينها من أجل الحد من انبعاثات غازات الدفيئة بسرعة وبشكل جذري. إلى جانب المناطق الأخرى من العالم التي تشهد بعضًا من التأثيرات والتغيُّرات الأسرع والتي تقف على شفير الهاوية لناحية قدرتها على التحمل والتكيف، بالكاد ساهمت معظم بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في انبعاثات غازات الدفيئة حتى اليوم.

لكن طبعًا، مع سرعة التغيُّر القائم وحدّته، لن تنتظر بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا التي تشكّل موضوع التركيز في هذا التقرير، إلى جانب البلدان في أنحاء المنطقة، أن يؤتي خفض الانبعاثات بثماره. لذلك، تبرز أيضًا حاجة ملحّة إلى المزيد من التركيز على إجراءات تخفّض من مواطن الضعف، وتدعم المجتمعات المحرومة وذات قدرة التحمل المتدنية، وتعدّل طرق العيش بأكبر قدر ممكن من الاستدامة. ومن المرجح أن تبقى الواردات الغذائية ضرورةً وستكون حتمًا مرهونة بالأحداث الدولية غير المتوقعة. قد يكون من الممكن إحداث بعض التعديلات على الممارسات الزراعية المحلية على المدى القصير، مثل تغيير أنواع المحاصيل أو أصنافها وتحسين إدارة التربة والمياه. لكن بهدف أن تكون هذه التغييرات متاحة ومجدية، قد تدعو الحاجة إلى تعاون إقليمي ومساعدة دولية على حدّ سواء. بالمثل، من الضروري اتخاذ إجراءات في أنحاء المنطقة للحرص على أن تراعي البيئات الحضرية راحة البشر واستمراريتهم أكثر وعلى أن تكون هذه البيئات محمية أكثر من تهديدات الطوفان جرّاء ارتفاع مستوى البحر وغزارة تساقط الأمطار على حدّ سواء.

مع الإقرار أنّ تغيُّر المناخ يشكّل عاملاً مضاعِفًا للتهديدات، أيّ إجراءات يمكن اتخاذها للتخفيف من الضغوط الأخرى على الأنشطة البشرية، مثل التلوث الكيميائي والتدهور المادي وخسارة النظم الإيكولوجية، ستكون مهمة لتعزيز القدرة على تحمُّل النظم الطبيعية والعمليات التي يعتمد عليها كلّ من الحياة البرية والبشر. وسيُسهم التركيز المتزايد على مراقبة وتوثيق تلك النظم الإيكولوجية في أنحاء المنطقة والتهديدات المحدقة بها جرّاء مجموعة من الأنشطة البشرية في تقديم قاعدة أدلة علمية أقوى لتحسين ليس التوقعات حول التغيُّر المستقبلي فحسب بل تصميم الاستراتيجيات أيضًا لتخفيف الآثار والعمل نحو بلوغ مستقبل أكثر استدامة.

تسبّبت الأمطار الغزيرة بفيضانات مفاجئة شديدة في مدينة تطوان شمال المغرب في مارس ٢٠٢١

الرسائل المستخلصة

مناخ منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا السابق

إنّ عمليات تقييم اتجاهات المناخ المفصَّلة التي شهدتها منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا عبر التاريخ محدودة بسبب غياب التجانس بين مجموعات البيانات المرتبطة بالمساحة والوقت في أنحاء معظم المنطقة (Lelieveld et al.، ٢٠١٦؛ Zittis، ٢٠١٨). غير أنه يمكن تقديم بعض الملاحظات العامة حول مناخ المنطقة، بالاستناد مثلاً إلى وكلاء المناخ القديم. لقد كان مناخ منطقة شمال إفريقيا وشبه الجزيرة العربية وحوض النيل على مدى ألفَي سنة بمعظمه قاحلاً أو شبه قاحل. وأصبحت الظروف في منطقة الشرق الأوسط باردة وممطرة أكثر في الفترة بين العامَين ١٤٠٠ و١٨٥٠ وقد شهدت آخر ١٢٠ سنة اتجاهًا واضحًا نحو الاحترار (Zittis et al.، ٢٠٢٢).

مناخ منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الحالي

إنّ حوض المتوسط ومنطقة شمال إفريقيا شديدا التأثر بتغيُّر المناخ. فتتمتع منطقة شمال إفريقيا بموسم رطب (من تشرين الأول/أكتوبر حتى نيسان/أبريل) وبأشهر صيف جاف. ومع مرور السنوات، يشهد المناخ الطبيعي تغيُّرًا، مما يعني أنّ في بعض السنوات يكون الطقس أكثر رطوبة مقارنةً بالسنوات الأخرى (الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، ٢٠٢٢). أما منطقة شرق المتوسط فلها مجموعة من المناخات، بدءًا من مناخ صحراوي وشبه قاحل وصولاً إلى مناخ شبه استوائي ومعتدل، وقد شهدت اتجاهًا نحو الاحترار على مدى عدّة عقود من المتوقع أن يستمر في خلال هذا القرن (Zittis et al.، ٢٠٢٢). وبرز اتجاه نحو الجفاف في شبه الجزيرة العربية منذ سبعينات القرن العشرين (Almazroui et al.، ٢٠٢٠أ).

مناخ منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا المستقبلي

تشير التوقعات الواضحة في تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ إلى أنه في خلال القرن الحادي والعشرين، سيزداد جفاف منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لأنه من المتوقع أن تتساقط الأمطار بمعدّل أقلّ في المنطقة مقارنةً بالعقود الماضية (الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، ٢٠٢٢). وتختلف قليلاً التوقعات لشبه الجزيرة العربية لأنّ الاتجاه من أواسط القرن الحادي العشرين حتى أواخره يميل إلى ارتفاع مستويات المتساقطات (Almazroui et al.، ٢٠٢٠ب).

منطقة شرق المتوسط

ستستمر درجات الحرارة بالارتفاع في المنطقة، بما فيها لبنان، وذلك لما تبقّى من القرن الحادي والعشرين (Zittis et al.، ٢٠١٩). ومن المتوقع أن يستقر الاحترار بحلول العام ٢٠٥٠، فقط في حال طُبّقَت تدابير فعلية للتخفيف من المخاطر (Zittis et al.، ٢٠٢٢). وتشير مسارات الانبعاثات الحالية إلى ارتفاع درجات الحرارة بوتيرة أسرع وإلى تزايد الاحترار بشكل خاص في خلال فصل الصيف، مما يؤدي إلى موجات حرّ أكثر شدة وتواترًا (Zittis et al.، ٢٠١٦، Zittis et al.، ٢٠٢١أ). في هذه الحال، من المرجح أن ينخفض مستوى تساقط الأمطار ويؤدي المزيج بين الجفاف والاحترار الشديد إلى حالات قاسية من الجفاف الزراعي والإيكولوجي.

مستويات الحرارة الشديدة

تتصف فصول الصيف في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بأنها حارقة أصلاً، بالتالي فإنّ أيّ تزايد لدرجات الحرارة الشديدة سيعرّض النظم الإيكولوجية الضعيفة وسكّان المنطقة لتحديات إضافية (Zittis et al.، ٢٠٢١أ).

الفيضانات

تتصف فصول الصيف في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بأنها حارقة أصلاً، بالتالي فإنّ أيّ تزايد لدرجات الحرارة الشديدة سيعرّض النظم الإيكولوجية الضعيفة وسكّان المنطقة لتحديات إضافية (Zittis et al.، ٢٠٢١أ).

الأمن المائي

في البلدان الستة المناقَش موضوعها في هذا التقرير، يبرز خطر كبير يتمثّل في مواجهة المناطق كلّها مشكلة شحٍّ في المياه، مما سيؤثر سلبًا في الزراعة والصحة البشرية. ويختتم تقرير التقييم السادس الأخير الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ مشيرًا إلى «...الثقة الكبيرة في ضرورة اللجوء إلى مبادرات سريعة وفعالة للتخفيف من الآثار بهدف تفادي بروز تغيُّر المناخ في كلّ مكونات دورة المياه العامة.» (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ٢٠٢٢).

الأمن الغذائي

تعتمد المنطقة على الواردات الغذائية التي قد تتزايد إذا أثّر الجفاف وندرة المياه في المحاصيل في العقود المستقبلية. يستورد كلّ من الإمارات العربية المتحدة ولبنان حاليًا ٨٠ ٪ من الغذاء على حدّ سواء؛ أما مصر فتصل نسبة استيرادها للغذاء إلى ٤٠ ٪ من الغذاء؛ ويعتمد كلّ من الجزائر والمغرب وتونس على الحبوب المستورَدة.

ضعف مزارعي الكفاف

إنّ الأشخاص الذين يواجهون أصلاً حالةً صعبة، مثل أولئك الذين يعيشون بمستويات مدخول متدنية أو الأشخاص المحرومين أو مزارعي الكفاف، معرَّضون لخطر ارتفاع درجات الحرارة وتزايُد النقص في المياه واشتداد قساوة أحوال الطقس، لأنّ (i) هذه المجتمعات غير مزوَّدة عمومًا بالتجهيزات الكافية للتكيف، ويعود سبب ذلك بجزءٍ كبير إلى حالتها المالية؛ و(ii) هي تعتمد بشكل غير متناسب على الزراعة من أجل البقاء والاستمرار.

المحاصيل المروية بمياه

تعتمد الزراعة في الجزائر والمغرب وتونس حاليًا على غزارة الأمطار من أجل نمو المحاصيل. ومع التغيُّرات في أنماط المتساقطات، يبرز خطر التأثير في الأنماط والمحاصيل في تلك المناطق.

المحاصيل المروية

تعتمد الزراعة في مصر ولبنان والإمارات العربية المتحدة بشدة على الريّ. فأنظمة الغذاء في مصر تعتمد على نهر النيل للحصول على مياه الريّ، التي تُستخدَم من أجل زراعة الحبوب (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٠). أما أراضي لبنان الزراعية فيتم ريّ نصفها تقريبًا (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢هـ). وتضم الإمارات العربية المتحدة مساحةً محدودة من الأرض الملائمة للمحاصيل الزراعية لأنّ ٨٠ ٪ تقريبًا من أراضي الإمارات العربية المتحدة عبارة عن تربة رملية غير مناسبة للزراعة، و٦,٨١ ٪ تقريبًا من إجمالي الأراضي في الإمارات العربية المتحدة مناسبة لإنتاج المزروعات المروية (Aldababseh et al.، ٢٠١٨).

الحد الفيزيولوجي البشري الأدنى

في حالات ارتفاع مستويات الانبعاث ووصول مسار التركيز النموذجي إلى ٨,٥، من المرجح أن تواجه بحلول نهاية القرن ٨٠ ٪ من المدن المكتظة بالسكّان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا موجات حرّ شديد لمدة لا تقلّ عن ٥٠ ٪ من الموسم الحار (Varela et al.، ٢٠٢٠). ونتيجة مسارات الانبعاثات العالية في بعض الأماكن في منطقة الشرق الأوسط والخليج، من المحتمل أن تتخطّى درجات الحرارة القصوى في خلال موجات الحرّ الشديد المستقبلية ٥٦ درجة مئوية (Ntoumos et al.، ٢٠٢٢، Zittis et al.، ٢٠٢١أ).

القسم الأول

يقدّم هذا القسم من التقرير لمحة عامة عن تأثيرات المناخ الماضية والحاضرة والمستقبلية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وعن كيفية تأثير تغيُّر المناخ في البيئة والسكّان والتنوع البيولوجي.

1.0 المقدمة

يركّز هذا التقرير على البلدان الستة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، التي يتم تعدادها تباعًا من الغرب إلى الشرق: المغرب، والجزائر، وتونس، ومصر، ولبنان، والإمارات العربية المتحدة وتعكس البلدان التي يشملها هذا التقرير جهودَ منظمة غرينبيس الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من أجل تسليط الضوء على التأثيرات الخطيرة والمترابطة الكثيرة الناجمة عن تغيُّر المناخ في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. ونظرًا إلى الموارد المحدودة، يتم التركيز على البلدان التي تتواجد فيها منظمة غرينبيس بشكل مادي و/أو رقمي وتقيم فيها روابط مع جمهور وشركاء محليين. تسعى منظمة غرينبيس إلى توسيع نطاق أبحاثها في المستقبل مع تزايد القدرات.

مورناق، تونس

يهدف هذا التقرير إلى تقديم لمحة عامة عن المشاكل الناجمة عن تغيُّر المناخ، بما فيها تلك التي تؤثر في السكّان والأمن الغذائي والمائي والنظم الإيكولوجية والأحواض المحيطية.

يشير تغيُّر المناخ البشري المنشأ إلى أنه، نتيجة الأنشطة البشرية (مثل إصدار غازات الدفيئة في الغلاف الجوي والتغيُّرات الموسَّعة في استخدام الأراضي)، من المتوقع أن تشهد معظم المناطق في العالم معدّلات درجات حرارة أعلى من تلك التي تم تسجيلها في فترات مرجعية تاريخية أو من القيم الحالية. ويُعتبر متوسط درجة الحرارة السنوي، خصوصًا في فصل الصيف، مهمًّا لأنه مع تزايد الاحترار المناخي العالمي قد تصبح بعض المناطق - بما فيها البلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا - شديدة الحرارة لتتمكن من إيواء البشر.

تشهد بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في هذا التقرير بشكل كامل أو جزئي ظروفًا مناخية قاحلة أو شبه قاحلة. وفي العقود القادمة، من المتوقع أن تشهد البلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا درجات حرارة مرتفعة بوتيرة متكررة، وستتخطى درجات الحرارة الشديدة العتبات الحرجة المتعلقة بالصحة والزراعة (الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، ٢٠٢٢).

من المتوقع أن يؤدي تغيُّر المناخ، المصحوب بارتفاع متوقع لعدد السكّان في الكثير من المناطق، إلى تعزيز خطر انعدام الأمن الغذائي وعدم القدرة على تلبية الطلب الغذائي الوطني (Terwisscha van Scheltinga et al.، ٢٠٢١)، ولا سيما إذا برزت أيضًا المشاكل في واردات الحبوب (كما كانت الحالة بعد بدء الحرب بين روسيا وأوكرانيا). تتّسم منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بتنوّعها من الناحيتين الاجتماعية والاقتصادية، مما يعني أنّ شدّة التأثر بتغيُّر المناخ والقدرة على التكيف معه ستختلفان من بلد لآخر (البنك الدولي، ٢٠١٤). وتعرض البيانات من البنك الدولي (البنك الدولي، ٢٠٢٢) أنه، باستثناء الإمارات العربية المتحدة، تتمتع بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا المعروضة في هذا التقرير بناتجٍ إجمالي محلي لكلّ فرد في العام ٢٠٢١ يقلّ عن ٥ آلاف يورو، مما يشير إلى قدرة تكيفية متدنية للتعايش مع الظروف المناخية المتغيِّرة.

ولم تسجّل أيٌّ من البلدان الستة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في هذا التقرير أكثر من ٨,٢ ٪ كنسبة توليد للطاقة من الموارد المتجددة. لكن قد يشكّل هذا الأمر فرصةً لتنمية قطاع الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، خصوصًا وأنّ المنطقة ستكون منطقة شديدة التأثر بالاختلال المناخي مع ارتفاع درجات الحرارة واشتداد القحولة والجفاف في العقود المستقبلية (يمكن مراجعة أيضًا الملحق ٥).

وعندما يتوقع العلماء الطريقة التي يؤثر فيها تغيُّر المناخ في موارد مثل المياه، فهم أيضًا يأخذون الأنشطة البشرية بعين الاعتبار لأن التغيُّر في استخدام الأراضي والممارسات الزراعية وأنظمة الريّ تؤثر في توافر المياه (Tramblay et al.، ٢٠١٨). ويلجأ قطاع آخر إلى معدّلات مرتفعة من المياه، ألا وهو توليد الطاقة. فمع تزايد عدد السكّان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وانتقال مزيد من الأشخاص إلى المدن، من المتوقع أن يستمر استهلاك الطاقة في أنحاء المنطقة بالازدياد، مما يشير أيضًا إلى ارتفاعٍ في معدّل استخدام المياه من جانب قطاع الطاقة. ويستهلك الإنتاج واستخدام الوقود الأحفوري كميات عالية من المياه، غير أنّ الأبحاث تشير إلى أنّ كميات كبيرة من المياه تضيع أيضًا من الخزانات في محطات توليد الطاقة الكهرومائية. بالمقابل، يستعين إنتاج الطاقة غير المائية المتجددة بمقدار ضئيل من الماء (Sanchez et al.، ٢٠٢٠) (للاطّلاع على المزيد من التفاصيل، يمكن مراجعة القسم ٣,٦ المعني بموضوع الطاقة). وقد ذُكرت أيضًا السياحة كقطاع يلجأ إلى الموارد المائية (Tekken et al.، ٢٠١٣).

هذا التقرير تقني وقائم على الأدلة، ويستند محتواه إلى مجموعة من النتائج المنشورة في دراسات علمية مراجعة من الأقران. من النقاط التي يجدر ذِكرها النقصُ في البيانات التطبيقية الطويلة المدى حول الجوانب المادية والاجتماعية لتغيُّر المناخ ومدى التأثر به في بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. ويمكن معرفة أولويات الأبحاث بمجرد إجراء بحث بسيط في الأدبيات العلمية حول المواضيع المرتبطة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا والمذكورة في هذا التقرير وببلدان الشمال المختارة.

فعلى سبيل المثال، يبلغ عدد الأوراق البحثية الأكاديمية التي تذكر كلّ من «الولايات المتحدة» و«المناخ» في أيٍّ من العنوان أو الموجز أو كلمات المقال الرئيسية ٢٩٢٧٥ ورقة. لكن متى أعيد البحث مع ذِكر «الجزائر» و«المناخ»، يصل العدد إلى ١١١٤ نتيجة. وتشير نتائج البحث عن مصر إلى ١٦٤١ ورقة، أما نتائج البحث التي تذكر لبنان فتسجل ٣٥٣ ورقة. ومع أنّ هذا التمرين لا يفيد إلّا لإعطاء لمحة عامة محدودة عن نطاق الأبحاث حول المسائل المناخية، فهو يسلّط الضوء على الحاجة إلى المزيد من الأبحاث في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. تقدّم المعلومات المعروضة في الملحق ١ المزيد من النتائج وتتضمن بلدان المنطقة الستة المدروسة في هذا التقرير.

الأهالي في واحة محاميد الغزلان المغربية في ظل شح المياه الجوفية.

1.1 لمحة عامة عن المناخات الإقليمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

تشمل أراضي منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وطوبوغرافيتها المتنوعة النظمَ الإيكولوجية الساحلية على طول ساحل المتوسط لمنطقة شمال إفريقيا، والبحر الأحمر، والخليج، والأراضي الشاسعة القاحلة وشبه القاحلة، بالإضافة إلى الجبال العالية، كما في المغرب ولبنان. وفي ما يتعلق بالخصائص المناخية، لن يكون من الملائم إطلاق التعميمات على كلّ أنحاء المنطقة، مع أننا نعلم أنّ متوسط درجة الحرارة في أنحاء المنطقة (تمامًا مثل سائر دول العالم) في تزايد. يقدّم هذا القسم لمحة عامة عما يمكننا قوله عن التوقعات والاتجاهات المناخية الحالية للمنطقة في خلال القرن الحادي والعشرين.

1.1.1 منطقة الصحراء الكبرى، جنوب المتوسط: المغرب، والجزائر، وتونس، ومصر

الماضي القريب

تتمتع منطقة شمال إفريقيا بموسم رطب في فصل الشتاء (من تشرين الأول/أكتوبر حتى نيسان/أبريل) وبأشهر صيف جاف. ومع مرور السنوات، يشهد المناخ الطبيعي تغيُّرًا، مما يعني أنّ في بعض السنوات يكون الطقس أكثر رطوبة مقارنةً بالسنوات الأخرى. من المهم أخذ بعين الاعتبار اتجاهات المناخ الطويلة الأمد لدى النظر إلى المناخ الماضي والمستقبلي في المنطقة (الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، ٢٠٢٢).

تتصف منطقة المتوسط بمناخ معتدل يتخلله موسم صيف حار أو دافئ (من حزيران/يونيو حتى أغسطس/آب). ويختلف مستوى المتساقطات في خلال الدورة السنوية علاوة على أنه يرتبط ارتباطًا شديدًا بالفترة الزمنية والموقع الجغرافي، إذ تهطل كمية الأمطار بمعدل أقلّ في جنوب حوض المتوسط مقارنةً بشماله. وتؤثر فترات الجفاف في منطقة المتوسط إلى حدّ كبير في مدى توافر المياه من خلال خفض مستويات المياه الجوفية والمياه في السدود والخزانات السطحية. ويمكن أن تؤثر مستويات المتساقطات المتدنية، المصحوبة بدرجات حرارة مرتفعة، في الكثير من الجوانب مثل الزراعة والتنوع البيولوجي، ولا سيما في المناطق المروية بمياه الأمطار في شمال إفريقيا والشرق الأوسط. تقع المنطقة في رقعة انتقالية، فهي تتأثر بتوافر المسطحات المائية الكبيرة والظروف الشبه الاستوائية والرياح الغربية عند دوائر العرض المتوسطة (Giorgi & Lionello، ٢٠٠٨).

الاتجاهات الحالية

تشهد منطقة شمال إفريقيا اتجاهًا عامًا ملفتًا نحو الاحترار وتزداد حدّته في خلال فصل الصيف (Cherif et al.، ٢٠٢٠). أما الاتجاهات في مستوى المتساقطات فهي أقلّ وضوحًا (Donat et al.، ٢٠١٤؛ Zittis، ٢٠١٨)، غير أنّ المؤشرات تكشف عن جفاف الموسم الرطب (بين تشرين الأول/أكتوبر وآذار/مارس). ومع أنّ كلّ المناطق في شمال إفريقيا والشرق الأوسط تعاني نقصًا في الإمدادات المائية، من المتوقع أن تكون الجزائر ومصر وتونس من البلدان الأكثر تأثُّرًا بهذه التغيُّرات (Schilling et al.، ٢٠٢٠).

المناخ المستقبلي

تشير التوقعات بشأن تغيُّر المناخ، المستندة إلى النماذج المناخية العالمية والإقليمية، إلى ارتفاع إضافي في معدّل درجات الحرارة واشتداد حالات الحرّ الشديد والجفاف في أنحاء المنطقة.

يعتمد بشدّة مقدار التغيُّرات والآثار المرتبطة به على مسارات الانبعاثات المستقبلية ومسارات الإنماء الاجتماعي والاقتصادي. مع ذلك، من المتوقع أن تستمر درجة الحرارة في منطقة المتوسط بالارتفاع بوتيرة أسرع مقارنةً بالمعدّلات العالمية (Zittis et al.، ٢٠١٩؛ Cherif et al.، ٢٠٢٠؛ Lionello & Scarascia، ٢٠٢٠).

وبحسب التوقعات المناخية المستقبلية، ستكون منطقة المتوسط معرَّضة لتغيُّر المناخ، الأمر الذي سيُكسبها تصنيف «المنطقة الشديدة التأثر بتغيُّر المناخ» (Tuel & Eltahir، ٢٠٢٠). ويعود سبب ذلك بجزءٍ كبير إلى توقُّع أن تتغيَّر درجة الحرارة ومستوى المتساقطات في اتجاه مختلف، وبسبب التغيُّرات البارزة في توافر هذه المعايير، التي تؤثر أيضًا في الحدود القصوى (Zittis et al.، ٢٠١٩؛ Cherif et al.، ٢٠٢٠). وبسبب ظروف الطقس المعقّدة، لم يتم حتى الآن فهم بالكامل الآليات الكامنة وراء هذه العمليات (Tuel & Eltahir، ٢٠٢٠). تتوقع السيناريوهات بشأن تغيُّر المناخ المستقبلي جفافًا في منطقة المتوسط، مع تأثُّر بشكل خاص البلدان الواقعة في جنوب حوض المتوسط وشرقه (التي تشمل الجزائر، والمغرب، ومصر، وتونس، ولبنان) (Zittis et al.، ٢٠١٩؛ Almazroui et al.، ٢٠٢٠أ؛ Zittis et al.، ٢٠٢١أ). وفي هذه المناطق، سيكون الجفاف أكثر قساوة في خلال الفترة الرطبة من السنة، التي تشكّل الموسم الأهم لتجديد الموارد المائية الضئيلة. وسيعتمد أثر الجفاف المستقبلي في المنطقة إلى حدّ معيّن على الأنشطة البشرية (مثل إدارة المياه وتطبيق تدابير التكيف) ووتيرة فترات الجفاف. فمثلاً، قد تؤدي حالات الجفاف المتكررة إلى ازدياد استخدام المياه الجوفية، مما قد يؤثر في المحاصيل، أو قد تشير إلى متطلبات إضافية لإزالة ملوحة المياه، مما قد يزيد بشكل كبير الطلب على الطاقة. بالمثل، قد يؤدي النقص في المياه إلى تقصير دورة نمو المزروعات، فتتأثر بذلك المحاصيل بدرجة أكبر. إنّ طبيعة الجفاف وبالتالي توقعات حدوث الجفاف أمرٌ معقد لأنه يجب أخذ بعين الاعتبار التغيُّرات المناخية الطبيعية بالإضافة إلى الجوانب الاجتماعية والاقتصادية والأنشطة البشرية لدى تقديم توقعات بشأن توافر المياه. سيتطلب التكيف مع حالات الجفاف المتزايدة مجموعةً من الحلول (Tramblay et al.، ٢٠٢٠).

ستبقى المنطقة أيضًا معرَّضة لموجات من الحرّ الشديد لفترة وبحجم غير مسبوقَين (Lelieveld et al.، ٢٠١٦؛ Zittis et al.، ٢٠٢١أ). وهذه النتيجة ثابتة في كلّ السيناريوهات حول الانبعاثات.

1.1.1 منطقة شرق المتوسط: لبنان

الماضي القريب

تتمتع منطقة شرق المتوسط بمجموعة من المناخات، بدءًا من مناخ شبه قاحل إلى مناخ شبه استوائي ومعتدل. وغالبًا ما تتصف فصول الصيف بحرّها وجفافها، وينخفض معظم مستوى المتساقطات في خلال موسم الشتاء اللطيف. أما الجزء الشمالي من المنطقة، الذي يتضمن لبنان، فمناخه معتدل.

الاتجاهات الحالية

شهدت منطقتا شرق المتوسط والشرق الأوسط ارتفاعًا في درجات حرارتها على مدى القرن الماضي. حتى ثمانينات القرن العشرين، قارب هذا الاحترار بلوغ الاتجاهات العالمية. وفي العقود الأربعة الماضية، تسارع الاحترار بمعدّل تجاوز ٠,٤ درجات مئوية لكلّ عقد، وهو مقدار يوازي قرابة ضعفَي المعدّل العالمي (Zittis et al.، ٢٠٢٢). وقد تأثرت المنطقة مؤخرًا بحالات الجفاف الممتدة على سنوات وغير المسبوقة أقلّه في السنوات الماضية منذ ٥٠٠ إلى ٩٠٠ عام (Lelieveld et al.، ٢٠١٢؛ Cook et al.، ٢٠١٦). تترك هذه الظروف الممتدة، إلى جانب آثارها المباشرة في النظم الإيكولوجية، آثارًا اجتماعية واقتصادية بارزة تشكّل خطرًا على سلامة سكّان المنطقة (Kelley et al.، ٢٠١٢).

المناخ المستقبلي

ستستمر درجات الحرارة بالارتفاع في منطقة شرق المتوسط، بما فيها لبنان، وذلك لما تبقّى من القرن الحادي والعشرين (Zittis et al.، ٢٠١٩). ومن المتوقع أن يستقر الاحترار بحلول العام ٢٠٥٠، فقط في حال طُبّقَت تدابير فعلية للتخفيف من المخاطر (Zittis et al.، ٢٠٢٢). وتشير مسارات الانبعاثات الحالية إلى ارتفاع درجات الحرارة بوتيرة أسرع وإلى تزايد الاحترار بشكل خاص في خلال فصل الصيف، مما يؤدي إلى موجات حرّ أكثر شدة وتواترًا (Zittis et al.، ٢٠١٦، Zittis et al.، ٢٠٢١أ). في هذه الحال، من المرجح أن ينخفض مستوى تساقط الأمطار ويؤدي المزيج بين الجفاف والاحترار الشديد إلى حالات قاسية من الجفاف الزراعي والإيكولوجي.

1.1.1 شبه الجزيرة العربية، الخليج: الإمارات العربية المتحدة

الماضي القريب

تُظهر الاتجاهات التاريخية في البيانات المجمّعة بين العامَين ١٩٧٨ و٢٠١٩ أنّ شبه الجزيرة العربية قد أصبحت أكثر جفافًا (فقد انخفض مستوى المتساقطات بمقدار ٦,٣ مم لكلّ عقد) وأكثر دفئًا (فقد ازدادت الحرارة السنوية بمقدار ٠,٥١ درجة مئوية لكلّ عقد). وبلغ معدّل المتساقطات السنوي (بعد العام ١٩٩٨) ٩٦,٩٢ مم (Almazroui et al.، ٢٠٢٠ب).

الاتجاهات الحالية

يطغى على الإمارات العربية المتحدة مناخٌ قاحل مصحوب بأحد أدنى المستويات لتساقط الأمطار على الأرض. يختلف مستوى تساقط الأمطار إلى حدّ كبير في خلال السنة الواحدة ومن سنة إلى أخرى، وتهطل الأمطار في خلال الموسم الرطب (من تشرين الأول/أكتوبر إلى أيار/مايو). يفوق متوسط درجة الحرارة السنوي في بعض المناطق من شبه الجزيرة العربية ٣٠ درجة مئوية، مع أنّ هذه النسبة تشكّل الاستثناء؛ ذلك أنّ ٩٠٪ من شبه الجزيرة العربية يصل متوسط درجة حرارتها السنوي إلى ٢٠ درجة مئوية (Kotwicki & Al Sulaimani، ٢٠٠٩).

المناخ المستقبلي

في ما يتعلق بدرجة الحرارة، تتطابق التوقعات بشأن شبه الجزيرة العربية مع سائر بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. فمن المتوقع أن يستمر الاحترار الملاحَظ في خلال القرن الحادي والعشرين، إلّا في حال اعتُمدت في الوقت المناسب إجراءات عالمية للتخفيف من الحدّة (Zittis et al.، ٢٠٢٢). وسيشتدّ هذا الاحترار أكثر في فصول الصيف ويؤدي، لدى اجتماعه مع حالة من الرطوبة المتزايدة، إلى ظروف غير مريحة لفترات ممتدة في خلال العام. أمّا التوقعات بشأن المتساقطات فهي أقل تأكيدًا بسبب الطبيعة المحلية لظروف تساقط الأمطار، غير أنّ معظم النماذج تشير إلى أنّ بروز الجفاف في الأجزاء الشمالية وارتفاع في مستوى المتساقطات في الجنوب. أمّا تداعيات هذه الرطوبة لناحية الموارد المائية في المنطقة فلا تزال موضع شكّ.

1.2 التوقعات المناخية وظروف الطقس المتطرّف في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

تشير التوقّعات إلى أنّ منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تتجه بشكل واضح نحو الاحترار والجفاف. يُظهر الجدول ١,١ الأرقامَ المستخرجة من الأطلس التفاعلي المُعَد من فريق العمل الأول في الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ. ويجب أن تقدّم هذه الأرقام تحذيرًا واضحًا بالخطر الناجم عن انبعاثات غازات الفيئة المستمرة (الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، ٢٠٢١).

المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ١ - ٢,٦ يفترض هذا السيناريو تدنّي مستويات انبعاثات غازات الدفيئة مع انخفاض مستويات ثاني أكسيد الكربون لتبلغ الصفر قرابة العام ٢٠٥٠.

المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٢ - ٤,٥ يفترض هذا السيناريو مستويات انبعاثات متوسطة لغازات الدفيئة. ومن المتوقع أن ترتفع درجة الحرارة في المناطق الثلاث بالنسبة إلى الفترة المرجعية بين العامَين ١٨٥٠ و١٩٠٠. ويفترض هذا السيناريو أن تعادل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المستويات الحالية حتى العام ٢٠٥٠.

المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٥ - ٨,٥ يفترض هذا السيناريو مستويات انبعاثات عالية جدًا لغازات الدفيئة بحيث توازي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حوالى ضعف المستويات الحالية بحلول ٢٠٥٠. وتجدر الإشارة إلى أنّ هذا السيناريو الذي يشير إلى انبعاثات عالية لا يفترض أيّ سياسات تدخُّل في مسألة انبعاثات غازات الدفيئة وليس من الضروري اعتباره «سيناريو بقاء الأمور على حالها».

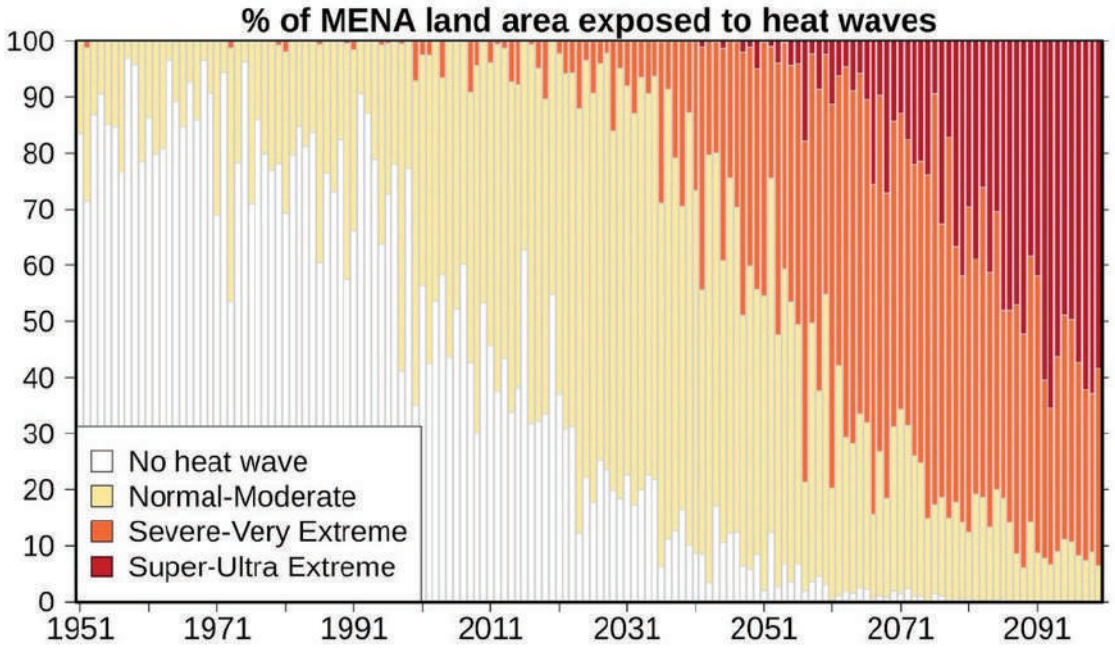
	المستقبل القريب (بين العامَين ٢٠٢١ و٢٠٤٠)			المستقبل على المدى المتوسط (بين العامَين ٢٠٤١ و٢٠٦٠)			المستقبل البعيد (بين العامَين ٢٠٨١ و٢١٠٠)		
سيناريو المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ١ - ٢,٦	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٢ - ٤,٥	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٥ - ٨,٥	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ١ - ٢,٦	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٢ - ٤,٥	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٥ - ٨,٥	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ١ - ٢,٦	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٢ - ٤,٥	المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة ٥ - ٨,٥
منطقة المتوسط	١,٨ درجات مئوية	١,٩ درجات مئوية	١,٩ درجات مئوية	٢,١ درجة مئوية	٢,٤ درجات مئوية	٢,٩ درجات مئوية	٢,٢ درجة مئوية	٣,٣ درجات مئوية	٥,٥ درجات مئوية
منطقة الصحراء الكبرى	٢,١ درجة مئوية	٢,٢ درجة مئوية	٢,٣ درجات مئوية	٢,٥ درجات مئوية	٢,٨ درجات مئوية	٣,٤ درجات مئوية	٢,٥ درجات مئوية	٣,٨ درجات مئوية	٦,٣ درجات مئوية
منطقة شبه الجزيرة العربية	٢,١ درجة مئوية	٢,١ درجة مئوية	٢,٣ درجات مئوية	٢,٥ درجات مئوية	٢,٨ درجات مئوية	٣,٤ درجات مئوية	٢,٥ درجات مئوية	٣,٨ درجات مئوية	٦,٣ درجات مئوية

الجدول ١,١. يعرض التوقعات المناخية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا زيادةً متوسطة في درجة الحرارة، لكلّ منطقة، بالدرجة المئوية، وذلك بالنسبة إلى الفترة المرجعية بين العامَين ١٨٥٠ و١٩٠٠. المصدر: الأطلس التفاعلي المُعَد من فريق العمل الأول في الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ (https://interactive-atlas.ipcc.ch/).

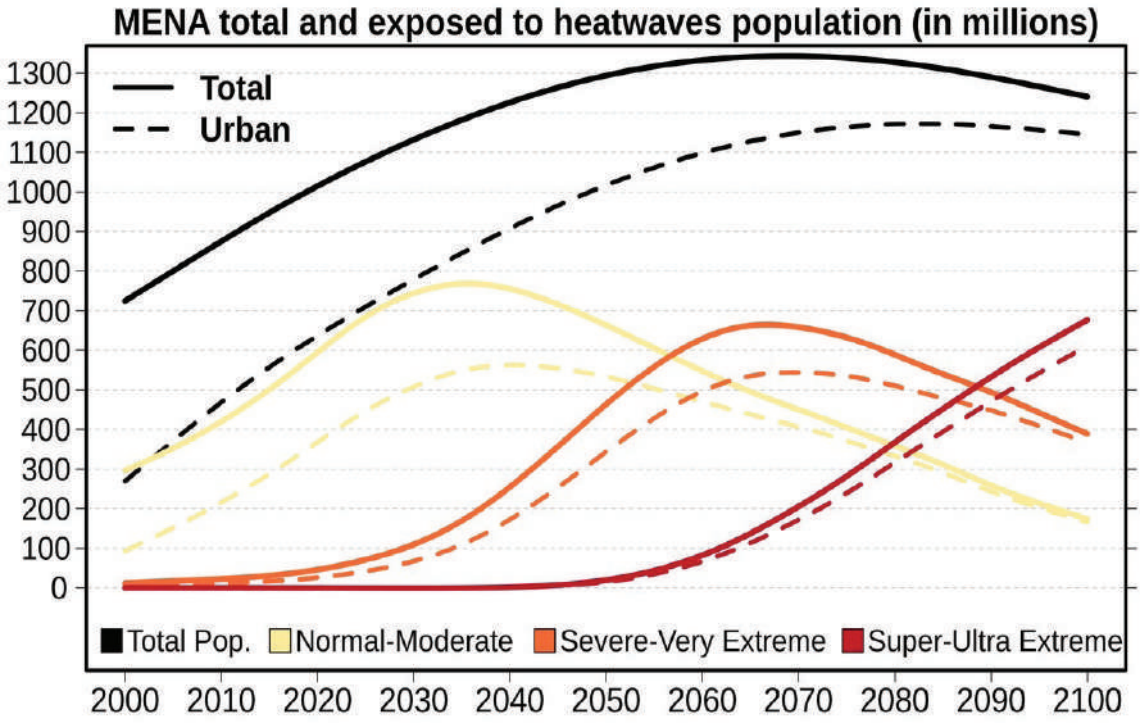
الكثبان الرملية في منطقة سويحان في إمارة العين - الإمارات العربية المتحدة.

1.2.1 مستويات الحرارة الشديدة

من تداعيات المناخ المرجحة للمستقبل، يتم توقُّع ازدياد وتيرة موجات الحرّ وحدّتها في المنطقة. ويعود سبب ذلك إلى أنّ فصول الصيف في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا حارقة أصلاً، بالتالي فإنّ أيّ تزايد لدرجات الحرارة الشديدة سيعرّض النظم الإيكولوجية الضعيفة وسكّان المنطقة لتحديات إضافية. وليست صحة البشر، والزراعة، والسياحة، وإدارة المياه والطاقة سوى بعضٍ من القطاعات الاجتماعية الاقتصادية الحيوية التي ستتأثر. فمن المتوقع أن تصبح حالات الطقس المتطرّف، التي نادرًا ما برزت في الماضي القريب، شائعةً في الجزء الثاني من القرن الحادي والعشرين (Lelieveld et al.، ٢٠١٤؛ Molina et al.، ٢٠٢٠؛ Zittis et al.، ٢٠٢١أ). في مستقبل يعد بسيناريو «بقاء الأمور على حالها» وبمسار تركيز نموذجي ٨,٥، من المرجح أن تصبح فصول الصيف الأبرد شبيهة بفصول الصيف الأدفأ في الماضي القريب أو حتى أشدّ حرًّا منها (Zittis et al.، ٢٠٢١أ). ويشير هذا السيناريو إلى أنه، بحلول نهاية القرن، من المرجح أن تواجه ٨٠ ٪ من المدن المكتظة بالسكّان في المنطقة موجات حرّ شديد لمدة لا تقلّ عن ٥٠ ٪ من الموسم الحار (Varela et al.، ٢٠٢٠). ومقارنةً بالمعايير الراهنة، قد تصبح خصائص موجات الحرّ الشديد في منطقة شرق المتوسط والشرق الأوسط أكثر قساوة (Zittis et al.، ٢٠١٦) **(الرسم البياني ١,١)**. فمن المتوقع أن يزداد العدد السنوي لموجات الحرّ بمقدار ٣ إلى ٦ مرّات وأن تشتد بمقدار ٦ إلى ٧ درجات مئوية بينما تصل أطول مدّة لها إلى عدّة أسابيع. ونتيجة مسارات الانبعاثات العالية في بعض الأماكن في منطقة الشرق الأوسط والخليج، من المحتمل أن تتخطّى درجات الحرارة القصوى في خلال موجات الحرّ الشديد المستقبلية ٥٦ درجة مئوية (Ntoumos et al.، ٢٠٢٢، Zittis et al.، ٢٠٢١أ). ولا تحلّ نماذج المناخ المتقدمة الحالية التأثيرات التفاعلية المناخية المحلية، مثل ظاهرة «جزر الاحترار الحضرية». ونتيجة لذلك، تتم الاستهانة بدرجات الحرارة الافتراضية في المدن الكبيرة عِلمًا بأنّ هذه التقديرات قد تكون متحفِّظة. ومن المتوقع أيضًا أن يكثر عدد الليالي الدافئة (Lelieveld et al.، ٢٠١٦؛ Ntoumos et al.، ٢٠٢٢)، فالمزيج بين درجات الحرارة الشديدة الارتفاع ومستويات الرطوبة العالية، ولا سيما في منطقة الخليج، سيؤدي إلى تزايد الانزعاج الحراري **(الرسم البياني ١,٢)**. وفي الأشهر الأكثر دفئًا أقلّه، قد تتجاوز هذه الظروف العتبات الحرجة للقدرة البشرية على التكيف (Pal & Eltahir، ٢٠١٦؛ Ahmadalipour & Moradkhani، ٢٠١٨).

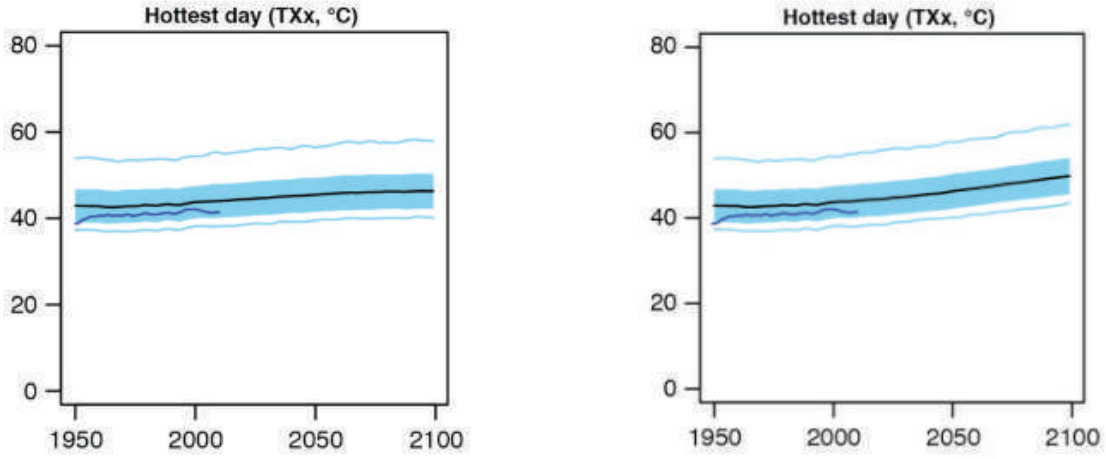


الرسم البياني ١,١. *نسبة الأرض في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا المعرَّضة سنويًا لعدّة فئات من موجات الحرّ في الفترة الممتدة بين ١٩٥١ و٢١٠٠. ترتبط التوقعات بمسار التركيز النموذجي ٨,٥. (المصدر: Zittis et al.، ٢٠٢١).*



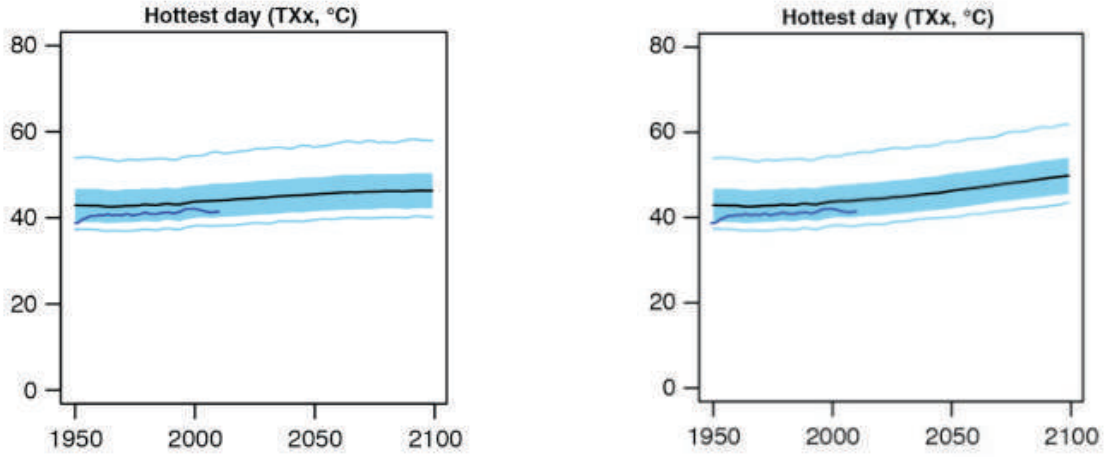
الرسم البياني ١,٢. *مجموع عدد السكان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تبعًا لسيناريو مسار التركيز النموذجي ٨,٥، وعدد السكان الذي من المتوقع أن يتعرّض لموجات حرّ مختلفة الشدّة. تمثّل المنحنيات البارزة المجموع، أمّا المنحنيات المتقطّعة فتمثّل سكان المدن. ترتبط التوقعات بمسار التركيز النموذجي ٨,٥. (المصدر: Zittis et al.، ٢٠٢١).*

من المتوقع أن تصبح منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا أكثر دفئًا على مدى القرن الحادي والعشرين. وبهدف تقديم فكرة عن ارتفاع درجة الحرارة التي يمكن مواجهتها، أنشأ Lelieveld et al. (٢٠١٦) نموذجًا على الكمبيوتر لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الأوسع نطاقًا (التي تضم ٢٩ بلدًا، بما في ذلك بلدان المغرب العربي والشرق الأوسط). وتشير نماذج التوقعات من تلك الدراسة إلى أنه، في سيناريو مسار التركيز النموذجي ٨,٥، من الممكن أن يرتفع الحدّ الأقصى لدرجات الحرارة في النهار ليصل إلى ٤٧ درجة مئوية بحلول العام ٢٠٥٠ وإلى ٥٠ درجة مئوية بحلول العام ٢١٠٠، مقارنةً بالحدّ الأقصى البالغ ٤٣ درجة مئوية في الفترة المرجعية بين العامَين ١٩٨٦ و٢٠٠٥. (تجدر الإشارة إلى أنّ سيناريو مسار التركيز النموذجي ٨,٥ قد لاقى بعض النقد بحيث اعتُبر غير واقعي وغير محتمَل (مثل Hausfather & Peters، ٢٠٢٠). (يمكن أيضًا مراجعة مسرد المصطلحات للاطّلاع على التفسير الكامل لسيناريوهات مسارات التركيز النموذجي.) وحتى في سيناريو مسار التركيز النموذجي ٤,٥ الأكثر طموحًا، الذي يفترض انخفاضًا هائلاً لصافي انبعاثات غاز الدفيئة بعد العام ٢٠٥٠، فإنه من الممكن أن يرتفع الحدّ الأقصى لدرجات الحرارة في خلال النهار ليصل إلى ٤٥ درجة مئوية بحلول العام ٢٠٥٠ وإلى ٤٧ درجة مئوية بحلول العام ٢١٠٠ **(الرسم البياني ١,٣)**.



الرسم البياني ١,٣: *ارتفاع الحدّ الأقصى المتوقع لدرجة الحرارة في خلال النهار في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في مسار التركيز النموذجي ٤,٥ (إلى اليسار) وفي مسار التركيز النموذجي ٨,٥ (إلى اليمين). المحور السيني = السنة؛ المحور الصادي = الدرجة المئوية. (المصدر: مأخوذ من الرسم البياني ٤ في Lelieveld et al.، ٢٠١٦. مرخّص للاستخدام بموجب رخصة المشاع الإبداعي الدولية: http://creativecommons.org/licenses/by/٤,٠/).*

وقد أعدّت أيضًا الدراسة التي أجراها Lelieveld et al. (٢٠١٦) نموذجًا عن التغيُّر المتوقع في عدد الليالي الدافئة في المنطقة كنسبة سنوية. ومن المتوقع أن يزداد عدد الليالي الدافئة لكلّ سنة إلى حدّ كبير في كلا السيناريوين حتى أواسط القرن - ففي مسار التركيز النموذجي ٨,٥، قد يتجاوز عدد الليالي الدافئة لكلّ سنة ٢٠٠ ليلة بحلول القرن، مقارنةً بالفترة المرجعية (بين العامَين ١٩٨٦ و٢٠٠٥) التي يبلغ فيها معدّل مدّة الأيام الدافئة ١٦ يومًا. (يمكن أن يتوجّه القرّاء المهتمون بالصيغة المستخدَمة لتحديد عدد الليالي الدافئة إلى ورقة Lelieveld et al. (٢٠١٦)، التي تقدّم تفسيرًا مفصّلاً) **(الرسم البياني ١,٤)**.



الرسم البياني ١,٤: *عدد الليالي الدافئة المتوقع هذا القرن في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في مسار التركيز النموذجي ٤,٥ (إلى اليسار) وفي مسار التركيز النموذجي ٨,٥ (إلى اليمين). المحور السيني = السنة؛ المحور الصادي = النسبة المئوية. (المصدر: مأخوذ من الرسم البياني ٤ في Lelieveld et al.، ٢٠١٦. مرخّص للاستخدام بموجب رخصة المشاع الإبداعي الدولية: http://creativecommons.org/licenses/by/٤,٠/).*

1.2.2 المتساقطات

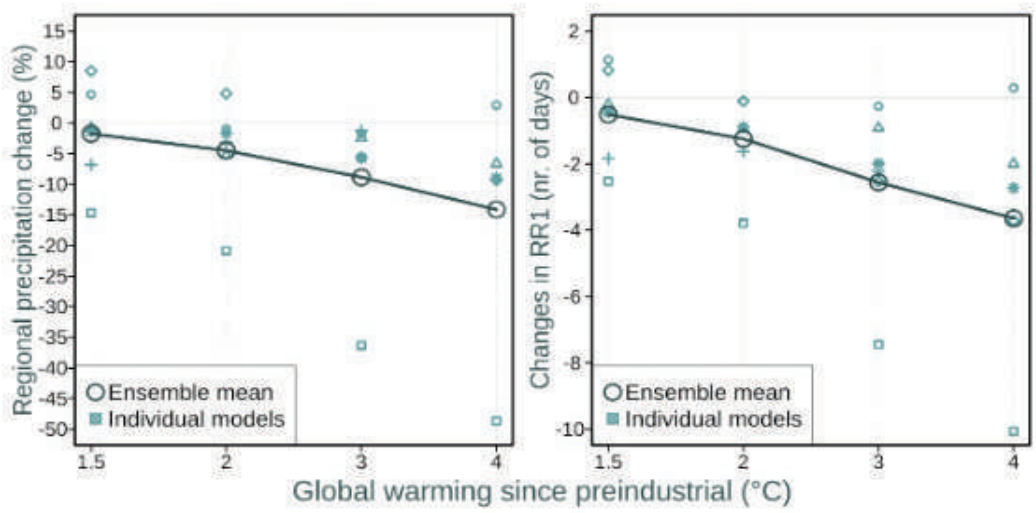
إنّ التوقعات المرتبطة بالمتساقطات أقلّ وضوحًا ويبرز تباينٌ بين النماذج مقارنةً بنماذج درجة الحرارة (Lelieveld et al.، ٢٠١٦؛ Zittis et al.، ٢٠١٩؛ Zittis et al.، ٢٠٢١ب). ويعود سبب ذلك بشكل أساسي إلى العمليات المحدودة النطاق التي تُسهم في تشكيل السُحب وتساقط الأمطار وإلى سوء تمثيل السواحل والتضاريس الجبلية المعقدة. ويتعذّر على نماذج المناخ الحالية حلّ مسألة هذه العمليات المهمة. علاوة على ذلك، تتساقط الأمطار على مستوى محلي في الأجزاء القاحلة وشبه القاحلة من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وغالبًا يبرز هذا الحدث ضمن فترة وجيزة.

تُجمع الدراسات الإقليمية المتعددة وتقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ على أنّ شمال إفريقيا سيشهد في العموم، على غرار سائر مناطق المتوسط، انخفاضًا في مستويات المتساقطات (الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، ٢٠٢٢؛ Zittis et al.، ٢٠١٩؛ Almazroui et al.، ٢٠٢٠أ؛ Cherif et al.، ٢٠٢٠؛ Lionello & Scarascia، ٢٠٢٠؛ Zittis et al.، ٢٠٢١ب؛ Waha et al.، ٢٠١٧؛ Driouech et al.، ٢٠٢٠). وفي نهاية القرن الحالي، من المرجح أن يتراوح هذا الانخفاض بين -١٠ إلى -٣٠ ٪ **(الرسم البياني ١,٥)**.

إنّ الانخفاض المتوقع في كمية المتساقطات ليس دائمًا كبيرًا (أي أنّ مقدار التغيُّر شبيه بالتغيُّر السنوي). لكن يمكن استثناء الانخفاض الهائل في كمية المتساقطات في منطقتَي المغرب العربي والمشرق، وهو انخفاض يتم توقعه بشكل رئيسي في الجزء الثاني من القرن الحادي والعشرين وفي سيناريوهات الانبعاثات العالية. وعلى ساحل المتوسط، من المتوقع أيضًا أن ينخفض عدد الأيام الممطرة لكلّ سنة وطول الفترات المطيرة (وهي الأيام المتتالية لهطول كمية أمطار تفوق ١ مم) أيضًا (Giorgi et al.، ٢٠١٤؛ Dosio et al.، ٢٠١٨). بالمقابل، من المحتمل أن تطول أكثر فترات الجفاف (وهي عدد الأيام الجافة المتتالية الجافة) (Raymond et al.، ٢٠١٩؛ Lionello & Scarascia، ٢٠٢٠؛ Coppola et al.، ٢٠٢١).

وعلى الرغم من الجفاف الإجمالي، من المحتمل أن تشتد حالات تساقط الأمطار الأكثر غزارة في أرجاء المنطقة (Giorgi et al.، ٢٠١٤؛ Donat et al.، ٢٠١٤؛ Giorgi et al.، ٢٠١٩؛ Zittis et al.، ٢٠٢١ب). وفي مناطق شمال إفريقيا الأكثر جفافًا، تُسهم حالات الطقس المتطرّف الممتدة على يوم واحد في تسجيل مقدارًا هائلاً من المتساقطات السنوية (Zittis et al.، ٢٠٢١ب). ومن المتوقع أن يزداد هذا المقدار في ظروف أكثر دفئًا، مما يطرح تحدّيات إضافية أمام النظم الإيكولوجية وإدارة المياه.

وفي ما يتعلق بالمناطق الجنوبية من شبه الجزيرة العربية ومصر، تشير نماذج المناخ إلى ارتفاع في كمية المتساقطات لما يصل إلى ٥٠ ٪ (Lelieveld et al.، ٢٠١٦؛ Almazroui et al.، ٢٠٢٠أ؛ Zittis et al.، ٢٠٢٢). ومع أنّ الارتفاع في النسبة يبدو هائلاً، فهو ليس كبيرًا دائمًا من حيث كمية تساقط الأمطار.



الرسم البياني ١,٥. توقعات التغيُّرات المناخية في المتساقطات السنوية (اللوح الأيسر) وعدد الأيام الممطرة لكلّ سنة (معدّل تساقط الأمطار اليومي RR1؛ اللوح الأيمن) لمختلف مستويات الاحترار العالمي، كمعدّل لبلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. (إعداد George Zittis. مصدر البيانات: بيانات المحاكاة في مسار التركيز النموذجي ٨,٥ ضمن برنامج التجربة المنسّقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية (كورديكس) - منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا للمزيد من المعلومات على النماذج، يمكن الاطّلاع على المرجع Zittis et al.، ٢٠٢١أ).

امرأة تجمع المياه في منطقة الأهوار جنوب العراق خلال فترة جفاف حاد.

1.2.3 الجفاف

في تقرير التقييم السادس، تتوقع الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ ازديادَ خطر الجفاف في شمال إفريقيا والساحل الأفريقي والمزيدَ من الأجواء القاحلة في غرب آسيا الوسطى، وذلك للعقود المستقبلية من هذا القرن ضمن سيناريو تسخين المناخ بمقدار لا يتخطّى درجتين مئويتين (Arias et al.، ٢٠٢١).

ويمكن أن يتسبب الجفاف بخسارة اقتصادية وتلف المحاصيل وتعريض الأمن الغذائي للخطر، ويمكن أن يؤدي إلى نقصٍ في مياه الشرب الآمنة والنظيفة. يشير الجفاف إلى فترة ممتدة من الوقت تشهد في خلالها منطقة معيّنة متساقطات أدنى من المتوقع. غير أنّ إسناد حالة الجفاف - وحالات الطقس المتطرّف الأخرى - إلى سبب واحد ليس عملية صريحة لأنّ الحالات القصوى غالبًا ما تنجم عن عدّة عوامل مختلفة (وإن كانت تفاعلية).

ومن بين البلدان الستة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا المركّز عليها في هذا التقرير، يُعتبر المغرب الأكثر اعتمادًا على الزراعة لتسجيل مدخول اقتصادي، مما يجعله الأكثر تأثُّرًا بحالة الجفاف (Schilling et al.، ٢٠٢٠؛ البنك الدولي، ٢٠٢١). فقد سبق أن تأثّر إنتاج البلاد من الحبوب نتيجة الوتيرة المتزايدة لحالات الجفاف وشدّتها في العقود السابقة، إذ انخفض مثلاً إجمالي إنتاج الحبوب (القمح والشعير) بشكل هائل نتيجة الجفاف في تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٥ وفي ربيع العام ٢٠١٦، مع تسجيل محصولٍ إجمالي بمقدار ٣,٤ ملايين طن. وهذه الكمية أقلّ بكثير من الكمية المسجّلة في المواسم الثلاثة السابقة التي بلغ في خلالها معدّل إنتاج الحبوب ٩,٣ ملايين طن. تنمو محاصيل الحبوب، التي يُستخدَم بعضٌ منها لإطعام الماشية، على طول منطقة المغرب الوسطى وهي تعتمد على مياه الأمطار، مما يجعلها أكثر تأثُّرًا بتغيُّر المناخ مقارنةً بالمحاصيل الأكثر تنوعًا التي تشمل أشجار الفواكه والخضار في شمال البلاد. مع توقعات ارتفاع معدّلات الحرارة السنوية في المغرب هذا العقد، بالإضافة إلى الشكوك في أنماط المتساقطات المستقبلية، سيواجه القطاع الزراعي في البلاد المزيد من المشاكل المرتبطة بنقص المياه (Verner et al.، ٢٠١٨).

من بين بلدان شمال إفريقيا، أشار Schilling et al. (٢٠٢٠) إلى الجزائر على أنها الأكثر افتقارًا للمياه والأكثر تأثُّرًا، وذلك بسبب قدرة البلاد المتدنية على التكيف. بمعنى آخر، إنّ سكّان الجزائر غير مزوَّدين بالتجهيزات الكافية مقارنةً ببلدان أخرى للتمكن من التعايش مع تغيُّرات المناخ والتكيف معها.

من الواضح أنّ كلّ بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا المدروسة في هذا التقرير ستتأثر بالتسخين الحراري العالمي. ومن منظار عالمي، لا شكّ في أنّ منطقة شمال إفريقيا ستشكّل «المنطقة الشديدة التأثر بتغيُّر المناخ». فكلّ البلدان في المنطقة تفتقر إلى المياه، وتعتمد كلّ بلدان شمال إفريقيا، باستثناء مصر، على تساقط الأمطار من أجل الزراعة. بالتالي، فإنّ انخفاض مستوى المتساقطات قد يترك تداعيات خطرة على الأمن الغذائي (Schilling et al.، ٢٠٢٠).

المربّع: اتجاهات السكّان المستقبلية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

من المتوقع أن يرتفع عدد السكّان العالمي في خلال القرن الحادي والعشرين، غير أنّ التزايد في توزُّع هؤلاء السكّان سيختلف بشكل واضح بين مختلف البلدان والمناطق. ففي المناطق المدارية والاستوائية في إفريقيا، ومنطقة المتوسط، ومنطقتَي غرب آسيا وآسيا الوسطى الجافتَين والحارتَين، وفي منطقتَي جنوب وجنوب شرق آسيا الرطبتَين، قد يشير ارتفاع عدد السكّان مع تغيُّر المناخ إلى أنّ البيئات الدافئة والباردة على حدّ سواء ستحتاج إلى المزيد من الطاقة، وذلك تبعًا لأي سيناريوهات معنية بمسارات التركيز النموذجي والمسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (Spinoni et al.، ٢٠٢١).

وتشير التوقعات في موضوع منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ككلّ إلى أنه بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين، سيفوق عدد سكّان هذه المنطقة ١ مليار، وهو عدد يتخطى عدد سكّان الصين المتوقع في العام ٢١٠٠. كانت مصر لفترة طويلة مركز استقطاب رئيسيًا للسكّان، ولعلّها ستبقى على هذا الحال، ويعود سبب ذلك بجزءٍ كبير إلى نهر النيل. ففي مصر، من المتوقع أن يتركّز النمو السكّاني المستقبلي في حوض النيل.

وبحلول العام ٢٠٥٠، من المتوقع أن يعيش قرابة ٧٠ ٪ من سكّان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في المدن، مع أنّ هذا الأمر سيختلف بحسب البلد والمنطقة. وتكمن أهمية هذا التوقع في إمكانية أن يؤثر هذا النمو في الإنتاج الزراعي وبالمقابل في الأمن الغذائي، وذلك لأسباب تتضمن (i) التطور الحضري الذي بدأ يجتاح الأراضي الزراعية و(ii) تزايد الطلب على الغذاء في المدن الأكبر. ومن الآثار غير المباشرة للتمدّن والطعام المستورد، يمكن ذِكر تزايد استهلاك الأغذية المصنَّعة وأساليب الحياة غير الصحية وتفاقم خطر الإصابة بأمراض غير مُعدية مثل داء السكري ومرض القلب (McKee et al.، ٢٠١٧).

2.0

ملخّص عن النتائج المستخلصة من تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ

يتألف تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ من تقارير أعدّتها ثلاثة فِرَق عمل، بحيث يركّز كلّ فريق على جانبٍ مختلف من العلوم المعنية بتغيُّر المناخ:

- فريق العمل الأول - أساس العلوم الطبيعية؛
- فريق العمل الثاني - الآثار والتكيف والضعف؛
- فريق العمل الثالث - التخفيف من حدّة تغيُّر المناخ.

تستند نتائج تقرير التقييم السادس الرئيسية إلى تقارير التقييم السابقة المفيدة بأنّ تغيُّر المناخ قد بدأ يحصل، وأنّ معظم الأراضي في العالم ستصبح أكثر سخونة في خلال القرن الحادي والعشرين، وأنّ الكثير من التغيُّرات هو نتيجة النشاط البشري. وتُظهر إحدى النتائج الرئيسية أنه منذ التقرير السابق، أي تقرير التقييم الخامس، ارتفعت درجة الحرارة العالمية لسطح الأرض بشدّة، مع تسجيل السنوات الخمس الأخيرة (بين العامَين ٢٠١٦ و٢٠٢٠) درجات الحرارة الأعلى منذ العام ١٨٥٠ على الأقلّ. ومنذ تقرير التقييم الخامس، ازدادت وتيرة حالات الطقس المتطرّف على المستوى العالمي، مثل تسبُّب المتساقطات بالفيضانات، والأعاصير المدارية، ومستويات الحرارة الشديدة التي تؤدي إلى حرائق طبيعية.

وفي ما يتعلق بشمال إفريقيا، تشير توقعات التقييم السادس إلى أرجحية انخفاض مستوى المتساقطات الإجمالي في مناطق أقصى الشمال، مما يفاقم من حالات القحولة والجفاف. وسيزيد تسخين المناخ من خطر التعرّض للحرّ الشديد والمميت في شمال إفريقيا. وفي لبنان والإمارات العربية المتحدة، من المتوقع أن تتفاقم الأجواء القاحلة، ولا سيما في منتصف القرن. وقد كشف فريق العمل الثالث عن نقطة أساسية في موضوع التخفيف من حدّة تغيُّر المناخ، إذ تبيّن أنّ الأفراد والعائلات الأفريقية بالكاد مستعدّة لتغيير سلوكها في استهلاك الطاقة. وأشارت نتائج فريق العمل الثالث إلى ضرورة إحداث تغييرات هيكلية وثقافية، مع تضمين متغيُّرات نفسية مثل مستوى الوعي، والخطر المتصوَّر، والقِيَم والقواعد الاجتماعية والشخصية، والتحكم المحتمَل بالسلوك. وأفاد تقرير فريق العمل الثالث، الذي ينظر في التخفيف من تغيُّر المناخ، بضرورة إحداث تغييرات هيكلية وثقافية على حدّ سواء من أجل معالجة أنماط الاستهلاك للطاقة في إفريقيا، مع مراعاة الجوانب النفسية للوعي، والخطر المتصوَّر، والقِيَم والقواعد الاجتماعية والشخصية، والتحكم المحتمَل بالسلوك.

يشكّل الأطلس التفاعلي الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ (https://interactive-atlas.ipcc.ch) أداةً مرئية مفيدة لمعرفة كيفية تأثّر المناطق بالحرارة والمتساقطات في مختلف سيناريوهات الاحترار المناخي.

يتضمن **الجدول ٢,١** بعض النقاط الأساسية المنقولة حرفيًا وبمزيدٍ من التفصيل من الملخصات التقنية لتقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، مع الإشارة إلى أرقام الأقسام المعنية في هذه الملخصات.

المناطق في تقارير الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ

تناقش تقارير التقييم الصادرة عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ مسألة المناطق من منطلق تقسيم قارّي بدلاً من دراستها كلّ منطقة لوحدها. في التقارير، تنتمي البلدان الستة في هذا التقرير إلى فئتين مختلفتين:

- البلدان في إفريقيا: المغرب، وتونس، والجزائر، ومصر
- البلدان في غرب آسيا الوسطى: لبنان والإمارات العربية المتحدة

الجدول ٢,١. ملخّص عن النتائج المستخلصة من الملخّصات التقنية في تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ. (الرجاء مراجعة الملحق ٢ للاطلاع على القائمة الكاملة إلى جانب مراجع الأقسام في تقييم التقرير السادس.)

	التغيُّرات الملاحظة	التغيُّرات المتوقعة
فريق العمل الأول - أساس العلوم الطبيعية (Arias et al.، ٢٠٢١)		
التغيُّرات العالمية	«ثقة كبيرة في أنّ تغيُّرات المناخ، مثل الانخفاض في إجمالي مستوى المتساقطات والارتفاع في معدّل القحولة، قد سبق أن بدأت. وثقة معتدلة في أنّ الكثير من التغيُّرات سببها الأنشطة البشرية.»	«من المرجح أنّ معظم الأراضي ستشهد المزيد من الاحترار بمقدار لا يقلّ عن ٤ درجات مئوية مقارنةً بالفترة المرجعية بين العامَين ١٩٩٥ و٢٠١٤، وذلك بحلول القرن الحادي والعشرين.» «ثقة كبيرة في أنّ الارتفاع المتكرر لمستويات الاحترار سيدفع بدرجات الحرارة الشديدة إلى تخطّي العتبات الحرجة المتعلقة بالصحة والزراعة.»
إفريقيا	«شهدت منطقة شمال إفريقيا انخفاضًا في معدّل تساقط الأمطار منذ العام ١٩٨٠.»	«ثقة كبيرة في الانخفاض المتوقع لإجمالي معدّل المتساقطات في مناطق أقصى الشمال في إفريقيا.» «ثقة كبيرة في المتساقطات الغزيرة في معظم المناطق الأفريقية، مما سيؤدي إلى فيضانات.» «ثقة معتدلة إلى كبيرة في أنّ حالات القحولة والجفاف من المتوقع أن تتزايد في شمال إفريقيا.» «من المرجح أن تشهد منطقة شمال إفريقيا انخفاضًا في مستوى المتساقطات.» «ثقة كبيرة في انخفاض معدّل الرياح، والرياح الشديدة، وإمكانات طاقة الرياح في شمال إفريقيا.»
آسيا	«برز انخفاض في مستوى المتساقطات السنوي في أنحاء شبه الجزيرة العربية منذ ثمانينات القرن العشرين بمقدار ٦,٣ مم لكلّ عقد. بالمقابل، ارتفع مستوى المتساقطات بمقدار متراوح بين ١,٣ مم و٤,٨ مم لكلّ عقد من العام ١٩٦٠ حتى العام ٢٠١٣ في أعلى أقسام شرقي غرب آسيا الوسطى.»	«ثقة معتدلة في أنّ مستوى القحولة سيرتفع في غرب آسيا الوسطى، ولا سيما في النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين، وستزداد مستويات الاحترار العالمي أكثر من درجتين مئويتين.»

فريق العمل الثاني - الآثار والتكيف والضعف (Pörtner et al.، ٢٠٢١)		
أنظمة المياه والأمن المائي	«ساهمت التغيُّرات في حالات الجفاف والفيضانات وتساقط الأمطار في خفض مستوى توافر الغذاء ورفع أسعاره، الأمر الذي أدّى إلى تهديد الأمن الغذائي والتغذية وسبُل عيش الملايين من السكّان حول العالم (ثقة كبيرة)، مع تأثُّر الفقراء على نحو غير متكافئ في أقسام آسيا وإفريقيا ومنطقتَي أميركا الجنوبية وأميركا الوسطى (ثقة كبيرة)»	«فوق درجتين مئويتين، من المتوقع أن تتضاعف وتيرة الجفاف ومدته في شمال إفريقيا ومنطقة الساحل الأفريقي وجنوب إفريقيا (ثقة معتدلة).»
النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي		«يعزز الاحترار العالمي بمقدار ٣ و٣,٥ درجات مئوية من احتمال التعرّض للحرّ الشديد والمميت في غرب إفريقيا وشمالها (ثقة معتدلة) وفي أنحاء آسيا.»
الصحة والسلامة		«من المتوقع تسجيل مئات آلاف حالات الوفاة الإضافية في سيناريوهات احترار عالمي معتدل وعالٍ، ولا سيما في شمال إفريقيا وغرب إفريقيا وإفريقيا الوسطى، مع تجاوز عتبات الحرارة المميتة على مدار العام بحلول العام ٢١٠٠ (مسار التركيز النموذجي ٨,٥) (توافق عالٍ، دليل دامغ).»
المدن		«فوق درجتين مئويتين، من المتوقع أن تتضاعف وتيرة الجفاف ومدته في شمال إفريقيا ومنطقة الساحل الأفريقي وجنوب إفريقيا (ثقة معتدلة).»
سوء التكيف	«يتراوح مستوى الوعي لدى الناس في مسألة تغيُّر المناخ البشري المنشأ بين ٢٣ و٦٦ ٪ من الأشخاص في أنحاء ٣٣ بلدًا إفريقيا، مع تسجيل مستوى متدنٍّ من الإلمام بمسائل المناخ، الأمر الذي يحدّ من إمكانية التكيف التحولي (ثقة معتدلة).»	
فريق العمل الثالث - التخفيف من حدّة تغيُّر المناخ (الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ، ٢٠٢٢)		
الانبعاثات الحضرية	«من العام ٢٠٠٠ وحتى العام ٢٠١٥، ازدادت حصة الانبعاثات الحضرية من ٢٨ إلى ٣٨ ٪ في إفريقيا ومن ٥٧ إلى ٦٢ ٪ في غرب آسيا الوسطى.» «من العام ٢٠٠٠ وحتى العام ٢٠١٥، ارتفع مقدار انبعاثات غازات الدفيئة الحضرية على مستوى عالمي لكلّ فرد من ٥,٥ إلى ٦,٢ طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكلّ فرد (ارتفاع بنسبة ١١,٨ ٪). ازدادت الانبعاثات في إفريقيا من ١,٣ إلى ١,٥ طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكلّ فرد (٢٢,٦ ٪)، وفي غرب آسيا الوسطى من ٦,٩ إلى ٩,٨ طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكلّ فرد (٤٠,٩ ٪).	«ثقة معتدلة في أنّ مناطق الأراضي الحضرية ستكثر: من المتوقع أن تشهد إفريقيا وأوروبا الشرقية وغرب آسيا الوسطى أعلى معدّل نمو للأراضي الحضرية.»

3.0

آثار تغيُّر المناخ وظواهر الطقس المتطرّف في المجتمعات

يستند النص في هذا القسم (٣,٠) إلى نصٍ منشور في التقرير التقني التابع لمختبرات منظمة غرينبيس للبحوث، تحت عنوان Weathering the Storm، بقلم (Miller et al.، ٢٠٢٠)، مع إجراء بعض التعديلات لعرض التطورات في الفهم والتقييم العلميَين منذ تاريخ نشر ذلك النص.

تتفق الملاحظات والنماذج المناخية إلى حدّ كبير على أرجحية التعرّض لحالات طقس قاسية على صعيد عالمي بوتيرة أكبر و/أو بحدّة أكبر، وذلك تدريجيًا في القرن الحادي والعشرين (Niang et al.، ٢٠١٤). لا شكّ في أنّ الطقس القاسي سيترك أثرًا في طريقة عيش حياتنا.

Photo by AHMAD AL-RUBAYE_AFP via Getty Images

رجل يقف قرب مراوح رذاذ الماء المبرّدة في العاصمة العراقيّة بغداد خلال موجة حر شديد في صيف ٢٠٢١.

3.1 صحة البشر والتعرّض للحرارة

تؤثر الحرارة في صحة البشر، ويعود سبب ذلك بشكل أساسي إلى أنّ التعرّض لظروف قاسية يمكنه مفاقمة المشاكل الصحية الكامنة. يمكن تسجيل حالات وفاة ويتم تسجيلها بعد فترات الحرّ الشديد/ وبينما يستطيع الكثير من الناس التعايش مع يوم واحد من درجات الحرارة الشديدة، ترتفع معدّلات الوفيات في خلال موجات الحرّ الممتدة التي تدوم لأكثر من يومين. وتبرز أهم المشاكل الصحية في خلال فترات الحرّ الشديد الممتدة عندما تكون درجات الحرارة في الليل والنهار عالية، ويعود سبب ذلك إلى عدم توافر فترة تتيح للأشخاص التعافي أو التماثل للشفاء (Perkins، ٢٠١٥). للجسم البشري القدرة على تنظيم حرارته من أجل الحفاظ على درجة حرارة أساسية متراوحة عادةً بين ٣٦,٥ و٣٧,٥ درجة مئوية. غير أنّ التعرّض لدرجات حرارة مفرطة قد يؤدي إلى ارتفاع مفرط لحرارة الجسم. وعادةً ما تنجم درجات الحرارة المفرطة عن الإصابة بالحمّى، لكنها قد تبرز أيضًا نتيجة التعرّض لدرجات حرارة خارجية عالية لمدّة طويلة وعدم

قدرة الجسم على التبريد. وتُعتبر درجة حرارة الجسم الأساسية والبالغة ٣٨ درجة مئوية عاليةً، وإذا وصلت إلى
٤٠ درجة مئوية فهي تصبح مهدِّدة للحياة (الخدمة الوطنية الصحية، ٢٠٢٠).

إذا تخطت درجة الحرارة المحيطة ٣٧ درجة مئوية، سيستقطب الجسم الحرارة ومن المرجح أن ترتفع درجة حرارته بشكل مفرط. ويصبح التعرُّق لتبديد الحرارة غير فعّال في ظروف جفاف شديدة نسبيًا، مما يعني أنه في حالات الجفاف الشديدة، حتى درجة أدنى محيطة قد تؤدي إلى الوفاة (Mora et al.، ٢٠١٧). تشير درجة الترمومتر المبلّل البصلة البالغة ٣٥ درجة مئوية (مقياس للرطوبة النسبية) إلى الحد الفيزيولوجي الأعلى لبقاء البشر على قيد الحياة (Raymond et al.، ٢٠٢٠). أظهر تحليل للتأثير المشترك الناجم عن درجة الحرارة والرطوبة في صحة البشر أنّ معدّلات الوفيات العالية في الهند وباكستان في خلال فترات منفصلة من الحرّ الشديد في العام ٢٠١٥ كان سببها المزيج بين درجات حرارة عالية ورطوبة شديدة، وقد تفاقم هذا الوضع لأنّ المستشفيات تخطّت قدرتها على استقبال المرضى المصابين بأمراضٍ مرطبة بظروف الحرّ (Wehner et al.، ٢٠١٦). وفي المناطق الساحلية للشرق الأوسط وشمال إفريقيا (مثل بلدان الخليج)، تُعتبر هذه الأحوال الجوية اعتيادية في الأشهر الدافئة من السنة.

يمكن أن تشمل الآثار الصحية المرتبطة بظروف الحرّ ازديادًا في الحالات المرضية المتمثلة في مرض القلب التاجي، والسكتة الدماغية، واضطراب نظم القلب، والتجفاف، والفشل الكلوي الحاد، ومرض القلب، والإسهال، والضربة الحرارية (Hopp et al.، ٢٠١٨). ويتم توقُّع انخفاض في الإنتاجية نتيجة فترات ممتدة من الحرّ خصوصًا إن اجتمعت معها ظروف الرطوبة الشديدة (Levy et al.، ٢٠١٦؛ Perkins-Kirkpatrick & Gibson، ٢٠١٧).

من المعروف أنّ فترات الحرّ الشديد تتسبب بحالات وفاة مرتبطة بظروف الحرّ - فقد وصل عدد الوفيات في العام ٢٠٠٣ نتيجة موجة الحرّ الواسعة النطاق في أوروبا إلى مئات الآلاف وقد بلغ ذروته في فرنسا وألمانيا وإيطاليا (Christidis et al.؛ Mora et al.، ٢٠١٧). وأظهرت الدراسات التحليلية حول التعرّض لدرجات الحرارة الشديدة أنّ ظروف الحرّ الشديد تتسبب عمومًا بفائض في عدد الوفيات في غضون أيام قليلة. بالمقابل، تسبب حالات الطقس الشديدة البرودة فائضًا في عدد الوفيات على مدى فترة أطول تصل إلى ٢٥ يومًا. أما مدى التأثر بحالات الطقس المتطرّف فيرتبط بعوامل تشمل: قدرة الشخص على التأقلم، والعمر، والأوضاع الاجتماعية الاقتصادية، والتواجد في المدينة أو في الريف، وإمكانية تكييف الهواء (Anderson & Bell، ٢٠٠٩). وترتبط المعدّلات العالية والفائضة في الوفيات والحالات المرضية لدى البشر بفترات مطوّلة من التعرض لدرجات حرارة معتدلة أكثر من ارتباطها بفترات من التعرض لأيام حارّة جدًا مرة واحدة (Gasparrini et al.، ٢٠١٥؛ Perkins-Kirkpatrick & Gibson، ٢٠١٧).

المربّع: ما هي ظاهرة «الطقس المتطرّف»؟

مقتبس عن (Miller et al. ٢٠٢٠).

ما مِن تعريف عالمي مقبول لظاهرة «الطقس المتطرّف»، على الرغم من أنّ الجهة التي تعطي هذا الوصف هي تلك التي تختبر حالة طقس غير اعتيادية. أما طبيعة مصطلح «متطرّف» فهي ترتبط بالظروف العادية أو المهيمنة ويمكن أن تتضمن موجات الحرّ، أو حالات الجفاف، أو الأمطار الطوفانية، أو أنواع أخرى من ظواهر الطقس المتطرّف. ويتم أيضًا وصف حالات الطقس المتطرّف على أنها حالات نادرة (وأنّ البشر غير مهيَّئين جيدًا للتعامل معها) أو على أنها حالات شديدة (تولّد خسارة أو ضررًا في البنية التحتية و/أو النظم الإيكولوجية). تشمل بشكل عام ظاهرة الطقس المتطرّف عددًا من المعايير التي تتضمن مجموعةً من المتغيُّرات والحوافز المناخية، بينما يمكن تحديد أثرها الإجمالي على ضوء موقعها الجغرافي وتوقيتها وتعرُّض الأصول (Stephenson، ٢٠٠٨). قد يتسبب الطقس المتطرّف بإصابات أو ضحايا، ومجاعة، وضرر في النظم الإيكولوجية والمأوى والبنى التحتية والزراعة. ويمكنه أن يؤدي إلى إخلاء السكّان أو تهجيرهم أو إلى تلف المحاصيل. إنّ فترات الطقس المتطرّف المطروحة في هذا التقرير ترتبط بحالات ومسائل معيّنة أو تتسبب بها، وتشمل هذه الحالات والمسائل تلك المتعلقة بصحة البشر والأمن الغذائي والمائي والتنوع البيولوجي.

غالبًا ما توصف الحالات المتطرّفة على أساس تعاريف نسبية (مثل الأحداث التي يقلّ احتمال وقوعها عن ٩٥ أو ٩٩ ٪) أو على أساس تخطّي العتبات السابق تحديدها (مثل تلك المرتبطة بالزراعة أو صحة البشر).

إنّ إسناد ظواهر طقس متطرّف إلى سبب واحد ليس عملية تلقائية. فمن الممكن أن تنجم حالات الطقس المتطرّف عن تفاوت طبيعي ضمن النظام المناخي، أو نشاط بشري، أو تفاعل معقد بين الاثنين. لكنّ الأكيد هو أنّ أحداث الطقس المتطرّف تقع بوتيرة أكبر وتؤدي إلى تزايد المعاناة البشرية (Coumou & Rahmstorf، ٢٠١٢).

أحد الأهالي في واحة محاميد الغزلان المغربية مع قطيع من الجمال.

3.1.1
قدرة البشر على العيش في ظروف حارّة ورطبة في المستقبل

لقد تأقلم البشر على العيش في درجات حرارة متنوعة للغاية ومتراوحة بين ٤ درجات مئوية و٣٥ درجة مئوية. غير أنّ الأبحاث أظهرت أنه منذ أوسط العصر الهولوسيني (٦ آلاف سنة قبل الوقت الحاضر) اختارت أغلبية الأشخاص العيش في مناطق يتراوح معدّل درجة الحرارة السنوي فيها بين ١١ و١٥ درجة مئوية (Xu et al.، ٢٠٢٠). وتتوقع النماذج المناخية العالية أنه، في سيناريو الانبعاثات العالية (مثل مسار التركيز النموذجي ٨,٥ / المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك ٣) وبحلول العام ٢٠٧٠، سيرتفع متوسط درجة الحرارة العالمي الذي يشهده البشر بمقدار ٧,٥ درجات مئوية مقارنةً بالفترة ما قبل الصناعة (Xu et al.، ٢٠٢٠). (للحصول على تفسير بشأن سيناريوهات مسار التركيز النموذجي والمسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة، يمكن مراجعة مسرد المصطلحات).

ليس من المتوقع أن تشهد كلّ قارة ارتفاعًا بهذا القدر في درجة حرارة سطحها، غير أنّ توقعات النماذج تضيف النمو السكّاني إلى المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك ٣، وبالتالي من المتوقع أن يزداد النمو السكاني بوتيرة أسرع في المناطق الأكثر سخونة. ويشير السيناريو الأسوأ المتوقَّع، أي سيناريو مسار التركيز النموذجي ٨,٥ / المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك ٣، إلى أنّ ٣,٥ مليارات شخص في العالم سيعيشون في مناطق يبلغ متوسط درجة الحرارة السنوي فيها ٢٩ درجة مئوية أو يفوقها، وبالتالي يمكن اعتبارها غير صالحة للسكن (أو أقلّه توشك على أن تصبح كذلك). إذًا، يمكن لمنطقة بمتوسط درجة حرارة سنوي يصل إلى ١٣ درجة مئوية في العام ٢٠٢٠ أن تسجّل متوسط درجة حرارة سنوي يبلغ ٢٠ درجة مئوية في العام ٢٠٧٠ - على غرار المناخ القائم حاليًا في شمال إفريقيا. لكن حتى لو اتخذت انبعاثات غازات الدفيئة مسارًا هابطًا نحو مستوى الصفر في العام ٢١٠٠ - مسار التركيز النموذجي ٢,٦ - من المتوقع أن يستمر حوالى ٢,٦ مليار شخص حول العالم بالنزوح بحلول العام ٢٠٧٠ نتيجة درجات الحرارة المحيطة القاسية.

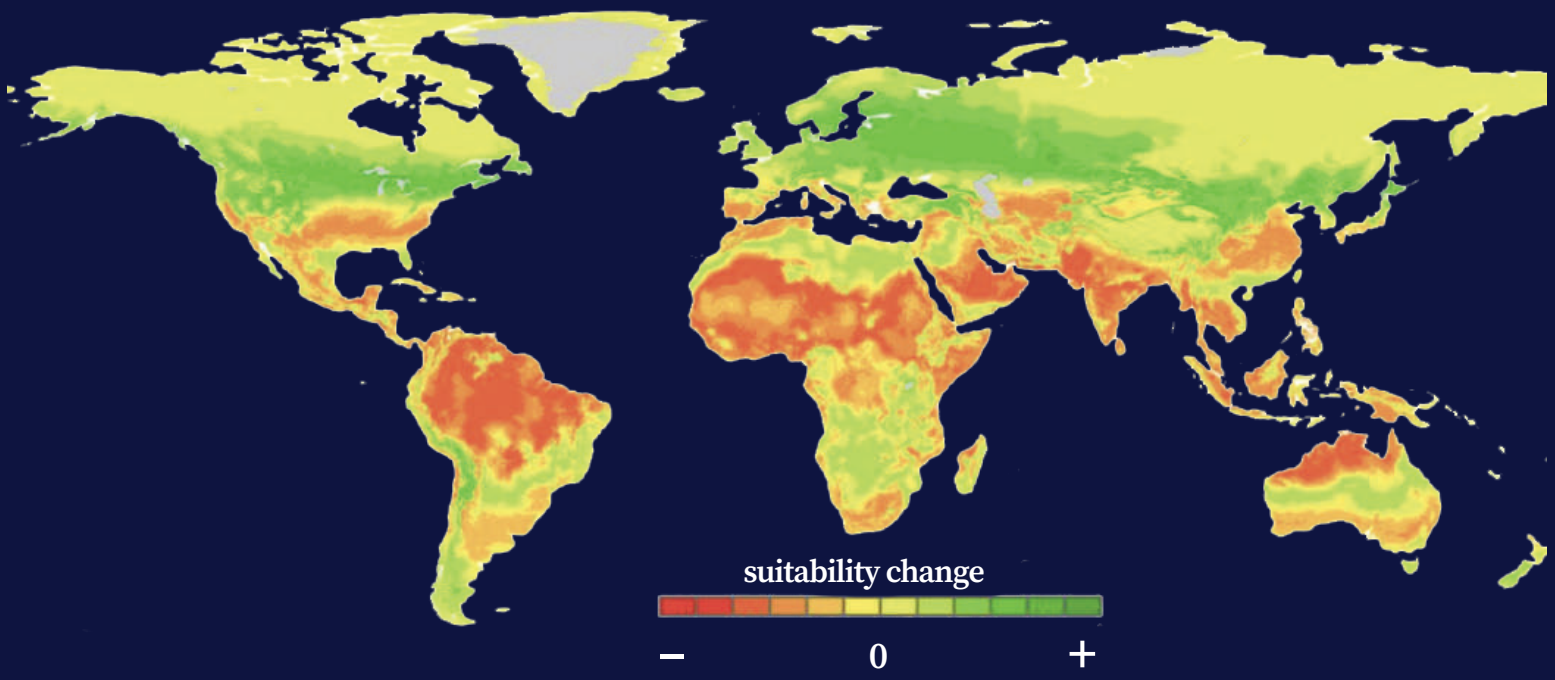
تعرض الخريطة في الرسم البياني ٣,١ «مراكز النزوح» المتوقعة للأشخاص المتأثرين بالأراضي الملائمة لإيواء البشر في العام ٢٠٧٠. وقد أُعِدّ هذا النموذج في مسار التركيز النموذجي ٨,٥ وتبعًا للتغيرات السكانية ضمن المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك ٣. وفي حال استمرّ غالبية الناس بالعيش في مناطق يتراوح متوسط درجات حرارة سنوي فيها بين ١١ و١٥ درجة مئوية، كما كانت الحال تاريخيًا، من المتوقع إذًا أنّ بعض مناطق العالم ستصبح أقلّ ملاءمة للبشر ومناطق أخرى ستصبح أكثر ملاءمة. وفي حال توزّع السكّان تبعًا لمتوسط درجات الحرارة السنوي، من المتوقع إذًا أن يكون اتجاه النزوح السكّاني في العام ٢٠٧٠ من المناطق المظلّلة باللون الأحمر على الخريطة إلى تلك المظلّلة باللون الأخضر (Xu et al.، ٢٠٢٠).

اقترحت دراسات أخرى الأمر عينه بأنّ المناخ المتزايد السخونة قد يسهم في نزوح السكّان في العقود المستقبلية (Lelieveld et al.، ٢٠١٦؛ Cattaneo & Peri، ٢٠١٦؛ Missirian & Schlenker، ٢٠١٧؛ Abel et al.، ٢٠١٩). وفي حال تحققت توقعات مسار التركيز النموذجي ٨,٥ / المسار الاجتماعي والاقتصادي المشترك ٣ (أي واصلت انبعاثات غازات الدفيئة اعتماد سيناريو «بقاء الأمور على حالها» طوال القرن الحادي والعشرين)، قد تشهد مناطق الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، بما فيها المغرب، والجزائر، وتونس، وأقصى شمال مصر، ولبنان، والإمارات العربية المتحدة، تراجعًا في عدد الأراضي الملائمة لإيواء بحلول أواخر عقود القرن الحادي والعشرين. فعلى سبيل المثال، يقارب متوسط درجة الحرارة السنوي في الوقت الحاضر في بعض مناطق الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ٢٠ درجة مئوية؛ ومن المتوقع لتلك المناطق أن تزداد سخونة في العقود المستقبلية. ومن المتوقع لبعض المناطق التي يبلغ متوسط درجة حرارتها السنوي حاليًا ١٣ درجة مئوية أن يصل متوسط درجة

حرارتها السنوي إلى ٢٠ درجة مئوية بحلول العام ٢٠٧٠. وتشير التوقعات إلى أنّ بعض أجزاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، بما فيها الإمارات العربية المتحدة، ستشهد متوسط درجة حرارة سنوي يفوق ٢٩ درجة مئوية (الرسم البياني ٣,٢) (Xu et al.، ٢٠٢٠). وقد يؤدي حركة الناس الواسعة النطاق إلى توترات ثقافية وسياسية ضمن المناطق الأكثر تأثُّرًا وخارج حدودها.

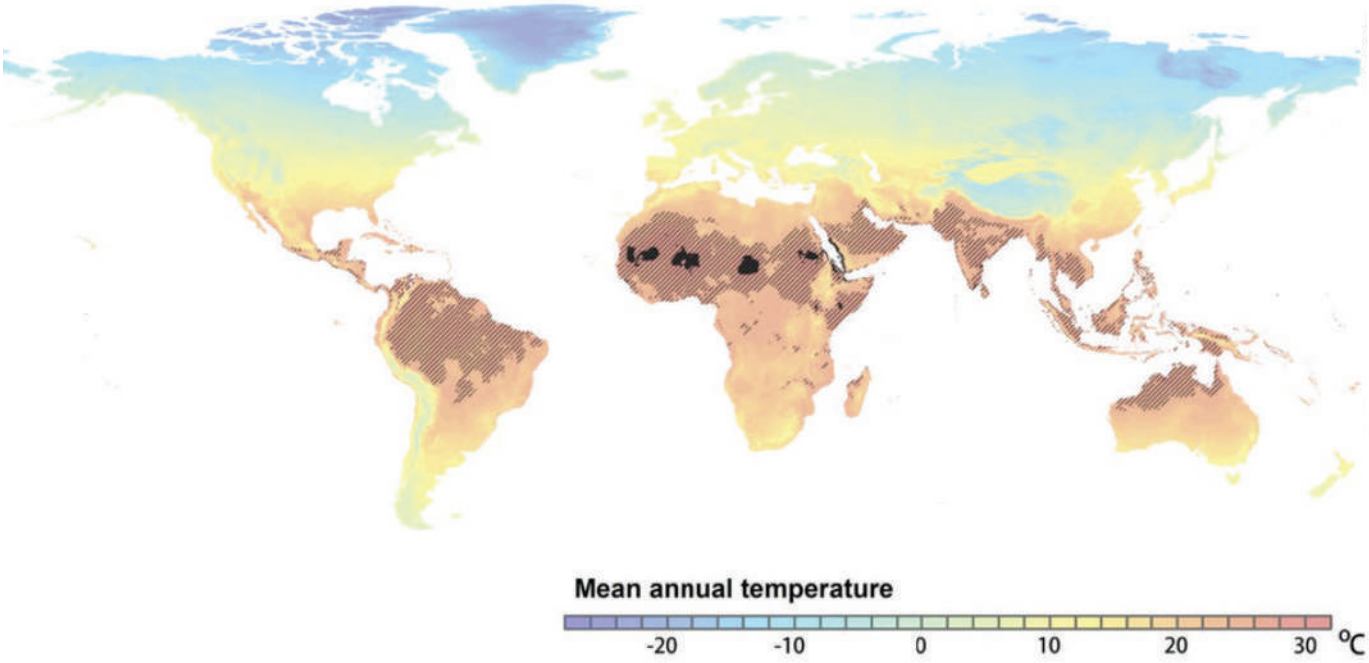
علاوة على ذلك، من الممكن أن تسجّل بعض بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، ولا سيما الجزائر ومصر، عددًا إضافيًا من السكّان نتيجة النزوح السكاني من بلدان أخرى أكثر تأثُّرًا في المنطقة، مع إمكانية أن تمثّل نسبة عالية من أولئك النازحين مزارعي الكفاف أو الأشخاص أصحاب الدخل المتدني. لكن من الناحية العملية، قد تكون القدرة على النزوح محصورةً أكثر بأولئك الذين لديهم موارد مالية كافية. وفي هذه الحالة، لن يتمكن الأكثر فقرًا من التحرك وسيواجهون خطر أن يعلقوا في سيناريو مناخ متزايد القساوة، فيصبحون حتى عرضةً للإصابة بأمراض أخطر مرتبطة بظروف الحرّ ولمواجهة انعدام الأمن الغذائي وسوء التغذية (البنك الدولي، ٢٠١٤). طرح الباحثون في مسألة النزوح السكاني أسئلةً تمحور أحدها بشكل خاص حول ما إذا سيكون النزوح دائمًا أو مؤقتًا لمختلف المجموعات.

__الرسم البياني ٣,١. التغيير إلى أرض ملائمة لإيواء البشر__ بحلول أواخر القرن الحادي والعشرين، حوالى العام ٢٠٧٠، من الممكن أن ينزح السكان من المناطق المظلّلة باللون الأحمر، حيث من المتوقع أن يصبح المناخ قاسيًا، إلى المناطق المظلّلة باللون الأخضر (المصدر: Xu et al.، ٢٠٢٠؛ نُشرت المواد الأصلية بموجب ترخيص CC BY-NC-ND 4.0؛ http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



إنّ عدد الأشخاص المتأثرين بالحرّ سيعتمد على مدى سخونة المناخ العالمي مقارنةً بالمستويات في الفترة ما قبل الصناعة. ويبرز فارقٌ كبير بين عدد السكّان المتأثرين بارتفاع درجتين مئويتين لمعدّل درجة الحرارة العالمي مقارنةً بارتفاع بمقدار ١,٥ درجة مئوية. مع ذلك، إنّ حصر ارتفاع معدّل درجة الحرارة العالمي بمقدار درجتين مئويتين فوق المستويات المشهودة في الفترة ما قبل الصناعة من المستبعد أن يتفادى تزايدًا في وتيرة حالات الطقس المتطرّف وحدّتها (Diffenbaugh & Scherer، ٢٠١١).

__الرسم البياني ٣,٢. التوقعات بشأن معدّل درجة الحرارة السنوي العالمي__. في الوقت الحاضر، تمثّل المناطق المظلّلة باللون الأسود تلك التي تتمتع بمتوسط معدل درجة حرارة سنوي يفوق ٢٩ درجة مئوية، وهي تقع في منطقة الصحراء الكبرى. تشير التوقعات للعام ٢٠٧٠ في سيناريو مسار التركيز النموذجي ٨,٥ إلى أنّ متوسط درجات الحرارة السنوي الذي يتخطّى ٢٩ درجة مئوية سيمتد عبر المنطقة المظلّلة. (المصدر: Xu et al.، ٢٠٢٠؛ نُشرت المواد الأصلية بموجب ترخيص CC BY-NC-ND؛ http://creativecommons.org/licenses/by/٤,٠/).



من المتوقع أن تشهد البلدان المحيطة بالبحر المتوسط احترارًا قاسيًا وجفافًا في الفترة بين العامين ٢٠٨٠ و٢٠٩٩ مقارنةً بالفترة بين العامين ١٩٨٠ و٢٠٩٩. وفي المناطق القاحلة حاليًا على طول الشواطئ الجنوبية للمتوسط (بلدان شمال إفريقيا)، من المرجح أن يتسبب البحر بالمزيد من الرطوبة، الأمر الذي قد يعزز الهواجس الصحية الناجمة عن ظروف الحرّ الشديد للأسباب السابق ذِكرها. وينطبق الحال أيضًا على المياه السطحية للبحر الأحمر والخليج. تستخدم دراسة النماذج التي أجراها Lelieveld et al. (٢٠٢٠) مؤشرَ قرينة الرطوبة بهدف قياس من الناحية الكمية التغير في الرطوبة والحرارة والأثر في صحة البشر. وأظهرت الدراسة أنه بين العامين ٢٠٧٠ و٢١٠٠، سيرتفع مؤشر قرينة الرطوبة في منطقة جنوب المتوسط بمقدار نقطتين مقارنةً بالمناخ الحالي، مما يضع منطقة الصحراء الكبرى ضمن الفئة ٤ من مؤشر قرينة الرطوبة (مستويات خطرة) ويعرّض صحة البشر للخطر. وتؤدي الرطوبة العالية إلى خفض مستوى تبخُّر العرق من الجسم، الأمر الذي يمكن أن يؤثر في الصحة. يتضمن مؤشر قرينة الرطوبة ٤ مستويات: يشير المستويات ١ و٢ إلى الانزعاج الخفيف؛ و٣ إلى تفادي التعب؛ و٤ إلى احتمال التعرّض لضربة حرارية.

ساهم تغيُّر المناخ في زيادة وتيرة موجات الحرّ وحدّتها ومدّتها. وقد توقّف تحليلٌ لبيانات من السنوات العشرين الماضية عند بلدان النصف الشمالي من الكرة الأرضية المعرَّضة لإجهاد حراري (الأمر الذي قد يتسبب بوفاةٍ سابقٍ لأوانه لدى البشر) في خلال شهر آب / أغسطس من الأعوام ٢٠٠٣ و٢٠١٠ و٢٠٢٠. وتبيّن أن البلدان التي شهدت إجهادًا حراريًا شديدًا - أي أنّ درجة الحرارة تخطّت عتبة الحرارة الشديدة التي تعادل ٤٦ درجة مئوية بحسب المؤشر المناخي الحراري العالمي - هي تلك الواقعة في منطقة الصحراء الكبرى وشبه الجزيرة العربية بما في ذلك الجزائر وتونس والإمارات العربية المتحدة. وكشف التحليل أيضًا عن نقص في البيانات المرتبطة بموجات الحرّ في بعض المناطق. وقد أدرجت قاعدة بيانات الحالات الطارئة بيانات تعود بمعظمها للبلدان الأوروبية، من دون ذِكر بلدان أميركا اللاتينية وعرض بيانات لدولتين اثنتين فقط في إفريقيا. ويمكن استخلاص رسالة أخرى تفيد باحتمال أن يتعرّض المزيد من الأشخاص عالميًا للإجهاد الحراري نتيجة تزايُد وتيرة حالات الحرّ في الكثير من البلدان، بالإضافة إلى تقدُّم السكّان في العمر. فالأشخاص الذين يتجاوز عمرهم ٦٥ سنة أو الأفراد المصابين أصلاً بأمراض يواجهون خطرًا أكبر بالوفاة نتيجة التعرّض لمستويات الحرّ الشديدة. وتجدر الإشارة إلى أنّ عتبة الإجهاد الحراري تعادل ٢٦ درجة مئوية بحسب المؤشر المناخي الحراري العالمي، غير أنّ التأقلم سيختلف باختلاف البلدان التي يسكنها الناس (Brimicombe et al.، ٢٠٢١).

مزرعة منير عدولي في مرناق، تونس

3.2 التمدّن

تُظهر الأبحاث إمكانية أن يسهم التمدّن في مفاقمة مشاكل مثل خطر الفيضانات والتعرّض للحرّ، لأنّ البلدان عمومًا تفتقر إلى المساحات الخضراء لامتصاص الأمطار وإلى الأشجار لتوفير الظلّ. فمثلاً، ترتفع درجة الحرارة في المدن العادية بمقدار ٣ إلى ٤ درجات مئوية مقارنةً بالمناطق الريفية المحيطة (Santamouris، ٢٠١٥)، وتوصَف هذه الظاهرة بالتسمية «جزر الاحترار الحضرية». قد يولّد التمدّن على طول السواحل مشاكل محدَّدة للمجتمعات، التي قد تشهد عندئذٍ مدًّا عاصفيًا وتآكلاً ساحليًا وتضطر إلى التعايش معها، بالإضافة إلى مواجهتها المزيد من المشاكل البنيوية الأوسع نطاقًا مثل المرافق الصحية السيئة. ويواجه سكّان أكبر المدن في إفريقيا خطر التعرّض لمستويات حرارة خطيرة مع ازدياد عدد سكّان المدن (Lwasa et al.، ٢٠١٨؛ Rohat et al.، ٢٠١٩). فقد تأثّرت بعض البحيرات الساحلية في شمال إفريقيا بشكل سيئ نتيجة التطور (Mahrad et al.، ٢٠٢٠) (يمكن مراجعة القسم ٣,٥,١ من هذا التقرير). وغالبًا ما تترك المشاكل أثرها بشكل غير متكافئ في المجتمعات الأكثر فقرًا التي يميل سكّانها إلى العيش الأحياء الفقيرة والأكواخ على هوامش المدينة. وقد تتأثر هذه المجتمعات بشكل خاص بحالات الفيضان وأيضًا بعدم إمكانية تكييف الهواء أو الحصول على مأوى مناسب. ويفاقم التمدّن السريع، المقرون بتغير استخدام الأراضي وإزالة الغابات، من مشاكل سخونة المناخ التي تواجه السكّان المحليين (Orimoloye et al.، ٢٠١٩)، مما يؤدي إلى انتشار ظاهرة «جزر الاحترار الحضرية» على نطاق أوسع يضم مناطق أقلّ قدرة على التعايش مع الوضع. وقد بلغ عدد السكّان المقيمين في القاهرة الكبرى ٢٠,٩ مليون شخص في العام ٢٠٢٠، وهو عددٌ من المتوقع أن يرتفع ليصل إلى ٢٨,٥ مليون بحلول العام ٢٠٣٥ ويمكن تفسير هذه الأرقام على ضوء سياقها، بحيث أنّ سكّان القاهرة قد بلغ ٢,٤٩ مليون شخص في العام ١٩٥٠ (عالمنا في البيانات، ٢٠٢٢). ومع توسُّع المدن، يهيمن تشييد الأبنية السكنية والبنى التحتية على المساحات الخضراء والأراضي الزراعية في المدينة، مما يعزز الضغوط على توافر المياه وإدارة النفايات. بالتالي، خسرت القاهرة مساحة خضراء بمقدار ٩٠٠ ألف متر مربّع جرّاء التطور الحضري في السنوات الثلاث بين ٢٠١٧ و٢٠٢٠ (Aly & Dimitrijevic، ٢٠٢٢).

بالكاد تتوافر دراسات إقليمية حول تطوُّر الجزر الحرارية الحضارية في ظروف تغيُّر المناخ. تُظهر دراسة متمحورة حول السكان بشأن الاحترار الحضاري في أربع مدن إسرائيلية أنّ حدّة الجزر الحرارية الحضارية ستزداد بمقدار ٢ إلى ٤ درجات مئوية بين العامين ٢٠١٥ و٢٠٦٠ (Itzhak-Ben-Shalom et al.، ٢٠١٦). وتستعين مقاربة أخرى بعمليات محاكاة المناخ المقرونة وبنموذج تخفيض حضري لعرض المناخات الحضرية المحلية المتوقعة (Zhao et al.، ٢٠٢١). وفي سيناريو الانبعاثات العالية، قد تشهد المدن في الشرق الأوسط احترارًا إضافيًا بمقدار ٤ درجات مئوية إلى جانب الاحترار الإقليمي الناجم عن تغيُّر المناخ البشري المنشأ.

مزرعة في سويحان في العين ، الإمارات العربية المتحدة ، المدينة الأكثر سخونة على وجه الأرض وفقًا لصحيفة The National في يونيو ٢٠٢١ ، مع ذروة درجة حرارة ٥١٫٨ درجة مئوية.

3.3 الأمن الزراعي والغذائي والمائي

يوجد احتمال كبير يُقرّ بإمكانية أن تتأثّر المحاصيل الزراعية في جميع بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بالتغيّرات المناخية. فتعدّ المتساقطات مهمةً خصوصًا وأنّ ٧٠٪ من المزروعات بعلية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (واحة وآخرون.، ٢٠١٧). وبحلول نهاية القرن، سيتجاوز عدد سكّان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا مليار نسمة، وهو ما يزيد عن عدد السكّان المتوقّع في الصين بحلول عام ٢١٠٠. وستضاعف هذه الزيادة السكانية الضغط على الإمدادات الغذائية والمائية، وستزيد من حدّة آثار تغير المناخ (انظر إلى المربّع: التوجّهات السكّانية المستقبلية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا).

كما يوجد احتمال يُقرّ بأن يكون التأثير على المجتمعات البشرية متنوعًا ومن المحتمل أن يكون مختلفًا حسب البلد. وبشكل عام، مع ارتفاع درجات الحرارة وتغيّر أنماط المتساقطات، ستزداد نسب الجفاف وسيزداد خطر انخفاض غلّات المحاصيل، ما قد يؤدي إلى انعدام الأمن الغذائي والمائي. وسيؤثر ارتفاع الحرارة والرطوبة على صحّة الإنسان خصوصًا عند ارتفاع درجات الحرارة لفترات طويلة ليلًا، وقد تعاني بعض المناطق من ظهور أمراض استوائية.

من المتوقّع أن تصبح أقاليم من المنطقة العربية (غرب آسيا وشمال إفريقيا والمغرب العربي والقرن الأفريقي والمحيط الهندي) شديدة الضعف بحلول منتصف القرن حتى نهايته، وفقًا لتقييم لموائل الضعف قامت به الإسكوا (عام ٢٠١٧). وتشمل هذه الأقاليم أعالي وادي النيل وجنوب غرب شبه الجزيرة العربية وشمال القرن الأفريقي. تتمتّع هذه المناطق بقدرة ضئيلة على التكيّف، فسيكون السكّان الأكثر تضرّرًا فيها أولئك الذين يعتمدون على الثروة الحيوانية والزراعة البعلية التي ستتأثّر بالجفاف بشكل كبير. وبيّن التحليل عينه أنّه عند مقارنة البلدان العربية فيما بينها، إنّ البلدان التي تتمتّع بأعلى قدرة على التكيّف (أي الأكثر قدرة على التغلّب على التغيرات المناخية) هي تلك الواقعة غربي البحر الأبيض المتوسط وعلى ساحل المغرب العربي والشام.

3.4 النزاع

طفل يعيش مع أهله في العراء في مخيّم للنازحين جراء الحرب في اليمن.

يوجد جدل واسع في المؤلّفات العلمية بشأن العلاقات السببية بين المناخ وتقلّبات الأحوال الجويّة والنزاعات العنيفة، ويستمر هذا الجدل بدون التوصّل إلى توافق إجمالي في الآراء. بشكلٍ عام، من المتوقّع أن يؤدي استنزاف الموارد الطبيعية إلى جانب تغيّر المناخ الى زيادة خطر نشوب نزاع العنيف (نيانغ وآخرون.، ٢٠١٤). وفي منطقة مثل منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، حيث الموارد محدودة في أماكن عدّة، يمكن أن تؤدي الضغوط الإضافية الناتجة عن تغيّر المناخ إلى تفاقم عدم الاستقرار السياسي والفقر. وقدّ شهدت المنطقة جفافًا أدّى إلى انخفاض غلّة المحاصيل الزراعية في بعض البلدان ما تسبّب بانخفاض في الدخل وهو محرّك للاضطرابات الاجتماعية (على سبيل المثال، غليك،٢٠١٤). يمكن أن يكون تغيّر المناخ بمثابة «مضاعفٍ للتهديد»، وبمعنى آخر قد يؤدّي تغيّر المناخ إلى تفاقم المشاكل خصوصًا في المناطق التي تعاني أصلًا من انعدام الاستقرار السياسي (سوفوأوغلو وآي، ٢٠٢٠).

قد تنشب التوترات والنزاعات في حال هجرة الأشخاص هربًا من المناطق التي تعاني من تأثيرات الطقس المتطرّف مثل موجات الحرّ أو الفيضانات أو الجفاف (ماثيوز وآخرون.، ٢٠١٧؛ اكزو وآخرون، ٢٠٢٠). فيوجد جدل جارٍ بين الأكاديميين حول مفهوم «الهجرة الناجمة عن أزمة المناخ» و «اللاجئين نتيجة تغيّر المناخ» وافتراضات الهجرة الجماعية من أقصى الجنوب إلى أقصى الشمال. وتشير الأبحاث إلى أنّ الأسباب الدافعة إلى هجرة السكّان معقّدة ومتعدّدة العوامل فتشمل عوامل ثقافية وسياسية بالإضافة إلى عوامل مناخية. لكنّ الحاجة تستدعي مزيدًا من الأبحاث لفهم أيّ علاقة بين المناخ والنزاع العنيف (بواس وآخرون، ٢٠١٩؛ شيلينغ وآخرون، ٢٠٢٠). ناقش آخرون الحالات التي قد لا يكون فيها تغيّر المناخ سببًا مباشرًا للنزاعات بين البشر، لكنّ الظروف المناخية المتغيّرة قد تؤدي إلى تفاقم الأحوال المتقلّبة أو قد تتسبّب بنشوب نزاع بشكل غير مباشر، لا سيّما في المناطق التي لا تتمتّع بآليات دعم قوية خاصّة بالدولة. ينص تقرير التقييم السادس الخاصّ بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ على أنّ تغيّر المناخ قد يزيد من خطر نشوب نزاع عنيف داخل بلد ما. وأشار إلى أنّ البلدان الأكثر عرضة للخطر هي البلدان التي ينخفض فيها النمو الاقتصادي وترتفع نسبة التهميش الاجتماعي المرتفع وتتّسم الحوكمة بالهشاشة. (بقلم بورتنر وآخرين، ٢٠٢١). وحتّى يومنا هذا لا يوجد دليل قويّ على أنّ تقلّب أحوال الطقس قد أثّر على مدّة النزاعات أو شدّتها. ويمكن للنزوح والابتعاد عن الأحوال الجوية المتقلّبة المتكرّرة بشكل متزايد، أن يساهم في جعل المجتمعات أو السكّان أكثر عرضة لضغوطات أخرى.

بدأت الأبحاث تنظر في النزاعات غير العنيفة والقضايا المتعلّقة بالمناخ. على سبيل المثال، أجرى أيد وآخرون (٢٠٢٠) دراسة حول الصراع المتعلّق بالجفاف في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وخلصوا إلى أنّ الجفاف يمكن أن يزيد من خطر الصراعات غير العنيفة على نطاق ضيّق (مثل الاحتجاجات) خصوصًا إذا وُجدت توتّرات اجتماعية واقتصادية أو انقطاع خدمات المياه أو وجود نظام سياسي استبدادي مقترن بفترة من الجفاف. وفي حالات مماثلة، يمكن أن يثير الجفاف توترات أو قضايا كامنة بدلًا من أن يكون المحرّك الرئيسي للصراع.

اقتبست بعض الفقرات الواردة في هذا القسم (٣,٤) من كتابات ميلر وآخرين. (٢٠٢٠).

إعادة التشجير في غابة أرز الباروك - محمية الشوف الطبيعية في جبل لبنان.

photo: DDGR

3.5 التنوع البيولوجي

اتّفق الباحثون على أنّ تغيّر المناخ كان وسيبقى له تأثير سلبي شامل عالميًا على عدد الأنواع وتنوّعها. وأظهرت الدراسات أنّ بعض الأنواع قادرة على تحمّل الظروف المتغيّرة أكثر من غيرها. إلّا أنّ الإجماع يقوم على فكرة أنّه في الماضي القريب وفي الحاضر، لطالما كان المحرّك الرئيسي لفقدان التنوّع البيولوجي على مستوى العالم هو تغيير وجهة استخدام الأراضي الذي يقرّره الإنسان، وخصوصًا من أجل تطهير الأراضي من أجل الزراعة. بالإضافة إلى ذلك، تشير الأبحاث إلى أنّه نظرًا لمعاناة البشر من آثار تغيّر المناخ، فإنّ التكيّف البشري والتغيّرات في طرق استخدام البشر للموارد الطبيعية يمكن أن تؤدي إلى تفاقم الآثار السلبية على التنوّع البيولوجي (باسيفيسي وآخرون،).

وعلى الرّغم من ارتفاع درجات الحرارة وندرة تساقط الأمطار، تتألف منطقة البحر الأبيض المتوسط ومنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا الأوسع نطاقًا من مناطق محدّدة تتمتّع بأولوية الحفاظ على التنوّع البيولوجي فيها. (مايرز وآخرون، ٢٠٠٠؛ مالون، ٢٠١١).

من المرجّح أن تؤثّر التغيّرات في أنظمة تساقط الأمطار ودرجات الحرارة، بما فيها من درجات الحرارة القصوى، على التنوّع البيولوجي. غير أنّ محدودية خطّ الأساس والرّصد المستمر للنباتات والحيوانات المحلية يعني أنّه من الصعب تحديد الاحتماليات في ما يتعلق بوفرة الأنواع أو توزّعها استجابة للتغيرات المناخية (نيانغ وآخرون، ٢٠١٤؛ سيديغ، ٢٠١٩).

يمكن أن يكون لتغيّر وجهة استخدام الأراضي - لا سيّما أنشطة التحضّر والزراعة والتحريج - تأثير سلبي كبير على التنوّع البيولوجي. وجدت الأبحاث التي حلّلت البيانات بين عام ٢٠٠٠ و٢٠١١ أنّه في إفريقيا يعود سبب ٢٦٪ من التأثيرات على التنوّع البيولوجي للاستهلاك في مناطق العالم الأخرى، وأشارت الأبحاث إلى أنّ تربية المواشي تُعدّ عاملًا رئيسيًا لهذه التأثيرات (تجدر الإشارة إلى أنّ التحليل يتعلّق بالقارة الأفريقية بأكملها) (ماركيز وآخرون، ٢٠١٩).

النحال من أريانة ، تونس

3.5.1 البحيرات الشاطئية

تمتدّ البحيرات الشاطئية في شمال إفريقيا من الساحل الغربي للمغرب العربي إلى الساحل الجنوبي للبحر الأبيض المتوسط، مرورًا بالمغرب والجزائر وتونس وليبيا ومصر. وإلى جانب الدور المهمّ الذي تضطلع به البحيرات في الحفاظ على صحّة النظام البيئي من خلال توفير موائل للحياة البرية، تشكل حاجزًا أساسيًا أمام ارتفاع مستوى سطح البحر.

يوجد في شمال إفريقيا ٢٢ بحيرة - وهي مسطّحات مائية ضحلة مرتبطة بالبحر من خلال قنوات المدّ والجزر التي تُعدّ نظم بيئية مهمّة للأراضي الرطبة. تشمل الأنشطة البشرية في البحيرات الصيد التقليدي وتربية الأحياء المائية (المحار وتربية الأسماك) والسياحة (الإبحار ومراقبة الطبيعة) وصناعات الاستخراج (مثل استخراج المعادن).

يزيد تغيّر المناخ من خطر الضغط على النظم البيئية الخاصّة بالبحيرات. على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي زيادة درجة الحرارة المحيطة بالبحيرات إلى زيادة معدّلات التبخر وبالاقتران مع ارتفاع مستوى سطح البحر الذي يتسبّب في تدفّق مياه البحر إلى البحيرة ما يزيد من ملوحتها. وتستجيب البحيرات الشاطئية لارتفاع مستوى سطح البحر من خلال التحرّك إلى الداخل، لكنّ الارتفاع المتسارع في مستوى سطح البحر قد لا يمنح البحيرات وقتًا كافيًا للتكيّف وقد تغمرها مياه البحر، ما يؤثّر على الملوحة ويؤدي إلى هجرة الأنواع. يمكن أن يكون لدرجة الحرارة المحيطة (أي الهواء) تأثير على البحيرات الشاطئية الضحلة التي من المتوقّع أن ترتفع حرارتها بسرعة أكبر من المسطّحات المائية العميقة أو مصبّات الأنهار التي تتدفّق إليها مياه أكثر برودة باستمرار. ويمكن أن تؤثر شدّة المتساقطات وتواترها على ملوحة بحيرات المياه العذبة عند زيادة تدفّق المياه العذبة أو قلّتها، وبالتالي فإنّ تغير أنماط المتساقطات يمكن أن يغيّر التوازن البيئي الخاصّ بالعديد من البحيرات الشاطئية (أنطوني وآخرون، ٢٠٠٩).

ساعدت النماذج التي اعتمدها العدوي وآخرون (٢٠١٣) في بحثهم حول تأثير تغيّر المناخ على ثاني أكبر بحيرة في مصر: بحيرة البرلس، في ظلّ سيناريوهات مناخية مستقبلية مختلفة. تشير جميع نتائج توقعات السيناريوهات المستقبلية على أنّ زيادة درجة الحرارة المحيطة ستزيد من تبخّر المياه من البحيرة. (تجدر الإشارة إلى أنّ البحث يستخدم سيناريوهات من خلال النماذج التي وضعتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في إطار سيناريو النماذج الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (٢٠٠٠) بعنوان «A1 F1» الذي يفترضُ مستقبلًا أكثر استهلاكًا للوقود الأحفوري وهو السيناريو التي ترتفع فيه نسبة الانبعاثات. فإن توقعات العدوي وآخرون (٢٠١٣) ترتكز حول فكرة أنّ ملوحة البحيرة يمكن أن تزداد بنسبة ١٧٪ بحلول عام ٢١٠٠ إذا استمرّت بالظروف الحالية، مع زيادة معدّل التبخّر بنسبة ١٤٪ بحلول عام ٢١٠٠. وبحسب سيناريو «B1» الذي يفترض اعتماد تكنولوجيا نظيفة

بحيرة دخلة - المغرب.

وكفؤة في استخدام الموارد بعد عام ٢٠٥٠، وهو أكثر المسارات إيجابية، ستكون معدّلات التبخّر أقلّ بقليل، ولكنّها قد تزداد بنسبة ١٠ ٪ بحلول عام ٢١٠٠ مقارنة بيومنا هذا (العدوي وآخرون، ٢٠١٣).

تتفاقم الضغوطات الناجمة عن تغيّر المناخ بسبب النشاط البشري ويمكن أن تساهم في إضعاف العمليات الطبيعية التي تتكيف من خلالها البحيرات مع الظروف المتغيّرة. على سبيل المثال، تتحرّك البحيرات نحو الداخل استجابة لارتفاع مستوى سطح البحر (كما ورد في فقرة سابقة) ولكنّ النمو البشري الذي يعيش ضمن المساحة الداخلية المجاورة لحافّة البحيرة يمكن أن يشكّل عائقا أمام عملية تكيّف البحيرة. فيمكن ملاحظة تأثير التحضّر في بحيرات عدّة في شمال إفريقيا. على سبيل المثال، جفّت بحيرة المنستير في تونس لاستصلاح الأراضي من أجل تشييد المباني، وتمّ تعديل البعض الآخر من تلك الأراضي لبناء الفنادق والمراسي. ومثال آخر، تضمّ بحيرة بنزرت في تونس أربعة مرافئ، ويجري العمل على بناء منازل وشقق ومباني أخرى حول بحيرة الناظور المغربية. وتجدر الإشارة إلى أنّ منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) صنّفت بحيرة اخنيفيس في المغرب كموقع للتراث العالمي. ويمكن أن يؤدي تغيّر وجهة استخدام الأراضي وإزالة الموارد الطبيعية (المعادن والأسماك، على سبيل المثال) وغيرها من عوامل الضغط الناجمة عن الأنشطة البشرية، مثل جريان المياه السطحي من الملوثات الزراعية (مثل الأسمدة الاصطناعية) ومياه الصرف الصحي/مياه المجاري، إلى ضغط شديد على التنوعّ البيولوجي في البحيرات. إنّ بعض البحيرات في شمال إفريقيا (بما في ذلك بحيرة سيدي موسى في المغرب وبحيرة الملاح في الجزائر) ملوّثة لأنّ أنظمة معالجة مياه الصرف الصحي المحلّية إمّا غير كافية أو غير موجودة. وقد تشكّل خدمات التموين مثل صيد الأسماك خطرًا بحيث يمكن أن يكون لذلك أثرًا سلبيًا في المستقبل سواء من الناحية الاقتصادية من حيث صيد الأسماك أو من الناحية الصحية إذا كانت الأسماك ملوثة (مهراد وآخرون، ٢٠٢٠).

إنّ استراتيجيات الإدارة والحفاظ على البحيرات الشاطئية في شمال إفريقيا التي اقترحها مهراد وآخرون (٢٠٢٠) تضمّنت نشرًا للوعي وعملًا مع المجتمعات لتعزيز الممارسات المستدامة وتنفيذ سياسات حماية السواحل.

3.6 الطاقة

يختلف استهلاك الطاقة في بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بين الدول. وتدلّ المؤشرات جليًّا على التباينات في هذا الصدد بين الدول في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إجمالي. فكان استهلاك الفرد للطاقة الكهربائية في الإمارات العربية المتحدة في عام ٢٠١٤ أعلى بكثير من مجموع استهلاك الفرد للطاقة في العام نفسه في المغرب والجزائر وتونس ومصر ولبنان (البنك الدولي، ٢٠٢٢) (أنظر أيضًا الملحق ٥).

يشكّل انتاج الطاقة من الوقود الأحفوري مصدر قلق مناخي واضح لأنّ انبعاثات غازات الدفيئة تساهم في زيادة الاحتباس الحراري، وبالتالي من المهمّ إدخال تقنيات الطاقة المستدامة بشكل تدريجي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ومناطق أخرى. لكن في يومنا هذا، لا يشكّل إنتاج الطاقة المتجدّدة واستهلاكها إلّا نسبة ضئيلة من مجموع استخدام الطاقة واستهلاكها في بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا المذكورة في هذا التقرير باستثناء المغرب وتونس (استهلك كلّ بلدٍ منهما حصّة طاقة متجدّدة بلغت نسبتها ١٢,٢٪ و١٠,٦٩٪ في عام ٢٠١٩)، ولم تبلغ نسبة اجمالي استهلاك الطاقة المتجدّدة في أيّ من دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا أكثر من ٥,٥٪. (البنك الدولي، ٢٠٢٢) (انظر أيضًا الملحق ٥).

يستخدم قطاع الطاقة المياه العذبة بشكل كثيف. وتعتمد بشكل خاص الطاقة المنتَجة من الوقود الأحفوري على المياه العذبة في العمليات التي تشمل نقل الطين وغسيل (للفحم)، والحفر والتكرير والتشقّق (النفط والغاز)، والتبريد في

أكبر حقل لتوليد الطاقة الهوائية على اليابسة في إفريقيا يقع في المغرب، حيث تنتج ١٣١ مروحة ٣٠١ ميغاواط من الطاقة الكهربائية.

Photo by: © Paul Langrock / Greenpeace

محطّات الطاقة (سبانغ وآخرون، ٢٠١٤). ويعتمد الوقود الخشبي بشكل كبير على المياه، على الرّغم من أنّ هذا النوع من الوقود هذا لا يستخدم بشكل أساسي إلّا في إفريقيا جنوب الصحراء (سانشيز وآخرون، ٢٠٢٠). ويحظى استخدام المياه في قطاع الطاقة بأهمية كبيرة بالنسبة إلى بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا نظرًا لندرة المياه فيها. وبحسب الوكالة الدولية للطاقة، يعتمد٩٥٪ من توليد الكهرباء في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا على النفط والغاز (وتجدر الإشارة إلى أنّ الحرب الروسية - الأوكرانية تحفّز موردي الغاز غير الروس على إمداد السوق العالمية) (الصفّار ووانر، ٢٠٢٢).

في الوقت الحالي، يُستخدم ٨٦٪ من استهلاك المياه في إفريقيا للزراعة، و١٠٪ منه لأغراض المحلية و٤٪ للصناعات بما في ذلك توليد الطاقة. ومع زيادة عدد سكان بلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وانتقال الناس إلى المواقع الحضرية، من المتوقّع أن يزداد الطلب على الطاقة. فيبلغ الطلب على الطاقة في جميع أنحاء القارة الأفريقية ضعف المتوسط العالمي وفقًا للرابطة الدولية للطاقة الكهرومائية(https://www.hydropower.org/region-profiles/africa).

وتوفر الطاقة الكهرومائية الكهرباء لعدد من البلدان الأفريقية (لا سيّما تلك التي تتمتّع بأكبر السدود وهي مصر في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وفي إفريقيا جنوب الصحراء وغانا وزامبيا والموزامبيق وزمبابوي). في شمال إفريقيا، تولّد الطاقة المائية حوالي ٣٠٠٠ ميغاواط من الكهرباء لمصر وأكثر من ١٧٠٠ ميغاواط للمغرب. لكن يرى بعض الباحثين (سانشيز وآخرون، ٢٠٢٠) أنّ الجانب السلبي للطاقة المائية هو تبخّر المياه من السدود، ففي عام ٢٠١٦ في إفريقيا قُدّرت كمّية المياه المتبخرة بحوالي ٤٢ مليار متر مكعّب. فيما يرى باحثون آخرون (سبانغ وآخرون، ٢٠١٤) من وجهة نظر معارضة أنّه نظرًا لأنّ السدود تستخدم لغايات أخرى، مثل تخزين إمدادات المياه أو السيطرة على الفيضانات، لذا فإنّ نسبَ سبب التبخّر من السدود إلى الطاقة الكهرومائية يمكن أن يكون مضللًا.

3.6.1 تحلية مياه البحر

تعاني منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من شحّ شديد في المياه وتتوفر فيها شبكة من مرافق تحلية مياه البحر التي تلبّي الطلب على المياه عن طريق معالجة المياه المالحة. وباختصار، تتمّ عملية تحلية مياه البحر باستخدام أساليب تقنية عدّة (مثل الغشاء والحرارة وغيرها من العمليات الناشئة). كما أنّ عملية الإزالة ملوحة تتطلب طاقة كثيفة وتضرّ بالبيئة بسبب آثارها. وتشمل هذه الأخيرة محاصرة الكائنات الصغيرة ونفوقها في مأخذ المياه قبل تحليتها بالإضافة إلى إنتاج المحلول الملحي بعد تحلية مياه البحر. فتنعكس هذه الآثار سلبًا على جودة المياه والحياة البحرية عند تصريفها في البحر (السعد وآخرون، ٢٠٢٠). تعتمد بعض دول الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بشكل كبير على المياه المحلّاة ومن بين هذه الدول نذكر الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية والكويت وقطر والبحرين وعمان. فبلغت سعة المياه المحلّاة في بلدان مجلس التعاون الخليجي ٣٠٠٠ مليون متر مكعّب في السنة في عام ٢٠٠٠ ومن المتوقّع أن تبلغ حوالي ٩٠٠٠ متر مكعّب في السنة بحلول عام ٢٠٣٠. وتشير الأبحاث في محطات تحلية مياه البحر التي تعمل بالطاقة الشمسية إلى أنّها تقنية واعدة قد تقلّل بشكل كبير من انبعاثات غازات الدفيئة (سلامة وآخرون، ٢٠٢٢).

3.6.2 تكييف الهواء

يشكّل تأثير ارتفاع درجات الحرارة المحيطة على الحياة اليومية وعلى صحّة الأفراد مصدر قلق فعليّ. فمثلًا أحد التأثيرات السلبية لارتفاع درجات الحرارة نهارًا وارتفاعها بشكل متزايد الليل، هو أنّ الناس سوف يلجؤون إلى التكنولوجيا لمساعدتهم على الحفاظ على البرودة في الداخل عندما ترتفع درجات الحرارة في الخارج. إنّ استخدام المكيّفات شائع في المناطق ذات الدخل المرتفع التي تعاني من درجات حرارة عالية وتساعد الناس على الحفاظ على البرودة في المنزل والعمل، لكنّ المكيّفات تستهلك الطاقة بكثافة.

ومن المتوقّع أن يكون أسرع معدل نمو في استهلاك الطاقة في العقود المقبلة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل مع ارتفاع دخل الأسر في تلك المناطق. وسيكون المناخ سبب نسبة كبيرة من استخدام الطاقة في البلدان التي يتّسم طقسها بالحرارة المرتفعة حيث يتبنّى الناس استخدام المكيّفات (دايفيس وغيرتلر، ٢٠١٥). تستخدم الطاقة لتشغيل المكيفات بشكل كبير في البلدان ذات الدخل المرتفع في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا كبير. على سبيل المثال، يصف مقال صحفي (مفسون، ٢٠١٩) تقنية تكييف الهواء الخارجي المتطورة المستخدمة لتبريد الهواء في المساحات الخارجية بما في ذلك ملعب الجنوب والأسواق ومراكز التسوق في قطر لزيادة القدرة على تحمّل البيئة الحارّة. على الرّغم من أنّ تكييف الهواء يجعل البيئة داخل المبنى أكثر راحة، يستدعي تشغيل هذه التكنولوجيا طاقة عالية كما أنّها قد تولّد انبعاثات غازات الدفيئة إذا كانت الكهرباء المستخدمة لتشغيل الوحدات مشتقّة من الوقود الأحفوري.

أوجد التحليل الذي أجراه دايفيس وغيرتلر (٢٠١٥) أنّ استهلاك الطاقة يزداد بشكل كبير مع ارتفاع درجة الحرارة. فاستخدم المؤلفان دراسة الحالة الخاصّة بالمكسيك، وهي دولة متوسطة الدخل، ووجدا أنّه لكلّ يوم تسجّل فيه الحرارة درجة أعلى من ٩٠ درجة فهرنهايت (٣٢ درجة مئوية)، يزداد استخدام الكهرباء بنسبة ٣٫٢٪. ويعود ذلك إلى استخدام المراوح الكهربائية والمعدّات الأخرى لكي يحافظ الناس على البرودة. ويتوقع المؤلفان أنّ في المكسيك بحسب مسار التركيز التمثيلي ٤٫٥، سيبلغ اعتماد المكيّفات نسبة ٧١٪ بحلول عام ٢١٠٠، وسيكون استهلاك الكهرباء قد زاد بنسبة ٦٤٪ مقارنة باليوم الحالي. على الرّغم من أنّ دراسة دايفيس وغيرتلر (٢٠١٥) جرت في المكسيك، يتوقّع المؤلفان أن يكون الوضع مشابهًا في البلدان ذات الدخل المتوسط والمنخفض حول العالم. ووجدت الدراسة أيضًا أنّه مع زيادة الدخل، يزداد الاعتماد على التكييف - ومن المثير للاهتمام أنّ نتائج الدراسة وجدت أنّ الدخل هو المحرك الرئيسي لاستخدام التكييف وليس درجة الحرارة. وفي المكسيك، زادت ملكية المكيّفات بنسبة ٢٧٪ لكل ١٠٠٠٠ دولار أمريكي من دخل الأسرة. فخلص دايفيس وغيرتلر (٢٠١٥) إلى أنّ البلدان ذات الدخل المرتفع قد وصلت إلى نقطة التشبّع في ما يتعلّق بامتلاك الأسر لمكيفات، وتتوقع أن تستثمر البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل في التكنولوجيا.

سيتطلّب تقليل الحاجة إلى المكيّفات تدابير طويلة الأجل. فيضيف دايفيس وغيرتلر (٢٠١٥) قائلان أنّ تقليل الحاجة إلى التكييف و/أو التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة سيتطلّب استخدام الطاقة المتجددة وتصاميم مبتكرة للمساكن ومكيّفات موفّرة للطاقة. ووفقًا للوكالة لدولية للطاقة (الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠١٨) عادةً ما لا تتطلب المباني المشيّدة بمواد تقليدية مثل الأرض أو الحجر تبريدًا اصطناعيًا، ويمكن للمباني المشيّدة باستخدام مواد حديثة وعازلة أن تخفّض الحرارة التي تدخل المبنى، وبالتالي تقلّل كمية التبريد الاصطناعي.

القسم الثاني

يركّز القسم الثاني من التقرير على ستّة بلدان بالتفصيل، ويتم عرضها من الغرب إلى الشرق وتوضّح التوجّهات المناخية الرئيسية من الماضي وفي الحاضر والمستقبل، كما تعرض التوقّعات حول طريقة تأثّر الأمن الغذائي والمائي في البلدان الستّ بالمناخ مستقبلًا. وترد معلومات متعلّقة بالمناخ في بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. انظر إلى الملحق ٥ للاطّلاع على مقارنة مع بلدان أخرى.

أحد أهالي واحة محاميد الغزلان في المغرب.

4.0 المغرب

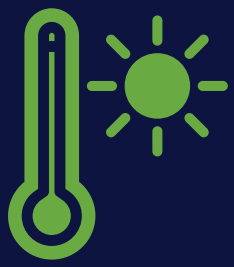
عدد السكان

- تقدّر بيانات السكّان الحالية لعام ٢٠٢٢ أنّ عدد السكان يبلغ ٣٧,٨ مليون نسمة في المغرب، ومن المتوقّع أن يرتفع إلى ٤٦,٢ مليون نسمة بحلول عام ٢٠٥٠ ومن ثمّ ينخفض إلى ٤٤,٧ مليون بحلول عام ٢١٠٠.
- تقدّر الكثافة السكانية في عام ٢٠٢٢ بحوالي ٨٤,٦ نسمة لكلّ كم٢، ما يجعل المغرب أحد أكثر البلدان كثافة في السكّان في العالم.
- بلغ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠٢١، ٣٥٠٠ دولار أميركي (البنك الدولي، ٢٠٢٢).

المساحة البرية

- تبلغ مساحة المغرب ٧١٠٨٥٠ كم٢ (٢٧٤٤٦١ ميل٢) (بي بي سي، ٢٠٢١).
- يحدّ البلاد من الشرق سلسلتا جبال الريف والأطلس، وهي أراضٍ منخفضة شبه قاحلة. وبفضل سلاسل الجبال هذه، تتمتّع البلاد بموارد غنية من الجداول والأنهار.

المناخ



- يتميّز شمال البلاد بمناخ متوسطي حيث تتمتّع بصيف حار وجاف وشتاء مصحوب بتساقط الأمطار. وتصنّف المناطق الجنوبية والجنوبي الشرقية، التي تقع مقابل الصحراء الكبرى، على أنّها صحاري قاحلة وشديدة الحرّ.
- يتراوح متوسط درجات الحرارة خلال النهار بين ١٧ درجة مئوية و٣٢ درجة مئوية بحسب المواسم. وترتفع درجة الحرارة في بعض أنحاء البلاد إلى ٣٨ درجة مئوية. وتنخفض درجة الحرارة إلى ٧ درجات مئوية في الأشهر الباردة في معدّل شهر واحد وبحسب المنطقة.

المعلومات المتعلقة بالمناخ (أحدث الأرقام)

- بلغ نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠١٩ = ٢,٠ طنًا متريًا (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- في عام ٢٠١٥ بلغ إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجدّدة (باستثناء الطاقة الكهرومائية)، التي تشمل الطاقة الحرارية الجوفية والطاقة الشمسية وطاقة المدّ والجزر وطاقة الرياح والكتلة الحيوية والوقود الحيوي = ٨,٢٪ (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- تُعدّ البلاد عرضة بشدّة لتغير المناخ، لا سيّما للجفاف، الذي سيؤثر على الإنتاج الزراعي (البنك الدولي، ٢٠٢١).

4.1 الأمن الغذائي

- يعتمد المغرب على واردات الحبوب، ويعود ذلك جزئيًا إلى أنّ غلّة الحبوب في البلاد تعتمد بشكل كبير على تساقط الأمطار. سجّل محصول ٢٠٢٢ أرقامًا أقلّ بكثير من المعدّل ولهذا السبب من المتوقّع أن ترتفع واردات الحبوب لعامي ٢٠٢٢/٢٠٢٣. ويعود سبب انخفاض الغلّة ظروف الجفاف خلال موسم النمو لعام ٢٠٢٢. تروي السدود المحلية ١٥٪ من الأراضي الزراعية فيما تروي الأمطار نسبة الأراضي الزراعية المتبقية التي تبلغ ٨٥-٩٠٪. (منظّمة الأغذية والزراعة، ج٢٠٢٢؛ شيلينغ وآخرون، ٢٠١٢).

4.1.1 التأثيرات على المحاصيل الزراعية - التوقّعات المستقبلية

- إنّ المحاصيل الرئيسية هي الشعير والقمح والبطاطا والذرة (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ ج).

- يُعدّ القطاع الزراعي في المغرب جزءًا مهمًّا من اقتصاد البلاد ويوظّف حوالي ٥٠٪ من السكّان. وتُعدّ المغرب عرضة بشكل خاص للتغيرات المناخية لأنّ قدرتها على التكيّف منخفضة. إنّ المداخيل في المغرب منخفضة ويمكن أن يؤدي تأثير انخفاض الغلّة الزراعية إلى زيادة التفاوت الاجتماعي. وللمساعدة في التغلّب على تقلّبات تساقط الأمطار، يمكن زراعة الشعير بدلًا من القمح لأنّه يحتاج إلى كميات أقل من المياه. وتساعد زراعة العدس بعد تساقط الأمطار على التخفيف من تقلّبات تساقط الأمطار خلال موسم الزراعة (شيلينغ وآخرون، ٢٠١٢).

- من المتوقّع أن تشهد المنطقة الشمالية الغربية من القارة الأفريقية، التي تضم المغرب، ظروف من الجفاف الزائد وزيادة متوسط درجات الحرارة السنوية في العقود المقبلة من هذا القرن، ما سيؤثر على إنتاج الغذاء (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٢٢).

- تشير التوقّعات المناخية إلى انخفاض معدّل الإنتاجية الزراعية في المغرب بحلول عام ٢٠٨٠ بسبب تغير أنماط تساقط الأمطار. فيمكن أن تتأثر الأراضي المروية سلبًا بفعل التملّح، عندما يتبخّر الماء تاركًا كمّية مركّزة عالية من الأملاح على سطح التربة. ومن المرجّح أن يكون السكان المغاربة الأكثر فقرًا هم الأكثر تضررًا من التملّح لأنهم يعتمدون على الزراعة للحصول على الدخل (شيلينغ وآخرون، ٢٠١٢).

- واستجابة للتحوّل في المناخ، لا سيّما في أنماط تساقط الأمطار، يقترح شلينغ وآخرون (٢٠١٢) أنّ تعديل أوقات زراعة محاصيل معينة قد يساهم في تحقيق مستوى معيّن من التخفيف من حدّة آثار تغير المناخ.

4.2 توافر المياه

- كانت الأجواء جافّة في المغرب من أيلول/سبتمبر ٢٠١٩ إلى شهري أيّار/حزيران-مايو/يونيو ٢٠٢٠، وذكرت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية أن «موسم الأمطار لذاك العام كان من بين أكثر الأعوام جفافًا منذ عام ١٩٨١» (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ٢٠٢١).

- تتوقّع جميع النماذج المناخية انخفاضًا في المتساقطات في المغرب في العقود القادمة حتّى عام ٢١٠٠. ومع ذلك، من المتوقّع أن تشهد مستجمعات المياه في جنوب غرب المغرب أكبر انخفاض في نسبة المتساقطات في البلاد. وتعاني المنطقة من ظروف قاحلة، فقد يكون لذلك تأثير كبير على الزراعة (ترامبلاي وآخرون، ٢٠١٨).

- على مدى القرن الماضي، تشير الأدلة إلى فقدان حوالي ثلثي موائل الواحات في المغرب، بالإضافة إلى موائل مماثلة من البلدان المجاورة. وقد دفعت العمليات الطبيعية والتصرّفات البشرية إلى انخفاض نظم الواحات. ويبدو أنّ الانخفاض قد تسارع في السنوات الأخيرة ورافقه جفاف أنهار رئيسية (المختار وآخرون، ٢٠٢٢).

- تشير التوقّعات إلى احتمالية الاحترار في المنطقة الوسطى الغربية للمغرب (حوض سوس ماسة، الذي تحدّه من الشمال جبال الأطلس الكبير وتحدّه من الجنوب جبال الأطلس الصغير). فتعدّ هذه المنطقة منطقة زراعية مهمّة في المغرب. وتُستخدم ٩٣ ٪ من المياه المستخرجة من مياه حوض سوس ماسة لأغراض زراعية، أمّا النسبة المتبقية فتستخدم للشرب ولأغراض صناعية. وفي مراجعة قام بها عطار وآخرين (٢٠٢٢) بشأن التوقّعات المناخية لوحظ اختلاف كبيرٌ في نسب المتساقطات بين عامي ١٩٣٣ و٢٠١٥. رغم هذه الخلفية، تشير هذه المراجعة لدراسات التوقّعات في إطار مسار التركيز التمثيلي ٤,٥ و٨,٥، إلى انخفاض كبير في المتساقطات في المنطقة لبقية هذا القرن. وتتوقّع جميع النماذج أيضًا زيادة متوسّط درجات الحرارة السنوي في جميع أنحاء المنطقة في ظلّ كلا السيناريوين. وعلى سبيل المثال، تشير توقّعات عام ٢١٠٠ وفقًا لمسار التركيز التمثيلي ٤,٥ إلى انخفاض سنوي في نسبة المتساقطات يبلغ ٨٠ في المائة ووفقًا لمسار التركيز التمثيلي ٨,٥ قد يبلغ ٦٠ ٪، إلى جانب زيادة التفاوت في نسبة المتساقطات بين السنوات (عطار وآخرون، ٢٠٢٢).
- تشمل القيود المفروضة على إدارة الموارد المائية في حوض سوس ماسة المغربي عدم قيام محطات الأرصاد الجوية قياس درجة الحرارة والتبخّر والنتح التبخري (عطار وآخرون، ٢٠٢٢).
- في شمال شرق المغرب، من اللازم اتّخاذ تدابير مثل تحسين الري وإعادة استخدام مياه الصرف المعالجة وتجنّب الري عبر قنوات مفتوحة للحفاظ على الموارد المائية. لكن يُشار إلى انخفاض توافر المياه على أنّ سببه الأساسي الإنسان وليس المناخ. ويُشار أيضًا إلى وجود مشكلة محتملة في استخدام المياه في قطاع السياحة (القيّم بالنسبة إلى الاقتصاد) (تكّان وآخرون، ٢٠١٣).

4.3 ظواهر الطقس المتطرّف

- تشمل الظواهر الشديدة التأثير على المستقبل موجات حرّ غير مسبوقة تمتدّ إلى ما بعد موسم الصيف (مولينا وآخرون، ٢٠٢٠؛ زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ أ). وستؤثر هذه الظواهر بشكل مباشر على صحّة الإنسان والزراعة وستزيد الطلب على الطاقة والمياه في الأشهر الدافئة من السنة. وبالنظر إلى التأثير المعتدل للمحيط الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط، ستكون هذه الأحداث أكثر حدّة في مناطق المغرب الجنوبية والجنوبية الشرقية.
- تُعدّ منطقة البحر الأبيض المتوسط الأوسع، وخصوصًا الجنوب الغربي منها منطقة عرضة للجفاف بشدّة في المستقبل (دريويش وآخرون، ٢٠١٧؛ واحة وآخرون، ٢٠١٧؛ سبينوني وآخرون، ٢٠٢١) ومن المتوقّع أن يشهد المغرب موجة جفاف غير مسبوقة ستؤثّر على النظم البيئية والزراعة وإمدادات مياه الخدمة وغيرها من القطاعات الاجتماعية والاقتصادية. بالإضافة إلى احتمالية الجفاف إجمالًا، يمكن أن يسجّل تساقط الأمطار معدّلات أعلى ممّا سجّلت السجلات في التاريخ. (زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ ب).

أشجار النخيل اليابسة في واحة محاميد الغزلان المغربية.

5.0 الجزائر

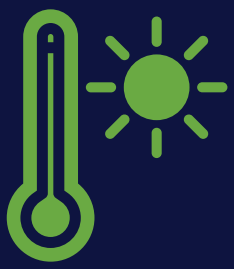
عدد السكان

- تُقدّر بيانات السكّان لعام ٢٠٢٢ أنّ عدد سكّان الجزائر يبلغ ٤٥ مليون نسمة ومن المتوقّع أن يرتفع إلى ٦١ مليون نسمة بحلول عام ٢٠٥٠ وإلى ٧١ مليون نسمة بحلول عام ٢١٠٠.
- تُقدّر الكثافة السكانية لعام ٢٠٢٢ بـ١٩,٠٤ نسمة/كم٢
- تجدر ملاحظة أنّ بيانات السكّان في هذا القسم مصدرها روزير ٢٠١٣، الذي يستند إلى السيناريو القائم وفق المتغيّر المتوسط لتوقعات الأمم المتحدة الخاصّة بسكّان العالم.
- بلغ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠٢١، ٣٧٠٠ دولار أميركي (البنك الدولي، ٢٠٢٢).

الأراضي

- تبلغ مساحة الجزائر ٢,٤ مليون كم٢ (٩١٩,٥٩٥ ميل٢)
- تقع أربعة أخماس الأراضي الجزائرية في الصحراء الكبرى (بي بي سي، ٢٠١٩ أ).

المناخ



- إنّ المناخ في الجزائر شبه استوائي يتراوح بين مناخ صحراوي في الجنوب إلى مناخ صيفي حار في الشمال كما في مناطق البحر الأبيض المتوسط. لذلك فهو أكثر جفافًا ودفئًا ممّا هو عليه في العديد من بلدان العالم. تكون الأمطار غزيرة في بضعة أشهر من السنة أكثر ممّا هي عليه في باقي الأشهر، خصوصًا في الشمال.
- يتراوح متوسّط درجات الحرارة خلال النهار بين ١٧ درجة مئوية و٣٧ درجة مئوية حسب الموسم. وترتفع درجة الحرارة في بعض أنحاء البلاد إلى ٤٢ درجة مئوية. وفي الأشهر الباردة وبحسب المنطقة، تنخفض درجة الحرارة إلى معدّل شهري يبلغ ٥ درجات مئوية.

المعلومات المتعلقة بالمناخ (أحدث الأرقام)

- بلغ نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠١٩ = ٤ أطنان مترية (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- في عام ٢٠١٥ بلغ إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجدّدة (باستثناء الطاقة الكهرومائية)، التي تشمل الطاقة الحرارية الجوفية والطاقة الشمسية وطاقة المدّ والجزر وطاقة الرياح والكتلة الحيوية والوقود الحيوي = ٠,١٪ (البنك الدولي، ٢٠٢٢).

5.1 الأمن الغذائي

- يُعدّ القمح المحصول الغذائي الرئيسي؛ إضافة إلى الذرة الرفيعة والشعير اللذان يعدّان مهمّان أيضًا (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢أ).
- تروي الأمطار محاصيل الحبوب وبالتالي تعتمد الغلّات على تساقط الأمطار وتوزيعها (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ أ).
- كان إنتاج الحبوب لعام ٢٠٢٢ أقلّ بقليل من المعدّل (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ أ).
- على الرّغم من إنتاج الحبوب محليًا، تعتمد البلاد اعتمادًا كبيرًا على واردات الحبوب (القمح الطري والذرة والشعير) التي تشكّل حوالي ٧٠ في المائة من الاستهلاك المحلي (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ أ).

5.1.1 التأثيرات على المحاصيل الزراعية - التوقّعات المستقبلية

- تشكّل الحبوب ٥٠٪ من المحاصيل الزراعية في البلاد، وخصوصًا القمح الصلب. يستخدم القمح الصلب (Triticum turgidum) لصنع الكسكس. وتعتمد البلاد على الحبوب لكنّ نظامها الزراعي يُنتج ٢٥-٣٠٪ من احتياجات السكّان. ويعتمد قطاع الزراعة البعلية على المتساقطات بشكل كبير. لذلك فإنّ أيّ انخفاض في تساقط الأمطار سيؤثر على الغلّات. وتشير التوقعات المناخية (في إطار سيناريو نمذجة مسار التركيز التمثيلي ٦,٠) إلى أنّه في المستقبل (٢٠٧١-٢١٠٠) سيلاحظ في موقعين زراعيين ارتفاعًا في درجة الحرارة وانخفاضًا ملحوظًا في معدّل المتساقطات، وتجدر الإشارة إلى أنّ هذين الموقعين هما الجزائر العاصمة شمال وسط الجزائر، وبرج بوعريريج في شمال شرق الجزائر. وفي ظلّ سيناريو مماثل، فإنّ التغييرات المتوقعة للجزائر العاصمة في المستقبل (٢٠٧٠-٢١٠٠) هي انخفاض في المعدّل السنوي لتساقط الأمطار بنسبة -١٨٪ وزيادة في المعدّل السنوي لدرجة الحرارة بنسبة + ٢,٨ درجة مئوية مقارنة بالفترة المرجعية الممتدّة من ١٩٧٨ إلى ٢٠٠٧. وتتمثل توقّعات برج بوعريريج في انخفاض المعدّل السنوي لتساقط الأمطار بنسبة -٨ في المائة وزيادة في المعدّل السنوي لدرجة الحرارة بنسبة + ٣,٨ درجة مئوية مقارنة بالفترة المرجعية الممتدّة من ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٩. وتشير الاستنتاجات إلى أنّ أرض الجزائر العاصمة ستصبح غير ملائمة لزراعة القمح الصلب وأنه في برج بوعريريج في المستقبل، قد تدعو الحاجة إلى زرع المحاصيل في وقت مبكر كاستراتيجية لتجنّب تعرّض المحاصيل للجفاف في وقت لاحق من الموسم (شورغال وآخرون، ٢٠١٦).

5.2 توافر المياه

- إلى جانب الاحترار الشديد الملحوظ (الذي يتراوح بين ١,٥ إلى ٥ درجات مئوية حسب السيناريو والفترة المستقبلية)، ومن المرجّح أن يزداد الجفاف في الجزائر (زيتيس وآخرون، ٢٠١٩). وباتّباع مسار منخفض الانبعاثات، لن يتجاوز هذا الانخفاض -١٠٪ بحسب المسار المتّبع الماضي (١٩٨٦-٢٠٠٥). لكن على عكس ما سبق، بحسب سيناريوهات مسار التركيز التمثيلي، يكون هذا الانخفاض أكثر حدّة ممّا سبق ومن المتوقع أن يصل إلى -٣٠٪، مع حدوث تغييرات في شمال البلاد وشمال غربها وهو أيضًا الجزء الأكثر اكتظاظًا بالسكّان.
- إنّ الآثار المنشّطة للحدّ من المتساقطات (التي تُعدّ ضرورية للغاية خلال الشتاء والربيع) والزيادة الكبيرة في درجات الحرارة ستؤدّي إلى حالات جفاف أكثر حدّة وتواترًا (واحة وآخرون، ٢٠١٧؛ درويش وآخرون، ٢٠٢٠؛ سبينوني وآخرون،٢٠٢٠). وستكون هذه الأحداث مُهلكة في ظلّ سيناريوهات زيادة الانبعاثات وقرب نهاية القرن الحالي. ونتيجة لذلك، ستواجه الموارد المائية في الجزائر تحديًا خطيرًا (ترامبلاي وآخرون، ٢٠١٨). بالإضافة إلى ذلك، من المحتمل أيضًا أن تتأثر طبقات المياه الجوفية الشاطئية بتسرّب الملح بسبب ارتفاع مستويات سطح البحر الأبيض المتوسط (واحة وآخرون، ٢٠١٧).

5.3 ظواهر الطقس المتطرّف

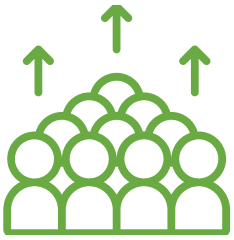
فيضانات ناجمة عن الأمطار الغزيرة غير المعتادة في مدينة تطوان في شمال المغرب، مارس / آذار ٢٠٢١.

- تشمل ظواهر الطقس المتطرّف الشديدة التأثير على المستقبل موجات حرّ غير مسبوقة تمتدّ إلى ما بعد موسم الصيف (مولينا وآخرون، ٢٠٢٠؛ زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ أ). وستؤثر هذه الظواهر بشكل مباشر على صحّة الإنسان والزراعة وستزيد بشكل كبير الطلب على الطاقة والمياه في الأشهر الدافئة من السنة. وبما أنّ المناخ معتدل في منطقة البحر الأبيض المتوسط، ستكون هذه الظواهر أشدّ حدّة جنوب البلاد، من حيث الشدّة والمدّة.

- من المتوقّع أن تصبح منطقة البحر الأبيض المتوسط الأوسع معرّضة للجفاف في المستقبل (سبينوني وآخرون، ٢٠٢١). ومن المتوقّع أيضًا أن تشهد الجزائر حالات جفاف غير مسبوقة تؤثّر على النظم الإيكولوجية والزراعة وإمدادات مياه الخدمة وغيرها من القطاعات الاجتماعية والاقتصادية. بالإضافة إلى احتمالية الجفاف إجمالًا، يمكن أن يسجّل تساقط الأمطار معدّلات أعلى ممّا سجّلت السجلات في التاريخ (زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ ب).

6.0 تونس

عدد السكان

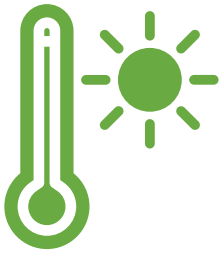


- تُقدّر بيانات السكّان لعام ٢٠٢٢ أنّ عدد سكّان تونس يبلغ ١٢ مليون نسمة ومن المتوقّع أن يرتفع إلى ١٣,٨ مليون نسمة بحلول عام ٢٠٥٠ ومن ثمّ ينخفض إلى ١٣ مليون نسمة بحلول عام ٢١٠٠.
- تُقدّر الكثافة السكانية لعام ٢٠٢٢ بـ ٧٧,٥ نسمة/كم^2 ما يجعل تونس أحد البلدان الأكثر اكتظاظًا بالسكّان في العالم.
- بلغ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠٢١، ٤٠٠٠ دولار أميركي (البنك الدولي، ٢٠٢٢).

الأراضي

- تبلغ مساحة تونس ١٦٤١٥٠ كم^2 (٦٣٣٧٨ كم^2) (بي بي سي، ٢٠٢٠).

المناخ



- يتمتّع شمال تونس بمناخ متوسطي يتّسم بشتاء معتدل وممطر وصيف جاف. أمّا وسط وجنوب البلاد فتعدّ صحراء حارّة.
- يتراوح متوسّط درجات الحرارة خلال النهار بين ١٧ درجة مئوية و٣٥ درجة مئوية حسب الموسم. وترتفع درجة الحرارة في بعض أنحاء البلاد إلى ٣٩ درجة مئوية. وفي الأشهر الباردة وبحسب المنطقة، تنخفض درجة الحرارة إلى معدّل شهري يبلغ ٧ درجات مئوية.

المعلومات المتعلقة بالمناخ (أحدث الأرقام)

- بلغ نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠١٩ = ٢,٦ أطنان متريّة (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- في عام ٢٠١٥ بلغ إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجدّدة (باستثناء الطاقة الكهرومائية)، التي تشمل الطاقة الحرارية الجوفية والطاقة الشمسية وطاقة المدّ والجزر وطاقة الرياح والكتلة الحيوية والوقود الحيوي = ٢,٥٪ (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- تُعدّ البلاد عرضة بشدّة لتغير المناخ، لا سيّما بسبب ارتفاع الحرارة والقحط، ما يؤدّي إلى انخفاض معدّل المتساقطات وارتفاع مستوى سطح البحر (البنك الدولي، ٢٠٢١).

6.1 الأمن الغذائي

- تُعدّ البطاطا والقمح الصلب من المحاصيل الأساسية يليها الشعير (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ د).
- تُعدّ محاصيل الأشجار (خصوصًا الزيتون والتمر) مهمّة أيضًا للتصدير (شبيل وآخرون، ٢٠١٩).
- بلغ إنتاج الحبوب في عام ٢٠٢٢ حوالي معدّله على مستوى البلاد (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ د).
- ذكرت تقارير صحفية أنّ درجات الحرارة المرتفعة بشكل استثنائي (حوالي ٤٧ درجة مئوية) وحرائق الغابات ألحقت أضرارًا بمحصول القمح، ما قد يقلّل من إجمالي الغلّة (رويترز، ٢٠٢٢).
- ويتفاوت إنتاج المحاصيل من سنة إلى أخرى لأنّه يعتمد على الريّ من مياه الأمطار أساسًا؛ فيتم ري حوالي ١٠٪ -١٥٪ فقط من المحاصيل (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ د).
- تعتمد البلاد بشكل كبير على واردات الحبوب، حتّى في السنوات التي تُحصد فيها غلّة محلّية ملائمة من الحبوب. وستكون الواردات لعامي ٢٠٢٢/٢٠٢٣ أعلى بقليل من المعدّل (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ د).

6.1.1 التأثيرات على المحاصيل الزراعية - التوقّعات

- يزداد مؤخّرًا متوسّط درجات الحرارة السنوي. في عام ٢٠٢٠ بلغ متوسط درجة الحرارة ٢٠,٢ درجة مئوية، ما يجعل سنة ٢٠٢٠ من بين أكثر السنوات حرًّا في تونس منذ عام ١٩٥٠، بعد عامي ٢٠١٦ و٢٠١٤ (المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ٢٠٢١).
- تشير التوقّعات المناخية إلى أنّ منطقة شمال إفريقيا ستشهد مستوى متساقطات أقلّ في العقود المقبلة. في تونس، سيؤثّر انخفاض مستوى المتساقطات سلبًا على الزراعة البعلية، التي تشكّل ٨٨٪ من إجمالي الزراعة. وتمثّل الزراعة المروية حوالي ١٠٪ إلى ١٥٪ من الزراعة في تونس. عادةً ما يختلف تساقط الأمطار على أساس سنوي. بين عامي ١٩٥١ و ٢٠٠٢، فارتفع متوسط درجات الحرارة السنوية في القيروان وسط تونس، على الرّغم من غياب احتماليات ملحوظة لتساقط الأمطار في بيانات تساقط الأمطار خلال الفترة المذكورة نفسها. (موغو وآخرون، ٢٠١١).
- تعتمد تونس على الإنتاج الزراعي في العمالة والنمو الاقتصادي، وبالتالي إنّ انخفاض الإنتاجية نتيجة للتغيرات المناخية يمكن أن يكون له آثار سلبية ويؤثّر على الأمن الغذائي للبلاد. ومن النتائج المحتملة لزيادة الأمن الغذائي نزوح السكّان إلى المناطق الحضرية بحثاً عن عمل أو إلى أماكن أخرى في المنطقة التي تكون فيها الظروف المناخية أكثر ملائمة للزراعة (موغو وآخرون، ٢٠١١).
- تؤثّر التقلبات المناخية لها بشكل كبير على المحاصيل الزراعية في تونس، كما يتّضح من تنوّع الغلّات: بلغ إجمالي إنتاج الحبوب ٢,٩ مليون طنّ في عام ١٩٩٦، و٠,٥ مليون طنّ في عام ٢٠٠٢، و٢,٩ مليون طنّ في عام ٢٠٠٣ (شبيل وآخرون، ٢٠١٩).

6.2 توافر المياه

- تُشكّل ندرة المياه تهديدًا مستقبليًا بالنسبة إلى تونس. وتشمل تدابير الحدّ من ندرة المياه استعمال تقنيات متطوّرة للريّ وتهدف الى التكيّف مع انخفاض نسب المياه المتاحة لريّ المحاصيل (شبيل وآخرون، ٢٠١٩).] لم توضّح الدراسة مدى فعالية تغيير أنماط الحصاد كتدبير للتكيّف.
- يستهلك القطاع الزراعي التونسي أكثر من ٧٥٪ من إجمالي استخدام المياه في البلاد. ويمكن أن يؤدي تحسين كفاية مياه الري إلى تحسين أداء مياه الري وزيادة مدّته (شبيل وآخرون، ٢٠١٩).
- يشير نموذج توقعات المناخ للمتساقطات في تونس حتّى عام ٢١٠٠ إلى بعض الشكوك - فتشير بعض النماذج إلى انخفاض في المتساقطات بينما تشير بعض النماذج إلى زيادة طفيفة فيها. وتُعدّ الشكوك أكبر بالنسبة إلى شرقي تونس (ترامبلاي وآخرون، ٢٠١٨).

زيتون من مزرعة بجنوب تونس.

6.3 ظواهر الطقس المتطرّف

- تشمل الظواهر الشديدة التأثير على المستقبل موجات حرّ غير مسبوقة تمتدّ إلى ما بعد موسم الصيف (موليا وآخرون، ٢٠٢٠؛ زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ أ). وستؤثر هذه الظواهر بشكل مباشر على صحّة الإنسان والزراعة وستزيد بشكل كبير الطلب على الطاقة والمياه في الأشهر الدافئة من السنة. وبما أنّ المحيط الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط يتمتّعان بتأثير معتدل، ستكون هذه الظواهر أكثر حدّة في المناطق الجنوبية في تونس.

- تعدّ منطقة البحر الأبيض المتوسط الأوسع نطاقًا وخصوصًا الجنوب الغربي منطقة معرّضة للجفاف في المستقبل (درويش وآخرون، ٢٠١٧؛ واحة وآخرون، ٢٠١٧؛ سبينوني وآخرون، ٢٠٢١) ومن المتوقّع أن تشهد مصر موجة جفاف غير مسبوقة ستؤثّر على النظم البيئية والزراعة وإمدادات مياه الخدمة وغيرها من القطاعات الاجتماعية والاقتصادية. بالإضافة إلى احتمالية الجفاف إجمالًا، يمكن أن يسجّل تساقط الأمطار معدّلات أعلى ممّا سجّلت السجلات في التاريخ. (زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ ب)

7.0 مصر

عدد السكان

- تُقدّر بيانات السكّان لعام ٢٠٢٢ أنّ عدد سكّان مصر يبلغ ١٠٦,١٦ مليون نسمة ومن المتوقّع أن يرتفع إلى ١٥٩,٩ مليون نسمة بحلول عام ٢٠٥٠ ومن ثمّ إلى ٢٢٤,٧ مليون نسمة بحلول عام ٢١٠٠.
- تُقدّر الكثافة السكانية لعام ٢٠٢٢ بـ ١٠٦,٦٤ نسمة/كم٢ ما يجعل مصر أحد البلدان الأكثر اكتظاظًا بالسكّان في العالم.
- يرتكز ٩٧٪ من سكّان مصر على ٤٪ من المساحة الكلّية للبلاد) الخطة القومية للموارد المائية، ٢٠٠٥).
- بلغ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠٢١، ٣٨٠٠ دولار أميركي (البنك الدولي، ٢٠٢٢).

المساحة البرية

- تبلغ مساحة مصر مليون كم٢ (٣٨٦٨٧٤ كم٢) (بي بي سي، ٢٠٢٠).
- تشكّل الصحراء غالبية مساحة البلاد؛ فيتركّز السكن على طول نهر النيل ودلتا النيل (بي بي سي، ٢٠١٩ ب).

المناخ

- المناخ في مصر شبه استوائي، يتميّز بأجواء جافّة وحارّة (صحراء حارّة). وتزداد حدّة الأمطار في الشتاء فحسب (خصوصًا بين شهري كانون الأوّل/ديسمبر وكانون الثاني/يناير).
- يتراوح متوسط درجات الحرارة خلال النهار بين ٢١ و٣٧ درجة مئوية حسب الموسم. وترتفع درجة الحرارة في بعض أنحاء البلاد إلى ٤٣ درجة مئوية. وفي الأشهر الباردة وبحسب المنطقة، تنخفض درجة الحرارة إلى معدّل شهري يبلغ ٩ درجات مئوية.

المعلومات المتعلقة بالمناخ (أحدث الأرقام)

- بلغ نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠١٩ = ٢,٥ أطنان مترية (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- في عام ٢٠١٥ بلغ إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجدّدة (باستثناء الطاقة الكهرومائية)، التي تشمل الطاقة الحرارية الجوفية والطاقة الشمسية وطاقة المدّ والجزر وطاقة الرياح والكتلة الحيوية والوقود الحيوي = ٠,٩٪ (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- تُعدّ البلاد عرضة بشدّة لتغير المناخ، خصوصًا على صعيد الأمن المائي والإنتاج الزراعي (البنك الدولي، ٢٠٢١).

7.1 الأمن الغذائي

- يُعدّ القطاع الزراعي في مصر جزءًا مهمًّا من اقتصاد البلاد (شيلينغ وآخرون، ٢٠١٢).
- تتألّف المحاصيل الغذائية الرئيسية من الذرة والأرز والقمح ويعدّ الشعير والدخان من المحاصيل المهمّة أيضًا (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ و)
- يستخدم الرّي لزراعة الحبوب، ما يعني أنّ الغلاّت مستقرة (أو كانت في الماضي مستقرّة) نسبيًا على أساس سنوي (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ و).
- في عام ٢٠٢١، بلغ محصول الحبوب معدّله كما بلغت واردات الحبوب أعلى بقليل من المعدّل (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٢ و).
- تستورد مصر ٤٠٪ من غذائها (منظّمة الأغذية والزراعة، ٢٠٢٠).

7.1.1 التأثيرات على المحاصيل الزراعية - التوقّعات المستقبلية

- في العقود المقبلة، سيصبح توافر المياه لريّ المحاصيل الزراعية قضية رئيسية وسيؤثّر على الأمن الغذائي في مصر
- (عمر وآخرون، ٢٠٢١).
- وجدت دراسة نمذجة أنّ تغيّر المناخ ألحق تغييرات بمياه في نهر النيل ما سيؤثّر ستؤثر سلبًا على الأمن الغذائي. فمن المتوقع أن يؤدي انخفاض تدفق المياه في دلتا النيل إلى زيادة ملوحة المياه وتقليل صافي الإنتاجية الزراعية وسيؤثر ذلك على توافر فرص عمل لعمّال المزارع، ما سيؤثّر بدوره على الوضع الاجتماعي والاقتصادي من خلال انخفاض الدخل (عمر وآخرون، ٢٠٢١).
- إنّ الحلول المقترحة لتفادي مواجهة مشاكل الأمن الغذائي تشمل تدابير تكييف أنماط المحاصيل لإنشاء مناطق محاصيل ثابتة للبساتين والعدس والذرة والبصل والبندورة والخضروات. ويقترح المؤلفون أن تحديد مناطق لمحاصيل معينة يزيد من المساحة الإجمالية للمحاصيل، ويضمن الإمداد بهذا المحصول ويؤمّن الأمن الغذائي (عمر وآخرون، ٢٠٢١).
- يجب اتّخاذ تدابير لضمان استخدام المياه بكفاية وتأمين إمدادات مياه الخدمة بدون نشوب مشاكل متعلّقة بالأمن الغذائي بسبب نقص المياه في العقود المقبلة.

7.2 توافر المياه

- تستهلك الزراعة حوالي ٨٦٪ من إجمالي الموارد المائية في مصر (عمر وآخرون، ٢٠٢١).
- يروي نهر النيل أغلب محاصيل مصر، إمّا من خلال الرّي المباشر عبر القنوات أو بشكل غير مباشر من خلال المياه الجوفية (Terwisscha van Scheltinga وآخرون، ٢٠٢١) باستثناء منطقة صغيرة على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط. ومن المتوقّع أن تؤدّي التغيرات المناخية إلى الضغط على الموارد المائية المحدودة في مصر من خلال (١) زيادة الشحّ في المياه مع انخفاض منسوب مياه النيل و (٢) زيادة ملوحة مياه الريّ (عمر وآخرون، ٢٠٢١).
- ستدعو الحاجة إلى مزيد من المياه لريّ الأراضي الزراعية مع استمرار ارتفاع الطلب. من المرجّح أيضًا أن تزداد الحاجة الى المياه اللّازمة للريّ الزراعي بسبب ارتفاع درجات الحرارة، وفقًا لدراسة أجراها مصطفى وآخرون (٢٠٢١). وتشير توقعات النمذجة في الدراسة إلى أن معدّل درجة الحرارة السنوية في وسط مصر سيرتفع بمقدار ٢,١٢ درجة مئوية بحلول عام ٢٠٥٠ وبمقدار ٣,٩٦ درجة مئوية بحلول

عام ٢١٠٠، مقارنة بخط الأساس في التسعينيات، وباستخدام سيناريو تزداد فيه الانبعاثات بحلول عام ٢٠٣٠، ثمّ تنخفض لاحقًا إلى مستويات مماثلة لتلك التي سُجّلت في عام ١٩٩٠. وتتراوح الزيادة المتوقعة في مياه الري للمحاصيل الشتوية (الشعير والقمح والفول والبطاطا والبندورة) من ٦,١٪ إلى ٧,٣٪ بحلول عام ٢٠٥٠ ومن ١١,٧٪ إلى ١٣,٢٪ بحلول عام ٢١٠٠. وتتراوح الزيادة المتوقّعة في مياه ريّ للمحاصيل الصيفية (القطن والذرة ودوّار الشمس والبطاطا والبندورة) من ٤,٩ في المائة إلى ٥,٨ في المائة بحلول عام ٢٠٥٠ ومن ٩,٣ في المائة إلى ١٠,٩ في المائة بحلول عام ٢١٠٠ (مصطفى وآخرون، ٢٠٢١).

- إنّ حالة إمدادات المياه تفسح المجال لإمكانية نشوب نزاع حول المياه بسبب استخدام مصر مياه نهر النيل نظرًا لأنّ مصبّ النهر ليس من داخل حدودها الوطنية (يرد شرح حول النزاع في القسم ٣,٤ من هذا التقرير).

- وتشير بعض التوقّعات إلى زيادة مستقبلية في نسبة المتساقطات في جنوب مصر (زيتيس وآخرون، ٢٠٢٢). لكنّ السبب الأساسي لذلك هو تساقط الأمطار لوقت قليل بحيث لا يمكن أن تكون كافية لتجديد موارد المياه.

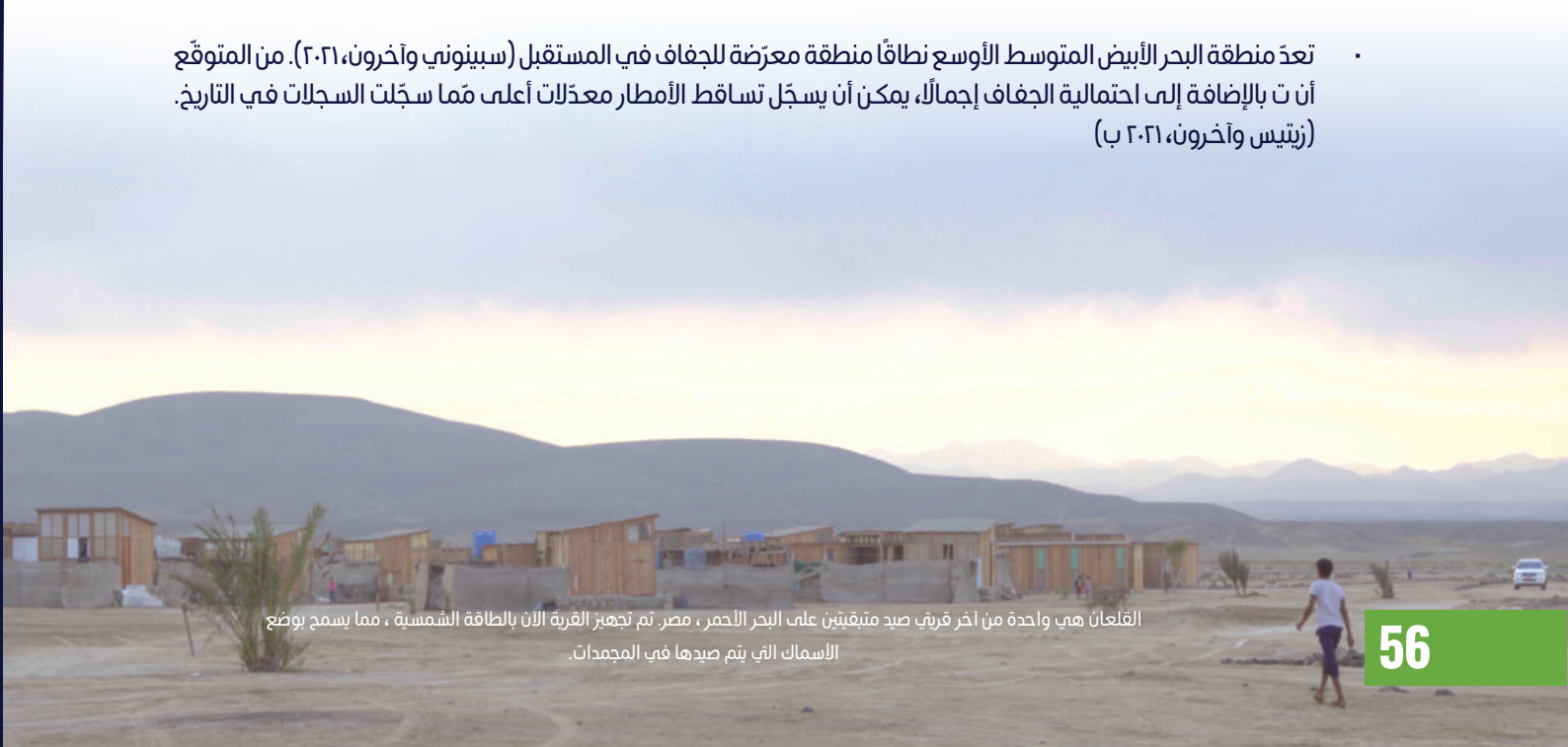
- من المتوقّع أن يتأثر توافر المياه في مصر (والسودان) سلبًا بسبب سدّ كهرومائي (سد النهضة الإثيوبي الكبير) التي تشيّده إثيوبيا. فتطالب مصر بضمان حصولها على كمّية من المياه متفق عليها، لأنّ البلاد تعتمد بشكل كبير على النيل في احتياجاتها المائية (زين، ٢٠٢١).

- من المتوقّع أن يؤثر ارتفاع مستوى سطح البحر وتغيّر المناخ على النظم الشاطئية - وتوافر المياه - في نهاية القرن. ويمكن أن يؤدّي تسرب المياه المالحة إلى تدهور إمدادات المياه الجوفية وإغراق المناطق الساحلية المنخفضة. حلّلت دراسة أجراها الشنّاوي والمالكي (٢٠٢١) تأثير ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار ٧٣ سم بحلول عام ٢١٠٠ على منطقة جمصة راس البر في دلتا النيل المصرية. وتشير نتائج الدراسة إلى أنّ تسرب المياه المالحة سيؤثر على حوالي ٢٧١ كم٢ (٦٠٪) من المنطقة إذا اقتربت واجهة المياه العذبة والمياه المالحة إلى الداخل بحوالي كيلومتر واحد. وسيؤثر ارتفاع المياه الجوفية سلبًا على الصرف ويسبب التشرّب.

7.3 ظواهر الطقس المتطرّف

- ستؤثّر موجات حرّ غير مسبوقة على مصر (مولينا وآخرون، ٢٠٢٠؛ زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ أ). في عالم مستقبلي ترتفع فيه نسبة الانبعاثات، من المتوقّع أن تتجاوز درجات الحرارة القصوى ٥٥ درجة مئوية خلال موجات الحرّ). وستؤثر هذه الظواهر بشكل مباشر على صحّة الإنسان والزراعة وستزيد بشكل كبير الطلب على الطاقة والمياه في الأشهر الدافئة من السنة. وبما أنّ البحر الأبيض المتوسط يتمتّع بتأثير معتدل، من حيث الشدّة والمدّة، ستكون هذه الظواهر أكثر حدّة في المناطق الجنوبية في مصر. ومع ذلك، في المدن الكبرى في القاهرة والإسكندرية، من الممكن أن تعمل ظاهرة الجزر المناخية الحرارية بشكل نشط لزيادة التأثيرات.

- تعدّ منطقة البحر الأبيض المتوسط الأوسع نطاقًا منطقة معرّضة للجفاف في المستقبل (سبينوني وآخرون، ٢٠٢١). من المتوقّع أن ت بالإضافة إلى احتمالية الجفاف إجمالًا، يمكن أن يسجّل تساقط الأمطار معدّلات أعلى ممّا سجّلت السجلات في التاريخ. (زيتيس وآخرون، ٢٠٢١ ب)



القلعانّ هي واحدة من آخر قريتي صيد متبقيتين على البحر الأحمر ، مصر. تم تجهيز القرية الآن بالطاقة الشمسية ، مما يسمح بوضع الأسماك التي يتم صيدها في المجمدات.

8.0 لبنان

عدد السكان

- تُقدّر بيانات السكّان لعام ٢٠٢٢ أنّ عدد سكّان لبنان يبلغ ٦,٧ مليون نسمة ومن المتوقّع أن ينخفض قليلًا إلى ٦,٥ مليون نسمة بحلول عام ٢٠٥٠ ومن ثمّ ينخفض أكثر إلى ٥,٧١ مليون نسمة بحلول عام ٢١٠٠.
- تُقدّر الكثافة السكانية لعام ٢٠٢٢ بـ٦٥٣,٥ نسمة/كم٢ ما يجعل لبنان أحد البلدان الأكثر اكتظاظًا بالسكّان في العالم.
- بلغ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠٢١، ٢٦٠٠ دولار أميركي (البنك الدولي، ٢٠٢٢).

المساحة البرية

- تبلغ مساحة لبنان ١٠٤٥٢ كم٢ (٤٠٣٦ ميل٢) (بي بي سي، ٢٠٢١ أ)
- يتمتّع لبنان بمنطقة جبلية وسهول ساحلية تمتدّ إلى البحر الأبيض المتوسط. ويمرّ نهر الليطاني عبر سهل البقاع الخصب.
- تغطّي أشجار الأرز اللبنانية جزءًا صغيرًا فحسب من لبنان الذي كان في السابق بلدًا مُشجرًا بغالبيته.

المناخ

- المناخ في لبنان شبه استوائي معتدل، يتميّز بصيف متوسطي حار. خلال فصل الشتاء تبلغ المتساقطات حدًّا أقصى، في حين أنّ الصيف عادةً ما يكون جافًا.
- يتراوح متوسط درجات الحرارة خلال النهار بين ١٤ و٣٣ درجة مئوية حسب الموسم. وترتفع درجة الحرارة في بعض أنحاء البلاد إلى ٣٥ درجة مئوية. وفي الأشهر الباردة وبحسب المنطقة، تنخفض درجة الحرارة إلى معدّل شهري يبلغ ٦ درجات مئوية أو حتّى إلى ما دون درجة التجمّد في الجبال العالية.

المعلومات المتعلقة بالمناخ (أحدث الأرقام)

- بلغ نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام ٢٠١٩ = ٤,١ أطنان مترية (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- في عام ٢٠١٥ بلغ إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجدّدة = ٠٪ (البنك الدولي، ٢٠٢٢)
- سيؤثّر ارتفاع مستوى سطح البحر على التنوّع البيولوجي والنظم البيئية؛ كما ستنتج ظواهر طقس متطرّف تأثيرات سلبية عدّة من بينها تأثيرات على البنى التحتية وصحّة الإنسان والإنتاج الزراعي. (البنك الدولي، ٢٠٢٢).

8.1 الأمن الغذائي

- يتمتّع لبنان بمناخ البحر الأبيض المتوسّط والتربة الخصبة وإمدادات المياه الوفيرة نسبيًا (سكاف وآخرون، ٢٠١٩).
- المحاصيل الرئيسة هي الشعير والقمح (منظّمة الأغذية والزراعة للأمم المتّحدة، ٢٠٢٢ ب).
- تقع ٤٦ ٪ من الأراضي المزروعة في لبنان في سهل البقاع، والمحاصيل الأساسيّة فيها هي الحبوب والشمندر السكري والعنب. كذلك، يتركز في البقاع الإنتاج الحيواني (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣).
- يتزايد انعدام الأمن الغذائي بسبب الأزمة الاقتصاديّة المستمرّة (منظّمة الأغذية والزراعة للأمم المتّحدة، ٢٠٢٢ ب).
- يوفّر إنتاج الحبوب المحلي أقل من ٢٠ ٪ من احتياجات السكان (منظّمة الأغذية والزراعة للأمم المتّحدة، ٢٠٢٢ ب).
- منذ منتصف القرن العشرين، تغيّر الإنتاج الزراعي في لبنان من الزراعة قليلة المدخلات إلى الزراعة الكثيفة، ما أدى إلى تدهور جودة التربة. كما أن الإنتاج الزراعي في لبنان انخفض في خلال الفترة، ما أدى إلى استيراد لبنان ٨٠ ٪ من غذائه. وكون الأغذية المستوردة باهظة الثمن، أدى ذلك إلى التفاوت الاجتماعي والفقر الغذائي (سكاف وآخرون، ٢٠١٩)
- سيعتمد الأمن الغذائي في المستقبل على نجاح منتجي الغذاء (في لبنان والعالم) للتكيف والظروف المتغيّرة (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣).

8.1.1 التأثيرات على المحاصيل الزراعية - التوقّعات المستقبلية

- تشير النماذج المناخيّة إلى أنّ الاحترار في لبنان سيرتفع بوتيرة أسرع من وتيرة المتوسّط العالمي وأنّه بحلول منتصف القرن، يمكن أن يرتفع متوسّط درجات الحرارة السنويّة بمقدار ١،٣ درجة مئويّة إلى ٢،٧ درجة مئويّة ويمكن أن تنخفض المتساقطات بمعدّل ١٠ إلى ٢٠ ٪ (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣). أما التوقّعات المحدّثة، التي تستند إلى مسار عالي الانبعاثات (زيتيس وآخرون، ٢٠٢٢)، فتشير إلى متوسّط احترار أعلى (أيّ أعلى من ٤،٥ درجة مئويّة) ومتساقطات أدنى بمعدّل تصل إلى ٣٠ ٪ بالنسبة إلى الظروف الماضي القريب (أيّ ما بين عامي ١٩٨٦ و٢٠٠٥).
- يؤدي ارتفاع متوسّط درجات الحرارة السنويّة وانخفاض المتساقطات في موسم الأمطار إلى زيادة مخاطر التأثير على المحاصيل الزراعيّة ولا سيّما القمح الذي يتأثر بالجفاف (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣؛ وكوستانتينيدو وآخرون، ٢٠١٦)

8.2 توافر المياه

- يتمتّع لبنان بإمدادات مائيّة غنيّة نسبيًا، إذ يبلغ عدد الأنهر فيه ٢٠٠٠ نهر (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣).
- ما يقرب من نصف الأراضي الزراعيّة في لبنان هي مروية وفقًا لإحصاءات العام ٢٠١٠ (منظّمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدّة، ٢٠٢٢هـ). ويساهم الريّ في إنتاجيّة لبنان الزراعيّة (كون الزراعة في المنطقة لا تعتمد بشكل كامل على المحاصيل البعليّة، فهذا يعني أنّ إمدادات مياه موثوقة تتوافر للمناطق الزراعيّة) (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣).
- يُستخدم ما يقدّر بـ٦٠ إلى ٧٠ ٪ من المياه المتوافرة في لبنان للزراعة (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣).
- تشير الدلائل إلى أنّ لبنان شهد انخفاضًا في توافر المياه منذ الستينيات. لكن، لا يعود سبب هذا الانخفاض إلى تغيّر المناخ فحسب، بل

كذلك إلى زيادة المتطلّبات من السكان (بسبب زيادة السكان ونقص البنية التحتيّة للمياه والآبار الخاصة والاستغلال المفرط لطبقات المياه الجوفيّة) وتقلبيّة المناخ الطبيعيّة. فمنذ الستينيّات، انخفض توافر المياه من الأنهار والمياه الجوفيّة بمعدل ٢٣ إلى ٢٩ ٪. أما المتساقطات فانخفضت (الأمطار والثلوج) بمعدل ١٢ إلى ١٦ ٪ (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣؛ شعبان، ٢٠٠٩).

- إذا استمر انخفاض توافر المياه في لبنان، سيعاني لبنان المخاطر بسبب العجز المائي (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣).

- في تحليلهم للمسائل التي تتعلّق توافر المياه للزراعة في لبنان، يوصي (فيرنير وآخرون، ٢٠١٣) بما يلي: (i) تنفيذ الري بالتنقيط في لبنان للمساعدة في الاقتصاد في استخدام الموارد المائيّة في الزراعة؛ (ii) تخزين المياه وتوفير بنية تحتيّة خاصة بالري يساعدان في الحفاظ على مياه الأمطار لاستخدامها في أوقات مختلفة من العام؛ و (iii) زراعة أنواع المحاصيل المقاومة للجفاف.

8.3 ظواهر الطقس المتطرّف

- سيتأثر شرق البحر الأبيض المتوسط بموجات الحرّ الشديدة، حتى في ظل سيناريوهات التأثيرات الوسطيّة (زيتيس وآخرون، ٢٠١٦؛ وهوشمان وآخرون، ٢٠٢٢؛ وزيتيس وآخرون، ٢٠٢١أ). ومن المتوقّع أن يزداد العدد السنوي لموجات الحرّ بمقدار ٣ إلى ٦ مرّات، واتساعها بمقدار ٦ درجات مئويّة إلى ٧ درجات مئويّة، بينما من المحتمل أن تتراوح مدة الظواهر الأطول أمدًا من أسابيع إلى أشهر عدّة.

- وفقًا لإسقاطات المناخ المستقبليّة، ستتأثر المنطقة بحالات جفاف تردّدها أكثر ومدّتها أطول (سبينوني وآخرون، ٢٠٢١؛ هوتشمان وآخرون، ٢٠٢٢). ويسبّب ذلك الأثر التآزري للاحترار الشديد. من المتوّقع أن يمتد موسم الجفاف في لبنان ولا سيّما في السيناريوهات العالية الانبعاثات، علاوة على الجفاف الشامل، فيمكن أن يصل هذا التوسّع بحلول نهاية القرن إلى شهر واحد (زيتيس وآخرون، ٢٠٢٢).

- تفاقمت حرائق الغابات في المرتفعات في شمال لبنان بسبب الحرارة الشديدة والجفاف في أشهر الصيف (رويترز، ٢٠٢١؛ زيتيس وآخرون، ٢٠٢٢). كما هو الحال في معظم غابات البحر الأبيض المتوسط، ترتفع مخاطر حرائق الغابات في البيئات الأكثر دفئًا وجفافًا. بالإضافة إلى ذلك، من المتوقّع أن يشمل موسم الحرائق فصلي الربيع والخريف.

المربّع: أشجار الأرز في لبنان

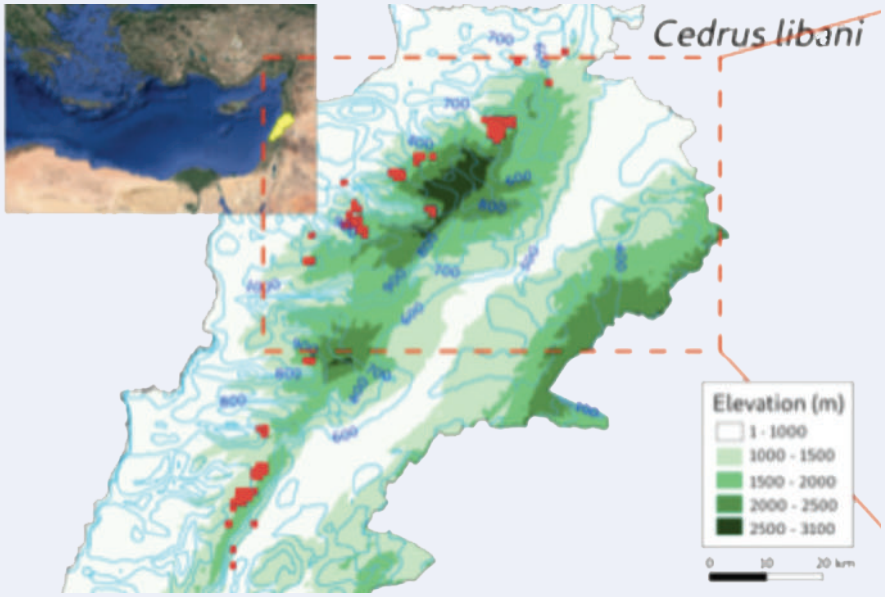
شجرة الأرز هي الشعار الوطني للبنان وهي تبرز في وسط العلم اللبناني. أثيرت مخاوف تتعلّق ببقاء أشجار الأرز في لبنان في العقود المقبلة بسبب ارتفاع درجة حرارة المناخ وتغيرات الأنماط المناخيّة، إن كان في الصحافة العلميّة (هاجر وآخرون، ٢٠١٠؛ شدادي وخاطر، ٢٠٢٢) أو وسائل الإعلام الدوليّة (سوسي، ٢٠١٢؛ برنارد، ٢٠١٨).

تتمثّل النقاط الأساس باختصار بما يلي:

- يعيش الأرز اللبناني (Cedrus libani) في المناطق الجبليّة في جبل لبنان (الرسم البياني ١) (هاجر وآخرون، ٢٠١٠؛ شدادي وخاطر، ٢٠٢٢).
- أظهرت دراسات في علم الطلع، أن غابات الأرز اللبناني C. libani تعود إلى أكثر من ١٥ ألف عام في لبنان. وتاريخيًا، غطّت الغابات القديمة ٧٠ ٪ من مساحة لبنان، لكن التقديرات الحاليّة تشير إلى تقلّص مساحة الغابات إلى أقل من ١٤ ٪ بسبب تغيّر استخدام الأراضي (التحضّر والرعي) والسياحة وقطع الأخشاب (شدادي وخاطر، ٢٠٢٢).
- تُصنّف أشجار الأرز اللبناني C. libani على أنها «هشّة» على «القائمة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض» الصادرة عن الاتّحاد الدولي لحفظ الطبيعة، (غاردنر، ٢٠٠٣).
- تشير النمذجة لتوقّع التوزيع الجغرافي المستقبلي لأشجار الأرز اللبناني C. libani إلى أن عددًا قليلاً فقط من غابات الأرز

القائمة حاليًا سيصمد في المنطقة الجبليّة الشماليّة من جبل لبنان، لأنه من المتوّقع أن تنتج عن المناخ المتغيّر منطقة أكثر جفافاً (هاجر وآخرون، ٢٠١٠)، على الرغم من أنه في بعض المناطق، قد تتمكّن الغابات من التوسّع فتمتدّ لتبلغ ارتفاعات أعلى. وخلصت الدراسة إلى أن إنشاء مناطق لحماية أشجار الأرز من رعي الماشية وتغيير استخدام الأراضي يُعتبر ضروريًا للمساعدة في زيادة القدرة التكيفيّة للأشجار والحفاظ على مجموعات الأرز اللبناني C. libani.

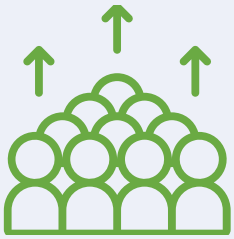
- تقترح أبحاث أخرى وضع تدابير للحفظ في ممر على طول سلسلة الجبال في جبل لبنان للمساعدة على البقاء طويل الأمد لمجوعة الأرز اللبناني C. libani (بالإضافة إلى ونوعين مستوطنين آخرين وهما الشوح القيليقي Abies cilicica وعرعر المرتفعات Juniperus excelsa). يمكن أن يساعد إنشاء ممرات الحماية المصغّرة «microrefugia» على تسهيل تشتت البذور وهجرة الأنواع وتدفّق الجينات بين مجموعات الأرز اللبناني C. libani، ما قد يساعد في النهاية على إنشاء التنوع الجيني والقدرة على التكيف مع المناخ (شدادي وخاطر، ٢٠٢٢).



الرسم البياني ب١. خريطة لبنان توضح التوزيع الجغرافي لغابات الأرز اللبناني (Cedrus libani) (مظللة باللون الأحمر). (المصدر: الرسم البياني ١ من شدادي وخاطر، ٢٠٢٢؛ مرخص للاستخدام بموجب مؤسّسة المشاع الإبداعي: http://creativecommons.org/licenses/by/٤,٠/).

9.0 الإمارات العربيّة المتّحدة

عدد السكان

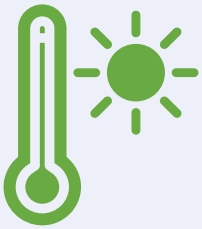


- تقدّر بيانات السكان الحاليّة لعام ٢٠٢٢ أنّ ١٠،١ مليون نسمة يعيشون في الإمارات العربيّة المتّحدة ومن المتوقّع أن يرتفع هذا العدد إلى ١٠،٤ مليون بحلول العام ٢٠٥٠ وأن يزيد إلى ١٢،٩ مليون بحلول العام ٢١٠٠.
- تقدّر الكثافة السكانيّة في العام ٢٠٢٢ بما يقارب ١٤٢ شخصًا لكل كيلومتر مربع، ما يجعل الإمارات في أعلى المراتب من حيث الكثافة السكانيّة بين البلدان في العالم.
- نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي في العام ٢٠٢٠ يساوي ٣٦٠٠٠ دولار أمريكي (البنك الدولي، ٢٠٢١).

الأراضي

- تغطي دولة الإمارات العربيّة المتّحدة مساحة ٧٧٧٠٠ كيلومتر مربع (٣٠ ألف ميل مربع).
- تتألّف الإمارات العربيّة المتّحدة من الصحراء في الغالب، وتحوي كثبان رمليّة شاسعة وتفتقر إلى البحيرات أو الجداول الطبيعيّة ويبلغ معدل المتساقطات السنوي فيها ما يقارب ١٠ إلى ١٥ سم.

المناخ



- المناخ حار ورطب ساحلًا. أما المناخ الداخلي فهو حار وجاف. فمتوسّط درجة الحرارة يبلغ في شهر كانون الثاني\ يناير ١٨ درجة مئويّة وفي شهر تموز\يوليو ٣٣ درجة مئوية (بريتانيكا، ٢٠٢٢).

المعلومات المتعلقة بالمناخ (أحدث الأرقام)

- نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العام ٢٠١٩ كان يساوي ١٩،٣ طنًا متريًا للفرد (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- إنتاج الكهرباء في العام ٢٠١٥ من مصادر متجدّدة (باستثناء الطاقة الكهرومائيّة)، وهي تشمل الطاقة الحراريّة الأرضيّة والطاقة الشمسيّة والمد والجزر وطاقة الرياح والكتلة الحيويّة والوقود الحيوي بما يساوي ٠،٢ ٪ من إجمالي الكهرباء (البنك الدولي، ٢٠٢٢).
- يمكن أن يؤدي ارتفاع منسوب مياه البحر إلى الإضرار بمنشآت تحلية المياه في البلاد ويمكن لكلّ من زيادة درجة الحرارة وانخفاض المتساقطات الإضرار بالزراعة (البنك الدولي، ٢٠٢١).

9.1 الأمن الغذائي

- تتوافر في دولة الإمارات العربيّة المتحّدة مساحة محدودة من الأراضي المناسبة لزراعة المحاصيل الصالحة للزراعة، والصناعة الزراعيّة منخفضة جدًا بالنسبة إلى إجمالي الناتج المحلي للدولة (مانيكاس وآخرون، ٢٠٢٢).

- تُقدّر نسبة الأراضي الصالحة للإنتاج الزراعي المروي بـ٦،٨ ٪ من إجمالي مساحة دولة الإمارات العربيّة المتّحدة. لذلك، يمثّل الأمن الغذائي مشكلة محتملة (ألدابابسي وآخرون، ٢٠١٨).

- تعتمد الإمارات العربيّة المتحّدة بشكل كبير على الواردات الغذائية. فثمانون ٪ من متطلّبات الغذاء في الإمارات العربيّة المتّحدة هي مستوردة. والجدير ذكره أنّ الحرب الروسيّة الأوكرانيّة أثّرت على واردات الحبوب إلى الإمارات العربيّة المتّحدة (مانيكاس وآخرون، ٢٠٢٢).

- حسب إحدى الدراسات، إنّ المحاصيل الأكثر ملاءمة للبيئة القاحلة، التي يمكن زراعتها دون استخدام كميّة مفرطة من المياه الجوفيّة، هي الجوجوبا والذرة الرفيعة ونخيل التمر والفواكه (ألدابابسي وآخرون، ٢٠١٨).

9.1.1 التأثيرات على المحاصيل الزراعية - التوقّعات المستقبلية

- ٨٠ ٪ تقريبًا من أراضي دولة الإمارات العربيّة المتّحدة هي عبارة عن تربة رمليّة غير صالحة لزراعة المحاصيل. وتُعتبر درجات الحرارة المرتفعة كما العواصف الترابيّة ظروفًا معاكسة للمحاصيل (ألدابابسي وآخرون، ٢٠١٨).

9.2 توافر المياه

- تتميّز دولة الإمارات العربيّة المتّحدة باستهلاك مرتفع للمياه وبندرة المتساقطات. لذلك، معظم إنتاج المياه مصدره محطات تحلية المياه التي تستخدم كميّات كبيرة من الطاقة. من المتوقّع أن يزداد إنتاج المياه المحلاة في هذا القرن مع زيادة عدد السكان. إذ إن متوسّط استهلاك الفرد من المياه يوميًا في دولة الإمارات العربية المتحدة في العام ٢٠١٦ بلغ ٥٥٠ لترًا، ٩٦،٤ ٪ من مياه البحر المحلاة و١،٤ ٪ من المياه الجوفيّة المحلّاة و٢،٢ ٪ من المياه الجوفية غير المحلّاة (صالح وآخرون، ٢٠١٩). والجدير ذكره أنّ الحاجة إلى تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من محطّات تحلية المياه حدّدت ولكن لم تطرح أيّ حلول مفصّلة في هذه الدراسة.

- تُستخدم المياه الجوفيّة في الإمارات العربيّة المتّحدة (أيّ ٥١ ٪ من الطلب) بشكل رئيس للريّ. وتُستخدم المياه المحلّاة (التي تشكّل ٣٧ ٪ من إجمالي المياه) في الغالب للاستهلاك المحلّي. ولحظت دراسة أجراها غونزاليس وآخرون في العام (٢٠١٦) انخفاضًا متوسطًا قدره ٠،٥ سم سنويًا في مستوى المياه الجوفيّة في خلال الفترة التي شملتها الدراسة بين العامين ٢٠٠٣ و٢٠١٢. وحسب الدراسة، إن

معظم المتساقطات قد فقد بسبب التبخّر، ولم تغذّ المتساقطات إمدادات المياه الجوفيّة بسبب الاستخدام البشري، ولا سيّما الريّ.

- الإمارات العربية المتحدة هي ثاني أكبر مستهلك للمياه المحلّاة بعد المملكة العربيّة السعوديّة (ألدابابسي وآخرون، ٢٠١٨).

- في العام ٢٠١٥، وفّرت إمدادات المياه الجوفيّة ٥١ ٪ من إجمالي إمدادات المياه في البلاد. و٩ ٪ من إجمالي إمدادات المياه في البلاد كانت من المياه المعاد تدويرها وشكلت المياه المحلّاة ٤٠ ٪ من إجمالي إمدادات المياه (صالح وآخرون، ٢٠١٩).

- تشمل القيود المفروضة على البيانات الدقيقة من أبحاث المياه في الإمارات العربيّة المتّحدة غياب شبكة منظّمة لمراقبة المياه الجوفيّة، كما أنّ عددًا محدودًا من المحطّات تراقب المتساقطات - وبالتالي تقييم احتياطيات المياه الجوفيّة يستلزم أدوات أخرى (غونزاليس وآخرون، ٢٠١٦).

- من المتوقّع أن تزداد درجات الحرارة في شبه الجزيرة العربيّة على مدار القرن: تشير النمذجة في إطار ثلاثة مسارات اجتماعية واقتصادية مشتركة مختلفة (راجع مسرد المصطلحات للحصول على التعريف) إلى أنّ متوسّط درجة الحرارة السنويّة في شبه الجزيرة العربيّة سيرتفع بمقدار ١،٧ درجة مئوية إلى ٢،٢ درجة مئويّة في الفترة الممتدّة ما بين العامين ٢٠٣٠ و٢٠٥٩ و٢،٩ درجة مئويّة إلى ٥،٣ درجة مئويّة في الفترة الممتدّة ما بين العامين ٢٠٧٠ و٢٠٩٩، مقارنة بفترة خط الأساس أيّ بين العامين ١٩٨١ و٢٠١٠. ولكن، ثمة شكوك في ما يتعلّق بأنماط المتساقطات في خلال القرن، بالإضافة إلى زيادة متوقّعة في المتساقطات السنويّة في جنوب شبه الجزيرة وانخفاض في المتساقطات السنويّة في شمال شبه الجزيرة مع مرور الزمن (المزروعي وآخرون، ٢٠٢٠ ب). وأخيرًا، تشير هذه الدراسة إلى أنه من المرجّح أن يزداد «المتوسّط السنوي للمتساقطات في شبه الجزيرة العربيّة بنسبة ٣،٧٦ إلى ٣١،٨٣ ٪ بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين». وتؤكد الدراسات الإقليميّة الحديثة هذه النتائج (زيتيس وآخرون، ٢٠٢٢).

9.3 ظواهر الطقس المتطرّف

- وفقًا لمعظم دراسات النمذجة والتوقّعات المناخيّة المستقبليّة، تُشكّل موجات الحرّ الشديدة تحديًا كبيرًا بالنسبة إلى دول الخليج (بما في ذلك الإمارات العربيّة المتّحدة). وستكون مثل هذه الظواهر ذات تواتر ومدة ودرجات حرارة غير مسبوقة (زيتيس وآخرون، ٢٠١٦؛ وزيتيس وآخرون، ٢٠٢١أ). من المتوقّع أن تتجاوز هذه الحرارة ٥٦ درجة مئويّة في خلال الظواهر الشديدة الحرارة أو حتى أنها قد تتجاوز تلك المعدلات في المدن الكبيرة بسبب تأثير الجزر الحراريّة الحضريّة. بالإضافة إلى ذلك، بسبب التبخّر المتزايد من المياه المحيطة الضحلة، من المتوقّع أن ترتفع الرطوبة، ما يزيد من ظروف الانزعاج الشديد.

الصحراء المحيطة بسويحان في العين ، الإمارات العربية المتحدة ، المدينة الأكثر سخونة على وجه الأرض وفقًا لمجلة ذا ناشيونال في يونيو ٢٠٢١ ، مع ذروة درجة حرارة ٥١،٨ درجة مئوية.

10.0 الأحواض المحيطيّة

يحدّ البلدان الواردة في هذا التقرير ثلاثة أحواض محيطيّة وهي البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسّط والخليج العربي / الفارسي (يُشار إليه في هذا المستند باسم الخليج). يتناول هذا القسم كيفيّة تأثّر كلّ من هذه الأحواض الثلاثة حاليًا وربما في المستقبل بتغيّر المناخ وارتفاع مستوى سطح البحر بالإضافة إلى الضغوطات التي يسبّبها الإنسان والتي تواجههم بالفعل. وتكمن النقطة الأساس في أنّ الضغوطات البيئيّة في المحيطات تعبر الحدود الوطنيّة، فمثلًا معالجة مصادر عوامل الإجهاد والتخلص منها تتطلّب استراتيجيّة إدارة متماسكة (غلادستون وآخرون، ٢٠١٣).

ويجدر الذكر أنّ كلّ حوض محيطيّ هو مغلق، ويتميّز بنظام بيئي فريد وأنواع موائل خاصة به. لذلك، يختلف تفاعله مع التغييرات التي تحدث بسبب الاحترار والأنشطة البشرية. ويُعد هذا القسم بمثابة نظرة عامة لتسليط الضوء على المسائل الرئيسة القائمة حتى يومنا هذا وتلك التي قد تحدث في العقود المقبلة في ما يتعلق بنقطة أو أكثر من النقاط التالية: أيّ ارتفاع درجة حرارة سطح البحر (بما في ذلك «موجات الحرّ البحريّة») وارتفاع مستوى سطح البحر وتحمّض المحيطات وتحلية المياه وغيرها من الأنشطة البشريّة.

يكمن أحد الاهتمامات الرئيسة للحياة البحريّة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا والعالم في زيادة تواتر موجات الحر البحريّة. وتُعتبر الأحواض المحيطيّة المغلقة - مثل تلك التي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا - عرضة بشكل خاص لموجات الحرّ البحريّة. على الصعيد العالمي، زاد عدد موجات الحرّ البحريّة (راجع مسرد المصطلحات للحصول على التعريف) بنسبة ٥٠ ٪ في خلال القرن العشرين. ومع استمرار احترار المناخ، من المتوّقع أن تزداد أكثر موجات الحرّ البحريّة لجهة تواترها وشدتها في العقود المقبلة. ومن المرجّح أن يكون احترار المناخ البشري المنشأ المحرك الرئيس لموجات الحرّ البحريّة (أوليفر وآخرون، ٢٠١٨). كما يمكن أن تلحق موجات الحرّ البحريّة أضرارًا جسيمة بالنباتات والحيوانات البحريّة وخصوصًا بالأنواع غير المتنقّلة وبالتالي غير القادرة على التحرّك أفقيًا أو عموديًا لتنتقل إلى ظروف أكثر ملاءمة لها. على الرغم من أن الحيوانات البحرية المتنقّلة، بما في ذلك الكثير من اللافقاريات والأسماك، قد تكون قادرة على الانتقال إلى منطقة أكثر برودة في عمود من الماء (هوبداي وآخرون، ٢٠١٦؛ وأوليفر وآخرون، ٢٠١٨)، يمكن أن يكون لهذه الحركة في حد ذاتها آثار على بنية النظام البيئي والاقتصاد الاجتماعي. على سبيل المثال، يمكن أن يؤثّر تغيير توزيع تجمّعات الأسماك على مصايد الأسماك التجاريّة وصيد الكفاف إذا انتقلت الأنواع إلى المياه العميقة أو تحرّكت باتجاه القطبين. كما يمكن أن تؤدي إعادة توزيع النباتات والحيوانات إلى ظروف أكثر ملاءمة إلى تغييرات في الافتراس والتفاعل بين الأنواع والتفاعل بين النبات والحيوان، ما قد يغيّر إنتاجيّة النظام البيئي وتخزين الكربون (بيسل وآخرون، ٢٠١٧). وأخيرًا، يمكن أن يسبّب ارتفاع درجات حرارة سطح البحر تأثيرات سلبيّة بشكل خاص على النظم البيئيّة الهشّة، الساحليّة والمياه الضحلة مثل مروج الأعشاب البحريّة وغابات المنغروف والشعاب المرجانيّة.

الشعاب المرجانية في البحر الأحمر

10.1 الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ بشأن أنظمة المحيطات

يولي التقرير الخاص الأوّل للهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ (IPCC) بشأن المحيطات والغلاف الجليدي (بورتنر وآخرون، ٢٠١٩) أهميّة كبيرة للاتّجاهات والتهديدات التي تواجه النظم البيئيّة للمحيطات من منظور عالمي. ولكن، تُعنى نتائج عدّة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وتُسرد النتائج ذات الصلة باختصار أدناه.

على مدى العقود الخمسة الماضية، ارتفعت درجة حرارة المحيطات العالميّة باستمرار وامتصت المحيطات أكثر من ٩٠ ٪ من الحرارة الزائدة في النظام المناخي (بورتنر وآخرون، ٢٠١٩). ومن المتوقّع أن يستمر اتجاه الاحترار في خلال هذا القرن (بيندوف وآخرون، ٢٠١٩). وأدّى حرق الوقود الأحفوري إلى انبعاث كميّات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وامتص المحيط الكثير منها ما أدّى كذلك إلى التحمّض. وتجدر الإشارة إلى أن المتوسط العالمي لمستوى سطح البحر لا يتوقف عن الارتفاع، لكن الارتفاع يختلف بين المناطق. فعلى مدى القرن الماضي، ارتفع مستوى سطح البحر بمقدار ١ إلى ٢ ملم في السنة في معظم المناطق. وارتفع معدل ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي خلال القرنين الماضيين، حتى باتت تشهد مناطق عدّة زيادة في مستوى سطح البحر من ٣ ملم إلى ٤ ملم في السنة. بالإضافة إلى ذلك، يعتمد الارتفاع المتوقّع في مستوى سطح البحر من منتصف القرن إلى أواخره على مدى خفض الانبعاثات. وبحلول العام ٢١٠٠، بموجب مسار التركيز التمثيلي ٢٫٦ RCP٢٫٦، يمكن أن يتراوح الارتفاع بين ٤ ملم إلى ٩ ملم في السنة. أما بموجب مسار التركيز التمثيلي ٨٫٥ RCP٨٫٥، فيمكن أن يتراوح الارتفاع بين ١٠ ملم إلى ٢٠ ملم في السنة (أوبنهايمر وآخرون، ٢٠١٩). ومن المتوقع أن تتأثّر الشعاب المرجانيّة والأراضي الرطبة الساحليّة، التي توفر خدمات النظم البيئيّة الأساسيّة (مثل احتجاز الكربون)، سلبًا بسبب احترار المناخ والتغيرات في المحيطات.

من المتوقع أن تتدهور الشعاب المرجانية حتى في ظل سيناريو الانبعاثات المنخفضة إذ لا يتعدى متوسّط درجات الحرارة العالميّة ٢ درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعيّة (القسم ٥٫٣٫٤ في (بيندوف وآخرون، ٢٠١٩). على الصعيد العالمي، فُقد ما يقرب من ٥٠ ٪ من الأراضي الرطبة العالميّة منذ حقبة ما قبل الثورة الصناعيّة، ويعود سبب ذلك إلى حد كبير إلى الدوافع البشريّة غير المناخيّة مثل التنمية الزراعية والاستزراع المائي والتوسّع الحضري. ومن المتوقّع أن تنخفض المساحة المتبقيّة من الأراضي الرطبة الساحليّة العالمية بنسبة تتراوح ما بين ٢٠ إلى ٩٠ ٪ بحلول العام ٢١٠٠ اعتمادًا على سيناريو الانبعاثات (بيندوف وآخرون، ٢٠١٩). وأخيرًا، يجب تسليط الضوء على النقطة الأساس وهي أنّ الأنشطة البشريّة مثل الصيد الجائر والتنمية الساحليّة لها تأثير سلبي كبير على النظم البيئيّة الساحليّة والأراضي الرطبة، وسيؤدي تغير المناخ إلى تفاقم الضغوطات على هذه النظم الطبيعيّة، ما سيقلّل من قدرتها على التكيّف.
راجع الملحق ٣ للحصول على قائمة أكثر تفصيلًا بالنتائج ذات الصلة بالمحيطات حسب الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ.

10.2 البحر الأبيض المتوسّط

يركّز هذا القسم في المقام الأوّل على الجزء الجنوبي والشرقي من الحوض المحيطي.

- **درجة حرارة سطح البحر.** من المتوقّع أن ترتفع درجة حرارة سطح البحر في حوض البحر الأبيض المتوسّط بأكثر من ١٫٥ درجة مئويّة إلى أكثر من ثلاث درجات مئويّة في نهاية القرن الحادي والعشرين (أيّ ما بين ٢٠٧٠ و٢١٠٠) مقارنة بالمتوسّط السنوي التاريخي لدرجة حرارة سطح البحر (أيّ ما بين ١٩٦١ و١٩٩٠)، بالإضافة إلى مجموعة واسعة من الإسقاطات المتعلّقة بسيناريوهات الانبعاثات المختلفة ومسارات التركيز التمثيليّة (RCPs) (أدلوف وآخرون، ٢٠١٥).

- **موجات الحر البحريّة.** تشير إسقاطات النمذجة إلى أنّ موجات الحرارة البحريّة في البحر الأبيض المتوسّط يمكن أن تزداد شدّة، على نحو خاص، بحلول منتصف القرن بموجب المسار ٨٫٥، إذ إنها تُسَجّل زيادة في درجات حرارة سطح البحر بمقدار يفوق الدرجتين إلى ٤ درجات مئويّة مقارنة بفترة خط الأساس بين العام ١٩٨٢ و٢٠٠٥. واستخدم أوليفر وآخرون (٢٠١٩) استخدموا توقّعوا من خلالها أن تشهد جميع مناطق المحيط زيادة تواتر موجات الحر البحريّة بحلول منتصف القرن (أيّ ما بين ٢٠٣١ و٢٠٦٠).

- تعطي سيناريوهات النمذجة التي درسها داراماراكي و (٢٠١٩) تحذيرًا قويا بشأن اتجاهات ازدياد موجات الحرارة البحرية في البحر الأبيض المتوسط في ظل الإحترار المناخي بالمقارنة مع الفترة بين عامي ١٩٧٦ و٢٠٠٥. وتظهر النتائج أنه في العقود الأخيرة من القرن ٢١ (٢٠٧١ إلى ٢١٠٠)، يمكن أن يختبر البحر الأبيض المتوسط فترات مطولة من درجات حرارة متطرفة لسطح البحر من يونيو إلى أكتوبر تحت RCP٤,٥ و RCP٨,٥. إن السيناريو تحت RCP٢,٦ هو أن موجات الحرارة البحرية ستحدث بشكل أكثر تكرارًا خلال الفترة ما بين العامين ٢٠٧١ و ٢١٠٠، ولكن ستكون هناك فترات «راحة» بين كل موجة حرارة بحرية.
-
- **التنمية الساحليّة.** حدّد تحليل أجراه عبد ربه وحسّان (٢٠١٥) ١١ مركزًا حضريًا في دلتا النيل في مصر يُحتمل أن تكون عرضة لارتفاع مستوى سطح البحر. وتشير النمذجة في ظلّ سيناريوهات مختلفة (أيّ ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار ١٤٠ سم و٩٥ سم و٧٥ سم) إلى أنّ المساحة الإجماليّة لكلّ مركز حضري من المحتمل أن تتأثر بارتفاع مستوى سطح البحر، ولكنها تختلف باختلاف مدى ارتفاع مستوى سطح البحر. في ظلّ جميع سيناريوهات ارتفاع مستوى سطح البحر، فإنّ المدن الأربعة الأكثر عرضة للغمر هي الإسكندرية (المساحة التي يُتوقع أن تتضرّر تتراوح بين ٨٥ و٩٥ كم٢، بحسب أيّ من السيناريوهات الثلاثة)، وإدكو (بين ٢٣ و٣٨ كم٢)، وبورسعيد (٤٣ كم٢ في إطار السيناريوهات الثلاثة)، وبور فؤاد (بين ١٤ و١٦ كم٢). ومع ذلك، يرى المؤلفون أنه بدلًا من مجرّد الإشارة إلى مدى قابليّة التضرّر في كلّ من المراكز الحضريّة، فإنه من المفيد التركيز على قابليّة تلك المجتمعات على التكيّف ومدى قدرتها على الاستجابة والتعامل مع مثل هذه الأحداث، ووضع مؤشر لتحديد كيف يمكن أن يتضرّر كلّ من المراكز الحضريّة، وذلك بمراعاة العوامل التالية: المخاطر الاجتماعيّة الاقتصاديّة، والماديّة والبيئيّة والمؤسسيّة ومخاطر تغيّر المناخ. وقد حدّدت الدراسة أربعة مراكز حضريّة تتّسم بأدنى درجات القدرة على مقاومة أيّ قدر من ارتفاع مستوى سطح البحر (وهي كفر

10.3 البحر الأحمر

- **الشعاب المرجانيّة (ميللر وآخرون، ٢٠٢٢).** يُعتبر البحر الأحمر من النقاط الساخنة للتنوّع البيولوجي في العالم. ويرجع ذلك جزئيًا إلى احتوائه على أكثر من ١٦٠٠٠ كم٢ من الشعاب المرجانيّة التي تدعم عددًا كبيرًا من الأنواع المستوطِنة (التي لا تتوافر في أيّ مكان آخر) (دي باتيستا وآخرون، ٢٠١٦). ويبلغ طول الشريط الساحلي للبحر الأحمر ما يقارب ٤٠٠٠كم، ويذخر كلّ هذا الشريط تقريبًا بالشعاب المرجانية الهدبيّة وكذلك بالشعاب المرجانيّة في الجزر البحريّة، فتكون الشعاب المرجانيّة في البحر الأحمر واحدة من أطول الشعاب المرجانية الحيّة المستدامة في العالم (كلاينهاوس وآخرون ٢٠٢٠ أ؛ كلاينهاوس وآخرون ٢٠٢٠ب). وتمثّل مثل هذه الشعاب موائل أساسية للأسماك واللافقاريّات. ويُعتبر البحر الأحمر موطنًا لما يقارب ٣٦٥ نوعًا من الشعاب المرجانيّة الصلبة، منها ١٩ نوعًا (أيّ ٥،٥ ٪) مستوطنًا (دي باتيستا وآخرون، ٢٠١٦). كما أنّ بعض الشعاب المرجانيّة في البحر الأحمر مميّزة وغير مألوفة لأنها تتحمّل تقلّبات كبيرة نسبيًا في درجة حرارة البحر. ويمكن لهذه القدرة على التكيّف مع ارتفاع درجة حرارة البحر، نتيجة لتغيّر مناخ الأرض، أن تكون ذات أهميّة بالغة لبقاء نظام الشعاب المرجانيّة في البحر الأحمر. وتجدر الإشارة إلى أنّ الشعاب المرجانيّة في جميع أنحاء العالم معرّضة لخطر الابيضاض (الذي يتسبّب في موت الشعاب المرجانيّة) بسبب ارتفاع درجات حرارة البحر وزيادة تواتر الظواهر المناخية الطبيعية وشدتها مثل ظاهرة إلنينيو El Niño (هيوز وآخرون، ٢٠١٨). ويمكن أن تساعد دراسة الشعاب المرجانيّة الفريدة في البحر الأحمر وخليج العقبة الباحثين على فهم كيفيّة بقاء هذه الكائنات على قيد الحياة رغم من الحرارة المتزايدة. والأهم من ذلك، هو أنّ الشعاب المرجانيّة في البحر الأحمر المقاوِمة للحرارة، قد تكون من النظم البيئيّة الوحيدة للشعاب المرجانية التي تبقى على قيد الحياة رغم التأثر الشديد الذي تواجهه الشعاب المرجانيّة الأخرى بسبب ارتفاع درجات حرارة المحيطات (سافاري وآخرون، ٢٠٢١).

- **التنوّع البيولوجي (ميللر وآخرون، ٢٠٢٢).** يعيش في منطقة البحر الأحمر أكثر من ١٠٠٠ نوع من الأسماك، و١٤ ٪ منها مستوطِنة (دي باتيستا وآخرون، ٢٠١٦). وتُعتبر خمسة عشر في المائة من قشريات البحر الأحمر من الأنواع المستوطنة، وكذلك ٢١١ نوعًا من شوكيات الجلد (نجم البحر وقنافذ البحر وخيار البحر) (دي باتيستا وآخرون، ٢٠١٦). كما رُصِدَت في البحر الأحمر خمسة أنواع من السلاحف البحريّة من أصل الأنواع السبعة في العالم (مانشيني وآخرون، ٢٠١٥).
ويمكن رصد أبقار البحر في جميع أنحاء البحر الأحمر، وهي مدرجة على أنها مهدّدة بالانقراض في القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، لأنها تعلق في شباك الصيد ولأنها تتغذى على الأعشاب البحريّة، وهذا الموئل هو عرضة للخطر بسبب التنمية الساحليّة (نصر وآخرون، ٢٠١٩). هذا وقد رُصِد في البحر الأحمر ستة عشر نوعًا من الحوتيات (الحيتان والدلافين)، إلا أنّ تسعة أنواع منها فقط قد رُصِدت بشكل منتظم (نوتاربارتولو ديشارا وآخرون، ٢٠١٧).

- **موجات الحر البحرية.** يمكن أن يكون لارتفاع درجة حرارة سطح البحر تأثيرٌ ضار على الشعاب المرجانيّة ويمكنه أن يسبّب لها «الابيضاض» (فقدان هيكل المرجان للطحالب التكافليّة الدقيقة)، ما قد يجعل الشعاب المرجانية أكثر عرضة للتلف أو الموت، كما قد يكون له تأثيرات أخرى طويلة المدى إذا تكرر أو استمرّ ذلك لفترات طويلة. لوحظت ظواهر الابيضاض في الشعاب المرجانيّة في البحر الأحمر بوتيرة متزايدة في العقود القليلة الماضية، كما رُصدت أحداث معيّنة في ٢٠٠٧ و٢٠١٠ و٢٠١٢ و٢٠١٥ (فوربي وآخرون، ٢٠١٣؛ مونرو وآخرون، ٢٠١٨).

الشعاب المرجانية في البحر الأحمر.

وتشير الأبحاث إلى أنّه لا يبلّغ عن ظواهر الابيضاض الناتجة عن موجات الحر البحريّة الشديدة في البحر الأحمر بشكل كافٍ بسبب نقص بيانات المراقبة طويلة المدى. ولوحظ أنّ موجات الحر البحريّة كانت أكثر تواترًا في شمال البحر الأحمر منها في جنوب البحر الأحمر، كما أنّ درجة حرارة سطح البحر في شمال البحر الأحمر ترتفع بوتيرة أسرع من مناطق البحر الأحمر الأخرى (جينيفير وآخرون، ٢٠١٩). كما تشير الأبحاث التي أجراها شايديز وآخرون (٢٠١٧) إلى أنّ معدل ارتفاع درجة حرارة سطح البحر في البحر الأحمر، حسب العقود الزمنيّة، هو ٠،١٧ درجة مئويّة لكل عقد، وهو أسرع من المعدل ٠،١١ درجة مئويّة لكلّ عقد، أيّ معدل ارتفاع درجة الحرارة في المحيط العالمي. ومع ذلك، لوحظ أنّ ظواهر ابيضاض المرجان كانت في المناطق الجنوبيّة والوسطى من الحوض أكثر من المناطق الشماليّة. والسبب هو أنّ الشعاب المرجانيّة في المناطق الجنوبيّة والوسطى تعيش عند أقصى الحدود الحراريّة التي تتحمّلها، مقارنة بالشعاب المرجانيّة في شمال البحر الأحمر، وبالتالي، فإن التقلّب في درجات الحرارة له تأثير ضار كبير على تلك الشعاب المرجانية. وتساعد المراقبة في تحديد احتمال حدوث موجات حر بحرية في مناطق مختلفة من البحر الأحمر. ويُشار إلى أنه من المرجح أن يتواصل الاحترار، ما يشير إلى أنّ ابيضاض الشعاب المرجانية سيُلاحظ في جميع أنحاء البحر الأحمر في العقود المقبلة. (جينيفير وآخرون، ٢٠١٩).

- **السياحة والتحضّر والصناعة.** تُعتبر القيمة الاقتصاديّة للسياحة الساحليّة والبحريّة والصناعة في المنطقة ذات وزن كبير. فتنوّع الشعاب المرجانيّة في البحر الأحمر وعدد الأنواع المتوطّنة المرتبطة بها وامتدادها حتى تبلغ المياه العميقة (حتى عمق ٢٠٠٠ متر في القسم الشمالي) تشكّل عوامل مشتركة لتشهر المنطقة لدى الغواصين تحديدًا. وتشمل تأثيرات النشاط البشري إنشاء الممرات وتحويل الشواطئ الصخريّة إلى شواطئ اصطناعيّة وتحويل الشواطئ إلى مبان وإنشاء بحيرات اصطناعيّة وتشييد جزر اصطناعية والاختناق الناجم عن الرواسب من هذه الشواطئ والجزر الاصطناعيّة. كما أنه من المحتمل أن يكون للتلوث الكيميائي والحراري من محطات تحلية المياه والتلوث - بما في ذلك التهديد المحتمل من التسرّبات - من الأنشطة الصناعية وصناعة النفط والغاز وأنظمة الصرف الصحي غير الملائمة آثار سلبية. ويمكن أن تسبب القوارب السياحيّة والغوّاصون أضرارًا مباشرة على الشعاب المرجانيّة. كما أنه سيكون للتطوّرات على الساحل بشكل عام تأثير ضار على النظم البيئيّة الساحليّة لأنها تضاعف حتمًا الضغوطات على النظم الطبيعيّة (غلادستون وآخرون، ٢٠١٣).

- **التوقّعات المستقبليّة.** يمثّل توقّع الظروف المستقبليّة في البحر الأحمر تحديًا بسبب التفاعلات المعقّدة بين أنظمة المناخ، وبالتالي، بين الظروف الجويّة والعمود المائي الأساس. لتوضيح ذلك بتفاصيل إضافيّة، تتأثر درجة حرارة الهواء وسطح البحر في شمال البحر الأحمر بتواتر الرياح الشمالية الباردة القادمة من البحر الأبيض المتوسّط وبشدتها. وفي السنوات الثلاثين الماضية، تزامن الانخفاض في سرعة الرياح وزيادة في درجة حرارة سطح البحر. لذلك، إذا كانت الرياح تبرّد سطح البحر بشكل طبيعي، سيكون لانخفاض الرياح الباردة تأثير قد يؤدي إلى زيادة معدل تبخّر المياه وبدوره قد يكون له تأثير على دوران المياه العميقة في البحر الأحمر. ويشير بحث أجراه لانجودان وآخرون (٢٠٢٠) إلى أن الظروف المستقبليّة في المنطقة الشماليّة للبحر الأحمر تعتمد على مسار العواصف في البحر الأبيض المتوسّط. ويفضي الاستنتاج المبدئي إلى أنّ المدى الطويل سيشهد انخفاضًا في سرعة الرياح في البحر الأبيض المتوسط وشمال البحر الأحمر. ومع ذلك، فإن التوازن بين أنظمة الطقس دقيق ويصعب توقّعه بأيّ يقين وكذلك يمكن أن يكون للأحداث العالمية الأخرى بعض التأثيرات. كما أنه من المحتمل أن يكون للذوبان المستمر للغطاء الجليدي في القطب الشمالي تأثير على أنماط الأحوال الجويّة بعيدًا عن القطب الشمالي، وبالتالي يمكن أن يؤثر على التوقّعات المناخيّة الحاليّة حتى في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

الكثبان الرملية في منطقة ليوا في إمارة العين - الإمارات العربية المتحدة، والتي تشهد تسارع في ظاهرة التصحر الناتجة عن تغير المناخ.

10.4 الخليج

يركّز هذا القسم على المنطقة الأقرب إلى ساحل دولة الإمارات العربيّة المتّحدة. والخليج عبارة عن حوض صغير ضحل، يبلغ متوسط عمقه ٦٠ مترًا، وهو موئل لعدد من الرؤوس الصخرية، وأشجار المنغروف، والشواطئ، والشعاب المرجانيّة، والأعشاب البحريّة، إلا أنّ مياه البحر في الحوض دافئة ومالحة بشكل طبيعي.

- **الشعاب المرجانيّة.** تكيّفت الشعاب المرجانيّة في الخليج للبقاء على قيد الحياة في مياه شديدة الحرارة والملوحة وتشهد تقلّبات في العناصر الغذائية. أما تقلّبات درجات الحرارة فتبلغ ذروتها في الجنوب، حيث تكون المياه ضحلة للغاية، إذ تبلغ درجة حرارة البحر في الشتاء ما يقارب ١٦ درجة مئوية، وفي الصيف يمكن أن تبلغ ٣٥ درجة مئوية. تعاني المنطقة الساحليّة لدولة الإمارات العربيّة المتّحدة أشدّ الظروف صعوبة بالنسبة إلى الشعاب المرجانيّة - والأسماك - بسبب العمق الضحل ودرجة الحرارة الدافئة. ويمكن أن تتحمّل الشعاب المرجانيّة في الخليج درجات حرارة المياه المرتفعة لمدة تصل إلى ٢٢ يومًا قبل أن تتعرّض للابيضاض، ما يجعلها مثار اهتمام كبير لدى علماء الأحياء البحريّة، لأنّ الشعاب المرجانيّة في مناطق العالم الأخرى تميل إلى الابيضاض بسرعة أكبر بكثير نتيجة لارتفاع درجات حرارة البحر. ترتبط قدرة الشعاب المرجانيّة في الخليج على التكيّف مع درجات الحرارة المرتفعة، بالانخفاض النسبي لتنوّع أنواعها، ولذلك بدوره تأثير على تنوّع الأنواع غير المرجانيّة التي تدعمها. على سبيل المثال، يتوافر في الخليج تنوّع في أنواع الأسماك أقلّ مما يتوافر في الشعاب المرجانيّة بأماكن أخرى من العالم (بوروميستير وآخرون، ٢٠٢٠). يُحتمل أن يكون لتنوّع الأنواع المنخفض تأثير على مرونة النظام البيئي. ويعود السبب في ذلك إلى أنّ انخفاض تنوّع الأنواع قد يشير إلى توافر عدد أقل من الأنواع لأداء المهام الأساسية مثل أكل الحيوانات للأعشاب أو الافتراس. وتُعتبر الحيوانات العاشبة على الشعاب المرجانية أمرًا مهمًا لوظيفة النظام البيئي المثلى، ولا سيّما بعد الابيضاض أو الاضطرابات البشرية المنشأ، لأنّ الحيوانات العاشبة يمكنها، آنذاك، أن تؤدي دورًا وظيفيًا رئيسًا في إعادة إحياء الشعاب المرجانيّة. وتزيل الحيوانات العاشبة، مثل الأسماك، الطحالب الكبيرة الفائضة، ما يشجع على نشوء مستوطنات للكائنات الحيّة الضروريّة لبقاء الشعاب المرجانيّة على قيد الحياة، مثل قشور الطحالب الجيريّة (بوركبيل وهاي، ٢٠١١؛ خليل، ٢٠١٣).

وتجدر الإشارة إلى أنّ دراسة بيولوجيا الشعاب المرجانيّة في الخليج يمكنها أن تساعد في فهم آليّة تكيّف الشعاب المرجانيّة الأخرى وتغيّر درجات حرارة البحر. وتركّز الأبحاث الحاليّة على استكشاف الآليات التي تمنح الشعاب المرجانية في الخليج القدرة على تحمّل الحرارة. ولكن، على الرغم من أنّ الشعاب المرجانية في الخليج قادرة على مقاومة درجات الحرارة المرتفعة، إلا أنّ احتمالاً كبيراً لارتفاع وتيرة أحداث الابيضاض في المستقبل، حتى في هذه المنطقة، ما زال قائمًا في حال استمر ارتفاع متوسّط درجات حرارة البحر العالميّة. وتعيش الشعاب المرجانيّة في الخليج حاليًا عند الحدّ الأقصى من عتبة درجة الحرارة التي يمكن أن تتكيّف معها، ما يعرّض هذه الشعاب المرجانيّة لزيادة مخاطر الهلاك بسبب الابيضاض، في ظلّ استمرار ارتفاع درجات الحرارة. على سبيل

المثال، في خلال العقدين الماضيين، عانى المرجان أكروبورا داونينجي Acropora downingi انخفاضًا كبيرًا في عدد مستوطناته في الخليج. ويُذكَر أنّ أحداث الابيضاض قبالة الساحل الغربي لدولة الإمارات العربيّة المتّحدة في عامي ١٩٩٦ و١٩٩٨ كانت مرتبطة بدرجة الحرارة. (ريغل، ٢٠٠٣؛ ريغل وآخرون، ٢٠١٨؛ بوروميستير وآخرون، ٢٠٢٠). لم يكن التعافي من هذين الحدثين متماثلًا في جميع أنحاء الخليج، ولا تزال علامات التدهور ظاهرة على عدد كبير من الشعاب المرجانيّة في الخليج (شيبارد، ٢٠١٦). والمثير للقلق هو أنّ أحداث الابيضاض في الخليج يُحتمل أن تزداد وتيرتها في العقود المقبلة نتيجةً لتغيّر المناخ. ولكن، من دون مراقبة أساسية شاملة، سيكون من الصعب إجراء تقييم كامل لأيّ تأثير، مهما كان نوعه. (بين حسن وكريستنسين، ٢٠١٩).

- **مصائد الأسماك**. تُعتبر مصائد الأسماك في الخليج موردًا اقتصاديًا مهمًّا في المنطقة. لكنّ البيئة البحريّة في المنطقة تتعرّض لضغوط كبيرة بسبب المخاطر التي تهدّدها، بما في ذلك قطاع النفط والغاز، والتنمية الساحليّة / التجريف الذي يزيل الموائل، والتلوّث مثل مياه المجارير / مياه الصرف الصحي، وارتفاع درجات حرارة سطح البحر إلى ٣٤ درجة مئوية و٣٦ درجة مئويّة في الصيف، وزيادة الملوحة (خصوصًا في شمال الخليج). ومن المتوقّع أن تؤدي تأثيرات التغيّر المناخي إلى تفاقم هذه المخاطر (بين حسن وكريستنسين، ٢٠١٩).
-
- **التنمية الساحليّة**. بعد التوسّع الكبير الذي شهدته عمليّات التنقيب عن النفط في السبعينيات، كان للمشروعات الإنشائيّة الساحليّة الضخمة تأثير ضارّ على البيئة البحريّة في الخليج. ولسوء الحظ، فإنّ شركات الإنشاءات تولّت الدراسات الاستقصائيّة الأساسيّة لتقييم النظم الإيكولوجيّة في المنطقة، وحافظت على سريّتها، حتى أنه لم تتمّ مشاركة أيّ معلومات بشأنها. ونتيجة لذلك، بقيت النظم البيئيّة في الخليج غير واضحة المعالم. وما يزيد الأمر تعقيدًا هو شبه انعدام التواصل بين الحكومات بشأن القضايا البيئيّة (شيبارد وآخرون، ٢٠١٢).

إن التنمية الساحليّة، مقرونة بإتلاف أو إزالة نظم الشعاب المرجانيّة والأراضي الرطبة الساحليّة، تدمّر الموائل التي توفر الخدمات الأساسية. وهذه النظم البيئيّة، بالإضافة إلى توفيرها أرضيّة خصبة للحياة البحريّة وعملها كمخزن للكربون، تساعد في بناء القدرة على مواجهة تغيّر المناخ وارتفاع مستويات سطح البحر.

- هذا وتتسبّب الأعمال الإنشائيّة على طول السواحل بأضرار بيئيّة هائلة، وهي تشمل جرف المسطّحات المديّة وإزالة غابات المنغروف والشعاب المرجانيّة وطبقات الأعشاب البحريّة (وجميعها تشكّل نظمًا بيئيّة أساسيّة لتخزين الكربون) بالإضافة إلى تكوين الخلجان الرمليّة. ويمكن القول إنّ مثل هذه الممارسات قد أتاح حدوثها سوء التنظيم البيئي والافتقار إلى استراتيجية إداريّة منّسقة على مستوى الخليج طوال العقود الماضية (سالي وآخرون، ٢٠١١).

يتمثّل التهديد الرئيس الذي تتعرّض له النظم البيئيّة البحريّة في الخليج في التنمية الساحليّة، التي تشمل الجرف لإنشاء مناطق سكنية. كما أُنشِئَت جزر اصطناعية قبالة ساحل دولة الإمارات العربيّة المتّحدة. هذا وتتداخل تأثيرات السياحة مع تأثيرات العوامل الأخرى، مثل التلوّث الصناعي وصيد الأسماك والقمامة وصناعة النفط والغاز. (سالي وآخرون، ٢٠١١؛ غلادستون وآخرون، ٢٠١٣).

- **تحلية المياه**. إنّ معظم إنتاج المياه في دولة الإمارات العربيّة المتّحدة مصدره محطات تحلية المياه. وهذه المحطات تسبّب تلوثًا حراريًا وتنتج نفايات المياه المالحة المركّزة، كما أنها تستخدم موادًا كيميائية قبل المعالجة وبعدها، وقد تلحق ضررًا بالغًا بالنظم البيئيّة إذا أُطلِقَت في البحر. وتجدر الإشارة إلى أنّ التأثير الكامل لمحطات تحلية المياه في المنطقة لا يزال غير مفهوم تمامًا، وثمة حاجة إلى المزيد من الأبحاث في هذا الإطار (سالي وآخرون، ٢٠١١).

11.0 ملاحظات ختاميّة

في هذا التقرير، سلّطنا الضوء على كيفيّة تأثير أزمة المناخ على منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بأكملها. فالدلائل المستمدّة من الدراسات العلميّة وبيانات الرصد تشير إلى أنّ أنماط الطقس والمناخ قد تغيّرت بالفعل. إذ تشهد منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا ارتفاعًا في درجات الحرارة أسرع بمرتين تقريبًا من المتوسّط العالمي، وتشير التوقّعات إلى أنّ درجة الحرارة في جميع أنحاء المنطقة ستستمر في الارتفاع في خلال القرن الحادي والعشرين. وتجدر الإشارة إلى أنّ توقّعات النموذج المناخي لأنماط هطول الأمطار في المستقبل ليست مؤكدة، إلا أنّ المؤشرات تشير إلى زيادة في طول وشدة فترات الجفاف في شمال إفريقيا في العقود المقبلة. ومع ارتفاع متوسّط درجة الحرارة السنويّة في جميع أنحاء المنطقة، تزداد المخاطر على صحّة الإنسان. فموجات الحر الطويلة تتسبّب في أعداد إضافيّة من الوفيات الناجمة عن الأمراض غير المعدية مثل أمراض القلب والسكتة الدماغيّة والجفاف. كما أنّ التغيّرات في الظروف قد تؤدي إلى ظهور أمراض المناطق المداريّة.

ولا يمكن الاستهانة بالتبعات المترتّبة على التنوّع البيولوجي وبالتالي، على كلّ من النظم البيئيّة البريّة والبحريّة. فبعض الأنواع ستكون قادرة على التكيف مع الظروف المتغيّرة، أو أنّها ستهاجر إلى مناطق أكثر ملاءمة لها، لكنّ الافتقار طويل الأمد للرصد الأساس في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، يعني أنه من الصعب التنبؤ، بأيّ قدر من اليقين، بكيفيّة تفاعل الأنواع مع تغيّر المناخ. على سبيل المثال، بعض الشعاب المرجانيّة في البحر الأحمر قد أصبحت بالفعل عند الحدود القصوى لتحمّلها الحرارة، ويمكن أن تؤدي الزيادة المستمرة في درجة حرارة سطح البحر إلى انتشار واسع النطاق للابيضاض.

تؤكّد الصورة الإجماليّة الحاجة الملحّة إلى مساعدة المجتمعات الهشّة في جميع أنحاء منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا للتكيّف مع تغير المناخ، ومعالجة الخسائر والأضرار الحتميّة المرتبطة بتغير المناخ، واتّخاذ الخطوات اللازمة للحدّ من جميع انبعاثات غازات الدفيئة والانتقال إلى عالم يعمل على الطاقة المتجدّدة.

امرأة تعبر بقرتها في نهر النيل، الأقصر - مصر

12.0 مسرد المصطلحات

بعض المصطلحات الواردة في هذا القسم مأخوذة من ميلير وآخرين، (٢٠٢٠).

حرارة المحيط. في سياق الطقس، حرارة المحيط هي درجة حرارة الهواء. يمكن أن تتأثّر درجة الحرارة التي يشعر بها الشخص بعوامل الرطوبة أو سرعة الرياح. لكن، هذه العوامل لن تؤثر على درجة حرارة الهواء.

ظواهر الطقس المتطرّف. هي ظواهر مرتبطة بالمناخ، وبشكل أساس، بموجات الحر والفيضانات والجفاف والعواصف الاستوائيّة أو الأعاصير الشديدة غير المداريّة (ولكن ليس بالأنواع الأخرى من الأخطار الطبيعيّة مثل الزلازل أو الانهيارات الأرضية).

موجة الحرّ. تُعرّف المنظّمة العالميّة للأرصاد الجويّة موجة الحرّ بأنها: «فترة من الطقس الحار غير العادي الملحوظ (متوسّط درجة الحرارة القصوى والدنيا واليوميّة) في منطقة ما تستمر ثلاثة أيام متتالية على الأقل في خلال الفترة الدافئة من العام استنادًا إلى الظروف المناخيّة المحليّة (على أساس المحطة)، بالإضافة إلى تسجيل ظروف حراريّة تفوق عتبات معيّنة». ويستند هذا التعريف إلى أنه ستتكيّف مناطق مختلفة من العالم والمجتمعات المحليّة مع درجات حرارة مختلفة بعض الشيء. وبالتالي، فإنّ وضع عتبة موجات حر محدّدة لتغطية جميع مناطق العالم لن يكون مناسبًا.

موجة الحر البحريّة. (هوبداي وآخرون، ٢٠١٦) يعرّفون موجات الحرّ البحريّة على أنها فترة ملحوظة لا تقلّ عن خمسة أيام من الماء الدافئ بشكل غير عادي، مقارنة بفترة خط الأساس أو درجة الحرارة في تلك الفترة من العام في المنطقة.

مسارات التركيز التمثيليّة RCP. طوّرت مسارات التركيز التمثيليّة الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ (IPCC) لتقرير التقييم الخامس (AR٥). ومسار التركيز التمثيلي ٨،٥ يُستخدم على نطاق واسع وهو أيضًا من أقوى سيناريوهات مسارات التركيز التمثيليّة الأربعة. وهو سيناريو احترار عالمي ذو انبعاثات عالية جدًا ووُضع كسيناريو «أسوأ حالة»، الذي يتمثّل بعدم تنفيذ سياسات التخفيف من تغير المناخ واستخدام الوقود الأحفوري على نطاق واسع وعدم اتخاذ أي تدابير للحد من انبعاثات الكربون. ويفترض مسار التركيز التمثيلي ٨،٥ حدوث التأثير الإشعاعي بقوة ٨،٥ وات في المتر المربع بحلول العام ٢١٠٠. كما وُضعت ثلاثة سيناريوهات أخرى للتنبؤ بنتائج الانبعاثات المستقبلية: مسارات التركيز التمثيليّة ٢،٦ و٤،٥ و٦. يفترض مسار التركيز التمثيلي ٤،٥ أن الانبعاثات البشريّة المنشأ تبلغ ذروتها بحلول العام ٢٠٤٠ ثم تستقر مع ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي عند ما يقارب ٥٠٠ جزء في المليون. أما مسار التركيز التمثيلي ٨،٥، فيفترض أن الانبعاثات البشريّة المنشأ تستمر في الارتفاع في خلال القرن الحادي والعشرين، حتى أنّ ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي قد يبلغ ما يقارب ٩٠٠ جزء في المليون.

ولا تقدّم سيناريوهات مسارات التركيز التمثيليّة افتراضات اجتماعيّة واقتصاديّة متّسقة فأثار مسار التركيز التمثيلي ٨،٥ الجدل في التقارير لكونه غير واقعي، لكن التحليل بيّن أنه من بين مسارات التركيز التمثيليّة الأربعة، يُعد المسار ٨,٥ الأفضل لتطابق للانبعاثات بين عامي ٢٠٠٥ و٢٠٢٠ (شوالم وآخرون، ٢٠٢٠). عند استخدامه بالاقتران مع المسارات الاجتماعيّة والاقتصاديّة المشتركة، يمكن التوصّل إلى توقّع أكثر شمولاً.
يتوافر شرح كامل لسيناريوهات النمذجة المناخية وتطوّرها في موجز الكربون على الموقع التالي:
global-warming-scenario-٥ -https:// www.carbonbrief.org/explainer-the-high-emissions-rcp٨

المسارات الاجتماعيّة والاقتصاديّة المشتركة SSP. خمسة سيناريوهات أو «مسارات» مختلفة تأخذ بالاعتبار كيف يمكن أن تتغيّر العوامل الاجتماعيّة والاقتصاديّة والديموغرافيّة على مستوى العالم في المستقبل. تعتمد المسارات الاجتماعيّة والاقتصاديّة المشتركة سيناريوهات لا تتضمن سياسة لتخفيف آثار تغير المناخ. وهي تتراوح من المسار الاجتماعيّ والاقتصاديّ المشترك ١ SSP الذي يتوقّع ارتفاعًا قدره ما بين ٣ و٣,٥ درجات مئويّة بحلول العام ٢١٠٠ إلى المسار الاجتماعيّ والاقتصاديّ المشترك ٥، الذي يتوقّع ارتفاع درجة حرارة الأرض من ٤،٧ إلى ٥،١ درجة مئويّة فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعيّة. ونُشرت المسارات في العام ٢٠١٦ غير أنه بدأ استخدامها حاليًا في نماذج المناخ بالإضافة إلى مسارات التركيز التمثيليّة للمساعدة على التنبؤ بكيفيّة تغير انبعاثات غازات الدفيئة. تتوافر تفاصيل إضافيّة حول المسارات الاجتماعيّة والاقتصاديّة المشتركة في موجز الكربون على الرابط التالي:
https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change

13.0 قائمة الخرائط والرسوم البيانيّة والمربّعات

الجدول ١,١. يعرض التوقعات المناخية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا زيادةً متوسطة في درجة الحرارة، لكلّ منطقة، بالدرجة المئوية، وذلك بالنسبة إلى الفترة المرجعية بين العامَين ١٨٥٠ و١٩٠٠.

الرسم البياني ١,١. نسبة الأرض في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا المعرَّضة سنويًا لعدّة فئات من موجات الحرّ في الفترة الممتدة بين ١٩٥١ و٢١٠٠. ترتبط التوقعات بمسار التركيز النموذجي ٨,٥.

الرسم البياني ١,٢. مجموع عدد السكّان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تبعًا لسيناريو مسار التركيز النموذجي ٥، وعدد السكّان الذي من المتوقع أن يتعرّض لموجات حرّ مختلفة الشدّة.

الرسم البياني ١,٣. ارتفاع الحدّ الأقصى المتوقع لدرجة الحرارة في خلال النهار في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في مسار التركيز النموذجي ٤,٥ وفي مسار التركيز النموذجي ٨,٥.

الرسم البياني ١,٤. عدد الليالي الدافئة المتوقع هذا القرن في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا في مسار التركيز النموذجي ٤,٥ (إلى اليسار) وفي مسار التركيز النموذجي ٨,٥

الرسم البياني ١,٥. توقعات التغيُّرات المناخية في المتساقطات السنوية وعدد الأيام الممطرة لكلّ سنة لمختلف مستويات الاحترار العالمي، كمعدّل لبلدان الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

الجدول ٢,١. ملخّص عن النتائج المستخلصة من الملخّصات التقنية في تقرير التقييم السادس الصادر عن الهيئة الدولية المعنية بتغيُّر المناخ. (AR٦).

الرسم البياني ٣,١. التغيير إلى أرضٍ ملائمة لإيواء البشر.

الرسم البياني ٣,٢. التوقعات بشأن معدّل درجة الحرارة السنوي العالمي.

الرسم البياني ب١. خريطة لبنان توضح التوزيع الجغرافي لغابات الأرز اللبناني (Cedrus libani)

المربّع: اتجاهات السكّان المستقبلية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

المربّع: ما هي ظاهرة الطقس المتطرّف؟

المربّع: أشجار الأرز في لبنان

الملحق ١:

مراجعة منشورات الأقران

يوضح الجدولان A١ وA٢ أدناه عدد المنشورات الخاصة بموضوعات مختلفة في بلدان معيّنة في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وتوضح محتويات الجداول عدد الأوراق البحثيّة التي عُرضت بعد بحث أُجري في قاعدة بيانات مجموعة مجلّات شبكة العلوم Web of Science Core Collection، وهي تشكّل نظرة عامة على نتائج البحث العائدة لجميع السنوات المتاحة. أُجري البحث عن المصطلحات المشار إليها في الجدول أدناه لتضمينها في موضوع المقالة، وهو يوضح ما إذا كانت المصطلحات مذكورة في العنوان والملخّص والكلمات المفتاح للمؤلف والكلمات الرئيسة أيّ على سبيل المثال، «الجزائر» + «الأمن الغذائي» ؛ «مصر» + «المناخ» ؛ «تونس» + «درجة الحرارة» وما إلى ذلك. يُعتبر البحث دقيقًا اعتبارًا من شهر أيلول \سبتمبر من العام ٢٠٢٢.

لا تُعتبر كلّ الأوراق ذات صلة بأهداف البحث العائدة لهذا التقرير. ولكن، هذا البحث يوفّر نظرة عامة موسّعة على تركيز البحث والمناطق التي قد تشوبها فجوات معرفيّة. والأهم من ذلك، نظرًا لإدراج بلدان الجنوب، ذلك يوفر فكرة عن التركيز على تمويل الأبحاث. ولكن، ما لا يقدّمه الجدول، وهو نقطة أساس يجب مراعاتها، هو موقع المؤسسات التي أجرت البحث في بلد معيّن.

مصطلحات البحث	الأمن الغذائي	توافر المياه	ظواهر الطقس المتطرف	المناخ	درجة الحرارة	المتساقطات
الجزائر	46	88	7	1,114	1,249	401
مصر	216	226	18	1,641	2,077	477
لبنان	72	50	4	353	253	121
المغرب	122	166	23	1,720	1,545	556
تونس	74	168	9	1,087	1,203	373
الإمارات العربية المتحدة	49	28	5	370	341	110
أستراليا	684	2,041	428	19,476	15,885	4,575
فرنسا	147	595	166	6,524	7,492	2,202
المملكة المتحدة	110	86	69	2,149	1,357	467
الولايات المتحدة الأمريكية	1,734	1,982	944	29,275	21,556	12,982

الجدول A٢: عدد النتائج من بحث في قاعدة بيانات مجموعة مجلّات شبكة العلوم - البحر

مصطلحات البحث	تغيّر المناخ	ظواهر الطقس المتطرّف
البحر الأحمر	1,460	52
البحر الأبيض المتوسّط	4,048	169
الخليج	331 / 265	16 / 15

الملحق ٢:

ملاحظات من تقرير التقييم السادس للهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ

يتألّف تقرير التقييم السادس (AR٦) للهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ (IPCC) من تقارير أعدتها ثلاثة فرق عمل. ويحتوي هذا القسم على مواد منسوخة مباشرة من وثائق الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ وهي موضوعة بين علامتي اقتباس.

الملخّص الفني لفريق العمل الأوّل

مساهمة فريق العمل الأوّل في تقرير التقييم السادس، تغيّر المناخ للعام ٢٠٢١: الأساس العلمي الفيزيائيّ نُشر في ٩ آب\أغسطس ٢٠٢١ (أرياس وآخرون، ٢٠٢١).

القسم ٤،٣،١ العائد للملخّص الفني للتغيرات العالميّة العامة

التغييرات المرصودة

- «ثقة عالية في أن التغيّرات المناخيّة، مثل انخفاض إجمالي المتساقطات وزيادة الجفاف، قد حدثت بالفعل وثقة متوسطة في أن تغيرات عدّة ناتجة عن الأنشطة البشريّة.»

التغييرات المتوقّعة

- «من المحتمل أن تتعرّض معظم مناطق اليابسة لمزيد من الاحترار بما لا يقلّ عن ٤ درجات مئويّة مقارنة بخط الأساس بين عامي ١٩٩٥ و٢٠١٤ بحلول نهاية القرن الحادي والعشرين.»
- «ثقة عالية في أنه بسبب مستويات الاحترار المتزايدة والمتكرّرة، ستتجاوز الحرارة الشديدة العتبات الحرجة للصحة والزراعة.»

القسم ٤،٣،٢ العائد للملخّص الفني للتغيرات الإقليميّة في إفريقيا:

التغييرات المرصودة

- «تشهد مناطق شمال شرق إفريقيا انخفاضًا في هطول الأمطار منذ العام ١٩٨٠.»

التغييرات المتوقّعة

- «ثقة عالية في الانخفاض المتوقّع في إجمالي المتساقطات في مناطق أقصى شمال إفريقيا.»
- «ثقة عالية في المتساقطات الغزيرة في معظم المناطق الأفريقية وستؤدي إلى فيضانات.»
- «ثقة متوسّطة إلى عالية في أنّ الجفاف سيتزايد ومن المتوقّع حدوث جفاف في شمال إفريقيا.»
- «من المرجح أن تشهد مناطق شمال إفريقيا انخفاضًا في المتساقطات.»
- «ثقة عالية في انخفاض متوسط الرياح والرياح الشديدة وإمكانات طاقة الرياح في شمال إفريقيا.»

القسم ٤،٣،٣ العائد للملخّص الفني آسيا

التغييرات المرصودة

- «يحدث انخفاض في المتساقطات السنويّة في شبه الجزيرة العربيّة منذ الثمانينيات بمعدل ٦،٣ ملم لكلّ عقد. في المقابل، سجّلت زيادة في المتساقطات

تراوحت بين ١،٣ ملم و٤،٨ ملم لكلّ عقد من العام ١٩٦٠ إلى العام ٢٠١٣ في المرتفعات في شرق غرب آسيا الوسطى «.

التغييرات المتوقعَة

- «ثقة متوسطة في أنه في غرب آسيا الوسطى، سيزداد الجفاف ولا سيّما بعد منتصف القرن الحادي والعشرين ومستويات الاحترار العالمي التي تتجاوز درجتين مئويتين.»

٢,٢ الملخّص الفني لفريق العمل الثاني

مساهمة فريق العمل الثاني في تقرير التقييم السادس، تغيّر المناخ للعام ٢٠٢٢: التأثيرات والتكيف وقابليّة التأثر نُشر في ٢٨ شباط \ فبراير من العام ٢٠٢٢ (بورتنر وآخرون، ٢٠٢١).

القسم ٤,٦.ب العائد للملخّص الفني أنظمة المياه وأمن المياه

التغييرات المرصودة

- «ساهمت حالات الجفاف والفيضانات وتقلب هطول الأمطار في تقليل توافر الغذاء وزيادة أسعار الغذاء، ما يهدد الأمن الغذائي والتغذوي وسبل عيش الملايين على مستوى العالم (ثقة عالية)، بالإضافة إلى عيش الفقراء في مناطق في آسيا وإفريقيا وأميركا الجنوبيّة والوسطى وتأثرهم بشكل متفاوت (ثقة عالية) «.

القسم ٢,١.ج العائد للملخّص الفني الأنظمة البيئيّة والتنوع البيولوجي

التغييرات المرصودة

- «يزيد الاحترار العالمي من ٣،٠ درجة مئويّة إلى ٣،٥ درجة مئويّة من احتمال ظواهر حراريّة شديدة وقاتلة في غرب وشمال إفريقيا (ثقة متوسطة) وعبر آسيا.»

القسم ٤,٤.ج العائد للملخّص الفني أنظمة المياه وأمن المياه

التغييرات المرصودة

- «فوق درجتين مئويتين، من المتوقّع أن يتضاعف تواتر جفاف الطقس ومدته في شمال إفريقيا وغرب الساحل وجنوب إفريقيا (ثقة متوسّطة).»

القسم ٦,٣.ج العائد للملخّص الفني الصّحة والرفاه

التغييرات المرصودة

- «من المتوقع تسجيل عشرات الآلاف من الوفيات الإضافيّة في ظل سيناريوهات الاحترار العالمي المعتدلة والعالية، ولا سيّما في شمال وغرب ووسط إفريقيا، وتجاوز حتى على مدار العام عتبات الحرارة القاتلة بحلول العام ٢١٠٠ (RCP٨,٥) (توافق عالٍ، أدلّة ثابتة).»

القسم ٩,٢.ج العائد للملخّص الفني المدن والمستوطنات والبنية التحتية

التغييرات المرصودة

- «تُعتبر المناطق الحضريّة في آسيا وإفريقيا مواقع عالية الخطورة في ما يتعلّق بالمناخ المتوقّع والظواهر المتطرّفة والتحضّر غير المخطط له والتغير السريع في استخدام الأراضي (ثقة عالية).»

القسم ٢,٤.د العائد للملخّص سوء التكيف

التغييرات المرصودة

- «الوعي بتغير المناخ البشري المنشأ يتراوح بين ٢٣ ٪ و٦٦ ٪ من الأشخاص في ٣٣ دولة أفريقية، بالإضافة إلى إلمام منخفض بالمناخ ما يحدّ من إمكانيّة التكيّف التحويلي (ثقة متوسّطة).»

٢,٣ الملخّص الفني لفريق العمل الثالث

مساهمة فريق العمل الثالث في تغير المناخ ٢٠٢٢، التخفيف من تغير المناخ نُشر في ٤ نيسان\ أبريل ٢٠٢٢ (الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغير المناخ، ٢٠٢٢). ملاحظة: تمّت الموافقة على الملخص الفني ولكنه ليس الإصدار النهائي.

قسم ٥,٢ العائد للملخّص الفني الانبعاثات الحضريّة

التغييرات المرصودة

- «من العام ٢٠٠٠ إلى العام ٢٠١٥، زادت الانبعاثات الحضريّة من ٢٨ ٪ إلى ٣٨ المئة في إفريقيا ومن ٥٧ ٪ إلى ٦٢ ٪ في غرب آسيا الوسطى.»
- «من العام ٢٠٠٠ إلى العام ٢٠١٥، زاد نصيب الفرد من انبعاثات غازات الدفيئة الحضريّة العالميّة من ٥،٥ إلى ٦،٢ طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون للفرد (زيادة بنسبة ١١،٨ ٪). وزادت الانبعاثات في إفريقيا من ١،٣ إلى ١،٥ طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون للفرد (أيّ ٢٢،٦ ٪)، وفي غرب آسيا الوسطى من ٦،٩ إلى ٩،٨ طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون للفرد (أيّ ٤٠،٩ ٪) «.

التغييرات المتوقّعة

«ثقة متوسطة في أن مناطق الأراضي الحضريّة ستزداد: فمن المتوقّع أن يحدث أعلى معدل لنمو الأراضي الحضريّة في إفريقيا وأوروبا الشرقية وغرب آسيا الوسطى.»

الملحق ٣:

ملحوظات من تقرير الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ (IPCC)- «المحيط والغلاف الجليديّ في ظلّ مناخٍ متغيّرٍ: تقريرٌ خاصٌّ للهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ»

- يتضمّن هذا القسم ملحوظاتٍ منقولة مباشرةً من تقرير بورتنير وآخرين، ٢٠١٩.
-
- ملخّص لصانعي السياسات
- A.٢ «من المؤكّد تقريبًا أن محيطات العالم حدث فيها احترارٌ بلا هوادةٍ منذ عام ١٩٧٠، وأنّها امتصت أكثر من ٩٠ ٪ من الحرارة الزائدة في النظام المناخيّ (ثقة عالية). فمنذ عام ١٩٩٣، زاد معدل احترار المحيطات بأكثر من الضّعف (مرجح). ومن المرجح جدًا أنّ موجات الحر البحريّة قد تضاعف تواترها منذ عام ١٩٨٢ وتتزايد شدّتها. (ثقة عالية جدًا). من خلال امتصاص المزيد من ثاني أكسيد الكربون، خضع المحيط لزيادة تحمض السطح (شبه مؤكدة). وانخفض محتوى الأكسجين بين السطح وحتّى عمق ١٠٠٠ متر (ثقة متوسطة).»
- »إنّ المتوسط العالميّ لمستوى البحر (GMSL) آخذ في الارتفاع، وتسارع في العقود الأخيرة بسبب تزايد معدلات فقدان الجليد من الصفيحتين الجليديتين في غرينلاند والمنطقة القطبية الجنوبيّة (ثقة عالية جدًا)، وكذلك استمرار فقدان كتلة من المجلدات والتّمدد الحراريّ للمحيطات. فقد أدّت الزيادات في رياح الأعاصير المدارية وأمطارها، والزيادات في الأمواج المتطرّفة، المقترنة بارتفاعٍ نسبيّ في مستوى سطح البحر، إلى تفاقم ظواهر مستوى سطح البحر المتطرّفة والأخطار الساحليّة (ثقة عالية).»
- A.٣,٤ « الارتفاع في مستوى سطح البحر ليس موحدًا عالميًّا ويتباين إقليميًّا.»
-
- من الفصل الرابع- ارتفاع مستوى سطح البحر وانعكاساته على الجزر والسّواحل والمجتمعات المنخفضة (أوبنهايمر وآخرون، ٢٠١٩).
- الملخّص التنفيذيّ
- « إنّ المتوسط العالميّ لمستوى سطح البحر (GMSL) في ارتفاعٍ (شبه مؤكد) وتسارعٍ (ثقة عالية)»
- «لعبت المحركات البشريّة غير المناخيّة، بما في ذلك اتجاهات السكان والمستوطنات الحديثة والقديمة والهبوط بشري المنشأ، دورًا هامًا في زيادة تعرّض المجتمعات الساحليّة المنخفضة لحدثيْ ارتفاع مستويات سطح البحر (SLR) وتطرّف ارتفاع مستوى البحر (ESL) وتأثرها بهما (ثقة عالية جدًّا).»
- «في الدّلتا الساحلية على سبيل المثال، غيرت هذه المحركات توفّر المياه العذبة والرواسب (ثقة عالية).»
- «يمكن القيام بالتكيّف على المدى القصير إلى المتوسط من خلال استهداف محركات التّعرض والتأثّر المحليّة.»
- « تأثّرت النظم الإيكولوجيّة الساحليّة بالفعل بخليطٍ مكونٍ من ارتفاع مستويات سطح البحر (SLR) وتغيرات المحيط الأخرى المتعلقة بالمناخ، والآثار السلبية النّاتجة عن الأنشطة البشريّة في المحيط وعلى اليابسة (ثقة عالية) ... وفي أعقاب الأفعال البشريّة التي جزّأت موائل الأراضي الرّطبة وحدّت من الهجرة البريّة، تخسر النّظم الإيكولوجيّة الساحليّة تدريجيًّا قدرتها على التكيّف مع التّغيرات المستحثّة مناخيًّا وتوفير خدماتها، بما في ذلك تأدية دور الحواجز الحمائيّة (ثقة عالية).»
- «يعتمد الارتفاع المستقبليّ في المتوسط العالميّ لمستوى سطح البحر، النّاجم عن التمدّد الحراريّ وذوبان الأنهار الجليديّة والصفائح الجليديّة والتغيرات في تخزين مياه اليابسة، اعتمادًا شديدًا على سيناريو الانبعاثات المتّبع من مسارات التركيز النموذجيّة (RCP).»
- «بالنّظر إلى الارتفاع المتوقع للمتوسط العالميّ لمستوى سطح البحر، سيتحول تطرّف ارتفاع مستوى البحر نادر الحدوث تاريخيًا (على سبيل المثال حدث اليوم، المئويّة) إلى حدثٍ شائعٍ بحلول عام ٢١٠٠، في إطار مسارات التركيز النموذجيّة كافةً (ثقة عالية). وسيختبر عدد كبير من المدن المنخفضة والجزر الصغيرة في معظم خطوط العرض أحداثًا سنويةً مماثلةً بحلول عام ٢٠٥٠.»
- «ستستمر المحركات البشريّة غير المناخيّة في زيادة تعرض المجتمعات الساحليّة لحدثيْ ارتفاع مستويات البحر (SLR) وتطرف ارتفاع مستوى البحر (ESL) وتأثرها بهما، في ظل عدم بذل الجهود الجبارة للتكيّف مقارنةً مع اليوم (ثقة عالية).»
- «تتضمّن الآثار المتوقعة لارتفاع مستويات سطح البحر على النّظم الإيكولوجيّة الساحليّة على مدار القرن تقلّص الموائل وفقدان الأداء الوظيفيّ والتنوع البيولوجيّ، والهجرة الجانبية والداخلية. كما ستتفاقم هذه الآثار في الحالات المتعلقة بأعمال الرّدم والّتي تحدّ فيها الحواجز البشريّة من الهجرة الداخليّة للمستنقعات وأشجار المنغروف ومن توفر الرّواسب وانتقالها (ثقة عالية).»
- القسم ٤,١
- «بعد أن سجّل معدّل مستوى البحر ارتفاعًا تراوح بين ١ و٢ مم في السنة-١ في معظم المناطق على مدار القرن الماضي، يتمّ الآن اختبار معدلات تتراوح بين ٣ و٤ مم في السنة-١، وستستمر هذه المعدّلات في الارتفاع لتتراوح بين ٤ و٩ مم-١ فيما يتعلّق بسيناريو RCP٢,٦، وبين ١٠ و٢٠ مم في السنة-١ في نهاية القرن فيما يتعلق بسيناريو RCP٨,٥.»
- القسم ٤,١,٣
- « يهدد الارتفاع المتوسط والأكثر تطرّفًا لمستوى سطح البحر المناطق الساحليّة من خلال مجموعة من الأخطار الساحليّة الّتي تتضمّن (i) الغمر المستمر لليابسة بسبب زيادة ارتفاع متوسّط مستوى المياه أو ارتفاع متوسّط المدّ والجزر؛ (ii) وكثرة تواتر الفيضانات الساحليّة أو شدّتها؛ (iii) والتآكل الشّديد للساحل؛ (iv) وفقدان النّظم الإيكولوجيّة الساحليّة أو تغيرها؛ (v) وتملّح التّربة والمياه الجوفيّة والسطحيّة؛ و(vi) عرقلة التّصريف».

- الفصل الخامس المحيط المتغير والنّظم الإيكولوجية البحرية والمجتمعات النّابعة (بيندوف وآخرون، ٢٠١٩).
- الملخّص التنفيذيّ
- « ارتفعت درجة حرارة المحيطات بلا هوادةٍ منذ عام ٢٠٠٥».
- « من المرجّح أنّ معدل احترار المحيطات قد ارتفع منذ عام ١٩٩٣».
- «بحلول عام ٢١٠٠، من المتوقع جدًّا أن يزيد الاحترار المحيطات من ضعفين إلى أربعة أضعاف بالنّسبة للانبعاثات المنخفضة (RCP٢,٦)، ومن خمسة إلى سبعة أضعاف بالنّسبة لسيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP٨,٥)، مقارنًة مع التغيرات الملحوظة منذ عام ١٩٧٠».
- « تتمثّل استجابات النّظام الإيكولوجيّ الساحليّ المتوقعة على مدار القرن الواحد والعشرين بانخفاض الموائل والهجرة وفقدان التّنوع البيولوجيّ والأداء الوظيفيّ. وستحدّ الاضطرابات الساحليّة المنتشرة والناجمة عن الإنسان من تكيّف النّظام الإيكولوجي الطبيعيّ مع الأخطار البحريّة (ثقة عالية). كما ستخسر الأراضي الساحليّة الرّطبة بين ٢٠ و٩٠ ٪ من مساحتها، وفقًا لسيناريو الانبعاثات مع التأثيرات على مساهمتها في امتصاص الكربون وحماية السّاحل (ثقة عالية).»
- «سيتدهور الوضع الحاليّ للشّعاب المرجانية كافةً تقريبًا، حتّى وإنّ بقيت درجة الاحترار العالمي دون الـ ٢ درجة مئوية (ثقة عالية جدًّا)، كما ستختلف أنواع الشّعاب المرجانيّة الضّحلة المتبقيّة في التّكوين والتّنوع مقارنةً مع الشّعاب المرجانية الحاليّة (ثقة عالية جدًا). وستقلّل هذه الانخفاضات في صحّة الشّعاب المرجانيّة من الخدمات الّتي تقدّمها للمجتمع إلى حدّ كبيرٍ، كتوفير الغذاء (ثقة عالية)، وحماية السّاحل (ثقة عالية) والسياحة (ثقة متوسطة).»
- استراتيجيات التكيّف (في الملخّص التنفيذيّ)
- « يمكن أن تساعد نظم الكربون الأزرق الإيكولوجيّة الساحليّة، مثل أشجار المنغروف والمستنقعات المالحة والأعشاب البحريّة، في تقليل مخاطر التّغير المناخيّ وآثاره، إلى جانب العديد من الفوائد المتبادلة. يتوفر نظام واحد على الأقل من نظم الكربون الأزرق الإيكولوجية الساحليّة في حوال ١٥١ بلدًا حول العالم، وتتوفر النّظم الثلاث في حوال ٧١ بلدًا. قد يصل معدل تخزين الكربون تحت الأرض في الموائل البحريّة النباتيّة إلى ١٠٠٠ طن في الهكتار-١، وهو معدّلٌ يفوق معظم النظم الإيكولوجيّة الأرضيّة (ثقة عالية). إنّ التطبيق الناجح لتدابير المحافظة على تخزين الكربون وتعزيزه في الأنظمة الإيكولوجية المماثلة قد يساعد بلدانًا عديدةً في تحقيق توازنٍ بين انبعاثات الغازات الدفيئة وامتصاصها (ثقة متوسطة). كما يمكن أن تؤدّي المحافظة على هذه الموائل إلى استدامة مجموعةٍ كبيرةٍ من خدمات النظام الإيكولوجيّ الّتي تقدّمها والمساعدة على التّكيف المناخيّ، من خلال تحسين الموائل الحرجة من أجل التنوع البيولوجي، وتحسين إنتاج مصائد الأسماك المحليّة، وحماية مجتمعات الشّعاب المرجانية من حدثيْ ارتفاع مستويات البحر (SLR) والعاصفة (ثقة عالية). إنّ العمليات الأخرى لامتصاص الكربون الطبيعي من المياه الساحلية للتّخفيف من آثار تغير المناخ، مثل النظم الإيكولوجية للأعشاب البحرية والطرق غير البيولوجية المقترحة لامتصاص ثاني أكسيد الكربون البحري، هي أقلّ فعاليةً أو يزداد الشّك حولها في الوقت الحاليّ. كما تستدعي تربية الأعشاب البحرية إجراء المزيد من الأبحاث.»
- «يمكن أن تكون الفوائد المناخيّة المحتملة لنظم الكربون الأزرق الإيكولوجيّة إضافةً متواضعةً جدًا فحسب للانخفاض لانبعاثات الغازات الدفيئة شديد السّرعة وليست بديلًا عنه».
- القسم ٥,٣,٤ الشعاب المرجانية
- «أدّت الأنشطة البشريّة بالإضافة إلى الاحترار فعلًا إلى تأثيراتٍ كبيرةٍ على الشعاب المرجانيّة في المياه الضحلة الاستوائية نتج عنها استبدال الأنواع وابيضاض الغطاء المرجانيّ وتراجعه، بينما سيضع الاحترار وتحمض المحيطات والأخطار المناخيّة شعاب المياه الدافئة في خطر كبيرٍ حتّى وإنّ تمّ الحدّ من الاحترار العالميّ حتّى ١,٥ درجةٍ مئويةٍ أعلى من مستوى ما قبل الصناعة.»
- «...تتّجه الشّعاب المرجانيّة عالميًا نحو انخفاضٍ كبيرٍ في ظلّ احترارٍ يبلغ درجتين مئويتين بالنّسبة لمستويات ما قبل الصناعة.»
- «...لم يتّم التأكد بعد ما إذا كان تكيّف الشّعاب المرجانيّة أم الكائنات الحيّة المرتبطة بالشّعاب المرجانيّة سيصمد في احترار يتجاوز الـ ١,٥ درجة مئوية».
- «...تتّجه الشّعاب المرجانية نحو انخفاضٍ بنسبةٍ إضافيّةٍ تتراوح بين ٧٠ و٩٠ ٪ في ظلّ احترارٍ يبلغ ١,٥ درجةً مئويةً (ثقة عالية جدًا) وخسارات أكبر (أكثر من ٩٩ ٪) على ٢ درجة مئوية (ثقة عالية جدًا)».

الملحق ٤:

الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ حول التخفيف من آثار تغيّر المناخ

- الفريق العامل الثّالث لتقرير التقييم السادس الصّادر عن الهيئة الحكوميّة الدوليّة المعنيّة بتغيّر المناخ (WG III IPCC AR٦)
- تمّ إصدار تقرير مساهمة الفريق العامل الثالث التابع لهيئة IPCC تحت عنوان تغير المناخ ٢٠٢٢: التّخفيف من آثار تغيّر المناخ، في ٤ نيسان/أبريل ٢٠٢٢ (IPCC، ٢٠٢٢)
- «الملخص التّقنيّ ص٤٨: إنّ فوائد تكاليف التّخفيف من آثار تغيّر المناخ للحدّ من ارتفاع المتوسط العالميّ لدرجة الحرارة حتّى ٢ درجة مئوية، تفوق تكاليف هذا التخفيف».
- «الملخص التّقني ص٦٩: يمكن أن تساعد الحلول المجتمعيّة، مثل مشاركة الطاقة الشمسية والتنقل كخدمة والشحن المجتمعيّ، في تسهيل نظم التنقل منخفضة

- الانبعاثات الكربونية.»
- «الملخص التقني ص١٠٣: إنّ حافز الأفراد والأسر منخفضٌ فيما يتعلّق بتغيير سلوك استهلاك الطّاقة. إذ يجب أن تكون التغيرات هيكليةً وثقافيةً وأن تتضمّن متغيراتٍ سيكولوجيّةٍ مثل التوعية والمخاطر المدركة والمعايير الشخصيّة والاجتماعية والقيم والتّحكم السلوكيّ المدرك».
- الملخص التقنيّ ص١١١: تلعب الجهات الفاعلة من دون الوطنية دورًا مهمًا في تخفيف آثار التّغير المناخيّ.»
- «الملخص التقنيّ ص١٣٠: يطرح التغير المناخي والتنمية المستدامة تحديات مزدوجة للبلدان. وتؤثر العوامل الثقافية بشدّةٍ على كيفية تطبيق التغيرات وتوقيتها.»
- «الملخص التقنيّ ص١٣٨: تتمتّع مجموعةٌ واسعةٌ من استراتيجيات تخفيف آثار التّغير المناخيّ بمزيدٍ من القوّة والمرونة.»

الملحق ٥:

مؤشرات التنمية العالمية

	نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي لعام ٢٠٢١ (دولار أميركي)	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد الواحد لعام ٢٠١٩ (طن متري)	استهلاك الطاقة الكهربائية لعام ٢٠١٤ (كيلوواط/ ساعة للفرد)	استهلاك الطاقة المتجددة لعام ٢٠١٩ (٪ من المجموع)	إنتاج الطاقة لعام ٢٠١٥ من موارد متجددة (٪ من المجموع)
الجزائر	3500	2	904	10.69	8.2
مصر	3700	4	1363	0.16	0.1
لبنان	4000	2.6	1455	12.2	2.5
المغرب	3800	2.5	1683	5.3	0.9
تونس	2600	4.1	2589	5.46	0
الإمارات العربية المتحدة	36000	19.3	11088	0.67	0.2
أستراليا	60000	15.2	10071	10.13	8.3
فرنسا	43500	4.5	6940	15.53	6.2
المملكة المتحدة	47000	5.2	5130	12.24	23
الولايات المتحدة الأمريكية	69000	17.7	12994	10.42	7.4

**تتضمّن الطاقة الحراريّة الأرضيّة والطاقة الشمسيّة والمدّ والجزر والرّياح وطاقة الكتلة الأحيائية والوقود الحيوي، باستثناء الطاقة الكهرومائيّة.*

المراجع

Abdrabo, M. A. and Hassaan, M. A. An integrated framework for urban resilience to climate change – Case study: Sea level rise impacts on the Nile Delta coastal urban areas. مجلة Urban Clim، العدد ١٤، ص. ٥٥٤-٥٦٥ (٢٠١٥). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.uclim.٢٠١٥,٠٩,٠٠٥

Abel, G.J.، Brottrager, M.، Crespo Cuaresma, J.، Muttarak, R.. Climate, conflict and forced migration. مجلة Glob. Environ. Chang. العدد ٥٤، ص. ٢٣٩-٩٢٤ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.gloenvcha.٢٠١٨,١٢,٠٠٣

Adloff, F. وآخرون. Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios. مجلة Clim. Dyn. العدد ٤٥، ص. ٢٧٧٥-٢٨٠٢ (٢٠١٥). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s٠٠٣٨٢-٠١٥-٢٥٠٧-٣

Ahmadalipour, A. و Moradkhani, H.. Escalating heat-stress mortality risk due to global warming in the Middle East and North Africa (MENA)، Environ. Int. مجلة العدد ١٧٧، ص. ٢١٥-٢٢٥ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.envint.٢٠١٨,٠٥,٠١٤

Al-Saffar, A. و Wanner, B.. How producers in the Middle East and North Africa can free up more natural gas for exports. International Energy Agency. التعليق منشور على الانترنت: ٢٥ أيار/مايو ٢٠٢٢. متاح على: https://www.iea.org/commentaries/how-producers-in-the-middle-east-and-north-africa-can-free-up-more-natural-gas-for-exports

Aldababseh, A.، Temimi, M.، Maghelal, P.، Branch, O. و Wulfmeyer, V. Multi-criteria evaluation of irrigated agriculture suitability to achieve food security in an arid environment. مجلة Sustainability، العدد ١٠، ص.٨٠٣ (٢٠١٨).

Almazroui, M.، Saeed, F.، Saeed, S.، Nazrul Islam, M.، Ismail, M.، Klutse, N. A. B.، و Siddiqui, M. H. (٢٠٢٠a) Projected change in temperature and precipitation over Africa from CMIP٦. مجلة Earth Syst. Environ.. العدد ٤، ص. ٤٥٥-٤٧٥ (٢٠٢٠a). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s٤١٧٤٨-٠٢٠-٠٠١٦١-x

Almazroui, M.، Islam, M.N.، Saeed, S.، Saeed, F. و Ismail, M. Future Changes in Multimodel Simulations Climate over the Arabian Peninsula based on CMIP٦. مجلة Earth Syst. Environ.، العدد ٤، ص. ٦١١-٦٣٠ (٢٠٢٠b). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s٤١٧٤٨-٠٢٠-٠٠١٨٣-٥

Aly, D.، Dimitrijevic, B. Public green space quantity and distribution in Cairo, Egypt. مجلة J. Eng. Appl. Sci. العدد ٦٩، ص.١٥ (٢٠٢٢). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١١٨٦/s٤٤١٤٧-٠٢١-٠٠٠٦٧-z

Anderson, B. G. و Bell, M. L. Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. مجلة Epidemiology. العدد ٢٠، ص. ٢٠٥-٢١٣ (٢٠٠٩).

Anthony, A. وآخرون. Coastal lagoons and climate change: ecological and social ramifications in U.S. Atlantic and Gulf coast ecosystems.. مجلة Ecol. Soc. العدد ١٤، ص.٨ (٢٠٠٩).

Arias, P.A., N. Bellouin, E. Coppola, R.G. Jones, G. Krinner, J. Marotzke, V. Naik, M.D. Palmer, G.-K. Plattner, J. Rogelj, M. Rojas, J. Sillmann, T. Storelvmo, P.W. Thorne, B. Trewin, K. Achuta Rao, B. Adhikary, R.P. Allan, K. Armour, G. Bala, R. Barimalala, S. Berger, J.G. Canadell, C. Cassou, A. Cherchi, W. Collins, W.D. Collins, S.L. Connors, S. Corti, F. Cruz, F.J. Dentener, C. Dereczynski, A. Di Luca, A. Diongue Niang, F.J. Doblas-Reyes, A. Dosio, H. Douville, F. Engelbrecht, V. Eyring, E. Fischer, P. Forster, B. Fox-Kemper, J.S. Fuglestvedt, J.C. Fyfe, N.P. Gillett, L. Goldfarb, I. Gorodetskaya, J.M. Gutierrez, R. Hamdi, E. Hawkins, H.T. Hewitt, P. Hope, A.S. Islam, C. Jones, D.S. Kaufman, R.E. Kopp, Y. Kosaka, J. Kossin, S. Krakovska, J.-Y. Lee, J. Li, T. Mauritsen, T.K. Maycock, M. Meinshausen, S.-K. Min, P.M.S. Monteiro, T. Ngo-Duc, F. Otto, I. Pinto, A. Pirani, K. Raghavan, R. Ranasinghe, A.C. Ruane, L. Ruiz, J.-B. Sallée, B.H. Samset, S. Sathyendranath, S.I. Seneviratne, A.A. Sörensson, S. Szopa, I. Takayabu, A.-M. Tréguier, B. van den Hurk, R. Vautard, K. von Schuckmann, S. Technical Summary. In Climate Change ٢٠٢١: ,Zaehle, X. Zhang, and K. Zickfeld The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth ٢٠٢١: Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، الولايات المتحدة، ص. ٣٣-١٤٤. معرّف الكائن الرقمي ٩٧٨١٠٠٩١٥٧٨٩٦,٠٠٢/١٠,١٠١٧.

Attar, O.، Brouziyne, Y.، Bouchaou, L. و Chehbouni, A.. A Critical Review of Studies on Water Resources in the Souss-Massa Basin, Morocco: Envisioning a Water Research Agenda for Local Sustainable Development. مجلة Water. العدد ١٤، ص.١٣٥٥ (٢٠٢٢). معرّف الكائن الرقمي w١٤٠٩١٣٥٥/١٠,٣٣٩٠

Barnard, A. 'Climate Change Is Killing the Cedars of Lebanon'. نيويورك تايمز. منشور على الانترنت في ١٨ تموز/يوليو ٢٠١٨. متاح على: https://www.nytimes.com/٢٠١٨/٠٧/١٨/interactive/climate/lebanon-climate-change-environment-cedars.html

Boas, I. وآخرون. Climate migration myths. مجلة Nature Climate Change. العدد ٩، ص. ٩٠١-٩٠٣ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٣٨/s٤١٥٥٨-٠١٩-٠٦٣٣-٣

BBC، ٢٠١٩a. Algeria country profile.. منشور على الانترنت في ٢٣ كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٩. متاح على: https://www.bbc.co.uk/news/world-africa-١٤١١٨٨٥٢

BBC، ٢٠١٩b. Egypt country profile.. منشور على الانترنت في ٧ كانون الثاني/يناير ٢٠١٩. متاح على: https://www.bbc.co.uk/news/world-africa-١٣٣١٣٣٧٠

BBC، ٢٠٢٠. Tunisia country profile.. منشور على الانترنت في ٣ أيلول/سبتمبر ٢٠٢٠. متاح على: https://www.bbc.co.uk/news/world-africa-١٤١٠٧٢٤١

BBC، ٢٠٢١a. Lebanon country profile.. منشور على الانترنت في ١٤ أيلول/سبتمبر ٢٠٢١. متاح على: https://www.bbc.co.uk/news/world-middle-east-١٤٦٤٧٣٠٨

BBC، ٢٠٢١b. Morocco country profile.. منشور على الانترنت في ١٤ أيلول/سبتمبر ٢٠٢١. متاح على: https://www.bbc.co.uk/news/world-africa-١٤١٢١٤٣٨

Ben-Hasan, A. و Christensen, V.. Vulnerability of the marine ecosystem to climate change impacts in the Arabian Gulf—an urgent need for more research.. مجلة Glob. Ecol. Conserv.، العدد ١٧، e٠٠٥٥٦ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.gecco.٢٠١٩.e٠٠٥٥٦

Bindoff, N.L., W.W.L. Cheung, J.G. Kairo, J. Arístegui, V.A. Guinder, R. Hallberg, N. Hilmi, N. Jiao, M.S. Karim, L. Levin, S. O'Donoghue, S.R. Purca Cuicapusa, B. Rinkevich, T. Suga, A. Tagliabue, and P. Williamson.. Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities.. في: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (وآخرون)]. (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٧/٩٧٨١٠٠٩١٥٧٩٦٤,٠٠٧

Bouwmeester, J.، Riera, R.، Ben-Hamadou, R.، Samimi-Namin, K.، Burt, J.A. Coral and Reef Fish Communities in the Thermally Extreme Persian/Arabian Gulf: Insights into Potential Climate Change Effects.. في: Rossi, S.، Bramanti, L. (وآخرون). Perspectives on the Marine Animal Forests of the World.. دار النشر Springer, Cham. (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/٩٧٨-٣-٠٣٠-٥٧٠٥٤-٥_٣

Brimicombe, C.، Di Napoli, C.، Cornforth, R.، Pappenberger, F.، Petty, C. و Cloke, H. L.. Borderless heat hazards with bordered impacts. مجلة Earth's Future. العدد ٩، e٢٠٢١EF٠٠٢٠٦٤ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٢٩/٢٠٢١EF٠٠٢٠٦٤

Britannica، ٢٠٢٢. Land of the United Arab Emirates. متاح على: https://www.britannica.com/place/United-Arab-Emirates/additional-info#history

Burkepile, D. و Hay, M.. Feeding complementarity versus redundancy among herbivorous fishes on a Caribbean reef.. مجلة Coral Reefs، العدد ٣٠، ص ٣٥١-٣٦٢ (٢٠١١).

Cattaneo, C. و Peri, G.. The migration response to increasing temperatures.. مجلة J. Dev. Econ.. العدد ١٢٢، ص ١٢٧-١٤٦ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.jdeveco.٢٠١٦,٠٥,٠٠٤

Chaidez, V.، Dreano, D.، Agusti, S.، Duarte, C.M. و Hoteit, I.. Decadal trends in Red Sea maximum surface temperature.. مجلة Sci. Rep.. العدد ٧، ص ٨١٤٤ (٢٠١٧). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٣٨/s٤١٥٩٨-٠١٧-٠٨١٤٦-z

Chebil, A.، Frija, A.، Makhlouf, M.، Thabet, C. و Jebari, C.. Effects of water scarcity on the performances of the agricultural sector and adaptation strategies.. في: Tunisia Agricultural Economics.. دار النشر IntechOpen: لندن (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,٥٧٧٢/٨٣٥٦٨.intechopen

Cheddadi, R.، Khater, C. Guiding Conservation for Mountain Tree Species in

Lebanon.. مجلة Forests، العدد ١٣، ص٧١١ (٢٠٢٢). معرّف الكائن الرقمي f١٣٠٥٠٧١١/١٠,٣٣٩٠
Cherif, S.، وآخرون. Drivers of change. في: Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer W، Guiot J، Marini K (وآخرون)] (٢٠٢٠). الاتحاد من أجل المتوسط، الخطة الزرقاء، برنامج الأمم المتحدة للبيئة/خطة عمل البحر المتوسط، مارسيليا، فرنسا، ص ١٢٨.
Aidaoui, A.. Climate change in Algeria و Chourghal, N.، Lhomme, J.P.، Huard, F and its impact on durum wheat. مجلة Reg. Environ. Change، العدد ١٦، ص ١٦٢٣-١٦٣٤ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ٨-٠٨٨٩-٠١٥-s١٠١١٣/١٠,١٠٠٧
Christidis, N. وآخرون. Dramatically increasing chance of extremely hot summers since the ٢٠٠٣ European heatwave.. مجلة Nat. Clim. Ch، العدد ٥، ص ٤٦-٥٠ (٢٠١٤).
Lelieveld, J.. Effects of climate و Constantinidou, K.، Hadjinicolaou, P، Zittis, G change on the yield of winter wheat in the eastern Mediterranean and Middle East. مجلة Clim. Res، العدد ٦٩، ص ١٢٩-١٤١ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي cr٢٠١٣٩٥/١٠,٣٣٥٤
Cook, E.R.. Spatiotemporal و Cook, B.I.، Anchukaitis, K.J.، Touchan, R، Meko, D.M drought variability in the Mediterranean over the last ٩٠٠ years.. مجلة J. Geophys. Res. Atmos.. العدد ١٢١، ص ٢٠٦٠-٢٠٧٤ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٥JD٠٢٣٩٢٩/١٠,١٠٠٢
Coppola, E. وآخرون. Climate hazard indices projections based on CORDEX-CORE, ensemble and CMIP٦ CMIP٥.. مجلة Clim. Dyn.. العدد ٥٧، ص ١٢٩٣-١٣٨٣ (٢٠٢١). Doi: z-٠٥٦٤٠-٠٢١-s٠٠٣٨٢/١٠,١٠٠٧
Coumou, D. وRahmstorf, S. A decade of weather extremes.. مجلة Nat. Clim. Ch. العدد ٢، ص ٤٩١-٤٩٦ (٢٠١٢). معرّف الكائن الرقمي nclimate١٤٥٢/١٠,١٠٣٨
Future evolution of Marine. وآخرون Darmaraki, S.، Somot, S.، Sevault, F Heatwaves in the Mediterranean Sea.. مجلة Clim. Dyn. العدد ٥٣، ص ١٣٩٢-١٣٧١ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي z-٠٤٦٦١-٠١٩-s٠٠٣٨٢/١٠,١٠٠٧
Davis, L. W. و Gertler, P. J. Contribution of air conditioning adoption to future energy use under global warming. مجلة Proc. Natl. Acad. Sci. USA. العدد ١٢٢، ص ٥٩٦٢-٥٩٦٧ (٢٠١٥). معرّف الكائن الرقمي ١٤٢٣٥٥٨١١٢.pnas/١٠,١٠٧٣
A review of contemporary patterns of endemism for. وآخرون DiBattista J.D shallow water reef fauna in the Red Sea.. مجلة J. Biogeogr. العدد ٤٣، ص ٤٢٣-٤٣٩ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ١٢٦٤٩.jbi/١٠,١١١١
Diffenbaugh, N.S. و Scherer, M. Observational and model evidence of global ٢١st centuries ٢٠th and emergence of permanent, unprecedented heat in the.. مجلة Climatic Change العدد ١٠٧، ص ٦١٥-٦٢٤ (٢٠١١). معرّف الكائن الرقمي s١٠٥٨٤/١٠,١٠٠٧-٠١١٢-٠١١-y
Donat, M.G. وآخرون. Changes in extreme temperature and precipitation in the Arab region: Long-term trends and variability related to ENSO and NAO.. مجلة Int. J. Climatol.، العدد ٣٤، ص ٥٨١-٥٩٢ (٢٠١٤). معرّف الكائن الرقمي ٣٧٠٧.joc/١٠,١٠٠٢
Ukkola, A.M.. Intensification of precipitation extremes و Donat, M.G.، Angélil, O in the world's humid and water-limited regions.. مجلة Environ. Res. Lett.. العدد ١٤ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ab١c٨e/٩٣٢٦-١٧٤٨/١٠,١٠٨٨
Dosio, A. و Fischer, E.M.. Will Half a Degree Make a Difference? Robust Projections of Indices of Mean and Extreme Climate in Europe Under ٠٫٥°C, ١٫٥°C, ٢°C, and ٣°C Global Warming (٢٠١٨). مجلة Geophys. Res. Lett.. العدد ٤٥، ص ٩٣٥-٩٤٤. معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٧GL٠٧٦٢٢٢/١٠,١٠٠٢
Balhane, S.. Assessing و Driouech, F.، ElRhaz, K.، Moufouma-Okia, W.، Arjdal, K Future Changes of Climate Extreme Events in the CORDEX-MENA Region Using Regional Climate Model ALADIN-Climate.. مجلة Earth Syst. Environ.. العدد ٤، ص ٤٧٧-٤٩٢ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ٣-٠٠١٦٩-٠٢٠-s٤١٧٤٨/١٠,١٠٠٧
Drobinski, P.، Da Silva, N.، Bastin, S. وآخرون. How warmer and drier will the Mediterranean region be at the end of the twenty-first century?.. مجلة Reg. Environ. Ch.، العدد ٢٠، ص ٧٨ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي w-٠١٦٥٩-٠٢٠-s١٠١١٣/١٠,١٠٠٧
El Mokhtar, M.A.، Laouane, R.B.، Anli, M.، Boutasknit, A.، Fakhech, A.، Wahbi, S. و Meddich, A.. Climate change and its impacts on oases ecosystem in Morocco. الفصل: Research Anthology on Environmental and Societal Impacts of Climate. دار النشر IGI Global.. معرّف الكائن الرقمي ٩٧٨/١٠,٤٠١٨-١-٥٢٢٥-ch٠١٢.٦-٧٣٨٧. ص ١١٠٣-١١٣١ (٢٠٢٢).
El-Shinawy, I.، Assessment of و Eladawy, A.، Negm, A. M.، Valeriano, O. C. S climate change impacts on El-Burullus lake, Egypt, based on hydrodynamic modelling.. مجلة Int. Water Technol. J. العدد ٣، ص ٢٠٧-٢١٦ (٢٠١٣).
Olabi, A. و Elsaid, K.، Kamil, M.، Sayed, E. T.، Abdelkareem, M. A.، Wilberforce, T Environmental impact of desalination technologies: A review ... مجلة Sci. Total Environ العدد ٧٤٨، ص١٤١٥٢٨ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ٢٠٢٠,١٤١٥٢٨.j.scitotenv/١٠,١٠١٦
Elshinnawy, I.A. و Almaliki, A.H.. Vulnerability Assessment for Sea Level Rise Impacts on Coastal Systems of Gamasa Ras El Bar Area, Nile Delta, Egypt.. مجلة Sustainability العدد ١٣، ص٣٦٢٤ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي su١٣٠٧٣٦٢٤/١٠,٣٣٩٠
الاسكوا، ٢٠١٧. لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا) وآخرون. (٢٠١٧). التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ- الملخص التنفيذي. بيروت، ملخص E/ESCWA/RICCAR/٢٠١٧/SDPD. متاح على: https://beta.unescwa.org/sites/default/files/summary.pdf-٢٠١٧-pubs/executive-summary/riccar-assessment
فاو.٢٠٢٠. الفاو في مصر. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (فاو). متاح على: http://www.fao.org/egypt/our-office/egypt-at-a-glance/en/
فاو، ٢٠٢٠a. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. النظام العالمي للمعلومات والإنذار المبكر- ملخصات البلاد الجزائر. منشور على الانترنت في ١ آب/أغسطس ٢٠٢٢ متاح على: https://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=DZA
فاو، ٢٠٢٠b. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. النظام العالمي للمعلومات والإنذار المبكر- ملخصات البلاد لبنان. منشور على الانترنت في ٧ كانون الثاني/ يناير، ٢٠٢٢. متاح على: https://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=LBN&lang=ru
فاو، ٢٠٢٠c. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. النظام العالمي للمعلومات والإنذار المبكر- ملخصات البلاد المغرب. منشور على الانترنت في ٢١ تموز/ يوليو، ٢٠٢٢. متاح على: https://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=MAR
فاو، ٢٠٢٠d. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. النظام العالمي للمعلومات والإنذار المبكر- ملخصات البلاد تونس. منشور على الانترنت في ٢٧ تموز/ يوليو، ٢٠٢٢. متاح على: https://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=TUN
فاو، ٢٠٢٠e. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. كفاءة المياه وانتاجيتها واستدامتها في منطقة الشرق الأدنى وشمال إفريقيا (WEPS-NENA). متاح على: www.fao.org/in-action/water-efficiency-nena/countries/lebanon/en/
فاو، ٢٠٢٠f. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. النظام العالمي للمعلومات والإنذار المبكر- ملخصات البلاد مصر. منشور على الانترنت في ٧ آب/أغسطس، ٢٠٢٢. متاح على: https://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?lang=en&code=EGY
Berumen, M.L.. Susceptibility of central Red Sea و Furby, K.A.، Bouwmeester, J corals during a major bleaching event. مجلة Coral Reefs العدد ٣٢، ص ٥٠٥-٥١٣ (٢٠١٣). معرّف الكائن الرقمي ٥-٠٩٩٨-٠١٢-s٠٠٣٣٨/١٠,١٠٠٧
Gardner, M.. Cedrus libani var. libani. The IUCN Red List of Threatened Species ٢٠١٣: e.T٤٢٣٠٥A٢٩٧٠٨٢١. https://dx.doi.org/١٠,٢٣٠٥/IUCN.UK.٢٠١٣-١.RLTS.T٤٢٣٠٥A٢٩٧٠٨٢١en.. تم الولوج في تاريخ ٨ آب/أغسطس، ٢٠٢٢.
Gasparrini, Y. وآخرون. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. مجلة The Lancet العدد ٣٨٦، ص ٣٦٩-٣٧٥ (٢٠١٥). معرّف الكائن الرقمي ٠-٦٢١١٤(١٤)٦٧٣٦-S٠١٤٠ /١٠,١٠١٦
Genevier, L.G.C.، Jamil, T.، Raitsos, D.E.، Krokos, G. و Hoteit, I.. Marine heatwaves reveal coral reef zones susceptible to bleaching in the Red Sea. مجلة Glob Change Biol. العدد ٢٥، ص ٢٣٣٨-٢٣٥١ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٤٦٥٢.gcb/١٠,١١١١
Giorgi, F.، و Lionello, P.. Climate change projections for the Mediterranean region. مجلة Glob. Planet. Ch. العدد ٦٣، ص ٩٠-١٠٤ (٢٠٠٨). معرّف الكائن الرقمي ٢٠٠٧,٠٩,٠٠٥.gloplacha/١٠,١٠١٦.j
Giorgi, F.، Coppola, E. و Raffaele, F.. A consistent picture of the hydroclimatic response to global warming from multiple indices: Models and observations. مجلة J. Geophys. Res.. العدد ١١٩، ص ١١٧٠٨-١١٦٩٥ (٢٠١٤). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٤JD٠٢٢٢٣٨/١٠,١٠٠٢
Giorgi, F.، Raffaele, F. و Coppola, E.. The response of precipitation characteristics to global warming from climate projections.. مجلة Earth Syst. Dyn. العدد ١٠، ص ٧٣-٨٩ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٩-٠٧٣-٠١٠-esd/١٠,٥١٩٤
Gladstone, W.، Curley, B. و Shokri, M. R. Environmental impacts of tourism in the Gulf and the Red Sea.. مجلة Mar. Poll. Bull.. العدد ٧٢، ص ٣٧٥-٣٨٨ (٢٠١٣). معرّف الكائن

الرقمي ٢٠١٢,٠٩,٠١٧.j.marpolbul/١٠,١٠١٦

Weather. مجلة .Gleick, P.H.. Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria Clim. Soc. العدد ٦، ص ٣٣١-٣٤٠ (٢٠١٤). معرّف الكائن الرقمي WCAS-D/١٠,١١٧٥-١٣-٥٩,١-...

Pearson, S.. Water و .Gonzalez , R.، Ouarda, T.، Marpu, P.، Allam, M.، Eltahir, E Budget Analysis in Arid Regions, Application to the United Arab Emirates.. مجلة Water العدد ٨، ص ٤١٥ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي w٨٠٩٠٤١٥/١٠,٣٣٩٠

Cheddadi, R.. Cedrus libani و .Hajar, L.، François, L.، Khater, C.، Jomaa, I.، Déqué, M Comptes Rendus مجلة .(A. Rich) distribution in Lebanon: Past, present and future Biologies العدد ٣٣٣، العدد ٦٢٢-٦٣٠ (٢٠١٠). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٠,٠٥,٠٠٣.j.crvi/١٠,١٠١٦

Peters, G. P.. Emissions – the 'business as usual' story is و .Hausfather, Z misleading. مجلة Nature العدد ٥٧٧، ص٦١٨-٦٢٠ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي d٤١٥٨٦/١٠,١٠٣٨-٣٠-٠٠١٧٧-٠٢٠

Hobday, A. J.، Alexander, L. V.، Perkins, S. E.، Smale, D. A.، Straub, S. C.، Oliver, E. C. J وآخرون. .A hierarchical approach to defining marine heatwaves.. مجلة Prog. Oceanogr. العدد ١٤١، ص ٢٢٧-٢٣٨ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٥,١٢,٠١٤.j.pocean/١٠,١٠١٦

Extreme weather and societal impacts in the eastern .Hochman, A وآخرون. Mediterranean. مجلة Earth Syst. Dyn. العدد ١٣، ص ٧٤٩-٧٧٧ (٢٠٢٢). معرّف الكائن الرقمي ٢٠٢٢-٧٤٩-١٣-esd/١٠,٥١٩٤

Bobb, J. F.. Medical diagnoses of heat wave-related و .Hopp, S.، Dominici, F hospital admissions in older adults. مجلة Prev. Med. العدد ١١٠، ص ٨١-٨٥ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٨,٠٢,٠٠١.j. ypmed/١٠,١٠١٦

Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals .Hughes, T. P وآخرون. in the Anthropocene. مجلة Science العدد ٣٥٩، ص ٨٠-٨٣ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي science.aan٨٠٤٨/١٠,١١٢٦

The Future of Cooling Opportunities for energy-efficient air . IEA، ٢٠١٨. conditioning. متاح على: الوكالة الدولية للطاقة http://www.iea.org

Ide T، Lopez MR، Fröhlich C، Scheffran J.. Pathways to water conflict during drought in the MENA region. مجلة J. Peace Res. العدد ٥٨، ص ٥٦٨-٥٨٢ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي ٠٠٢٣٤٣٣٢٠٩١٠٧٧٧/١٠,١١٧٧

IPCC، ٢٠٠٠. اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. Nakicenovic, N وآخرون (Eds.), Special Report on Emission Scenarios. مطبعة جامعة كامبريدج: نيويورك (٢٠٠٠) ص ٥٩٩. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٢١: ملخص لصانعي القرارات. في: تغير المناخ ٢٠٢١: أساس العلوم الفيزيائية. مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم السادس التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بغير المناخ [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)].

الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ٢٠٢٢. متاح على: https://report.ipcc.ch/ WGIII_FinalDraft_TechnicalSummary.pdf_pdf/IPCC_AR٦/ar٦wg٣

Potchter, O.. Recent Trends and Future، Itzhak-Ben-Shalom, H.، Samuels, R of Urban Warming in Four Israeli Cities Employing the ٢٠٦٠ Predictions until RegCM Climate Model.. مجلة Am. J. Clim. Ch. العدد ٥، ص ٤٦٤-٤٨٤ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٦,٥٤٠٣٤.ajcc/١٠,٤٢٣٦

Berumen, M. L.. The abundance of herbivorous و .Khalil, M. T.، Cochran, J. E fish on an inshore Red Sea reef following a mass coral bleaching event.. مجلة Environ. Biol. Fishes. العدد ٩٦، ص ١٠٦٥-١٠٧٢ (٢٠١٣).

Kushnir, Y.. The relative contributions of radiative و .Kelley, C.، Ting, M.، Seager, R the Mediterranean region.. مجلة Clim. Dyn. العدد ٣٨، ص ٢٠٠١-٢٠١٥ (٢٠١٢). معرّف الكائن الرقمي z-١٢٢١-٠١١-s٠٠٣٨٢/١٠,١٠٠٧

Al Sulaimani, Z.. Climates of the Arabian Peninsula – past, present, و .Kotwicki, V future. مجلة Int. J. Clim. Ch. Strategies Manag. العدد ١، ص ٢٩٧-٣١٠ (٢٠٠٩). معرّف الكائن الرقمي ١٧٥٦٨٦٩٠٩١٠٩٧٧٥٠٠/١٠,١١٠٨

A closing window of opportunity to save a unique marine .Kleinhaus, K وآخرون. ecosystem. مجلة Front. Mar. Sci. العدد ٧، ص ٦١٥٧٣٣ (٢٠٢٠a).

Science, Diplomacy, and the Red Sea's Unique Coral Reef: .Kleinhaus, K وآخرون. It's Time for Action. مجلة Front. Mar. Sci. العدد ٩٠ (٢٠٢٠b). معرّف الكائن الرقمي ١٠,٣٣٨٩/ ٢٠٢٠,٠٠٩٠.fmars

Hoteit, I.. Can we extrapolate و .Langodan, S.، Cavaleri, L.، Portilla, J.، Abualnaja, Y Global and Planetary مجلة ،climate in an inner basin? The case of the Red Sea Change، العدد ١٨٨، ص ١٠٣١٥١ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.gloplacha.٢٠٢٠,١٠٣١٥١

Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean .Lelieveld, J وآخرون. and the Middle East. مجلة Clim. Change. العدد ١١٤، ص ٦٦٧-٦٨٧ (٢٠١٢) معرّف الكائن الرقمي ٤٠-٠٤١٨-٠١٢-s١٠٥٨٤/١٠,١٠٠٧

Lelieveld, J.، Hadjinicolaou, P.، Kostopoulou, E.، Giannakopoulos, C.، Pozzer, A.، Tyrlis, E.. Model projected heat extremes and air pollution in the و .Tanarhte, M eastern Mediterranean and Middle East in the twenty-first century. مجلة Reg. Environ. Chang. العدد ١٤، ص ١٩٣٧-١٩٤٩ (٢٠١٤). معرّف الكائن الرقمي ٤٠-٠٤٤٤-٠١٣-s١٠١١٣/١٠,١٠٠٧

Zittis, G.. و .Lelieveld, J.، Proestos, Y.، Hadjinicolaou, P.، Tanarhte, M.، Tyrlis, E Strongly increasing heat extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the ٢١st century. مجلة Climatic Ch. العدد ١٣٧، ص ٢٤٥-٢٦٠ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ٦-١٦٦٥-٠١٦-s١٠٥٨٤/١٠,١٠٠٧

Carlton, E.J.. Untangling the Impacts of و .Levy, K.، Woster, A.P.، Goldstein, R.S Climate Change on Waterborne Diseases: Systematic Review of Relationships between Diarrheal Diseases and Temperature, Rainfall, Flooding, and Drought.. مجلة Environ. Sci. Technol. العدد ٥٠، ص ٤٩٠٥-٤٩٢٢ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٢١/ acs.est.٥b٠٦١٨٦

Lionello, P.، Scarascia, L.. The relation of climate extremes with global warming in the Mediterranean region and its north versus south contrast. مجلة Reg. Environ. Chang. العدد ٢٠، ص ٥٢-٥٨ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٨,٠٢,٠١٢.j.cosust/١٠,١٠١٦

Mutyaba, J.. Scenarios for adaptation and و .Lwasa, S.، Buyana, K.، Kasaija, P Curr. Opinion مجلة .C global warming° ١,٥ mitigation in urban Africa under Environ. Sustain. العدد ٣٠، ص ٥٢-٥٨ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٨,٠٢,٠١٢.j.cosust/١٠,١٠١٦

Kacimi, I.. Social- و .Mahrad, B.، Abalansa, S.، Newton, A.، Icely, J. D.، Snoussi, M Environmental Analysis for the Management of Coastal Lagoons in North Africa. مجلة Front. Environ. Sci.. العدد ٨، (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ٢٠٢٠,٠٠٠٣٧.fenvs/١٠,٣٣٨٩

Zool. Middle East مجلة ،Mallon, D.P. Global hotspots in the Arabian Peninsula. العدد ٥٤، ص ١٣-٢٠ (٢٠١١). معرّف الكائن الرقمي ٠٩٣٩٧١٤٠,٢٠١١,١٠٦٤٨٨٩٦/١٠,١٠٨٠

El-Alwany, M.A.N..' في: .Marine Turtles of the Red Sea و .Mancini, A.، Elsadek, I Rasul N.، Stewart I. (eds) The Red Sea. Springer Earth System Sciences. درا النشر Springer، برلين، هايدلبرغ (٢٠١٥). معرّف الكائن الرقمي ٣١_١-٤٥٢٠١-٦٦٢-٣-٩٧٨/١٠,١٠٠٧

Ali, B.. A Framework for Food و .Manikas, I.، Sundarakani, B.، Anastasiadis, F Security via Resilient Agri-Food Supply Chains: The Case of UAE.. مجلة Sustainability. العدد ١٤، ص ٦٣٧٥ (٢٠٢٢). معرّف الكائن الرقمي su١٤١٠٦٣٧٥/١٠,٣٣٩٠

Increasing impacts of land use .Marques, A.، Martins, I.S.، Kastner, T وآخرون. on biodiversity and carbon sequestration driven by population and economic growth.. مجلة Nat. Ecol. Evol. العدد ٣، ص ٦٣٨-٦٣٧ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٣٨/ ٣-٠٨٢٤-٠١٩-s٤١٥٥٩

Murphy, C.. Communicating the deadly و .Matthews, T. K. R.، Wilby, R. L consequences of global warming for human heat stress.. مجلة Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. العدد ١١٤، ص٣٨٦١-٣٨٦٦ (٢٠١٧). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٧٣/pnas.١٦١٧٥٢٦١١٤

Woertz, E.. Demographic و .McKee, M.، Keulertz, M.، Habibi, N.، Mulligan, M and economic material factors in the MENA region.. Middle East and North Africa Regional Architecture: Mapping Geopolitical Shifts, Regional Order and Domestic Transformations.. ورقة العمل رقم ٣، ص ٤٣ (٢٠١٧).

Johnston, P و .Miller, K. A.، Mcunu, N.، Anhäuser, A.، Farrow, A.، Santillo, D (٢٠٢٠). Weathering the Storm: Extreme weather events and climate change in Africa.. التقرير التقني لمختبرات الأبحاث التابعة لغرينبيس (مرجع) ٤-٢٠٢٠.

FSO Safer: (٢٠٢٢). .Droubi, A. E و.Miller, K. A.، Johnston, P.، Santillo, D.، Horsman, P A shipwreck in slow motion. التقرير التقني لمختبرات الأبحاث التابعة لغرينبيس (مرجع) ١-٢٠٢٢

Schlenker, W.. Asylum applications respond to temperature و .Missirian, A fluctuations. مجلة Science. العدد ٣٥٨، ص١٦١٠-١٦١٤ (٢٠١٧). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١١٢٦/ science.aao٠٤٣٢

Gutiérrez, C.. Future heat waves over the و .Molina, M.O.، Sánchez, E Mediterranean from a Euro-CORDEX regional climate model ensemble.. مجلة Sci. Rep. العدد ١٠، ص١-١٠ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ٠-٦٥٦٦٣-٢٠-٤٤١٥٩٨/١٠,١٠٣٨

Nat. مجلة .Global risk of deadly heat وآخرون. .Mora, C.، Dousset, B.، Caldwell, I Clim. Ch. العدد ٧، ص ٥٠١-٥٠٦ (٢٠١٧). معرّف الكائن الرقمي nclimate٣٣٢٢/١٠,١٠٣٨

Mostafa, S. M.، Wahed, O.، El-Nashar, W. Y.، El-Marsafawy, S. M.، Zeleňáková, M Abd-Elhamid, H. F.. Potential Climate Change Impacts on Water Resources in و Egypt. مجلة Water. العدد ١٣، ص ١٧١٥ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي w١٣١٢١٧١٥/١٠,٣٣٩٠

Battaglini, A.. Climate &و .Mougou, R.، Mansour, M.، Iglesias, A.، Zitouna Chebbi, R change and agricultural vulnerability: a case study of rain-fed wheat in Kairouan, Central Tunisia. مجلة Reg. Environ. Ch العدد ١١، ص ١٣٧-١٤٢ (٢٠١١). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٠١١٣-٠١٠-٠١٧٩-٤.

In situ observations of coral bleaching in the central Saudi .Monroe, A. A وآخرون. Arabian Red Sea during the ٢٠١٥/٢٠١٦ global coral bleaching event.. مجلة PLoS One، العدد ١٣ (٤)، e٠١٩٥٨١٤ (٢٠١٨).

oC Beyond the limit: Facing unbearable heat, Qatar has begun to ٢ ' ،Mufson, S air-condition the outdoors'.. مجلة Washington Post منشور على الانترنت في ١٦ تشرين الأول/ أكتوبر ٢٠١٩ متاح على: https://www.washingtonpost.com/graphics/٢٠١٩/world/climate-environment/climate-change-qatar-air-conditioning-outdoors/

Kent, J.. و .Myers, N.، Mittermeier, R.A.، Mittermeier, C.G.، Mittermeier, C.G Biodiversity hotspots for conservation priorities. مجلة Nature العدد ٤٠٣، ص ٨٥٣-٨٥٨ (٢٠٠٠).

Rasul .Nasr D.، Shawky A.M و .Vine P) ٢٠١٩) Status of Red Sea Dugongs. من كتاب: Stewart I. (Eds) Oceanographic and Biological Aspects of the Red Sea .N.، سلسلة كتب Springer Oceanography. دار النشر Springer, Cham.. معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/٩٧٨-٣-٣١٩-٩٩٤١٧-٨_١٨

United Kingdom National Health Service website public information .٢٠٢٠ ،NHS and advice: High temperature (fever) in adults.. متوفر عبر: https://www.nhs.uk/conditions/ fever-in-adults/ [تمّ الولوج إلى الموقع في تاريخ ١٨ آب/أغسطس ٢٠٢٢].

نيانغ، إ. وآخرون. ٢٠١٤ : إفريقيا. في تغير المناخ ٢٠١٤: الآثار، والتكيف، وهشاشة الأوضاع. القسم باء: المخاطر الإقليمية. مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية تغير المناخ [باروس ف.ر وآخرون (eds.)]. مطبعة جامعة كامبريدج، المملكة المتحدة ونيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة، ص. ١١٩٩-١٢٦٥.

Lelieveld, J.. Updated Assessment of و .Ntoumos, A.، Hadjinicolaou, P.، Zittis, G Temperature Extremes over the Middle East-North Africa (MENA) Region from Data Observational and CMIP٥. مجلة Atmosphere العدد ١١، ص ٨١٣ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,٣٣٩٠/atmos١١٠٨٠٨١٣

Cetaceans of the Red Sea. CMS Technical .وآخرون .Notarbartolo di Sciara, G Series ٣٣. منشور من قبل أمانة اتفاقية حفظ أنواع الحيوانات البرية المهاجرة. ص. ٨٦ (٢٠١٧).

NWRP، ٢٠٠٥. National Water Resources Plan ٢٠١٧ for the Arab Republic of Egypt.. متاح على: pdf.fao.org/docs/pdf/egy١٤٧٠٨٢.http://extwprlegs١

Longer and more frequent marine heatwaves over the .Oliver, E. C. J وآخرون. past century. مجلة Nat. Commun. العدد ٩، ص ١٣٢٤ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٣٨/s٤١٤٦٧-٠١٨-٠٣٧٣٢-٩

٢١st Century and the Projected Marine Heatwaves in the .Oliver, E. C. J وآخرون. Potential for Ecological Impact.. مجلة Front. Mar. Sci. العدد ٦ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٩,٠٠٧٣٤.fmars/١٠,٣٣٨٩

Hinkelmann, R.. Impacts of climate change و .Omar, M.، Moustafa, A.، Moussa, A on water quantity, water salinity, food security, and socioeconomy in Egypt.. مجلة Water Sci. Engineer العدد ١٤، ص ١٧-٢٧ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي ٢٠٢٠,٠٨,٠٠١.wse/j.١٠,١٠١٦

Oppenheimer, M., B.C.، Glavovic , J.، Hinkel, R.، van de Wal, A.K.، Magnan, A.، Abd-Elgawad, R.، Cai, M.، Cifuentes-Jara, R.M.، DeConto, T.، Ghosh, J.، Hay, F.، Isla, B.، Z. Sebesvari.. Sea Level Rise and Implications for و .Marzeion, B.، Meyssignac Low-Lying Islands, Coasts and Communities. في: التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية لتغير المناخ حول المحيطات والغلاف الجليدي في ظل تغير المناخ [هـ. أ. بورتنر، د.س. روبرتس، ف. ماسون دلموت، ب. تشاي، م. تيغنور، إ. بولوكزانسكا، أ. أليجيريا، م. نيكولاي، أ. أوكيم، ج. بيتزولد، ب. راما، ن.م. ويير (eds.)]. (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ٩٧٨١٠٠٩١٥٧٩٦٤,٠٠٦/١٠,١٠١٧

Implications of climate variability and change on urban .وآخرون .Orimoloye, I. R and human health: A review.. مجلة Cities العدد ٩١، ص ٢١٣-٢٢٣ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٩,١,٠٠٩.j.cities/١٠,١٠١٦

عامنا في البيانات. عدد سكان المدينة، القاهرة، ١٩٥٠-٢٠٣٥. (٢٠٢٢). متاح على: https://ourworldindata.org/grapher/city-populations-to-tab=chart&country=-Cairo ?٢٠٣٥

Assessing species vulnerability to climate change .وآخرون .Pacifici, M., Ft Nat. Clim. Ch. العدد ٥، ٢١٥-٢٢٤ (٢٠١٥). معرّف الكائن الرقمي nclimate٢٤٤٨/١٠,١٠٣٨

Eltahir, E.. Future temperature in southwest Asia projected to exceed a و .Pal, J threshold for human adaptability. مجلة Nature Clim. Change العدد ٦، ص ١٩٧-٢٠٠ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي nclimate٢٨٣٣/١٠,١٠٣٨

Biodiversity redistribution under climate change: impacts on .Pecl, G. T وآخرون. ecosystems and human well-being.. مجلة Science العدد ٣٥٥، eaai٩٢١٤ (٢٠١٧). معرّف الكائن الرقمي science.aai٩٢١٤/١٠,١١٢٦

Perkins, S. E.. A review on the scientific understanding of heatwaves – Their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale.. مجلة Atmos. Res. العدد ١٦٤-١٦٥، ص ٢٤٢-٢٦٧ (٢٠١٥).

Gibson, P.B.. Changes in regional heatwave و .Perkins-Kirkpatrick, S.E characteristics as a function of increasing global temperature.. مجلة Sci. Rep. العدد ٧٠، ص ١٢٢٥٦ (٢٠١٧).

بورتنر، هـ. وآخرون. التقرير الخاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ حول المحيطات والغلاف الجليدي في ظل تغير المناخ. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، جينيف. (٢٠١٩).

بورتنر، هـ.أ. وآخرون. في: تغير المناخ ٢٠٢٢: الآثار، والتكيف، وهشاشة الأوضاع. مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية تغير المناخ [هـ. أ. بورتنر، د.س. روبرتس، م. تيغنور، إ. س. بولوكزانسكا، ك. منتنبيك، أ. أليجيريا، م. كريج، س. لانغسدورف، س. لوشكا، ف. مولر، أ. أوكيم، ب. راما (eds.)]. مطبعة جامعة كامبريدج. (٢٠٢١). في المطبعة. متاح على: https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/

Camberlin, P.. Evolution of و .Raymond, F.، Ullmann, A.، Tramblay, Y.، Drobinski, P Mediterranean extreme dry spells during the wet season under climate change.. مجلة Reg. Environ. Chang. العدد ١٩، ص ٢٣٣٩-٢٣٥١ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٠١١٣-٠١٩-٠١٥٢٦-٣

Horton, r. M.. The emergence of heat and humidity و .Raymond, C.، Matthews, T too severe for human tolerance.. مجلة Sci. Adv. العدد ٦، eaaw١٨٣٨ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي sciadv.aaw١٨٣٨/ ١٠,١١٢٦

Lebanon battles wildfires in country's north, firefighter dies ٢٠٢١، Reuters.. منشور على الانترنت في ٢٨ تموز/يوليو ٢٠٢١. متاح على: https://www.reuters.com/world/middle-east/lebanon-battles-wildfires-countrys-north-firefighter-dies-٢٨-٠٧-٢٠٢١/

Heat wave and fires damaging Tunisia›s grain harvest .٢٠٢٢ ،Reuters. منشور على الانترنت في ٢٧ تموز/يوليو، ٢٠٢٢. متاح على: https://www.reuters.com/business/environment/heat-wave-fires-damaging-tunisias-grain-harvest-٢٠٢٢-٠٦-٢٧/?tai=٦٢b٩ad٥٥٨٣e٩٤e٠٠١٤c٤b٣b&utm_campaign=trueAnthem:+Trending+Content&utm_medium=trueAnthem&utm_source=twitter

Riegl, B.. Global climate change and coral reefs: Different effects in two high (latitude areas (Arabian Gulf, South Africa. مجلة Coral Reefs العدد ٢٢، ص ٤٣٣-٤٤٦ (٢٠٠٣). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s٠٠٣٣٨-٠٠٣٣٥-٠

Riegl, B.، Johnston, M.، Purkis, S.، Howells, E.، Burt, J.، Steiner, S.C.C.، Sheppard, C.R.C و .Bauman, A.. Population collapse dynamics in C.R.C., an Arabian/Persian Gulf ecosystem-engineering coral, linked to rising temperature.. مجلة Glob. Chang. Biol. العدد ٢٤، ص ٢٤٤٧-٢٤٦٢ (٢٠١٨).

van Maarseveen, M.. Projections of human و .Rohat, G.، Flacke, J.، Dosio, A.، Dao, H exposure to dangerous heat in African cities under multiple socioeconomic and climate scenarios.. مجلة Earth's Future، العدد ٧، ص ٥٢٨-٥٤٦ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ٢٠١٨EF٠١٠٢٠/١٠,١٠٢٩

Roser, M.. ٢٠١٣. Future Population Growth.. تمت المراجعة الأخيرة في تشرين الثاني/ نوفمبر، ٢٠١٩. منشور على الانترنت عبر OurWorldInData.org.. متاح على: https://ourworldindata.org/future-population-growth.

Salameh, T.، Olabi, A.G.، Rabaia, M. K. H.، Alkasrawi, M.، Abdelsalam, E Abdelkareem, M. A.. Economic and environmental assessment of the و implementation of solar chimney plant for water production in two cities in UAE.. مجلة Thermal Sci. Engin. Prog. العدد ٣٣، ص ١٠١٣٦٥ (٢٠٢٢). معرّف الكائن الرقمي ٢٠٢٢,١٠١٣٦٥.j.tsep/١٠,١٠١٦

The Growing Need for Sustainable .وآخرون .Sale, P.F.، Feary, D.A.، Burt, J.A Ecological Management of Marine Communities of the Persian Gulf.. مجلة AMBIO. العدد ٤٠، ص ٤-١٧ (٢٠١١). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٣٢٨٠-٠١٠-٠٠٩٢-٦

Mezher, T. . Estimating the social carbon costs from و .Saleh, L. ، al Zaabi, M power and desalination productions in UAE.. مجلة Renew. Sustain. Energy Rev.

العدد ١١٤، ص ١٠٩٢٨٤ (٢٠١٩).

Farinosi, F.. و Sanchez, R. G.، Seliger, R.، Fahl, F.، De Felice, L.، Ouarda, T. B.M.J Freshwater use of the energy sector in Africa.. مجلة Applied Energy العدد ٢٧٠، ص ١١٥١٧١ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.apenergy.٢٠٢٠,١١٥١٧١.

Santamouris, M.. Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions.. مجلة Sci. Total Environ العدد ٥١٢-٥١٣، ص ٥٨٢-٥٩٨ (٢٠١٥). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.scitotenv.٢٠١٥,٠١,٠٦٠.

Fast and pervasive transcriptomic resilience and acclimation. وآخرون Savary, R of extremely heat-tolerant coral holobionts from the northern Red Sea.. PNAS العدد ١١٨، e٢٠٢٣٢٩٨١١٨ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٧٣/pnas.٢٠٢٣٢٩٨١١٨ USA

Scheffran, J.. Climate change, vulnerability و Schilling, J.، Freier, K.P.، Hertig, E and adaptation in North Africa with focus on Morocco. مجلة Agric. Ecosyst. Environ. العدد ١٥٦، ص ١٢-٢٦ (٢٠١٢). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.agee.٢٠١٢,٠٤,٠٢١

Climate change vulnerability, water. وآخرون Schilling, J.، Hertig, E.، Tramblay, Y resources and social implications in North Africa.. مجلة Reg. Environ. Change العدد ٢٠، ص ١٥ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٠١١٣-٠٢٠-١٥٩٧-٧

Shaban, A.. Indicators and Aspects of Hydrological Drought in Lebanon. مجلة Water Res. Manag. العدد ٢٣، ص ١٨٧٥-١٨٩١ (٢٠٠٩).

Coral Reefs of the Gulf: Adaptation to Climatic Extremes. وآخرون Sheppard, C في: B.M. Riegl و S.J. Purkis(eds.)، Coral Reefs of the World ٣. دار النشر Springer Science+Business Media B.V. (٢٠١٢). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/٩٧٨-٩٤-٠٠٧-٣٠٠٨-٣_١٦

Sheppard C.. Coral reefs in the Gulf are mostly dead now, but can we do anything about it? مجلة Mar. Pollut. Bull العدد ١٠٥، ص ٥٩٣- ٥٩٨ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.marpolbul.٢٠١٥,٠٩,٠٣١

Siddig, A. A. H.. Why is biodiversity data-deficiency an ongoing conservation dilemma in Africa? مجلة J. Nat. Conserv. العدد ٥٠، ص ١٢٥٧١٩ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.jnc.٢٠١٩,١٢٥٧١٩

Franzese, P. P.. Food security و Skaf, L.، Buonocore, E.، Dumontet, S.، Capone, R framework.. مجلة J. Clean. Prod. العدد ٢٠٩، ص ١٠٢٥-١٠٣٢ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.jclepro.٢٠١٨,١٠,٣٠١

Sofuoğlu, E.، Ay, A.. The relationship between climate change and political instability: the case of MENA countries (١٩٨٥ : ١- ٢٠١٦ : ١٢) مجلة Environ. Sci. Pollut. Res. العدد ٢٧، ص ١٤٠٣٣-١٤٠٤٣ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١١٣٥٦-٠٢٠-٠٧٩٣٧-٨

The Soussi, A..' Lebanon's cedar trees threatened by climate change'. مجلة Guardian. منشور على الانترنت في ٦ أيلول/ سبتمبر ٢٠١٢. متاح على: https://www.theguardian.com/environment/sep/٢٠١٢/٠٦-lebanon-cedar-trees-climate-change

Marks, D. H.. The و Spang, E. S.، Moomaw, W. R.، Gallagher, K. S.، Kirshen, P. H water consumption of energy production: an international comparison. مجلة Environ. Res. Lett. العدد ٩، ص ١٠٥٠٠٢ (٢٠١٩).

Dosio, A.. Global و Spinoni, J.، Barbosa, P.، Füssel, H.-M.، McCormick, N.، Vogt, J. V population-weighted degree-day projections for a combination of climate and socio-economic scenarios. مجلة Int. J. Climatol. العدد ٤١، ص ٥٤٤٧-٥٤٦٤ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٢/joc.٧٣٢٨

Stephenson, D. B.. Definition, diagnosis, and origin of extreme weather and climate events. في: Climate extremes and society. Diaz, H. F و) Murnane, R. J. eds). دار النشر: مطبعة جامعة كامبريدج، كامبريدج (ص ٣٤٠). ISBN 978-3-87028-521-0

Kropp, J. P.. Increasing pressure, declining water and و Tekken, V.، Costa, L climate change in north-eastern Morocco. مجلة J. Coast Conserv. العدد ١٧، ص ٣٧٩-٣٨٨ (٢٠١٣). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١١٨٥٢-٠١٣-٠٢٣٤-٧

Terwisscha van Scheltinga, C.، de Miguel Garcia, A.، Wilbers, GJ. وآخرون Unravelling the interplay between water and food systems in arid and semi-arid environments: the case of Egypt. . مجلة Food Sec. العدد ١٣، ص ١١٤٥-١١٦١ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٢٥٧١-٠٢١-٠١٢٠٨-١

Somot, S.. Future Scenarios of Surface Water و Hanich, L. و Tramblay, Y.، Jarlan, L Resources Availability in North African Dams. مجلة Water Resour. Manage. العدد ٣٢، ص ١٢٩١-١٣٠٦ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١١٢٦٩-٠١٧-١٨٧٠-٨

Challenges for drought assessment in the Mediterranean. وآخرون Tramblay, Y. region under future climate scenarios.. مجلة Earth-Sci. Rev. العدد ٢١٠، ص ١٠٣٣٤٨ (٢٠٢٠).

?Eltahir, E. A. B.. Why Is the Mediterranean a Climate Change Hot Spot و Tuel, A مجلة J. Clim. العدد ٣٣، ص ٥٨٢٩-٥٨٤٣ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١١٧٥/JCLI-D-١٩-٠٩٠١

Wilby, R.. Increasing Resilience to Climate و Verner, D.، Lee, D. R.، Ashwill, M Change in the Agricultural Sector of the Middle East: The Cases of Jordan and Lebanon (٢٠١٣). واشنطن: البنك الدولي. معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٥٩٦/٩٧٨-٠-٨٢١٣-٩٨٤٤-٩

Climate change impacts in the Middle East and Northern Africa. وآخرون Waha, K region) and their implications for vulnerable population groups.. مجلة (MENA) Reg. Environ. Change العدد ١٧، ص ١٦٢٣-١٦٣٨ (٢٠١٧). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٠١١٣-٠١٧-١١٤٤-٢

The deadly combination of heat and humidity in India and. وآخرون Wehner, M Pakistan in summer.. ٢٠١٥ مجلة Bull. Am. Meteorol. Soc. العدد ٩٧، قسم ٨١- ٨٦ (٢٠١٦). البنك الدولي، ٢٠١٤. اخفضوا الحرارة: مواجهة الواقع المناخي الجديد. واشنطن: البنك الدولي. متاح على: http://documents.worldbank.org/curated/en/٣١٧٣٠١٤٦٨٢٤٢٠٩٨٨٧٠/Main-report

البنك الدولي، ٢٠٢١. مؤشرات التنمية العالمية. متاح على: https://data.worldbank.org/country

البنك الدولي، ٢٠٢٢. بوابة المعارف الخاصة بتغير المناخ. متاح على: https://climateknowledgeportal.worldbank.org

WMO (٢٠٢١). المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. حالة المناخ في إفريقيا ٢٠٢٠. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، جينيف. تقرير WMO- رقم ١٢٧٥، ص ٤٢.

Scheffer, M.. Future of theg .Xu, C.، Kohler, T. A.، Lenton, T. M.، Svenning, J.-C human climate niche. مجلة Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. العدد ١١٧، ص ١١٣٥٠-١١٣٥٥ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٧٣/ pnas.١٩١٠١١٤١١٧

Varela, R.، Rodríguez-Díaz, L.، deCastro, M.. Persistent heat waves projected for the ٢١st century Middle East and North Africa by the end of the.. مجلة PLoS One العدد ١٥، e٠٢٤٢٤٧٧ (٢٠٢٠). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٣٧١/journal.pone.٠٢٤٢٤٧٧

Climate Variability, Drought, and Drought Management. وآخرون Verner, D in Morocco›s Agricultural Sector.. البنك الدولي، واشنطن. البنك الدولي. متاح على: https://openknowledge.worldbank.org/handle/١٠٩٨٦/٣٠٦٠٣

د. زين. ' سد النهضة: هل إثيوبيا فعلا لا تستطيع إيقاف ملء سدها المثير للجدل؟ 'بي بي سي نيوز. منشور على الانترنت في ٨ تموز/ يوليو ٢٠٢١. متاح على: https://www.bbc.co.uk/news/world-africa-٥٣٤٣٢٩٤٨

Global multi-model projections of local urban climates. وآخرون Zhao, L. مجلة Nature Clim. Chang. العدد ١١، ص ١٥٢-١٥٧ (٢٠٢١). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٣٨/s٤١٥٥٨-٠٢٠-٠٠٩٥٨

Lelieveld, J.. Projected changes in heat و Zittis, G.K، Hadjinicolaou, P.، Fnais, M wave characteristics in the eastern Mediterranean and the Middle East.. مجلة Reg. Environ. Chang. العدد ١٦، ص ١٨٦٣-١٨٧٦ (٢٠١٦). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٠١١٣-٠١٤-٠٧٥٣-٢

Zittis, G.. Observed rainfall trends and precipitation uncertainty in the vicinity of the Mediterranean, Middle East and North Africa.. مجلة Theor. Appl. Climatol. العدد ١٣٤، ص ١٢٠٧-١٢٣٠ (٢٠١٨). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s٠٠٧٠٤-٠١٧-٢٣٣٣-٠

Lelieveld, J.. A multi- و Zittis, G.، Hadjinicolaou, P.، Klangidou, M.، Proestos, Y model, multi-scenario, and multi-domain analysis of regional climate projections for the Mediterranean.. مجلة Reg. Environ. Chang. مجلة ١٩، ص ٢٦٢١-٢٦٣٥ (٢٠١٩). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٠٧/s١٠١١٣-٠١٩-١٥٦٥-w

Business-as-usual will lead to super and ultra-extreme. وآخرون Zittis, G heatwaves in the Middle East and North Africa.. مجلة npj Clim. Atmos. Sci. العدد ٤، ص ٢٠ (٢٠٢١a). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٣٨/s٤١٦١٢-٠٢١-٠٠١٧٨-٧

Lelieveld, J.. Revisiting future extreme precipitation و Zittis, G.، Bruggeman, A trends in the Mediterranean. مجلة Weather Clim. Extrem. العدد ٣٤، ص ١٠٠٣٨٠ (٢٠٢١b). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠١٦/j.wace.٢٠٢١,١٠٠٣٨٠.

Zittis, G.، Almazroui, M.، Alpert, P.، Ciais, P.، Cramer, W.، Dahdal, Y. وآخرون Climate change and weather extremes in the Eastern Mediterranean and Middle East.. مجلة Rev. Geophys. العدد ٦٠، e٢٠٢١RG٠٠٠٧٦٢ (٢٠٢٢). معرّف الكائن الرقمي ١٠,١٠٢٩/٢٠٢١RG٠٠٠٧٦٢

شكر وتقدير

يتقدّم المؤلفون بالشّكر لكل من د. مهى خليل (الجامعة الأمركية في القاهرة، مصر)، ود. إبراهيم الشيناوي (المركز القومي لبحوث المياه، مصر) ود. أيدن فارو (مختبرات منظمة غرينبيس للبحوث، المملكة المتحدة) على تعليقاتهم الثاقبة ومساهماتهم في خلال عملية مراجعة النظراء.

إنّ أجزاء هذا التّقرير الّتي تغطي حدوث الموجات الحارة وتأثيرها مقتبسة من منشور غرينبيس التّالي:

Weathering the Storm: Extreme weather events and .(٢٠٢٠) .Miller, K. A., Mcunu, N., Anhäuser, A., Farrow, A., Santillo, D. & Johnston, P climate change in Africa. (Review ٢٠٢٠-٠٤).

إنّ أجزاء هذا التّقرير الّتي تغطي النظم الأيكولوجية للبحر الأحمر مقتبسة من منشور غرينبيس التّالي:

FSO Safer: A shipwreck in slow motion. Greenpeace Research .(٢٠٢٢) .Miller, K., Johnston, P., Santillo, D., Horsman, P. & Droubi, A. E Laboratories Technical Report (Review ٢٠٢٢-٠١)

للإقتباس الرجاء ذكر المصدر

كاثرين أ. ميلر، وجورج زيتيس، وديفيد سانتيو، وبول جونستون. (٢٠٢٢). على شفير الهاوية: تداعيات تغيُّر المناخ على ستة بلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. التقرير التقني الصادر عن مختبرات منظمة غرينبيس للبحوث (نسخة منقّحة) ٢-٢٠٢٢.