



لمحة تاريخية عن اتجاهات درجات الحرارة ومعدلات هطول الأمطار في جزر القمر

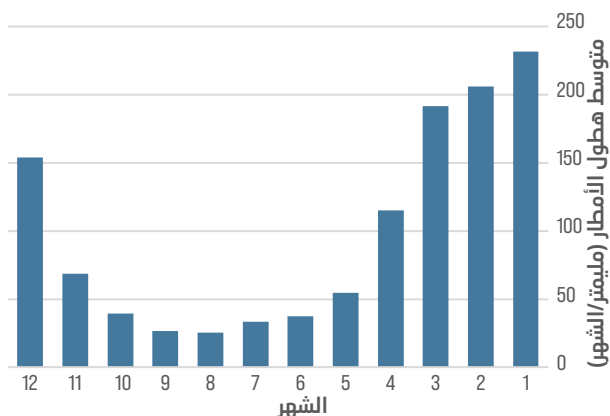
والكميات كبيرة أيضاً، وإن كانت أقل بعض الشيء، في جزيرتي أنجوان وموهيلي. ورياح كاشكازي الموسمية هي العامل الأساسي في الموسم المطير (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل)، والأمطار خلال الموسم غزيرة، ومعدلات الرطوبة مرتفعة، ودرجات الحرارة دافئة. ويُعدُّ شهرا كانون الثاني/يناير وشباط/فبراير أغزر الشهور هطولاً.

ويشهد الموسم الجاف (من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر) انخفاضاً حاداً في هطول الأمطار، حيث تجلب الرياح التجارية الجنوبية الشرقية طقساً أكثر برودة واستقراراً. ويُعدُّ شهر آب/أغسطس وأيلول/سبتمبر الأكثر جفافاً، إذ تنخفض نسبة الرطوبة، ويتقلص الغطاء السحابي، ويصبح هطول الأمطار خفيفاً ومتفرقاً، وهو على العكس التام لأحوال الأمطار الموسمية الغزيرة التي تهطل خلال فصل الصيف في نصف الكرة الأرضية الجنوبي.

المناخ في أرخبيل جزر القمر استوائي بحري، تغلب عليه درجات الحرارة الدافئة ومعدلات الرطوبة المرتفعة وتساقطات الأمطار الغزيرة. وتظهر فوارق طفيفة على النطاق المناخي المتوسط بين جزر نجاجيجا (القمر الكبرى) وموالي (موهيلي) وأنزواني (أنجوان)، وترتبط هذه الاختلافات بالتضاريس البركانية وتأثيرات المحيط. ويتراوح متوسط درجات الحرارة القصوى بين 25 درجة مئوية و30 درجة مئوية، وتصل إلى 32-33 درجة مئوية في الفترة من كانون الثاني/يناير إلى آذار/مارس، بينما تنخفض درجات الحرارة ليلاً في موسم الجفاف إلى 19-21 درجة مئوية. وتُظهر الأرصاد الحديثة ارتفاعاً تدريجياً في درجات الحرارة، وزيادة في تواتر الأيام الحارة والليالي الأكثر دفئاً، ما يزيد من القابلية للتأثر بتغير المناخ (الشكل 1).

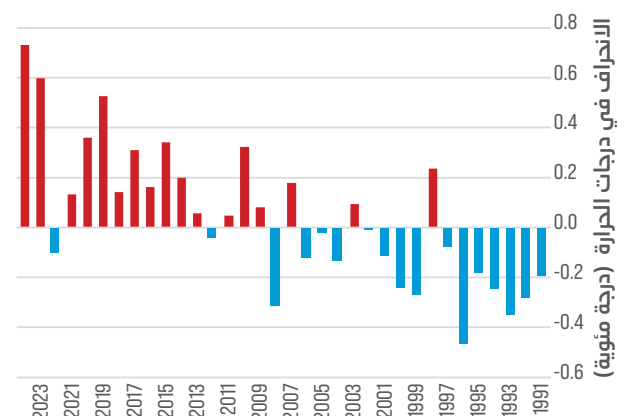
تساقط الأمطار بغزارة في جميع جزر الأρχيل. وتبلغ كمية الأمطار في جزيرة القمر الكبرى 2,000-3,000 ملليمتر سنوياً،

الشكل 2. المتوسط الشهري لهطول الأمطار في جزر القمر، 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 جزر القمر مقارنة بمتوسط الفترة 1991-2020



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



درجات الحرارة

من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة بمقدار 0.55-0.64 درجة مئوية في الأجل القريب (2021-2040)، وبما يصل إلى 1.24 درجة مئوية في الأجل المتوسط (2041-2060). وحتى ارتفاع طفيف في درجات الحرارة سيؤدي إلى تفاقم الإجهاد الحراري واشتداد قوة الأعاصير المدارية.



الأيام الدافئة

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط عدد الأيام الحارة في جزر القمر 268 يوماً في السنة، ما يعادل حوالي 9 أشهر تزيد خلالها درجات الحرارة اليومية عن 25 درجة مئوية. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، من المتوقع أن يرتفع هذا العدد إلى حوالي 325 يوماً في السنة بحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، أي ما يقرب من 11 شهراً. ويشير هذا إلى تحول نحو ظروف مناخية دافئة على مدار العام تقريباً، حيث تزيد الرطوبة المرتفعة من حدة الإجهاد الحراري وتأثيرات موجات الحر.



هطول الأمطار

تشير التوقعات إلى تزايد في هطول الأمطار خلال الموسم المطير في جزر القمر (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل). وفي إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، يُتوقع أن يتزايد هطول الأمطار بمقدار 21.6 ملمتر شهرياً في الأجل القريب، وبمقدار 13.9 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. وأما في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، تشير التوقعات إلى انخفاض في معدلات هطول الأمطار بمقدار 15.7 ملمتر شهرياً في الأجل القريب، وبمقدار 5.6 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. وستكون الفوارق بين السيناريوهين أكبر في الأجل القريب نتيجة التقلبات المناخية الداخلية. والتوقعات العامة هي تراجع هطول الأمطار في الموسم الجاف (من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر)، إلا في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) في الأجل القريب، حيث ستزداد بمقدار 3.8 ملمتر شهرياً. أما في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، فستنخفض كمية هطول الأمطار بمقدار 2.4 ملمتر شهرياً في الأجل القريب، وبمقدار 5.7 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. وفي الأجل المتوسط، يهيمن الاحترار القسري، ما يؤدي إلى الجفاف في كلا السيناريوهين، مع انخفاض معدل هطول الأمطار بمقدار 4.6-5.7 ملمتر شهرياً.



الجفاف

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، تراوح عدد الأيام الجافة المتتالية بين 42 و49 يوماً. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، لا تشير التوقعات إلى أي تغير يذكر، ما يشير إلى بقاء مدة الموسم الجاف على حالها. لكن، وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، تشير التوقعات إلى ازدياد عدد الأيام الجافة المتتالية بحوالي 4 أيام في الأجل القريب (2021-2040) وبحوالي 5 أيام في الأجل المتوسط (2041-2060)، ما يشير إلى تحول نحو فترات جفاف أطول وأكثر تواتراً مع اشتداد الاحترار.



هطول الأمطار الغزيرة

تشير التوقعات إلى ازدياد شدة أحداث هطول الأمطار الغزيرة، بحيث يرتفع مؤشر أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (مؤشر Rx1day) بما يتراوح بين 13 و19 ملمتر يومياً في الأجل القريب (2021-2040) وبما يتراوح بين 10 و23 ملمتر يومياً في الأجل المتوسط (2041-2060). وإذا ترافق تزايد كمية هطول الأمطار الغزيرة خلال يوم واحد مع تزايد في عدد الأيام الجافة المتتالية، يشير ذلك إلى تحول نحو فترات جفاف أطول تتخللها أحداث هطول أمطار أشد غزارة ترتبط بالأعاصير، ما قد يزيد من مخاطر الفيضانات والانسيابات الأرضية وشح المياه.



التبخّر

الزيادات المتوقعة في معدل التبخر في جزر القمر ضئيلة، لكنها، عندما تقترب بتغيرات أكبر بكثير في هطول الأمطار، تساعد في تحديد ما إذا كان المناخ سيصبح أكثر رطوبة أو جفافاً. ومن المتوقع أن يرتفع معدل التبخر بمقدار 0.6-2.9 ملمتر شهرياً فقط في الأجل القريب (2021-2040) وبمقدار 1.3-2.5 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط (2041-2060)، مقارنة بمتوسط الفترة المرجعية البالغ 116 ملمتر شهرياً.



الرطوبة
النسبية



أيام الرياح
القوية

كانت الرطوبة النسبية في جزر القمر مرتفعة أصلاً خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بمتوسط يبلغ 78 في المائة، ولكن إذا اقتُرنت زيادة في معدلات الرطوبة بارتفاع في درجات الحرارة، سيؤدي ذلك إلى تفاقم الإجهاد الحراري، حتى وإن كانت الزيادة المتوقعة طفيفة كما هي الحال في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل المتوسط، حيث يتوقع أن تبلغ الزيادة 0.2 في المائة.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، تراوح عدد أيام الرياح القوية بين 62 و94 يوماً في السنة، وسُجلت أعلى القيم فوق جزيرة القمر الكبرى. وتشير التوقعات إلى انخفاض مستمر في جميع السيناريوهات، بما يصل إلى 12 يوماً في السنة بحلول الأجل المتوسط (2041-2060) في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ما يعكس انخفاضاً في عدد أحداث هبوب الرياح المتوسطة والقوية. وقد يحدث هذا الانخفاض على الرغم من التوقعات التي تشير إلى اشتداد رياح الأعاصير في ظل ارتفاع درجات الحرارة.

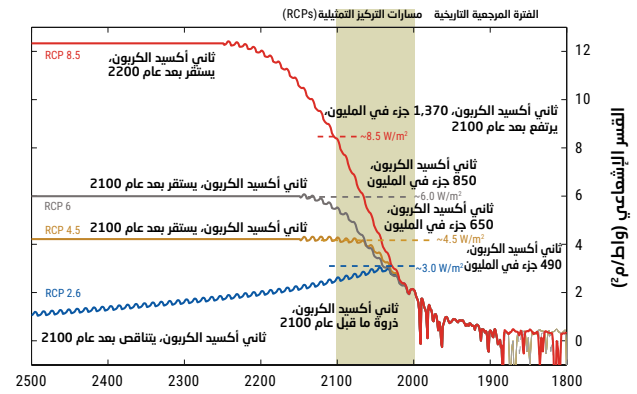
السيناريوهات المناخية

القصر الإشعاعي بحلول عام 2100. وقد استُخدم في هذا التحليل سيناريوهان من مختلف سيناريوهات مسارات التركيز التمثيلية، وذلك لوضع نطاق معقول للظروف المناخية المستقبلية:

- سيناريو مسار التركيز التمثيلي 2.6 أو سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6): يتسم بانخفاض الانبعاثات واتخاذ تدابير قوية للتخفيف، مع الإسراع بالحد من انبعاثات الكربون بسرعة وتراجع القصر الإشعاعي على مدار القرن.
- سيناريو مسار التركيز التمثيلي 8.5 أو سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5): يتسم بارتفاع حجم الانبعاثات وقوة القصر الإشعاعي، ويستشرف مستقبلاً يستمر فيه تنامي الانبعاثات وتبقى تدخلات السياسات العامة في القضايا المناخية محدودة.

يوفر السيناريوهان إطاراً بنوياً واضحاً لتقييم الآثار المناخية في ظل جهود صارمة للتخفيف من جهة، ومستويات مرتفعة من الاحترار من جهة أخرى.

الشكل 3. مسارات التركيز التمثيلية



المصدر: مقتبس من Meinshausen M. and others, 2011.

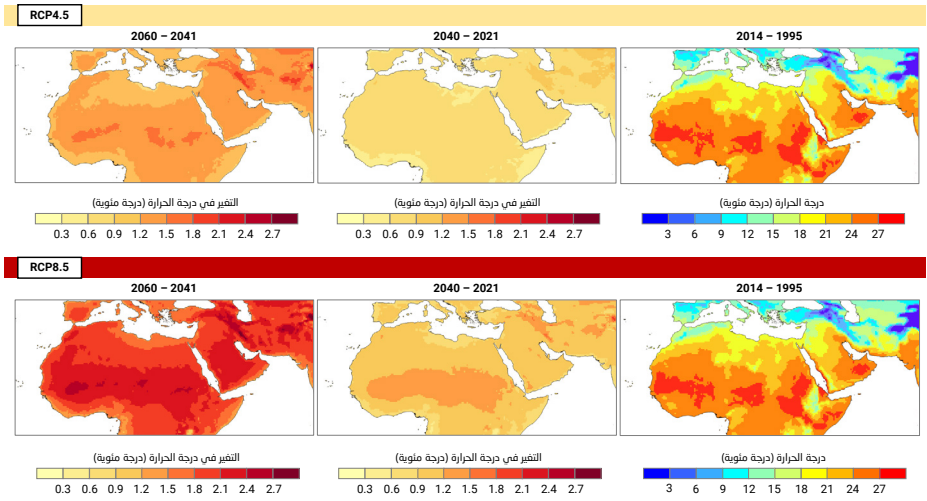
تستند السيناريوهات المناخية المستخدمة في هذا التقييم إلى مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) التي أعدت من أجل تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الشكل 3). ويصف كل سيناريو المسارات السائدة علمياً التي قد تتخذها تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، ويرتبط كل سيناريو بمستوى محدد من

لمحة عن المنطقة العربية

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.

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 أُطلق 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 أن درجات الحرارة في جميع أنحاء النطاق العربي ترتفع بمعدل أسرع

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

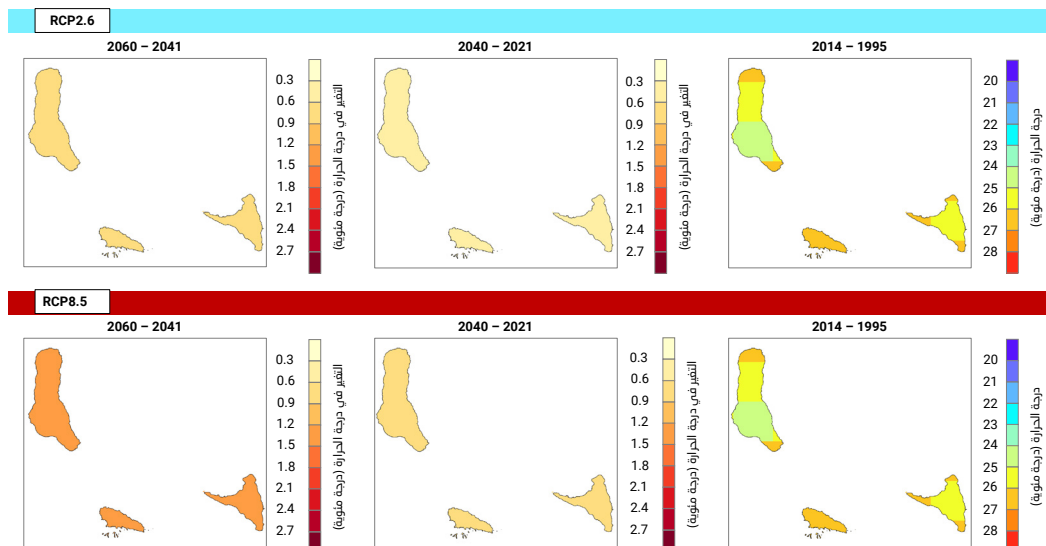


درجات الحرارة

هذا، وتشير التوقعات المستقبلية إلى أن ارتفاع درجات الحرارة في جزر القمر سيكون ملحوظاً ولكن بدرجة أقل منه في المنطقة العربية ككل، وذلك بسبب الموقع البحري للأرخبيل (الشكل 5). وفي الأجل القريب (2040-2021)، تتراوح الزيادات في متوسط درجة الحرارة بين 0.55 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.64 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وفي الأجل المتوسط (2060-2041)، تصل الزيادة إلى 0.62 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)،

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط درجات الحرارة في جزر القمر حوالي 25.3 درجة مئوية، مع اختلافات طفيفة من جزيرة إلى أخرى بسبب التباينات على النطاق المناخي المتوسط (الشكل 5). وعلى عكس أنجوان وموهيلي، يهيمن على جزيرة القمر الكبرى جبل القرطالة، وهو بركان نشط يصل ارتفاعه إلى 2,361 متر. ويسهم ارتفاع الجبل عن سطح البحر وتضاريسه البركانية في جعل الأجواء أكثر برودة مقارنة بالأراضي المنخفضة المحيطة به.

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



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

درجة حرارة سطح البحر بمقدار 0.48 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وبمقدار 0.61 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، قبل أن تصل الزيادات، بحلول الأجل المتوسط، إلى 0.65 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وإلى 1.25 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5).¹ وارتفاع درجة حرارة مياه البحار، حتى وإن كان نتيجة ارتفاع متواضع في درجة حرارة الغلاف الجوي، يؤدي إلى زيادة قوة الأعاصير المدارية وغزارة هطول الأمطار، ما يزيد من المخاطر المناخية التي تواجهها الجزر.

وإلى 1.24 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). إلى جانب الرطوبة العالية، يؤدي أي ارتفاع في درجات الحرارة، وإن كان متواضعاً، إلى تفاقم الإجهاد الحراري. والمحاصيل التي تعتمد على مياه الأمطار، مثل الفانيليا واليلانغ يلانغ والقرنفل، شديدة الحساسية إزاء الحرارة، وقد يؤدي ارتفاع درجة الحرارة بمقدار يزيد قليلاً عن 1 درجة مئوية إلى تقصير مواسم النمو، وانخفاض الغلة، وزيادة ضغوط الآفات.

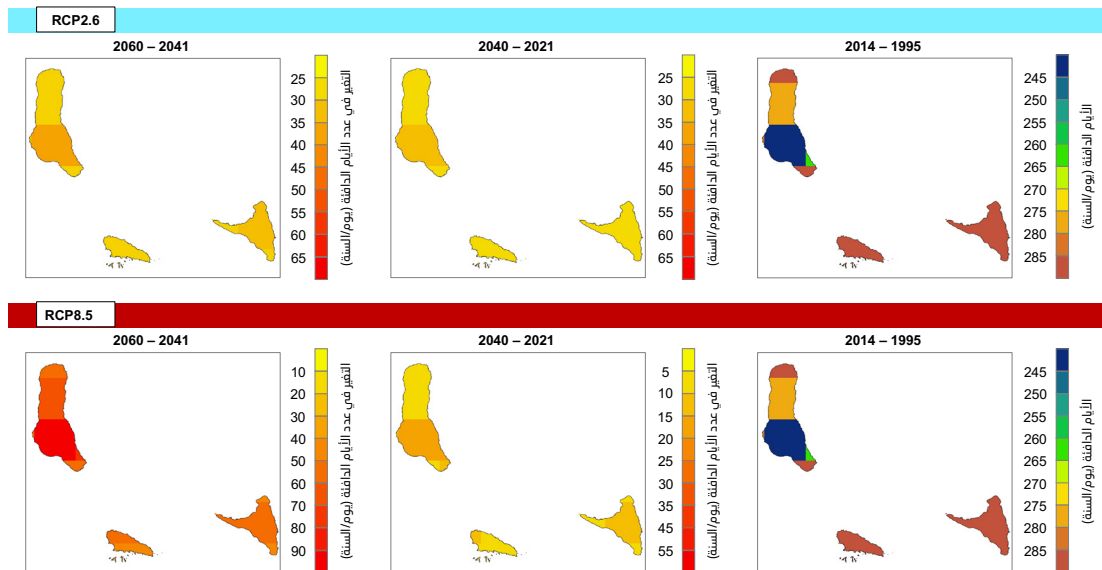
والزيادات المتوقعة في درجة حرارة الهواء القريبة من سطح البحر مماثلة لتلك التي تشهدها درجة حرارة سطح البحر. وفي الأجل القريب، من المتوقع أن ترتفع

الأيام الدافئة

وتظهر أنماط على النطاق المناخي المتوسط في مختلف الجزر: وخلال الفترة المرجعية (1995-2014)، تراوحت قيمة مؤشر عدد الأيام الدافئة بين 241 يوماً في السنة بالقرب من جبل القرطالة وبين 291 يوماً في السنة على طول الساحل (الشكل 6). وتشير التوقعات إلى أن أكبر الزيادات ستحدث بالقرب من جبل القرطالة، لأن ارتفاع الجبل والتضاريس المعقدة المحيطة به والمناخ المحلي الموضعي يجعل المنطقة أكثر حساسية إزاء الاحترار. وحتى ارتفاعات طفيفة في متوسط درجة الحرارة قد تؤدي إلى زيادة كبيرة في عدد الأيام التي تتجاوز فيها درجة الحرارة 25 درجة مئوية. وبحلول الأجل القريب (2021-2040)،

تُعرّف الأيام الدافئة بأنها تلك التي تتجاوز فيها درجة الحرارة القصوى اليومية 25 درجة مئوية (SU25)، وتمثل مؤشراً مناخياً هاماً بالنسبة إلى جزر القمر، فيظهر منها تواتر الحالات حيث تتجاوز درجات الحرارة العتبة التي تؤثر مباشرة على السكان والزراعة والأنظمة الإيكولوجية. تاريخياً، كانت موجات الحرارة في جزر القمر أقل تواتراً وتوثيقاً مقارنة بالبلدان الأخرى في القارة الأفريقية أو المنطقة العربية، ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى التأثير المعتدل للمناخ البحري للجزر. إلا أن هذا النمط يتغير. وتشير قياسات محطة موروني للأرصاد الجوية إلى أن درجات الحرارة القصوى تصل إلى 33-35 درجة مئوية².

الشكل 6. متوسط التغير في العدد السنوي للأيام الدافئة (مؤشر عدد الأيام الدافئة التي تتجاوز فيها درجة الحرارة القصوى 25 درجة مئوية) في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في جزر القمر



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

بالفترة المرجعية، ما يشير إلى تحول نحو ظروف يستمر فيها، على مدار العام تقريباً، ارتفاع درجات الحرارة القصوى اليومية إلى ما يزيد عن 25 درجة مئوية.

ونظراً لارتفاع معدلات الرطوبة في جزر القمر، سترتفع درجات الحرارة المحسوسة بشكل أكبر، ما يؤدي إلى تفاقم الإجهاد الحراري وزيادة المخاطر المرتبطة بموجات الحر.

من المتوقع أن يتزايد عدد هذه الأيام بما يتراوح بين 29 و33 يوماً في السنة، بل وأن تصل الزيادة إلى 38 يوماً في بعض المناطق. وبحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، من المتوقع أن تبلغ الزيادة ما بين 32 و55 يوماً في السنة، بل وأن تصل إلى 66 يوماً. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، من المتوقع أن تشهد جزر القمر حوالي 325 يوماً دافئاً في السنة في الأجل المتوسط، أي ما يقرب من 11 شهراً. وتمثل هذه النتيجة زيادةً بنحو الشهرين مقارنة

هطول الأمطار



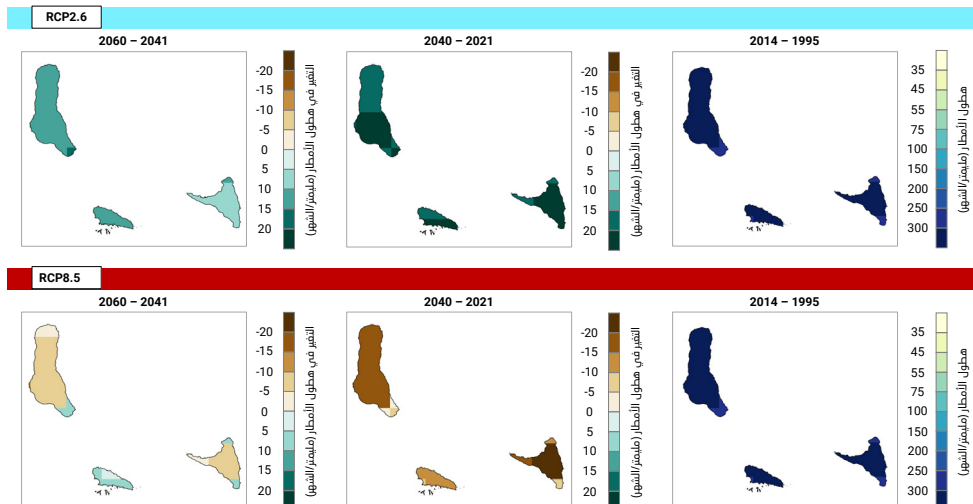
ما يعزز هطول الأمطار في الموسم المطير المدفوع بنظام كاشكازي (الشكل 7). وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، تنخفض معدلات هطول الأمطار عموماً بمقدار 15.7 ملمتر شهرياً في الأجل القريب، وبمقدار 5.6 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. وفي الأجل القريب، تؤدي التغيرات في الدوران الجوي إلى تراجع هطول الأمطار الموسمية، ولكن الدلائل للأجل المتوسط أضعف وأقل اتساقاً، فلا تسفر إلا عن تغيرات طفيفة. والاختلافات بين السيناريوهين أكبر في الأجل القريب نظراً لسيطرة التقلبات المناخية الداخلية، ولكن في الأجل المتوسط، قد تكون التغيرات الناتجة عن ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي أرجح وزناً من هذه التقلبات.

ويعود سبب الموسم الجاف الذي يمتد من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر إلى تراجع منطقة الالتقاء المداري، وزيادة قوة حركة هبوط الهواء المرتبطة بالرياح التجارية شبه الاستوائية، وتراجع تأثير الأعاصير. وتشير التوقعات عموماً إلى اتجاه نحو الجفاف، باستثناء الأجل القريب في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)،

تتميز جزر القمر بموسمين مطيرين رئيسيين: موسم حار ورطب يمتد من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل، ويبلغ ذروته في كانون الثاني/يناير، وموسم أكثر برودة وجفافاً يمتد من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر. ورياح كاشكازي الموسمية هي العامل الأساسي في الموسم المطير، وهي رياح شمالية غربية دافئة ومشبعة بالرطوبة تجلب معها حملاً حرارياً عميقاً وأمطاراً غزيرة. ويتفاعل تأثيرها مع تأثير منطقة الالتقاء المداري، والرطوبة الآتية من جنوب غرب المحيط الهندي الدافئ، والأمطار المرتبطة بالأعاصير، والتضاريس البركانية الشديدة الانحدار في الجزر.

وتسفر التغيرات المتوقعة في هطول الأمطار خلال الموسم المطير (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل) عن دلائل متباينة بسبب العوامل المختلفة المؤثرة على النظام المناخي. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، من المتوقع أن تزداد كمية هطول الأمطار بمقدار 21.6 ملمتر شهرياً في الأجل القريب (2021-2040) وبمقدار 13.9 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط (2041-2060). وفي هذا السيناريو، يؤدي الارتفاع الطفيف في درجات الحرارة إلى زيادة توافر الرطوبة،

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



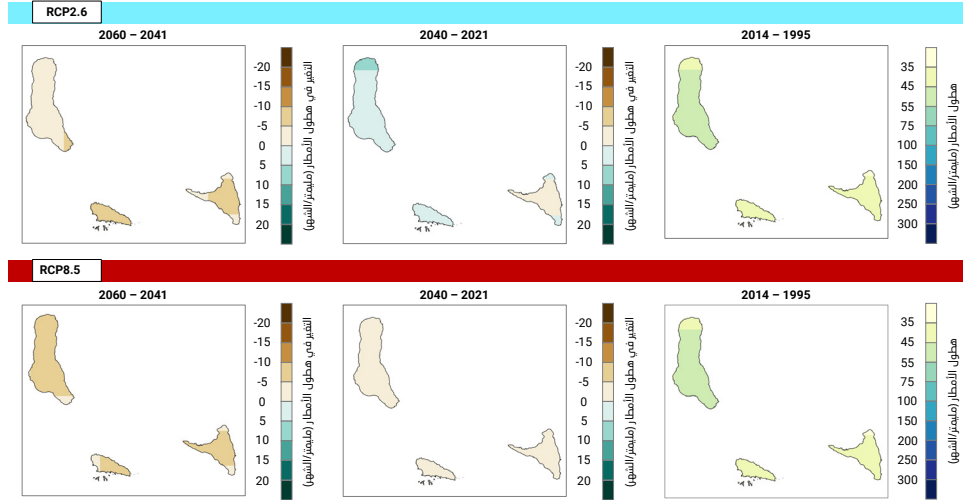
المصدر: تجميع المؤلفين.

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

بمقدار 2.4 مليمتراً شهرياً. وبحلول فترة الأجل المتوسط، تهيم مؤشرات الجفاف، حيث يُسجل انخفاض بمقدار 4.6 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وبمقدار 5.7 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5).

حيث تزداد كمية هطول الأمطار بمقدار 3.8 مليمتراً شهرياً (الشكل 8). وتعكس هذه الزيادة التباين الداخلي، والارتفاعات العرضية في الرطوبة، والفترات التي يؤدي فيها تراجع الاستقرار الجوي إلى تكوّن أكثر كثافة للسحب. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، تتراجع كمية هطول الأمطار

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 جزر القمر



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

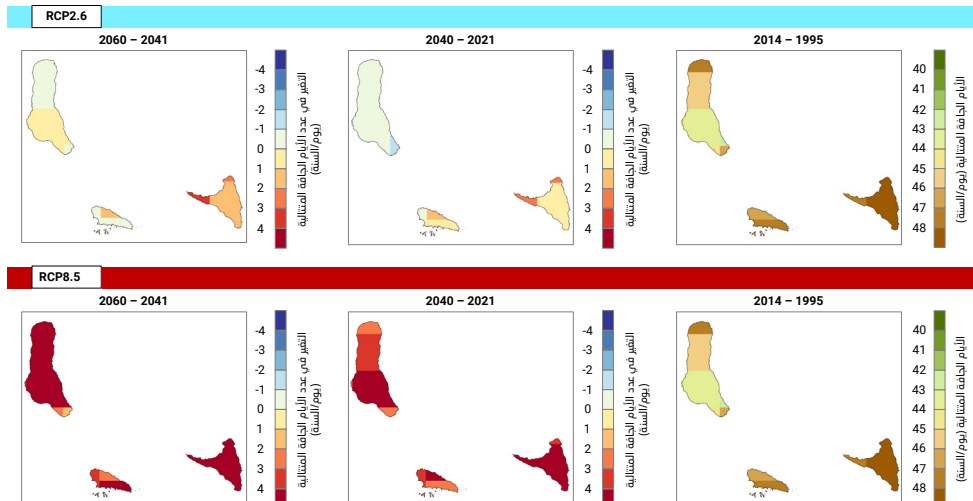


الجفاف (عدد الأيام الجافة المتتالية)

أكتوبر. وعلى الرغم من أن موجات الجفاف أقل شيوعاً مقارنة بالبلدان الأخرى في القارة الأفريقية، تعرّض هشاشة شبكات المياه الجزر للمخاطر، حتى إذا كانت فترات نقص هطول الأمطار قصيرة.

تواجه جزر القمر مخاطر شح المياه والجفاف نتيجة محدودة سعة تخزين المياه العذبة وطول فترات الأيام الجافة المتتالية، لا سيما خلال الموسم الجاف الممتد من أيار/مايو إلى تشرين الأول/

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 جزر القمر



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

(RCP8.5)، تشير التوقعات إلى ازدياد عدد الأيام الجافة المتتالية بحوالي 4 أيام في الأجل القريب (2040-2021) وبحوالي 5 أيام في الأجل المتوسط (2060-2041)، ما يشير إلى تحول نحو فترات جفاف أطول وأكثر تواتراً مع اشتداد الاحترار.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، تراوح عدد الأيام الجافة المتتالية بين 42 و49 يوماً في السنة (الشكل 9). وتشير التوقعات إلى حدوث تغيير طفيف في ظل سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6). وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة



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

الهطول المتطرف للأمطار في الجزر الاستوائية والمناطق المتأثرة بالرياح الموسمية في ظل ارتفاع درجات الحرارة. وإذا تراقب تزايد كمية هطول الأمطار الغزيرة في يوم واحد مع تزايد في عدد الأيام الجافة المتتالية، يشير ذلك إلى اضطراب أكبر في المناخ الهيدرولوجي، يتسم بالتحول نحو فترات جفاف أطول تتخللها أحداث هطول أمطار أشد غزارة ترتبط بالأعاصير، ما قد يزيد من مخاطر الفيضانات والانهيارات الأرضية وشح المياه.

وفي الأجل القريب (2040-2021)، من المتوقع أن يرتفع مؤشر أكبر كمية هطول أمطار في يوم واحد بما يتراوح بين 13 و19 ملمتر في اليوم، لا سيما فوق جزيرة القمر الكبرى. وبحلول الأجل المتوسط (2060-2041)، تستمر الزيادات لكنها ضمن نطاق أوسع، يتراوح بين 10 و23 ملمتر في اليوم.

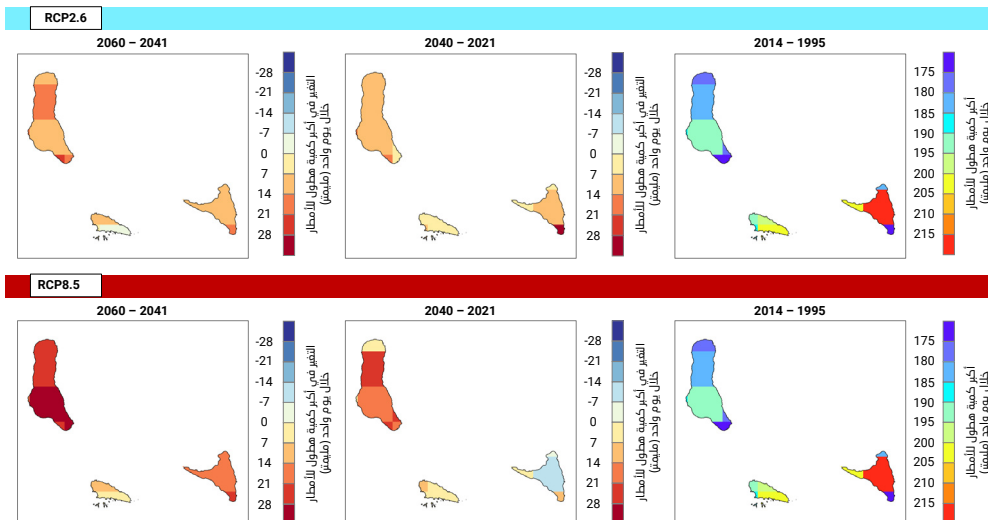
وثمة استثناء ملحوظ في جزيرة أنجوان في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، حيث يُتوقع انخفاض طفيف في المؤشر بنحو 9 ملمتر. ويعكس هذا الاتجاه التقلبات المناخية الداخلية والتغيرات في مسارات العواصف خلال فترة قصيرة نسبياً (20 عاماً)، ولكنه لا يعكس الاتجاه العام نحو هطول أكثر تطرفاً وشدة للأمطار في ظل استمرار الاحترار.

تؤثر عوامل عدة في هطول الأمطار الغزيرة في جزر القمر، وتشمل درجات حرارة المحيط الدافئة، والرطوبة الاستوائية العميقة، وديناميات الأعاصير، ومنطقة الالتقاء المداري، والتضاريس البركانية الشديدة الانحدار في الجزر. وتتضافر هذه العوامل معاً لتهيئ الظروف لحدوث أقوى نوبات هطول الأمطار على مدار 24 ساعة في الأرخبيل. ومن الأمثلة الحديثة على تلك النوبات: الإعصار «كينيث» (نيسان/أبريل 2019)، الذي تسبب في هطول 309 ملمتر من الأمطار خلال 24 ساعة في مطار هاهيا، والإعصار «هيلين» (آذار/مارس 2014)، الذي تسبب في هطول ما يقارب 150 ملمتر من الأمطار خلال 24 ساعة في جزيرة القمر الكبرى⁴.

خلال الفترة المرجعية، أظهرت أنماط هطول الأمطار الغزيرة تبايناً مكانياً ملحوظاً. وتصل أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (مؤشر Rx1day) إلى 217 ملمتر فوق جبل نترينجي في أنجوان، وهي أعلى قيمة مسجلة في جميع الجزر. وتعكس هذه النتيجة التضاريس الأكثر انحداراً في جزيرة أنجوان، وتعرضها الأكبر للتدفقات الهوائية المحملة بالرطوبة، وتفاعلها الأكثر تواتراً مع أحزمة الأمطار الإعصارية مقارنة بجزيرة غراند كومور (الشكل 10).

وتشير التوقعات المناخية إلى زيادة عامة في قيمة مؤشر Rx1day، وهذه التوقعات تتوافق مع الزيادات المتوقعة في

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



المصدر: تجميع المؤلفين.

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



التبخّر

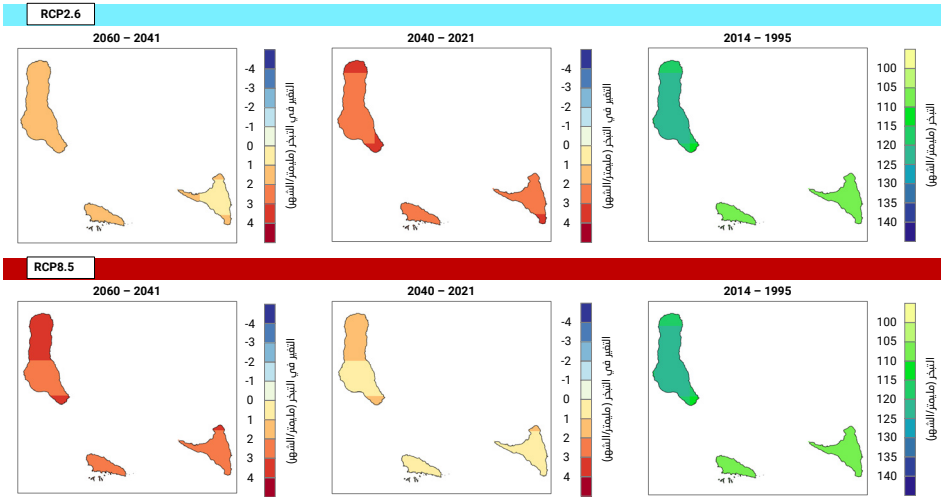
(RCP8.5) (الشكل 11). والزيادات في الأجل المتوسط متواضعة مقارنة بالفترة المرجعية، حيث تصل إلى 1.3 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وإلى 2.5 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5).

وهذه الزيادة في التبخر، وإذ تتزامن مع تراجع هطول الأمطار في الموسم الجاف وفي الموسم المطير في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ستساهم في تفاقم العجز الهيدرولوجي. ويشير ذلك إلى أن الجفاف المتوقع في جزر القمر يُعزى في المقام الأول إلى انخفاض معدلات هطول الأمطار، في حين يُعدّ ارتفاع معدل التبخر عاملاً ثانوياً يساهم في تفاقم الظاهرة، وليس العامل الرئيسي.

يتأثر التبخر في جزر القمر بارتفاع درجة حرارة سطح البحر، والإشعاع الشمسي القوي، وتدفق الرياح التجارية المستمر، والتضاريس البركانية للجزر. ويدلّ المتوسط للفترة المرجعية، البالغ 116 ملمتر شهرياً، على جزر استوائية بحرية رطبة، حيث تهيمن عمليات التبادل القوية للرطوبة بين المحيط والغلاف الجوي على المناخ الهيدرولوجي الإقليمي.

وتشير التغيرات المتوقعة إلى أن التبخر سيزداد في كل سيناريو ولكل فترة زمنية، إلا أن حجم هذه الزيادة يظل ضئيلاً مقارنة بالتغيرات في هطول الأمطار. وفي الأجل القريب، من المتوقع أن يرتفع معدل التبخر بمقدار 2.9 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وبمقدار 0.6 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5).

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



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

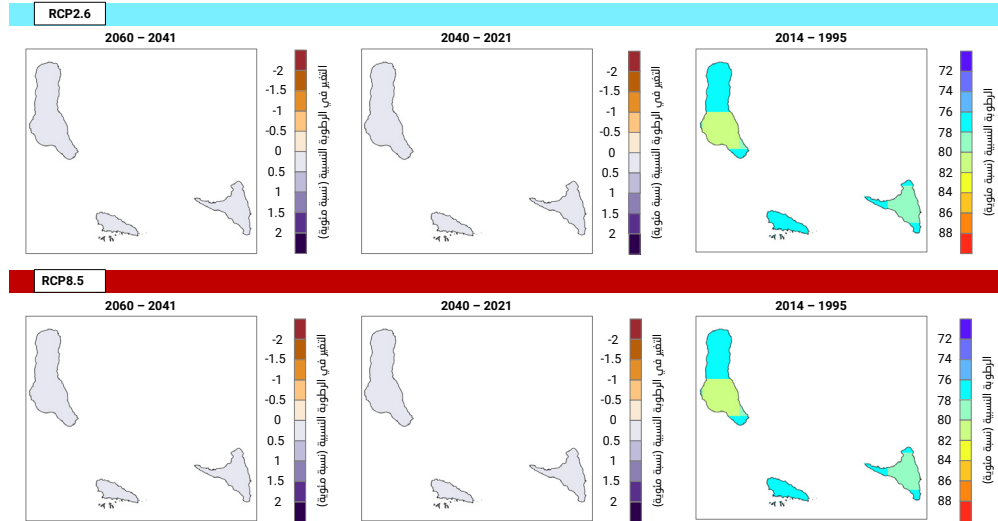
وتشير التوقعات إلى زيادة طفيفة للغاية في الرطوبة النسبية، تصل إلى 0.2 في المائة بحلول الأجل المتوسط (2060-2041) في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وتدل هذه الزيادة الطفيفة على احتباس أكبر، وبدرجة طفيفة، للرطوبة في الطبقة الفاصلة، لكن هذا الاحتباس أقل من أن يعوض عن الجفاف الهيدرولوجي، الذي يُعزى في المقام الأول إلى تراجع معدلات هطول الأمطار. ولكن قد تؤدي هذه الزيادة المتواضعة إلى تفاقم الإجهاد الحراري. في مناخ جزر القمر الرطب أصلاً، قد يؤدي ارتفاع درجة حرارة الهواء بمقدار 1 درجة مئوية، عند مستويات

تُعد الرطوبة النسبية أحد المتغيرات المناخية الرئيسية في جزر القمر، حيث تؤثر على الإجهاد الحراري، والتبخر، وتكوّن الأمطار، والتوازن الهيدرولوجي. وتسهم الرطوبة النسبية المرتفعة في ارتفاع درجات الحرارة ليلاً، وتحدّ من التبخر حتى في الظروف الدافئة، وتشجع هطول الأمطار جراء الحمل الحراري، وتؤثر على استجابة الجزر لظاهرة الجفاف في المستقبل. خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط الرطوبة النسبية السنوية 78 في المائة، ما يشير إلى أن الغلاف الجوي كان قريباً، وباستمرار، من حالة التشبع (الشكل 12).

المرتفعة تضيق المدى الحراري اليومي، إذ تحد من انخفاض درجات الحرارة ليلاً، ما يسهم في استمرار الجو الدافئ في ساعات الليل، ويزيد من المخاطر المرتبطة بموجات الحر.

رطوبة نسبية تتراوح بين 78 و79 في المائة، إلى ارتفاع في درجة الحرارة المحسوسة بنحو 3-4 درجات مئوية، ما يزيد بشكل كبير من الإجهاد الحراري الفسيولوجي. كما أن الرطوبة

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



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

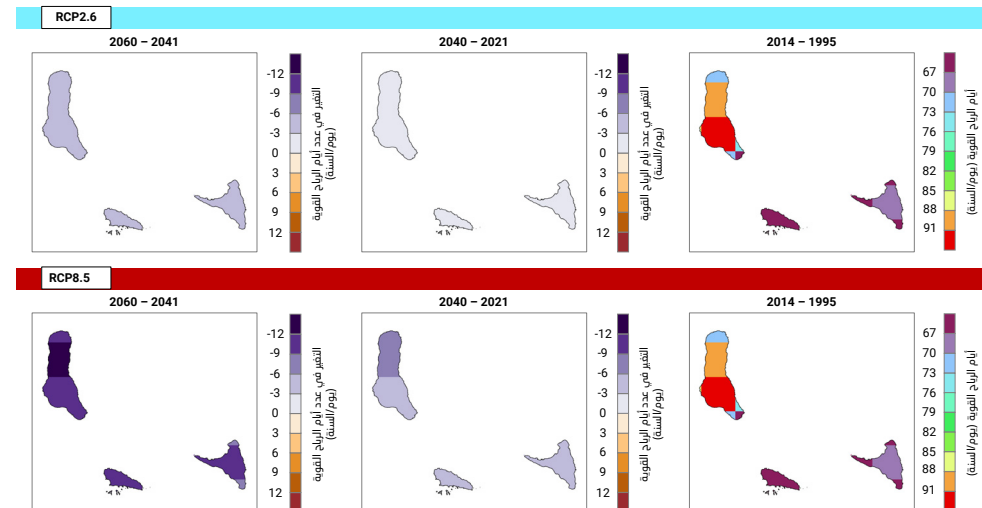


أيام الرياح القوية

الجزر لممر الأعاصير في جنوب غرب المحيط الهندي، وتضاريسها البركانية الشديدة الانحدار، واكتظاظ مناطقها الساحلية بالسكان. وعلى الرغم من صغر حجم البلد،

تُعرّف أيام الرياح القوية بأنها الأيام التي تتجاوز فيها السرعة القصوى للرياح 10.5 متر في الثانية، وتشكل هذه الرياح خطراً كبيراً في جزر القمر، وذلك بسبب تعرض

الشكل 13. متوسط التغير في العدد السنوي لأيام الرياح القوية (بسرعة تزيد على 10.5 متر في الثانية) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في جزر القمر



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

مقارنة بجزيرتي أنجوان وموهيلي الأصغر حجماً وحيث تتيح التضاريس حماية أفضل.

وتشير التوقعات إلى انخفاض في عدد أيام الرياح القوية في كل سيناريو انبعاثات وفترّة زمنية، وقد يصل الانخفاض إلى 12 يوماً في السنة بحلول الأجل المتوسط (2041-2060) في ظل سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). ولا يعني هذا الانخفاض بالضرورة أنّ الأعاصير أصبحت أضعف، بل قد يعكس انخفاض عدد الأيام التي تتجاوز فيها سرعة الرياح الحد المحدد، في حين أن رياح الأعاصير الأشد قوة قد يعززها المناخ الأكثر دفئاً. ويتوافق هذا الأمر عموماً مع التوقعات العالمية التي تشير إلى زيادة شدة الأعاصير، حتى في الحالات التي تنخفض فيها شدة الرياح الإجمالية أو يقل تواتر العواصف.

فإن لهذه الأحداث آثاراً كبيرة على السلامة والبنية التحتية والزراعة والأنشطة البحرية. على الرغم من ندرة حالات وصول الأعاصير مباشرة إلى اليابسة، يمر ما بين النظام الواحد والثلاثة أنظمة عادةً كل عام على مسافة قريبة بما يكفي من الجزر لتوليد رياح خطيرة، وتُظهر أحداث مثل إعصار «كينيث» (2019) أن العواصف الشديدة للغاية قادرة على إحداث آثار خطيرة على جزر القمر.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، تراوح عدد أيام الرياح القوية بين 62 و94 يوماً في السنة، وسُجلت أعلى القيم فوق جبل القرطالة (الشكل 13). ويسهم كبر حجم القبة البركانية في جزيرة القمر الكبرى، وتعرّضها المباشر لممر الرياح التجارية، وتضاريسها الملساء نسبياً، والتفاعل الأكثر تواتراً مع حقول الرياح الإعصارية، في ارتفاع سرعات الرياح القصوى اليومية

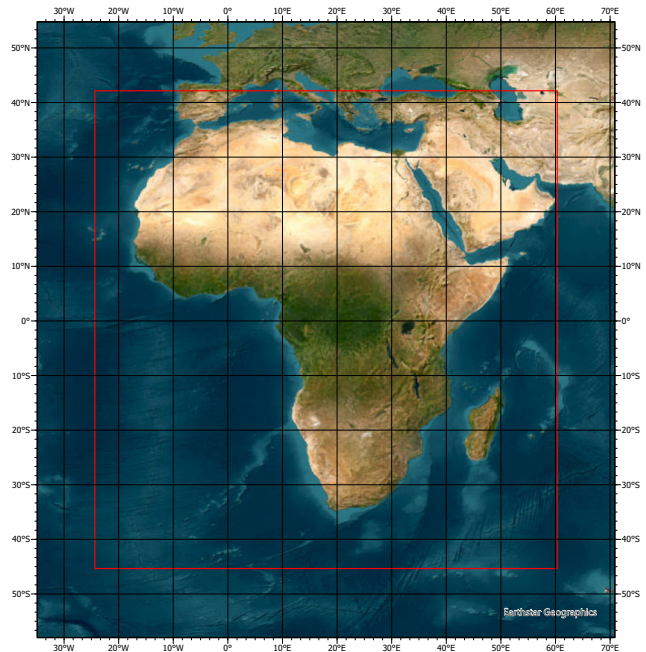
نبذة عن التوقعات المناخية

واستُمدّت التوقعات المناخية المستقبلية من نموذج المناخ الإقليمي للمجموعة الأساسية الخاصة بالتجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية (CORE-CORDEX)، الذي تم تطويره في إطار التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية التابعة للبرنامج العالمي للبحوث المناخية. وبالنسبة إلى نطاق أفريقيا (الشكل 14)، تُجرى عمليات المحاكاة بدقة أفقية تبلغ حوالي 25 كيلومتر، باستخدام مصفوفة مكونة من ثلاثة نماذج مناخ عالمية وثلاثة نماذج مناخ إقليمية، ما يسفر عن مجموعة تتألف من تسعة أعضاء. ويوفر هذا الترتيب عينة وافية من أوجه عدم اليقين الهيكلي في أنظمة النمذجة العالمية والإقليمية.

ويمتد نطاق أفريقيا في المجموعة الأساسية الخاصة بالتجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية (CORDEX-CORE) ليشمل القارة بأكملها، ما يتيح إجراء تقييم متسق لأنماط الدوران الجوي على نطاق واسع، وللتدرجات الإقليمية، وللعمليات المناخية الدقيقة المتصلة بتحليل الآثار والتكيف. وعند تفسير الخرائط، تجدر الإشارة إلى أن الفترة المرجعية التاريخية المستخدمة في محاكاة CORDEX-Africa قد تختلف عن منتجات إعادة التحليل ومجموعات البيانات الرصدية، حيث إنّ خطوط الأساس مستمدة مباشرة من النماذج المناخية. وهذه الاختلافات متوقعة وتعكس الفرق المنهجي بين الدراسات المناخية القائمة على النماذج والسجلات المقيّدة بالبيانات الرصدية.

ومن المتوقع أيضاً ظهور اختلافات بين توقعات CORDEX-CORE ومجموعات البيانات المستمدة من نماذج المناخ العالمية التابعة للمرحلة السادسة من مشروع مقارنة النماذج المتقارنة (CMIP6). وتعمل نماذج المناخ العالمية المطورة في إطار مشروع مقارنة النماذج المتقارنة بدرجات استبانة أصلية أقل دقة، وحتى بعد تقليص النطاق الإحصائي أو تصحيح الانحراف، فقد لا تتمكن من إعادة إنتاج السمات المتوسطة النطاق، أو هطول الأمطار الناجم

الشكل 14. التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية - نطاق أفريقيا



المصدر: CORDEX, Region 5: Africa.

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

أفتُتبت البيانات التاريخية المتعلقة بالظروف المناخية لدرجات الحرارة وهطول الأمطار (الشكلان 1 و2) من الإصدار الخامس لإعادة التحليل (ERA5) الصادر عن المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF). والغرض من الإصدار الخامس من إعادة التحليل هو إجراء عملية إعادة بناء متسقة من الناحية الفيزيائية للظروف الجوية السابقة، ويُستخدَم على نطاق واسع كخط أساس مرجعي لتقييمات المناخ الإقليمية.

يُوصى بمواصلة تقليص النطاق للوصول إلى دقة مكانية أعلى، وذلك لدعم عمليات التخطيط ووضع السياسات. علاوة على ذلك، لا تتوفر المتغيرات ذات الصلة بالبلد، مثل الجريان السطحي ورطوبة التربة، لأن جزر القمر أصغر من خلية واحدة في شبكة CORDEX-CORE البرية، ما يحول دون التمثيل الكافي لهذه المتغيرات الأرضية.

عن التضاريس، أو الظواهر الشديدة المحلية بشكل كامل، وهي سمات تُمثّل بشكل أفضل من خلال خفض النطاق الدينامي إلى دقة مكانية قدرها 25 كيلومتر. بالنسبة إلى جزر القمر، تُعدّ الدقة المكانية البالغة 25 كيلومتراً منخفضة نسبياً نظراً لصغر حجم البلد. ولهذا السبب،

المراجع

- 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](#).
- Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store (2024). [Gridded dataset underpinning the Copernicus Interactive Climate Atlas](#). Accessed on 28 April 2026.
- Meinshausen, M., and others (2011). "The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300". Climatic Change, vol. 109, pp. 213–241.
- Menne, M.J., and others (2012). "Global historical climatology network – Daily (GHCN-Daily), Version 3". NOAA National Climatic Data Center.
- Météo-France (2014). "Cyclone tropical intense Hellen". Centre météorologique régional spécialisé cyclones, La Réunion.
- Météo-France (2019). "Cyclone tropical intense Kenneth". Centre météorologique régional spécialisé cyclones, La Réunion.
- 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](#).

الحواشي

1. Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, 2024.
2. Menne and others, 2012.
3. Météo-France, 2019.
4. Météo-France, 2014.



رؤيتنا: طاقات وابتكار، ومنطقتنا استقرار وعدل وازدهار

رسالتنا: بشعّف وعزّم وعمل: نتكر، نتج المعرفة، نقدّم المشورة، نبني التوافق، نواكب المنطقة العربية على مسار خطة عام 2030.

يدأ بيد، نبني غداً مشرقاً لكلّ إنسان.

www.unescwa.org



E/ESCWA/CL1.CCS/2026/RICCAR/Factsheet/Comoros - 2600342A

إخلاء مسؤولية: الآراء الواردة في هذه الوثيقة لا تعبر بالضرورة عن آراء الصندوق العربي أو حكومة السويد.