

خلاصة عن التوقعات المناخية المستقبلية



درجات
الحرارة

من المتوقع أن ترتفع درجة الحرارة في إطار كلا السيناريوهين، بمقدار 0.7 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.9 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، وبمقدار 0.9 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و1.7 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل المتوسط. ويبلغ الاحترار ذروته في المناطق الداخلية الغربية، حيث تؤدي الظروف القارية، والرطوبة المنخفضة، والهواء الصحراوي إلى زيادة التأثير بالاحترار مقارنة بساحل البحر الأبيض المتوسط.



الأيام
الشديدة
الحرارة

يبلغ متوسط عدد الأيام الشديدة الحرارة (أكثر من 35 درجة مئوية) حالياً 61 يوماً في السنة، مع تباين مكاني كبير. وتشير التوقعات إلى ارتفاع منتظم يبلغ حوالي 14 يوماً في إطار السيناريوهين في الأجل القريب. وقد يصل هذا الارتفاع إلى 16.1 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وإلى 28.3 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل المتوسط. وهو تحول ملحوظ نحو موجات حر أكثر تواتراً وأطول أمداً وأوسع انتشاراً.



المدى
الحراري
اليومي

يبلغ متوسط المدى الحراري اليومي 11.2 درجة مئوية، ويتراوح بين 8.7 و12.8 درجة مئوية، ومن المتوقع ألا يتغير إلا على نحو طفيف (± 0.3 درجة مئوية). ولا تزال التباينات المكانية بارزة، إذ يتسع المدى الحراري اليومي نحو الداخل، بينما يضيق على طول خليج قابس في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، علماً أن درجات الحرارة الليلية ترتفع بوتيرة أسرع.



هطول
الأمطار

يبلغ متوسط هطول الأمطار في الموسم المطير 23 ملمتر شهرياً. وتشير التوقعات إلى انخفاضه بما يتراوح بين 1.4 و1.5 ملمتر شهرياً في الأجل القريب، وبين 1.2 و1.6 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. وهطول الأمطار في موسم الجفاف منخفض أصلاً، وقد يسجل انخفاضات طفيفة تتراوح بين 1.0 و0.3 ملمتر شهرياً في الأجل القريب، و1.3 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. وتعكس هذه التغيرات تراجعاً في مسارات العواصف المتوسطية في الأجل القريب، مقابل ارتفاع كبير في درجات الحرارة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، قد يعوّض جزئياً انخفاض هطول الأمطار من خلال زيادة الرطوبة في الغلاف الجوي.



الجفاف

يبلغ متوسط فترة الجفاف، التي تُقاس بعدد الأيام الجافة المتتالية، 97 يوماً في السنة. ومن المتوقع أن يزداد هذا المتوسط بمقدار 8.6 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و7.6 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب. أما في الأجل المتوسط، فتبلغ الزيادة المتوقعة 7.5 أيام في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و16 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، نتيجة لتراجع تواتر هطول الأمطار.



هطول
الأمطار
الغزيرة

في الفترة المرجعية، تجاوز المعدل الأقصى لهطول الأمطار في اليوم 44 ملمتر على طول الساحل، وسُجلت زيادات محلية بلغت 4 ملمتر في الجفارة، المنطقة الانتقالية الواقعة قبل الصحراء، وهو ما يتوافق مع انخفاض تواتر العواصف الحملية وازدياد شدتها.



التبخّر

يعتمد التبخر على الرطوبة، ويبلغ متوسطه 16 ملمتر شهرياً. وتشير التوقعات إلى انخفاض معدل التبخر بمقدار 0.8 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.6 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، وبمقدار 1 ملمتر شهرياً في إطار السيناريوهين في الأجل المتوسط. وينخفض معدل التبخر بأكثر من 5 ملمتر شهرياً في المناطق الداخلية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، مقابل زيادات طفيفة على طول الساحل، وذلك بسبب معدل أعلى من الرطوبة الناتجة من البحر الأبيض المتوسط.



يبلغ متوسط الجريان السطحي 0.2 مليمتراً شهرياً، ويصل إلى 2.6 مليمتراً شهرياً كحد أقصى في الموسم المطير. ويبقى متوسط التغيرات قريباً من 0.0 مليمتراً شهرياً، مع زيادات محلية طفيفة تبلغ 0.3 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، مدفوعة بهطول أمطار أكثر غزارة.

يبلغ متوسط الرطوبة النسبية 52 في المائة، وينخفض بمقدار 0.8 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.3 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، وبمقدار 0.9 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.5 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل المتوسط. وقد يبقى معدل الرطوبة النسبية مستقراً أو يسجل ارتفاعاً طفيفاً في المناطق الساحلية والشمالية، مقابل انخفاض إضافي في المناطق الداخلية والجنوبية.

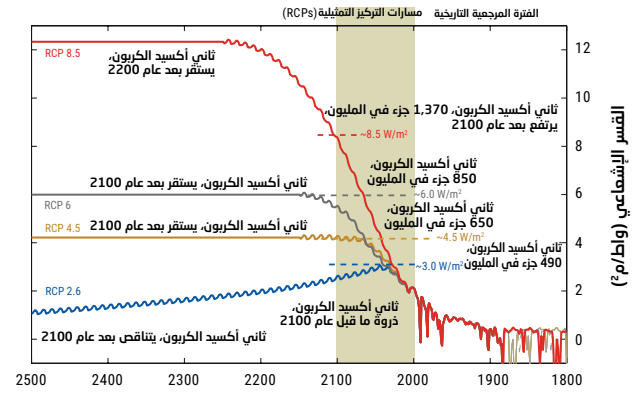
السيناريوهات المناخية

الغلاف الجوي، ويرتبط كل سيناريو بمستوى محدد من القسر 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 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 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.

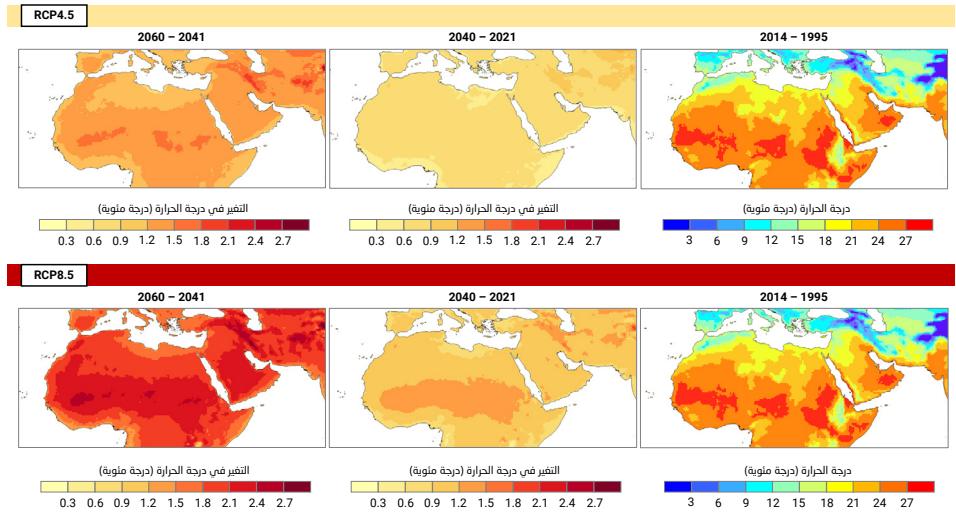
تستند السيناريوهات المناخية المستخدمة في هذا التقييم إلى مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) التي أُعدت من أجل تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الشكل 3). ويصف كل سيناريو المسارات السائدة علمياً التي قد تتخذها تركيزات غازات الدفيئة في

لمحة عن المنطقة العربية

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.

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 المُنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (CORDEX-MENA) كجزء من مبادرة ريكارد بهدف توفير نتائج موحدة للنمذجة المناخية الإقليمية بدقة مكانية تبلغ 50 كيلومتراً، وذلك بهدف دعم التعاون الإقليمي في هذا الصدد. وتشير النتائج إلى أن درجات الحرارة في جميع

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

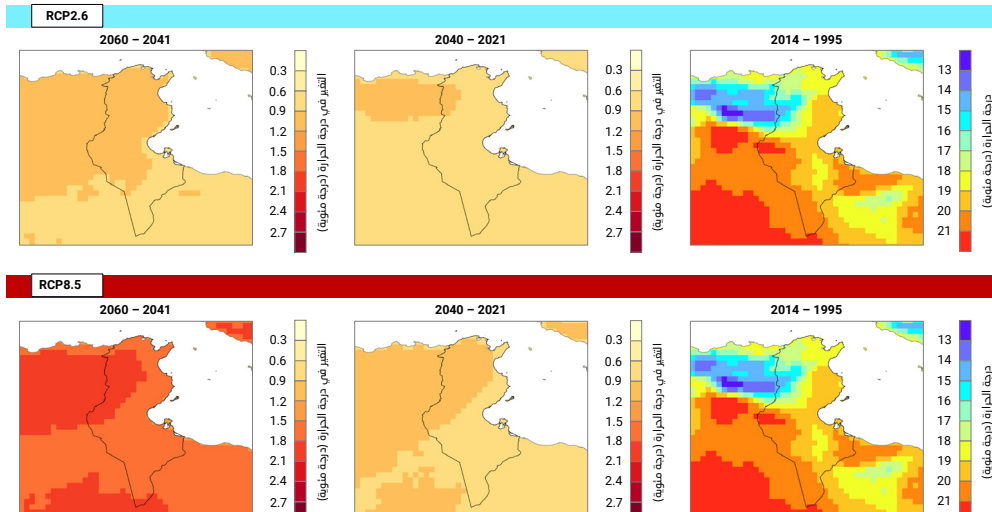


درجات الحرارة

(RCP8.5) في الأجل القريب (2040-2021)، ليرتفع إلى 0.9 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و1.7 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) بحلول الأجل المتوسط (2060-2041). ويعكس النمط المكاني لارتفاع درجات الحرارة، الذي يشهد باتجاه غرب تونس، تأثير الظروف القارية وشبه الجافة التي تمتد من الشرق، حيث تؤدي الرطوبة المنخفضة، والتباين الواسع في المدى الحراري اليومي، والتفاعلات القوية بين اليابسة والغلاف الجوي إلى زيادة تأثير درجات الحرارة.

تشير التوقعات بشأن درجات الحرارة في تونس إلى نمط احترار واضح، وإن كان متفاوتاً من الناحية المكانية، في إطار مساري الانبعاثات المنخفضة والمرتفعة، إذ تسجل المناطق الداخلية ارتفاعاً في درجات الحرارة بوتيرة أسرع مقارنة بالمناطق الساحلية. وفي الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط درجة الحرارة 19.1 درجة مئوية (الشكل 5). وقد يصل متوسط الزيادات المتوقعة إلى 0.7 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.9 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة.

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



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

درجات الحرارة الأساسية، وهو ما يتوافق مع اتجاهات الاحترار الأوسع نطاقاً في شمال أفريقيا. وتشير هذه العوامل أيضاً إلى زيادة تواتر موجات الحر الشديد، وارتفاع معدلات التبخر والنتح، وتفاقم الجفاف في جميع أنحاء تونس.

وتفتقر هذه المناطق الداخلية إلى الاعتدال الذي يمنحه البحر الأبيض المتوسط، وتشهد نزوباً أكبر في رطوبة التربة، كما أنها أكثر عرضة للكتل الهوائية الساخنة الآتية من الصحراء، فتتدرج شدة الاحترار من الغرب إلى الشرق. وتشير هذه العوامل مجتمعة إلى تحول واضح نحو ارتفاع مستويات

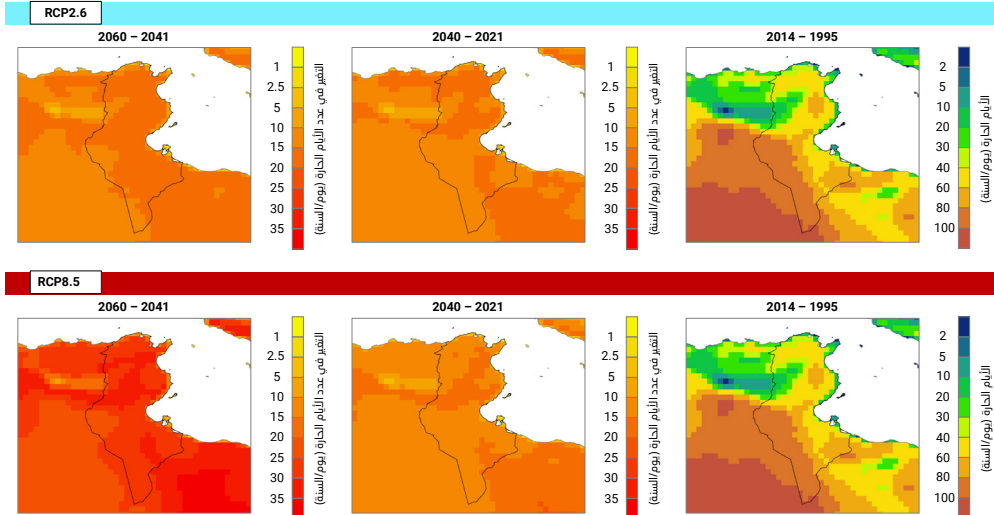


الأيام الشديدة الحرارة

ومن المتوقع أن يرتفع تعرض تونس لموجات الحر الشديد ارتفاعاً كبيراً. وفي الفترة المرجعية، بلغ متوسط عدد الأيام الحارة 61 يوماً في السنة، مع تباين مكاني بارز في جميع أنحاء البلد، وتراوح عدد هذه الأيام بين 19 و95 يوماً في السنة (الشكل 6). وتشير التوقعات إلى زيادة منتظمة بمقدار حوالي 14 يوماً في إطار كل من سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) وسيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب. أما في الأجل المتوسط (2041-2060)، فمن المتوقع أن يزداد تواتر الأيام الحارة بمقدار 16.1 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و28.3 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ما يشير إلى تحول ملحوظ نحو حالات حر أكثر تواتراً وأطول أمداً وأوسع نطاقاً في جميع أنحاء تونس.

تُعَدّ الأيام الشديدة الحرارة، التي تتجاوز فيها درجة الحرارة القصوى اليومية 35 درجة مئوية، عاملاً مهماً من عوامل الضغط على قطاعات مختلفة في تونس، بما في ذلك الصحة والبنية التحتية وأمن المياه والاقتصاد. وحُدِدت عتبة 35 درجة مئوية لرصد ارتفاع درجات الحرارة المتكرر والواسع النطاق، ما يسمح بإجراء تقييم على المستوى الوطني لمدى التعرض للحرارة والمخاطر. ومع ذلك، تشهد تونس موجات حر شديد تتجاوز فيها درجات الحرارة هذه العتبة بكثير. على سبيل المثال، سجلت مدينة القيروان درجة حرارة قياسية بلغت 50.3 درجة مئوية في آب/أغسطس 2021¹. وشهد تموز/يوليو 2022 موجة حر امتدت على ما لا يقل عن 10 أيام متتالية²، بلغت فيها درجة الحرارة 40 درجة مئوية في قبلي وقفصة والقيروان.

الشكل 6. متوسط التغير في العدد السنوي للأيام الحارة (مؤشر عدد الأيام الحارة التي تتجاوز فيها درجة الحرارة القصوى 35 درجة مئوية) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



المصدر: تجميع المؤلفين.

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



المدى الحراري اليومي

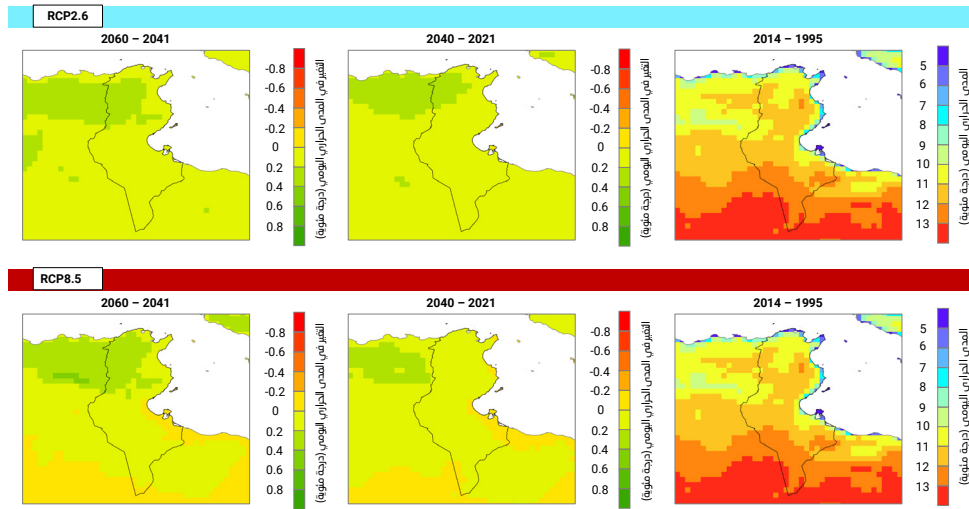
مهم بالنسبة إلى تونس، لأنه يعكس توازن الطاقة السطحية، ومعدل الرطوبة، والغطاء السحابي، وظروف رطوبة التربة،

المدى الحراري اليومي، الذي يُعرّف على أنه الفرق بين درجات الحرارة القصوى والدنيا اليومية، هو مؤشر حراري

والتغيرات المتوقعة في المدى الحراري اليومي محدودة (± 0.3) درجة مئوية في جميع الفترات والسيناريوهات، لكن النمط المكاني ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار. ففي إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، يتسع المدى الحراري اليومي اتساعاً طفيفاً، لا سيما في منطقة التل الشمالية الغربية، وهو ما يتوافق مع جفاف طفيف ودرجات حرارة مرتفعة في النهار مقارنة بالبرودة في الليل. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، يتسع التباين أيضاً نحو الداخل، لكنه يضيق على طول خليج قابس، حيث تحد الليالي الأكثر دفئاً ومعدلات الرطوبة الأعلى من التباين في درجات الحرارة بين النهار والليل. وتشير هذه التغيرات الطفيفة إلى أن التباين الحراري بين شمال تونس المطل على البحر الأبيض المتوسط وجنوبها الصحراوي لا يزال قائماً، حتى مع الارتفاع المطلق في درجات الحرارة.

وهي العوامل التي تؤثر على ارتفاع درجة الحرارة نهاراً وانخفاضها ليلاً. وفي الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط المدى الحراري اليومي في تونس 11.2 درجة مئوية، وسجل ارتفاعاً تدريجياً باتجاه الجنوب، انطلاقاً من ساحل البحر الأبيض المتوسط (الشكل 7). ويشير الفارق الضيق في المدى الحراري اليومي (أقل من 9 درجات مئوية) إلى ظروف رطبة متأثرة بالبحر الأبيض المتوسط، تتسم بوجود غطاء سحابي وليال أكثر دفئاً وتفاعل أضعف بين اليابسة والغلاف الجوي. وفي المقابل، يشير فارق الواسع (الذي يتجاوز 13 درجة مئوية) إلى مناخات جافة أو قارية أو صحراوية، إذ تؤدي السماء الصافية والرطوبة المنخفضة ودرجات الحرارة المرتفعة في النهار إلى تقلبات كبيرة في درجات الحرارة بين النهار والليل.

الشكل 7. متوسط التغير في المدى الحراري اليومي سنوياً في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



المصدر: المؤلفين.

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



هطول الأمطار

شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) الأجل القريب. وفي الأجل المتوسط (2041-2060)، تبقى الانخفاضات طفيفة، إذ تبلغ 1.6- مليمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و 1.2- مليمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، إلا أنها لا تزال تظهر تحولاً مستمراً نحو ظروف أكثر جفافاً. وتتوافق هذه التغيرات مع الديناميات المناخية المعروفة لمنطقة البحر الأبيض المتوسط. وقد تحدث تغيرات في الدوران الجوي في مطلع القرن، بما في ذلك انحراف مسارات العواصف نحو القطبين وضعف الرياح الغربية، قبل أن يصبح التباين في درجات الحرارة بين السيناريوهين واضحاً، ما قد يؤدي إلى جفاف أشد في الأجل القريب. ويظهر سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) انخفاضات طفيفة في معدل هطول

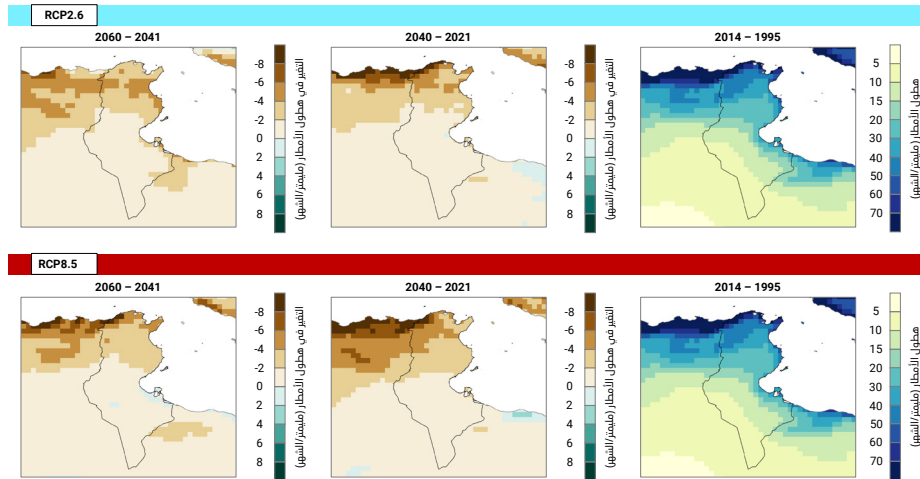
يتسم نظام هطول الأمطار في تونس بتدرج واضح بين الشمال والجنوب، وتباين موسمي ومكاني حاد نتيجة العواصف المتوسطية والانتقال تدريجياً إلى جفاف الصحراء. وفي الموسم المطير الممتد بين تشرين الأول/أكتوبر وآذار/مارس، بلغ متوسط هطول الأمطار 23 مليمتر شهرياً في الفترة المرجعية (1995-2014)، مع تباين شديد يتراوح بين أقل من 8 مليمتر وأكثر من 50 مليمتر شهرياً، ما يعكس تقلباً بارزاً بين السنوات وتبايناً ملحوظاً بين منطقة التل الشمالية الرطبة والمناطق الوسطى والجنوبية الأكثر جفافاً (الشكل 8). وتشير التوقعات المناخية إلى اتجاه طفيف ولكن مستمر نحو تزايد الجفاف خلال هذا الموسم البارد، مع انخفاضات متوسطة تبلغ 1.4 مليمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و 1.5 مليمتر

بمقدار 1.3 مليمتراً شهرياً في إطار السيناريوهين في الأجل المتوسط. ويعكس التزايد الطفيف في الجفاف في الأجل القريب في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، مرة أخرى، تغيرات مبكرة في الدوران الجوي تسبق الاختلافات الحرارية الديناميكية الكبيرة بين السيناريوهين. وتتركز الزيادة المتوقعة في الجفاف خلال موسم الجفاف في شمال غرب تونس، وهي المنطقة الوحيدة التي لا تزال تتلقى هطولاً ملموساً في الربيع. وتتلقى بقية المناطق كميات قليلة جداً أو شبه معدومة من الأمطار في الصيف، ما يحّد من إمكانية حدوث انخفاضات إضافية كبيرة في معدل هطول الأمطار. وتؤدي هذه التغيرات الموسمية مجتمعة إلى زيادة تعرض تونس لمخاطر الجفاف ونُدرة المياه، مع تسجيل انخفاضات محدودة لكن مستمرة في معدل الهطول في كلٍّ من الموسم المطير وموسم الجفاف.

الأمطار لأنّ الاحترار الأضعف يتيح قدراً أقل من الرطوبة في الغلاف الجوي والمحيطات لتعويض الجفاف الناجم عن الدوران الجوي، بينما يؤدي الاحترار الأشد في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) إلى ارتفاع نسبة الرطوبة، ويعزز أحياناً هطول الأمطار الحملية في الأشهر الانتقالية.

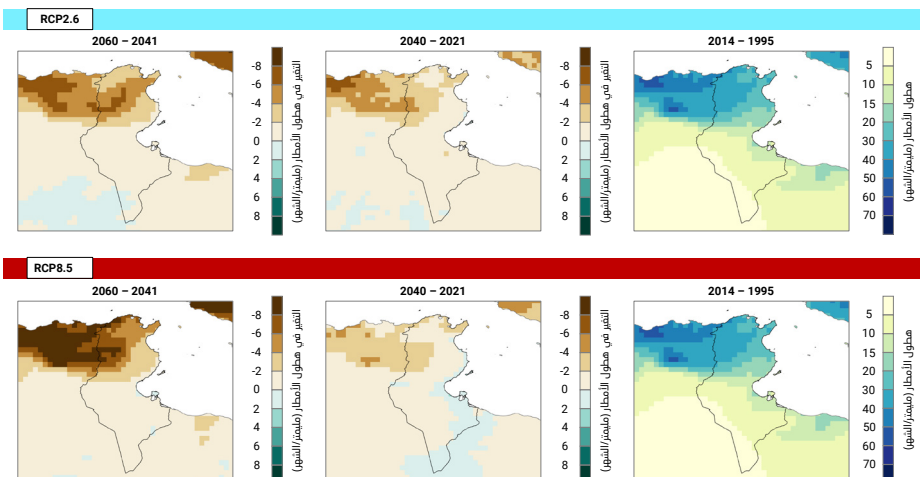
والواقع أنّ هطول الأمطار في موسم الجفاف (من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر) منخفض أصلاً في جميع أنحاء تونس، إذ يبلغ المتوسط المرجعي 15 مليمتراً شهرياً، ويتراوح معدل الهطول بين 4 و35 مليمتراً شهرياً (الشكل 9). والتغيرات المتوقعة في هطول الأمطار طفيفة لكنها ثابتة: انخفاض بمقدار 1 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.3 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، وكذلك انخفاض

الشكل 8. متوسط التغير في هطول الأمطار الموسمي (من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس) في الأجلين القريب والمتوسط (2040-2021) والمقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



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

الشكل 9. متوسط التغير في هطول الأمطار الموسمي (من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر) في الأجلين القريب والمتوسط (2040-2021) والمقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



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)

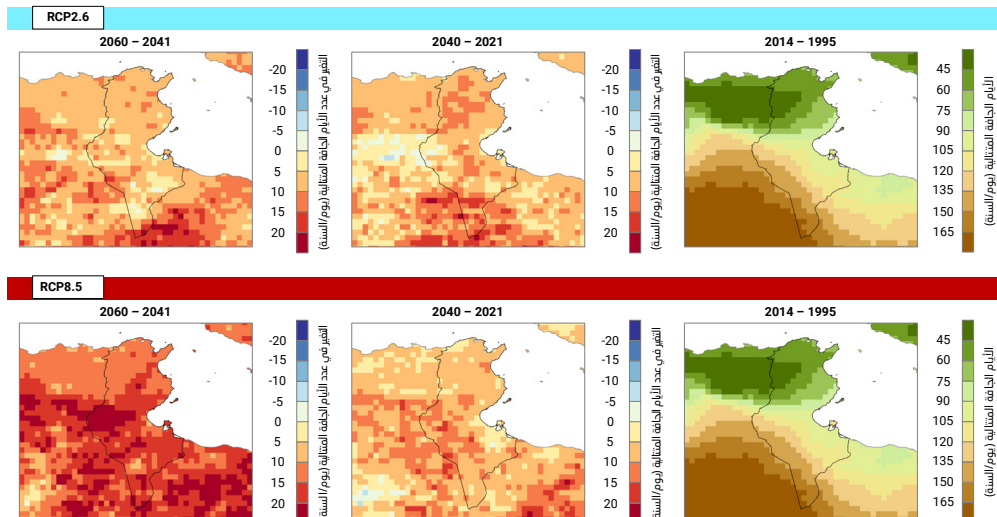
هذه التغيرات الانخفاض العام المتوقع في هطول الأمطار في تونس. ويؤدي تراجع أحداث هطول الأمطار خلال الموسم المطير، لا سيما في الشمال الغربي، إلى إطالة فترات الجفاف المتواصلة، حتى عندما تبقى التغيرات في إجمالي هطول الأمطار محدودة.

ويُظهر سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) زيادات أكبر في عدد الأيام الجافة المتتالية في الأجل القريب، وذلك لأن الجفاف المبكر الناجم عن الدوران الجوي يحدث قبل أن تصبح الفروق المرتبطة بالاحتراق في رطوبة الغلاف الجوي بين السيناريوهين كبيرة. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، يؤدي الارتفاع الطفيف في درجات الحرارة في الأجل القريب إلى زيادة الرطوبة القادمة من البحر الأبيض المتوسط والرطوبة في الطبقة الحدية من الغلاف الجوي بما يكفي لتخفيف فترات الجفاف، فيبقى عدد الأيام الجافة المتتالية أقل بقليل على الرغم من ارتفاع الانبعاثات. وقد تعكس الزيادة الأكبر في عدد الأيام الجافة المتتالية في الأجل القريب في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) تغيرات مبكرة في مسارات العواصف وتواتر الجبهات الهوائية التي تصبح أقل وضوحاً في الأجل المتوسط. ويتيح الارتفاع المحدود نسبياً في درجات الحرارة في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) قدراً من الرطوبة يحدّ جزئياً من الجفاف، مما يُبقي عدد الأيام الجافة المتتالية مستقراً نسبياً. وفي المقابل، يتزامن الارتفاع الأكبر في درجات الحرارة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، مع زيادة الجفاف وارتفاع ملحوظ في فترات الجفاف.

يعكس سلوك الجفاف ونمط الأيام الجافة المتتالية في تونس بنية المناخ المتوسطي-الصحراوي للبلد، حيث ينشأ الجفاف عن انخفاض إجمالي معدلات هطول الأمطار وطول فترات الجفاف المتواصلة، التي تؤدي إلى تفاقم ندرة المياه، ونضوب رطوبة التربة، وارتفاع درجات الحرارة إلى مستويات قصوى. وتاريخياً، تزامنت جميع موجات الجفاف الكبرى في تونس مع فترات جفاف طويلة وغير اعتيادية، لا سيما في الشمال الغربي، حيث تحدّ أمطار الموسم المطير عادةً من استمرار الجفاف الصيفي. وخلال موجة الجفاف التي سُجّلت في الفترة 1999-2002، والتي استمرت ثلاث سنوات وأثرت على معظم أنحاء تونس، شهدت منطقتا التل ودورسال فترات جفاف ربيعية وطويلة على نحو غير معتاد. وأدى نقص هطول الأمطار في فصل الربيع إلى قصور حاد في رطوبة التربة، مما جعل هذه الموجة من أبرز حالات الجفاف المطول الموثقة في تونس³. وبالمثل، عكست موجة الجفاف في الفترة 2007-2008 تأخر هطول الأمطار الشتوية وامتداد فترات الجفاف على نحو غير معتاد في الموسم المطير⁴.

وتشير التوقعات المستقبلية إلى تفاقم واضح في فترات الجفاف مع انخفاض هطول الأمطار وتزايد تشبّثها. وفي الفترة المرجعية، بلغ متوسط عدد الأيام الجافة المتتالية في تونس 97 يوماً سنوياً. ومن المتوقع أن يصل متوسط الزيادة إلى 8.6 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و7.6 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، ليرتفع إلى 7.5 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و16 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل المتوسط (الشكل 10). وتعكس

الشكل 10. متوسط التغير في أقصى عدد سنوي للأيام الجافة المتتالية في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



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 الغزيرة (أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد)

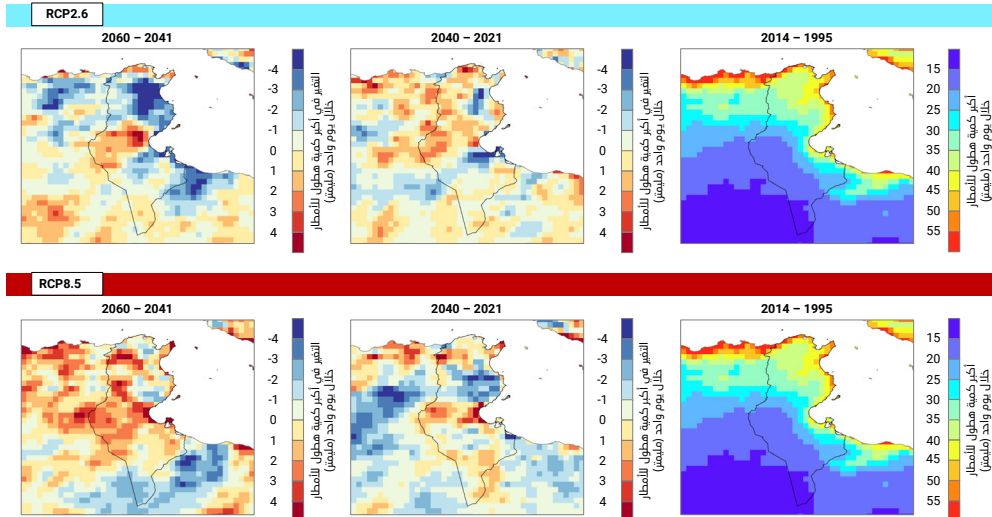
وتُظهر التغيرات المتوقعة في أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد تبايناً مكانياً بين الزيادات (باللون الأحمر) والانخفاضات (باللون الأزرق). وتُسجّل زيادة ملحوظة في هطول الأمطار الغزيرة في المنطقة الانتقالية بين جفارة والسهوب ما قبل الصحراوية في وسط تونس، حيث ترتفع أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد بأكثر من 4 ملليمتر، على الرغم من انخفاض معدل هطول الأمطار السنوي وزيادة فترة الأيام الجافة المتتالية. ويعكس هذا النمط المتسق من الناحية الفيزيائية تحولاً نحو عواصف حملية أقل تواتراً لكن أكثر شدة، نتيجة لارتفاع حرارة سطح الأرض، وازدياد عمق الطبقة الحدية، وارتفاع متقطع للرطوبة يزيد من شدة العواصف، حتى في مناخ يتجه عموماً نحو الجفاف.

وتؤكد الملاحظات الحديثة أنّ هطول الأمطار الغزيرة لم يعد يقتصر على الموسم المطير التقليدي. وأفاد المعهد الوطني للأرصاد الجوية بتساقط 30 ملليمتر من الأمطار خلال 24 ساعة في الوسلاتية (القيروان) في تموز/يوليو 2026⁶، بالإضافة إلى هطول أمطار غزيرة محلية أخرى في عدة مناطق في آب/أغسطس 2026⁷، ما يؤكد تزايد تعرض تونس للظواهر الجوية الحملية الصيفية.

تشهد تونس هطول أمطار غزيرة وشديدة الأثر فضلاً عن فيضانات وميضية ناجمة عن عواصف قصيرة وشديدة تتجاوز قدرة شبكات الصرف الصحي على استيعابها، وذلك في تونس الكبرى، ورأس الطيب، وبنزرت، والساحل، والأحواض الداخلية. وتتراوح كمية الأمطار الغزيرة المسجلة على مدار 24 ساعة بين 40 ملليمتر خلال وابل أمطار حملية موضعية و200 ملليمتر خلال فيضانات وميضية ضخمة على السواحل. على سبيل المثال، نتج عن فيضانات الرديف في أيلول/سبتمبر 2009 حوالي 150 ملليمتر من الأمطار في ليلة واحدة، أسفرت بدورها عن فيضانات مدمرة في وادي الداخلة وروافده⁵.

وفي الفترة المرجعية، سجلت تونس تدرجاً واضحاً في أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (Rx1day) بين الشمال والجنوب، وهو ما يعكس عامة النمط المكاني لهطول الأمطار الإجمالي. وتتجاوز أعلى قيمة لأكثر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد 44 ملليمتر على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط، حيث تؤثر الجبهات الهوائية والحمل الحراري البحري تأثيراً كبيراً على أنماط هطول الأمطار (الشكل 11).

الشكل 11. 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 تونس



المصدر: تجميع المؤلفين.

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



التبخّر

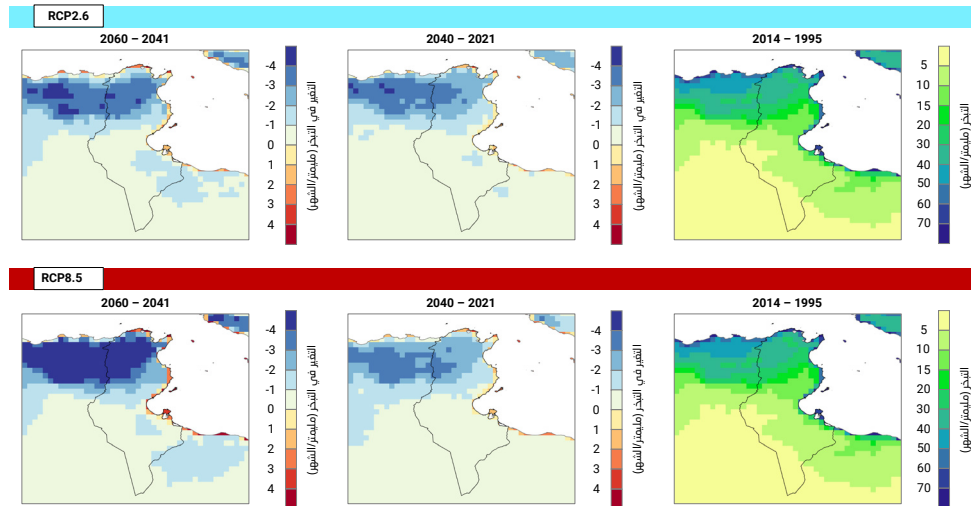
المرجعية، بلغ متوسط التبخر حوالي 16 ملليمتر شهرياً. وتشير التوقعات إلى انخفاض طفيف لكن مستمر في معدلات التبخر (الشكل 12). ففي الأجل القريب، يتراوح متوسط الانخفاض

يتأثر التبخر في تونس بالرطوبة إلى حد كبير. فعلى الرغم من ارتفاع درجات الحرارة في إطار سيناريوهي تغير المناخ، من المتوقع أن ينخفض التبخر بدلاً من أن يرتفع. وفي الفترة

رطوبة التربة في ظل المناخ شبه الجاف السائد في تونس، وهو ما يحدّ من التبخر على الرغم من زيادة قدرة الغلاف الجوي على سحب الرطوبة بالتبخر. وفي المقابل، يقتصر ارتفاع التبخر على المناطق الساحلية، إذ يوفر قربها من البحر الأبيض المتوسط مصدراً للرطوبة. وبشكل عام، تبرز التوقعات اتجاهها نحو الجفاف في المناطق الداخلية، حيث يعكس انخفاض التبخر تفاقم ندرة المياه، بينما تبقى المناطق الساحلية محمية بفضل التأثيرات البحرية.

بين 0.8 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، و0.6 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، بينما تتقارب معدلات الانخفاض في إطار السيناريوهين في الأجل المتوسط عند حوالي 1 ملمتر شهرياً. ويسجل الانخفاض الأكثر وضوحاً في المناطق الداخلية، حيث تصل الانخفاضات القصوى في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) إلى أكثر من 5 ملمتر شهرياً في الأجل المتوسط. ويعكس هذا الانخفاض محدودية

الشكل 12. متوسط التغير في التبخر السنوي (بين تشرين الأول/أكتوبر ونيسان/أبريل) في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



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

وصل إلى 2.6 ملمتر شهرياً، إلا أنّ هذا الجريان المحدود يمثل التدفقات الرئيسية خلال الموسم المطير (الشكل 13). والتحليل الموسمي ضروري، في وقت تسهم حتى الكميات الصغيرة من مياه الجريان السطحي في تجديد مخزون الخزانات وتغذية المياه الجوفية، كما تؤثر على توقيت إمداد المياه للزراعة. وتظهر التوقعات قيماً متوسطة تبلغ 0.0 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) وسيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجلين القريب والمتوسط، ما يشير إلى تغير طفيف عموماً. ومع ذلك، لوحظت زيادات محلية، بلغت أقصى معدلاتها 0.3 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) في الأجل القريب، على الرغم من انخفاض معدل هطول الأمطار. وتعكس هذه المفارقة أهمية غزارة هطول الأمطار وتركيزها الموسمي: فالعواصف الشتوية الأقل تواتراً والأشد غزارة، إلى جانب تشبع التربة بالمياه، قد تولّد كميات أكبر من الجريان السطحي.

لذلك، على الرغم من انخفاض قيم الجريان السطحي في الفترة من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس، فإنها توفر مؤشراً مهماً على حالة الأمن المائي في تونس. فهي ترصد الظواهر الموسمية

يُعد الجريان السطحي في تونس عنصراً أساسياً في النظام الهيدرولوجي، ويتأثر بالتباين الموسمي الحاد بين الشتاء المطير والصيف الجاف، والتفاوت الكبير في معدلات هطول الأمطار. وهو بالغ الأهمية لفهم مدى توفر المياه، وتدفعها إلى الخزانات، وتوقيت الري. وفي خرائط التوقعات المناخية، غالباً ما تظهر فجوات واضحة في المناطق الساحلية. ولا تشير هذه الفجوات إلى غياب الجريان السطحي، بل هي ناجمة عن خصائص تقنية في إطار النمذجة. فالمتغيرات الهيدرولوجية، مثل الجريان السطحي، لا تُحسب إلا لخلايا الشبكة الواقعة على اليابسة، بينما تُستبعد الخلايا التي تتداخل مع الخط الساحلي أو التي يغطيها المحيط جزئياً. ويعني هذا التأثير عند الحد الفاصل بين اليابسة والبحر أنّ نماذج المناخ الإقليمية لا تستطيع تمثيل خلايا الشبكة التي تشمل كلا من اليابسة والبحر تمثيلاً كاملاً، فتبقى فجوات واضحة على طول الساحل.

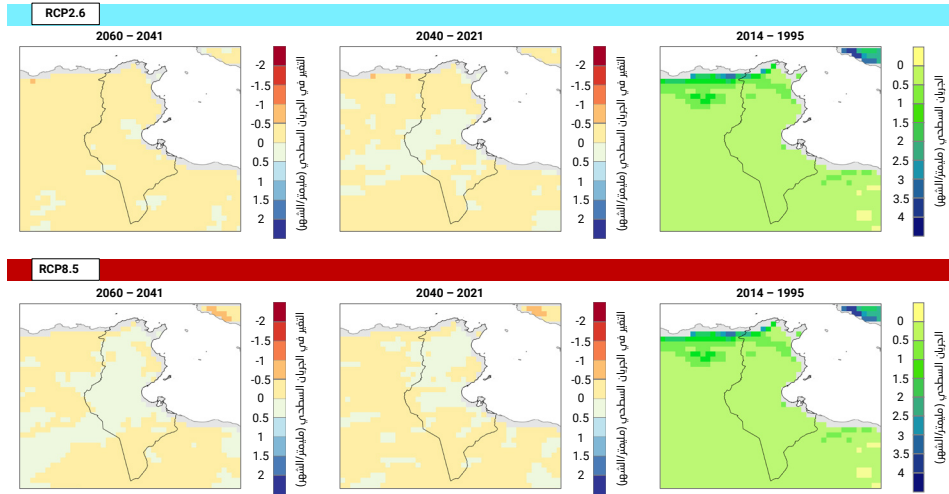
ومعدلات الجريان السطحي في الفترة من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس منخفضة جداً، إلا أنها ذات أهمية حيوية لإدارة الموارد المائية في تونس. وفي الفترة المرجعية، بلغ متوسط الجريان السطحي 0.2 ملمتر فقط شهرياً مع معدل أقصى

(RCP8.5) في الأجل القريب. وفي الأجل المتوسط، تتقارب القيم لتبلغ 0.0 مليمتراً شهرياً في إطار السيناريوهين. ومن المتوقع حدوث زيادات طفيفة جداً في بعض المناطق، حتى مع انخفاض معدلات هطول الأمطار. ويعكس ذلك دور غزارة الأمطار، وتشبع التربة، وظروف سطح الأرض في الجريان السطحي. فهطول الأمطار الأقل تواتراً والأشد غزارة يؤدي إلى زيادة نسبة في الجريان السطحي، في حين يؤدي تدهور التربة وتراجع الغطاء النباتي إلى خفض قدرة التربة على امتصاص المياه. ونظراً إلى المناخ شبه الجاف في تونس، يمكن حتى للزيادات الطفيفة (البالغة حوالي 0.1 مليمتراً شهرياً) أن تؤثر على تغذية الخزانات والمياه الجوفية، ما يؤكد أهمية التحليل الموسمي على الرغم من انخفاض القيم المطلقة.

المتطرفة التي تؤثر على خطر الفيضانات والقدرة على الصمود في وجه الجفاف. وحتى التغيرات الطفيفة قد تخلف آثاراً كبيرة على الخزانات وأنظمة الري والتخطيط على المدى البعيد.

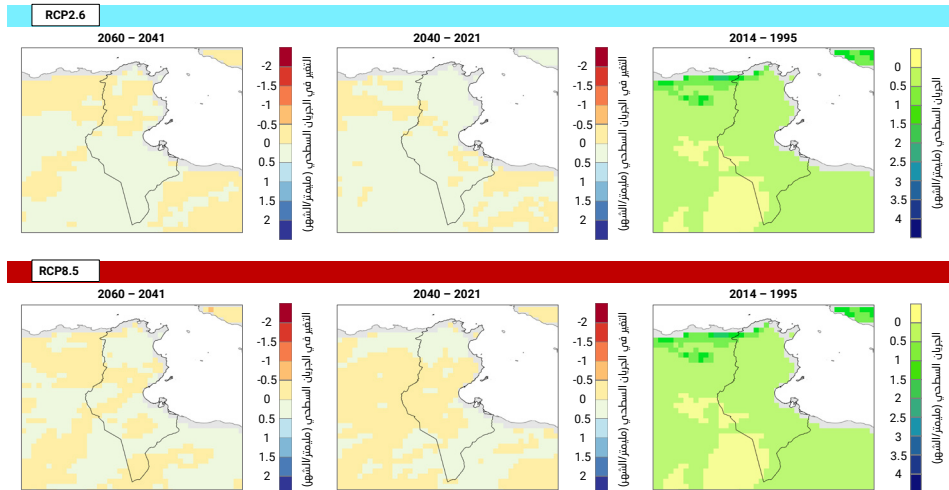
وخلال موسم الجفاف الممتد من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر، يبقى الجريان السطحي محدوداً للغاية، لكنه لا يزال يؤدي دوراً مهماً في التوازن الهيدرولوجي. وفي الفترة المرجعية، بلغ متوسط الجريان 0.2 مليمتراً شهرياً، ووصلت القيم القصوى إلى 1.3 مليمتراً شهرياً (الشكل 14). وتظل التغيرات المتوقعة في القيم الوسيطة للجريان السطحي محدودة للغاية، إذ يُتوقع زيادة قدرها 0.1 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) ولا يُتوقع حدوث تغير يُذكر في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة

الشكل 13. متوسط التغير في الجريان السطحي الموسمي (من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



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

الشكل 14. متوسط التغير في الجريان السطحي الموسمي (من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



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



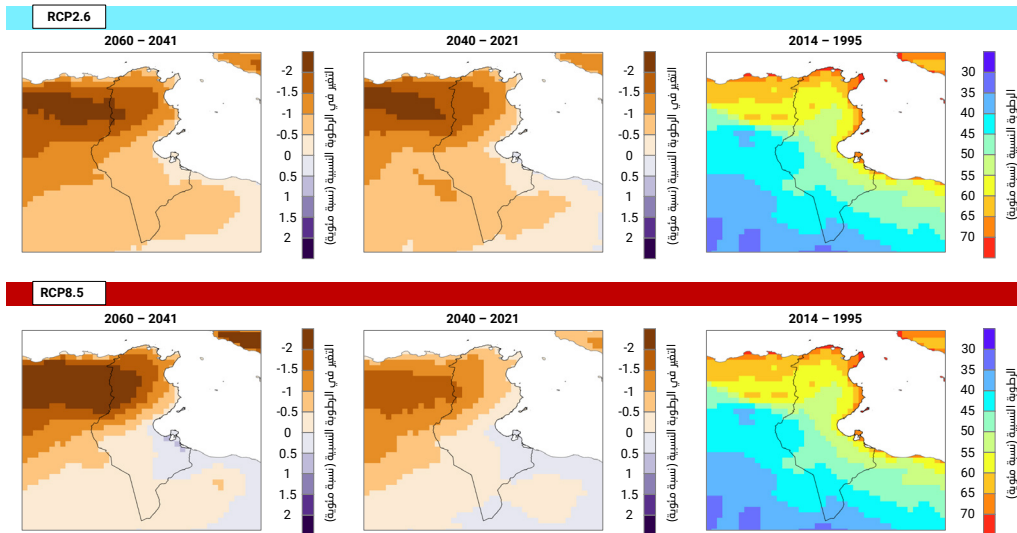
الرطوبة النسبية

اللافت أن مسار الانبعاثات المرتفعة يُظهر انخفاضاً أقل بقليل في الرطوبة مقارنةً بمسار الانبعاثات المنخفضة، وهو ما يعكس التوازن المعقد بين الاحترار والتبخّر وقدرة الغلاف الجوي على الاحتفاظ بالرطوبة.

وتُظهر أيضاً تباينات مكانية في مختلف أنحاء البلد، إذ تشهد بعض المناطق انخفاضاً في الرطوبة النسبية، في حين تسجل مناطق أخرى زيادات طفيفة. ويعود ذلك إلى الخصائص الجغرافية المحلية، والقرب من البحر الأبيض المتوسط، والتقلبات في هطول الأمطار. وقد تحافظ المناطق الساحلية والشمالية على مستويات الرطوبة الحالية، أو حتى تشهد زيادة فيها بسبب تأثير البحر والزيادات العرضية في هطول الأمطار، في حين قد تشهد المناطق الداخلية والصحراوية الجنوبية جفافاً أشد نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار. وتُبرز هذه التباينات المكانية الآثار غير المتكافئة لتغيّر المناخ عبر المناطق الجغرافية المختلفة في تونس، إذ تتأثر المناطق الساحلية جزئياً بتغيّر المناخ بفعل قربها من البحر، بينما تشهد المناطق الداخلية تزايداً في حدة الجفاف.

تُعد الرطوبة النسبية أحد المعايير المناخية الحاسمة في تونس، لأنها تؤثر على الإجهاد الحراري، وتوافر المياه، والإنتاجية الزراعية في ظل الاحترار العالمي. ويؤدي الارتفاع في درجات الحرارة، ومقترباً بانخفاض الرطوبة النسبية، إلى تفاقم الجفاف، وزيادة حدة آثاره، والحد من راحة الإنسان وقدرة المحاصيل على الصمود. وفي الفترة المرجعية، بلغ متوسط الرطوبة النسبية في جميع أنحاء تونس حوالي 52 في المائة (الشكل 15). وتشير التوقعات المستقبلية إلى انخفاض طفيف لكن مستمر في الرطوبة في إطار السيناريوهين. وفي الأجل القريب، يتراوح متوسط الانخفاض بين 0.8 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) و0.3 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وفي الأجل المتوسط، يُتوقع أن يبلغ الانخفاض 0.9 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) و0.5 مليمتراً شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وهذه الانخفاضات طفيفة، إلا أنها بالغة الأهمية بالنسبة إلى مناخ تونس شبه الجاف، إذ يمكن لأدنى انخفاض في الرطوبة الجوية أن يزيد من خطر الجفاف، ويزيد الطلب على الري، ويفاقم الإجهاد الحراري. ومن

الشكل 15. متوسط التغير في المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في تونس



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

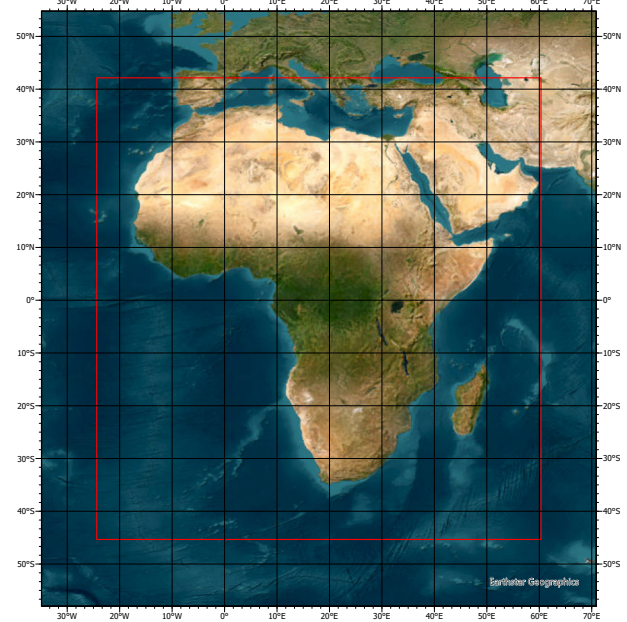
نبذة عن التوقعات المناخية

لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية (CORDEX-CORE)، الذي تم تطويره في إطار التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية التابعة للبرنامج العالمي للبحوث المناخية. وبالنسبة إلى نطاق أفريقيا (الشكل 16)، 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.

ويتمد 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 المقيدة بالبيانات الرصدية.

ومن المتوقع أيضاً ظهور اختلافات بين توقعات CORE-CORDEX 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 عن التضاريس، أو الظواهر الشديدة المحلية بشكل كامل، وهي سمات تُمثل بشكل أفضل من خلال خفض النطاق الدينامي إلى دقة مكانية قدرها 25 كيلومتر.

الشكل 16. التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية - نطاق أفريقيا



المصدر: CORDEX, Region 5: Africa.

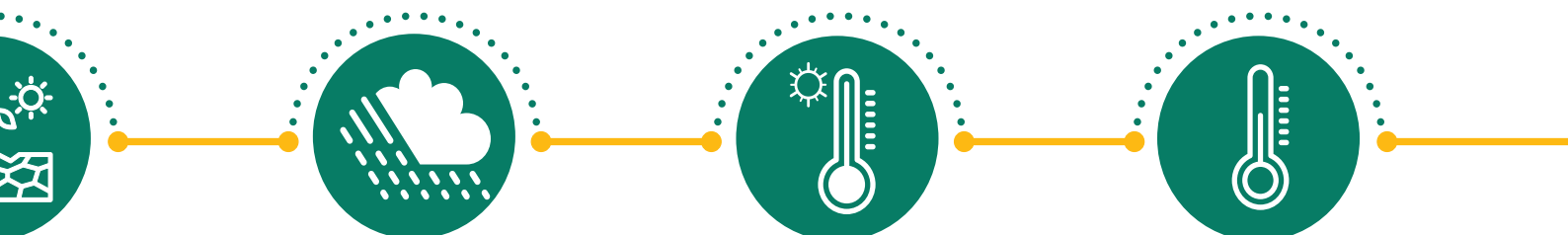
إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

اُفتُتست 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.

واستُمدّت التوقعات المناخية المستقبلية من نموذج المناخ الإقليمي للمجموعة الأساسية الخاصة بالتجربة المنسقة

المراجع

- ArabiaWeather (2022). "Heatwave conditions in Tunisia with temperatures reaching 47°C in Kebili, 46°C in Gafsa, and 45°C in Kairouan". Meteorological news report based on daily observations from the Institut National de la Météorologie (INM), July 2022. Available at <https://www.arabiaweather.com> (Weather News section).
- Boudjelal, A., Bouaziz, S., and Bouaziz, M. (2011). "Drought assessment in Tunisia using rainfall and hydrological data". Arab Journal of Geosciences 4(3-4), 541-551.
- 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](#).
- Lahmar, R., Bachta, M.S., and Zaafouri, M. (2006). Sécheresse 17(1-2), 153-160.
- Lahmar, L., Boujarra, A., and Aliouet S. (2021). "Les inondations catastrophiques du 23 septembre 2009 dans la ville de Redeyef (Tunisie méridionale)". Physio-Géo – Géographie Physique et Environnement, vol. 16.
- Meinshausen, M., and others (2011). "The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300". Climatic Change, vol. 109, pp. 213-241.
- National Institute of Meteorology (2021). "August 2021 is the hottest on record since 1950". Monthly Climate Report – August 2021 in Tunisia.
- National Institute of Meteorology (2026). "24-hour rainfall totals for 08-09 August 2026". [Pluviometry Bulletin](#).
- Télévision Tunisienne (2024). "Record wind activity and heavy rainfall: Summary of weather fluctuations during the past 24 hours". [Tunisia TV](#).
- 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. National Institute of Meteorology, 2021.
2. ArabiaWeather, 2022.
3. Lahmar and others, 2006.
4. Boudjelal and others, 2011.
5. Lahmar, 2021.
6. Télévision Tunisienne, 2024.
7. National Institute of Meteorology, 2026.





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/Tunisia - 2600342A

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