

ورقة معلومات قطرية البحرين

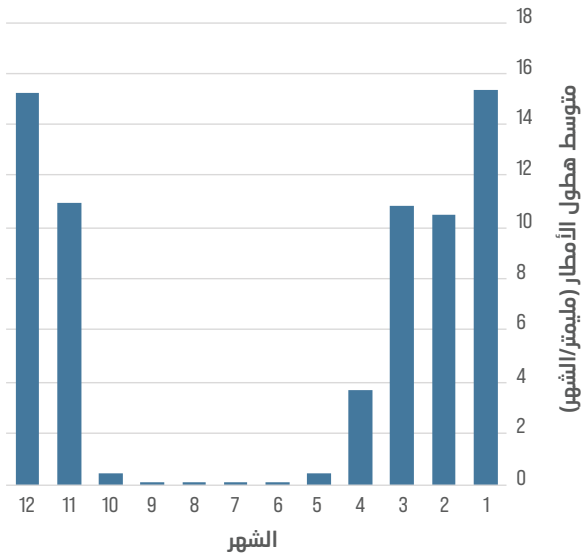


لمحة تاريخية عن اتجاهات درجات الحرارة ومعدلات هطول الأمطار في البحرين

هطول الأمطار في البحرين نادر وغير منتظم، ويتراوح متوسطه السنوي ما بين 60 و80 ملم، ويحدث بمعظمه خلال الموسم المطير بين تشرين الثاني/نوفمبر ونيسان/أبريل (الشكل 2). وشهر كانون الثاني/يناير هو عادةً الأغزر هطولاً، وتتراوح كمية الأمطار خلاله بين 15 و20 ملم، وغالباً ما تهطل على شكل وابل قصير وكثيف وتستمر لبضعة أيام. أما فصلا الربيع والخريف، فلا تقع خلالهما غير زخات ضعيفة ومتفرقة. ويكشف البحث في السجلات الطويلة الأجل عن تباين كبير: فخلال بعض السنوات، سُجِّل أقل من 20 ملم من الهطول، في حين تجاوزت الكمية 100 ملم في سنوات نادرة غزيرة الأمطار.

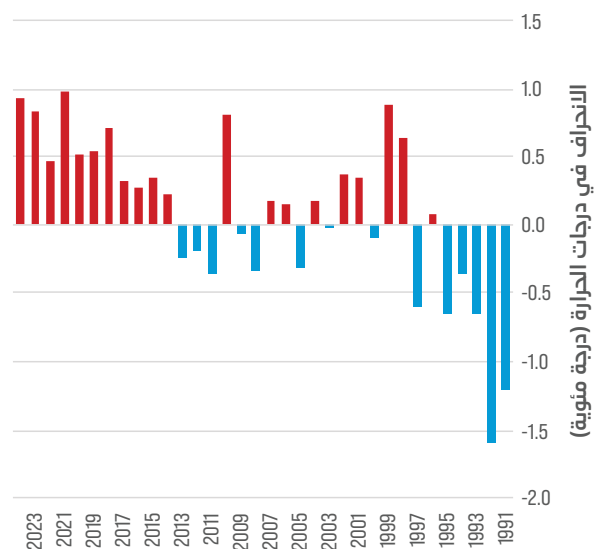
سُجِّل في البحرين ارتفاع واضح في درجات الحرارة على مدى العقد الماضي، فبلغ متوسط درجات الحرارة السنوية المرصود للفترة 1991-2020 حوالي 27.2 درجة مئوية، إلا أن المتوسطات السنوية تجاوزت هذه القيمة في 14 سنة من السنوات العشرين الماضية (الشكل 1). ويتوقع أن يستمر الاتجاه نحو الاحترار، لا سيما خلال فصل الصيف حيث تتجاوز درجات الحرارة القصوى اليومية 35 درجة مئوية. وقد تكون درجات الحرارة المحسوسة أعلى بكثير إذا ما أخذ في الاعتبار تأثير الرطوبة وجزر الاحترار الحضرية.

الشكل 2. المتوسط الشهري لهطول الأمطار في البحرين، 2020-1991



المصدر: بالاستناد إلى بيانات من الإصدار الخامس لإعادة التحليل (ERA5) الصادر عن المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF)، 2023.

الشكل 1. الانحراف السنوي في درجات الحرارة في البحرين مقارنة بمتوسط الفترة 2020-1991



المصدر: بالاستناد إلى بيانات من الإصدار الخامس لإعادة التحليل (ERA5) الصادر عن المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF)، 2023.

خلاصة عن التوقعات المناخية المستقبلية

تشهد البحرين ارتفاعاً سريعاً في درجات الحرارة التي تجاوزت المتوسطات التاريخية الحديثة، ومن المتوقع أن ترتفع بما يتراوح بين 0.8 و1.0 درجة مئوية في الأجل القريب، وما يصل إلى 2.1 درجة مئوية في الأجل المتوسط. وتسجل أكبر الزيادات في فصل الصيف، ويفاقمها أثر الرطوبة وجزر الاحترار الحضرية، مما يجعل خطر الإجهاد الحراري تهديداً مناخياً لا يستهان به.



درجات
الحرارة

قد يتجاوز عدد الأيام الشديدة الحرارة في البحرين 100 يوم سنوياً بحلول الأجل المتوسط، أي أكثر من ثلاثة أشهر ونصف من الأجواء الشديدة الحر في المناطق الداخلية من البلد.



الأيام الشديدة
الحرارة

يُستَجلّ تزايد تدريجي، ومتواضع، في كميات الأمطار في جميع أنحاء منطقة الخليج، بما في ذلك البحرين. ومن المتوقع أن تشتد كثافة هطول الأمطار، بحيث يهطل وابل من الأمطار الغزيرة خلال فترات زمنية قصيرة.



هطول
الأمطار

بلغ متوسط عدد الأيام الجافة المتتالية في البحرين 161 يوماً في السنة خلال الفترة 1995-2014. وتشير التوقعات إلى تغيرات طفيفة نسبياً: ففي الأجل القريب، يُتوقع زيادة بنحو 1.4 يوم في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، وتراجع بنحو 5.2 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). وفي الأجل المتوسط، تشير التوقعات إلى تراجع بنحو 6.4 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، وبحوالي 3.4 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). ولا تكشف التوقعات عن اتجاه واضح لطول فترات الجفاف، ولكن من المتوقع أن يشتد الجفاف بفعل ارتفاع درجات الحرارة وتزايد معدلات التبخر، مما يزيد المخاطر على الزراعة والصحة العامة والأمن الغذائي.



الجفاف

هطول الأمطار الغزيرة في البحرين نادر ولكنه بالغ الأثر. وقد بلغ متوسط قيم مؤشر أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (مؤشر Rx1day) خلال الفترة 1995-2014 حوالي 22.7 ملمتر. وتشير التوقعات المستقبلية إلى ارتفاع قيمة المؤشر، حيث يدفع ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي نحو هطول أغزر للأمطار. ولا تسفر التوقعات عن نتائج مؤكدة للتغيرات في الأجل القريب (2021-2040)، ولكن بحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، من المتوقع حدوث ارتفاع في قيمة المؤشر يتراوح بين 3.3 و3.8 ملمتر مقارنة بالفترة المرجعية. ويُتوقع ارتفاع أكبر بعض الشيء في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) مقارنة بسيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، ما يشير إلى اتجاه غير خطي وتقلب في المناخ.



هطول
الأمطار
الغزيرة

ارتفاع معدلات التبخر هو أحد خصائص مناخ البحرين، وخلال الفترة 1995-2014، بلغ معدل التبخر 67.4 ملمتر شهرياً، وهو يزيد بنحو 6.4 مرة على متوسط كميات هطول الأمطار، وينجم عنه جفاف التربة، وضآلة مستويات تجدد المياه الجوفية، وإجهاد الغطاء النباتي. وتشير التوقعات إلى ارتفاع بمقدار 2.3 ملمتر شهرياً خلال الفترة 2021-2040، وما بين 4.6-5.6 ملمتر شهرياً خلال الفترة 2041-2060، ما يبقي نسبة كميات المياه المتبخرة إلى كميات هطول الأمطار عند نحو 5.5. والاختلال المزمّن في التوازن سيزيد الطلب على المياه للري، وهذا يستنزف المياه الجوفية، ويوقع ضغوطاً على النظم البيئية، ويدفع نحو مزيد من الاعتماد على تحلية المياه.



التبخر

تبقى الرطوبة النسبية من بين أكثر المتغيرات المناخية تأثراً في البحرين، وقد يكون لأي تغير طفيف فيها تداعيات كبيرة عندما تتزامن مع ارتفاع درجات الحرارة. ولا تتغير الرطوبة النسبية إلا بدرجة طفيفة، إلا أنّ تفاعلها مع الاحترار الشديد يعني وقوع ارتفاع حاد في درجات الحرارة المحسوسة، ما يفاقم خطر الإجهاد الحراري.



الرطوبة
النسبية

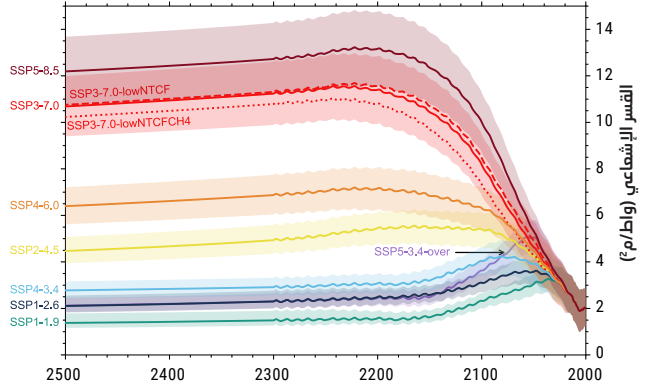
مستويات الإشعاع القصير الموجة الهابط في البحرين مرتفعة للغاية مقارنة بالمعايير العالمية، وهذا الإشعاع من العوامل الرئيسية للاحتراق والتبخر، ومن محركات الطلب على الطاقة. ومع أنّ التوقعات تشير إلى انخفاض طفيف في نسبة الإشعاع في الأجل المتوسط، ستبقى إمكانات توليد الطاقة الشمسية في البحرين على حالها تقريباً.



الإشعاع
القصير الموجة
الهابط

السيناريوهات المناخية

الشكل 3. مجموع القسر الإشعاعي الفعلي في إطار مختلف سيناريوهات مسارات التركيز التمثيلية، 2500-2000



المصدر: مقتبس من IPCC, 2021.

تستند السيناريوهات المناخية التي جرت نمذجتها إلى سيناريوهات المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (SSPs) الواردة في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتمثل هذه المسارات إطاراً يتألف من عدة سيناريوهات اجتماعية اقتصادية عالمية، تُدمج مع مسارات التركيز التمثيلية (RCPs). وقد استُخدم سيناريو هان لغايات

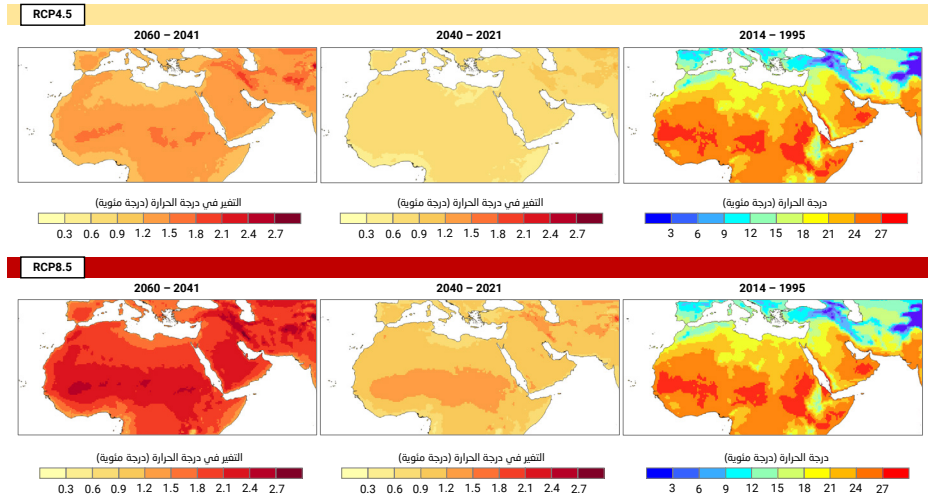
هذا التحليل: سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) وسيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) (الشكل 3). ويمثل سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) السيناريو المركزي للتخطيط في معظم استراتيجيات التكيف الوطنية وتقييمات المخاطر المالية، وينطوي على مسار تنموي «متوسط»، يتسم باعتدال انبعاثات غازات الدفيئة، واتباع السياسات العامة لمسارات تتوافق مع الاتجاهات العالمية الحالية. أما سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، فيتسم بكثافة استخدام الوقود الأحفوري، ويشار إليه في الوثائق الرسمية بأنه مسار إنمائي يحركه الوقود الأحفوري للوصول بسرعة إلى الأهداف. ويرتكز هذا السيناريو إلى فرضية حدوث نمو اقتصادي سريع يعتمد اعتماداً شديداً على استخدام الوقود الأحفوري. وبلاستناد إلى التطورات السياسية والتكنولوجية الأخيرة، يتبين أنّ فرضيات النمو الهائل الشديد الاعتماد على الوقود الأحفوري ما عادت مدعومة بالمعطيات الواقعية، ولكن لا يخلو استخدام هذا السيناريو من الفائدة لجهة استكشاف الحدود القصوى للمخاطر المناخية واختبار متانة استراتيجيات التكيف. ولهذا السبب، تستخدم عدة دراسات معنية بتداعيات تغير المناخ سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) وسيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) كمرجعين يمثلان مستقبلاً تكتنفه المخاطر، بمستويات قد تكون متوسطة أو شديدة.

لمحة عن المنطقة العربية

تشمل الأنشطة الأساسية للمبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (ريكار) إعداد توقعات للمناخ المستقبلي مخصصة لنطاق المنطقة العربية. وقد أطلق مشروع التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (CORDEX-MENA) كجزء من مبادرة ريكار بهدف توفير نتائج موحدة للنمذجة المناخية الإقليمية بدقة مكانية تبلغ 50 كيلومتر، وذلك بهدف دعم التعاون الإقليمي في هذا الصدد. وتشير النتائج إلى أنّ درجات الحرارة في جميع أنحاء

النطاق العربي ترتفع بمعدل أسرع من المتوسط العالمي. ومن المتوقع أن ترتفع متوسطات درجات الحرارة في الأجل القريب (2021-2040) بمقدار 0.7 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (RCP4.5) و1.1 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، وذلك مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) (الشكل 4). وبحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، من المتوقع أن تصل الزيادة إلى 1.3 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (RCP4.5)، و2 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، وذلك مقارنة بالفترة المرجعية.

الشكل 4. متوسط التغير في درجات الحرارة السنوية في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في النطاق العربي



المصدر: مشروع التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (CORDEX-MENA).
إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.



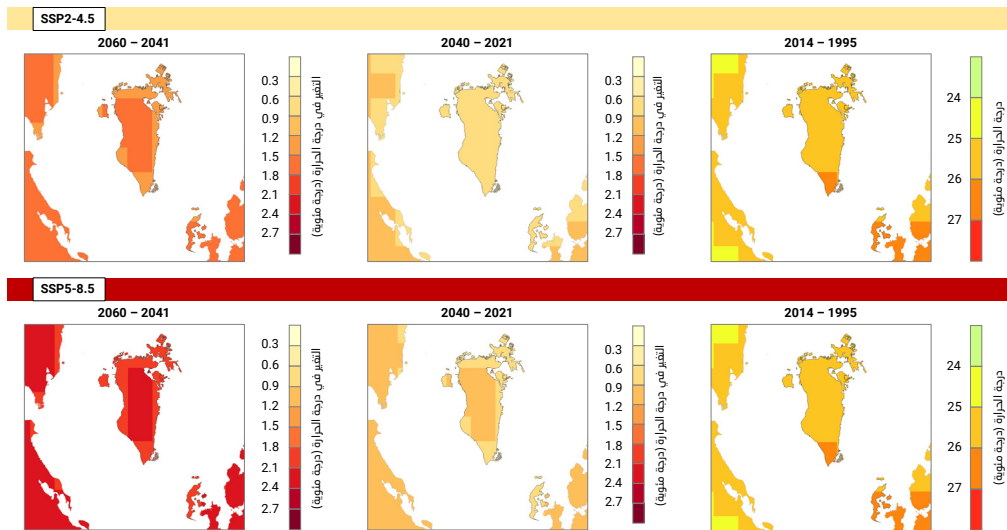
درجات الحرارة

الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، وبين 2.0 و 2.1 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). وتعكس هذه القيم المتوسطات المجمعّة عبر نماذج متعددة للمناخ العالمي (GCMs)، وتشير نتائجها إلى أنّ ظاهرة الاحترار ستستمر.

ولكن التوقعات تُظهر تبايناً من موقع إلى آخر، حيث ستتزايد درجات الحرارة في المناطق الداخلية بوتيرة أسرع من المناطق الساحلية بسبب غياب الأثر المخفف الذي يحدثه البحر على الاحترار. وبالإضافة إلى هذا الاتجاه الإقليمي، تتفاقم حدة الإجهاد الحراري المحلي بفعل أثر جزر الاحترار الحضرية الناجمة عن الأنشطة البشرية، لا سيما في المنامة والمناطق الساحلية الأخرى ذات الكثافة العمرانية العالية.

بالنسبة إلى المستقبل، تؤكد توقعات النمذجة المناخية الإقليمية الصادرة عن نطاق المشرق أنّ البحرين تشهد اتجاهًا تصاعدياً ذا دلالة إحصائية في متوسط درجات حرارة الهواء السطحي، ويتفق هذا الاتجاه مع الاحترار الإقليمي في منطقة الخليج، ويزداد حدةً بفعل العوامل المناخية المحلية. وتشير التوقعات للأجل القريب (2040-2021)، في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، إلى ارتفاع يتراوح بين 0.8 و 0.9 درجة مئوية مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014)، وإلى ارتفاع أكبر بعض الشيء في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، بما يتراوح بين 0.9 و 1.0 درجة مئوية (الشكل 5). وبحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، تشير توقعات النماذج إلى ارتفاع في درجات الحرارة يتراوح بين 1.4 و 1.6 درجة مئوية في إطار سيناريو

الشكل 5. متوسط التغير في درجات الحرارة السنوية في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.



الأيام الشديدة الحرارة

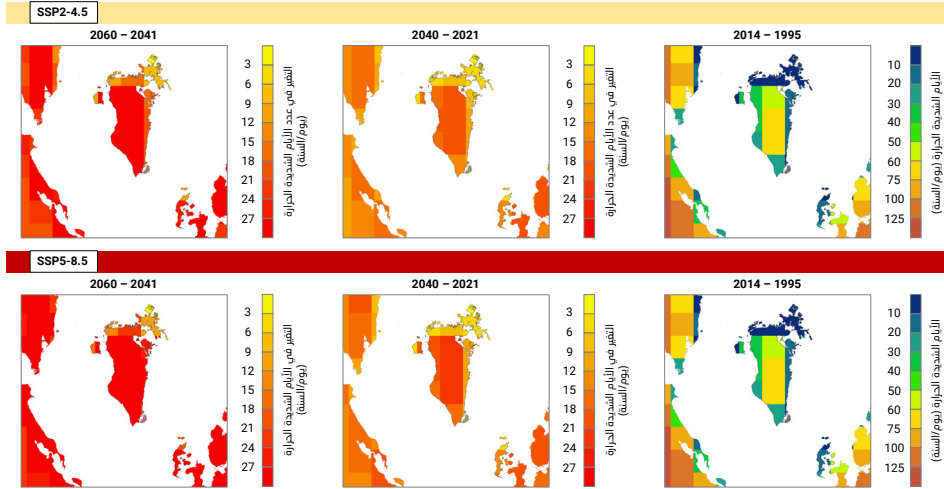
بين 17 و 18 يوماً في السنة في الأجل القريب (2040-2021) وبما يتراوح بين 31 و 42 يوماً في السنة في الأجل المتوسط (2041-2060)، ما سيرفع عدد الأيام الشديدة الحرارة إلى 85 يوماً في السنة في الأجل القريب، وإلى ما يصل إلى 110 أيام في السنة في المناطق الداخلية بحلول الأجل المتوسط (الشكل 6).

وتزايد موجات الاحترار الشديد يهدد الصحة العامة بمخاطر جسيمة، ويوقع ضغوطاً شديدة على شبكات المياه والطاقة، ويفاقم الجفاف والمخاطر البيئية، مثل العواصف الرملية والترابية.

تتعرّض البحرين بشكل متزايد لموجات الاحترار الشديد خلال أشهر الصيف نتيجة لمناخها الجاف وموقعها الجغرافي داخل منطقة الخليج. وتتميز نوبات الاحترار هذه بارتفاع درجات حرارة الهواء ونسب الرطوبة. وفي 18 تموز/يوليو 2023، سُجلت درجة حرارة قصوى قياسية بلغت 48.7 درجة مئوية في حلبة البحرين الدولية¹.

وخلال الفترة المرجعية التاريخية (1995-2014)، سجلت البحرين في المتوسط 34 يوماً في السنة تجاوزت فيها درجات الحرارة القصوى 40 درجة مئوية. وتشير التوقعات المناخية إلى أنّ هذا الرقم سيرتفع بما يتراوح

الشكل 6. متوسط التغير في العدد السنوي للأيام الشديدة الحرارة (مؤشر عدد الأيام الشديدة الحرارة؛ الأيام التي تتجاوز فيها درجة الحرارة القصوى 40 درجة مئوية) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.



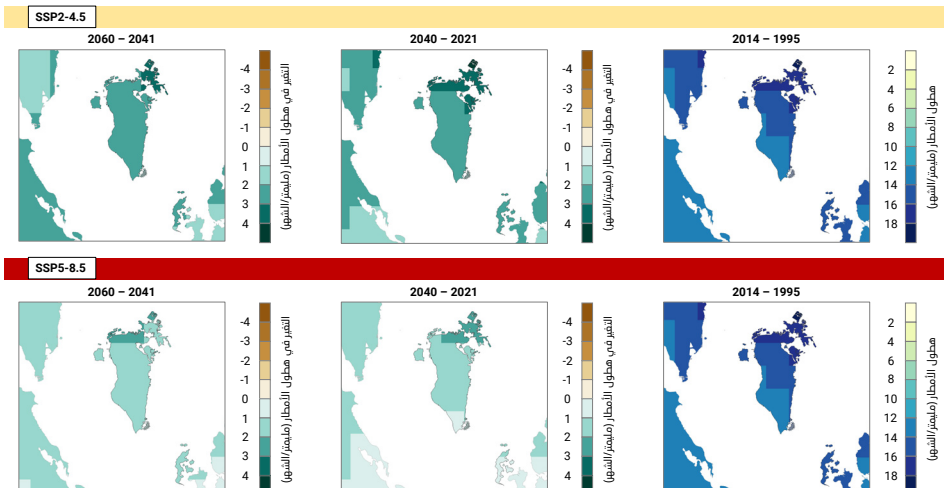
هطول الأمطار

(1995-2014) قيماً أعلى قليلاً، بلغت 127 ملمتر في السنة، ولعل السبب الرئيسي لهذا التباين هو محدودية البيانات. ولذلك، تمثل الانحرافات المتوقعة أساساً أكثر جدوى للتفسير.

وتشير التوقعات المناخية إلى زيادة في هطول الأمطار في جميع أنحاء البلد، بمتوسط يتراوح بين 24 و26 في المائة سنوياً في الأجل المتوسط. وقد لوحظ في السنوات الأخيرة تقلب في معدلات الهطول، وغزارة في الهطول عندما يحدث، بما في ذلك في نيسان/أبريل وأيار/مايو 2024.

هطول الأمطار في البحرين شحيح وموسمي للغاية نتيجة المناخ الصحراوي السائد في البلد. وتتساقط معظم الأمطار خلال أشهر الشتاء (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل)، ويحدث ذلك عادة عن طريق هطول وابل قصير وغير منتظم (الشكل 7). ولا يكاد المطر يهطل خلال فترة الصيف (أيار/مايو-تشرين الأول/أكتوبر)، وغالباً ما تبقى الأشهر من حزيران/يونيو إلى أيلول/سبتمبر جافة تماماً. وفي الفترة من عام 1948 إلى عام 2023، بلغ متوسط هطول الأمطار السنوي 76.9 ملمتر². وتُظهر نتائج النمذجة خلال الفترة المرجعية

الشكل 7. متوسط التغير في هطول الأمطار الموسمي (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



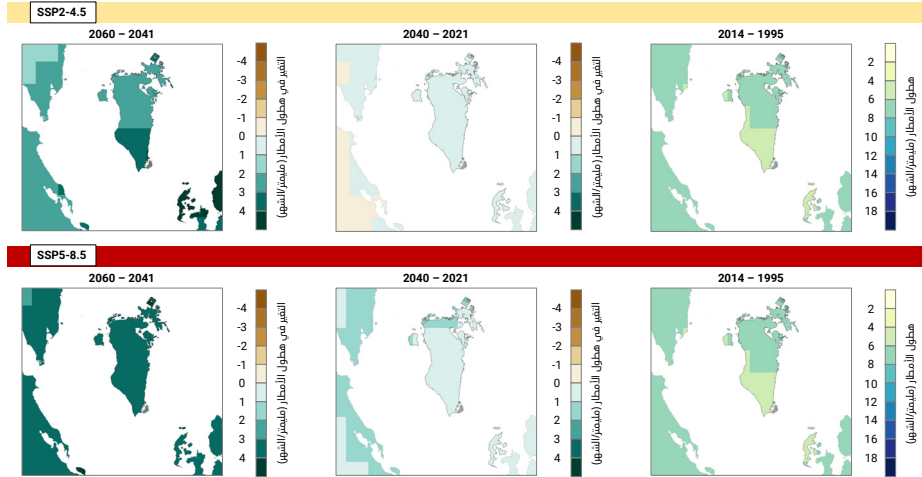
المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

0.2 و1.3 ملم، ولكن كبيرة في الأجل المتوسط (بين 3.0 و3.5 ملمتر) (الشكل 8). وقد تؤدي التغيرات في الدوران الجوي إلى وصول المزيد من الهواء المشبع بالرطوبة إلى البحرين، لا سيما خلال الأشهر الانتقالية. وخلال فصل الصيف، قد تشهد البحرين أيضاً هطول أمطار مرتبطة ببقايا الأنظمة الإعصارية.

ومن الناحية الموسمية، تراوحت الزيادات المتوقعة خلال الفترة بين تشرين الثاني/نوفمبر ونيسان/أبريل بين 2.3 و2.7 ملمتر في الأجل القريب، وبين 1.3 و2.4 ملمتر في الأجل المتوسط (الشكل 7). وبالنسبة إلى الفترة من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر، يتوقع أن تكون الزيادات طفيفة في الأجل القريب (بين

الشكل 8. متوسط التغير في هطول الأمطار الموسمي (من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

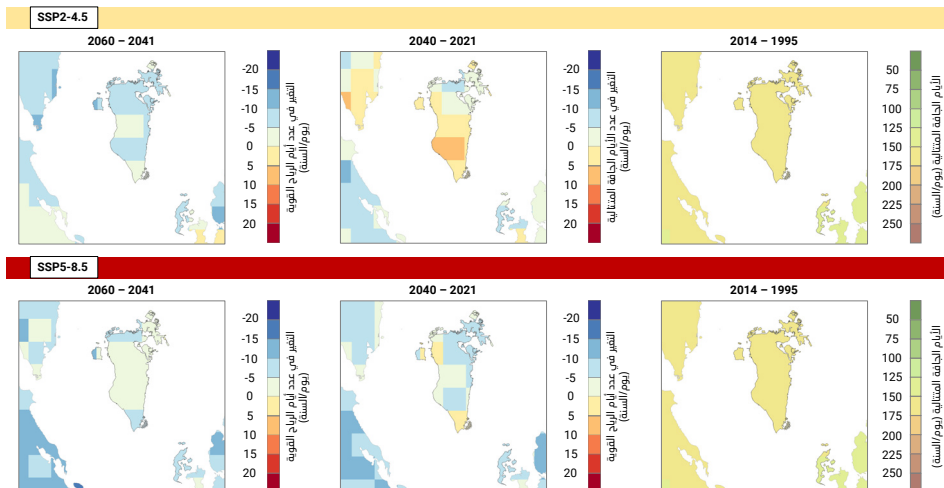


الجفاف (عدد الأيام الجافة المتتالية)

عام 2021، فتفاقم معها الإجهاد المائي في المناطق الجافة من البلد³. وموارد المياه العذبة في البحرين تأتي أساساً من طبقات المياه الجوفية، وتُعزّز بعمليات تحلية المياه، إلا أنّ هذه الموارد تتعرض لضغوط متزايدة بسبب طول فترات الجفاف.

لا يزال الجفاف ظاهرة متجذرة ومقلقة في مناخ البحرين، فهذا المناخ جاف بطبيعته، ويتفاقم وضعه مع تغير اتجاهات هطول الأمطار. وقد شهدت السنوات الأخيرة موجات جفاف أشد حدة، ولا سيما موجة الجفاف الشديد التي وقعت في

الشكل 9. متوسط التغير في أقصى عدد سنوي للأيام الجافة المتتالية في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، وأن يتراجع بنحو 5.2 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). وفي الأجل المتوسط، تشير التوقعات إلى تراجع بنحو 6.4 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، وبحوالي 3.4 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). ولا تكشف التوقعات اتجاهًا واضحًا نحو تزايد فترات الجفاف، ولكن يُتوقع أن يشهد الجفاف بفعل ارتفاع درجات الحرارة وتزايد معدلات التبخر، مما يزيد المخاطر على الزراعة والصحة العامة والأمن الغذائي.

وتُستخدم عدة مؤشرات لتقييم الجفاف، ولكل منها مكان قوة وضعف. ويقيس مؤشر عدد الأيام الجافة المتتالية (CDD) الحد الأقصى السنوي لعدد الأيام المتتالية التي يقل فيها معدل هطول الأمطار عن 1 ملم، ويُستخدم على نطاق واسع لبساطته ووضوحه. وخلال الفترة 1995-2014، بلغ متوسط عدد الأيام الجافة المتتالية في البحرين 161 يوماً في السنة (الشكل 9). وتشير التوقعات إلى تغيرات طفيفة نسبياً: ففي الأجل القريب، يُتوقع أن يزداد عدد هذه الأيام بنحو 1.4 يوم في إطار سيناريو

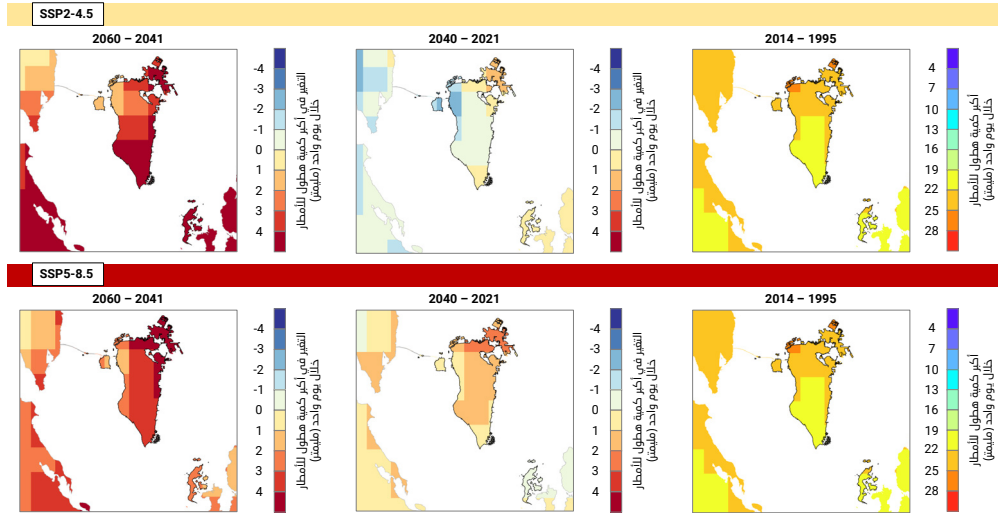


هطول الأمطار الغزيرة (أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد)

وتشير التوقعات المستقبلية إلى ارتفاع قيمة مؤشر أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد، حيث يدفع ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي نحو هطول أغزر للأمطار. ولا تسفر التوقعات عن نتائج مؤكدة للتغيرات في الأجل القريب (2021-2040). ولكن بحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، من المتوقع حدوث ارتفاعات في قيمة المؤشر تتراوح بين 3.3 و3.8 ملم مقارنة بالفترة المرجعية، والارتفاعات أكبر بعض الشيء في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) مقارنة بسيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) (الشكل 10). وتعكس هذه التوقعات الاتجاه غير الخطي لمؤشرات هطول الأمطار الغزيرة، والتقلبات الطبيعية للمناخ.

هطول الأمطار الغزيرة في البحرين نادر ولكنه بالغ الأثر. وقد بلغ متوسط قيم مؤشر أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (مؤشر Rx1day) خلال الفترة 1995-2014 حوالي 22.7 ملم، وذلك وفقاً لمخرجات نطاق المشرق. وقد سجلت عواصف منفردة معدلات هطول أعلى بكثير، مثل 67.9 ملم في 12 آذار/مارس 1995 و45.5 ملم في 15-16 نيسان/أبريل 2024. وتحدث هذه الظواهر عادةً بين شهري كانون الأول/ديسمبر وآذار/مارس، بفعل المنخفضات الجوية الحدودية الناشئة في البحر المتوسط أو الأنظمة الحولية المحلية.

الشكل 10. متوسط التغير في أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (مؤشر Rx1day) سنوياً في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إحلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.



التبخر

67.4 ملم/شهر (الشكل 11)، وهو يزيد بنحو 6.4 مرة على متوسط كميات هطول الأمطار، وينجم عنه جفاف التربة، وضالة مستويات تجدد المياه الجوفية، وإجهاد الغطاء النباتي.

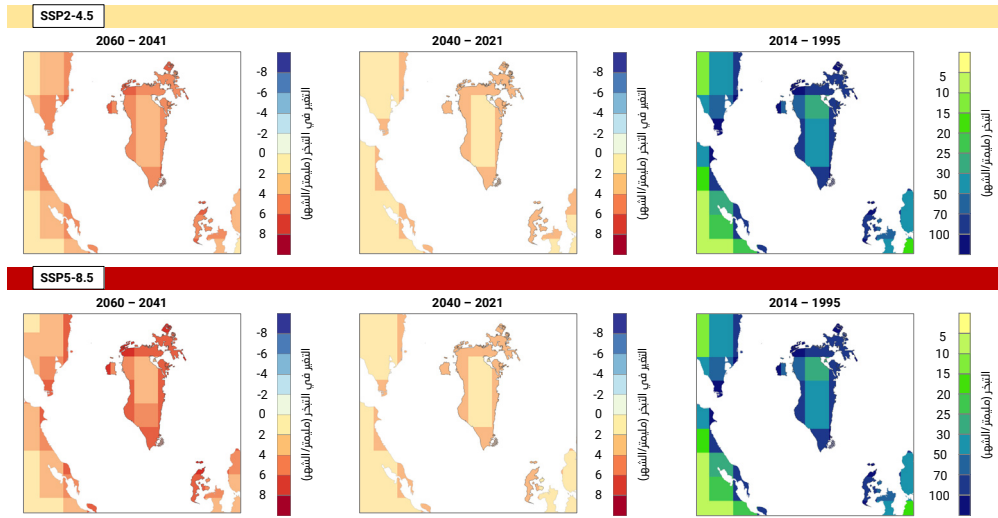
التبخر عامل أساسي في الميزان المائي للبحرين، ويؤثر تأثيره تأثير هطول الأمطار في تحديد مدى توفر المياه وشدة الجفاف. وخلال الفترة 1995-2014، بلغ معدل التبخر

كميات المياه الناجمة عن هطول الأمطار، لتصل إلى حوالي 5.5. ويعكس هذا التراجع التزايد المتواضع في كميات هطول الأمطار مع التنامي المستمر للتبخّر، ما يبقي الغلاف الجوي في حالة عجز مائي حاد. وفي ظل هذه الظروف، من المتوقع أن يزداد الطلب على المياه للري، وأن يتسارع استنزاف المياه الجوفية، وأن تجف التربة بوتيرة أسرع، وأن يشهد الضغط على الغطاء النباتي، ما يؤدي إلى زيادة المخاطر التي تهدد الأمن المائي والزراعة وقدرة النظم الإيكولوجية على الصمود.

وهذا الخلل الشديد في الميزان المائي سمة مميزة للمناخ الجاف في البحرين، وهو ما يفسر اعتماد البلد على تحلية المياه والمياه الجوفية.

ومن المتوقع أن تتزايد كميات المياه المتبخرة بمقدار 2.3 مليمتراً شهرياً في الأجل القريب (2021-2040) وبمقدار 4.6-5.6 مليمتراً شهرياً في الأجل المتوسط (2041-2060). كما تشير التوقعات إلى تراجع طفيف في نسبة كمية المياه المفقودة للتبخّر إلى

الشكل 11. متوسط التغير في التبخر السنوي في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.



الرطوبة النسبية

أكثر رطوبة جراء توفر مياه الخليج الضحلة، وتعرضه الأكبر للرياح الرطبة، وانتشار الغطاء النباتي والأراضي المروية على نطاق أوسع، وكون درجات الحرارة فيه أقل نسبياً من الجنوب. وعلى الرغم من ارتفاع معدل الرطوبة بشكل عام، تشهد البحرين تقلبات يومية كبيرة في الرطوبة النسبية، لا سيما في فصل الصيف. وقد تتجاوز نسبة الرطوبة الليلية على طول الساحل 80 إلى 90 في المائة مع اقتراب الهواء الأكثر برودة من حالة التشبع، قبل أن تنخفض بشكل حاد خلال النهار مع ارتفاع درجات الحرارة.

والتغيرات المتوقعة في الرطوبة النسبية السنوية طفيفة، وتتراوح بين حوالي 0.5- في المائة في المناطق الداخلية و0.5+ في المائة على طول الساحل. ولكن تتزامن هذه التغيرات الطفيفة مع ارتفاع في درجات الحرارة، ما يضمن أثرها كثيراً. وخلال فترات الاحترار الشديد، قد يؤدي الانخفاض الطفيف في الرطوبة النسبية إلى زيادة فقدان الماء بالتبخّر وخطر الإصابة بالجفاف. وفي المقابل، قد تؤدي الزيادات الطفيفة في الرطوبة النسبية إلى رفع

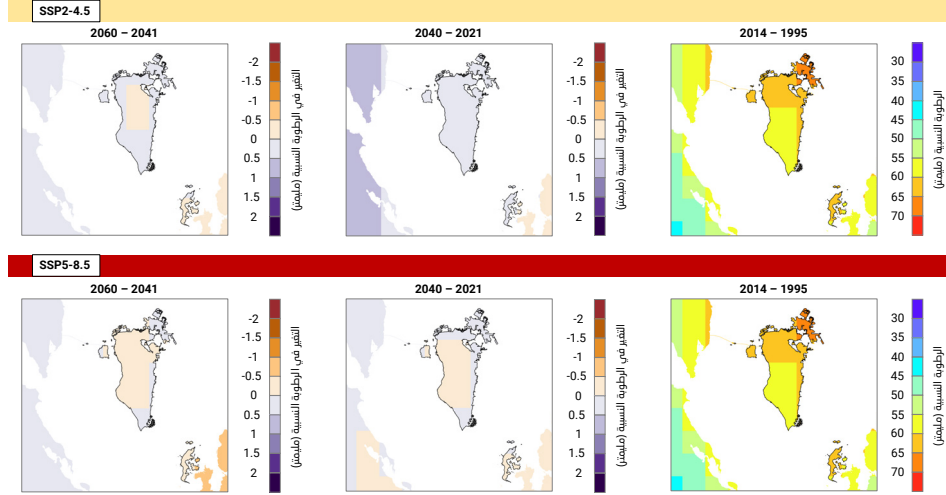
يلتقط قياس الرطوبة النسبية (RH) مدى اقتراب الهواء من حالة التشبع ببخار الماء عند درجة حرارة معينة. ومع أنّ كميات هطول الأمطار في البحرين ضئيلة للغاية، تُعد الرطوبة النسبية من أشد المتغيرات المناخية تأثيراً في حياة البشر اليومية، وفي مدى الإجهاد الحراري، وفي اتجاهات الظروف البيئية. وتأأتي أهمية هذا المقياس من الموقع الجغرافي والديناميات المناخية في البحرين، علاوة على تأثير منطقة الخليج. فمعدل تبخر المياه في الخليج من بين الأعلى في العالم، ومياهه ضحلة وترتفع حرارتها بسرعة، ما يسهم في ارتفاع نسبة الرطوبة، لا سيما في الليل. ويترافق ذلك مع موجات الاحترار الصيفي الرطبة، ومع محدودية التبريد في الليل. وتؤدي الرطوبة دوراً رئيسياً في التبخر والجفاف: فانخفاض نسبة الرطوبة يُسرّع التبخر وجفاف التربة، بينما يبطئ ارتفاع نسبة الرطوبة من هاتين العمليتين.

وخلال الفترة المرجعية، بلغ متوسط الرطوبة النسبية 60.8 في المائة، وسجل أعلى المتوسطات في الشمال، وأخفضها في الجنوب (الشكل 12). ومع أنّ المنطقتين ساحليتين، يُعَدّ الشمال

ولذلك، سيكون التفاعل بين الرطوبة النسبية وارتفاع درجات الحرارة، وليس التغيرات في الرطوبة وحدها، عاملاً هاماً في تحديد المخاطر المستقبلية التي تهدد الصحة العامة، وتزيد الطلب على الطاقة، وتضعف العمل في الهواء الطلق.

درجات الحرارة المحسوسة بدرجة كبيرة ووصولها إلى مستويات خطيرة. على سبيل المثال، يؤدي عادةً ارتفاع درجة حرارة الهواء بمقدار 1 درجة مئوية، مقترنا بارتفاع الرطوبة النسبية بمقدار 0.5 في المائة، إلى ارتفاع في درجة الحرارة المحسوسة بما يتراوح بين 1 و2 درجة مئوية.

الشكل 12. متوسط التغير في المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.



الإشعاع القصير الموجة الهابط

الحرارة في فصل الصيف. لكن، في المقابل، تتأكد معه الإمكانيات الكبيرة المتاحة للبحرين في مجال توليد الطاقة الشمسية.

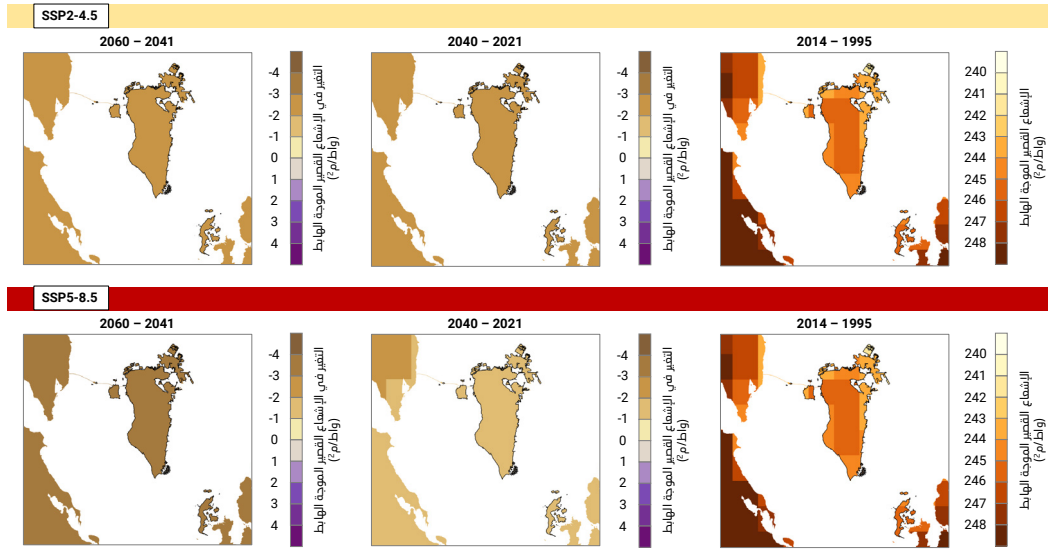
ويشير ارتفاع مقدار الإشعاع القصير الموجة الهابط، بصورة عامة، إلى ظروف جوية صافية، لكنه يكشف أيضاً عن مدى تعرض البحرين للعواصف الرملية والترابية. وقد يؤدي التركيز المرتفع للجسيمات في الهواء (سواء كان ذلك بسبب الغبار أو غيره من الجسيمات) إلى خفض مؤقت في مقدار الإشعاع القصير الموجة الهابط، لأن التركيز المرتفع للجسيمات يشتت أشعة الشمس لدى ورودها.

وتشير التوقعات إلى انخفاض في الإشعاع القصير الموجة الهابط يتراوح بين 1.9 و2.3 واط للمتر مربع في الأجل القريب (2021-2040)، وبين 2.7 و3.4 واط للمتر مربع في الأجل المتوسط (2041-2060). وهذه التغيرات طفيفة مقارنةً بالمستوى الأساسي المرتفع في البحرين، ولها تأثير محدود على المخاطر المرتبطة بالمناخ. ومع ذلك، يشير هذا الانخفاض الطفيف إلى زيادة متواضعة في الجسيمات الجوية أو الغبار أو الضباب، ما يؤدي إلى انخفاض قليل في كمية ضوء الشمس التي تصل إلى السطح. وعلى الرغم من هذا التراجع، لا تزال إمكانيات الطاقة الشمسية في البحرين مرتفعة ومستقرة إلى حدٍ كبير.

يقيس الإشعاع القصير الموجة الهابط كمية ضوء الشمس التي تصل إلى سطح الأرض. وهو يؤثر بشكل مباشر على نسبة التبخر وشدة الجفاف والطلب على الطاقة، ويتأثر بالظروف الجوية، مثل الغبار والضباب والرطوبة، التي يمكن أن تقلل من مقدار الإشعاع عن طريق تشتيت أشعة الشمس أو امتصاصها. وفي أحيان كثيرة، يُستخدم مصطلح «الإشعاع القصير الموجة الهابط» بالتبادل مع «الإشعاع الشمسي»، ولكنه في الواقع يشير تحديداً إلى المكون القصير الموجة من الطاقة الشمسية، ولا يشمل الإشعاع الطويل الموجة. وبالتالي، فهو مكون من المكونات الكلية للإشعاع الشمسي. وقد يُستخدم الإشعاع القصير الموجة الهابط لتقدير الطاقة الشمسية الكامنة، وكمؤشر غير مباشر لمقدار الغبار العالق في الهواء والجسيمات الأخرى.

وخلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط مقدار الإشعاع القصير الموجة الهابط في البحرين 245.0 واط للمتر المربع، وهو مقدار مرتفع نسبياً وفقاً للمعايير العالمية (الشكل 13). ويشير هذا المستوى إلى مناخ يغلب عليه صفاء السماء، وشدة الإشعاع الشمسي، وضآلة الغطاء السحابي، وقوة الاحترار الموسمي. وارتفاع مقدار الإشعاع القصير الموجة الهابط يسرع ارتفاع درجة حرارة السطح، ويفاقم الإجهاد الحراري، ويزيد من احتباس الحرارة ليلاً في المناطق الحضرية، ويسهم في ارتفاع درجات

الشكل 13. متوسط التغير في المقدار السنوي للإشعاع القصير الموجة الهابط في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في البحرين



المصدر: تجميع المؤلفين.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

نبذة عن التوقعات المناخية

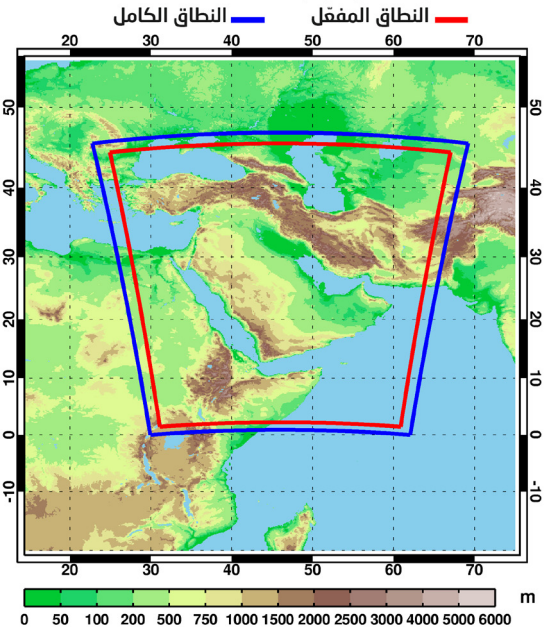
الجوية المتوسطة المدى (ECMWF). والغرض من الإصدار الخامس من إعادة التحليل هو إجراء عملية إعادة بناء متسقة من الناحية الفيزيائية للظروف الجوية السابقة، ويُستخدم على نطاق واسع كخط أساس مرجعي لتقييمات المناخ الإقليمية.

واستُمدَّت التوقعات المناخية الواردة في هذا التحليل من نتائج النمذجة المناخية الإقليمية التي طُوِّرت لنطاق المشرق في إطار مبادرة ريكار⁴ (الشكل 14). وقد قلَّصت دقة النماذج إلى شبكة بدقة 10 كيلومتر، وتستخدم مجموعة مكونة من ستة نماذج مناخية عالمية (GCMs). ويشمل النطاق بلدان المشرق في المنطقة العربية، وشبه الجزيرة العربية، وشمال شرق أفريقيا، ما يتيح إجراء تقييم متسق لأنماط الدوران على نطاق واسع، وللتدرجات الإقليمية، وللعمليات المناخية الدقيقة المتصلة بتحليل الآثار والتكيف. عند تفسير الخرائط، تجدر الإشارة إلى أنَّ الفترة المرجعية التاريخية المستخدمة في محاكاة نطاق المشرق قد تختلف عن منتجات إعادة التحليل ومجموعات البيانات الرصدية، حيث إنَّ خطوط الأساس مستمدة مباشرة من النماذج المناخية. وهذه الاختلافات متوقعة وتعكس الفرق المنهجي بين الدراسات المناخية القائمة على النماذج والسجلات المقيّدة بالبيانات الرصدية. ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات على موقع ريكار.

والدقة المكانية البالغة 10 كيلومترات تُعدُّ منخفضة نسبياً للبحرين نظراً لصغر حجم البلد. ولهذا السبب، يُوصى بمواصلة تقليص النطاق للوصول إلى دقة مكانية أعلى، وذلك لدعم عمليات التخطيط ووضع السياسات.

الشكل 14. نطاق المشرق

ريكار - نطاق المشرق باستبانة مكانية قدرها 10 كم (MSH-10)، باستخدام نموذج HCLIM-ALADIN (SMHI)



المصدر: SMHI and ESCWA, forthcoming.

إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

اقتُبست البيانات التاريخية المتعلقة بالظروف المناخية لدرجات الحرارة وهطول الأمطار (الشكلان 1 و2) من الإصدار الخامس لإعادة التحليل (ERA5) الصادر عن المركز الأوروبي للتنبؤات

Bahrain Ministry of Transportation and Telecommunications (2024). [Bahrain Meteorological Directorate statistics](#).

CEIC Data (2021). [Bahrain Mean Drought Index](#). Accessed on 11 June 2025.

Climate Data Store [CDS] (2025). [Climate data access and resources](#).

Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store (2019). [CORDEX regional climate model data on single levels](#). Accessed on 12 May 2025.

Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store (2023). [Complete ERA5 global atmospheric reanalysis](#).

Drisya, J., and Al-Zubari, W.K. (2025). "Investigating the future precipitation changes over the Kingdom of Bahrain using CMIP6 projections". *Earth Systems and Environment*, pp. 1–24.

Elghonaimy, I., and Mohammed, W.E. (2019). "Urban heat islands in Bahrain: an urban perspective". *Buildings* 9(4), 96.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021). "Data for Figure 7.SM.1 (v20220721) – Working Group I Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report, Chapter 7". *IPCC AR6 WGI Data Repository*.

Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) and United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) (forthcoming). "Future climate projections for the Mashreq region under the intermediate and high emissions scenarios". E/ESCWA/CL1.CCS/2026/RICCAR/Technical report.19.

United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) and others (2017). Arab Climate Change Assessment Report – Main Report. Beirut. [E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report](#).

United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) (forthcoming). "Regional climate modelling projections for Bahrain: Key findings".

الحواشي

1. Bahrain, Ministry of Transportation and Telecommunications, 2024.
2. Drisya and Al-Zubari, 2025.
3. CEIC Data, 2021.
4. SMHI and ESCWA, 2026.



رؤيتنا: طاقات وابتكار، ومنطقتنا استقرار وعدل وازدهار.

رسالتنا: بشغف وعزم وعقل: نبتكر، ننتج المعرفة، نقدّم المشورة، نبني التوافق، نواكب المنطقة العربية على مسار خطة عام 2030.

يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلّ إنسان.

www.unescwa.org

