

ورقة معلومات قطرية ليبيا

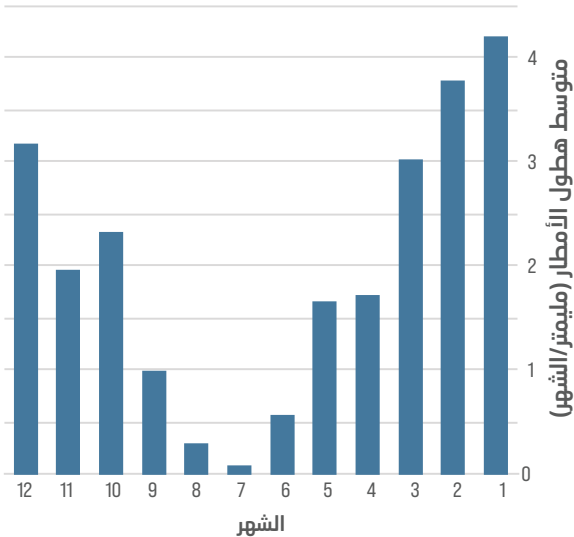


لمحة تاريخية عن اتجاهات درجات الحرارة ومعدلات هطول الأمطار في ليبيا

ومعدلات هطول الأمطار المسجلة تاريخياً شحيحة، كما أنها شديدة التقلب والموسمية. وتتلقى غالبية مناطق البلد أقل من 100 ملم من الأمطار سنوياً، وكثيراً ما تقارب معدلات الهطول الصفر في المناطق الصحراوية الداخلية، بينما تتراوح بين 300 و600 ملم سنوياً في الشريط الساحلي ومرتفعات جبل الأخضر. ويقع معظم هطول الأمطار خلال موسم مطير يمتد من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس، وتبلغ ذروته عادةً في شهري كانون الثاني/يناير وشباط/فبراير. ويكاد الموسم الجاف الممتد من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر يخلو من تساقط الأمطار (الشكل 2). وهناك أيضاً تقلب واضح من سنة إلى أخرى، فتغلب على بعض السنوات موجات جفاف، بينما تشهد سنوات أخرى أنظمة عواصف متوسطة نادرة تجلب أمطاراً غزيرة وفيضانات وميضية.

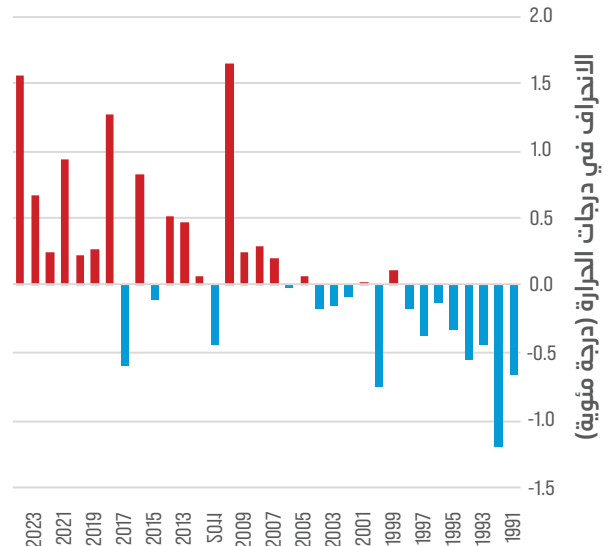
يتميز المناخ في ليبيا بتباينات جغرافية واضحة. فالمناخ في المناطق الساحلية متوسطي، حيث الشتاء معتدل وأكثر رطوبة، والصيف حار وجاف، في حين أن المناطق الداخلية جافة في الغالب، وتتجاوز فيها درجات الحرارة في الصيف 40 درجة مئوية في الكثير من الأحيان. وقد ارتفعت متوسطات درجات الحرارة السنوية بشكل ملحوظ في العقود الأخيرة، لا سيما في المناطق الصحراوية حيث أصبحت موجات الحر الشديد أكثر تواتراً. وقد تجاوز المتوسط في عدة سنوات بالفعل عتبة 1.5 درجة مئوية فوق المتوسط المسجل في الفترة 1991-2020، ما يؤكد أن الاحترار واقع بوتيرة سريعة (الشكل 1). كما أن درجات الحرارة الليلية تتجه نحو الارتفاع، ما يؤدي إلى تضيق نطاق التغير اليومي في درجة الحرارة وتفاقم الإجهاد الحراري.

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



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

خلاصة عن التوقعات المناخية المستقبلية



درجات
الحرارة

خلال الفترة المرجعية 1995-2014، بلغ متوسط درجة الحرارة السنوية في ليبيا 21.1 درجة مئوية، مع تباين في المناطق الساحلية بمقدار ± 2 درجة مئوية، وفي الصحارى الداخلية بمقدار ± 4 درجات مئوية. ومن المتوقع أن يتزايد الاحترار بنحو 0.7-0.9 درجة مئوية في الأجل القريب (2021-2040)، وبمقدار 0.8-1.8 درجة مئوية في الأجل المتوسط (2041-2060)، وأن تسجل أعلى معدلات الارتفاع في المناطق الداخلية.



الأيام
الشديدة
الحرارة

تراوح عدد الأيام الشديدة الحرارة، التي تزيد درجات الحرارة فيها عن 40 درجة مئوية، تاريخياً بين أقل من 5 أيام في السنة وأكثر من 35 يوماً في السنة. ومن المتوقع أن يرتفع هذا العدد بشكل حاد في الأجل المتوسط، بمقدار 11.5 يوماً في السنة في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) وبمقدار 29.5 يوماً في السنة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، لا سيما في مناطق مرزق وتدرارت أكاكوس والسرير والكفرة، حيث يمعن ارتفاع الحرارة الصحراوية عند خط الأساس في زيادة الاحترار.



هطول
الأمطار

من المتوقع أن تنخفض كمية هطول الأمطار الشتوية بما يصل إلى 4 مليمتراً شهرياً على طول جبال نفوسة وساحل برقة. ومن المتوقع أن تظل التغيرات الصيفية في حدود ± 1 مليمتراً شهرياً، في حين يُتوقع أن تنخفض كمية الأمطار في منطقة البحر الأبيض المتوسط بمقدار 3 مليمتراً شهرياً بحلول الأجل المتوسط (2041-2060). ولا تظهر في المناطق الداخلية سوى تغيرات طفيفة مرتبطة بالحمل الحراري في جبال تيبستي.



الجفاف

من المتوقع أن يزداد عدد الأيام الجافة المتتالية بنحو 9 إلى 10 أيام في السنة في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وبما يتراوح بين 7.2 و12.6 يوماً في السنة في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ما سيؤدي إلى إطالة فترات انقطاع هطول الأمطار في معظم أنحاء ليبيا. وقد تشهد المناطق الجنوبية زيادات أقل أو انخفاضات طفيفة في عدد الأيام الجافة المتتالية بسبب زيادة انتقال الرطوبة من أعماق الصحراء الكبرى.



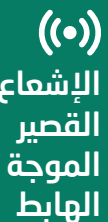
هطول
الأمطار
الغزيرة

عادةً ما تبقى قيمة أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (مؤشر Rx1day) أقل من 15 مليمتراً في المناطق الداخلية، وأكثر من 40 مليمتراً على طول الساحل، ويتوقع أن تبلغ التغيرات المستقبلية حوالي ± 4 مليمتراً، ما يشير إلى فترات جفاف أطول إلى جانب أحداث هطول أمطار قصيرة المدة وأشد غزارة تزيد من خطر الفيضانات الوعائية.



التبخّر

يعتمد التبخر في ليبيا على توافر الرطوبة، ويتراوح بين أقل من 1 مليمتراً شهرياً في الصحراء خلال فصل الشتاء وأكثر من 35 مليمتراً شهرياً على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط. تظل التغيرات المتوقعة في فصل الشتاء طفيفة، في حدود ± 0.8 مليمتراً شهرياً، في حين أن الانخفاضات المتوقعة في فصل الصيف قد تتجاوز 1.0 مليمتراً شهرياً، مع جفاف التربة نتيجة لارتفاع درجات الحرارة.



(٥٠)
الإشعاع
القصير
الموجة
الهابط

يبلغ متوسط قدرة الإشعاع القصير الموجة الهابط 256 واط للمتر مربع، وهي قيمة تزيد بنحو 30 إلى 40 في المائة عن المتوسط العالمي للبر. ولا تزال التغيرات المتوقعة طفيفة، حيث تتراوح بين زيادة قدرها 0.1 واط للمتر مربع، وانخفاض قدره 0.8 واط للمتر مربع في الأجل القريب، وبين تغير قدره 0.0 واط للمتر مربع وانخفاض قدره 2.0 واط للمتر مربع في الأجل المتوسط، ما يشير إلى بيئة إشعاعية مستقرة لا تشهد سوى انخفاضات طفيفة.



أيام
الرياح القوية

يتراوح عدد الأيام التي تهب فيها رياح قوية بين أقل من 5 أيام في السنة في أدهان مرزق وأكثر من 70 يوماً في السنة على طول ساحل برقة. ومن المتوقع أن ينخفض عدد هذه الأيام في الأجل القريب (2021-2040)، قبل أن يرتفع في الأجل المتوسط (2041-2060)، لا سيما في منطقة التقاء جبال تيبستي ومرزق وفي شمال غرب ليبيا، حيث يؤدي الاحترار إلى تعزيز المنخفضات الحرارية والرياح المنحدرة ومسارات انتقال العواصف الرملية والترابية.

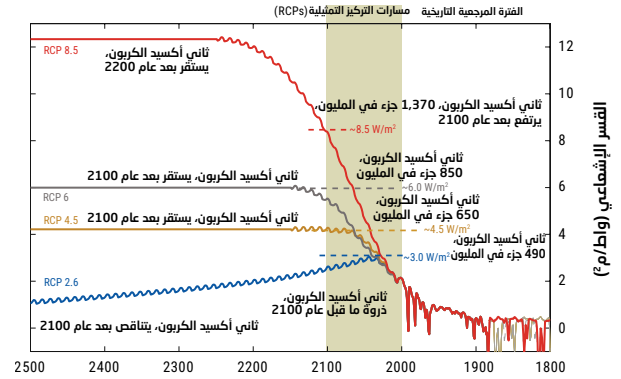
السيناريوهات المناخية

كل سيناريو بمستوى محدد من القسر الإشعاعي بحلول عام 2100. وقد استُخدم 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، ويستتشر مستقبلًا 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.

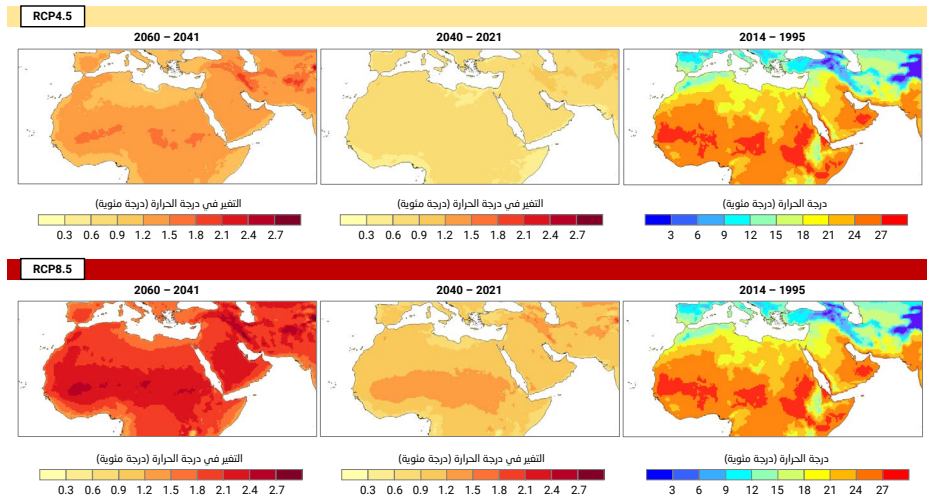
تستند السيناريوهات المناخية المستخدمة في هذا التقييم إلى مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) التي أعدت من أجل تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (الشكل 3). ويصف كل سيناريو المسارات السائدة علمياً التي قد تتخذها تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، ويرتبط

لمحة عن المنطقة العربية

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 من المتوسط العالمي. ومن المتوقع أن ترتفع متوسطات درجات الحرارة في الأجل القريب (2040-2021) بمقدار 0.7 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (RCP4.5) و1.1 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات

تشمل الأنشطة الأساسية للمبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (ريكار) إعداد توقعات للمناخ المستقبلي مخصصة لنطاق المنطقة العربية. وقد أطلق مشروع التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (CORDEX-MENA) كجزء من مبادرة ريكار بهدف توفير نتائج موحدة للنمذجة

الشكل 4. متوسط التغير في درجات الحرارة السنوية في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) 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.

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.

المرتفعة (RCP8.5)، وذلك مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014). (الشكل 4). وبحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، من المتوقع أن تصل الزيادة إلى

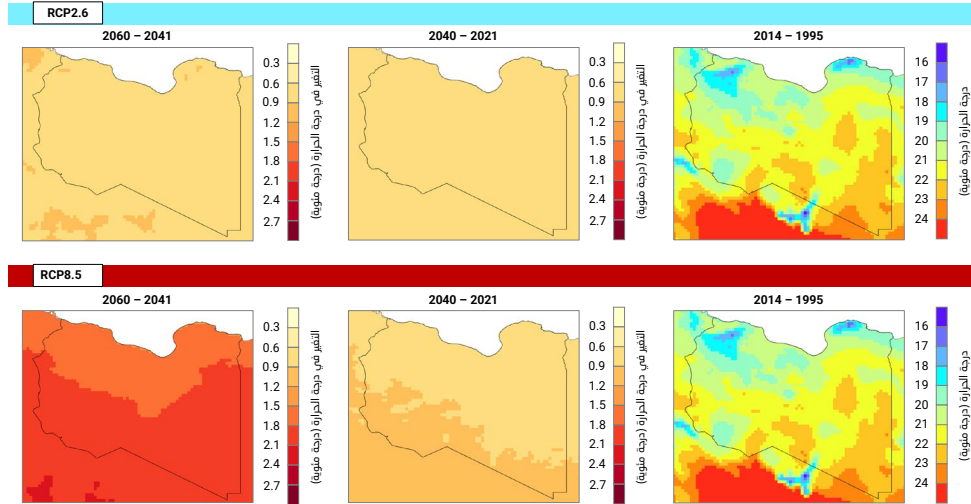


درجات الحرارة

وتظهر اتجاهات نحو ارتفاع درجات الحرارة في جميع المناطق، لكنها أكثر وضوحاً في المناطق الداخلية القاحلة، حيث أصبحت موجات الحرارة الشديدة أكثر تواتراً. وترتفع درجات الحرارة ليلاً، ما يؤدي إلى تضيق المدى الحراري اليومي وتفاقم الإجهاد الحراري. وتشير التوقعات إلى ارتفاعات في درجات الحرارة في الأجل القريب (2021-2040) بنحو 0.7 درجة مئوية في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) وبنحو 0.9 درجة مئوية في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وفي منتصف الأجل المتوسط (2041-2060)، من المتوقع أن يصبح الاحترار أكثر وضوحاً، مع ارتفاعات تبلغ 0.8 درجة مئوية في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) و1.8 درجة مئوية في سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5) مقارنة بالفترة المرجعية، وذلك نتيجة لتزايد تعرض البلد لموجات الحر الشديد.

تتأثر أنماط درجات الحرارة في جميع أنحاء ليبيا تأثراً قوياً بالعوامل الجغرافية، ما يؤدي إلى تباين مكاني ملحوظ. فعلى طول ساحل البحر الأبيض المتوسط، يؤدي التأثير البحري إلى اعتدال الأحوال الجوية، حيث يكون الشتاء معتدلاً والصيف حاراً ولكن بدرجة أقل حدة، وتقع الانحرافات الموسمية عن المتوسط عموماً في نطاق ± 2 درجة مئوية. وعلى النقيض من ذلك، تشهد المناطق الصحراوية الداخلية تقلبات مناخية أشد حدة بكثير، فكثيراً ما تتجاوز درجات الحرارة القصوى في الصيف 40 درجة مئوية، بينما تنخفض درجات الحرارة في الشتاء انخفاضاً حاداً ليلاً، ما يؤدي إلى انحرافات أقرب إلى ± 4 درجة مئوية. وتشهد المناطق المرتفعة، مثل الجبل الأخضر وجبال تيبستي، ظروفاً أكثر برودة وحرارة صيفية أقل حدة مقارنة بالسهول المحيطة بها. وقد بلغ متوسط درجة الحرارة السنوية خلال الفترة المرجعية (1995-2014) 21.1 درجة مئوية (الشكل 5).

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



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

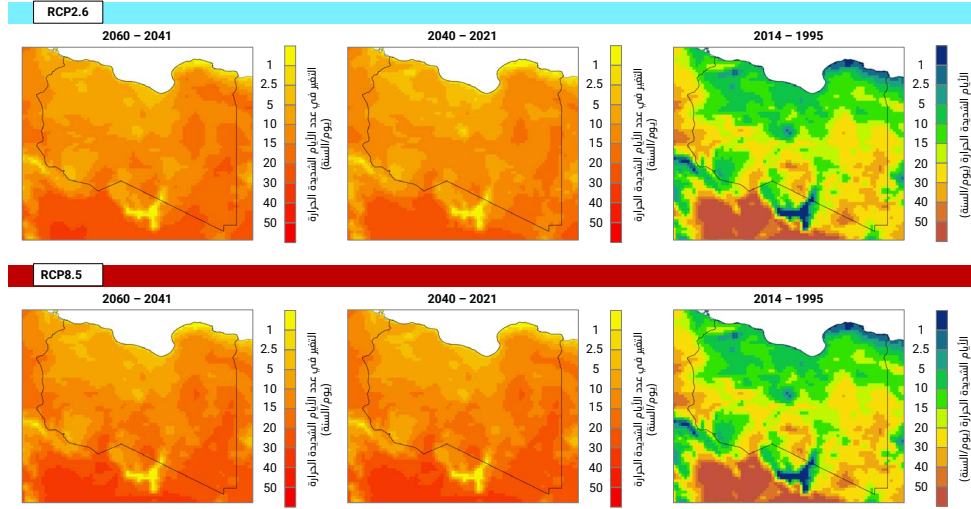


الأيام الشديدة الحرارة

على طول منطقة الانتقال المناخي بين البحر الأبيض المتوسط والصحراء الكبرى، درجات حرارة تجاوزت 50 درجة مئوية، بما في ذلك في تموز/يوليو 2026¹. وهذا يدل على أن الحرارة الشديدة لم تعد تقتصر على المناطق الصحراوية النائية في عمق البلد.

تُعرّف الأيام الشديدة الحرارة بأنها الأيام التي تتجاوز فيها درجة الحرارة القصوى اليومية 40 درجة مئوية، وقد توقع تداعيات خطيرة على صحة البشر والبنية التحتية والزراعة. وتشهد المناطق الصحراوية في ليبيا بالأصل عدة أيام شديدة الحرارة في كل عام. وقد سجلت مناطق مثل العزيزية، الواقعة

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 ليبيا



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

وتحدث أكبر الزيادات في صحراء مرزق وتدرات أكاكوس وشمال صحراء السرير، وحوض الكفرة. تجمع هذه المناطق بين درجات الحرارة الصحراوية المرتفعة في الأوضاع الطبيعية، والعزلة القارية الداخلية، والارتفاع المنخفض عن سطح البحر، والتضخيم القوي لظاهرة الاحترار الناتج عن التفاعلات التبادلية بين اليابسة والغلاف الجوي، ما يجعلها حساسة بشكل خاص للظواهر المتطرفة التي تتجاوز عتبات معينة. وبالمقابل، تشير التوقعات المستقبلية إلى استمرار تسجيل أعلى مرتفعات تدرات أكاكوس لأقل من يوم واحد شديد الحرارة سنوياً، وذلك جراء التأثير الملطف للارتفاع.

وخلال الفترة المرجعية 1995-2014، تراوح عدد الأيام الشديدة الحرارة بين أقل من 5 أيام وأكثر من 35 يوماً في السنة، ما يعكس بشكل وثيق النمط المكاني لمتوسط درجة الحرارة (الشكل 6). وتحافظ التوقعات المستقبلية على هذا الهيكل المكاني، لكنها تشير إلى زيادات كبيرة في المقدار. وتشير التوقعات إلى زيادة قيمتها الوسيطة في الأجل القريب (2040-2021) بمقدار 10.7 أيام في السنة في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) و12.7 يوماً في السنة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). وبحلول الأجل المتوسط (2060-2041)، تصل الزيادات مقارنة بالفترة المرجعية إلى 11.5 يوماً في السنة في إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) و29.5 يوماً في السنة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5).



هطول الأمطار

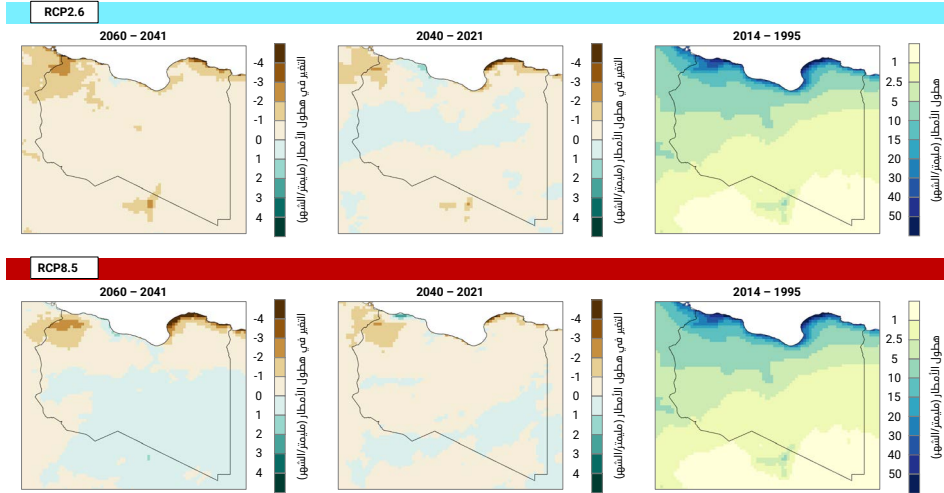
ويرتبط هطول الأمطار من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر بآليتين متميزتين (الشكل 8). فعلى طول ساحل البحر الأبيض المتوسط، تهطل كميات قليلة من الأمطار أثناء مرور الجبهات الجوية في أواخر الربيع وأوائل الخريف، في حين تساهم العواصف الرعدية النادرة الناتجة عن النسمات البحرية الصيفية بكميات محدودة من الأمطار. وتحدث الآلية الثانية فوق جبال تيبستي، حيث قد يؤدي الحمل الحراري الجبلي القوي خلال النصف الأول من السنة (الصيف) إلى تكوين عواصف تنجرف شمالاً نحو جنوب ليبيا. والتغيرات المتوقعة في هذا الموسم متفاوتة للغاية، وتقع عموماً في نطاق ± 1 ملمتر شهرياً. لا يظهر انخفاض محلي في جنوب ليبيا إلا في سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، ما يعكس تغيرات في الدوران الجوي تؤدي إلى إضعاف الحمل الحراري

يمتد الموسم المطير الفعلي في ليبيا من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس، ويتركز على طول الحزام الساحلي للبحر الأبيض المتوسط والمناطق المرتفعة المجاورة، حيث تأتي الأمطار بشكل حصري تقريباً من أنظمة العواصف المتوسطية الشتوية. أما باقي أجزاء البلد، فتظل شديدة الجفاف على مدار العام، على الرغم من أن مسارات العواصف الشتوية قد تمتد أحياناً قليلاً نحو الجنوب لتصل إلى الأطراف الشمالية للصحراء الكبرى. وتشير التغيرات المتوقعة عموماً إلى انخفاض في هطول الأمطار الموسمي، لكن هذا الانخفاض لا يكاد يُذكر في معظم أنحاء ليبيا. ومن المتوقع حدوث انخفاضات أكثر وضوحاً في جبال نفوسة وساحل برقة، حيث تظهر انخفاضات تتجاوز 4 ملمتر شهرياً بشكل متسق في كل من الأجلين القريب والمتوسط ولكل من السيناريوهين (الشكل 7).

وبشكل أعم، من المتوقع أن تنخفض كمية الأمطار المتأتية من البحر الأبيض المتوسط بنحو 3 ملمتر شهرياً بحلول منتصف الفترة (2060-2041).

الصيفي الناتج عن جبال تيبستي. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، يؤدي ازدياد نقل الرطوبة في منطقة الساحل وتزايد قوة الحمل الحراري في أعماق الصحراء إلى الحفاظ على هطول الأمطار الصيفي أو زيادة طفيفة فيها.

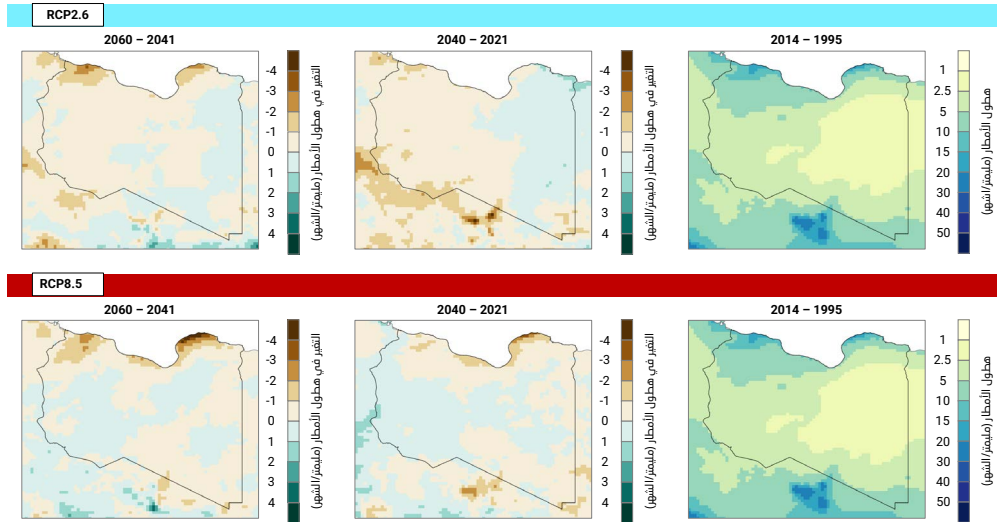
الشكل 7. متوسط التغير في هطول الأمطار الموسمي (من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في ليبيا



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

الشكل 8. متوسط التغير في هطول الأمطار الموسمي (من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في ليبيا



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)

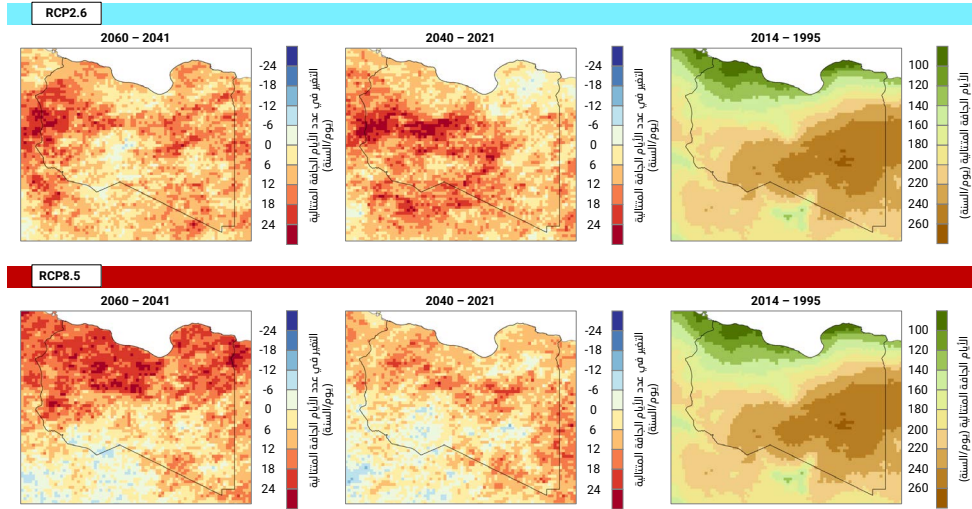
في ليبيا من أقصى بيئات الجفاف في منطقة الانتقال بين البحر الأبيض المتوسط والصحراء الكبرى. وعدد الأيام الجافة المتتالية هو المؤشر الرئيسي لقياس الجفاف، حيث يحدد مدة الفترات الخالية من الأمطار، ما يعكس بشكل مباشر مدى فقدان

الجفاف في ليبيا مستمر وطويل الأمد ومتفاقم، وأهم العوامل المسببة له هي التضاريس القاحلة للغاية، وتراجع معدلات هطول الأمطار في فصل الشتاء، وارتفاع درجات الحرارة، والاستنزاف الحاد للمياه الجوفية. ونتيجة لذلك، أصبحت البيئة

تبيستي. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، يصل متوسط الزيادة إلى 7.2 أيام في السنة في الأجل القريب و12.6 يوماً في السنة في الأجل المتوسط، ما يتوافق مع زيادة حدة الهبوط الهوائي، وارتفاع درجات الحرارة، وانحسار تواتر العواصف المتوسطية. لكن المناطق الجنوبية من ليبيا ستشهد زيادات بدرجات أقل، أو حتى انخفاضات طفيفة، حيث يؤدي الاحترار الشديد إلى تعزيز انتقال الرطوبة من منطقة الساحل وعمليات الحمل الحراري من أعماق الصحراء الكبرى، ما يحافظ على هطول الأمطار الصيفية أو يزيدها بشكل طفيف.

رطوبة التربة، والضغط التي تحدثها الزراعة، والعجوزات الهيدرولوجية. ومن المتوقع أن يتزايد عدد الأيام الجافة المتتالية في إطار كل من سيناريوهي الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6) والانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ولكن بدرجات مختلفة وأنماط مكانية متباينة (الشكل 9). وفي إطار سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، تتشابه التغيرات في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041)، حيث تزداد مدة فترات الجفاف بنحو 9 إلى 10 أيام سنوياً بسبب ضعف نشاط العواصف الشتوية وانخفاض الحمل الحراري الناتج عن جبال

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 ليبيا



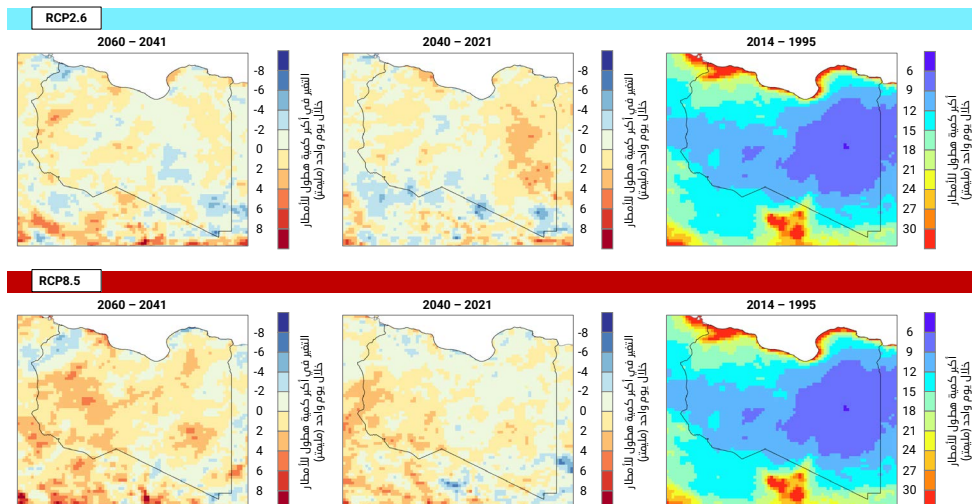
المصدر: تجميع المؤلفين.

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)

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 ليبيا



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

في معظم أنحاء البلد (الشكل 10)، مع تسجيل قيم أعلى بكثير على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط (أكثر من 40 ملمتر). وليست التغيرات المتوقعة في هطول الأمطار الغزيرة على نسق واحد، حيث تتراوح الزيادات والنقصانات عموماً بين ± 4 ملمتر، وإن كانت التوقعات تشير إلى الزيادات بدرجة أكبر. ويشير التزايد في هطول الأمطار الغزيرة إلى جانب طول فترات الجفاف إلى مناخ يتسم بفترات جفاف أطول ونوبات قصيرة ومكثفة من هطول الأمطار. وهذا يؤدي إلى تفاقم شدة الجفاف ومخاطر الفيضانات الومضية، كما يتضح من العاصفة دانيال.

هطول الأمطار الغزيرة خلال مدة 24 ساعة في ليبيا ظاهرة نادرة، لكنها إذا وقعت فهي مدمرة للغاية، وتحدث بشكل رئيسي على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط ومرتفعات جبل الأخضر. وتعدّ عاصفة دانيال، التي وقعت في عام 2023، مثلاً شديد الخطورة، حيث هطل حوالي 350 ملمتر من الأمطار في حوض وادي درنة في غضون 24 ساعة، وهي كمية غير مسبوقة في ليبيا، فتسببت الأمطار الغزيرة في انهيار سدّين بالقرب من مدينة درنة وإلحاق دمار واسع فيها².

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ المتوسط السنوي لأكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد أقل من 15 ملمتر

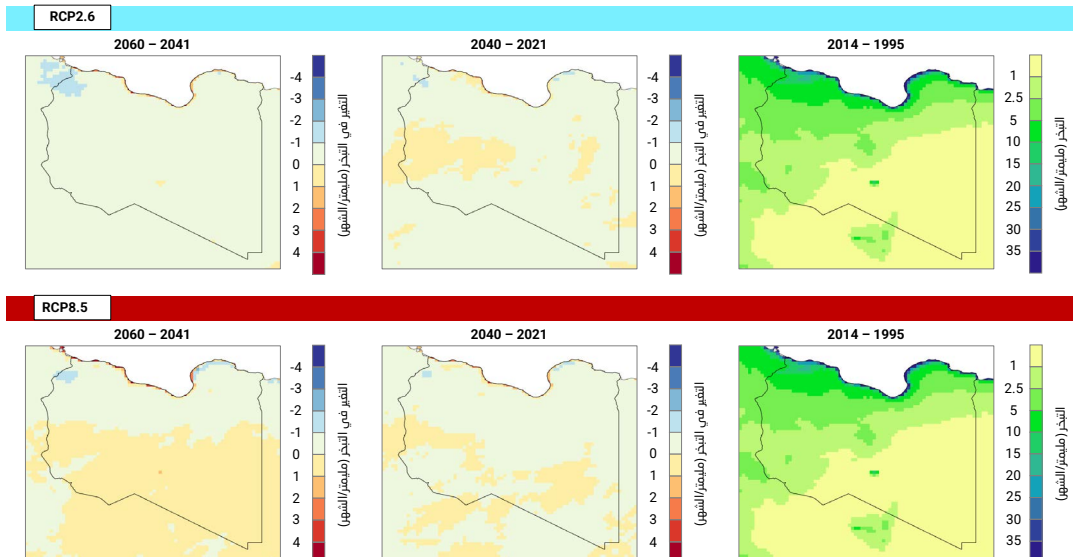
التبخّر

شهرياً، فيساهم هطول الأمطار الشتوية، وارتفاع معدلات الرطوبة، واحتباس الرطوبة في التربة، ونشاط العواصف المتوسطية في الحفاظ على تدفقات قوية للحرارة الكامنة. والتغيرات المتوقعة في معدل التبخر الشتوي ضئيلة عموماً، حيث تظل في حدود ± 0.8 ملمتر شهرياً. ويتوافق ارتفاع التبخر وانخفاضه غالباً مع التغيرات في كميات هطول الأمطار، ما يعكس الاعتماد القوي للتبخّر على توافر الرطوبة. ويُسْتثنى من ذلك الساحل، حيث يُتوقع أن يزداد التبخر حتى لو انخفضت كمية الأمطار، لأن البحر الأبيض المتوسط يشكّل مصدراً مستمراً للرطوبة يحافظ على ارتفاع نسبتها ويدعم التبخر بغض النظر عن كمية الأمطار المحلية.

وخلال الموسم الجاف (من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر)، يقيد تراجع توفر المياه معدلات التبخر بشدة (الشكل 12).

يتأثر التبخر في ليبيا، بالدرجة الأولى، بتوافر الرطوبة أكثر من تأثيره بدرجة الحرارة أو قوة الإشعاع، حيث تسجل أعلى مستوياته في الأماكن التي تتوفر فيها الرطوبة، وأدنى مستوياته في الأماكن حيث يشد جفاف التربة والكتل الهوائية. وتُظهر قيم الفترة المرجعية (1995-2014) أن معدل التبخر خلال الموسم المطير (من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس) يصل إلى أدنى مستوياته في الصحراء، حيث يقل عن 1 ملمتر شهرياً، وذلك بسبب جفاف التربة الشديد، وقلة الغطاء النباتي، وانخفاض الرطوبة بشكل كبير، وندرة هطول الأمطار (الشكل 11). ويتزايد التبخر في المناطق الداخلية الوسطى والشمالية، حيث تسهم الأمطار الشتوية المتفرقة، وارتفاع نسبة الرطوبة، والنبضات المتقطعة لرطوبة التربة في دعم تدفقات معتدلة للتبخّر. ويحدث أعلى معدل للتبخّر على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط، حيث يتجاوز 35 ملمتر

الشكل 11. توسط التغير في التبخر الموسمي (من تشرين الأول/أكتوبر إلى آذار/مارس) في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في ليبيا



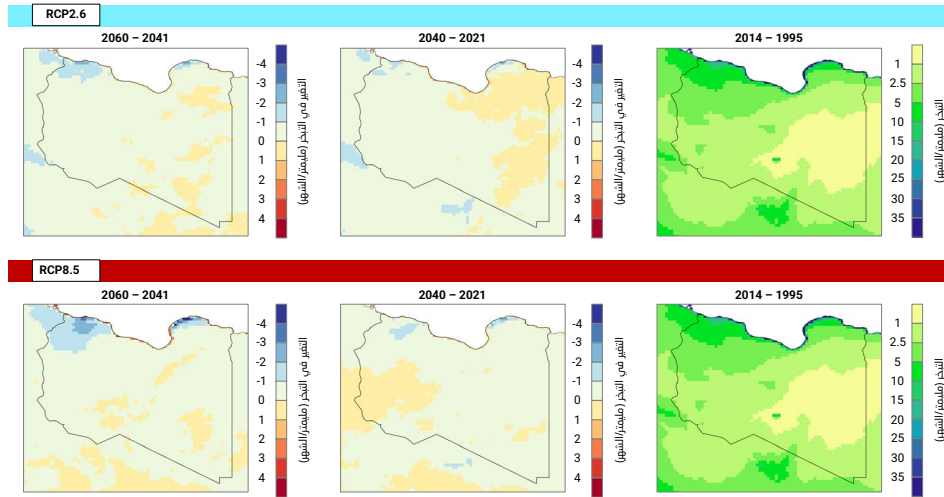
المصدر: تجميع المؤلفين.

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

أن يسجل أعلى معدل للتبخّر على طول ساحل البحر الأبيض المتوسط، مدعوماً بالرطوبة البحرية، ودوران التسمات البحرية، وارتفاع درجات حرارة سطح البحر، على الرغم من أن هطول الأمطار شبه معدوم. وبحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، قد يتجاوز الانخفاض المتوقع في مستويات المياه خلال فصل الصيف 1.0 ملمتر شهرياً، ما يعكس تفاقم مشكلة شح المياه مع جفاف التربة بوتيرة أسرع في ظل ارتفاع درجات الحرارة.

وعلى الرغم من ارتفاع درجات الحرارة في جميع أنحاء ليبيا، لا يمكن لمعدل التبخر أن يزداد من دون توفر بعض الرطوبة. ومن المتوقع أن تشهد الصحراء الكبرى أدنى معدلات التبخر جراء نزوب الرطوبة تماماً من التربة والكتل الهوائية. ومن المتوقع أن تشهد المناطق الداخلية الشمالية تبخراً معتدلاً، مدعوماً بالرطوبة المحدودة المتبقية للتربة والارتفاع الطفيف في نسبة الرطوبة التي تبقى بعد الموسم المطير. ومن المتوقع

الشكل 12. متوسط التغير في التبخر الموسمي (من نيسان/أبريل إلى أيلول/سبتمبر) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في ليبيا



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

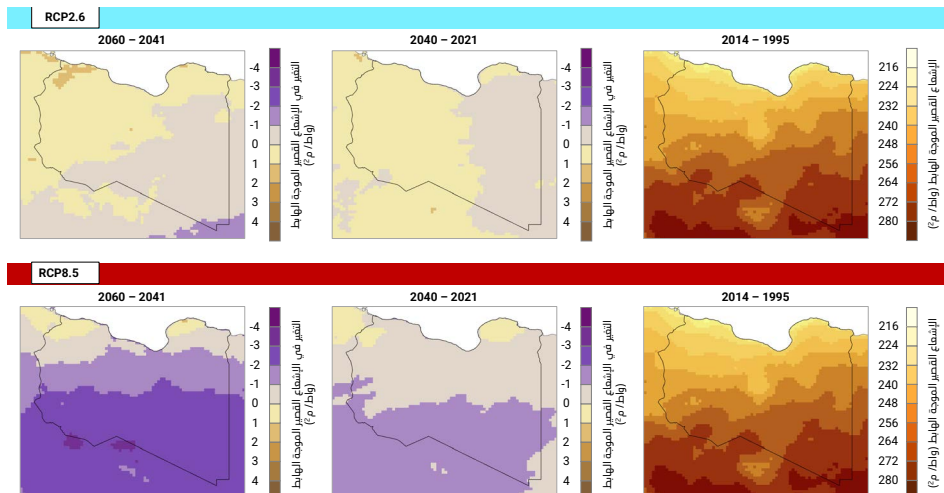


الإشعاع القصير الموجة الهابط

الحرارة السطحية، وقوة التفاعلات بين سطح الأرض والغلاف الجوي الصحراوي. وتتمتع ليبيا بكميات استثنائية من الطاقة

يُعد الإشعاع القصير الموجة الهابط متغيراً مناخياً رئيسياً بالنسبة إلى ليبيا، لأنه يؤثر على جفاف سطح الأرض، ودرجات

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



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وإلى انخفاض طفيف للغاية يبلغ 0.8 واط للمتر مربع في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5)، ما يشير إلى أن التغيرات في نسبة السماء الصافية، وحمل الهباء الجوي، والغطاء السحابي ستظل متأثرة إلى حد كبير بالتقلبات الطبيعية حتى عام 2040.

من المتوقع أن يبقى مقدار الإشعاع القصير الموجة الهابط مستقرًا في الأجل المتوسط في ظل سيناريو الانبعاثات المنخفضة (RCP2.6)، وأن ينخفض بدرجة طفيفة ولكن مطردة، بمقدار 2.0 واط للمتر مربع في ظل سيناريو الانبعاثات المرتفعة (RCP8.5). ومن المرجح أن يعكس هذا الانخفاض تكثف الغطاء السحابي أو تواتر حدوثه، أو ارتفاعاً في الرطوبة الجوية أو تركيز الهباء الجوي، أو ضعف الإشعاع في السماء الصافية المرتبط بتغيرات في الدوران الجوي، وكلها عوامل تقلل بشكل هامشي من كفاءة تسخين السطح.

الشمسية، لذا، فإن التقلبات في الإشعاع القصير الموجة الهابط، حتى وإن كانت طفيفة، كفيلة بأن تؤثر بدرجة كبيرة في معدلات التبخر، ونضوب رطوبة التربة، ودرجات الحرارة القصوى، وشدة الجفاف.

خلال الفترة المرجعية (1995-2014)، بلغ متوسط قدرة الإشعاع القصير الموجة الهابط 256 واط للمتر مربع (الشكل 13)، ما يزيد بنحو 30 إلى 40 في المائة عن المتوسط العالمي للبر. وهذا الخط الأساسي المرتفع هو جراء صفو السماء، وتدني الغطاء السحابي، والتضاريس الصحراوية حيث تسجل قيم مرتفعة لمعامل القدرة على عكس إشعاع الشمس في جميع أنحاء ليبيا، ما يعرض المنطقة لأشعة شمسية قوية بشكل غير معتاد.

وتشير التوقعات للأجل القريب إلى عدم حدوث أي تغيير يذكر في قدرة الإشعاع القصير الموجة الهابط في إطار سيناريو

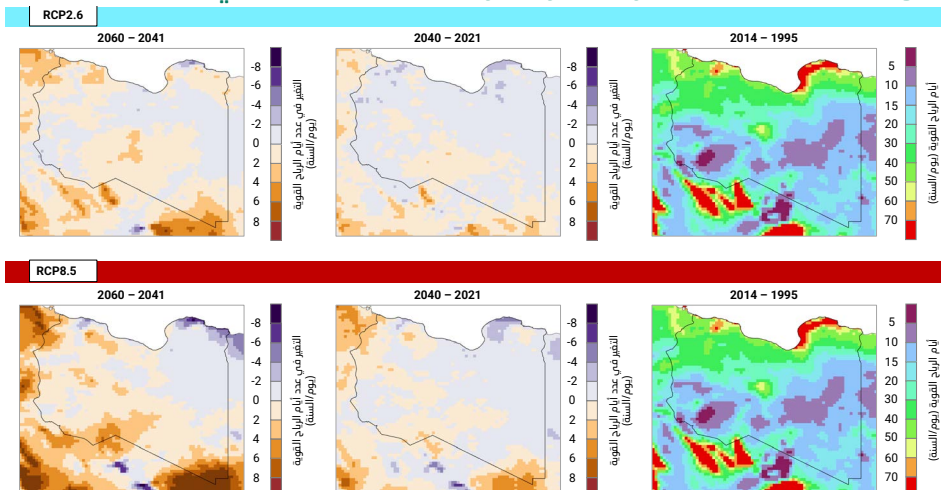
أيام الرياح القوية

حيث تؤدي ديناميات التيارات النفاثة الساحلية، والتباينات الحرارية من اليابسة إلى البحر، والرياح المنحدرة من الجبل الأخضر إلى توليد رياح قوية باستمرار. كما تجعل هذه الظروف المنطقة ممراً رئيسياً لانتقال العواصف الرملية والترايبية وغيرها من المخاطر المرتبطة بالرياح.

وتشير التوقعات إلى أنماط متفاوتة من الناحية الجغرافية، ولكن إلى انخفاض عام في عدد أيام الرياح القوية في الأجل القريب (2021-2040)، وإلى زيادة فيها في الأجل المتوسط (2041-2060). وستكون الانخفاضات أكثر وضوحاً على طول ساحل برقة، حيث يُتوقع أن تكون الأحوال الجوية رطبة أكثر، وغائمة أكثر، ومستقرة أكثر، ما يضعف آليات تسارع الرياح الساحلية التي تجعل المنطقة حالياً معرضة

تُعرّف أيام الرياح القوية بأنها الأيام التي تتجاوز فيها السرعة القصوى للرياح 10.5 متر في الثانية، وتُعدّ مؤشراً هاماً إلى المخاطر المناخية في ليبيا، لأنها تتسبب في حدوث العواصف الرملية والترايبية، وتؤدي إلى انتقال الجسيمات بفعل الرياح، وتزيد من حدة آثار الحر والجفاف. وتوفر البيئة الشديدة الجفاف في ليبيا مصادر وفيرة للغبار بسبب ارتفاع مقدار الإشعاع القصير الموجة الهابط وشدة جفاف التربة، إلا أن الرياح هي ما يحدد متى ينتقل هذا الغبار إلى الهواء. وخلال الفترة المرجعية، سُجل أقل عدد لأيام الرياح القوية (أقل من 5 أيام في السنة) في الحزام الرمي المركزي لمنطقة أدهان مرزق، حيث تحد التضاريس المحمية من تسارع الرياح (الشكل 14). والحال على خلاف ذلك على طول ساحل برقة، إذ سُجلت أعلى معدلات التواتر (أكثر من 70 يوماً في السنة)،

الشكل 14. متوسط التغير في العدد السنوي لأيام الرياح القوية (بسرعة تزيد على 10.5 متر في الثانية) في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في ليبيا



المصدر: تجميع المؤلفين.

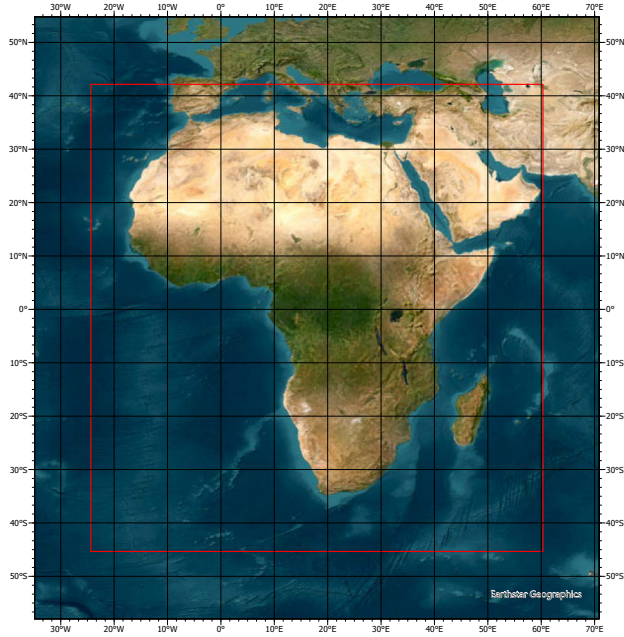
إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

ومن المتوقع أيضاً أن يتزايد عدد أيام الرياح القوية في شمال غرب ليبيا، حيث تزداد وتيرة الرياح المنحدرة من منحدر جبل نفوسة وتصبح الطبقة الفاصلة الحدودية أكثر تقلباً. كما أن تزايد تدفقات العواصف الرملية والترابية الآتية من الغرب قد يسهم أيضاً في زيادة نشاط الرياح في ظل الظروف المناخية المستقبلية.

بشكل خاص للرياح القوية. ومن المتوقع حدوث ارتفاعات في سفوح جبال تيبستي وحوض مرزق، وهي منطقة تقع على الحدود بين الجبال والصحراء حيث يؤدي الاحتراق إلى تعزيز المنخفضات الحرارية، وزيادة عمق الاختلاط في الطبقات الفاصلة، وتكثيف الرياح المنحدرة، ما يزيد من نشاط الرياح وقابلية المنطقة للتعرض للعواصف الرملية والترابية.

نبذة عن التوقعات المناخية

الشكل 15. 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.

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 عن التضاريس، أو الظواهر الشديدة المحلية بشكل كامل، وهي سمات تُمثل بشكل أفضل من خلال خفض النطاق الدينامي إلى دقة مكانية قدرها 25 كيلومتر.

اقتُبست 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 منسقة من الناحية الفيزيائية للظروف الجوية السابقة، ويُستخدم على نطاق واسع كخط أساس مرجعي لتقييمات المناخ الإقليمية.

واستُمدت التوقعات المناخية المستقبلية من نموذج المناخ الإقليمي للمجموعة الأساسية الخاصة بالتجربة المنسقة 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 15)، 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 أنَّ الفترة المرجعية التاريخية المستخدمة في محاكاة CORDEX-Africa قد تختلف عن منتجات إعادة التحليل ومجموعات البيانات الرصدية، حيث إنَّ خطوط الأساس مستمدة مباشرة من النماذج المناخية. وهذه الاختلافات متوقعة وتعكس الفرق المنهجي بين الدراسات المناخية القائمة على النماذج والسجلات المقيّدة بالبيانات الرصدية.

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](#).
- Libya Herald (2026). Libya's heatwave: Azizia records 50°C.
- Meinshausen, M., and others (2011). "The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300". Climatic Change, vol. 109, pp. 213–241.
- Nemnem, A.M., and others (2025). How extreme rainfall and failing dams unleashed the Derna flood disaster. Nature Communications.
- 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. Libya Herald, 2026.
2. Nemnem and others, 2025.



رؤيتنا: طاقات وابتكار، ومنطقتنا استقرار وعدل وازدهار
رسالتنا: بشقّ وعزم وعقل: نبني، 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/Libya - 2600342A

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