

رِيكَار

المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على
الموارد المائية وفائدة آثار الضغوطات الاجتماعية
والاقتصادية في المنطقة العربية



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 بآطارد في جميع أنحاء جيوتي، وذلك بما يتراوح بين +0.63 و+0.93 درجة مئوية في الأجل القريب (2021-2040)، وبين +0.85 و+1.90 درجة مئوية في الأجل المتوسط (2041-2060). وفي سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، يقارب تزايد درجات الحرارة 2 درجة مئوية في بعض المناطق، ما يشير إلى تحول نحو ظروف حارة بدرجة تتجاوز نطاق التقلبات التاريخية.



الأيام الشديدة الحرارة

بالمقارنة مع متوسط الفترة المرجعية، البالغ 38 يوماً شديداً الحرارة سنوياً، من المتوقع زيادة تتراوح بين 10 و14.5 أيام سنوياً في الأجل القريب، وبين 13.9 و33.3 أيام سنوياً في الأجل المتوسط. وفي سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، تصل زيادة عدد الأيام الشديدة الحرارة إلى نحو الضعف، ما يعني إطالة موسم الاحترار الشديد.



هطول الأمطار

تشير التوقعات إلى ازدياد طفيف في معدلات هطول الأمطار في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وذلك بنحو 1.8 ملمتر شهرياً في الأجل القريب و2.4 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. وأما في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، فالتوقعات هي زيادة أقل في الأجل القريب، بحوالي 0.8 ملمتر شهرياً، يليها انخفاض بنحو 1.4 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط، ما يؤكد تأثير الانبعاثات على أنماط هطول الأمطار في المستقبل.



الجفاف

سيشهد عدد الأيام الجافة المتتالية تراجعاً طفيفاً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) (بنحو 2.8 يوم في الأجل القريب) وبظل مستقراً نسبياً في الأجل المتوسط (0.6 يوم). وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، تتزايد مدة فترات الجفاف بمقدار 1.7 يوم في الأجل القريب وبمقدار 7.2 أيام في الأجل المتوسط، ما يشير إلى اشتداد الجفاف إذا ما بقيت الانبعاثات بمستويات مرتفعة.



هطول الأمطار الغزيرة

تشير التوقعات إلى تزايد في وقائع الهطول الشديد الغزارة للأمطار في يوم واحد، وإلى أن مقدار الأمطار الغزيرة في اليوم الواحد سيشهد زيادة تتراوح بين 3.0 و4.8 ملمتر في الأجل القريب، وبين 4.5 و4.7 ملمتر في الأجل المتوسط، ما يفاقم خطر حدوث فيضانات مطرية، خاصة عندما تأتي أيام الهطول الغزير بعد فترات جفاف طويلة.



التبخّر

لا تزال جيوتي تعاني من نقص حاد في المياه، وقد بلغ متوسط التبخر 15.7 ملمتر شهرياً خلال الفترة المرجعية. ومن المتوقع أن يتزايد مقدار التبخر بنحو 0.8-1.8 ملمتر شهرياً في الأجل القريب. أما في الأجل المتوسط، فمن المتوقع أن ينخفض التبخر بنحو 1.4 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، وأن يرتفع بحوالي 2.4 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6). وتشير التوقعات إلى تزايد في التبخر في المناطق الساحلية، وانخفاض في المناطق الداخلية مع ازدياد جفاف التربة.



الجريان السطحي

الجريان السطحي محدود ولكنه مهم من الناحية الهيدرولوجية، حيث يبلغ متوسطه 3.6 ملمتر شهرياً خلال الفترة المرجعية. والتغيرات المتوقعة في الأجل القريب متواضعة (+0.1 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و+0.3 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)). وفي الأجل المتوسط، يرتفع الجريان السطحي ارتفاعاً طفيفاً بمقدار 0.3 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، ويبقى عند 0.0 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). ولا تزال السواحل تشهد قدراً لا يستهان به من الجريان السطحي السريع، لكن مخرجات النمذجة لا تمثل هذا النوع من الجريان السطحي.



الرطوبة النسبية

تتراوح الرطوبة النسبية في المناطق الساحلية بين 48 و71 في المائة، في حين تكون في المناطق الداخلية أقل بدرجة كبيرة. والتغيرات المتوقعة في الأجل القريب محدودة (+0.4 في المائة في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و+0.1 في المائة في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)). وفي الأجل المتوسط، سيبقى معدل الرطوبة النسبية مستقراً في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) (-0.1 في المائة)، وسيترجع في المناطق الداخلية في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) (-0.9 في المائة) بسبب ارتفاع درجات الحرارة وتراجع الترطيب.



أيام الرياح القوية

يتفاوت عدد أيام الرياح القوية كثيراً، فيتراوح بين الواحد، والصفر أحياناً، في السنة في المنطقة الغربية الوسطى من جيوتي، وبين أكثر من 100 يوم سنوياً بالقرب من باب المندب. والتغيرات المتوقعة طفيفة، وتقع عموماً في نطاق ± 1 يوم سنوياً في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). ومن المتوقع حدوث ارتفاعات في الشمال والجنوب الغربي، وانخفاضات في الجنوب الشرقي، وفي تباين التوقعات انعكاس للتباين في التدرجات الحرارية وللاضطراب في الطبقة الحدودية للغلاف الجوي.

السيناريوهات المناخية

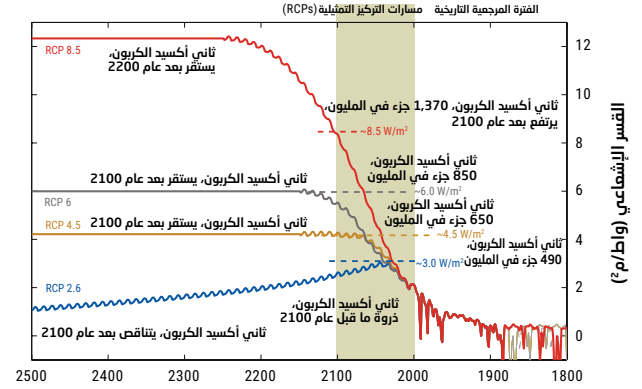
كل سيناريو بمستوى محدد من القسر الإشعاعي بحلول عام 2100. وقد استخدم في هذا التحليل سيناريو هان من مختلف سيناريوهات مسارات التركيز التمثيلية، وذلك لوضع نطاق معقول للظروف المناخية المستقبلية:

● 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 القسر الإشعاعي على مدار القرن.

● سيناريو مسار التركيز التمثيلي 8.5 أو سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5): يتسم بارتفاع حجم الانبعاثات وقوة القسر الإشعاعي، ويستشرف مستقبلاً يستمر فيه تنامي الانبعاثات وتبقى تدخلات السياسات العامة في القضايا المناخية محدودة.

يوفر السيناريو هان 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.

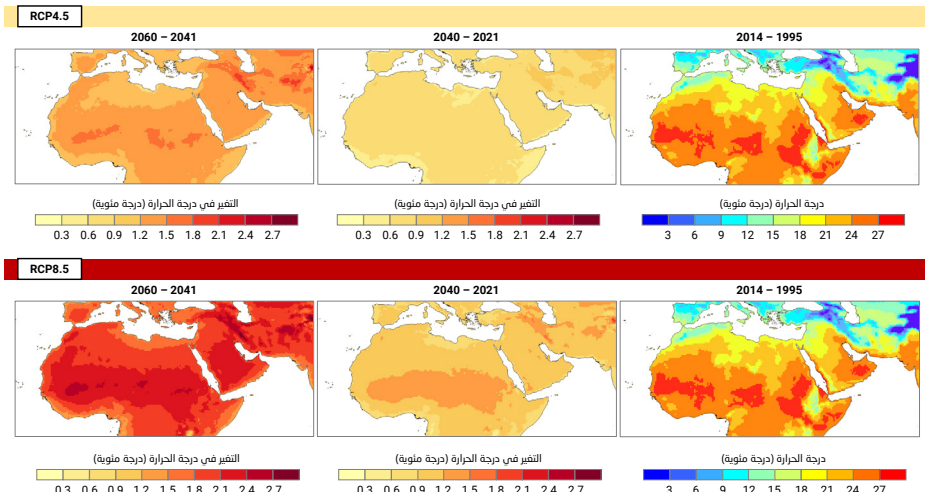
تستند السيناريوهات المناخية المستخدمة في هذا التقييم إلى مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) التي أعدت من أجل تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الشكل 3). ويصف كل سيناريو المسارات السائغة علمياً التي قد تتخذها تراكيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، ويرتبط

لمحة عن المنطقة العربية

في جميع أنحاء النطاق العربي ترتفع بمعدل أسرع من المتوسط العالمي. ومن المتوقع أن ترتفع متوسطات درجات الحرارة في الأجل القريب (2040-2021) بمقدار 0.7 درجة مئوية في سيناريو الانبعاثات المعتدلة (RCP4.5) و1.1 درجة مئوية في 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 سيناريو الانبعاثات المعتدلة (RCP4.5)، و2 درجة مئوية في 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 للمبادرة الإقليمية (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 لنمذجة المناخ الإقليمي وبدقة مكانية تبلغ 50 كيلومتر، وذلك بهدف دعم التعاون الإقليمي في هذا الصدد. وتشير النتائج إلى أن درجات الحرارة

الشكل 4. متوسط التغير في درجات الحرارة السنوية في الأجلين القريب (2040-2021) 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.



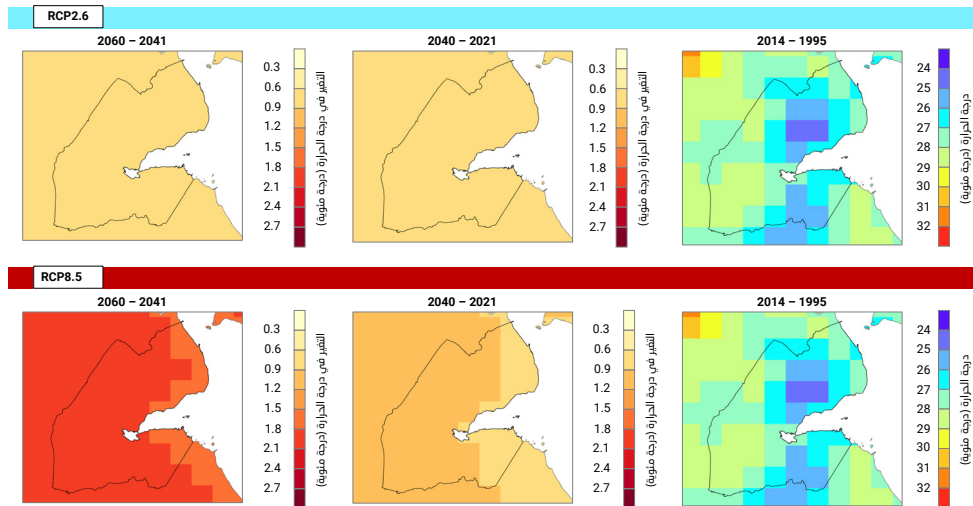
درجات الحرارة

أكبر على الانحرافات المتوقعة في درجات الحرارة، التي تمثل التغيرات مقارنة بخط الأساس الخاص بالنموذج نفسه.

يتراوح الاحترار المتوقع في الأجل القريب (2040-2021) بين 0.63 و0.93 درجة مئوية، ويتزايد بحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، حيث ستتراوح الزيادات بين 0.85 و1.90 درجة مئوية مقارنة بالفترة المرجعية. وفي ظل الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، من المتوقع أن تشهد بعض المناطق في جيوتي ارتفاعاً في درجات الحرارة يصل إلى 2 درجة مئوية بحلول الأجل المتوسط. وهذه عتبة بالغة الأهمية، لأن بلوغها يمثل تحولاً عميقاً نحو ظروف مناخية أشد احتراراً بما يتجاوز نطاق التقلبات التاريخية.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، كانت متوسطات درجات الحرارة السنوية المحاكة (25.0-28.2 درجة مئوية) أقل من القيم المرصودة (الشكل 5). وهذا الاختلاف متوقع، حيث تميل النماذج المناخية الإقليمية إلى تسوية القيم المتطرفة لدرجات الحرارة على النطاقات المكانية الدقيقة، وإلى استخلاص وضع متوسط للظروف الجوية التي تغطي تضاريس معقدة، وتقديم التباينات بين المناطق الساحلية والداخلية بدرجة أقل حدة من الرصد الميداني. وبالتالي، تصف درجات الحرارة الناتجة عن النمذجة المناخ الحراري على نطاق واسع، في حين تسجل الأرصاد الاحترار الموضعي، وتلتقط التفاوتات القوية في درجات الحرارة بين اليابسة والبحر، وتسجل درجات الحرارة المتطرفة في فصل الصيف. ولهذا السبب، ينبغي التركيز بشكل

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



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

الأيام شديدة الحرارة بما يتراوح بين 10 إلى 14.5 أيام في السنة، وبحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، يتوقع للزيادة أن تتراوح بين 13.9 و33.3 أيام في السنة. وفي سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، يتوقع، بحلول الأجل المتوسط، أن يتزايد عدد الأيام الشديدة الحرارة بنحو الضعف سنوياً مقارنة بالفترة المرجعية (الشكل 6). وفي المتوسط، من المتوقع أن يزداد عدد الأيام الشديدة الحرارة بمقدار يوم واحد تقريباً كل سنتين. وستكون الزيادة أسرع في المناطق الداخلية، وذلك لأن ارتفاع درجات الحرارة أشد حدة في الأحواض الداخلية، وتبريدها أكثر كفاءة في ساعات الليل، ولا يطالها التأثير المخفف للبحر. وأما المناطق الساحلية

تتميز موجات الحر في جيوتي بشدتها وطول مدتها، ويحدث معظمها في الفترة من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر، وفي كثير من الأحيان تتجاوز درجات الحرارة في الأحواض الداخلية 40 درجة مئوية، كما أن ارتفاع نسبة الرطوبة على الساحل يحد من خفض درجات الحرارة في ساعات الليل. خلال الفترة المرجعية، شهدت جيوتي 38 يوماً شديداً الحرارة سنوياً، وهذه الأيام هي التي تتجاوز خلالها درجات الحرارة القصوى 40 درجة مئوية.

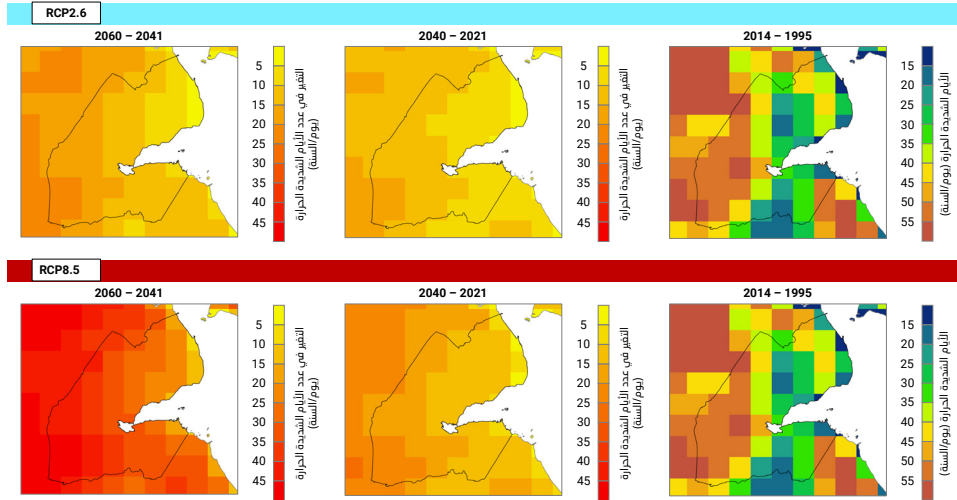
وتشير التوقعات إلى ارتفاع كبير في أعداد هذه الأيام. في الأجل القريب (2021-2040)، من المتوقع أن يزداد عدد

السنة، فلا تعود الأيام التي تصل فيها درجات الحرارة إلى 40 درجة مئوية مجرد نوبات متقطعة، بل تصبح نمطاً موسمياً مستمراً. ويمثل تزايد هذه الفترات تغيراً عميقاً في توقيت موجات الاحترار الشديد ووتيرتها، لا مجرد تغير في متوسط درجات الحرارة.

فستبقى حارة أيضاً، لكن الاحترار سيكون مقيداً بدرجة أكبر جراء الرطوبة وارتفاع درجات حرارة سطح البحر.

ويشير الارتفاع المتوقع في عدد الأيام الشديدة الحرارة إلى أن تشغل فترات الاحترار الشديد نسبة أكبر بكثير من أيام

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 جيبوتي



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

من السجلات الميدانية المرصودة ومجموعات بيانات إعادة التحليل، التي تظهر عنها غالباً إجمالات أقل. وتحاكي النماذج المناخية الإقليمية العمليات الحرارية وانتقال الرطوبة الساحلية التي تعزز هطول الأمطار بالقرب من خليج عدن، وأما عملية إعادة التحليل، فتدمج بيانات المحطات المتفرقة التي تتركز في الأراضي المنخفضة القاحلة، ما يؤدي إلى تقديرات تشير إلى جفاف أشد. ولهذا السبب، تُعد الانحرافات المتوقعة أكثر موثوقية في تحليل التغيرات النسبية في أنماط هطول الأمطار.

في الأجل القريب (2040-2021)، تشير التوقعات إلى زيادة طفيفة في كمية هطول الأمطار. وفي سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، ترتفع كمية هطول الأمطار بنحو 1.8 ملمتر شهرياً، وتتركز على طول ساحل خليج تاجورة والمرتفعات المجاورة. وفي سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ستكون الزيادة أقل بكثير، بنحو 0.8 ملمتر شهرياً، حيث تكون الظروف أكثر رطوبة على طول الساحل، بينما لا يطرأ تغيير يذكر على الظروف الأشد جفافاً في المناطق الداخلية. وفي الأجل المتوسط (2060-2041)، يتزايد الفرق بين السيناريوهين. فتشير التوقعات في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) إلى انحراف أقوى في هطول

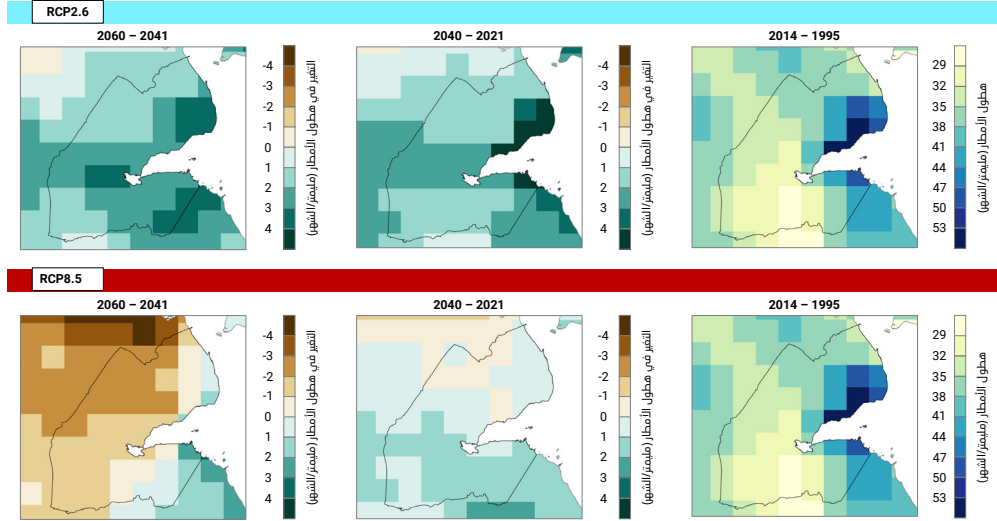
تتلقى جيبوتي كميات محدودة جداً من الأمطار كل عام، ويرجع ذلك إلى التفاعل بين الأنظمة الجوية الواسعة النطاق وإلى الدوران الإقليمي. تُحدث الرياح الموسمية الجنوبية الغربية هطول أمطار «كاران» بين شهري تموز/يوليو وأيلول/سبتمبر، عندما تصل الرطوبة القادمة من المحيط الهندي إلى القرن الأفريقي، وتبلغ كميات هطول الأمطار ذروتها في شهر آب/أغسطس، لا سيما في المرتفعات الغربية. وتسقط أمطار «دادا» في الفترة من تشرين الأول/أكتوبر إلى شباط/فبراير، تحت تأثير منطقة الالتقاء المداري والقطبية الثنائية للمحيط الهندي، وتقتصر عموماً على المناطق الساحلية. وتتساقط أمطار ديراك في الفترة من آذار/مارس إلى أيار/مايو بشكل متقطع، وترتبط بسلسلة من الموجات في الطبقة العليا من التروبوسفير التي تنشط أخدود منخفض البحر الأحمر وتشجع التفاعلات بين الأنظمة المدارية وخارج المدارية. يُعد شهر حزيران/يونيو عادةً الشهر الأشد جفافاً في السنة^{2,1}.

تشير محاكاة النماذج المناخية للفترة المرجعية (1995-2014) إلى أن متوسط هطول الأمطار بلغ حوالي 36.1 ملمتر شهرياً (حوالي 433 ملمتر سنوياً)، وأن المناطق الساحلية تتلقى كميات أكبر من الأمطار مقارنة بالمناطق الداخلية (الشكل 7). وتختلف القيم المستخلصة من النماذج عن كل

فالاتجاه نحو الجفاف، فينخفض معدل هطول الأمطار بمقدار 1.4 ملمتر شهرياً، لا سيما في شمال غرب ووسط جيبوتي، ما يشير إلى تراجع في هطول الأمطار مع اشتداد الاحترار.

الأمطار، بحيث يبلغ +2.4 ملمتر شهرياً ويمتد إلى المناطق الداخلية، ما قد يعكس زيادة في النشاط الحراري وحمل الرطوبة من خليج عدن. وأما في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)،

الشكل 7. متوسط التغير في هطول الأمطار السنوي في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (2014-1995) في جيبوتي



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

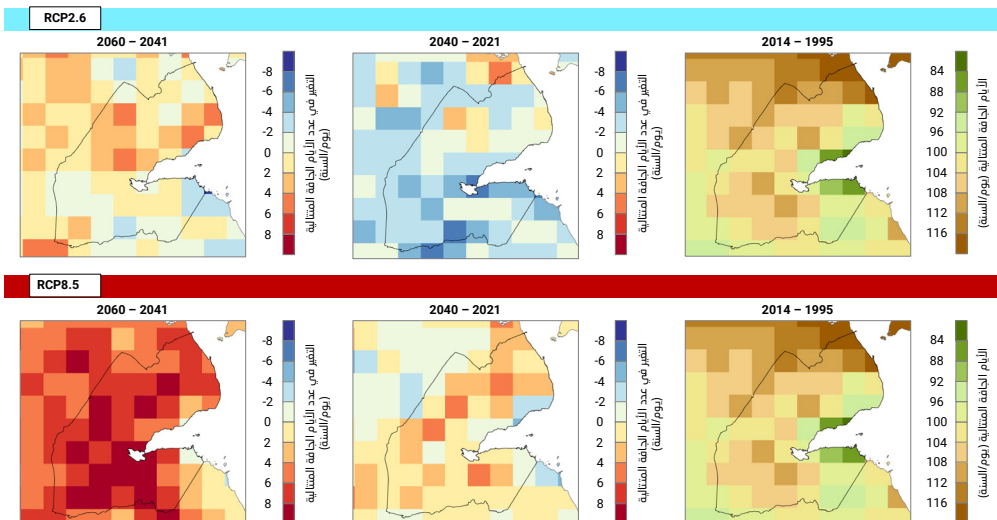


الجفاف (عدد الأيام الجافة المتتالية)

بين عامي 2007 و2017³. وتستمر فترات الجفاف الطويلة هذه على الرغم من وجود ثلاثة مواسم مطيرة. وهطول الأمطار خلال هذه المواسم قصير وغير منتظم ومحدود جغرافياً، فلا يحدث تغييراً يذكر في الأحوال الجافة السائدة.

فترات الجفاف المتتالية في جيبوتي هي من بين الأطول في القرن الأفريقي، وتستمر لما يتراوح بين الأسابيع والأشهر، لا سيما في المناطق الساحلية والمنخفضة. في العقود الأخيرة، ارتفع عدد الأيام الجافة المتتالية، ولا سيما

الشكل 8. متوسط التغير في أقصى عدد سنوي للأيام الجافة المتتالية في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (2014-1995) في جيبوتي



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

2.8 يوم في السنة، وزيادة بنحو 1.7 يوم في السنة في سيناريو الانبعاثات المرتفعة. وفي الأجل المتوسط (2041-2060)، ستطول فترات الجفاف أكثر وأكثر. وستكون الزيادة طفيفة بنحو 0.6 يوم في السنة في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، ما يعني استقراراً نسبياً في الظروف. وأما في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، فستكون الزيادة كبيرة، بنحو 7.2 أيام في السنة، فيشتد الجفاف في معظم أنحاء وسط وجنوب جيبوتي جراء الاحترار الأشد والانخفاض في وتيرة هطول الأمطار.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط مدة موسم الجفاف حوالي 104 أيام في السنة، حيث كانت المدة أقصر بالقرب من ساحل خليج تاجورة، وأطول في إقليم أوبوك (الشكل 8).

وبالنسبة إلى التوقعات للمستقبل بشأن أيام الجفاف المتتالية، فهي تختلف من سيناريو إلى آخر، ومن إطار زمني إلى آخر. ففي الأجل القريب (2021-2040)، من المتوقع في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) حدوث انخفاض طفيف بنحو



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

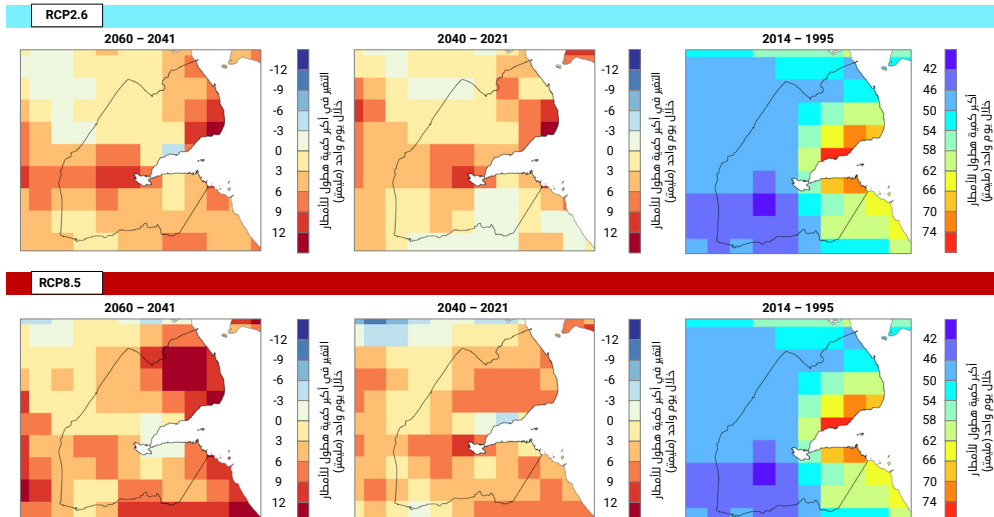
معدل هطول الأمطار السنوي، وهو اتجاه يشمل جيبوتي. وفي الأجل القريب (2021-2040)، من المتوقع أن ترتفع كمية هطول الأمطار خلال 24 ساعة بنحو 3.0 ملمتر في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وبنحو 4.8 ملمتر في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وفي الأجل المتوسط (2041-2060)، من المتوقع أن تصل الزيادات إلى 4.5 ملمتر في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وإلى 4.7 ملمتر في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5).

تتزامن هذه الزيادات المتوقعة مع فترات أطول من الأيام الجافة المتتالية، لا سيما في الأجل المتوسط في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وهذا يشير إلى مناخ أقل استقراراً، تسوده فترات جفاف طويلة، تتبها نوبات أمطار غزيرة تغمر التربة وأنظمة الصرف، ما يفاقم مخاطر الفيضانات المطرية في المناطق الحضرية مثل مدينة جيبوتي، في حين تواجه المناطق الريفية جفافاً طويلاً تتخلله عواصف مدمرة. وستصبح إدارة الموارد المائية أشد صعوبة مع التركيز الأكبر لهطول الأمطار في ظواهر مناخية شديدة.

على الرغم من أن طقس جيبوتي جاف غالباً، يشهد البلد أحياناً هطولاً شديد الغزارة للأمطار، بحيث يصل إجمالي كمية هطول الأمطار في يوم واحد إلى ما يتراوح بين 80 و100 ملمتر، ما يؤدي إلى حدوث فيضانات وميضية وأضرار جسيمة⁴. ونظراً لأن معدل هطول الأمطار السنوي غالباً ما يبقى ضمن 200 إلى 400 ملمتر، يمثل كل حدث من هذه الأحداث ما بين 20 إلى 40 في المائة من مجمل الهطول السنوي. وتكرر هذه الأمطار كل خمس إلى عشر سنوات تقريباً، وعادة ما تكون أكبر كمية لهطول الأمطار خلال يوم واحد أقل من ذلك، فيتراوح بين 40 و60 ملمتر. وخلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (Rx1day) 52 ملمتر، مع تسجيل قيم أعلى بالقرب من خليج تاجورة وقيم أقل في المناطق الداخلية (الشكل 9).

ووفقاً للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، من المتوقع أن تزداد كثافة هطول الأمطار والفيضانات الناتجة عنها في جميع أنحاء القرن الأفريقي، حتى مع انخفاض إجمالي

الشكل 9. 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 جيبوتي



المصدر: تجميع المؤلفين.

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



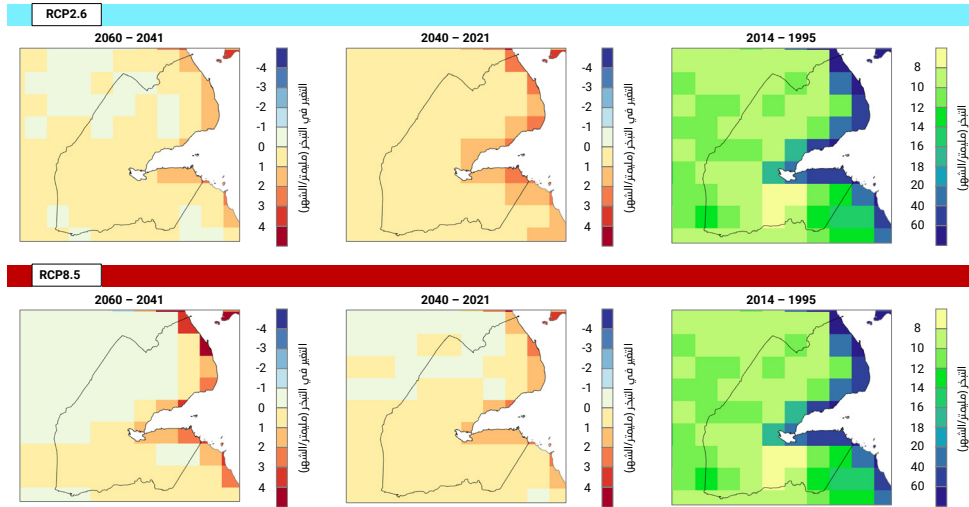
التبخّر

المنخفضة (RCP2.6) في الأجل المتوسط (2060-2041). في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، يستمر ارتفاع معدلات التبخر، وذلك اتساقاً مع القدر المعتدل للاحتراق وزيادة هطول الأمطار. وأما في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، فيصل معدل التبخر إلى ذروته في الأجل القريب ثم ينخفض لاحقاً في الأجل المتوسط، حيث تؤدي الظروف الأشد جفافاً إلى انخفاض توفر الرطوبة في التربة، ما يشير إلى تفاقم شح المياه. من الناحية المكانية، تشهد المناطق الساحلية المحيطة بخليج تاجورة زيادات مستمرة في معدل التبخر بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة الناتج عن ارتفاع درجات حرارة سطح البحر؛ وزيادة التدفقات الاضطرابية الناجمة عن رياح نسيم البحر؛ في حين تشهد المناطق الداخلية عموماً انخفاضات ناتجة عن جفاف التربة، وتقلص الغطاء النباتي، وطول فترات الجفاف، وارتفاع العجز في الضغط البخاري الذي يحد من التبخر في حالة غياب الرطوبة.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط التبخر الفعلي السنوي في جيوتي 15.7 مليمتراً شهرياً (أقل من نصف متوسط هطول الأمطار الشهري)، ما يتسق مع واقع البيئة الشحيحة للغاية بالمياه (الشكل 10). على الرغم من الحرارة الشديدة وتزايد الطلب الجوي للتبخّر، يبقى التبخر الفعلي مقيداً بسبب محدودية رطوبة التربة، والتجفيف السريع بعد هطول الأمطار، وتأثير الغطاء النباتي. ومعظم حالات هطولات الأمطار تسبب برطوبة قصيرة الأجل للتربة، أو بحريان سطحي سريع، ولا تحدث إلا قدراً لا يكاد يذكر من التجديد للمياه الجوفية.

وتتراوح التغيرات المتوقعة في معدل التبخر بين +0.8 مليمتراً شهرياً في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) و+1.8 مليمتراً شهرياً في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) في الأجل القريب (2021-2040)، وبين -1.4 مليمتراً شهرياً في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) و+2.4 مليمتراً شهرياً في سيناريو الانبعاثات

الشكل 10. متوسط التغير في التبخر السنوي في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في جيوتي



المصدر: تجميع المؤلفين.

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



الجريان السطحي

وفقدان المياه السطحية. وهذا المتغير أساسي لتفسير نظام جيوتي الشحيح للغاية في المياه، وفهم استجابته الهيدرولوجية السريعة لهطول الأمطار، وتقييم آثار تغير المناخ. وغياب الجريان السطحي الساحلي عن نتائج نماذج المناخ الإقليمية يعكس استخداماً لأقنعة تحصر البيانات في مناطق اليابسة للحقول الهيدرولوجية، لا غياباً حقيقياً للجريان السطحي.

لا يمكن تحديد الجريان السطحي بوضوح في نتائج نماذج المناخ الإقليمية، لأن شبكات النماذج منخفضة الدقة المكانية واستخدام أقنعة تحصر البيانات في مناطق اليابسة، ما يحد من تمثيل المناطق الساحلية الضيقة ومستجمعات المياه الصغيرة. ومع ذلك، يبقى الجريان السطحي متغيراً هيدرولوجياً أساسياً. وتوضح منه كيفية توزع هطول الأمطار بين التبخر وترطيب التربة

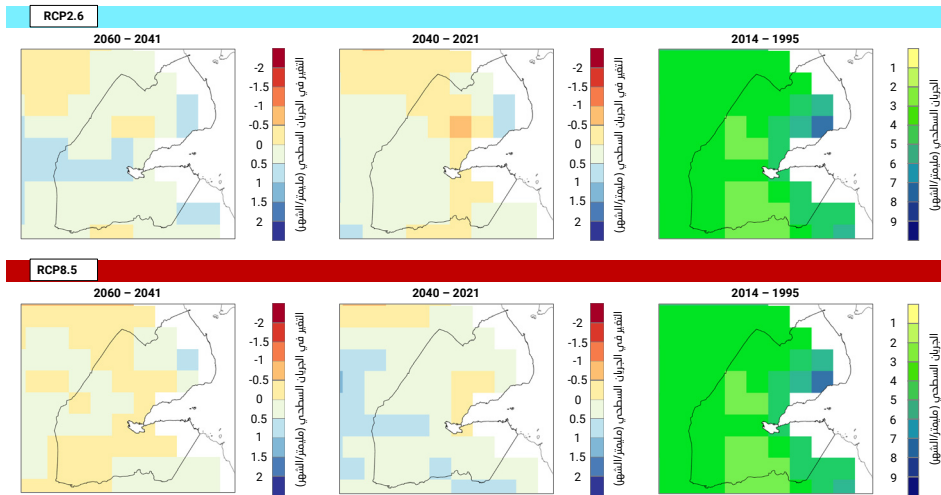
فيشير سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) إلى زيادة مستمرة بنحو 0.3 ملمتر شهرياً، ما يتوافق مع ظروف أكثر رطوبة ونشاط حملي مُعزّز، في حين يبقى سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) عند مستوى يقارب 0.0 ملمتر شهرياً، ما يشير إلى أن جفاف التربة وانخفاض هطول الأمطار يحدان من تولد الجريان السطحي.

ولا يظهر الجريان السطحي الساحلي في نتائج النموذج، ولكنه يحمل أهمية هيدرولوجية بالنسبة لجيبوتي. وتولد عن الوديان الساحلية فيضانات وميضية قصيرة الأمد وعنيفة، حيث تصب المياه المتدفقة من المرتفعات الشديدة الانحدار في خليج تاجوره، فتساهم في حدوث فيضانات متكررة في مدينة جيبوتي، وتنقل الرواسب التي يمكن أن تؤثر على الأنظمة الإيكولوجية الساحلية. تحدث هذه العمليات على نطاقات مكانية أقل من دقة النموذج، لكنها ذات أهمية حاسمة لتقييم المخاطر وتفسير نظام المياه.

بلغ متوسط الجريان السطحي السنوي خلال الفترة المرجعية (1995-2014) 3.6 ملمتر شهرياً، ما يؤكد أن معظم هطول الأمطار يُصَرَّف بسرعة على شكل جريان سطحي، ولا تمتصه التربة ولا يسهم في تغذية المياه الجوفية (الشكل 11). وبالتالي، لا تكمن أهمية الجريان السطحي في مقداره، بل لأنه يشير إلى استجابة هيدرولوجية سريعة، واختراق محدود للتربة، وتغذية ضئيلة للمياه الجوفية.

في الأجل القريب (2021-2040)، سيزداد الجريان السطحي بدرجة طفيفة لا تتجاوز 0.1 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.3 ملمتر شهرياً في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وتعكس هذه الارتفاعات الطفيفة زيادة بسيطة في هطول الأمطار وفترات قصيرة من توفر الرطوبة في التربة، ما يسمح بتوجيه كميات أكبر من المياه كجريان سطحي خلال الأحداث المتقطعة لهطول الأمطار. وفي الأجل المتوسط (2041-2060)، تتزايد الفوارق بين السيناريوهين.

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



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

في المناطق الداخلية أقل بدرجة كبيرة لأن الكتل الهوائية تفقد رطوبتها بسرعة فوق التضاريس الحارة والجافة، كما أن الرياح القوية تزيد من العجز في الضغط البخاري، ويحد تناثر الغطاء النباتي من إعادة تدوير الرطوبة. ويؤدي هذا الجفاف الداخلي إلى تفاقم شح المياه في جيبوتي، وما يُحد من التبخر هو نقص الترطيب، وليس نقص الطاقة.

وتشير التوقعات إلى فرق واضح في التغيرات في الرطوبة النسبية بين المناطق الساحلية والداخلية، وبين سيناريو

تتأثر الرطوبة النسبية بشكل مباشر بالحرارة الشديدة، والجغرافيا الساحلية، ونظام التبخر في جيبوتي. خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، تراوحت نسبة الرطوبة النسبية السنوية بين 48 و71 في المائة، وسُجلت أعلى القيم على طول الساحل بسبب ارتفاع درجات حرارة سطح البحر، والتدفق المستمر للسماوات البحرية، وضعف التبريد الليلي (الشكل 12). وتسهم الرطوبة الساحلية المرتفعة بشكل كبير في ارتفاع درجات حرارة البُصيلة الرطبة في جيبوتي، ما يزيد من خطر الإجهاد الحراري. ونسبة الرطوبة

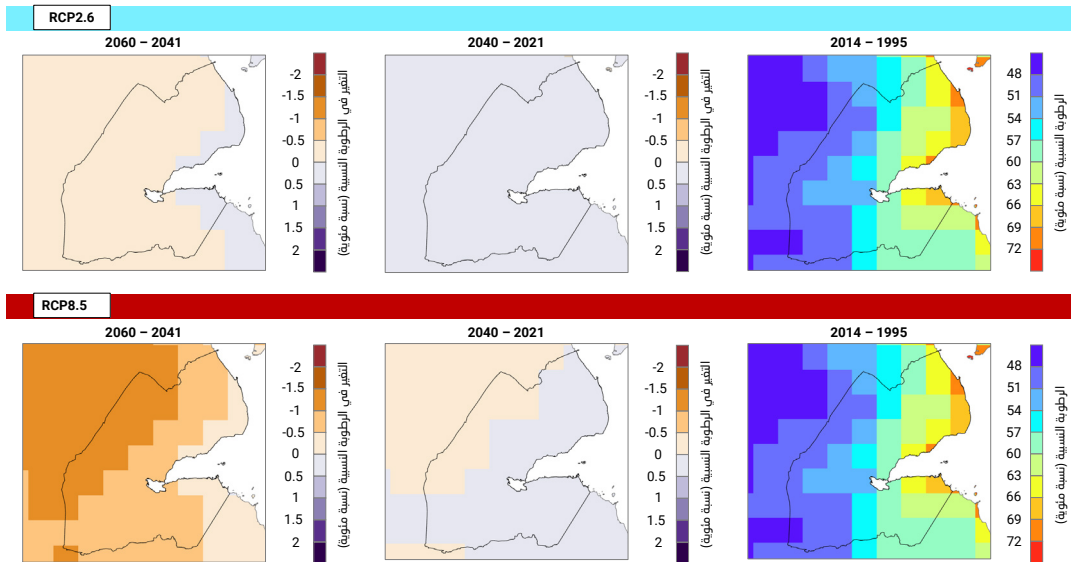
زيادات طفيفة على طول الساحل، في حين تبقى الأوضاع في المناطق الداخلية من دون تغيير أو تسجل جفافاً أشد بدرجة قليلة، وذلك بسبب محدودية الزيادة في هطول الأمطار وارتفاع الطلب الجوي للتبخّر.

وفي الأجل المتوسط (2041-2060)، تتزايد الفوارق بين السيناريوهين. في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، تظل الرطوبة النسبية قريبة مما كانت عليه في الفترة المرجعية، مع تغيرات طفيفة فقط (0.1- في المائة)، ما يشير إلى أن الزيادات الطفيفة في هطول الأمطار لا تؤدي إلى تغيرات جوهرية في الرطوبة. لكن في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، سيكون انخفاض الرطوبة النسبية أوضح في المناطق الداخلية (0.9- في المائة)؛ حيث يؤدي ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار إلى زيادة العجز في الضغط البخاري وتقليل الرطوبة في الطبقة الحدودية للغلاف الجوي.

الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) وسيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ما يتسق مع أنماط هطول الأمطار والتبخر التي جرت مناقشتها في ما سبق. ونسبة الرطوبة أعلى في المناطق الساحلية، بينما تشهد الأحواض الداخلية مستويات رطوبة نسبية تتجه إما إلى البقاء على ما هي عليه أو إلى التناقص مع اشتداد ارتفاع درجات الحرارة.

في الأجل القريب (2021-2040)، ترتفع نسبة الرطوبة النسبية ارتفاعاً طفيفاً بنحو 0.4 في المائة في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، ولا سيما على طول خليج تاجورة والشريط الساحلي الشرقي. ويتسق هذا التغير مع الزيادات الطفيفة المتوقعة في هطول الأمطار وارتفاع معدل التبخر، وكلاهما يعكس زيادة توفر الرطوبة في المناطق الساحلية. أما في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، فستكون التغيرات في الرطوبة أقل حدة وأكثر تبايناً من الناحية المكانية (0.1+ في المائة)، فتحدث

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



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

تسريع جفاف التربة وتزيد من حدة مشكلة شح المياه في البلد. كما تساهم الرياح القوية في حدوث العواصف الغبارية، وانخفاض مستوى الرؤية، وتراجع جودة الهواء، كما تهدد قطاع النقل.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، كان هناك تباينات مكانية واضحة في عدد أيام الرياح القوية، فنراوح عدد الأيام بين أقل من يوم واحد في السنة في المنطقة الغربية الوسطى من جيبوتي، حيث تحد التضاريس الحاجزة وتضاريس الحوض

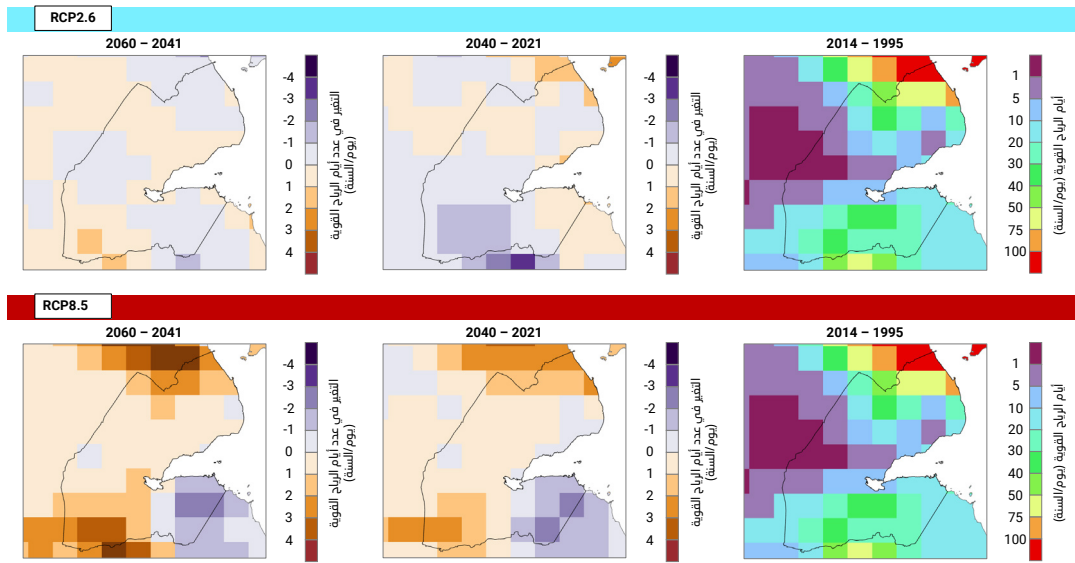
تُعرّف أيام الرياح القوية بأنها الأيام التي تتجاوز فيها السرعة القصوى للرياح 10.5 متر في الثانية، وتعد مؤشراً مهماً بالنسبة لجيبوتي، لأن الرياح القوية تزيد من جفاف المناطق الداخلية، وترفع العجز في الضغط البخاري، وتسرع من فقدان الرطوبة بعد هطول الأمطار، وتؤدي إلى انتشار الغبار عبر الأحواض القاحلة. وعلى طول خليج تاجورة، تؤدي الرياح القوية إلى زيادة التدفقات الاضطرابية للحرارة والرطوبة، ما يؤثر على أنماط التبخر الساحلي، وفي المناطق الداخلية، تساهم هذه الرياح في

الخصائص المناخية للرياح مستقرة. وأما في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، فهناك تباين في الأنماط المكانية: فمن المتوقع أن يزداد عدد أيام الرياح القوية في الشمال والجنوب الغربي، ما يعكس ازدياد الاضطراب في الطبقة الحدودية للغلاف الجوي، وتزايد التدرجات الحرارية، واشتداد الرياح فوق السهول المفتوحة ومناطق التدفق الموجه. وفي المقابل، من المتوقع أن تنخفض أيام الرياح القوية في الجنوب الشرقي، ويرجع ذلك على الأرجح إلى انخفاض تدرجات الضغط الجوي الواسعة النطاق وزيادة الاستقرار في الطبقات السفلى من الغلاف الجوي مع ارتفاع درجات الحرارة.

من تسارع الرياح، وبين أكثر من 100 يوم في السنة في الركن الشمالي الشرقي بالقرب من مضيق باب المندب، وهو من أكثر الممرات تعرضاً للرياح القوية في المنطقة (الشكل 13). يؤدي تدفق الهواء عبر المضيق إلى ظهور متكرر لظروف الرياح القوية، ما يؤثر بشدة على نقل الغبار وأنماط التبخر واضطراب الطبقة الحدودية للغلاف الجوي.

التغيرات المتوقعة في عدد أيام الرياح القوية محدودة، حيث تقل التغيرات في القيمة الوسطية عن ± 1 يوم في السنة في كلا السيناريوهين وكلا الفترتين الزميتين. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، تظل

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 جيبوتي



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

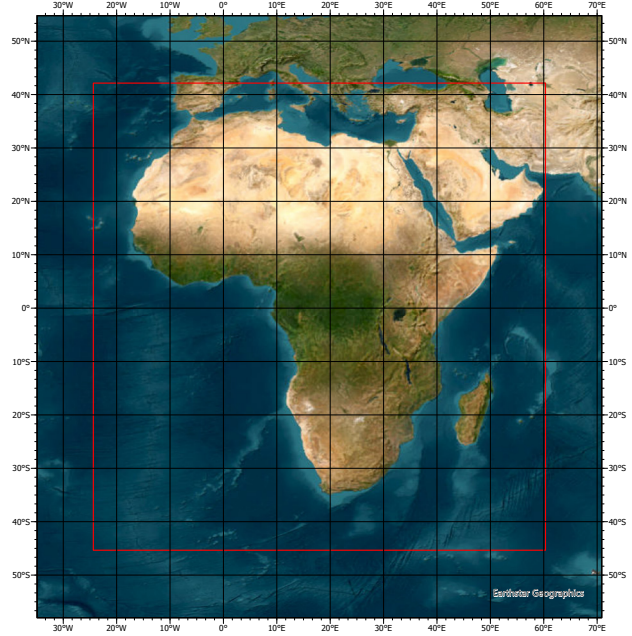
للبرنامج العالمي للبحوث المناخية. وبالنسبة إلى نطاق أفريقيا (الشكل 14)، تُجرى عمليات المحاكاة بدقة أفقية تبلغ حوالي 25 كيلومتر، باستخدام مصفوفة مكونة من ثلاثة نماذج مناخ عالمية وثلاثة نماذج مناخ إقليمية، ما يسفر عن مجموعة تتألف من تسعة أعضاء. ويوفر هذا الترتيب عينة محكمة من أوجه عدم اليقين الهيكلي في 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 إن خطوط الأساس مستمدة مباشرة من النماذج المناخية. وهذه الاختلافات متوقعة وتعكس الفرق المنهجي بين الدراسات المناخية القائمة على النماذج والسجلات المقيدة بالبيانات الرصدية.

ومن المتوقع أيضاً ظهور اختلافات بين توقعات CORDEX-CORE وبين مجموعات 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 إجراء عملية تقليص للنطاق الإحصائي أو تصحيح للانحراف، فقد لا تتمكن من إعادة إنتاج السمات المتوسطة للنطاق، أو هطول الأمطار الناجم عن التضاريس، أو الظواهر الشديدة المحلية بشكل كامل، وهي سمات تمثل بشكل أفضل من خلال خفض النطاق الدينامي إلى دقة مكانية قدرها 25 كيلومتر.

بالنسبة إلى جيبوتي، تُعد الدقة المكانية البالغة 25 كيلومتر منخفضة نسبياً نظراً لصغر حجم البلد. ولهذا السبب، يُوصى بمواصلة تقليص النطاق للوصول إلى دقة مكانية أعلى، وذلك لدعم عمليات التخطيط ووضع السياسات.

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.

اقتبست البيانات التاريخية المتعلقة بالظروف المناخية لدرجات الحرارة وهطول الأمطار (الشكلان 1 و 2) 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، ويستخدم على نطاق واسع كخط أساس مرجعي لتقييمات المناخ الإقليمية.

واستُمدت التوقعات المناخية المستقبلية من نموذج المناخ الإقليمي الأساسي للتجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية (CORDEX-CORE)، الذي تم تطويره في إطار التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية التابعة

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".

Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). Accessed on 28 April 2026.

Dabar, O.A., and others (2022). "Evolution and trends of meteorological drought and wet events over the Republic of Djibouti from 1961 to 2021". Climate 10: 1-27.

Famine Early Warning Systems Network (FEWS) (2017). "[Start of March to May rainfall average to above average in most areas](#)".

Meinshausen, M., and others (2011). "The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300". Climatic Change, vol. 109, pp. 213-241.

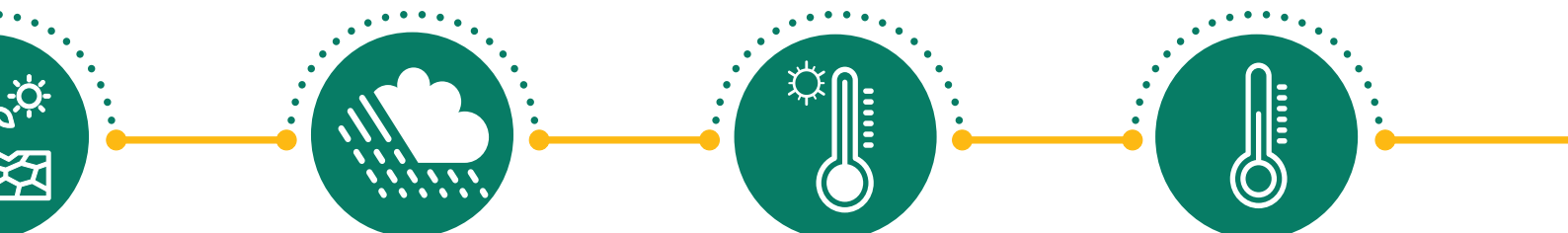
United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA), and others (2017). Arab Climate Change Assessment Report – Main Report. Beirut. [E/ESCWA/SDPD/2017/RICCAR/Report](#).

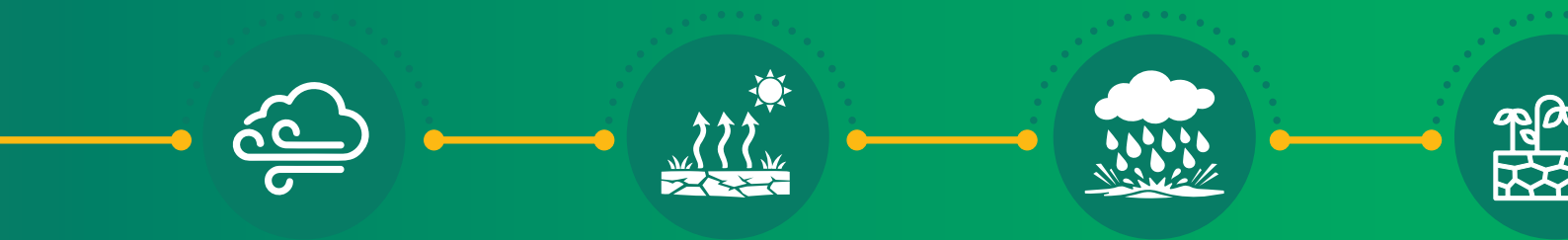
Waberi, M.M., and others (2023). "Atmospheric drivers of rainfall events in the Republic of Djibouti". International Journal of Climatology 43(16): 7915-7934.

Zekele, T.T., and others (2025). "The influence of oceanic and atmospheric drivers on Djibouti's rainfall variability". Theoretical and Applied Climatology 157: 339.

الحواشي

1. Waberi and others, 2023.
2. FEWS, 2017.
3. Dabar and others, 2022.
4. Zeleke and others, 2025.







رؤيتنا: طاقات وابتكار، ومنطقتنا استقرار وعدل وازدهار
رسالتنا: بشعف وعزم وعقل: نبتكر، نتج المعرفة، نقدّم المشورة، نبني التوافق، نواكب المنطقة العربية على مسار خطة عام 2030.

يداً بيد، نبني غداً مشرقاً لكلّ إنسان.

www.unescwa.org

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

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