

المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغوُّل المناخ على
الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية
والاقتصادية في المنطقة العربية



الأمم المتحدة
الإسكوا
ECSWA

خلاصة عن التوقعات المناخية المستقبلية



تشير التوقعات إلى ارتفاع درجات الحرارة بنحو 0.9 درجة مئوية في الأجل القريب (2040-2021)، على أن يصبح الاحترار أكثر حدة بحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، ليلبلغ 1.5 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و2.1 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). ويكون الاحترار أشد في المناطق الداخلية والجنوبية، بما يعكس قوة التأثيرات القارية.



تزداد الأيام الحارة التي تتجاوز فيها درجات الحرارة 35 درجة مئوية تواتراً في دولة فلسطين، إذ تبدأ في وقت أبكر من الربيع وتمتد إلى فترة أطول من الصيف. ومن المتوقع أن يزداد المتوسط المرجعي البالغ 47 يوماً حاراً في السنة زيادة حادة، بمقدار 13.8 إلى 15.7 يوماً في الأجل القريب و26.9 إلى 38.6 يوماً بحلول الأجل المتوسط، أي ما يقارب ضعف التعرض السنوي. وتسجل المناطق الداخلية، مثل غور الأردن، أكبر الزيادات.



يتجه هطول الأمطار نحو انخفاض الأمطار الشتوية وزيادة جفاف الصيف. ومن المتوقع أن تنخفض أمطار الموسم البارد (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل) بمقدار 1.0 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و0.4 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) في الأجل القريب، وبمقدار 6.2 و5.2 ملمتر شهرياً، على التوالي، بحلول الأجل المتوسط، مع أشد حالات الجفاف في المناطق الداخلية والجنوبية. أما أمطار الصيف، فلا تسجل تغيراً يُذكر في الأجل القريب، لكنها تنخفض بمقدار 1.1 إلى 1.2 ملمتر شهرياً بحلول الأجل المتوسط.



مع خط أساس يبلغ 114 يوماً جافاً متتالياً في السنة، يمكن حتى للتغيرات الطفيفة أن تكون مهمة. وتشير التوقعات في الأجل القريب إلى زيادة طفيفة في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) والمرتفعة (SSP5-8.5)، بينما تتباين التغيرات في الأجل المتوسط، إذ تؤدي زيادة تواتر حالات هطول الأمطار إلى قطع فترات الجفاف.



لا تشير التوقعات إلا إلى تغيرات محدودة في هطول الأمطار الغزيرة مقارنة بمتوسط الفترة المرجعية البالغ 40 ملمتر، مع زيادات طفيفة في الأجل القريب قدرها 1.1 ملمتر في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و2.3 ملمتر في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). وبحلول الأجل المتوسط، تتراوح التغيرات بين انخفاض قدره 0.4 ملمتر وزيادة قدرها 0.1 ملمتر. وتشير هذه التوقعات إلى استمرار الجفاف الموسمي وارتفاع مخاطر الجفاف، بينما تظل حالات الهطول القصوى خلال يوم واحد شديدة الثقل، مع احتمال هطول أمطار غزيرة خلال 24 ساعة من حين إلى آخر رغم انخفاض إجمالي الهطول.



لا يسجل التبخر السنوي تغيراً يُذكر في الأجل القريب، لكنه ينخفض بوضوح في الأجل المتوسط، وذلك بمقدار 1.0 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و1.6 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، رغم ارتفاع درجات الحرارة. ويصبح التبخر مقيداً بصورة متزايدة بانخفاض هطول الأمطار وتراجع رطوبة التربة، وليس بقدرة الغلاف الجوي على سحب الرطوبة بالتبخر.



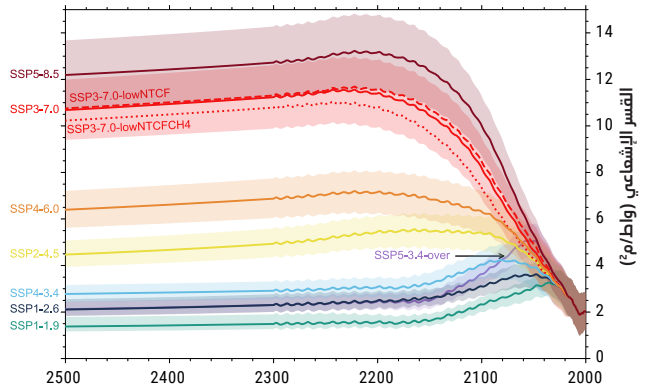
لا يسجل الجريان السطحي في الموسم البارد (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل)، الذي يبلغ متوسطه المرجعي 20.2 ملمتر شهرياً، سوى تغيرات طفيفة في الأجل القريب، تتراوح بين زيادة قدرها 0.1 ملمتر شهرياً وانخفاض قدره 0.3 ملمتر شهرياً. لكنه ينخفض بشدة بحلول الأجل المتوسط، بمقدار 4.1 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و2.7 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). في المقابل، يظل الجريان السطحي من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر منخفضاً للغاية ولا يسجل سوى تغيرات طفيفة.



هناك اتجاه نحو ظروف أشد جفافاً في معظم أنحاء البلد، إذ تنخفض الرطوبة النسبية انخفاضاً طفيفاً في الأجل القريب وبصورة أوضح بحلول الأجل المتوسط (0.8 إلى 1.4 في المائة). وتشهد المناطق الداخلية والمرتفعة من الضفة الغربية أشد حالات الجفاف، ما يزيد التبخر والنتح والإجهاد الحراري والضغط المرتبطة بندرة المياه. وتمثل غزة استثناءً، إذ تسجل زيادات محلية تصل إلى 0.6 في المائة بحلول الأجل المتوسط في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، بفعل تعزز التأثير البحري.

السيناريوهات المناخية

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



المصدر: مقتبس من IPCC, 2021.

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

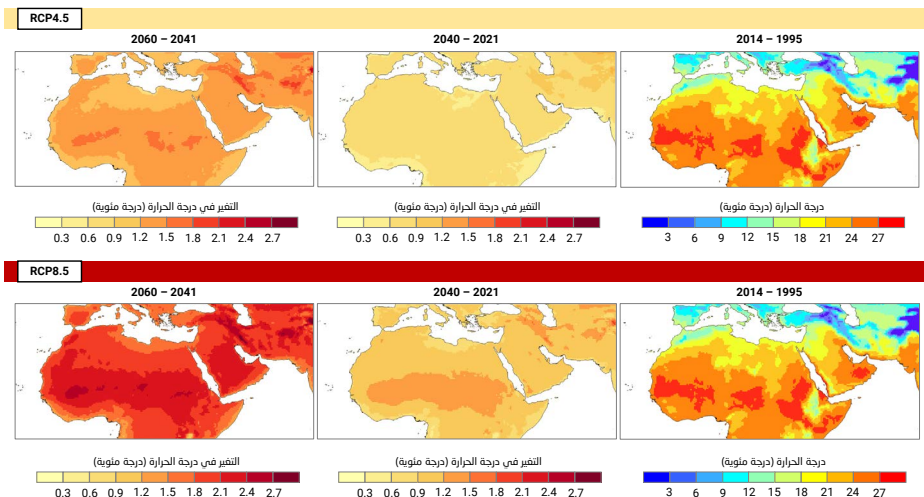
تستند السيناريوهات المناخية التي جرت نمذجتها إلى سيناريوهات المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (SSPs) الواردة في تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتمثل هذه المسارات إطاراً يتألف من عدة سيناريوهات اجتماعية اقتصادية عالمية، تُدمج مع مسارات التركيز التمثيلية (RCPs).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

لمحة عن المنطقة العربية

لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (CORDEX-MENA) كجزء من مبادرة ريكار بهدف توفير نتائج موحدة للنمذجة المناخية الإقليمية بدقة مكانية تبلغ 50 كيلومتر، وذلك بهدف دعم التعاون الإقليمي في هذا الصدد. وتشير النتائج إلى أن درجات الحرارة في جميع أنحاء النطاق العربي ترتفع

تشمل الأنشطة الأساسية للمبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية (ريكار) إعداد توقعات للمناخ المستقبلي مخصصة لنطاق المنطقة العربية. وقد أُطلق مشروع التجربة المنسقة لتقليص النطاقات المناخية الإقليمية

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



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

(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.

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)، مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014)

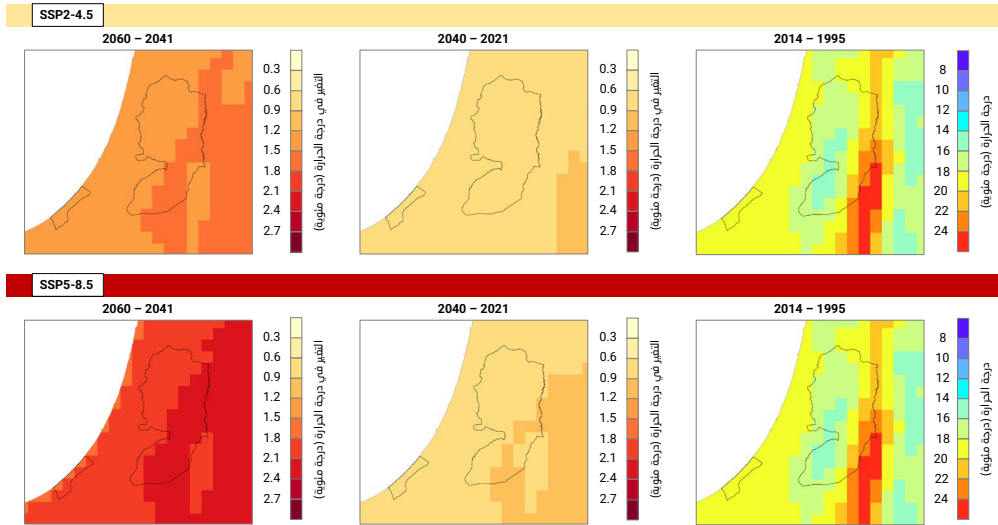


درجات الحرارة

ويبلغ متوسط درجات الحرارة خلال الفترة المرجعية 17.8 درجة مئوية، ومن المتوقع أن ترتفع بمقدار 0.85 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و0.86 درجة مئوية في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) في الأجل القريب (2021-2040)، وبمقدار 1.46 درجة مئوية و2.08 درجة مئوية، على التوالي، بحلول الأجل المتوسط (2041-2060). ويكون الاحترار أشد في المناطق الداخلية والجنوبية، حيث تهيمن التأثيرات القارية (الشكل 5).

تشهد دولة فلسطين تباينات مكانية كبيرة في درجات الحرارة، تتشكل بفعل تفاعل التأثيرات البحرية المتوسطة والتأثيرات الصحراوية القارية. ويظل قطاع غزة الساحلي معتدل الحرارة نسبياً، في حين تشهد المناطق الداخلية من الضفة الغربية نطاقات أوسع لدرجات الحرارة ورطوبة أقل. ويُعدّ غور الأردن، لا سيما حول أريحا وطوباس، المنطقة الأشد حرارة، حيث تتجاوز درجات الحرارة نهائياً في الصيف 40 درجة مئوية في كثير من الأحيان، وقد تتجاوز 45 درجة مئوية خلال حالات الحرارة الشديدة.

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



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

المحسوسة، ما يفاقم الإجهاد الحراري والمخاطر التي تهدد الصحة والزراعة وإدارة المياه. وعموماً، تتجه دولة فلسطين نحو مناخ أشد حرارة وجفافاً وإجهاداً حرارياً، مع تعرض المناطق الداخلية والحضرية بأكبر قدر للظواهر القصوى في المستقبل.

وإلى جانب الارتفاع المباشر في درجة حرارة الهواء، يؤدي تأثير ظاهرة الجزر الحرارية في المناطق الحضرية إلى زيادة درجات الحرارة المحلية في المناطق الكثيفة العمران، لا سيما المدن المنخفضة. وإلى جانب الرطوبة، تؤدي هذه الحرارة المرتفعة إلى زيادة درجات الحرارة



الأيام الحارة

في المناطق الداخلية، مثل غور الأردن، 40 درجة مئوية بانتظام خلال الصيف. وفي نيسان/أبريل 2024، شهدت غزة

تزداد الأيام الحارة التي تتجاوز فيها درجات الحرارة 35 درجة مئوية في دولة فلسطين، إذ تتجاوز درجات الحرارة

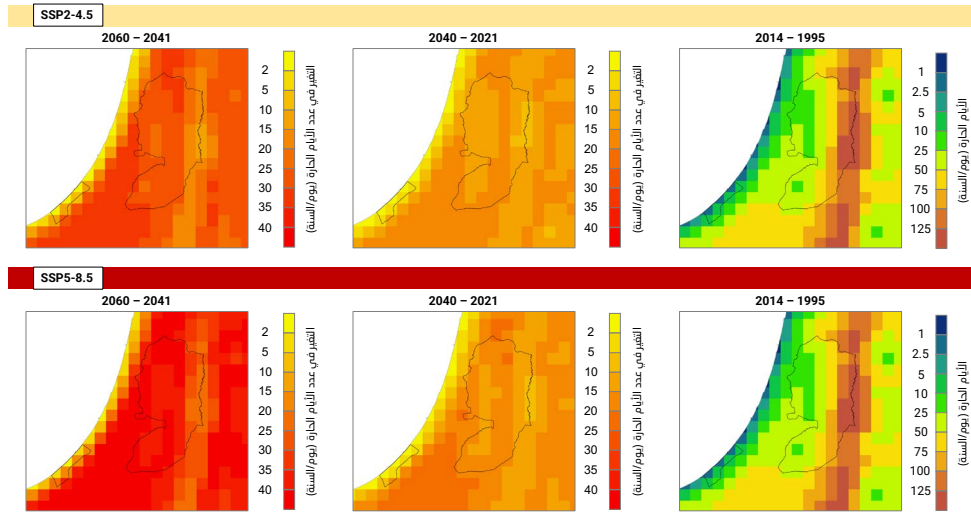
سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) في الأجل القريب (2040-2021)، وبمقدار 26.9 يوماً و38.6 يوماً، على التوالي، بحلول الأجل المتوسط (2060-2041)، أي ما يقارب ضعف التعرض السنوي. وعلى الصعيد المكاني، يسجل غور الأردن والمناطق الجنوبية أكبر الزيادات، بينما يسجل ساحل غزة زيادات أقل، لكنها تظل كبيرة.

وتشير هذه الزيادة في الأيام الحارة إلى تحول نحو موسم دافئ أشد حرارة وأطول مدة، ما يزيد قدرة الغلاف الجوي على سحب الرطوبة بالتبخّر، ويضغط على الزراعة، ويفاقم المخاطر على الموارد المائية.

موجة حرّ غير موسمية اقتربت فيها درجات الحرارة القصوى نهائياً من 40 درجة مئوية، أي أعلى بنحو 13 درجة مئوية من المتوسط الموسمي¹. وأشار تسجيل هذه الحرارة الشديدة في الربيع، وهو فصل معتدل عادةً، إلى احتمال تسجيل الحرارة الشديدة في وقت أبكر من السنة، ما يزيد المخاطر الصحية والضغط على الموارد المائية.

ومن المتوقع أن يزداد عدد الأيام الحارة زيادة حادة في كلا السيناريوهين (الشكل 6). فمن المتوقع أن يرتفع المتوسط المرجعي البالغ 47 يوماً في السنة بمقدار 13.8 يوماً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و15.7 يوماً في إطار

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 (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في دولة فلسطين



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

الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) (الشكل 7). وبحلول الأجل المتوسط (2060-2041)، تصبح الانخفاضات أكثر وضوحاً، فتصل إلى 6.2 ملم/شهر إلى 5.2 ملم/شهر، على التوالي. وتحافظ المرتفعات الشمالية والغربية بمعدلات هطول أعلى نسبياً، بينما تشهد المناطق الجنوبية والشرقية انخفاضات أشد. وقد تعكس الزيادات الطفيفة في بعض المناطق في الأجل القريب التقلب الطبيعي بين السنوات والنشاط العابر لعواصف البحر الأبيض المتوسط، الذي يمكن أن يعوض الجفاف مؤقتاً. وقد ترتبط الانخفاضات الأكبر في الأجل المتوسط في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) بتغيرات الدوران الجوي الإقليمي وتراجع تواتر العواصف، ما يبرز عدم خطية استجابة هطول الأمطار وتأثيرها بدinamيات جوية معقدة، لا بالانبعاثات وحدها. وعموماً، تواجه دولة فلسطين انخفاضاً تدريجياً في الأمطار الشتوية، ما يزيد تعرضها للإجهاد

يتبع هطول الأمطار في دولة فلسطين نمطاً موسمياً متوسطياً، إذ يتركز معظمه في الموسم البارد (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل)، بينما يكون محدوداً للغاية خلال أشهر الصيف الجافة (من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر). وتجلب عواصف البحر الأبيض المتوسط معظم الأمطار السنوية، في حين تحدث التأثيرات القارية بدرجات حادة، فتكون الأجواء أكثر مطراً في مرتفعات الضفة الغربية وأشد جفافاً في غور الأردن والمناطق الجنوبية.

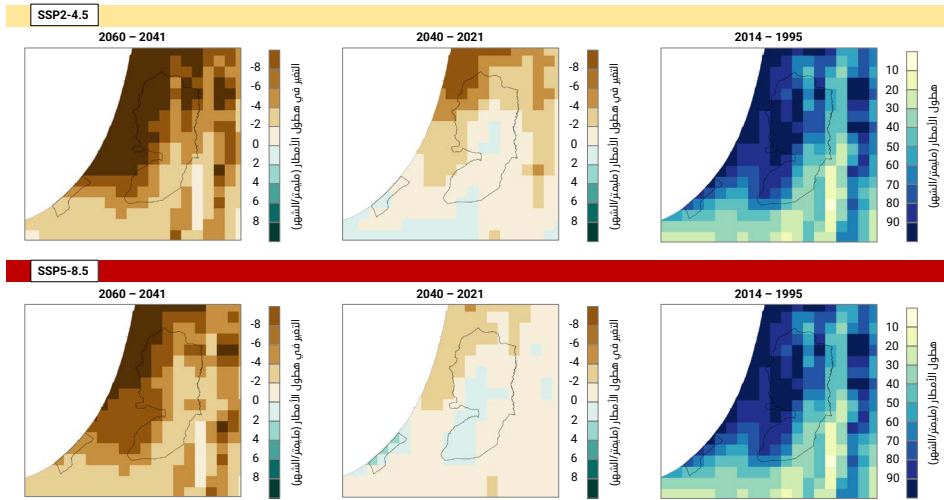
وخلال الفترة من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل، يبلغ متوسط هطول الأمطار في الفترة المرجعية 74.5 ملم/شهر. وتشير التوقعات إلى انخفاضات محدودة في الأجل القريب، قدرها 1.0 ملم/شهر في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و0.4 ملم/شهر في إطار سيناريو

الهيدرولوجي وتراجع رطوبة التربة وندرة المياه، لا سيما في المناطق الداخلية والجنوبية.

الطبيعي وحالات منفردة من الأمطار الحولية التي قد تعوض مؤقتاً الاتجاه العام نحو الجفاف. وقد ترتبط الزيادة الطفيفة في الأجل القريب في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) بزيادة رطوبة الغلاف الجوي وعدم الاستقرار في مناخ أكثر دفئاً، ما يؤدي أحياناً إلى زخات قصيرة وغزيرة. وبحلول الأجل المتوسط (2041-2060)، يشير كلا السيناريوهين إلى انخفاض أوضح في أمطار الصيف، بمقدار 1.1 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و1.2 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). وقد يرتبط الاختلاف الطفيف بين السيناريوهين بتحويلات في الدوران الجوي الإقليمي تؤثر في انتقال الرطوبة من البحر الأبيض المتوسط. وعموماً، تشير التوقعات إلى ظروف أشد حرارة وانخفاض طفيف في هطول الأمطار خلال موسم الجفاف، ما يزيد الاعتماد على الأمطار الشتوية والتعرض لندرة المياه وتراجع رطوبة التربة.

وفي الفترة من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر، يكون هطول الأمطار محدوداً بطبيعته، وهذه الفترة هي موسم الجفاف. ولا يتجاوز متوسطه خلال الفترة المرجعية 12.2 ملمتر شهرياً، مع شبه انعدام للأمطار في معظم المناطق، لا سيما في غور الأردن والمناطق الجنوبية (الشكل 8). وتشهد المناطق الساحلية والمرتفعات زخات خفيفة ومحلية من حين إلى آخر، لكنها نادرة وقصيرة الأجل. وتشير التوقعات إلى تغير إجمالي محدود في الأجل القريب، مع انخفاض طفيف قدره 0.9 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) وزيادة طفيفة قدرها 0.4 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). ويرجح أن تعكس هذه التباينات المحدودة التقلب

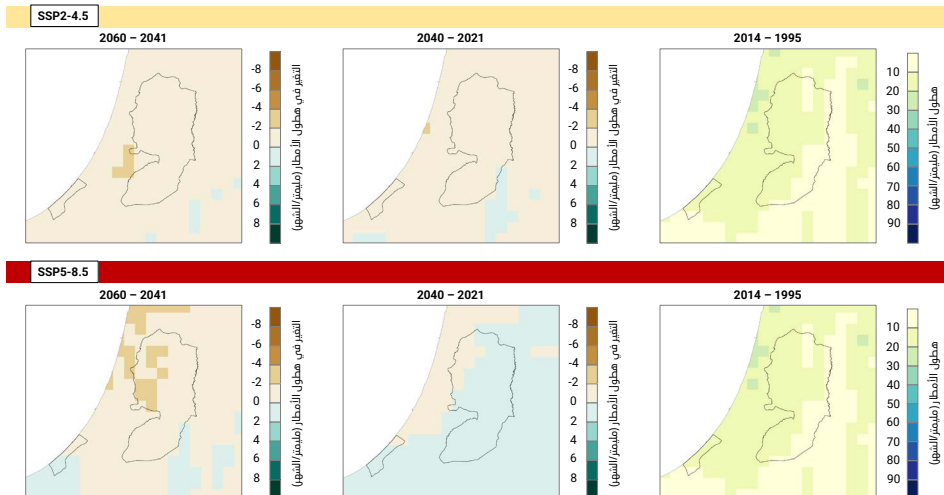
الشكل 7. متوسط التغير في هطول الأمطار الموسمي (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في دولة فلسطين



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 أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في دولة فلسطين



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)

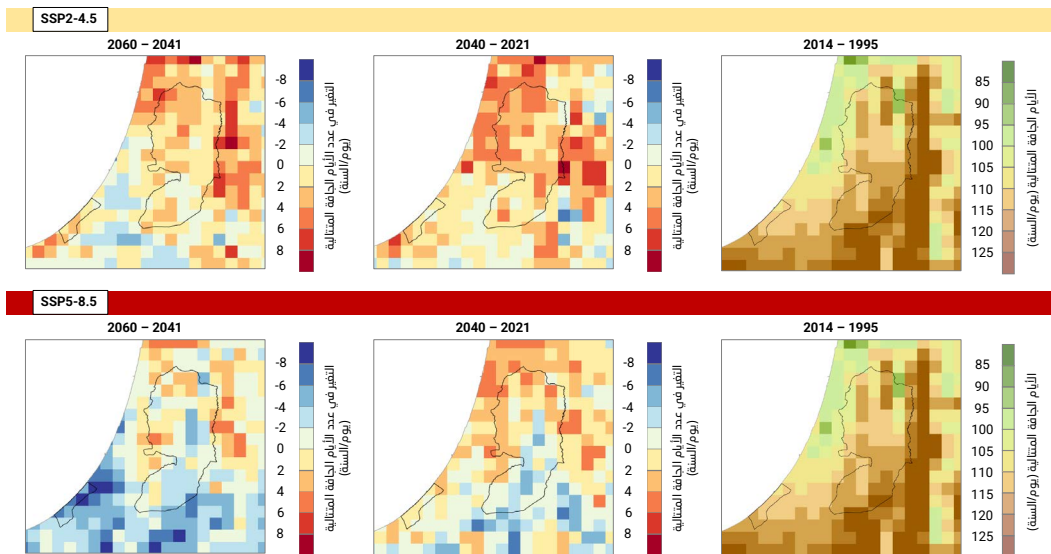
في تواتر هطول الأمطار، لا في مجاميعه. ففي إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، تصبح العواصف الشتوية أكثر تقطعاً مع فواصل أطول بين حالات الهطول، ما يطيل فترة الجفاف الأطول. وفي إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، تُظهر بعض عمليات المحاكاة زيادة في تواتر حالات الهطول، التي تكون حتمية في كثير من الأحيان، فتقطع فترات الجفاف رغم استمرار الاحترار، ما يؤدي إلى الانخفاض الطفيف في عدد الأيام الجافة المتتالية في الأجل المتوسط.

ويتسق هذا النمط مع الأدبيات ومع سلوك الجفاف المرصود في دولة فلسطين. فقد نتجت حالات الجفاف الكبرى في أواخر التسعينيات والفترات 2010-2007 و2013-2014 و2017-2020 عن انخفاض تواتر هطول الأمطار وامتداد فترات الجفاف الشتوية، بما يتسق تماماً مع خط الأساس لمؤشر الأيام الجافة المتتالية والزيادات المتوقعة في الأجل القريب. ويعكس الانخفاض المحدود في الأجل المتوسط في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5) الاستجابات غير الخطية الموثقة جيداً لفترات الجفاف في عمليات محاكاة مناخ البحر الأبيض المتوسط ضمن CMIP6، حيث يمكن أن يتزامن ازدياد نشاط العواصف مع انخفاض هطول الأمطار الموسمي. وفي هذا السياق، تعزز التغيرات المتوقعة في مؤشر الأيام الجافة المتتالية الصلة الراسخة بين ديناميات فترات الجفاف وسلوك هطول الأمطار في جنوب بلاد الشام.

يُقصد بالأيام الجافة المتتالية أطول فترة من دون هطول أمطار. ويبيّن هذا المؤشر في دولة فلسطين مدى إمكانية امتداد الظروف الجافة إلى الشتاء أو الربيع عند انقطاع تعاقب العواصف. وتحد فترات الجفاف الأطول من استعادة رطوبة التربة، وتقلل التسرب إلى باطن الأرض، وتقيّد تغذية المياه الجوفية، ما يجعل الأيام الجافة المتتالية مؤشراً رئيسياً على كيفية إسهام حالات الشذوذ في الدوران الجوي الإقليمي في ظروف الجفاف. وقد تزامنت سنوات الجفاف التاريخية في دولة فلسطين باستمرار مع امتداد فترات الجفاف في الشتاء والربيع، ما يُبرز الارتباط الوثيق بين ارتفاع عدد الأيام الجافة المتتالية وبداية الجفاف واشتداده في أنحاء المنطقة.

ولذلك، يوفر مؤشر الأيام الجافة المتتالية مقياساً مفيداً لتفسير التغيرات المتوقعة. وقد بلغ متوسط الفترة المرجعية نحو 114 يوماً جافاً متتالياً في السنة، ما يعكس طول فترة الجفاف الصيفي وحساسية توافر المياه في الشتاء لتوقيت هطول الأمطار (الشكل 9). وبالمقارنة مع خط الأساس هذا، تكون التغيرات المتوقعة محدودة ولكن مهمة. ففي إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، من المتوقع أن يزداد عدد الأيام الجافة المتتالية بمقدار 2.5 يوم في الأجل القريب و1.7 يوم في الأجل المتوسط. أما في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، فمن المتوقع أن يزداد بمقدار 0.6 يوم فقط في الأجل القريب وأن ينخفض بمقدار 1.0 يوم في الأجل المتوسط. وتنشأ هذه الفروق عن تغيرات

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



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)

أمطار أشد غزارة بقليل خلال فترات قصيرة. وبحلول الأجل المتوسط، تكون التغيرات محدودة ومتباينة، وتتراوح بين انخفاض قدره 0.4 ملمتر وزيادة قدرها 0.1 ملمتر، ما يعكس التقلب المتأصل في الأحداث النادرة وحساسية هطول الأمطار الغزيرة لتحولات مسارات العواصف وتقلبات الدوران الجوي.

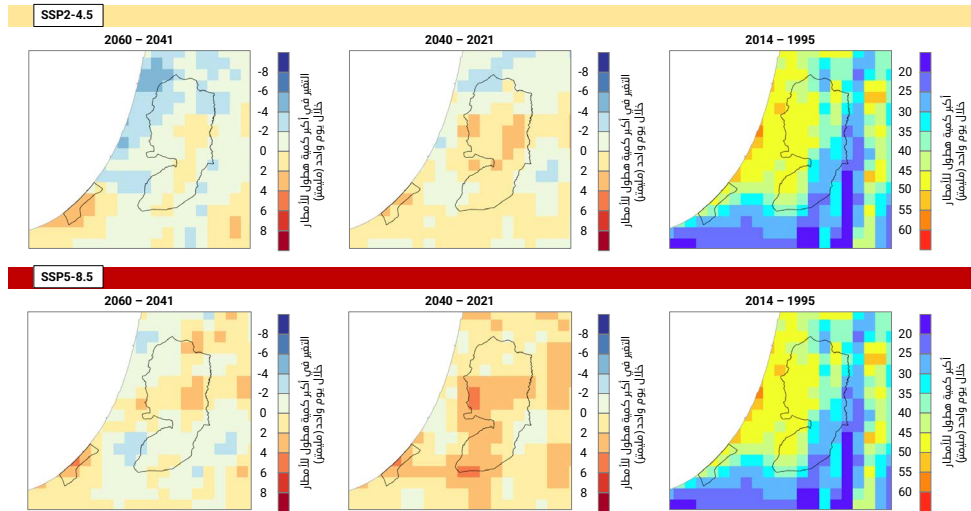
يتبع مؤشر Rx1day نمطاً مختلفاً عن هطول الأمطار الموسمي. فانخفاض الأمطار الشتوية يقلل عدد أنظمة العواصف التي تصل إلى دولة فلسطين، إلا أن العواصف التي تحدث يمكن أن تظل قادرة على إنتاج أمطار غزيرة خلال 24 ساعة في غلاف جوي أكثر دفئاً. ونتيجة لذلك، تزداد مخاطر الجفاف عموماً، بينما تظل الأمطار القصوى خلال يوم واحد شديدة التقلب وقد تسجل ارتفاعات حادة من حين إلى آخر رغم اتجاه الجفاف الطويل الأجل.

وتشير هذه الاتجاهات مجتمعةً إلى مستقبل يصبح فيه الجفاف أكثر تواتراً وشدة بفعل انخفاض هطول الأمطار الموسمي وامتداد فترات الجفاف، بينما تظل الأمطار الغزيرة خلال 24 ساعة متقطعة ولكن مدمرة، ما يضيف مخاطر الفيضانات الويمضية إلى بيئة تعاني أصلاً من الإجهاد المائي.

تُعدّ الأمطار الغزيرة خلال 24 ساعة في دولة فلسطين سمة بارزة من سمات نشاط عواصف البحر الأبيض المتوسط، إذ يمكن لوابل نادر وقصير الأجل أن يهطل بكمية تُعادل أمطار شهر كامل في يوم واحد. وهذه الحالات نادرة لكنها شديدة الاضطراب، إذ تتجاوز قدرة شبكات تصريف المياه، وتتسبب في فيضانات وميضية، وتُلحق أضراراً كبيرة بالمناطق المكتظة بالسكان مثل غزة. وتمثل عاصفة كانون الثاني/يناير 2022 مثلاً واضحاً، إذ تجاوزت مجاميع الأمطار خلال 24 ساعة نسبة 100 في المائة من المتوسط المناخي لشهر كانون الثاني/يناير، ما أدى إلى نزوح السكان وإلحاق أضرار بالمنازل وتعطيل الخدمات الأساسية².

وفي ضوء ذلك، يوفر مؤشر أكبر كمية هطول للأمطار خلال يوم واحد (مؤشر Rx1day) مقياساً واضحاً لكيفية تغيّر حالات الهطول القصوى خلال فترات قصيرة. ويشير المتوسط المرجعي البالغ 40 ملمتر إلى المساهمة الكبيرة التي يمكن أن تقدمها أمطار يوم واحد شديدة الغزارة في مجاميع الأمطار الموسمية (الشكل 10). وتشير التوقعات إلى زيادات طفيفة في الأجل القريب قدرها 1.1 ملمتر في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و 2.3 ملمتر في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، إذ يمكن للغلاف الجوي الأكثر دفئاً أن يدعم هطول

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 دولة فلسطين



المصدر: تجميع المؤلفين.

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



التبخّر

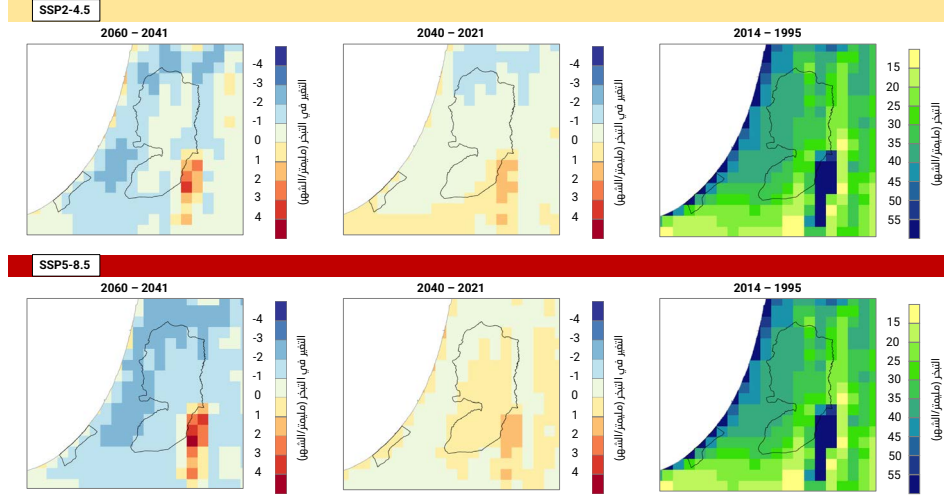
كليهما، فإن زيادة التبخر تحدّها كمية المياه المتاحة على السطح. ويبلغ المتوسط السنوي للتبخّر في الفترة المرجعية 34.9 ملمتر شهرياً، ما يعكس التأثير المتوسطي القوي

يتشكل التبخر في دولة فلسطين أساساً بحسب توافر الرطوبة، ويزداد هذا العامل أهمية مع ازدياد جفاف المناخ. وعلى الرغم من ارتفاع درجات الحرارة في مساري الانبعاثات

(SSP5-8.5)، وإلى انخفاض واضح في الأجل المتوسط يتراوح بين 1.0 و1.6 ملمتر شهرياً، ما يشير إلى أن انخفاض هطول الأمطار وتراجع رطوبة التربة يحدان بصورة متزايدة من تدفقات التبخر، حتى مع استمرار ارتفاع درجات الحرارة (الشكل 11).

في الشتاء والتدرجات الحادة في الرطوبة بين الساحل والمرتفعات وغور الأردن. وتشير التوقعات إلى تغيرات طفيفة في الأجل القريب، من انخفاض قدره 0.4 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) إلى زيادة قدرها 0.2 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة

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



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

الحرارة، ما يسرع فقدان المياه من حوض يعاني أصلاً من إجهاد هيدرولوجي شديد. وتتجاوز آثار هذه التغيرات الحوض نفسه لتطال المناطق المحيطة. فانخفاض منسوب المياه يزيد تكوّن الحفر الانهدامية، ويزعزع استقرار الأراضي المحيطة، ويقلل إعادة تدوير الرطوبة إقليمياً. وقد يؤدي ذلك إلى انخفاض الرطوبة الجوية المتاحة لدولة فلسطين للحالات الحولية المحلية، ما يعزز اتجاه انخفاض التبخر من سطح الأرض ويفاقم آثار تراجع هطول الأمطار.

ويتسق هذا النمط مع التحول العام نحو ظروف أشد جفافاً في دولة فلسطين. فمع انخفاض الأمطار الشتوية وامتداد فترات الجفاف، تفقد التربة رطوبتها بوتيرة أسرع وتظل جافة لفترات أطول. وفي هذه الظروف، يصبح التبخر محدوداً بتوافر المياه: فقد تكون قدرة الغلاف الجوي على سحب الرطوبة بالتبخر أكبر، إلا أن سطح الأرض لا يستطيع توفير المياه اللازمة. وهذا ما يفسر انخفاض التبخر في الأجل المتوسط رغم ارتفاع درجات الحرارة، إذ تتراجع كمية الرطوبة المتاحة للتبخر.

وتشير هذه التغيرات مجتمعةً إلى تزايد القيود التي تفرضها ندرة الرطوبة على التبخر، ما يعزز العلاقة بين انخفاض هطول الأمطار وتراجع رطوبة التربة وارتفاع مخاطر الجفاف في دولة فلسطين.

ويمثل البحر الميت حالة تباين إقليمي مهمة. فالتبخر فوق البحر الميت مرتفع للغاية بسبب سطحه المائي المكشوف وشدة حرارة الصيف، ومن المتوقع أن يزداد مع ارتفاع درجات

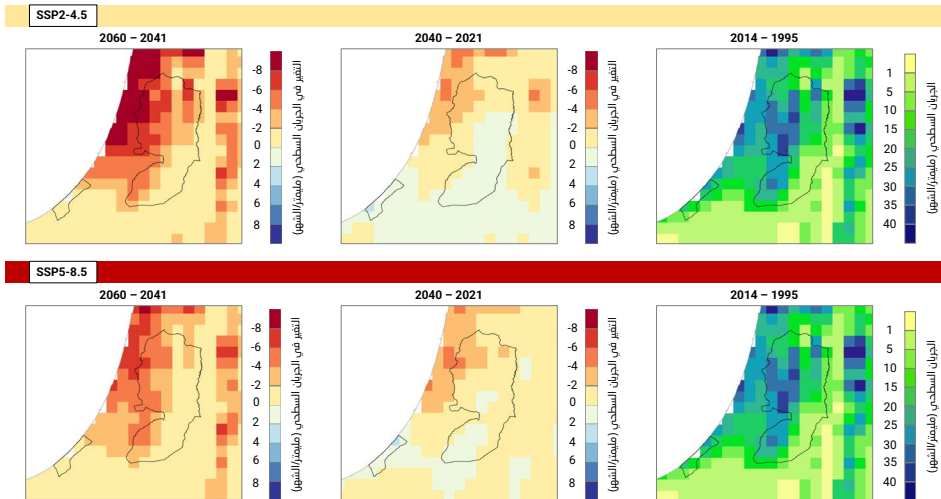


الجريان السطحي

البارد، تتلقى التربة رطوبة أقل، ويتراجع التسرب إلى باطن الأرض وينخفض جريان المجاري المائية، ما يفاقم الإجهاد الهيدرولوجي القائم. وخلال الفترة من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل، يتبع الجريان السطحي دورة هطول الأمطار الموسمية عن كثب. ويعكس المتوسط المرجعي البالغ 20.2 ملمتر شهرياً مساهمة العواصف الشتوية في الأنهار والأودية وتغذية المياه الجوفية. وتكون التغيرات في الأجل القريب طفيفة جداً، إذ تتراوح بين زيادة قدرها 0.1 ملمتر شهرياً في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)

يتشكل إجمالي الجريان السطحي في دولة فلسطين بدرجة كبيرة بفعل مناخ البحر الأبيض المتوسط، إذ يتولد معظم الجريان تقريباً خلال الموسم البارد، حين تجلب الجبهات الهوائية معظم الأمطار السنوية. ويظل الجريان السطحي محدوداً عموماً بسبب محدودية هطول الأمطار وشدة انحدار التضاريس في أجزاء من الضفة الغربية وارتفاع قدرة الغلاف الجوي على سحب الرطوبة بالتبخر، ما يجعل الظروف الهيدرولوجية شديدة الحساسية للتغيرات في الأمطار الشتوية. ومع انخفاض هطول الأمطار في الموسم

الشكل 12. متوسط التغير في الجريان السطحي الموسمي (من تشرين الثاني/نوفمبر إلى نيسان/أبريل) في الأجلين القريب (2040-2021) والمتوسط (2060-2041) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في دولة فلسطين



المصدر: تجميع المؤلفين.

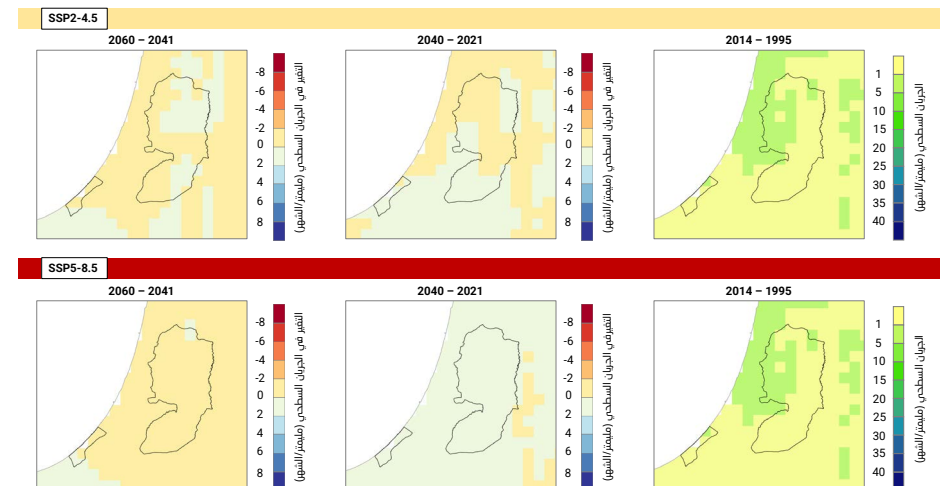
إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

نحو انخفاض الجريان السطحي مع تراجع هطول الأمطار، بما يؤدي إلى انخفاض جريان المجاري المائية وتراجع تغذية المياه الجوفية وارتفاع مخاطر الجفاف.

ويكون الجريان السطحي في الموسم الدافئ محدوداً للغاية، إذ يبلغ متوسطه المرجعي 0.8 ملم/شهر، ما يعكس الظروف الشديدة الجفاف من أيار/مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر (الشكل 13). وهطول الأمطار منخفض جداً أصلاً، وتشير التغيرات المتوقعة إلى استمرار الاتجاه نحو ظروف أشد جفافاً. وفي ظل هذه الظروف، لا يسجل الجريان السطحي سوى تغير محدود. وتكاد التغيرات في الأجل القريب تكون معدومة في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5)، بينما تحدث زيادة طفيفة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، إذ يمكن للزيادات العرضية في الأمطار الحملية

وانخفاض قدره 0.3 ملم/شهر في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، بما يتسق مع الانخفاضات المحدودة في هطول الأمطار خلال الموسم البارد (الشكل 12). وبحلول الأجل المتوسط، ينخفض الجريان السطحي بدرجة أكبر، بمقدار 4.1 ملم/شهر في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و 2.7 ملم/شهر في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). ويعكس الانخفاض الأكبر في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) الانخفاض الأكبر في هطول الأمطار في الأجل المتوسط في هذا السيناريو، الناجم عن تغيرات الدوران الجوي الإقليمي التي تقلل تواتر أنظمة عواصف البحر الأبيض المتوسط وشدتها. ومع انخفاض كمية الأمطار المتاحة لتوليد الجريان، يتراجع الجريان السطحي في الموسم البارد بصورة ملحوظة، لا سيما في المناطق الداخلية والجنوبية حيث يشتد الجفاف. ويشير ذلك إلى تحول واضح

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



المصدر: تجميع المؤلفين.

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

تعويضية في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5). وعموماً، تظل الظروف الهيدرولوجية خلال الفترة من أيار/ مايو إلى تشرين الأول/أكتوبر شديدة الجفاف، مع انخفاض الأمطار، والاحترار، والجفاف، ما يحد من احتمال زيادة الجريان السطحي ويفاقم الاعتماد على هطول الأمطار في الموسم البارد.

أن تولد جرياناً محدوداً عندما تكون التربة شديدة الجفاف. غير أنه بحلول الأجل المتوسط، يؤدي انخفاض هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة واشتداد التبخر والنتح إلى إطالة فترات الجفاف وتقليل نسبة الأمطار التي تتحول إلى جريان سطحي، ما يؤدي إلى انخفاضات طفيفة ولكن ثابتة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، من دون زيادة



الرطوبة النسبية

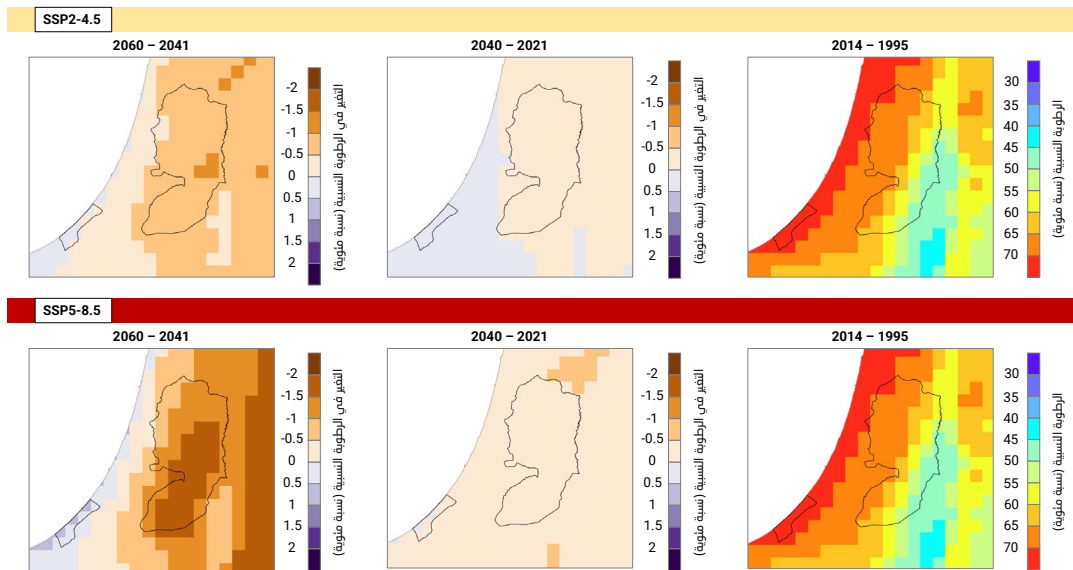
0.8 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و1.4 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، بفعل الاحترار الأكثر شدة وتراجع رطوبة التربة وازدياد قدرة الغلاف الجوي على سحب الرطوبة بالتبخّر. ويؤدي انخفاض الرطوبة إلى زيادة التبخر والنتح حيثما تتوافر الرطوبة، ما يفاقم الإجهاد الحراري على السكان والمحاصيل والنظم الإيكولوجية ويزيد الضغوط الناجمة عن ندرة المياه.

غير أن غزة تمثل استثناءً، إذ تزداد الرطوبة النسبية محلياً بما يصل إلى 0.6 في المائة بحلول الأجل المتوسط في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5). وتعكس هذه الزيادة تفاقم التأثير البحري مع اشتداد التباين الحراري بين اليابسة والبحر. وتحدّ الرطوبة الساحلية الأعلى من التبريد الليلي، وتزيد الشعور بعدم الراحة الحرارية. ولذلك، في حين تنخفض الرطوبة النسبية في معظم أنحاء دولة فلسطين، تواجه المجتمعات الساحلية مخاطر متزايدة من الإجهاد الحراري، وذلك نتيجة لارتفاع الرطوبة وليس انخفاضها.

تُظهر الرطوبة النسبية في دولة فلسطين تبايناً موسمياً وإقليمياً واضحاً يتشكل بفعل مناخ البحر الأبيض المتوسط وتنوع التضاريس. وتحافظ المناطق الساحلية مثل غزة على رطوبة مرتفعة نسبياً على مدار السنة، لا سيما خلال الموسم المطير، نظراً إلى قربها من البحر الأبيض المتوسط. وفي المقابل، تشهد المناطق الداخلية والمرتفعة من الضفة الغربية، بما في ذلك غور الأردن والمرتفعات الجنوبية، رطوبة أقل بكثير، لا سيما خلال أشهر الصيف الحارة والجافة.

وفي ظل هذه الخصائص المناخية، تشير التوقعات إلى انخفاض عام في الرطوبة النسبية في معظم أنحاء دولة فلسطين. فمن متوسط مرجعي يبلغ 64 في المائة، تنخفض الرطوبة النسبية في الأجل القريب بمقدار 0.2 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المعتدلة (SSP2-4.5) و0.3 في المائة في إطار سيناريو الانبعاثات المرتفعة (SSP5-8.5)، ما يعكس احتراراً محدوداً وتراجعاً في الرطوبة الأساسية (الشكل 14). وبحلول الأجل المتوسط، يصبح الانخفاض أكثر وضوحاً، بمتوسط انخفاض قدره

الشكل 14. متوسط التغير في المعدل السنوي للرطوبة النسبية في الأجلين القريب (2021-2040) والمتوسط (2041-2060) مقارنة بالفترة المرجعية (1995-2014) في دولة فلسطين



المصدر: تجميع المؤلفين.

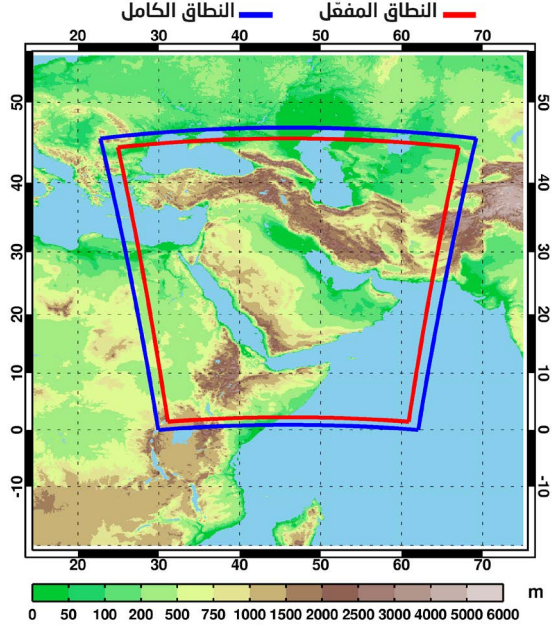
إخلاء مسؤولية: الحدود والأسماء الموضحة والتسميات المستخدمة في هذه الخرائط لا تعني إقراراً أو قبولاً رسمياً من قبل الأمم المتحدة.

نبذة عن التوقعات المناخية

واستُمدَّت التوقعات المناخية الواردة في هذا التحليل من نتائج النمذجة المناخية الإقليمية التي طُوِّرت لنطاق المشرق في إطار مبادرة ريكار³ (الشكل 15). وقد قلّصت دقة النماذج إلى شبكة بدقة 10 كيلومتر، وتستخدم مجموعة مكونة من ستة نماذج مناخية عالمية (GCMs). ويشمل النطاق بلدان المشرق في المنطقة العربية، وشبه الجزيرة العربية، وشمال شرق أفريقيا، ما يتيح إجراء تقييم متسق لأنماط الدوران على نطاق واسع، وللتدرجات الإقليمية، وللعمليات المناخية الدقيقة المتصلة بتحليل الآثار والتكيف. عند تفسير الخرائط، تجدر الإشارة إلى أن الفترة المرجعية التاريخية المستخدمة في محاكاة نطاق المشرق قد تختلف عن منتجات إعادة التحليل ومجموعات البيانات الرصدية، حيث إنّ خطوط الأساس مستمدة مباشرة من النماذج المناخية. وهذه الاختلافات متوقعة وتعكس الفرق المنهجي بين الدراسات المناخية القائمة على النماذج والسجلات المقيّدة بالبيانات الرصدية. ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات على موقع ريكار.

الشكل 15. نطاق المشرق

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



المصدر: SMHI and ESCWA, forthcoming.

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

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

المراجع

Climate Centre (2024). [Gaza heatwave adds 'extra layer of suffering to an already catastrophic humanitarian situation'](#).

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](#).

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC) (2022). [Palestine: Extreme Weather Conditions - Final Report DREF Operation MDRPS013](#).

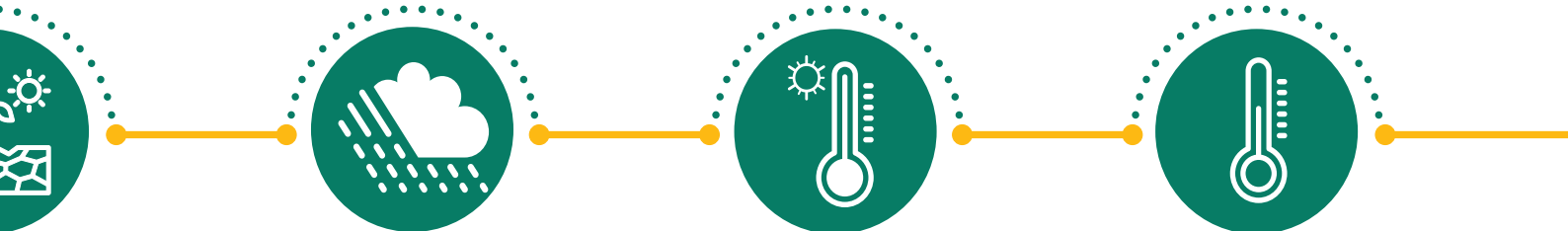
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021). [Sixth Assessment Report Working Group I – The Physical Science Basis – Regional fact sheet: Asia](#).

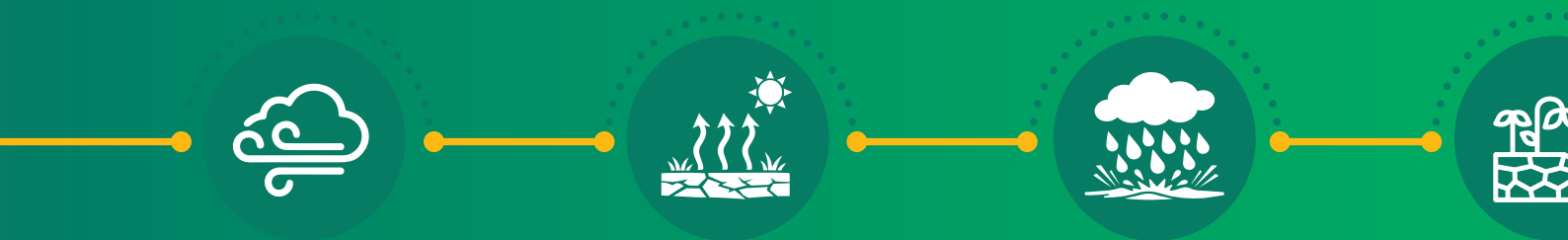
Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) and United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA) (forthcoming). Future climate projections for the Mashreq region under the intermediate and high emissions scenarios. E/ESCWA/CL1.CCS/2026/RICCAR/Technical report.19.

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

الحواشي

1. Climate Centre, 2024.
2. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC), 2022.
3. SMHI and ESCWA, forthcoming.







رؤيتنا: طاقات وابتكار، ومنطقتنا استقرار وعدل وازدهار

رسالتنا: بشفء وعزم وعمل: 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/State of Palestine - 2600342A

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