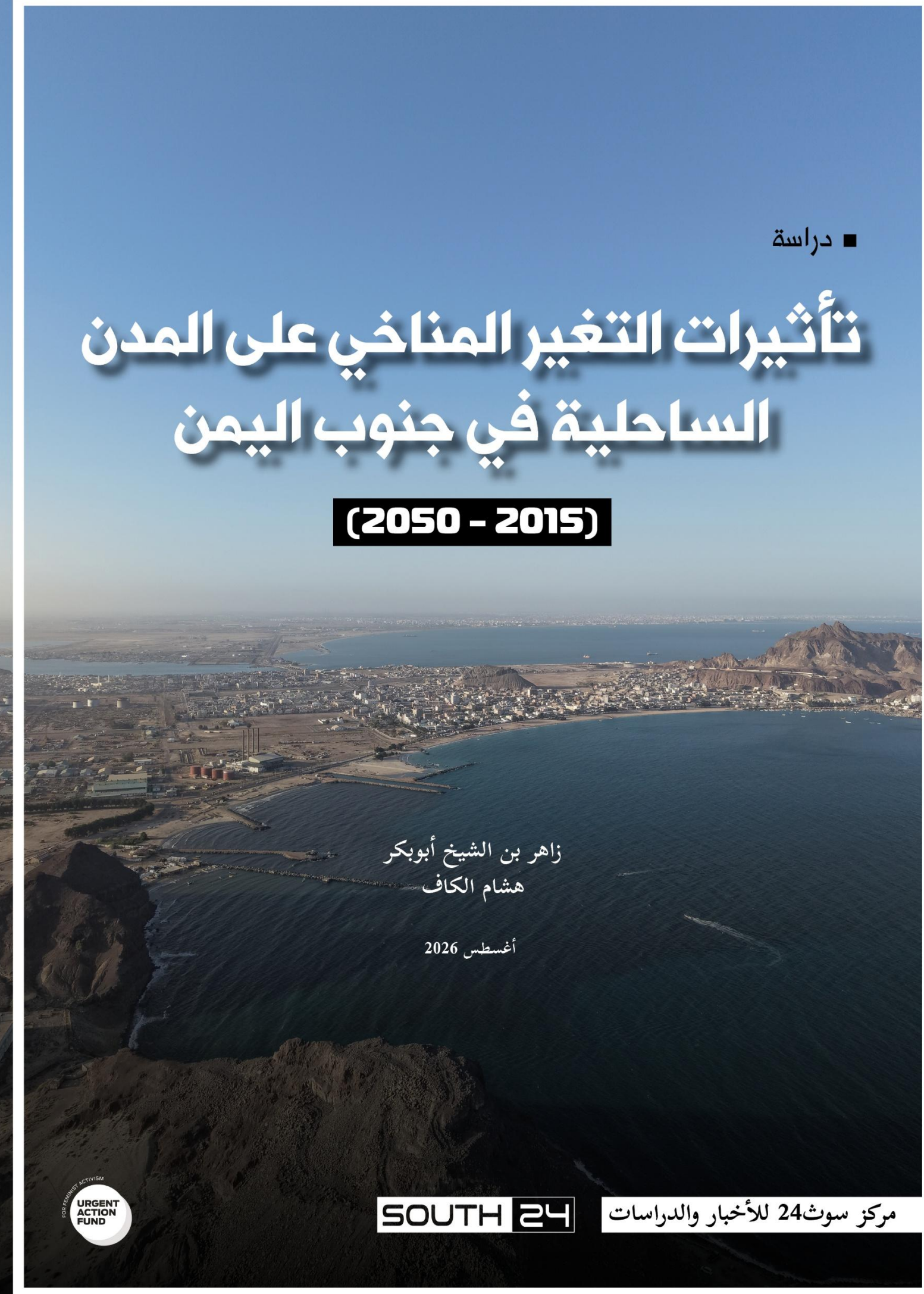
■ دراسة

تأثيرات التغير المناخي على المدن الساحلية في جنوب اليمن

(2050 - 2015)



زاهر بن الشيخ أبوبكر
هشام الكاف

أغسطس 2026

مركز سوث24 للأخبار والدراسات

تأثيرات التغير المناخي على المدن الساحلية في جنوب اليمن

(2015–2050)

المؤلفان:

زاهر بن الشيخ أبوبكر

هشام الكاف

مركز سوث24 للأخبار والدراسات

برعاية

صورة الغلاف: منظر جوي لساحل مديرية البريقة، غرب مدينة عدن، 17 أبريل 2026 — مركز سوث24 للأخبار والدراسات، تصميم: أحمد البنا.

الشكر والتقدير

يتقدم مركز سوث24 للأخبار والدراسات بخالص الشكر والتقدير إلى **منظمة صندوق العمل العاجل (Urgent Action Fund)**على دعمها لإنتاج هذه دراسة **"تأثيرات التغير المناخي على المدن الساحلية في جنوب اليمن (2015–2050)"** وتنفيذ أنشطتها البحثية والميدانية.

كما يتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى مؤلفَي الدراسة **زاهر بن الشيخ أبوبكر وهشام الكاف**، لما بذلاه من جهد بحثي في إعداد الدراسة، وجمع مادتها، وتحليل بياناتها، وصياغة نتائجها، واستنتاجاتها، وتوصياتها.

كما يخص المركز بالشكر **مصطفى عاطف**، استشاري نظم المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني، تقديرًا لإسهامه الفني في تنفيذ التحليلات المكانية وإنتاج الخرائط المستخدمة في الدراسة، ويتقدم بالشكر إلى **زهراء علي و أقدار الكندي** على جهودهما في التنسيق العام.

ويمتد الشكر إلى المنسقين المحليين :**أنسام عبد الله** في عدن، **ويونس السروي** في لحج، **وبشرى السعدي** في أبين، **وعبد الحميد العولقي** في شبوة، **ورائد جوبان وعبد الله الشادلي** في حضرموت، **ومحمد الشنيني** في المهرة؛ لما بذلوه من جهود في تيسير التواصل، والوصول إلى المعلومات والخبرات المحلية.

ويعرب المركز كذلك عن تقديره للمشاركين في الجلستين البؤريتين في عدن والمكلا، وللخبراء والمختصين الذين شاركوا في المقابلات وجلسات النقاش والاستبانة الميدانية، وللجهات الحكومية والأكاديمية والبحثية والمنظمات التي قدمت بيانات أو مراجع أو معلومات أسهمت في استكمال الدراسة.

ولا يعني ورود أسماء الأشخاص أو الجهات موافقتهم بالضرورة على جميع ما انتهت إليه الدراسة من تحليلات أو استنتاجات أو توصيات، إذ تظل المسؤولية العلمية والتحريرية عن محتواها على عاتق مؤلفَي الدراسة ومركز سوث24 للأخبار والدراسات.

يعقوب السفياني

المدير الإقليمي لمركز سوث24، أشرف على تنفيذ الدراسة .

المحتويات

الشكر والتقدير.....2

الملخص التنفيذي.....5

الفصل الأول: الإطار العام والمفاهيمي والمنهجي للدراسة.....9

تمهيد.....9

1.1 مقدمة الدراسة.....9

1.2 طبيعة الدراسة.....11

1.3 مشكلة الدراسة.....12

1.4 أهمية الدراسة.....13

1.5 أهداف الدراسة.....13

1.6 أسئلة الدراسة.....13

1.7 حدود ونطاق الدراسة.....14

1.8 منهج الدراسة ومصادر البيانات.....15

1.9 الإطار المرجعي والمفاهيمي للدراسة.....16

1.10 المفاهيم الأساسية للدراسة.....17

1.11 هيكل الدراسة.....18

الفصل الثاني: السياقات التاريخية والراهنة والتأثيرات الرئيسية للمخاطر المناخية في جنوب اليمن خلال الفترة 2015–2025.....19

المبحث الأول: السياقات التاريخية والراهنة للمخاطر المناخية.....19

2.1.1 الأعاصير والعواصف المدارية.....19

2.1.2 السيول والفيضانات.....22

2.1.3 الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر.....23

2.1.4 سياق التصحر وتدهور الأراضي خلال الفترة 2015–2025.....24

المبحث الثاني: التأثيرات الرئيسية للمخاطر المناخية.....27

2.2.1 تأثيرات الأعاصير والسيول.....27

2.2.2 تأثيرات الغمر الساحلي والتصحر.....28

الفصل الثالث: السيناريوهات المستقبلية للمخاطر المناخية ومسارات التكيف حتى عام 2050.....31

تمهيد.....31

3.1 المبحث الأول: المنهج والسيناريوهات والنتائج.....31

3.1.1 الإطار المنهجي للاستشراف المناخي.....31

3.1.2 سيناريو الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر حتى عام 2050.....33

3.1.3 سيناريو الأعاصير والسيول والفيضانات حتى عام 2050 35
3.1.4 سيناريو الإجهاد الحراري والجزر الحرارية الحضرية حتى عام 2050 37
3.1.5 مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل 41
3.2 المبحث الثاني: الاستنتاجات والتوصيات ومسارات التدخل 44
3.2.1 الاستنتاجات الرئيسية للدراسة 44
3.2.2 التوصيات الاستراتيجية 46
3.2.3 أولويات التدخل حسب المدن والمحافظات المستهدفة 48
خاتمة الفصل الثالث 50
خاتمة عامة 50
الملحقات: 52
أولاً: الجداول 52
جدول ملحق رقم (1-1): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة عدن 52
جدول ملحق رقم (1-2): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة لحج 53
جدول ملحق رقم (1-3): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة أبين 54
جدول ملحق رقم (1-4): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة شبوة 55
جدول ملحق رقم (1-5): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة حضرموت 56
جدول ملحق رقم (1-6): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة المهرة 57
ثانياً: الخرائط 59
ثالثاً: الصور 64
قائمة المراجع والمصادر 65

الملخص التنفيذي

تقيّم هذه الدراسة المخاطر المرتبطة بتغير المناخ والظواهر المناخية المتطرفة في المدن والمناطق الساحلية بجنوب اليمن، في سياق تتداخل فيه الأخطار البيئية مع هشاشة مؤسسية وخدمية تراكمت خلال سنوات النزاع. ولا تنحصر آثار هذه المخاطر في الخسائر المباشرة الناجمة عن الأعاصير والسيول والفيضانات، بل تمتد إلى استقرار السكان، واستمرارية الخدمات، وسلامة البنية التحتية، وتوافر المياه، والإنتاج الزراعي والسمكي، والصحة العامة، وسبل العيش. ويجعل ضعف القدرة المؤسسية والمالية والفنية على المواجهة والتكيف هذه المناطق أكثر عرضة لتحول الأحداث المناخية إلى أزمات إنسانية وتنموية ممتدة.

تنطلق الدراسة من أن المخاطر المناخية الساحلية لا تعمل بصورة منفصلة. فالأعاصير والعواصف المدارية والسيول والفيضانات الحضرية والغمر البحري والإجهاد الحراري تتفاعل مع عمليات أبطأ، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، والتصحر، وتدهور الأراضي، وتداخل المياه المالحة. كما تتأثر نتائج هذا التفاعل بانخفاض بعض الأراضي الساحلية، وامتداد مجاري الأودية، وكثافة العمران، والبناء في المناطق المعرضة، وضعف شبكات التصريف، وحساسية المنشآت والخدمات، ومحدودية القدرة المحلية على الاستجابة. وينتج عن ذلك تفاوت واضح في طبيعة المخاطر ومستوياتها بين المحافظات والمدن والقطاعات.

يشمل النطاق المكاني للدراسة محافظات عدن، ولحج، وأبين، وشبوة، وحضرموت، والمهرة. ويجمع نطاقها الزمني بين مراجعة الأحداث والآثار المسجلة خلال الفترة 2015–2025، وتحليل استشرافي للمخاطر المحتملة حتى عام 2050. ولا تقدم سيناريوهات منتصف القرن بوصفها تنبؤات قطعية، بل باعتبارها أدوات استكشافية تساعد على تحديد المناطق والأصول الأكثر تعرضًا، واختبار الآثار المحتملة لافتراضات مناخية محددة، ودعم التخطيط الوقائي وترتيب أولويات التدخل.

تتمثل المشكلة الرئيسة التي تعالجها الدراسة في غياب تقييم مكاني متكامل للمخاطر المناخية في المناطق الساحلية بجنوب اليمن. إذ غالبًا ما يجري تناول الأعاصير والسيول وارتفاع مستوى سطح البحر والتصحر والإجهاد الحراري كلٌّ على حدة، أو ضمن تقييمات عامة لا تكشف الفروق المحلية في التعرض والهشاشة. ولذلك تهدف الدراسة إلى تحليل أنماط الخطر وتوزيعها المكاني، وتقدير آثارها المحتملة على السكان والخدمات والبنية التحتية والموارد وسبل العيش، وبناء ترتيب أولي للأولويات المناخية والتنموية على مستوى المحافظات والمناطق المدروسة.

اعتمدت الدراسة مقاربة تجمع بين التحليل الوصفي والمكاني والاستشرافي. وشملت أدواتها نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بُعد، ونماذج الارتفاعات الرقمية، وبيانات المباني والمنشآت، وإسقاطات ارتفاع

مستوى سطح البحر، وتحليل درجات حرارة سطح الأرض، إلى جانب مراجعة التقارير والبيانات الدولية والمحلية. كما استعانت باستبيان مغلق شمل 62 مشاركًا من المختصين والأكاديميين والمهتمين، وجلسات نقاش بؤرية في عدن وحضرموت. وتُستخدم نتائج الاستبيان والجلسات لفهم التصورات والخبرات المحلية وتفسير النتائج المكانية، ولا تُعامل بوصفها مسحًا تمثيليًا لسكان المحافظات الست.

تكشف مراجعة الفترة 2015–2025 عن تعرض المحافظات الساحلية لأحداث مناخية متكررة وشديدة الأثر، شملت الأعاصير والعواصف المدارية والسيول والفيضانات، إلى جانب تفاقم مشكلات التصحر وتدهور الأراضي وتداخل المياه المالحة. وألحقت هذه الأحداث أضرارًا بالمساكن والطرق والجسور وشبكات الكهرباء والاتصالات ومصادر المياه والمنشآت الصحية والأراضي الزراعية ومصادر الدخل. كما أظهرت إفادات المشاركين في الاستبيان والجلسات البؤرية إدراكًا واسعًا لخطورة هذه الآثار، مع اختلاف طبيعة الخطر والقطاعات المتضررة باختلاف الموقع الجغرافي ومستوى الجاهزية وأنماط استخدام الأراضي.

تتباين أنماط الخطر بين المحافظات. فحضرموت والمهرة أكثر تعرضًا لمسارات العواصف والأعاصير المدارية القادمة من بحر العرب، بينما تتداخل أخطار السيول ومجاري الأودية بصورة بارزة في لحج وأبين وشبوة وحضرموت. وفي عدن، تكتسب الفيضانات الحضرية والغمر الموضعي أهمية خاصة بسبب كثافة السكان والخدمات والمنشآت الحيوية، ووجود مناطق منخفضة قريبة من الساحل، وضعف قدرة شبكات التصريف على استيعاب الأمطار الغزيرة. أما التصحر وتدهور الأراضي وتداخل المياه المالحة، فتتجاوز آثارها فقدان الغطاء النباتي والتربة المنتجة إلى تهديد المياه الجوفية، والإنتاج الزراعي، والأمن الغذائي المحلي، واستقرار المجتمعات الريفية.

وفي تحليل ارتفاع مستوى سطح البحر، استخدمت الدراسة ارتفاعًا قدره 0.23 متر بحلول عام 2050 بوصفه مدخلًا تشغيليًا للمسح المكاني، مستندًا إلى إسقاطات تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ المتاحة عبر أداة ناسا. ولا تمثل هذه القيمة توقعًا موحدًا أو حتميًا لجميع سواحل جنوب اليمن؛ إذ تتأثر الإسقاطات المحلية بالموقع وخط الأساس والحركة الرأسية للأرض وغيرها من العوامل. كما أن الخرائط الناتجة تحدد مناطق منخفضة محتملة التعرض تحت فرضيات النموذج، ولا تتنبأ بموعد الغمر أو عمقه أو احتمالية حدوثه.

وفق هذه الفرضية، أظهرت النمذجة تفاوتًا كبيرًا في المساحات المنخفضة المحتملة التعرض للغمر. وسجلت أبين مساحة تقديرية بلغت نحو 43.47 كيلومترًا مربعًا، تلتها المهرة بنحو 42.00 كيلومترًا مربعًا. وظهرت عدن بمساحة أقل، بلغت نحو 1.50 كيلومتر مربع، إلا أن انخفاض المساحة لا يعني انخفاض الخطر؛ لأن أجزاء من النطاق المحتمل تعرضه تضم كثافة مرتفعة من السكان والخدمات والمرافق والبنية التحتية الاستراتيجية. أما حضرموت، فتجمع بين امتداد ساحلي طويل، ومراكز حضرية وخدمية، ومصبات أودية، والتعرض للعواصف المدارية والسيول، ما يجعلها حالة بارزة للمخاطر المركبة.

وينبغي تفسير هذه التقديرات باعتبارها نتائج لمسح مكاني أولي باستخدام نموذج غمر ساكن، لا خرائط نهائية للفيضانات الساحلية. فهي لا تشمل التأثير المتزامن للأمواج وعَرام العواصف والمد والجزر والأمطار الغزيرة والهبوط الأرضي وحركة المياه داخل المدن والأودية، كما تتأثر بدقة بيانات الارتفاع ومدى اتصال الأراضي المنخفضة بالبحر. ولذلك تصلح النتائج لتحديد المواقع التي تحتاج إلى دراسات أكثر تفصيلًا، ولا تكفي منفردة لاتخاذ قرارات هندسية أو تحديد حدود البناء والحماية.

وفيما يتعلق بالأعاصير والسيول والفيضانات، تشير الدراسة إلى أن مستوى الخطر لا يتحدد بقوة الحدث المناخي وحدها، بل يتشكل أيضًا بفعل البناء في مجاري الأودية، وضعف شبكات التصريف، وهشاشة الطرق والجسور والعبارات، ومحدودية الإنذار المبكر والاستجابة المحلية. وتظهر شبوة ولحج ضمن مستويات متوسطة إلى مرتفعة من الأولوية بسبب تداخل مجاري السيول ومصبات الأودية مع التجمعات السكانية والمناطق الزراعية والطرق ومواقع الخدمات. وتبرز الحاجة في هذه المناطق إلى حماية مسارات التصريف الطبيعية، وضبط استخدامات الأراضي، وصيانة الطرق والجسور والعبارات وفق معايير تراعي شدة الأحداث المستقبلية.

ويمثل الإجهاد الحراري وظاهرة الجزيرة الحرارية الحضرية خطرًا بطيء التراكم، لكنه واسع التأثير. فارتفاع درجات الحرارة يؤثر في الصحة العامة، والقدرة على العمل، وإنتاجية العمالة، والطلب على الكهرباء والمياه، وتكاليف التبريد، وقدرة الأسر والسلطات المحلية على التعامل مع فترات الحر الشديد. وتزداد الحساسية في المناطق الحضرية المكتظة التي تقل فيها المساحات الخضراء والتهوية والتظليل، وتنتشر فيها الأسطح والمواد التي تخزن الحرارة. ومن ثم ينبغي إدماج الاعتبارات الحرارية في التخطيط الحضري وتصميم المباني والمساحات العامة، بدل التعامل مع الحرارة بوصفها مسألة موسمية منفصلة عن سياسات التنمية والخدمات.

ولترتيب الأولويات، استخدمت الدراسة مصفوفة تقييم تجمع بين الخطر المناخي والتعرض والهشاشة، بما تشمله من حساسية وضعف في القدرة على المواجهة والتكيف. ووفق هذا التقييم الترتيبي، تبرز عدن وحضرموت ضمن أعلى مستويات الأولوية، لكن لأسباب مختلفة؛ فعدن تتميز بتركيز السكان والخدمات والمنشآت الاستراتيجية في مساحة حضرية محدودة وحساسة، بينما تواجه حضرموت مزيجًا من الأعاصير والسيول والغمر الساحلي وامتداد الأودية والمراكز الحضرية. وتظهر المهرة وأبين ضمن الأولويات العالية بسبب اتساع المناطق الساحلية المنخفضة ومصبات الأودية والتعرض للعواصف أو الغمر، في حين تحتاج شبوة ولحج إلى تدخلات موجهة لحماية مجاري السيول والممرات الحيوية والمناطق الزراعية والتجمعات المعرضة.

تقود النتائج إلى مجموعة من الأولويات العملية، في مقدمتها تطوير نظم إنذار مبكر متعددة المخاطر، وربطها بخطط استجابة محلية واضحة؛ وتحسين شبكات تصريف مياه الأمطار؛ ومنع التوسع العمراني داخل مجاري السيول والمناطق الساحلية شديدة الانخفاض؛ وإجراء تقييمات تفصيلية للمنشآت الحيوية والطرق والجسور ومصادر المياه الواقعة في مناطق التعرض. كما تشمل الأولويات حماية المياه الجوفية من التملح، ومكافحة

التصحر وتدهور الأراضي، وتوسيع الغطاء النباتي والتظليل في المدن، وتخفيض امتصاص الأسطح والمباني للحرارة، وإدخال اعتبارات المخاطر المناخية ضمن التخطيط الحضري والساحلي وتقييم المشروعات الجديدة.

وتتطلب الاستجابة الفعالة أيضًا بناء قاعدة بيانات مكانية موحدة وقابلة للتحديث، وتحسين رصد الأمطار والسيول ودرجات الحرارة ومستوى البحر، ورفع قدرات السلطات المحلية والمجتمعات على استخدام المعلومات المناخية. وينبغي توجيه التمويل والتدخلات وفق مستوى الخطر والتعرض والهشاشة وحساسية الأصول، بدل توزيع الموارد بصورة متساوية أو التعامل مع المحافظات الساحلية باعتبارها تواجه نمطًا واحدًا من المخاطر.

وتخلص الدراسة إلى أن تغير المناخ في المناطق الساحلية بجنوب اليمن ليس قضية بيئية معزولة، بل تحدٍّ تنموي ومؤسسي ومكاني يؤثر في استمرارية المدن والخدمات والموارد وسبل العيش. وتقدم نتائجها أساسًا أوليًا لصناع القرار والسلطات المحلية والمنظمات والمانحين لتحديد مناطق الأولوية، وتطوير دراسات أكثر تفصيلًا، وتحويل المعلومات المناخية إلى إجراءات وقائية. ويظل خفض الخسائر المستقبلية مرتبطًا بالانتقال من الاستجابة المتأخرة للأحداث إلى إدارة استباقية للمخاطر، قائمة على البيانات والتخطيط المكاني والاستثمار في القدرة المحلية على التكيف.

الفصل الأول: الإطار العام والمفاهيمي والمنهجي للدراسة

تمهيد

يؤسس هذا الفصل الإطار العام والمفاهيمي والمنهجي الذي تستند إليه الدراسة في تحليل المخاطر المرتبطة بتغير المناخ والظواهر المناخية المتطرفة في المحافظات ذات الواجهات الساحلية بجنوب اليمن. ويعرض خلفية الدراسة، ومشكلتها، وأهميتها، وأهدافها، وأسئلتها، وحدودها المكانية والزمانية والموضوعية، إلى جانب المناهج والأدوات ومصادر البيانات والمفاهيم الأساسية المستخدمة في التحليل.

وتعتمد الدراسة إطارًا يفهم المخاطر المناخية بوصفها ناتجة عن التفاعل الديناميكي بين الأخطار المناخية، والتعرض، والهشاشة، بما تشمله الهشاشة من حساسية وقصور في القدرة على المواجهة والتكيف. ومن ثم، لا تُفسَّر آثار الأعاصير والسيول والحرارة وارتفاع مستوى سطح البحر من خلال شدة الظاهرة وحدها، بل أيضًا من خلال مواقع السكان والأصول المعرضة، وحالة البنية التحتية والخدمات، وأنماط استخدام الأراضي، والقدرات المؤسسية والمجتمعية المتاحة.

ولا يتناول هذا الفصل النتائج التفصيلية أو التقديرات المستقبلية، وإنما يحدد الأساس الذي ستُقرأ في ضوئه الأحداث والآثار المسجلة خلال الفترة 2015–2025، والسيناريوهات الاستكشافية الممتدة حتى عام 2050، ومصفوفة ترتيب المخاطر وأولويات التدخل.

1.1 مقدمة الدراسة

تتعرض محافظات جنوب اليمن ذات الواجهات الساحلية لمجموعة متنوعة من الأخطار والعمليات المرتبطة بالمناخ. وتشمل الأخطار السريعة الحدوث الأعاصير والعواصف المدارية، والأمطار الغزيرة، والسيول المفاجئة، والفيضانات الحضرية والساحلية، ودرجات الحرارة الشديدة. كما تشمل العمليات البطيئة التراكم ارتفاع مستوى سطح البحر، وتداخل المياه المالحة، والجفاف، والتصحر، وتدهور الأراضي. وتتفاوت آثار هذه الظواهر مكانيًا تبعًا للخصائص الطبوغرافية والهيدرولوجية والعمرانية والاجتماعية والمؤسسية لكل منطقة.

ولا تتحول الظاهرة المناخية بالضرورة إلى كارثة بفعل شدتها وحدها؛ إذ تتحدد النتائج أيضًا بحجم السكان والمنشآت والموارد الواقعة في نطاق التعرض، وبمستوى هشاشتها وقدرتها على المواجهة والتعافي والتكيف. ولهذا قد تتسبب ظاهرة متوسطة الشدة في خسائر واسعة داخل مدينة مكتظة وضعيفة التصريف والخدمات، بينما تكون آثار ظاهرة أشد محدودة في منطقة أقل تعرضًا وأكثر استعدادًا. وينسجم هذا الفهم مع الإطار المعتمد دوليًا، الذي ينظر إلى المخاطر المناخية بوصفها نتيجة للتفاعل بين الأخطار والتعرض والهشاشة.

وتكتسب هذه العلاقة أهمية خاصة في اليمن، حيث تداخلت الآثار المناخية خلال سنوات النزاع مع تضرر البنية التحتية، وتراجع الخدمات العامة، وضعف القدرات المؤسسية والفنية والمالية، ومحدودية شبكات الرصد

والإنذار المبكر. وقد أدى ذلك إلى زيادة صعوبة إدارة أخطار السيول والفيضانات وشح المياه والحرارة، وإلى تقليص قدرة السلطات المحلية والمجتمعات على الاستعداد والاستجابة والتعافي. وتشير تقييمات دولية حديثة إلى أن معالجة أخطار المناخ في اليمن لا يمكن فصلها عن أوضاع الهشاشة والنزاع والتنمية، لما بينها من علاقات متبادلة ومركبة.

تتناول الدراسة ست محافظات في جنوب اليمن لها واجهات ساحلية، هي عدن، ولحج، وأبين، وشبوة، وحضرموت، والمهرة. ويختلف النطاق المكاني الفعلي للتحليل بحسب طبيعة كل خطر وتوافر البيانات؛ إذ تتركز بعض التحليلات على المدن والشريط الساحلي والمناطق المنخفضة، بينما تمتد تحليلات أخرى إلى مصبات الأودية، والأحواض المائية، والمناطق الزراعية، والمديريات الداخلية المرتبطة بالساحل هيدرولوجيًا أو اقتصاديًا.

ويجمع هذا النطاق بين بيئات مكانية متباينة؛ فعدن تمثل تجمعًا حضريًا ساحليًا عالي الكثافة تتركز فيه خدمات ومنشآت استراتيجية، بينما تضم لحج وأبين دلتاوات وأودية ومناطق زراعية منخفضة. وتجمع شبوة وحضرموت بين السواحل ومجاري الأودية والمراكز الحضرية ومواقع البنية التحتية والطاقة، في حين تمتلك المهرة ساحلًا ممتدًا وأودية ومستوطنات متباعدة تتعرض للعواصف المدارية القادمة من بحر العرب. ويقتضي هذا التباين تحليل المخاطر على مستويات مكانية أدق من المقارنة العامة بين المحافظات.

وتنبع الحاجة إلى الدراسة من محدودية التقييمات التي تجمع، في إطار واحد، بين توثيق الأحداث والآثار الحديثة، والتحليل المكاني للتعرض، وتقدير الهشاشة، والقراءة الاستشرافية للمخاطر في جنوب اليمن. فالدراسات والتقارير المتاحة غالبًا ما تتناول خطرًا أو قطاعًا أو حدثًا منفردًا، أو تقدم نتائج وطنية وإقليمية لا تكشف بصورة كافية الفروق داخل المحافظات وبين المدن والمديريات والمناطق الساحلية.

وتغطي القراءة التاريخية والراهنة الفترة من عام 2015 إلى عام 2025، بهدف توثيق أبرز الأحداث المناخية وآثارها خلال عقد حديث اتسم بتزامن الصدمات المناخية مع النزاع وتراجع الخدمات والقدرات المؤسسية. ولا تهدف هذه القراءة، في حد ذاتها، إلى إثبات تغير إحصائي في تواتر الظواهر أو شدتها، إلا في الحالات التي تتوافر فيها سلاسل زمنية وبيانات مناخية تسمح بذلك، وإنما تهدف إلى تحديد أنماط الأحداث المسجلة، وتوزيع آثارها، والقطاعات والمناطق الأكثر تضررًا.

ويمتد الجانب الاستشرافي إلى عام 2050 باعتباره أفقًا تخطيطيًا لمنتصف القرن، يسمح باختبار كيفية تغير بعض الأخطار ومستويات التعرض المحتملة تحت فرضيات مناخية ومكانية محددة. ولا تمثل النتائج المستقبلية تنبؤات حتمية، بل تقديرات مشروطة بالسيناريوهات والبيانات والنماذج المستخدمة، وينبغي تفسيرها ضمن حدود الدقة وعدم اليقين المصاحبة لها.

وتركز الدراسة على ثلاث مجموعات مترابطة. تتمثل الأولى في الأخطار السريعة الحدوث، مثل الأعاصير والسيول والفيضانات. وتتمثل الثانية في العمليات البطيئة، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر وتداخل المياه المالحة

والتصحر وتدهور الأراضي. أما الثالثة فتشمل الأخطار الحرارية، ولا سيما درجات الحرارة الشديدة والإجهاد الحراري وظاهرة الجزيرة الحرارية الحضرية. ويُحلل أثر هذه المجموعات على السكان، والبنية التحتية، والخدمات، والمياه، والأراضي الزراعية، والنظم البيئية، وسبل العيش.

وعلى هذا الأساس، تسعى الدراسة إلى تقديم قراءة متعددة الأخطار تراعي إمكانية تزامن الظواهر أو تعاقبها أو تراكم آثارها. فقد تتزامن العاصفة المدارية مع الأمطار الغزيرة وارتفاع مستوى البحر، أو تتفاقم آثار السيول بسبب تدهور الأراضي وضعف التصريف، أو تتداخل الحرارة الشديدة مع انقطاع الكهرباء وشح المياه. وهذه التفاعلات المركبة ضرورية لفهم الخطر الفعلي، بدل دراسة كل ظاهرة في عزلة عن بقية العوامل.

1.2 طبيعة الدراسة

تُصنف هذه الدراسة بوصفها دراسة تطبيقية وصفية تحليلية، ذات بعد مكاني واستشرافي، تستخدم مجموعة من الأدوات الكمية والنوعية لتحليل أخطار مناخية متعددة. ولا تقتصر على تجميع الأحداث أو وصف آثارها، بل تسعى إلى تفسير تفاوت المخاطر بين المحافظات والمناطق المدروسة، من خلال ربط الأخطار المناخية بمواقع السكان والأصول والخدمات، وخصائص البيئة الطبيعية والعمرانية، ومستويات الهشاشة والقدرة على التكيف.

يتجسد البعد الوصفي والتحليلي في مراجعة الأحداث والآثار المسجلة خلال الفترة 2015–2025، وتصنيفها بحسب نوع الظاهرة وموقعها والقطاعات المتأثرة بها. غير أن الدراسة لا تفترض أن سجلات الأحداث المتاحة تمثل سجلًا مناخيًا مكتملًا أو متجانسًا؛ إذ قد تتأثر التغطية بتفاوت الرصد والتوثيق بين المحافظات والسنوات. ولذلك تُستخدم هذه السجلات لتكوين قراءة سياقية للآثار، لا لاستخلاص اتجاهات إحصائية قطعية إلا عند توافر بيانات منتظمة تسمح بذلك.

ويتمثل البعد المكاني في استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد ونماذج الارتفاعات الرقمية وبيانات المباني والمنشآت ودرجات حرارة سطح الأرض؛ لتحديد التوزيع الجغرافي لبعض الأخطار والأصول المعرضة. ويتيح هذا التحليل الانتقال من التقييم العام على مستوى المحافظة إلى تحديد مناطق منخفضة، ومصبات أودية، وتجمعات عمرانية، وممرات بنية تحتية قد تتفاوت في درجة تعرضها وحساسيتها.

أما البعد الاستشرافي، فيقوم على تطبيق سيناريوهات وإسقاطات مناخية ومكانية مختارة حتى عام 2050، بهدف استكشاف النتائج المحتملة تحت فرضيات محددة. ولا تنشئ الدراسة نموذجًا مناخيًا عالميًا أو إقليميًا مستقلًا، بل تستفيد من الإسقاطات والبيانات المتاحة وتوظفها في تحليلات مكانية محلية. ولذلك ترتبط النتائج بجودة البيانات، ودقة النماذج، والسيناريو المختار، والافتراضات المتعلقة بالتعرض والهشاشة، ولا يجوز تفسيرها بوصفها وصفًا مؤكدًا لما سيحدث مستقبلًا.

وتستخدم الدراسة تصميمًا متعدد الأدوات، يجمع بين البيانات الجغرافية والكمية من جهة، والمعرفة التخصصية والمحلية المستقاة من الاستبانة والجلسات البؤرية ومراجعة الوثائق من جهة أخرى. ويهدف هذا الدمج إلى تفسير النتائج المكانية، واستكمال جوانب النقص في البيانات، وفهم كيفية إدراك المخاطر والاستجابة لها محليًا. ولا تُعامل البيانات النوعية أو نتائج العينة القصدية باعتبارها بديلًا عن القياسات المناخية أو مسحًا تمثيليًا لجميع السكان.

وتتخذ الدراسة نهجًا متعدد الأخطار؛ لأنها تبحث مجموعة من الظواهر والعمليات التي قد تحدث بصورة منفردة أو متزامنة أو متعاقبة، وقد تنتقل آثارها بين القطاعات والمناطق. غير أن تعدد الأخطار لا يعني استخدام درجة التفصيل أو المنهج نفسه في تحليل كل ظاهرة؛ إذ تتفاوت طرق القياس ومصادر البيانات ومستويات عدم اليقين بين الغمر الساحلي والسيول والإجهاد الحراري والتصحر. ولهذا ينبغي بيان منهج كل محور وحدوده بصورة مستقلة.

ومن حيث غايتها التطبيقية، تهدف الدراسة إلى دعم التخطيط المكاني وإدارة أخطار الكوارث والتكيف مع تغير المناخ، من خلال تحديد مناطق وأصول أولية تستدعي مزيدًا من التقييم، وترتيب أولويات التدخل، وإبراز الفجوات في البيانات والقدرات المؤسسية. وهي موجهة إلى السلطات المحلية وصناع القرار والجهات المعنية بالتخطيط الحضري والساحلي وإدارة المياه والبنية التحتية، إلى جانب المنظمات التنموية، والإنسانية، والجهات المانحة، والباحثين.

ولا تحل نتائج الدراسة محل الدراسات الهندسية التفصيلية، أو نماذج الفيضانات الهيدروديناميكية، أو المسوحات الميدانية عالية الدقة، أو التقييمات الخاصة بالمشروعات، وإنما تقدم تقييمًا استكشافيًا على المستوى الاستراتيجي، يساعد على توجيه الدراسات اللاحقة، وتحديد المواقع والقطاعات التي تستحق أولوية أعلى في جمع البيانات والتخطيط والاستثمار.

1.3 مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في غياب تقييم متكامل للمخاطر المناخية في المحافظات الساحلية بجنوب اليمن، يجمع بين توثيق أحداث الفترة 2015–2025، وتحليل توزيعها المكاني وآثارها، واستشراف تطورها حتى عام 2050.

وتزداد أهمية هذه المشكلة نتيجة تداخل الأعاصير والسيول والفيضانات والحرارة الشديدة وارتفاع مستوى سطح البحر مع هشاشة البنية التحتية والخدمات والقدرات المؤسسية. كما أن تناول هذه الأخطار بصورة منفصلة لا يكشف آثارها المركبة والمتراكمة على السكان والموارد وسبل العيش.

وعليه، تسعى الدراسة إلى تحديد كيفية تفاعل الأخطار المناخية مع التعرض والهشاشة، وتعيين المناطق والقطاعات الأكثر عرضة للمخاطر، بما يدعم التخطيط والتكيف المناخي.

1.4 أهمية الدراسة

تكتسب الدراسة أهميتها من جمعها بين الرصد التاريخي والتحليل المكاني والاستشراف المستقبلي للمخاطر المناخية في جنوب اليمن ضمن إطار واحد.

وتتمثل أهميتها في:

1. معالجة فجوة معرفية تتعلق بتفاوت المخاطر المناخية بين المحافظات والمدن الساحلية.
2. توفير تحليل مكاني للمناطق والسكان والمنشآت المعرضة للخطر.
3. دعم التخطيط الحضري والساحلي وإدارة مخاطر الكوارث.
4. إبراز الآثار المحتملة على الخدمات والموارد وسبل العيش.
5. مساعدة السلطات المحلية والمنظمات وصناع القرار على تحديد أولويات التكيف والتدخل حتى عام 2050.

1.5 أهداف الدراسة

- الهدف الرئيس

تحليل المخاطر المناخية وآثارها في المحافظات الساحلية بجنوب اليمن خلال الفترة 2015–2025، واستشراف تطورها المحتمل حتى عام 2050.

- الأهداف الفرعية

1. توثيق أبرز الظواهر والأحداث المناخية المسجلة خلال الفترة 2015–2025.
2. تحليل آثارها على السكان والبنية التحتية والخدمات والموارد وسبل العيش.
3. تحديد التوزيع المكاني للأخطار والعناصر المعرضة لها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد.
4. تقدير التعرض المحتمل للغمر البحري والسيول والإجهاد الحراري حتى عام 2050.
5. مقارنة مستويات المخاطر بين المحافظات والمناطق المستهدفة.
6. تحديد أولويات التكيف والتخطيط وإدارة المخاطر.

1.6 أسئلة الدراسة

1. ما أبرز الأخطار والظواهر المناخية التي شهدتها المحافظات المستهدفة خلال الفترة 2015–2025؟

2. ما آثارها على السكان والخدمات والبنية التحتية والموارد وسبل العيش؟
3. كيف يتوزع التعرض للمخاطر مكانيًا بين المحافظات والمدن والمناطق الساحلية؟
4. ما التغيرات المحتملة في الغمر البحري والسيول والإجهاد الحراري حتى عام 2050؟
5. ما المناطق والقطاعات ذات الأولوية في التكيف وتقليل المخاطر؟
6. ما التدخلات الاستراتيجية اللازمة لتعزيز المرونة المناخية؟

1.7 حدود ونطاق الدراسة

أ. الحدود المكانية

تشمل الدراسة محافظات عدن ولحج وأبين وشبوة وحضرموت والمهرة، مع تركيز التحليل المكاني التفصيلي على المدن والمناطق الساحلية والمنخفضة، ومصبات الأودية والدلتاوات والمنشآت الحيوية المرتبطة بها.

ب. الحدود الزمنية

تغطي الدراسة الفترة 2015–2025 لتوثيق الأحداث والآثار الحديثة، وتستخدم عام 2050 أفقًا لاستشراف بعض المخاطر المستقبلية.

ج. الحدود الموضوعية

تتناول الدراسة:

- الأعاصير والعواصف المدارية.
- السيول والفيضانات.
- ارتفاع مستوى سطح البحر والغمر الساحلي.
- الحرارة الشديدة والإجهاد الحراري والجزر الحرارية الحضرية.
- التصحر وتدهور الأراضي وتداخل المياه المالحة.

كما تحلل آثار هذه الأخطار والعمليات على السكان والبنية التحتية والخدمات والموارد الطبيعية وسبل العيش. ولا تشمل الدراسة التنبؤ الدقيق بالكوارث أو إعداد تصاميم هندسية تفصيلية لمشروعات الحماية.

جدول رقم (1-1): الخصائص الجغرافية والإدارية والمناخية للمحافظات المستهدفة					
الخصائص الجغرافية والإدارية للمحافظات المستهدفة					
المحافظة	المركز الإداري	عدد المديريات	المساحة الكلية التقريبية (كم²)	أبرز الخصائص المناخية	الدلالة المكانية والتنموية المرتبطة بالدراسة
عدن	مدينة عدن	8	نحو 750	مناخ ساحلي حار ورطب نسبيًا، تتأثر درجات الحرارة فيه بالموقع البحري والرياح الموسمية ونسيم البر والبحر.	مركز حضري واقتصادي وخدمي عالي الكثافة، ما يزيد حساسيته للفيضانات الحضرية والغمر الساحلي الموضعي والإجهاد الحراري.
لحج	الحوطة	15	نحو 12,648	مناخ حار في السهول الساحلية صيفًا وأكثر اعتدالًا في المرتفعات، مع تفاوت مكاني في الأمطار تبعًا للتضاريس.	تضم سهولًا ساحلية وأودية ومناطق زراعية، ما يجعلها مهمة لتحليل تداخل السيول والغمر الساحلي واستخدامات الأراضي.
أبين	زنجبار	11	نحو 16,943	مناخ حار في السهول الساحلية وأكثر اعتدالًا في المرتفعات، وتتأثر أجزاء واسعة منها بالأمطار الموسمية وجريان الأودية.	تضم دلتا أبين ووادي بنا وحسان ومناطق زراعية وساحلية منخفضة، ما يزيد أهمية تحليل السيول والغمر وآثارهما على الزراعة وسبل العيش.
شبوة	عتق	17	نحو 42,584	مناخ متنوع بين الصحراوي في الداخل، والمعتدل نسبيًا في المرتفعات، والحار الساحلي على بحر العرب.	تجمع بين الساحل والأودية والطرق والمواقع الاقتصادية وممرات الإمداد، ما يجعلها نطاقًا مهمًا لتحليل المخاطر المناخية المركبة.
حضرموت	المكلا	28	نحو 191,700	مناخ متنوع بفعل اتساع المساحة؛ ساحلي حار ورطب نسبيًا، وصحراوي جاف في الداخل، مع أودية تتأثر بالأمطار والسيول الموسمية.	أكبر المحافظات المستهدفة مساحة، وتجمع بين ساحل ممتد وأودية ومراكز حضرية وموانئ وطرق، ما يؤدي إلى تعدد أنماط التعرض والمخاطر فيها.
المهرة	الغيضة	9	نحو 67,297	يسودها مناخ مداري جاف، مع تأثير واضح للرياح الموسمية على الساحل، وخصوصية مناخية رطبة في حوف خلال موسم الخريف.	تمتلك ساحلًا مفتوحًا على بحر العرب وأودية ومصبات وتجمعات متباعدة، ما يجعلها شديدة الصلة بتحليل العواصف المدارية والسيول والغمر الساحلي.
المصدر :إعداد الباحثين بالاستناد إلى بيانات المركز الوطني للمعلومات، وبيانات التقسيم الإداري، والمعلومات الجغرافية والمناخية المتاحة عن المحافظات المستهدفة.					

1.8 منهج الدراسة ومصادر البيانات

اعتمدت الدراسة منهجًا تكامليًا يجمع بين التحليل الوصفي والمكاني والاستشرافي، بهدف فهم المخاطر المناخية وتوزيعها وآثارها في المحافظات المستهدفة.

استُخدم المنهج الوصفي التحليلي لتوثيق أبرز الأحداث والآثار المناخية خلال الفترة 2015–2025، بالاستناد إلى التقارير الرسمية والدولية والدراسات والمواد المحلية المتاحة، مع مراعاة تفاوت جودة التوثيق بين المحافظات والسنوات.

كما استُخدمت نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بُعد ونماذج الارتفاعات الرقمية لتحليل المناطق المنخفضة، ودرجات حرارة سطح الأرض، والتجمعات العمرانية والمنشآت المعرضة. واستعانت الدراسة ببيانات مثل Google Open Buildings لتقدير التعرض العمراني، إلى جانب المخرجات المكانية التي أعدها فريق الدراسة.

وفي الجانب الاستشرافي، استخدمت الدراسة إسقاطات ارتفاع مستوى سطح البحر المتاحة عبر أداة NASA Sea Level Projection Tool لتقدير نطاقات الغمر المحتملة حتى عام 2050. وتمثل هذه النتائج تقديرات استكشافية مرتبطة بالسيناريو والبيانات والافتراضات المستخدمة، وليست تنبؤات قطعية.

وشمل الجانب الميداني استبيانًا مغلقًا لعينة قصدية من 62 مشاركًا من المحافظات الست، إلى جانب جلستين بؤريتين في عدن وحضرموت. واستُخدمت هذه البيانات لتفسير النتائج وتحديد الأولويات المحلية، وليس لتمثيل آراء جميع السكان إحصائيًا.

جدول رقم (1.2) توزيع أفراد عينة الاستبانة بحسب المحافظة والخلفيات المهنية الرئيسية

المحافظة	عدد المشاركين	الخلفيات المهنية الرئيسية
عدن	15	أكاديميون، ومهندسو بيئة، وناشطون
حضرموت	14	مختصون في المناخ، وباحثون
أبين	9	ناشطون ومختصون في الزراعة
لحج	9	باحثون ومهتمون بالشأن البيئي
المهرة	8	مختصون في البيئة
شبوة	7	مهندسون ومختصون في التخطيط
الإجمالي	62	

المصدر: بيانات الاستبانة الميدانية التي نفذها فريق الدراسة وشملت 62 مشاركًا من المحافظات المستهدفة؛ معالجة فريق الدراسة.

واعتمدت الدراسة مبدأ المقارنة بين المصادر والبيانات المكانية والميدانية للحد من فجوات المعلومات، مع توضيح القيود الفنية والمنهجية لكل تحليل في موضعه.

1.9 الإطار المرجعي والمفاهيمي للدراسة

تنطلق الدراسة من أن المخاطر المناخية تنتج عن تفاعل ثلاثة عناصر رئيسية:

- الخطر المناخي: الظاهرة أو العملية التي قد تسبب أضرارًا، مثل الأعاصير والسيول والحرارة الشديدة وارتفاع مستوى سطح البحر.
- التعرض: وجود السكان والمباني والخدمات والموارد في المواقع التي قد تتأثر بالخطر.

- الهشاشة: قابلية العناصر المعرضة للتضرر، بما يشمل حساسيتها وضعف قدرتها على المواجهة والتكيف.

وعليه، لا تعني شدة الظاهرة وحدها ارتفاع مستوى المخاطر؛ إذ قد تتفاوت آثار الخطر نفسه بحسب كثافة السكان، وحالة البنية التحتية، ومستوى الخدمات، والقدرات المؤسسية، والمجتمعية.

وتستند الدراسة إلى مفاهيم الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ IPCC ومكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث UNDRR، مع توظيفها بما يلائم السياق المحلي في جنوب اليمن.

ويُستخدم هذا الإطار في تحليل النتائج المكانية وبناء مصفوفة المخاطر، من خلال الربط بين شدة الخطر والتعرض والهشاشة، ثم تحديد المناطق والقطاعات ذات الأولوية. أما المرونة المناخية فتشير إلى قدرة النظم والمجتمعات على الاستعداد للصدمات، والحد من آثارها، والتعافي والتكيف معها.

1.10 المفاهيم الأساسية للدراسة

تستند المفاهيم الواردة في الجدول الآتي إلى التعريفات المعتمدة لدى الهيئات الدولية المختصة، وفي مقدمتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ومكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث، وقد صيغت بالعربية بما يلائم سياق الدراسة.

جدول رقم (3-1): المفاهيم والمصطلحات الأساسية المعتمدة في الدراسة

المصطلح	التعريف المعتمد في الدراسة
الظواهر المناخية المتطرفة	أحداث مناخية نادرة أو شديدة مقارنة بالنطاق المعتاد، مثل الحرارة الشديدة والأمطار الغزيرة والأعاصير.
الخطر المناخي	ظاهرة أو عملية مناخية يمكن أن تسبب خسائر بشرية أو مادية أو بيئية، مثل السيول وارتفاع مستوى سطح البحر.
التعرض	وجود السكان والمباني والخدمات والموارد في المواقع التي قد تتأثر بالخطر.
الهشاشة	قابلية السكان أو الأصول أو النظم للتضرر نتيجة حساسيتها وضعف قدرتها على المواجهة والتكيف.
المخاطر المناخية	الآثار أو الخسائر المحتملة الناتجة عن تفاعل الخطر المناخي مع التعرض والهشاشة.
التكيف المناخي	إجراءات تهدف إلى الحد من الأضرار الحالية أو المتوقعة لتغير المناخ.
المرونة المناخية	قدرة المجتمعات والنظم على الاستعداد للأخطار، واستيعاب آثارها، والتعافي والتكيف معها.
ارتفاع مستوى سطح البحر	تغير متوسط مستوى سطح البحر عالميًا أو محليًا خلال فترات زمنية طويلة.
الغمر الساحلي	امتداد مياه البحر إلى أراضٍ جافة عادة، بصورة مؤقتة أو دائمة.
السيول الوميضية	سيول سريعة الحدوث وقصيرة المدة، تتميز بارتفاع تدفق المياه خلال وقت محدود.
الإجهاد الحراري	الضغط الذي يتعرض له جسم الإنسان عندما تتجاوز الحرارة والرطوبة قدرته على تنظيم حرارته.
التصحر وتدهور الأراضي	انخفاض إنتاجية الأراضي ووظائفها في المناطق الجافة نتيجة تفاعل العوامل المناخية والأنشطة البشرية.
السيناريو الاستشرافي	تصور محتمل للمستقبل يستند إلى مجموعة مترابطة من الافتراضات والبيانات.

المصدر: صياغة فريق الدراسة بالاستناد إلى التعريفات المعتمدة لدى الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ومكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث، واتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر، ومنظمة الصحة العالمية، والمراجع المنهجية ذات الصلة.

1.11 هيكل الدراسة

تتكون الدراسة من ثلاثة فصول رئيسية. يعرض الفصل الأول الإطار العام والمفاهيمي والمنهجي للدراسة، بما يشمل المشكلة والأهداف والأسئلة والحدود والمنهج والمفاهيم الأساسية. ويتناول الفصل الثاني السياقات التاريخية والراهنة للمخاطر المناخية في جنوب اليمن خلال الفترة 2015–2025. أما الفصل الثالث فيعرض السيناريوهات الاستشرافية حتى عام 2050، ومصفوفة المخاطر، والاستنتاجات، والتوصيات، وأولويات التدخل.

الفصل الثاني: السياقات التاريخية والراهنة والتأثيرات الرئيسية للمخاطر المناخية في جنوب اليمن خلال الفترة 2015–2025

المبحث الأول: السياقات التاريخية والراهنة للمخاطر المناخية

2.1.1 الأعاصير والعواصف المدارية

شكّلت الأعاصير والعواصف المدارية أحد أبرز الأخطار المناخية التي تعرضت لها المحافظات الساحلية بجنوب اليمن خلال الفترة 2015–2025، ولا سيما حضرموت وشبوة والمهرة. وتفاوتت آثارها بحسب مسارات العواصف وشدتها، وطبيعة التضاريس، وكفاءة البنية التحتية، ومستوى الاستعداد المحلي.

برز هذا الخطر في نوفمبر 2015 مع إعصار تشابالا، الذي وصل إلى ساحل حضرموت مصحوبًا برياح قوية وأمطار غزيرة وفيضانات ألحقت أضرارًا بالمنازل والطرق والممتلكات. وكان تشابالا أول إعصار بقوة إعصارية مسجلة يصل إلى البر اليمني، رغم تراجعه إلى ما يعادل الفئة الأولى عند وصوله. أما إعصار ميغ، الذي أعقبه بأيام، فقد تركز تأثيره المباشر بصورة أساسية في أرخبيل سقطرى، الواقع خارج النطاق المكاني لهذه الدراسة.

وفي أكتوبر 2018، تسبب إعصار لبان في أمطار غزيرة وسيول وانهيارات أرضية أثرت بصورة خاصة في المهرة، وامتدت آثارها إلى أجزاء من حضرموت. وشملت الأضرار المنازل والأراضي الزراعية والمواشي والطرق وشبكات المياه والكهرباء والاتصالات، إلى جانب نزوح آلاف السكان. أما إعصار مكونو، فقد تركز تأثيره المباشر في اليمن بصورة رئيسية في سقطرى، ولذلك لا يدخل ضمن المقارنة التفصيلية للمحافظات الست.

ومثّل إعصار تيج في أكتوبر 2023 أحد أشد أحداث الفترة المدروسة. فقد بلغ في ذروته قوة تعادل الفئة الثالثة، ثم ضعف عند اقترابه من اليابسة، مصحوبًا بأمطار شديدة وسيول أثرت في المهرة وحضرموت. ورصدت المنظمة الدولية للهجرة[1] نزوح 3,689 أسرة، تضم نحو 22,134 شخصًا، خلال الأيام الأولى للحدث.

وتبين هذه الأحداث أن أخطار الأعاصير لا تقتصر على الرياح، بل تشمل الأمطار الغزيرة والسيول والفيضانات واضطراب البحر وانقطاع الخدمات، وتتفاقم آثارها عند تزامنها مع هشاشة البنية التحتية وضعف الاستعداد والاستجابة.

جدول رقم (2-1): أبرز الأعاصير والعواصف المدارية المؤثرة في نطاق الدراسة خلال الفترة 2015–2025

السنة	الإعصار	النطاق الأكثر تأثرًا	أبرز التأثيرات الموثقة
2015	تشابالا	حضرموت وشبوة، ولا سيما ساحل حضرموت	رياح قوية وأمطار استثنائية وسيول وفيضانات، أدت إلى غمر مناطق ساحلية، وتضرر المنازل والطرق والممتلكات، ونزوح السكان وتعطل بعض الخدمات.

[1] IOM Yemen - DTM: تنبيه سريع - تحديث إعصار تيج 26 أكتوبر 2023 - المهارة وحضرموت - اليمن | ReliefWeb

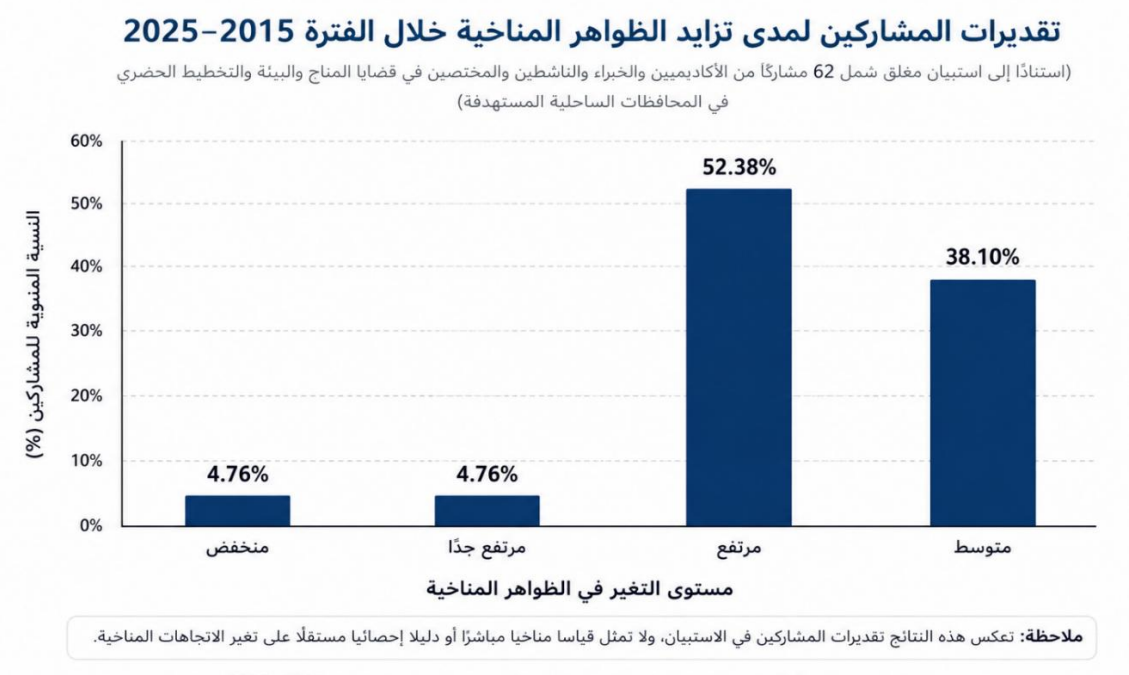
2015	ميغ	تركزت آثاره الرئيسية في سقطرى، مع تأثيرات محدودة على الساحل الجنوبي	أمطار ورياح واضطراب بحري، قبل وصول العاصفة المدارية إلى الساحل اليمني بعد تراجع شدتها، فيما تركزت الخسائر الأكبر خارج النطاق المكاني للدراسة في أرخبيل سقطرى.
2018	مكونو	المهرة والساحل الشرقي، مع تركز الأضرار الرئيسية في سقطرى	أمطار غزيرة واضطراب شديد في البحر وارتفاع الأمواج، مع تسجيل فيضانات وتأثيرات على المناطق الساحلية الشرقية، بينما تركزت الخسائر البشرية والمادية الأكبر في سقطرى.
2018	لبان	المهرة وأجزاء من حضرموت	أمطار غزيرة وسيول وفيضانات وانهيارات أرضية، تسببت في تضرر المنازل والطرق وشبكات المياه والخدمات، وخسائر في الأراضي والممتلكات والمواشي، ونزوح أكثر من ألفي أسرة.
2023	تيج	المهرة وحضرموت	رياح قوية وأمطار غزيرة وسيول واسعة، أدت إلى تضرر الطرق والمرافق الصحية وشبكات الكهرباء والاتصالات والمنازل، ونزوح 3,689 أسرة، بما يعادل نحو 22,134 شخصًا.

المصدر :بيانات وتقارير الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ومنظمة الأمم المتحدة للطفولة، ومنظمة الصحة العالمية، والمنظمة الدولية للهجرة؛ معالجة فريق الدراسة.

تكشف الأحداث المسجلة أن آثار الأعاصير لا تقتصر على الرياح والأمطار المباشرة، بل تمتد إلى تعطيل الخدمات وتضرر البنية التحتية وسبل العيش ونزوح السكان. وتتفاقم هذه الآثار في المناطق التي تعاني ضعف شبكات التصريف ومحدودية الاستعداد والاستجابة والتعافي.

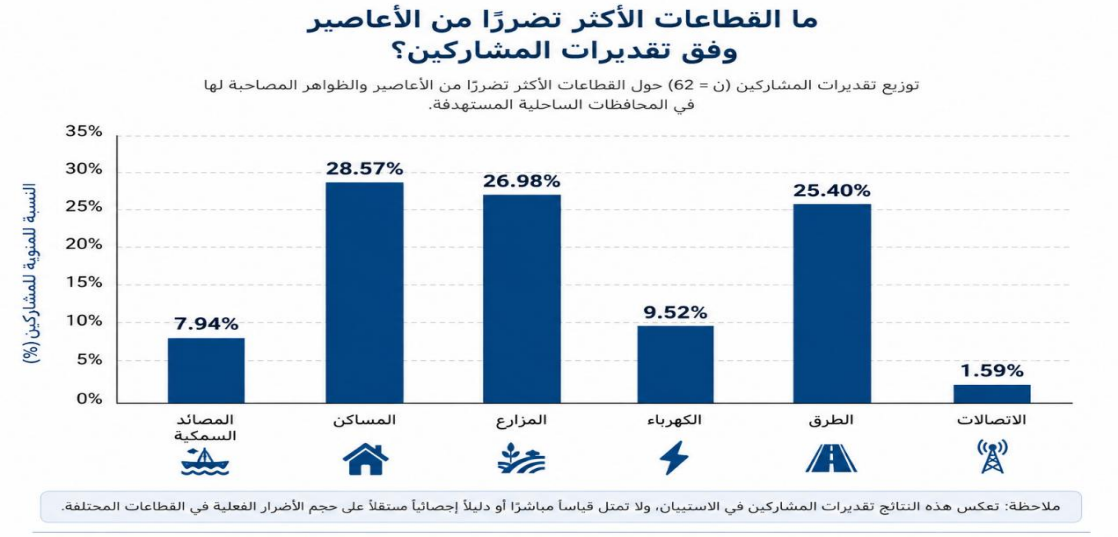
ولتقديم قراءة ميدانية مساندة، يوضح الشكل الآتي تقديرات 62 مشاركًا من الأكاديميين والخبراء والناشطين والمختصين في قضايا المناخ والبيئة والتخطيط الحضري بشأن مدى تزايد الظواهر المناخية في المحافظات الساحلية المستهدفة خلال الفترة 2015–2025.

شكل رقم (2-1): تقديرات أفراد العينة بشأن مدى تزايد الظواهر المناخية في المحافظات الساحلية المستهدفة خلال الفترة 2015–2025



وبعد عرض تقديرات أفراد العينة بشأن تغير الظواهر المناخية، سُئل المشاركون عن القطاع الذي يرونه الأكثر تضررًا من الأعاصير وآثارها المصاحبة. ويوضح الشكل الآتي توزيع إجاباتهم.

شكل رقم (2-2): توزيع تقديرات أفراد العينة للقطاعات الأكثر تضررًا من الأعاصير والظواهر المصاحبة لها



جاءت المساكن في المرتبة الأولى بنسبة 28.57%، تلتها المزارع بنسبة 26.98%، ثم الطرق بنسبة 25.40%. وجاءت الكهرباء بنسبة 9.52%، والمصائد السمكية بنسبة 7.94%، والاتصالات بنسبة 1.59%. وتشير هذه النتائج إلى تركز الأثر المدرك في المساكن وسبل العيش والبنية التحتية، لكنها تعكس تقديرات أفراد العينة ولا تمثل قياسًا مباشرًا للخسائر الفعلية.

كما دعمت الجلسات البؤرية في عدن وحضرموت هذه القراءة؛ إذ استشهد المشاركون بآثار أعاصير تشابالا ولبان وتيج، ورأوا أن خطورتها لا ترتبط بالرياح والأمطار وحدهما، بل بما تخلفه من أضرار متراكمة في المساكن والطرق والخدمات ومصادر الدخل. وقد وثقت المصادر الدولية آثارًا واسعة لهذه الأحداث في حضرموت والمهرة، شملت الفيضانات والنزوح وتضرر البنية التحتية والخدمات

2.1.2 السيول والفيضانات

شهدت محافظات عدن ولحج وأبين وشبوة وحضرموت والمهرة خلال الفترة 2015–2025 حالات متكررة من الأمطار الغزيرة والسيول والفيضانات، تفاوتت آثارها بحسب شدة الهطول، ومسارات الأودية، وكفاءة شبكات التصريف، وحالة البنية التحتية. وشملت الأضرار المنازل والطرق والجسور والأراضي الزراعية والمركبات وشبكات الخدمات، إلى جانب خسائر بشرية ونزوح السكان في بعض الحالات.

ويعرض الجدول الآتي أبرز حالات السيول والفيضانات التي وثقتها الهيئة العامة للطيران المدني والأرصاد في نطاق الدراسة:

جدول رقم (2-2): أبرز حالات السيول والفيضانات في نطاق الدراسة خلال الفترة 2020–2025

السنة	المحافظات المتأثرة	أبرز التأثيرات
2020	عدن ولحج	أمطار غزيرة وسيول وفيضانات أدت إلى خسائر بشرية وأضرار في المنازل والممتلكات العامة والخاصة والطرق والخدمات.
2021	حضرموت وشبوة	أمطار مرتبطة بالتأثيرات غير المباشرة للعاصفة شاهين، تسببت في سيول وخسائر بشرية وجرف أراضٍ زراعية ومركبات وتضرر البنية التحتية.
2022	عدن ولحج	أمطار متوسطة إلى غزيرة أدت إلى تضرر المنازل وقطع بعض الطرق، ولا سيما في محافظة لحج.
2025	عدن ولحج	سيول وفيضانات واسعة تسببت في خسائر بشرية وأضرار في الطرق والجسور والمباني والأراضي الزراعية.

المصدر :الهيئة العامة للطيران المدني والأرصاد، مكتب العاصمة عدن، *تقرير حول الحالات المناخية والفيضانات والتأثيرات في المحافظات الساحلية المستهدفة*، 8 نوفمبر 2025؛ معالجة فريق الدراسة.

يبين السجل أن آثار السيول والفيضانات لم تقتصر على الهطول المطري المباشر، بل امتدت إلى تعطيل الطرق والخدمات وتضرر المساكن والممتلكات والأراضي الزراعية. كما يكشف تكرار الأضرار في عدن ولحج وحضرموت وشبوة عن ارتفاع حساسية المدن ومجاري الأودية أمام الأمطار الشديدة، خصوصًا في ظل ضعف شبكات التصريف، والبناء في مسارات السيول، وتراجع جاهزية البنية التحتية والاستجابة المحلية.

وتوضح هذه الأحداث أن حجم الضرر لا يتحدد بكمية الأمطار وحدها، بل بتفاعل الخطر مع كثافة السكان والعمران، ومواقع المنشآت والطرق، وحالة شبكات التصريف والحماية. ولذلك تمثل إدارة مجاري السيول، وتحسين التصريف الحضري، وحماية الطرق والجسور، وتعزيز الإنذار المبكر، عناصر أساسية للحد من الخسائر.

2.1.3 الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر

تتعرض المدن والمناطق الساحلية المنخفضة في جنوب اليمن لمخاطر مرتبطة بارتفاع مستوى سطح البحر والغمر الساحلي، وقد تتفاقم هذه المخاطر بفعل المد والعواصف وارتفاع الأمواج. وتكتسب هذه المسألة أهمية خاصة في المدن التي تتركز فيها الأحياء السكنية والطرق والمنشآت الخدمية والاقتصادية بالقرب من الساحل، وفي مقدمتها عدن والمكلا وعدد من مدن حضرموت والمهرة وأبين ولحج وشبوة.

وتشير تقديرات المشاركين في الجلسات البؤرية إلى ارتفاع حساسية عدن والمكلا للمخاطر الساحلية، نتيجة انخفاض بعض المناطق العمرانية وقرب منشآت وطرق رئيسية من البحر. وتستخدم هذه التقديرات بوصفها قراءة نوعية مساندة، بينما يعرض الفصل الثالث التحليل المكاني لمساحات الغمر المحتملة والعناصر المعرضة حتى عام 2050.

ويختلف الغمر الساحلي عن السيول والفيضانات الناتجة عن الأمطار؛ إذ يرتبط الأول بامتداد مياه البحر إلى اليابسة، بينما تنتج الثانية عن الهطول وجريان الأودية وضعف التصريف. ومع ذلك، قد يتزامن النوعان في المدن الساحلية، بما يزيد الضغط على شبكات التصريف والطرق والمنشآت الحيوية ويرفع مستوى الخسائر المحتملة.

وعليه، يمثل الغمر الساحلي خطرًا طويل الأمد يتطلب دمجه في التخطيط العمراني والساحلي، ومراجعة مواقع المنشآت الحيوية، وحماية الطرق والخدمات الواقعة في المناطق المنخفضة. وتُعرض التقديرات التفصيلية لهذا الخطر، والافتراضات والبيانات المستخدمة في حسابه، ضمن سيناريوهات الفصل الثالث.

2.1.4 سياق التصحر وتدهور الأراضي خلال الفترة 2015–2025

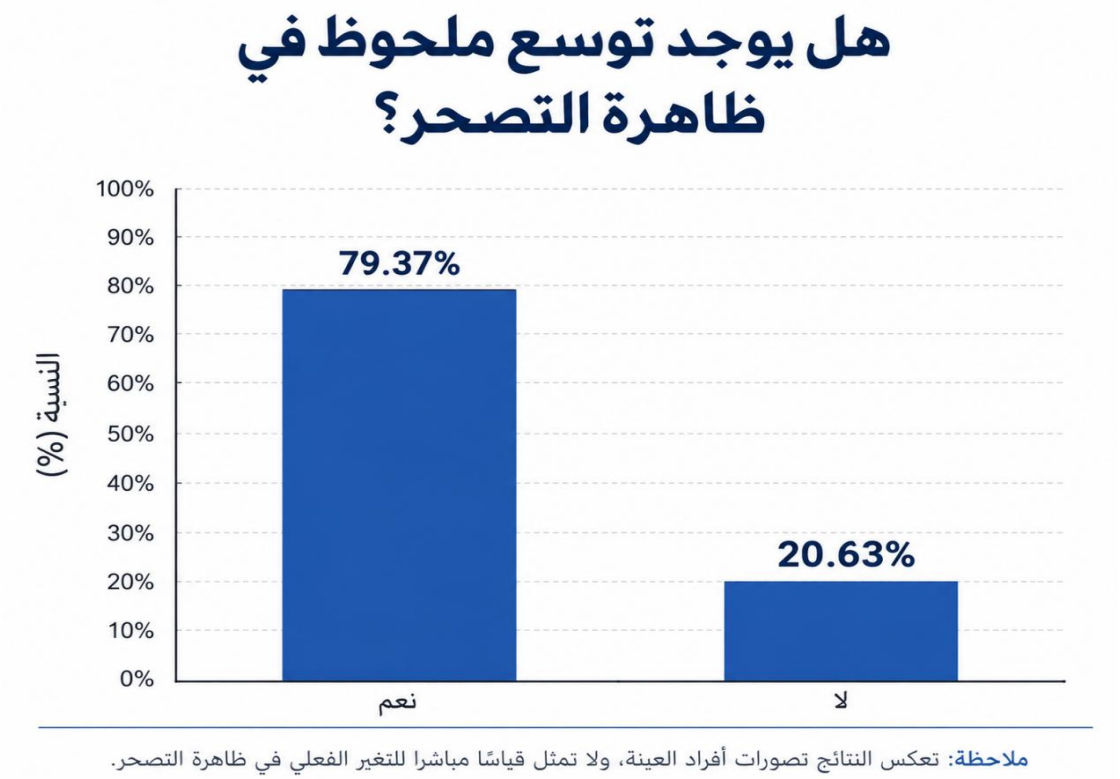
يمثل التصحر وتدهور الأراضي أحد أبرز التحديات البيئية في المحافظات المستهدفة، لما لهما من آثار مباشرة على الإنتاج الزراعي وموارد المياه والغطاء النباتي وسبل العيش الريفية. وتتفاوت حدة هذه المشكلة بين المحافظات بحسب الجفاف، وزحف الرمال، وتملح التربة والمياه، واستنزاف المياه الجوفية، وضغط الأنشطة البشرية على الأراضي والموارد الطبيعية.

وتشير مخرجات الجلسات البؤرية إلى تراجع إنتاجية بعض الأراضي الزراعية واتساع مظاهر الجفاف، ولا سيما في المناطق المعتمدة على المياه الجوفية والري التقليدي. كما ربط المشاركون بين تدهور الأراضي وتراجع التغذية المائية، وزحف الكثبان الرملية، وارتفاع ملوحة التربة والمياه في بعض المناطق الساحلية والدلتاوات.

وتؤكد التقارير الدولية أن تدهور الأراضي في اليمن يرتبط بتفاعل عوامل متعددة، تشمل شح المياه، والجفاف، وتعرية التربة، وتدهور المدرجات الزراعية، والفيضانات، والممارسات غير المستدامة في استخدام الأراضي. وتؤثر هذه العوامل في الإنتاج الزراعي والأمن الغذائي والدخل الريفي، بينما تزيد سنوات النزاع وضعف الإدارة المؤسسية من صعوبة حماية الأراضي واستعادتها.

وأظهرت نتائج الاستبيان أن 79% من أفراد العينة يرون وجود توسع ملحوظ في مظاهر التصحر وتدهور الأراضي في المحافظات المستهدفة خلال الفترة 2015–2025. وتعكس هذه النتيجة تصورات المشاركين وخبراتهم المحلية، ولا تمثل قياسًا مباشرًا للتغير في مساحة الأراضي المتدهورة.

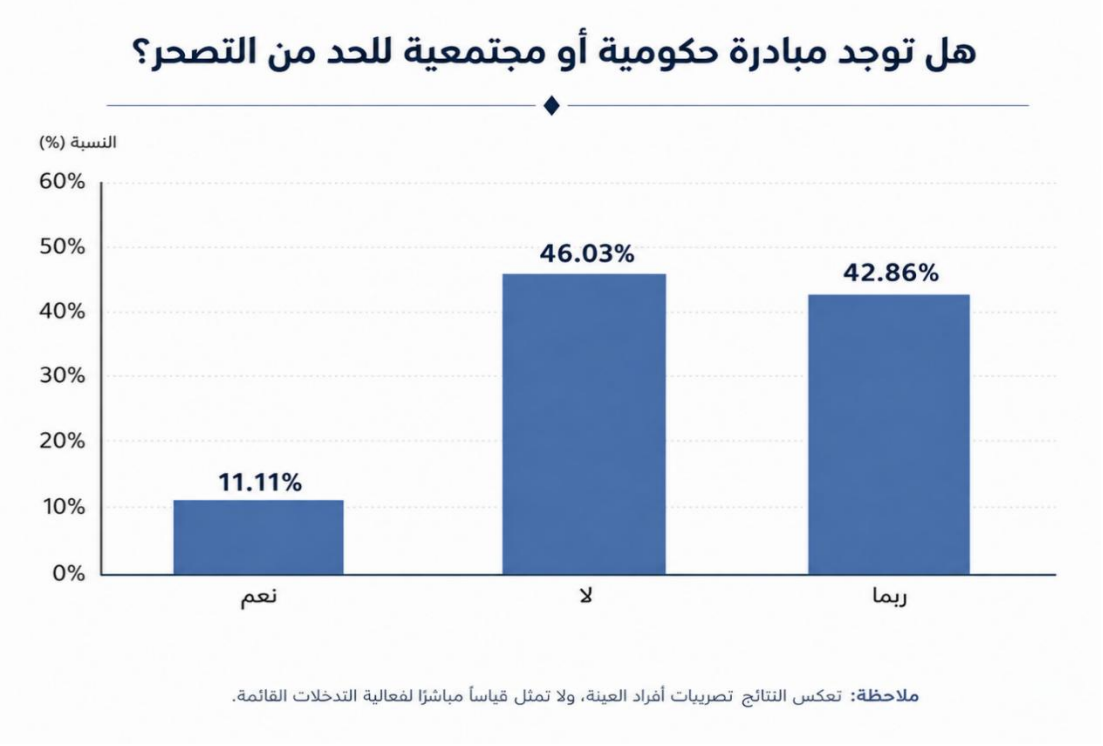
شكل رقم (2-3): تقديرات أفراد العينة بشأن توسع مظاهر التصحر وتدهور الأراضي في المحافظات المستهدفة



المصدر: نتائج الاستبانة الميدانية التي نفذها فريق الدراسة وشملت 62 مشاركًا من المحافظات المستهدفة؛ معالجة فريق الدراسة.

وفيما يتعلق بالتدخلات القائمة، أفاد 46.03% من المشاركين بعدم وجود مبادرات حكومية أو مجتمعية واضحة للحد من التصحر، بينما رأى 42.86% احتمال وجود مبادرات محدودة أو غير واضحة، وأشار 11.11% إلى وجود مبادرات قائمة. وتدل هذه النتائج على ضعف حضور التدخلات في وعي المشاركين أو محدودية نطاقها وأثرها المحلي.

شكل رقم (2-4): تقييم أفراد العينة لوجود مبادرات حكومية أو مجتمعية للحد من التصحر وتدهور الأراضي



المصدر: نتائج الاستبانة الميدانية التي نفذها فريق الدراسة وشملت 62 مشاركًا من المحافظات المستهدفة؛ معالجة فريق الدراسة.

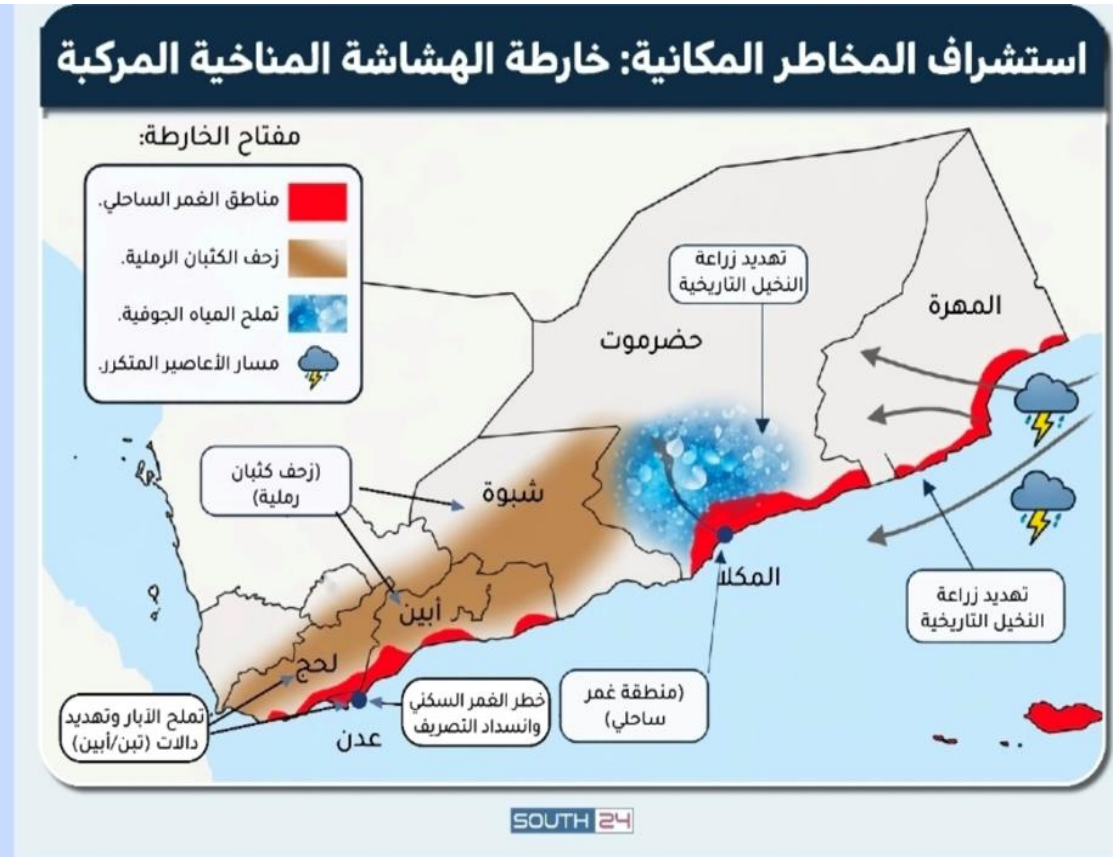
وتشير آراء المشاركين إلى ثلاثة آثار رئيسية لتدهور الأراضي: تراجع إنتاجية الزراعة، وزيادة الضغط على المياه الجوفية، وضعف استدامة سبل العيش الريفية. وقد تسهم هذه الآثار في دفع بعض الأسر إلى الانتقال نحو المدن بحثًا عن المياه والدخل والخدمات، بما يزيد الضغط على المراكز الحضرية.

ويتداخل التصحر كذلك مع تملح التربة والمياه في بعض المناطق الساحلية، إلا أن تداخل المياه المالحة لا يُعد نتيجة مباشرة للتصحر وحده، بل يرتبط أيضًا بالإفراط في ضخ المياه الجوفية، وتراجع التغذية الطبيعية، والقرب من البحر. وتبرز هذه العلاقة بصورة خاصة في الدلتاوات والمناطق الزراعية الساحلية، مثل دلتا أبين ودلتا تبن.

وبذلك، لا يمثل التصحر وتدهور الأراضي ظاهرة مناخية منفصلة، بل نتيجة لتفاعل الجفاف وشح المياه وتعرية التربة والفيضانات والممارسات البشرية وضعف إدارة الموارد. وتنعكس آثاره على الزراعة والأمن الغذائي والدخل الريفي، وتمتد بصورة غير مباشرة إلى المدن والخدمات والأسواق المحلية.

وفي ختام المبحث، تقدم الخريطة الآتية قراءة تركيبية للتوزيع المكاني لأبرز مظاهر التعرض والهشاشة المناخية في المحافظات المستهدفة، بما يشمل الغمر الساحلي، وزحف الكثبان الرملية، وتملح المياه الجوفية، ومسارات العواصف، ومناطق تداخل هذه الأخطار مع التجمعات السكانية والمنشآت الحيوية.

خريطة رقم (2-1): التوزيع المكاني المركب لأبرز مظاهر التعرض والهشاشة المناخية في المحافظات المستهدفة



المصدر :فريق الدراسة، مركز سوث24 للأخبار والدراسات، بالاستناد إلى مخرجات التحليل المكاني والمعطيات الميدانية المتعلقة بالغمر الساحلي، وزحف الكثبان الرملية، وتملح المياه الجوفية، ومسارات الأعاصير؛ معالجة خرائطية داخلية.

المبحث الثاني: التأثيرات الرئيسية للمخاطر المناخية

2.2.1 تأثيرات الأعاصير والسيول

أثرت الأعاصير والسيول في المساكن والبنية التحتية وسبل العيش والأنشطة الزراعية والسمكية، وتفاوت حجم الضرر بحسب شدة الحدث، وموقع التجمعات السكانية، وقربها من مجاري السيول والمناطق الساحلية المنخفضة، وكفاءة شبكات التصريف والاستجابة المحلية.

وتشير البيانات المتاحة[2] عن إعصاري تشابالا وميغ في نوفمبر 2015 إلى تضرر نحو 7,000 منزل، ونزوح قرابة 50 ألف شخص، وتضرر نحو 500 قارب صيد، ونفوق نحو 37 ألف رأس من الماشية، إلى جانب 22 وفاة وفقدان 23 بحارًا. كما قُدرت الخسائر الاقتصادية بنحو 1.3 مليار دولار. وامتدت الآثار إلى الأراضي الزراعية وقنوات

[2] الأعاصير تكبد اليمن 1.3 مليار دولار – العربي الجديد

الري نتيجة انجراف التربة وتآكل الأراضي، كما تضررت الطرق والجسور وشبكات الكهرباء والمياه والتصريف، ما أعاق حركة السكان والإمدادات ورفع كلفة التعافي.

وفي المناطق الساحلية المنخفضة، قد يتزامن جريان السيول مع ارتفاع الأمواج أو اندفاع مياه البحر، بما يزيد احتمالات تملح التربة والمياه الجوفية. كما تزيد هذه الأحداث هشاشة السكان والنازحين المقيمين قرب الأودية ومجاري المياه، وقد تدفع بعض الأسر إلى الانتقال نحو مناطق أكثر أمانًا.

وتبرز عدن وأجزاء من لحج وأبين وشبوة بوصفها مناطق حساسة للسيول الحضرية، نتيجة ضعف التصريف وتوسع العمران في المناطق المنخفضة أو القريبة من مسارات الجريان.

صورة رقم (2-1): لقطة جوية تُظهر تداعيات سيول الحسوة في مدينة عدن، 23 أغسطس 2025 — المصدر: قناة عدن المستقلة؛ معالجة واقتطاع مركز سوث24 للأخبار والدراسات.

وتؤكد هذه النتائج أن آثار الأعاصير والسيول لا تنتهي بانحسار الحدث، بل تمتد إلى السكن والخدمات وسبل العيش والمياه والزراعة، بما يكشف تداخل الخطر المناخي مع الهشاشة العمرانية والاقتصادية.

2.2.2 تأثيرات الغمر الساحلي والتصحر

يؤثر الغمر الساحلي والتصحر في المدن والمناطق الزراعية بطرق مختلفة لكنها مترابطة؛ فالغمر يهدد الأراضي والمنشآت المنخفضة ويزيد ملوحة التربة والمياه، بينما يؤدي التصحر إلى تدهور الأراضي وزحف الرمال وتراجع الإنتاجية الزراعية.

في عدن، تبرز مناطق منخفضة مثل خور مكسر والمعلا وأجزاء من المنصورة ضمن النطاقات الأكثر حساسية للغمر، بسبب قربها من البحر وكثافة العمران والخدمات. ويُعد مطار عدن من المنشآت الحساسة نتيجة موقعه المنخفض، ما قد يؤثر في استمرارية الحركة الجوية والخدمات اللوجستية عند تعرض محيطه للغمر.

ويمتد الخطر إلى المياه الجوفية والأراضي الزراعية؛ إذ قد يؤدي تقدم المياه المالحة والإفراط في ضخ المياه إلى تملح الآبار والتربة، ولا سيما في المناطق الساحلية والدلتاوات في عدن ولحج وأبين. وينعكس ذلك على جودة مياه الشرب والري، وإنتاجية الأراضي، واستمرار النشاط الزراعي.

كما يمثل زحف الرمال أحد أبرز مظاهر التصحر، إذ يؤثر في الطرق والمزارع والآبار، ويرفع كلفة النقل وصيانة البنية التحتية والوصول إلى المياه. وتظهر هذه المشكلة في أجزاء من أبين وشبوة وحضرموت، حيث تتراجع خصوبة التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة، بما يضعف الإنبات والإنتاج الزراعي.

صورة رقم (2-2): مظاهر تدهور الأراضي وزحف الرمال في منطقة حبان بمحافظة شبوة، جنوب اليمن، 1 مايو 2025 — المصدر: تصوير مركز سوث24 للأخبار والدراسات.

وبذلك، تتجاوز آثار الغمر والتصحر البعد البيئي لتشمل المياه والغذاء والنقل والخدمات وسبل العيش، وتزداد حدتها في المناطق المنخفضة أو القريبة من الساحل والمناطق الزراعية المعتمدة على المياه الجوفية.

وتسهم غابات المانغروف في تثبيت السواحل والحد من التعرية ودعم النظم البيئية الساحلية. إلا أن التوسع العمراني والتلوث والضغط البشري أسهمت في تراجع بعض هذه الموائل، بما أضعف الحماية الطبيعية للسواحل وزاد تعرض الأراضي القريبة من البحر للتآكل والتدهور.

وتبرز أبين بوصفها إحدى المحافظات المتأثرة بزحف الرمال وتراجع إنتاجية الأراضي الزراعية، ولا سيما في زنجبار وخنفر ومناطق مجاورة. وقد أدى ذلك إلى تضرر أراضٍ زراعية وتراجع دخل بعض الأسر، ودفع بعض السكان إلى تقليص نشاطهم الزراعي أو البحث عن مصادر بديلة للمعيشة.

وتوضح هذه التأثيرات أن الغمر الساحلي والتصحر لا يقتصران على تدهور الأرض والمياه، بل يمتدان إلى الزراعة والطرق والموارد الطبيعية وسبل العيش. كما يكشفان عن تفاعل طويل الأمد بين ارتفاع الملوحة، وزحف الرمال، وتراجع الغطاء الطبيعي، وضعف قدرة المجتمعات المحلية على التكيف.

الفصل الثالث: السيناريوهات المستقبلية للمخاطر المناخية ومسارات التكيف حتى عام 2050

تمهيد

ينتقل هذا الفصل من تحليل الأحداث والآثار المسجلة خلال الفترة 2015–2025 إلى استشراف المخاطر المحتملة حتى عام 2050. ويركز على الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر، والسيول والأعاصير، والإجهاد الحراري، وتدهور الأراضي.

ولا تمثل النتائج تنبؤات قطعية، بل تقديرات استكشافية تستند إلى السيناريوهات المناخية والبيانات المكانية المتاحة، وترتبط بدقة النماذج والافتراضات المستخدمة.

ويشمل التحليل المدن والمناطق الساحلية المنخفضة، ومصبات الأودية، والمناطق الزراعية والطرق والمنشآت الحيوية المرتبطة بها. ويهدف إلى تحديد المناطق والأصول الأكثر تعرضًا، وترتيب مستويات المخاطر، واقتراح أولويات التكيف والتدخل.

وينقسم الفصل إلى مبحثين: يعرض الأول المنهج والسيناريوهات والنتائج المكانية، بينما يتناول الثاني الاستنتاجات والتوصيات ومسارات التكيف.

3.1 المبحث الأول: المنهج والسيناريوهات والنتائج

3.1.1 الإطار المنهجي للاستشراف المناخي

اعتمدت الدراسة على مجموعة من الأدوات المكانية والاستشرافية لتحليل المخاطر المحتملة حتى عام 2050، تشمل نمذجة الغمر الساحلي، ونماذج الارتفاعات الرقمية، وبيانات المباني والمنشآت، ومؤشرات حرارة سطح الأرض، ومصفوفة المخاطر.

واستُخدمت هذه الأدوات لتحديد المناطق المنخفضة والعناصر المعرضة، وتحليل التفاوت المكاني في الإجهاد الحراري، وترتيب المخاطر وفق شدة الخطر والتعرض والهشاشة. وتُعرض طريقة تطبيق كل أداة وافتراضاتها وحدودها ضمن المحور الخاص بها.

شكل رقم (3-1): الإطار المنهجي لبناء السيناريوهات وتحليل المخاطر المناخية حتى عام 2050

المصدر: منهجية الدراسة، وبيانات الاستشعار عن بُعد، ونماذج الارتفاعات الرقمية، والإسقاطات المناخية، وبيانات المباني، ونتائج الاستبانة؛ معالجة فريق الدراسة.

3.1.1.1 أدوات التحليل والاستشراف

اعتمد تحليل الغمر الساحلي على بيانات Google Open Buildings لتحديد المباني والمنشآت الواقعة داخل نطاقات التعرض المحتملة، وعلى نموذج الارتفاع الرقمي Copernicus DEM لتحليل المناطق الساحلية المنخفضة ومصبات الأودية.

واستخدمت الدراسة نهج الغمر الثابت Static Bathtub Approach لتحديد الأراضي التي يقل ارتفاعها عن مستوى البحر المفترض عام 2050، بالاستناد إلى إسقاطات IPCC وأداة NASA Sea Level Projection Tool. وتمثل النتائج تقديرًا أوليًا للتعرض المحتمل، ولا تحاكي حركة الأمواج أو المد والعواصف أو شبكات التصريف والحواجز الساحلية.

وفي تحليل الإجهاد الحراري، استُخدمت صور Landsat لاستخراج درجة حرارة سطح الأرض، ثم رُبطت النتائج بالكثافة العمرانية والغطاء النباتي والعوامل السكانية والخدمية لتحديد البؤر الأعلى حساسية للحرارة.

كما استُخدمت مصفوفة المخاطر لدمج الخطر والتعرض والهشاشة، ومقارنة مستويات المخاطر بين المحافظات وفق محاور الغمر الساحلي، والأعاصير والسيول، والإجهاد الحراري، وتدهور الأراضي.

وتُفسر جميع المخرجات بوصفها تقديرات استشرافية مرتبطة بجودة البيانات ودقة النماذج والافتراضات المستخدمة، وليست تنبؤات حتمية.

3.1.2 سيناريو الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر حتى عام 2050

يحلل هذا السيناريو تعرض المناطق الساحلية المنخفضة للغمر المحتمل نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر، ولا سيما المواقع التي تتركز فيها المباني والطرق والمنشآت الحيوية بالقرب من الساحل أو مصبات الأودية.

واعتمدت الدراسة مسار SSP5-8.5 لاختبار حالة مرتفعة الانبعاثات، مع استخدام ارتفاع مقداره 0.23 متر بحلول عام 2050 بوصفه مدخلًا تشغيليًا للنموذج. ولا يمثل هذا الرقم تنبؤًا محليًا قطعيًا، بل قيمة سيناريو تُستخدم لتحديد الأراضي والأصول التي قد تقع ضمن نطاق التعرض المحتمل.

وجرى تطبيق مستوى الارتفاع على نموذج التضاريس، ثم تقاطعه مع بيانات المباني والمنشآت لتقدير المساحات والعناصر الواقعة داخل النطاقات المنخفضة. وتعبر النتائج عن قابلية مكانية أولية للغمر، ولا تشمل تأثيرات الأمواج والمد والعواصف والهبوط الأرضي أو منشآت الحماية الساحلية.

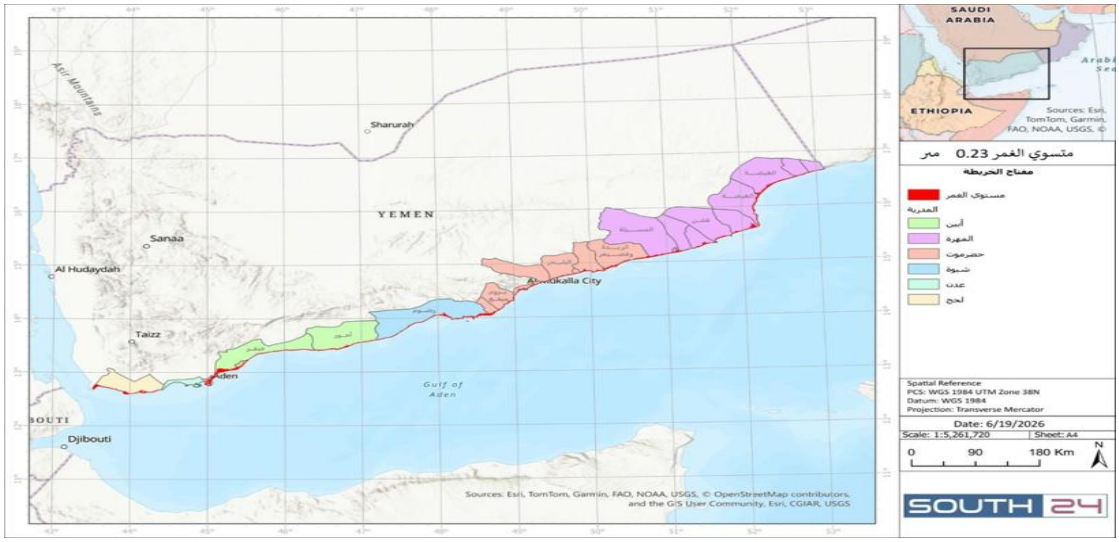
ويوضح الجدول التالي القيم المرجعية لارتفاع مستوى سطح البحر حتى عام 2050 وفق عدد من سيناريوهات SSP، بما يبيّن الأساس المنهجي لاعتماد سيناريو SSP5-8.5 في الدراسة بوصفه اختبارًا لحالة المخاطر المرتفعة.

جدول رقم (3-1): القيم المرجعية لارتفاع مستوى سطح البحر حتى عام 2050 وفق مسارات الانبعاثات المناخية		
السيناريو	الوصف العام لمسار الانبعاثات	القيمة المرجعية حتى 2050
SSP1-1.9	مسار شديد الانخفاض للانبعاثات، يرتبط بسياسات مناخية قوية.	0.15م
SSP1-2.6	مسار منخفض للانبعاثات.	0.18م
SSP2-4.5	مسار متوسط للانبعاثات.	0.20م
SSP5-8.5	مسار مرتفع للانبعاثات، استُخدم لاختبار حالة المخاطر الأعلى.	0.23م
إسقاطات تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وأداة الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء لتوقعات ارتفاع مستوى سطح البحر؛ معالجة فريق الدراسة.		

تمثل القيم الواردة مدخلات مرجعية للنمذجة وليست تنبؤات حتمية. واعتمدت الدراسة قيمة 0.23 متر ضمن سيناريو SSP5-8.5 لتحديد الأراضي والأصول المنخفضة التي قد تقع ضمن نطاق التعرض المحتمل بحلول عام 2050، بينما تُعرض مساحات الغمر الناتجة في جدول مستقل.

واعتمد التحليل على نموذج الارتفاع الرقمي Copernicus DEM ونهج الغمر الثابت، ثم جرى تقاطع نطاقات الغمر مع بيانات المباني والمنشآت. وترتبط النتائج بدقة النموذج وجودة البيانات والافتراضات المستخدمة، ولذلك تعبر عن تعرض مكاني محتمل، لا عن غمر فعلي مؤكد أو توقيت محدد لحدوثه.

خريطة رقم (3-1): النطاق المكاني لتطبيق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر في المحافظات المستهدفة حتى عام 2050



المصدر: نموذج الارتفاعات الرقمي والبيانات الجغرافية المستخدمة في التحليل المكاني؛ معالجة الاستشاري الفني للدراسة.

توضح الخريطة المحافظات الست المشمولة في الدراسة: عدن، ولحج، وأبين، وشبوة، وحضرموت، والمهرة، وتمثل الشريط الساحلي الذي طُبّق عليه سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050. ويُستخدم هذا التحديد المكاني تمهيدًا لتحليل المناطق المنخفضة والمساحات والأصول المحتمل تعرضها للغمر داخل كل محافظة.

ملاحظة منهجية

تُعرض نتائج الغمر الساحلي بوصفها تقديرات مكانية أولية لأغراض التحليل والتخطيط وتحديد مناطق التعرض المحتملة، ولا تُغني عن النمذجة الهيدروديناميكية التفصيلية المطلوبة عند تصميم المشروعات الساحلية.

واعتمدت الدراسة نهج الغمر الثابت Static Bathtub Approach باستخدام قيمة تشغيلية مرجعية قدرها 0.23 متر ضمن سيناريو SSP5-8.5 حتى عام 2050، وبالاستناد إلى نماذج الارتفاعات الرقمية المتاحة. ولا يحتسب هذا النهج بصورة تفصيلية تأثيرات الأمواج والمد والعواصف والهبوط الأرضي وشبكات التصريف والحواجز الساحلية؛ لذلك تُستخدم نتائجه لتحديد الأولويات، لا بوصفها تقديرًا نهائيًا لمساحات الغمر المستقبلية.

ويوضح الجدول الآتي مقارنة بين مساحات الغمر التقديرية في المحافظات المستهدفة. ولا تعكس مساحة الغمر وحدها مستوى المخاطر، إذ يتحدد الخطر أيضًا بحجم السكان والمنشآت والخدمات والبنية التحتية والأصول الواقعة داخل نطاق التعرض.

جدول رقم (3-2): مقارنة مساحات الغمر الساحلي التقديرية في المحافظات المستهدفة وفق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050			
المحافظة	مساحة الغمر التقديرية (كم²)	أبرز النطاقات المتأثرة	الدلالة التخطيطية
أبين	43.47	خنفر (37.73 كم²)، زنجبار (3.41 كم²)، أحور (2.34 كم²)	أعلى امتداد مكاني للغمر، مع حاجة إلى تحليل أدق للدلتاوات ومجاري الأودية والمناطق الساحلية المنخفضة.
المهرة	42.00	الغيضة (14 كم²)، المسيلة (13 كم²)، حصوين (6 كم²)، سيحوت (5 كم²)	تعرض واسع يرتبط بالسواحل المفتوحة والمناطق المنخفضة ومصبات الأودية.
لحج	20.21	المضاربة ورأس العارة	يتركز الغمر في نطاقات ساحلية انتقالية وجيوب منخفضة متفرقة.
شبوة	17.24	رضوم، وبئر علي، وبلحاف، ومصبات الأودية	غمر موضعي على شريط ساحلي متقطع، مع حساسية المواقع الخدمية والاقتصادية القريبة من الساحل.
حضرموت	15.90	بروم (6.99 كم²)، الريدة وقصيعر (4.01 كم²)، الديس (2.27 كم²)، المكلا (1.40 كم²)	يتطلب تدخلات موضعية في السواحل ومصبات الأودية والمراكز الحضرية الساحلية.
عدن	1.50	خور مكسر، والمعلا، وصيرة	مساحة محدودة نسبيًا، لكنها مرتفعة الحساسية بسبب كثافة السكان والخدمات والمنشآت الحيوية.
المصدر: مخرجات النمذجة المكانية للغمر الساحلي ضمن الملفات الفنية للدراسة؛ معالجة فريق الدراسة.			

تُظهر النتائج تفاوتًا واضحًا بين المحافظات في طبيعة التعرض للغمر الساحلي. تسجل أبين والمهرة أكبر امتداد مكاني، مع تركز ملحوظ في خنفر والغيضة والمسيلة ومصبات الأودية. وتأتي لحج وشبوة ضمن مستوى متوسط، حيث يتركز الغمر في نطاقات ساحلية متقطعة ومناطق منخفضة مرتبطة بالزراعة والطرق وممرات الإمداد. أما حضرموت، فتتوزع مناطق التعرض فيها بين عدة مراكز ساحلية حضرية وخدمية. وتختلف عدن عن بقية المحافظات؛ إذ تسجل أقل مساحة غمر تقديرية، لكنها تظل مرتفعة الحساسية بسبب كثافة السكان والخدمات والمنشآت الحيوية في نطاقات حضرية منخفضة.

ملاحظة منهجية: تمثل قيمة 0.23 متر مدخلًا تشغيليًا للنمذجة حتى عام 2050، ولا تعبر عن إجمالي الغمر. كما أن المساحات المقدرة لا تمثل ترتيبًا مباشرًا للمخاطر الشاملة، التي تتحدد أيضًا وفق كثافة السكان، وحساسية الأصول والخدمات، واستخدامات الأراضي، ومستوى الهشاشة. وقد تظهر فروق طفيفة بين القيم الجزئية والإجمالية نتيجة التقريب المكاني.

3.1.3 سيناريو الأعاصير والسيول والفيضانات حتى عام 2050

يستشرف هذا السيناريو تطور مخاطر الأعاصير والسيول والفيضانات حتى عام 2050، استنادًا إلى السجل التاريخي واتجاهات المناخ الإقليمي، مع التعامل معه بوصفه تقديرًا احتماليًا لا تنبؤًا بوقوع أحداث محددة.

ويتحدد مستوى الخطر المستقبلي من خلال تفاعل الظواهر المناخية مع التعرض والهشاشة المحلية. فالأمطار الشديدة أو العواصف المدارية قد تتسبب في خسائر واسعة عندما تتزامن مع ضعف التصريف، والبناء في مجاري السيول، وتدهور الطرق والجسور، ومحدودية الإنذار المبكر والاستجابة.

ويشمل السيناريو ثلاثة أنماط رئيسية:

- الأعاصير والعواصف المدارية: تتركز احتمالاتها بصورة أكبر في حضرموت والمهرة بسبب انفتاحهما على بحر العرب، وما قد يصاحبها من رياح شديدة وأمطار وسيول وتعطل للخدمات.
- سيول الأودية: تبرز في حضرموت وشبوة وأبين ولحج، حيث تنتقل المياه من المرتفعات إلى الأودية والمصبات، مهددةً الطرق والجسور والأراضي الزراعية والتجمعات الواقعة في مسارات الجريان.
- الفيضانات الحضرية والساحلية: ترتفع حساسيتها في عدن وبعض المراكز الساحلية الأخرى بسبب انخفاض بعض المناطق، وكثافة العمران، وضعف شبكات التصريف، واحتمال تزامن الأمطار الشديدة مع ارتفاع مستوى البحر.

وبذلك، تختلف طبيعة الخطر بين المحافظات؛ فحضرموت والمهرة أكثر تعرضًا للعواصف المدارية، وعدن أكثر حساسية للفيضانات الحضرية والساحلية، بينما تتداخل في لحج وأبين وشبوة مخاطر الأودية مع الزراعة والطرق وممرات الإمداد.

جدول رقم (3-3): أنماط المخاطر المناخية المركبة وأولويات التكيف في المحافظات المستهدفة حتى عام 2050

المحافظة	نمط الخطر الأبرز	عناصر التعرض الرئيسية	مستوى الخطر المركب	أولوية التكيف
المحافظة	**نمط الخطر الأبرز**	**عناصر التعرض الرئيسية**	**مستوى الخطر المركب**	**أولوية التكيف**
عدن	فيضانات حضرية وساحلية	الأحياء الكثيفة، والطرق، والمنشآت الخدمية، وشبكات التصريف	مرتفع	تطوير التصريف الحضري وحماية المنشآت والمناطق المنخفضة.
لحج	سيول الأودية والفيضانات الموضعية	المناطق الزراعية، والقرى، والطرق، والجسور، والعبارات	متوسط إلى مرتفع	حماية مجاري السيول والطرق والأراضي الزراعية.
أبين	سيول ومصبات أودية	المزارع، والتجمعات السكانية، والطرق، والمناطق الساحلية المنخفضة	متوسط إلى مرتفع	تحديث خرائط السيول وحماية الدلتاوات وطرق الربط.
شبوة	سيول جارفة وفيضانات أودية	الطرق، والتجمعات السكانية، والمنشآت الخدمية، والأراضي الزراعية	متوسط إلى مرتفع	تحسين الإنذار المبكر وحماية الطرق والمنشآت القريبة من الأودية.

المصدر: نتائج التحليل النوعي والمكاني لسيناريوهات الدراسة؛ معالجة فريق الدراسة.

تُظهر النتائج اختلاف نمط الخطر بين المحافظات؛ إذ تتركز مخاطر الأعاصير والعواصف المدارية في حضرموت والمهرة، بينما ترتفع حساسية عدن للفيضانات الحضرية والساحلية. وفي لحج وأبين وشبوة، تبرز السيول ومجاري الأودية بوصفها الخطر الأهم على الطرق والزراعة والتجمعات السكانية.

ويمثل التصنيف الوارد تقديرًا نوعيًا استشرافيًا، لا قياسًا احتماليًا نهائيًا. ويُستخدم لترتيب أولويات التكيف، مع ضرورة تحديثه عند توافر بيانات أكثر دقة عن الهطول ومسارات السيول والسكان والبنية التحتية.

وبذلك، يتوقع أن تظل الأعاصير والسيول والفيضانات من المخاطر الرئيسية حتى عام 2050، خصوصًا مع استمرار التوسع العمراني في المناطق المنخفضة، وضعف شبكات التصريف والحماية، وتزايد الأصول والسكان داخل نطاقات التعرض.

3.1.4 سيناريو الإجهاد الحراري والجزر الحرارية الحضرية حتى عام 2050

يمثل الإجهاد الحراري خطرًا متزايد الأهمية في المدن الساحلية بجنوب اليمن، إذ تتراكم آثاره تدريجيًا على الصحة العامة والإنتاجية واستهلاك الكهرباء والمياه وجودة الحياة. وتزداد حدته مع ارتفاع درجات الحرارة، والرطوبة الساحلية، والتوسع العمراني، وتراجع الغطاء النباتي والتظليل.

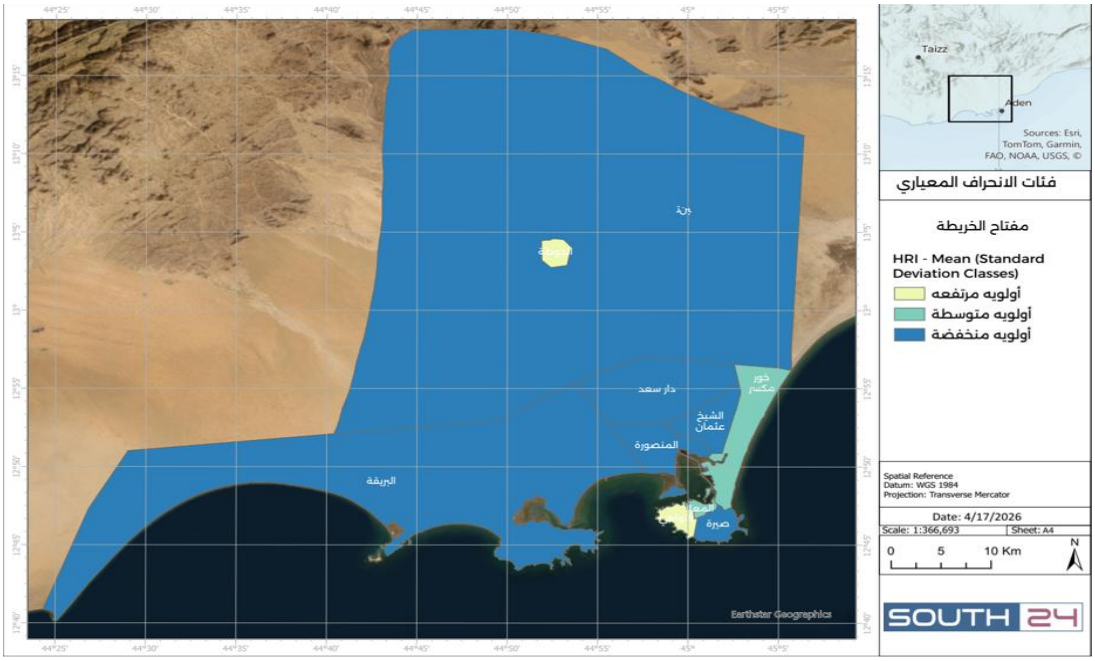
وتشير التقديرات المناخية إلى احتمال ارتفاع متوسط الحرارة في اليمن بنحو 1.7 درجة مئوية أو أكثر بحلول منتصف القرن في مسارات الانبعاثات المرتفعة. ولا تمثل هذه القيمة توقعًا دقيقًا لكل مدينة، لكنها تشير إلى اتجاه عام قد يزيد تواتر الأيام شديدة الحرارة والضغط الحراري، خصوصًا في عدن والمكلا وزنجبار والغيضة وغيرها من المراكز الساحلية الحارة والرطبة.

واعتمد التحليل المكاني على صور Landsat لاستخراج حرارة سطح الأرض، إلى جانب مؤشر الغطاء النباتي والكثافة العمرانية والسكانية. واستُخدمت هذه المتغيرات لبناء مؤشر أخطار الحرارة وتحديد المناطق التي تتزامن فيها الأسطح الساخنة مع ضعف التشجير وارتفاع أعداد السكان.

ولا تعبر حرارة سطح الأرض عن درجة حرارة الهواء أو الإجهاد الحراري الذي يتعرض له الإنسان بصورة مباشرة، لكنها تساعد على كشف الفروق الحرارية داخل المدن وتحديد بؤر الجزر الحرارية الحضرية. وترتفع حرارة السطح عادةً في المناطق المكتظة والمغطاة بالإسفلت والخرسانة، بينما تنخفض نسبيًا في المناطق الأكثر تشجيرًا وتظليلًا.

وتشير المخرجات المكانية إلى تفاوت مستوى الحساسية الحرارية داخل عدن وشبوة، مع ارتفاع الأولوية في المناطق التي تجمع بين كثافة السكان وندرة الغطاء النباتي وارتفاع حرارة السطح. وتُستخدم هذه النتائج لتوجيه التدخلات، مثل زيادة التشجير والتظليل، وتطوير المساحات العامة، وتحسين كفاءة المباني، وحماية الفئات الأكثر تعرضًا للحرارة. وبحلول عام 2050، يُتوقع أن يصبح الإجهاد الحراري أكثر ارتباطًا بأداء المدن والخدمات، ولا سيما الكهرباء والمياه والصحة والعمل في الأماكن المفتوحة. ولذلك ينبغي دمج إدارة الحرارة في التخطيط الحضري، بدل التعامل معها بوصفها ظاهرة موسمية محدودة.

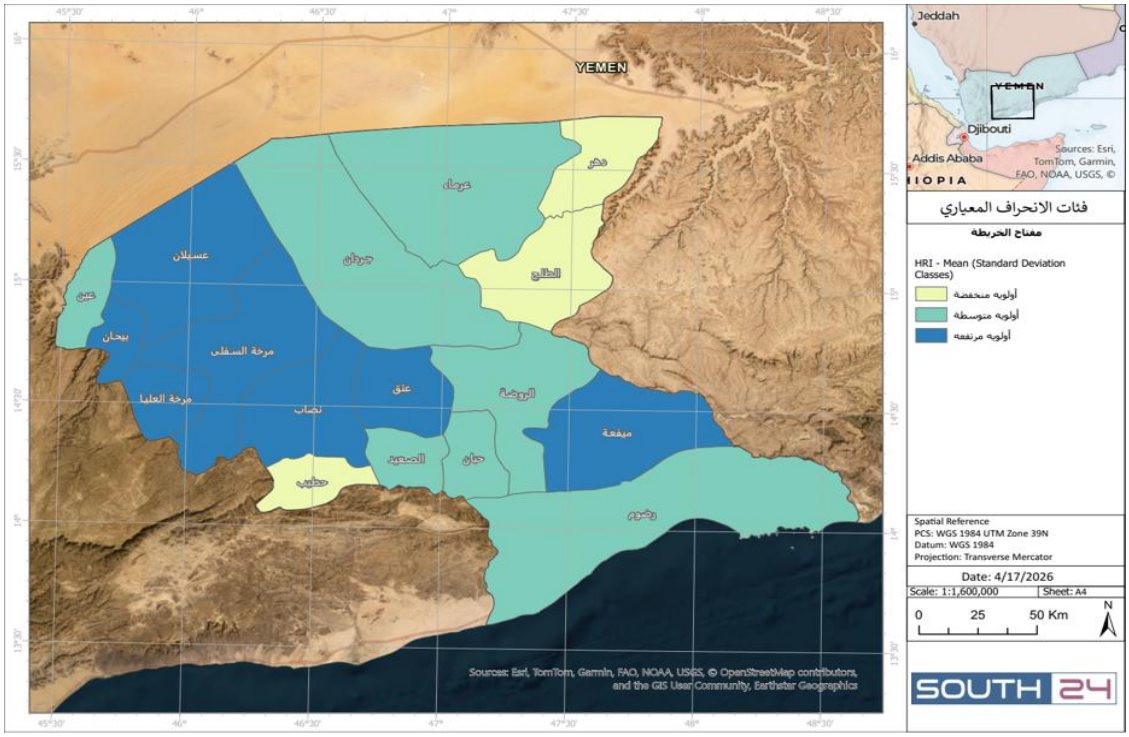
خريطة رقم (3-2): التوزيع المكاني لفئات متوسط مؤشر أخطار الحرارة في مديريات عدن



المصدر: مخرجات التحليل المكاني لمؤشر أخطار الحرارة في مدينة عدن، بالاستناد إلى حرارة سطح الأرض، ونقص الغطاء الشجري، والكثافة السكانية؛ معالجة الاستشاري الفني للدراسة، أبريل 2026.

وتوضح الخريطة التفاوت النسبي في متوسط مؤشر أخطار الحرارة بين مديريات عدن، بعد تجميع قيم المؤشر على مستوى كل مديرية وتصنيفها وفق الانحراف المعياري عن المتوسط. وتعكس الفئات مستويات الأولوية المكانية للتدخل، استنادًا إلى المتغيرات الداخلة في بناء المؤشر، ولا تمثل قياسًا مباشرًا لدرجة حرارة الهواء أو الخطر الصحي الفعلي.

خريطة رقم (3-3): التوزيع المكاني لفئات متوسط مؤشر أخطار الحرارة في مديريات محافظة شبوة



المصدر :مخرجات التحليل المكاني لمؤشر أخطار الحرارة في محافظة شبوة، بالاستناد إلى حرارة سطح الأرض، ونقص الغطاء الشجري، والكثافة السكانية؛ معالجة الاستشاري الفني للدراسة، أبريل 2026.

توضح الخريطة التفاوت النسبي في متوسط مؤشر أخطار الحرارة بين مديريات شبوة، بعد تجميع قيم المؤشر وتصنيفها وفق الانحراف المعياري عن المتوسط. وتساعد النتائج على تحديد المديريات ذات الأولوية النسبية للتدخل، مع مراعاة أن التصنيف يعتمد على متوسطات مكانية قد تخفي تفاوتات داخل المديرية الواحدة.

وتشير النتائج إلى ارتفاع الأولوية الحرارية في بيحان وعسيلان ومرخة العليا ومرخة السفلى ونصاب وعتق وميفعة. ويبين ذلك أن الخطر الحراري في شبوة لا يقتصر على الساحل، بل يمتد إلى المديريات الداخلية عند تداخل الحرارة مع السكان وضعف الغطاء النباتي.

وتنشأ الجزر الحرارية الحضرية من اتساع الأسطح الإسمنتية والإسفلتية، وكثافة البناء، وضعف التشجير والتهوية العمرانية. وتؤدي هذه العوامل إلى تخزين الحرارة وإطلاقها ليلًا، بما يقلل قدرة السكان على التعافي من التعرض الحراري المستمر.

ويؤثر الإجهاد الحراري بصورة أكبر في كبار السن والأطفال والمرضى والحوامل والعمال في الأماكن المفتوحة. كما يمتد أثره إلى الإنتاجية واستهلاك الكهرباء والمياه، ولا سيما في البناء والنقل والزراعة والصيد والأسواق والخدمات الميدانية.

وتختلف الحساسية الحرارية بين المحافظات؛ إذ ترتفع في عدن بسبب الكثافة العمرانية والسكانية، وفي المكلا والمراكز الساحلية الأخرى مع التوسع الحضري وضعف الغطاء النباتي. أما في أبين ولحج وشبوة والمهرة، فيرتبط الخطر أيضًا بالعمل الزراعي والرعوي والصيد ومحدودية الخدمات.

ويتفاقم أثر الحرارة عند تزامنه مع شح المياه أو انقطاع الكهرباء أو تضرر البنية التحتية بفعل السيول والأعاصير. ولذلك يُعد الإجهاد الحراري خطرًا مركبًا يتطلب دمجه في التخطيط الحضري، والصحي وإدارة المياه والطاقة.

جدول رقم (3-4): المؤشرات المناخية والصحية المرجعية لسيناريو الإجهاد الحراري في اليمن حتى عام 2050

المؤشر	القيمة المرجعية	النطاق	الدلالة
متوسط الحرارة السنوية خلال 1991–2020	25.54°م	اليمن	يمثل خط الأساس الحراري العام.
معدل ارتفاع متوسط الحرارة خلال 1971–2020	0.42°م لكل عقد	اليمن	يشير إلى اتجاه الاحترار التاريخي.
الارتفاع المحتمل بحلول 2050	حتى 1.69°م	اليمن	يدعم توقع تصاعد الإجهاد الحراري.
الارتفاع ضمن مسارات الانبعاثات المرتفعة	1.7–2.4°م	اليمن	يوضح نطاق التقديرات المتاحة لمنتصف القرن.
السكان المحتمل تعرضهم لحرارة رطبة تتجاوز 35°م	أكثر من خمسة ملايين في حدث نادر	اليمن، مع تركز في عدن وحضرموت والحديدة	يبرز حجم التعرض الصحي المحتمل.
الأمراض المرتبطة بموجات الحرارة	زيادة محتملة حتى عشرة أضعاف بين 2020 و2050	اليمن، ولا سيما المدن الساحلية	يشير إلى تصاعد الضغط على الصحة العامة.

المصدر: بيانات وتقارير البنك الدولي، وتقييمات الأثر المناخي، والبلاغات الوطنية اليمنية؛ معالجة فريق الدراسة.

جدول رقم (3-5): طبيعة أخطار الإجهاد الحراري وعوامل تضخيمها وأولويات التكيف في المحافظات المستهدفة

المحافظة	طبيعة الخطر الأبرز	عوامل تضخيم الخطر	الفئات الأكثر حساسية	الأولوية
عدن	جزر حرارية حضرية وإجهاد حراري ساحلي	الكثافة العمرانية، والرطوبة، وضعف التشجير والتظليل، والضغط على الكهرباء والمياه	كبار السن، والأطفال، والمرضى، والعمال، وسكان الأحياء المكتظة	مرتفعة
حضرموت، ولا سيما المكلا	إجهاد حراري ساحلي وبؤر حرارية حضرية	التوسع العمراني، والأسطح الصلبة، وتفاوت الغطاء النباتي، والأنشطة الميدانية	العمال، والصيادون، وسكان الأحياء محدودة التشجير	متوسطة إلى مرتفعة
لحج	إجهاد حراري زراعي وميداني	التعرض المباشر للشمس، وضعف التظليل، وشح المياه	المزارعون، والعمال الميدانيون، وسكان المناطق محدودة الخدمات	متوسطة إلى مرتفعة
أبين	إجهاد حراري زراعي وساحلي	العمل المكشوف، وضعف الغطاء النباتي، ومحدودية الخدمات	المزارعون، والصيادون، والعمال، والأسر الريفية والساحلية	متوسطة إلى مرتفعة
شبوة	إجهاد حراري داخلي وميداني	ارتفاع الحرارة، وضعف التظليل والغطاء الشجري، وتفاوت الخدمات	العمال، والمزارعون، وسكان التجمعات الأقل خدمة	متوسطة إلى مرتفعة

المهرة	إجهاد حراري ساحلي وخدمي	الحرارة والرطوبة، وتباعد التجمعات، وضعف الوصول إلى المياه والكهرباء والخدمات	العمال، والصيادون، والسكان محدودو الوصول إلى الخدمات	متوسطة إلى مرتفعة
المصدر: المؤشرات المناخية، ونتائج التحليل المكاني، وخصائص التعرض والهشاشة في نطاق الدراسة؛ معالجة فريق الدراسة.				

ملاحظة: تُقرأ النتائج بوصفها تقديرًا نوعيًا أوليًا، لا قياسًا موحدًا لحرارة السطح أو الإجهاد الحراري في جميع المحافظات. وتوفر خرائط عدن وشبوة تحليلًا مكانيًا أكثر تفصيلًا، بينما تتطلب بقية المحافظات خرائط موحدة لحرارة سطح الأرض والغطاء النباتي والكثافة السكانية.

ويكشف السيناريو أن الإجهاد الحراري خطر بطيء التراكم وواسع الأثر على الصحة والإنتاجية والطاقة والمياه. ويتطلب الحد منه دمج الاعتبارات الحرارية في التخطيط الحضري، وزيادة التشجير والتظليل، وتحسين كفاءة المباني والتهوية، وحماية الفئات الأكثر حساسية.

3.1.5 مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل

تجمع المصفوفة نتائج سيناريوهات الغمر الساحلي، والأعاصير والسيول، والإجهاد الحراري، وتدهور الأراضي، بهدف مقارنة طبيعة المخاطر وأولويات التدخل بين المحافظات المستهدفة حتى عام 2050.

ولا يعتمد التقييم على مساحة التعرض وحدها، بل على تفاعل الخطر المناخي مع كثافة السكان، وحساسية المواقع، وأهمية الأصول والخدمات، وهشاشة البنية التحتية، والقدرة المحلية على الاستجابة. ولذلك قد تسجل محافظة مساحة تعرض محدودة، لكنها تحتاج إلى أولوية مرتفعة إذا تركز الخطر في أحياء مكتظة أو مرافق حيوية، كما في عدن.

واعتمدت الدراسة تقديرًا نوعيًا مركبًا يستند إلى خمسة معايير:

1. شدة الخطر المناخي.
2. مساحة ونطاق التعرض.
3. حساسية الموقع والسكان.
4. أهمية الأصول والخدمات المعرضة.
5. القدرة المحلية على المواجهة والتكيف.

جدول رقم (3-6): التعريف المنهجي لمستويات أولوية التدخل في مصفوفة المخاطر المناخية		
مستوى الأولوية	الدلالة المنهجية	متى تُستخدم؟

عالية جدًا	خطر مناخي مرتفع يتداخل مع كثافة سكانية أو مرافق وخدمات استراتيجية شديدة الحساسية، مع قدرة محدودة على الاستجابة.	عند تركز الخطر في مدينة أو مركز حضري حساس، أو في نطاق يضم مرافق وخدمات حيوية يصعب تعويضها سريعًا.
عالية	تعرض مكاني أو طبيعي واسع يؤثر في السكان والموارد والطرق والخدمات، مع تركز أقل نسبيًا في الأصول الاستراتيجية.	عند اتساع الغمر أو التعرض للأعاصير والسيول، ووجود تجمعات أو موارد أو خدمات قابلة للتأثر.
متوسطة إلى عالية	خطر يؤثر في مواقع ساحلية أو زراعية أو اقتصادية أو ممرات حركة وإمداد مهمة، دون بلوغ مستوى الحساسية الحضرية الأعلى.	عند وجود مواقع أو استخدامات معيشية وخدمية حساسة، ولكن بدرجة تركز أقل من المدن والمراكز الكبرى.

المصدر: منهجية التقدير النوعي المركب المعتمدة في الدراسة؛ معالجة فريق الدراسة.

ملاحظة: من المهم التمييز بين مستوى التعرض العام وأولوية التدخل؛ فقد يكون نطاق التعرض واسعًا، بينما تتحدد أولوية التدخل بحسب كثافة السكان، وحساسية المرافق والخدمات، وطبيعة الأصول المعرضة، وارتباطها بسبل العيش وممرات الحركة والإمداد.

جدول رقم (3-7): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في المحافظات الساحلية المستهدفة حتى عام 2050

المحافظة	أبرز مصادر الخطر المناخي	مستوى التعرض العام	أولوية التدخل	أولوية الاستجابة
عدن	الفيضانات الحضرية، والغمر الساحلي الموضعي، وحساسية المرافق والخدمات، والإجهاد الحراري الحضري	مرتفع من حيث الحساسية الحضرية والاستراتيجية	عالية جدًا	تحسين شبكات التصريف، وحماية المرافق الحيوية، وتنظيم البناء في المناطق المنخفضة، والحد من الجزر الحرارية الحضرية
حضرموت	الأعاصير والسيول، والغمر الساحلي، ومصبات الأودية، والإجهاد الحراري في المراكز الساحلية	مرتفع	عالية جدًا	حماية المدن ومصبات الأودية والطرق والخدمات، وتعزيز أنظمة الإنذار المبكر والاستجابة
المهرة	الأعاصير والعواصف المدارية، والغمر الساحلي، والسيول، وهشاشة الطرق والخدمات في بعض المناطق	مرتفع جدًا من حيث التعرض المكاني والطبيعي	عالية	حماية التجمعات الساحلية، وتحسين جاهزية الطرق والخدمات، وتعزيز الإنذار المبكر
أبين	الغمر الساحلي الواسع، والسيول، ومصبات الأودية، وتدهور الأراضي الزراعية والمعيشية	مرتفع جدًا من حيث المساحة والتعرض المعيشي	عالية	حماية مجاري السيول، وتنظيم استخدامات الأراضي، ودعم المجتمعات الزراعية والساحلية
شبوة	السيول، ومصبات الأودية، والغمر الساحلي الموضعي، والمواقع الاقتصادية الحساسة،	متوسط إلى مرتفع	متوسطة إلى عالية	حماية الممرات والمواقع الحيوية، وتنظيم استخدامات الأراضي،

	والإجهاد الحراري في بعض المديريات			وتعزيز جاهزية المناطق الساحلية، ومعالجة بؤر الحرارة
لحج	الغمر الساحلي، والسيول، والمناطق المنخفضة، وتدهور الأراضي الزراعية والمعيشية	متوسط إلى مرتفع	متوسطة إلى عالية	حماية مجاري السيول والمناطق الزراعية والساحلية، وتنظيم التوسع في المناطق المنخفضة
المصدر: مخرجات النمذجة المكانية للغمر الساحلي، ونتائج سيناريوهات الدراسة في الأقسام (3.1.2–3.1.4)، ومؤشرات التعرض والهشاشة؛ معالجة فريق الدراسة.				

ولتعزيز القراءة المقارنة، تُعرض مستويات المخاطر بحسب نوعها في مصفوفة نوعية تفسيرية مختصرة. ولا تمثل هذه المصفوفة تحليلًا كميًا أو ترتيبًا حسابيًا نهائيًا، بل أداة بصرية توضح اختلاف أنماط المخاطر المركبة بين المحافظات استنادًا إلى نتائج السيناريوهات السابقة.

جدول رقم (3-8): المصفوفة النوعية المقارنة لمستويات المخاطر المناخية المركبة والأولوية النهائية للتدخل في المحافظات المستهدفة

المحافظة	الغمر البحري	الأعاصير والسيول	الفيضانات الحضرية	الإجهاد الحراري	تدهور الأراضي	الأولوية النهائية
عدن	متوسط	متوسط	مرتفع	مرتفع	منخفض إلى متوسط	عالية جداً
حضرموت	مرتفع	مرتفع	متوسط	متوسط إلى مرتفع	متوسط	عالية جداً
المهرة	مرتفع جداً	مرتفع جداً	منخفض إلى متوسط	متوسط	متوسط	عالية
أبين	مرتفع جداً	مرتفع	متوسط	متوسط	متوسط إلى مرتفع	عالية
شبوة	متوسط	متوسط إلى مرتفع	منخفض إلى متوسط	متوسط إلى مرتفع	متوسط	متوسطة إلى عالية
لحج	متوسط إلى مرتفع	متوسط إلى مرتفع	متوسط	متوسط	متوسط إلى مرتفع	متوسطة إلى عالية

مفتاح الألوان

منخفض إلى متوسط ← متوسط ← متوسط إلى مرتفع ← مرتفع ← مرتفع جداً

المصدر: نتائج سيناريوهات الغمر الساحلي، والأعاصير والسيول، والفيضانات الحضرية، والإجهاد الحراري، وتدهور الأراضي؛ معالجة فريق الدراسة.

ملاحظة منهجية: تمثل المصفوفة قراءة نوعية مقارنة، وليست ترتيبًا حسابيًا نهائيًا أو تقديرًا للتكلفة الاقتصادية. كما لا تغني عن تحليلات أكثر تفصيلًا على مستوى المديريات والأحياء والمرافق، وتظل قابلة للتحديث عند توفر بيانات أدق.

تكشف المصفوفة تباين أنماط المخاطر بين المحافظات؛ إذ ترتبط الأولوية في عدن بتركز السكان والمرافق الحيوية في نطاقات حضرية حساسة، بينما تتصل في أبين والمهرة باتساع التعرض للغمر والسيول والعواصف. وتمثل حضرموت حالة مركبة تجمع بين الأخطار الساحلية والسيول وامتداد المراكز الحضرية والخدمية. أما

شبوة ولحج، فتتركز أولوياتهما في حماية مصبات الأودية والطرق والمناطق الزراعية والمواقع الاقتصادية والخدمية المعرضة.

ويقتضي هذا التباين تخصيص التدخلات بحسب طبيعة الخطر: تحسين التصريف وحماية المرافق في عدن، وتعزيز الإنذار المبكر وإدارة مخاطر الأعاصير والسيول في حضرموت والمهرة، وحماية مجاري الأودية وسبل العيش في أبين ولحج، وتأمين الممرات والمواقع الاقتصادية الساحلية في شبوة.

3.2 المبحث الثاني: الاستنتاجات والتوصيات ومسارات التدخل

يحوّل هذا المبحث نتائج الدراسة إلى استنتاجات وتوصيات وأولويات تدخل قابلة للتطبيق في المحافظات والمدن الساحلية بجنوب اليمن، دون إعادة عرض السيناريوهات والجداول والخرائط السابقة.

ويتناول المبحث ثلاثة محاور مترابطة: الاستنتاجات الرئيسية، والتوصيات الاستراتيجية، وأولويات التدخل بحسب المحافظات والمناطق الساحلية المستهدفة، بما يساعد الجهات المحلية وصناع القرار والمانحين على توجيه الموارد نحو الاحتياجات الأكثر إلحاحًا.

3.2.1 الاستنتاجات الرئيسية للدراسة

تكشف نتائج الدراسة عددًا من الاستنتاجات التي تتجاوز الوصف المباشر للسيناريوهات السابقة، وتساعد على توجيه سياسات التكيف حتى عام 2050.

أولًا: تتباين الأولويات داخل المحافظة الواحدة، ولا سيما في المخاطر الحرارية؛ إذ تُظهر نتائج عدن وشبوة أن تداخل حرارة سطح الأرض مع الكثافة السكانية وضعف التشجير والتظليل ينتج مستويات مختلفة من الحساسية بين المديريات. ولذلك ينبغي أن تنتقل خطط التكيف من مستوى المحافظة العام إلى مستوى المديريات والأحياء.

ثانيًا: لا تعكس مساحة التعرض وحدها حجم الأثر المحتمل. فموقع الخطر داخل نطاق يضم مرافق حيوية أو طرقًا رئيسية أو أنشطة معيشية قد يرفع أولوية التدخل، حتى عندما تكون المساحة المتأثرة محدودة. ويؤكد ذلك ضرورة ربط التحليل المكاني بوظائف المواقع والأصول الواقعة فيها.

ثالثًا: لا تنتهي آثار الأعاصير والسيول بانتهاء الحدث المناخي، بل تمتد عبر تعطّل الطرق والخدمات وممرات الإمداد، وتضرر المناطق الزراعية ومصبات الأودية. ومن ثم، يجب أن يشمل تقييم الخطر مدة التعطل واستعادة الخدمات، لا الأضرار المباشرة فقط.

رابعًا: يؤدي تزامن المخاطر إلى تضخيم آثارها؛ فقد تتداخل السيول مع الغمر الساحلي، أو تتزامن الحرارة المرتفعة مع انقطاع الكهرباء وشح المياه. وهذا يحد من فاعلية التدخلات المنفردة، ويستدعي خططًا تعالج المخاطر المترابطة ضمن حزمة واحدة.

خامسًا: تمثل جاهزية الخدمات والبنية التحتية والسلطات المحلية عاملًا حاسمًا في تحديد حجم الخسائر. ولذلك يمكن خفض المخاطر حتى في المناطق شديدة التعرض من خلال تحسين التصريف، وحماية الطرق والمرافق، وتطوير الإنذار والاستجابة، وتنظيم استخدامات الأراضي.

سادسًا: لا يمكن اعتماد نموذج تدخل موحد لجميع المحافظات؛ إذ تختلف الاحتياجات بين حماية المراكز الحضرية، وإدارة مجاري الأودية، وتأمين الطرق والمواقع الاقتصادية، وحماية الزراعة وسبل العيش، ومعالجة الإجهاد الحراري. ويقتضي ذلك إعداد برامج مكانية وقطاعية تستجيب لنمط الخطر السائد في كل نطاق.

سابعًا: تحد محدودية البيانات التفصيلية من الانتقال إلى تقديرات دقيقة للخسائر والتكاليف على مستوى المديريات والمرافق. وتتمثل الخطوة اللاحقة في تطوير قواعد بيانات مكانية موحدة للسكان والأصول والخدمات والطرق ومجاري السيول والارتفاعات، وربطها بتحديثات دورية للمؤشرات المناخية.

وبذلك تشير الدراسة إلى أن القيمة العملية للنتائج لا تكمن في ترتيب المحافظات فقط، بل في تحديد مواقع التعرض الحرجة، وفهم كيفية انتقال الأثر بين القطاعات، وتوجيه الدراسات والاستثمارات نحو التدخلات الأكثر قدرة على خفض الخطر.

شكل رقم (3-2): خلاصة الاستنتاجات الرئيسية والدلالات التخطيطية للمخاطر المناخية في المدن الساحلية بجنوب اليمن حتى عام 2050

المصدر: نتائج سيناريوهات الدراسة ومصفوفة المخاطر وأولويات التدخل؛ معالجة فريق الدراسة.

3.2.2 التوصيات الاستراتيجية

تستند التوصيات إلى نتائج السيناريوهات المناخية ومصفوفة الأولويات، وتركز على إجراءات قابلة للتنفيذ والتطوير وفق ما يتوفر لاحقًا من بيانات أكثر تفصيلًا.

أولًا: حماية المناطق الساحلية المنخفضة

اعتماد حلول دفاع ساحلي هجينة تجمع بين الحماية الهندسية الموضعية والحلول القائمة على الطبيعة، مع أولوية للمرافق الحيوية والمناطق الحضرية المنخفضة ومصبات الأودية.

ثانيًا: إدارة الأودية والسيول ومصبات التصريف

تنظيف وفتح مجاري السيول، وتحسين العبارات والجسور، ومنع البناء في مسارات التصريف، وربط خرائط السيول بالتخطيط العمراني واستخدامات الأراضي.

ثالثًا: تطوير الإنذار المبكر والاستجابة المحلية

إنشاء نظام متعدد المخاطر للأعاصير والسيول والفيضانات الساحلية وموجات الحر، وربطه بخطط إخلاء، ونقاط تجمع آمنة، وتدريب دوري للسلطات والمجتمعات المحلية.

رابعًا: خفض الإجهاد الحراري الحضري

استخدام خرائط أخطار الحرارة لتوجيه التشجير والتظليل وتحسين تصميم الأسطح والأرصفة، مع إعطاء الأولوية للأسواق والمدارس والمرافق الصحية ومواقف النقل وممرات المشاة.

خامسًا: تعزيز أمن المياه والطاقة

حماية مصادر المياه وشبكاتها من الغمر والتملح والسيول، وتقليل الفاقد، وتوسيع حلول التحلية الملائمة وربطها بالطاقة المتجددة لضمان استمرار الخدمات أثناء الأزمات.

سادسًا: حماية الزراعة وسبل العيش

تحسين تصريف المياه في المناطق الزراعية، والحد من التوسع في النطاقات المعرضة، ودعم الممارسات الزراعية الأكثر تحملًا للملوحة والحرارة والسيول.

سابعًا: رفع مرونة البنية التحتية والخدمات الحيوية

إجراء تقييم مناخي للطرق والموانئ ومحطات الكهرباء والمياه والمرافق الصحية والتعليمية والاقتصادية، وتقديم الأصول التي يؤدي تعطلها إلى آثار واسعة ضمن أولويات الحماية.

ثامنًا: إدماج المخاطر المناخية في المشاريع الجديدة

اشتراط تقييم الأثر المناخي في مشاريع البنية التحتية والتوسع العمراني والاستثمارات الساحلية، ومراجعة المواقع والتصاميم وفق سيناريوهات الغمر والسيول والحرارة حتى عام 2050.

تاسعًا: إنشاء قاعدة بيانات مكانية موحدة

جمع وتحديث بيانات الغمر والسيول والحرارة والسكان والأصول والطرق والخدمات واستخدامات الأراضي، وإتاحتها للسلطات المحلية والجهات التخطيطية بوصفها أداة لاتخاذ القرار.

عاشرًا: توجيه التمويل وفق مستوى الخطر والاحتياج

ربط التمويل المناخي والتنموي بحجم الخطر وحساسية السكان والخدمات وأهمية الأصول والقدرة المحلية على الاستجابة، بدل توزيع الموارد بصورة عامة أو متساوية.

وتتطلب فعالية هذه التوصيات تحديد جهات التنفيذ، والجداول الزمنية، ومؤشرات المتابعة، ومصادر التمويل في خطط تفصيلية لاحقة على مستوى كل محافظة وقطاع.

جدول رقم (3-9): التوصيات الاستراتيجية ومسارات التدخل المقترحة بحسب مجالات الخطر والمحافظات ذات الأولوية

SOUTH 24

التوصيات الاستراتيجية ومسارات التدخل المقترحة

	مجال التوصية	التوصية الاستراتيجية	المحافظات/النطاقات ذات الأولوية	مسار التدخل المقترح
01	الدفاع الساحلي	اعتماد حلول دفاع ساحلي هجينة	عدن، حضرموت، أبين، المهرة، لحج	حماية المناطق المنخفضة والمرافق الحيوية القريبة من الساحل، ودمج الحلول الهندسية والطبيعية وفق طبيعة الموقع
02	السيول والأودية	إدارة متكاملة لمجاري الأودية ومصباتها	حضرموت، أبين، المهرة، شبوة، لحج	فتح مسارات التصريف، تحسين العبارات والجسور، ومنع البناء في مجاري الأودية ومناطق التصريف
03	الإنذار المبكر	إنذار مبكر متعدد المخاطر	حضرموت، المهرة، أبين، عدن	تطوير التحذير من الأعاصير والسيول وموجات الحرارة، وربطه بخطط إخلاء واستجابة محلية
04	الإجهاد الحراري	تقليل الجزر الحرارية في المدن الساحلية	عدن، المكلا، المراكز الحضرية الساحلية، وبعض مديريات شبوة ذات الأولوية الحرارية	اعتماد خرائط HRI لتوجيه التشجير والتظليل الحضري، وإعطاء الأولوية للأسواق ومواقف النقل وممرات المشاة والمدارس والمرافق الصحية والعامة، وتحسين الأسطح والأرصفة والمواد العمرانية، وإدراج اعتبارات الحرارة في تشغيل المرافق ونقاط الماء والظل
05	المياه والطاقة	حماية الموارد المائية وتعزيز التحلية والطاقة المتجددة	عدن، حضرموت، المهرة، أبين	تقليل الفاقد، حماية الشبكات من الغمر والتملح، ودعم حلول مستدامة للمياه والطاقة
06	الزراعة وسبل العيش	حماية الأراضي الزراعية والمعيشية المعرضة	أبين، لحج، شبوة، بعض أودية حضرموت	تحسين التصريف، الحد من التملح، دعم ممارسات زراعية أكثر تحملا، وربط التكيف بحماية سبل العيش
07	الخدمات الحيوية	تقييم وحماية المرافق الصحية والتعليمية والطرق والموانئ	عدن، حضرموت، شبوة، أبين	تقييم مناخي للمرافق الحساسة، ورفع مرونة الخدمات التي يؤدي تعطلها إلى أثار واسعة
08	المشاريع الجديدة	إلزام المشاريع بتقييم أثر مناخي	جميع المدن والمناطق الساحلية	دمج مخاطر الغمر والسيول والحرارة في اختيار المواقع والتصاميم قبل التنفيذ
09	الحوكمة والبيانات	بناء قاعدة بيانات مكانية للمخاطر والأصول	جميع المحافظات المستهدفة	تجميع خرائط المخاطر والسكان والأصول والخدمات وتحديثها لدعم التخطيط واتخاذ القرار
10	التمويل المناخي	توجية التمويل وفق أولويات الانكشاف والهشاشة	المحافظات الأعلى أولوية حسب المصفوفة	ربط التمويل بمستوي الخطر وحساسية السكان والخدمات وأهمية الأصول والقدرة المحلية على الاستجابة

المصدر: نتائج السيناريوهات المناخية، ومصفوفة المخاطر، والاستنتاجات الرئيسية للدراسة؛ معالجة فريق الدراسة.

تُظهر التوصيات أن التكيف الفعال يتطلب حزمة مترابطة من التدخلات؛ إذ ترتبط حماية السواحل بإدارة السيول، ويرتبط الإنذار المبكر بخطط الاستجابة، كما تعتمد حماية الخدمات على التخطيط العمراني وتنظيم استخدامات الأراضي. ويهيئ ذلك للانتقال من التوصيات العامة إلى أولويات التنفيذ بحسب المحافظات والمدن المستهدفة.

3.2.3 أولويات التدخل حسب المدن والمحافظات المستهدفة

يترجم هذا الجزء نتائج الدراسة إلى أولويات تنفيذية تساعد السلطات المحلية وصناع القرار والمانحين على توجيه الموارد نحو التدخلات الأكثر إلحاحًا، دون إعادة عرض مستويات الخطر الواردة سابقًا.

وتُنظم الأولويات ضمن ثلاثة أطر زمنية:

- تدخلات عاجلة: لرفع الجاهزية وتقليل الخطر المباشر وحماية السكان والخدمات الأساسية.
- تدخلات متوسطة المدى: لتقوية البنية التحتية، وتحسين إدارة السيول والحرارة، وتحديث التخطيط المحلي.

- تدخلات طويلة المدى: لمعالجة جذور الهشاشة من خلال الدفاع الساحلي، وتنظيم التوسع العمراني، وإدارة الموارد، ودمج التكيف في التخطيط التنموي.

وتُحدد الأولوية وفق حساسية السكان والخدمات والأصول الحيوية، وحجم أثر تعطلها، والقدرة المحلية على الاستجابة، لا وفق اتساع نطاق الخطر وحده.

جدول رقم (3-10): أولويات التدخل العاجلة والمتوسطة وطويلة المدى بحسب المحافظات والمدن الساحلية المستهدفة

المحافظة / النطاق	مستوى الأولوية	تدخلات عاجلة	تدخلات متوسطة المدى	تدخلات طويلة المدى
عدن	عالية جدًا	تنظيف قنوات التصريف، وحماية المرافق الحساسة، وإعداد خطط إخلاء، وتفعيل الإنذار للسيول وموجات الحر.	تطوير شبكات التصريف، وتحديث خرائط المناطق المنخفضة، وتحسين التظليل والتشجير، ورفع كفاءة المرافق الحيوية.	اعتماد حماية ساحلية مناسبة، وتوجيه التوسع بعيدًا عن المناطق المنخفضة، ودمج المخاطر المناخية في المشاريع الجديدة.
حضرموت: المكلا والنطاقات الساحلية ومصبات الأودية	عالية جدًا	تعزيز الإنذار والإخلاء، وتنظيف مجاري السيول، وحماية الطرق والمرافق الحيوية.	إدارة الأودية ومصباتها، وتحسين العبارات والجسور، وتحديث خرائط الغمر والسيول، ورفع جاهزية الخدمات.	تطوير دفاع ساحلي هجين، وتنظيم استخدامات الأراضي في مخارج الأودية، وربط إدارة الساحل بإدارة السيول.
المهرة: المراكز الساحلية المطلة على بحر العرب	عالية	تعزيز الإنذار للعواصف والسيول، وتأمين الطرق والتجمعات الساحلية، وإعداد خطط إخلاء.	تحسين تصريف السيول، وتحديث خرائط المخاطر، ورفع كفاءة الطرق والخدمات، وتطوير قدرات الاستجابة.	تنظيم استخدامات الأراضي الساحلية، وحماية التجمعات والمرافق، وربط التخطيط التنموي بسيناريوهات المناخ.
أبين: زنجبار وخنفر وأحور والنطاقات الزراعية الساحلية	عالية	فتح مجاري السيول، وحماية التجمعات والطرق، ودعم المجتمعات الزراعية المعرضة.	تحسين التصريف، وحماية الأراضي من التملح، وتحديث الخرائط، ودعم ممارسات زراعية أكثر تحملًا.	تنظيم التوسع في مناطق الخطر، وإدارة الأراضي الساحلية والزراعية، ودمج التكيف الزراعي في خطط التنمية.
شبوة: رضوم وبئر علي وبلحاف والنطاقات الساحلية الحساسة	متوسطة إلى عالية	حماية الطرق والممرات والمواقع الاقتصادية، وتحديد نقاط الخطر في مصبات الأودية، وتعزيز الإنذار المحلي.	تحديث خرائط المواقع الساحلية الحساسة، وتحسين التصريف، وحماية ممرات الإمداد، وإدراج مخاطر الحرارة في إدارة المرافق.	إدماج تقييم الأثر المناخي في المشاريع الساحلية، وتنظيم استخدامات الأراضي، وتعزيز مرونة البنية التحتية الاقتصادية.
لحج: المضاربة ورأس العارة والمناطق الساحلية والمنخفضة	متوسطة إلى عالية	تنظيف مجاري السيول، وحماية التجمعات والمناطق الزراعية، ورصد مواقع الغمر المتكرر.	تحسين التصريف، وتنظيم استخدامات الأراضي، وحماية الطرق، ودعم المجتمعات الزراعية والساحلية.	تطوير تخطيط ساحلي وزراعي أكثر مرونة، وحماية الأراضي من التدهور والملوحة، ودمج المخاطر في التخطيط المحلي.

المصدر: مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات الانكشاف، واستنتاجات الدراسة وتوصياتها الاستراتيجية؛ معالجة فريق الدراسة

توضح الأولويات أن التدخلات تختلف بحسب طبيعة الخطر ووظيفة المواقع المتأثرة. ففي عدن تتركز الحاجة في التصريف الحضري، وحماية المرافق، ومعالجة بؤر الإجهاد الحراري وفق مخرجات مؤشر أخطار الحرارة. وفي

حضرموت تبرز ضرورة الربط بين إدارة الساحل والأودية والمراكز الحضرية، بينما تتطلب المهرة تعزيز الإنذار والاستجابة للعواصف والسيول. أما أبين فتحتاج إلى ربط إدارة الغمر والسيول بحماية الزراعة وسبل العيش، في حين تتركز الأولويات في شبوة ولحج على حماية الطرق والممرات والمواقع الاقتصادية والمناطق الساحلية والزراعية الحساسة.

ويظل ترتيب الأولويات توجيهيًا وقابلًا للتحديث عند توفر بيانات أكثر تفصيلًا على مستوى المديريات والأحياء والمرافق. ومع ذلك، يوفر أساسًا عمليًا لتوجيه الموارد نحو التدخلات الأكثر إلحاحًا، بدل توزيعها بصورة موحدة بين المحافظات.

خاتمة الفصل الثالث

قدّم الفصل الثالث تقييمًا استشرافيًا للمخاطر المناخية في المحافظات والمدن الساحلية بجنوب اليمن حتى عام 2050، وربط نتائج السيناريوهات بأولويات التدخل والتكيف.

وأظهرت النتائج أن فعالية التدخل لا تتوقف على شدة الظاهرة أو مساحة التعرض وحدهما، بل على موقع الخطر، وحساسية السكان والأصول، وأهمية الخدمات، والقدرة المحلية على الاستجابة. وبناءً على ذلك، حدد الفصل مسارات تدخل متباينة تشمل حماية المناطق الساحلية والمنخفضة، وإدارة الأودية والسيول، وتحسين التصريف الحضري، وتقليل الإجهاد الحراري، ورفع مرونة الخدمات والبنية التحتية.

كما أكد الفصل ضرورة إدماج المخاطر المناخية في التخطيط العمراني والمشاريع الجديدة، وتطوير قواعد بيانات مكانية أكثر تفصيلًا، وربط التمويل بأولويات التدخل الفعلية. وتمثل النتائج الحالية قاعدة أولية قابلة للتحديث والتطوير، يمكن الاستناد إليها في إعداد دراسات تنفيذية وخطط محلية أكثر دقة.

خاتمة عامة

قدّمت هذه الدراسة قراءة مكانية واستشرافية متعددة المخاطر للمحافظات الساحلية في جنوب اليمن، جمعت بين توثيق أحداث الفترة 2015–2025 وتحليل بعض مسارات التعرض المحتملة حتى عام 2050. وأظهرت أن التعامل مع الساحل الجنوبي بوصفه نطاقًا متجانسًا لا يعكس التفاوت الفعلي بين المدن والمحافظات أو داخلها، وأن التدخل الفعال يبدأ من تحديد المواقع والأصول والخدمات التي يمكن أن يؤدي تعرضها أو تعطلها إلى آثار واسعة على السكان والاقتصاد وسبل العيش.

ولا تتمثل القيمة العملية للنتائج في إنتاج ترتيب نهائي للمحافظات أو التنبؤ الدقيق بحدود الكوارث المستقبلية، بل في تقديم أساس أولي لتوجيه الدراسات التفصيلية، وتحديد فجوات البيانات، وترتيب الاستثمارات الوقائية.

فالخرائط والسيناريوهات الواردة في الدراسة أدوات للمسح والتخطيط الاستراتيجي، ينبغي استكمالها بنماذج هيدرولوجية وهيدروديناميكية، ومسوح ارتفاع ميدانية، وتقييمات للأصول الحيوية، وتحليلات أدق على مستوى المديريات والأحياء والمرافق.

وتشير النتائج إلى أن الخطوة التالية لا ينبغي أن تكون إعداد مزيد من التقييمات العامة، بل الانتقال إلى خطط تنفيذية محلية تحدد مسؤوليات الجهات المعنية، ومراحل التدخل، والتكلفة، ومصادر التمويل، ومؤشرات المتابعة. ويتطلب ذلك بناء قاعدة بيانات مكانية موحدة وقابلة للتحديث، وربط الإنذار المبكر بخطط استجابة فعلية، وإدراج اختبارات المخاطر المناخية في التخطيط الحضري والساحلي وتصميم البنية التحتية والمشاريع الجديدة.

وفي سياق تتراجع فيه الموارد والقدرات المؤسسية، لن يكون من الممكن معالجة جميع المخاطر في وقت واحد. ومن ثم، ينبغي توجيه الموارد أولًا إلى التدخلات التي تحمي الأرواح، وتضمن استمرارية المياه والكهرباء والصحة والنقل، وتمنع إنشاء أصول جديدة في مناطق التعرض المرتفع، مع إعطاء الأولوية للحلول التي تحقق منافع مشتركة، مثل تحسين التصريف، وحماية مجاري الأودية، وزيادة التظليل والغطاء النباتي، ورفع مرونة الطرق والمرافق.

وتخلص الدراسة إلى أن خفض الخسائر المناخية المحتملة في جنوب اليمن لا يتوقف على دقة السيناريوهات وحدها، بل على قدرة المؤسسات والسلطات المحلية والشركاء على استخدام المعلومات المتاحة في الوقت المناسب. وعليه، تمثل هذه الدراسة نقطة انطلاق لبرنامج عمل قائم على البيانات والأولويات المكانية، وليست نهاية لعملية التقييم؛ إذ ينبغي مراجعة نتائجها وتحديثها دوريًا كلما تحسنت بيانات المناخ والسكان والأصول والارتفاعات واستخدامات الأراضي.

الملحقات:

أولاً: الجداول

جدول ملحق رقم (1-1): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة عدن						
نوع الخطر	مستوى التعرض أو الحساسية	عوامل التعرض والهشاشة	أبرز الأصول والقطاعات المتأثرة	أساس التقدير	أولوية التدخل	التدخلات الرئيسية
الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر	محدود مكانيًا ومرتفع الحساسية حضريًا	وجود مناطق منخفضة ومرافق وطرق وخدمات بالقرب من الساحل.	المساكن، والطرق، والمطار، والمرافق الصحية والخدمية، وشبكات المياه والكهرباء.	نمذجة الغمر الثابت وتحليل الارتفاعات والمباني.	عالية جدًا	إجراء نمذجة تفصيلية، وحماية المرافق والمناطق المنخفضة، ومراجعة مواقع المشروعات الجديدة.
السيول والفيضانات الحضرية	مرتفع	ضعف شبكات التصريف، وكثافة العمران، وتجمع المياه في المناطق المنخفضة.	الأحياء السكنية، والطرق، وشبكات التصريف، والخدمات الصحية والكهرباء.	سجل الأحداث، والتحليل المكاني، والجلسات البؤرية.	عالية جدًا	تنظيف وتطوير التصريف، وإعداد خرائط للفيضانات الحضرية، وتنظيم البناء في مسارات الجريان والتجمع.
الإجهاد الحراري والجزر الحرارية الحضرية	مرتفع، مع بؤر أشد حساسية	كثافة العمران، والأسطح الصلبة، وضعف التشجير والتظليل، والضغط على المياه والكهرباء.	السكان، والصحة، والعمالة، والطاقة، والمياه، والمساحات العامة.	مؤشر أخطار الحرارة HRI وتحليل حرارة سطح الأرض والعوامل العمرانية.	عالية جدًا	توجيه التشجير والتظليل إلى الوحدات الأعلى أولوية، وتحسين الأسطح والمواد العمرانية، ودمج الحرارة في تشغيل المرافق.
تأثيرات العواصف والأعاصير غير المباشرة	منخفض إلى متوسط	الأمطار الغزيرة والرياح واضطراب البحر المصاحب للعواصف البعيدة.	السواحل، والطرق، والمرافق الساحلية، وشبكات الخدمات.	مراجعة الأحداث وتقارير الأرصاد.	متوسطة	إدماجها ضمن خطط الإنذار والاستجابة للفيضانات والغمر، بدل إنشاء مسار مستقل.
تداخل المياه المالحة	غير محسوم؛ يحتاج إلى بيانات إضافية	القرب من البحر، والضخ الجوفي، واحتمال تزامن الغمر مع تدهور نوعية المياه.	الآبار، ومصادر المياه الجوفية، وشبكات الإمداد.	استدلال نوعي من السياق الساحلي؛ دون قياسات ميدانية كافية.	أولوية بحثية	رصد ملوحة المياه، ومسح الآبار، وتقييم علاقة الضخ والتغذية والقرب من الساحل.

- المصدر: نتائج النمذجة المكانية للغمر الساحلي، وتحليل السيول والفيضانات الحضرية، ومؤشر أخطار الحرارة، ومراجعة الأحداث والتقارير المناخية؛ معالجة فريق الدراسة.
- ملاحظة: تمثل التصنيفات تقديرات نوعية لتحديد الأولويات، ولا تُعد قياسات حسابية نهائية. ويُفصل بين مستوى التعرض أو الحساسية وبين أولوية التدخل.

جدول ملحق رقم (1-2): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة لحج

نوع الخطر	مستوى التعرض أو الحساسية	عوامل التعرض والهشاشة	أبرز الأصول والقطاعات المتأثرة	أساس التقدير	أولوية التدخل	التدخلات الرئيسية
الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر	متوسط إلى مرتفع مكانيًا	وجود نطاقات ساحلية منخفضة وجيوب معرضة في المضاربة ورأس العارة، وارتباط بعض المواقع بالزراعة والطرق والتجمعات المحلية.	الأراضي الساحلية والزراعية، والطرق، والتجمعات المنخفضة.	نمذجة الغمر الثابت وتحليل الارتفاعات واستخدامات الأراضي.	متوسطة إلى عالية	إجراء تحليل تفصيلي للمناطق المنخفضة، وتنظيم استخدامات الأراضي، وحماية الطرق والمناطق الزراعية والساحلية الحساسة.
السيول والفيضانات والأمطار المرتبطة بالعواصف	مرتفع	تداخل مجاري الأودية ومسارات الجريان مع القرى والأراضي الزراعية والطرق والجسور والعبارات.	السكان، والزراعة، والطرق، والجسور، ومصادر المياه، والخدمات المحلية.	سجل الأحداث، وتحليل الأودية، والتقارير المحلية، والاستبيان بوصفه دعمًا نوعيًا.	متوسطة إلى عالية	تنظيف مجاري السيول، وصيانة العبارات والجسور، وحماية مسارات التصريف، وتعزيز الإنذار والاستجابة المحلية.
الإجهاد الحراري الزراعي والميداني	متوسط إلى مرتفع بتقدير نوعي	العمل المكشوف، وارتفاع الطلب على المياه، وضعف التظليل، وتفاوت الخدمات.	المزارعون والعمال، والصحة، والمياه، والزراعة، والطاقة.	مؤشرات الحرارة الوطنية وخصائص العمل والهشاشة المحلية؛ دون خريطة حرارية تفصيلية للمحافظة.	متوسطة	تنظيم العمل أثناء الحر، وتوفير المياه والظل، وزيادة التشجير، وإدماج التوعية الحرارية في الخدمات الزراعية والصحية.
التصحر وتدهور الأراضي	متوسط إلى مرتفع	تراجع إنتاجية التربة، وضعف الغطاء النباتي، وشح المياه، والضغط على الأراضي الزراعية والرعوية.	الزراعة، والري، والمياه، والمجتمعات الريفية، وسبل العيش.	التقارير والدراسات المتاحة، والاستبيان، والقراءة النوعية لتدهور الأراضي.	متوسطة إلى عالية	حصاد المياه، وحماية التربة، وتحسين إدارة الري، ودعم الممارسات الزراعية الأكثر تحملًا، وإدارة الأراضي بصورة مستدامة.
تداخل المياه المالحة وتملح التربة	خطر موضعي يحتاج إلى تحقق	قرب بعض المناطق الزراعية والدلتاوية من الساحل، والضخ الجوفي، وضعف التغذية المائية.	الآبار، والمياه الجوفية، والتربة الزراعية، وسبل العيش.	قراءة مكانية ونوعية؛ دون قياسات ميدانية موحدة للملوحة.	أولوية بحثية ومتوسطة في المواقع المتأثرة	إنشاء برنامج لرصد الملوحة، ومسح الآبار والتربة، وتنظيم السحب الجوفي، وحماية مصادر المياه.

- المصدر: نتائج النمذجة المكانية للغمر الساحلي، وتحليل مجاري الأودية والسيول، والمؤشرات المناخية، والتقارير والدراسات المتعلقة بتدهور الأراضي وموارد المياه؛ معالجة فريق الدراسة.

- ملاحظة: تمثل التصنيفات تقديرات نوعية لتحديد الأولويات، ولا تُعد قياسات حسابية نهائية. كما أن تقدير تداخل المياه المالحة يحتاج إلى قياسات ميدانية للآبار والتربة.

جدول ملحق رقم (1-3): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة أبين

نوع الخطر	مستوى التعرض أو الحساسية	عوامل التعرض والهشاشة	أبرز الأصول والقطاعات المتأثرة	أساس التقدير	أولوية التدخل	التدخلات الرئيسية
الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر	مرتفع جدًا مكانيًا مقارنة بالمحافظات الأخرى	اتساع المناطق المنخفضة في خنفر وزنجبار وأحور، وتداخلها مع الدلتاوات ومصبات الأودية والزراعة والطرق والتجمعات الساحلية.	الأراضي الزراعية والساحلية، والقرى، والطرق، والمرافق المحلية، ومصادر المياه.	نمذجة الغمر الثابت وتحليل الارتفاعات واستخدامات الأراضي.	عالية	إجراء نمذجة تفصيلية، وتنظيم التوسع في المناطق المنخفضة، وحماية الطرق والمناطق الزراعية والساحلية، وتقييم الأصول الواقعة داخل نطاق التعرض.
السيول ومصبات الأودية والتأثيرات المطرية للعواصف	مرتفع	تداخل وادي بنا وحسان ومصباتهما مع الدلتاوات والتجمعات السكانية والأراضي الزراعية وطرق الربط.	السكان، والزراعة، والطرق، والجسور، ومصادر المياه، والخدمات المحلية.	تحليل مجاري الأودية ومصباتها، وسجل الأحداث، والتقارير المحلية، والاستبيان بوصفه دعمًا نوعيًا.	عالية	إدارة مصبات الأودية، وحماية مسارات التصريف، وصيانة العبارات والجسور، وتعزيز الإنذار والاستجابة المحلية.
الإجهاد الحراري الزراعي والساحلي	متوسط إلى مرتفع بتقدير نوعي	العمل الزراعي والميداني المكشوف، وشح المياه، وضعف التظليل والغطاء النباتي، وتفاوت الخدمات.	المزارعون، والصيادون، والعمال، والصحة، والمياه، والزراعة.	مؤشرات الحرارة الوطنية وخصائص الهشاشة المحلية؛ دون خريطة حرارية تفصيلية للمحافظة.	متوسطة	تنظيم ساعات العمل، وتوفير الظل والمياه، وتحسين إدارة الري، ودعم الممارسات الزراعية الأكثر تحملًا، وتعزيز التوعية الصحية.
التصحر وتدهور الأراضي وزحف الرمال	متوسط إلى مرتفع	زحف الرمال، وتراجع إنتاجية بعض الأراضي، وتدهور التربة والغطاء النباتي، والضغط على المياه الجوفية.	الزراعة، والرعي، والطرق، والآبار، والمجتمعات الريفية، وسبل العيش.	التقارير والدراسات المتاحة، والاستبيان، والقراءة البيئية للمناطق الزراعية.	عالية	تثبيت الرمال، وحماية التربة، وصيانة قنوات الري، وحصاد المياه، وتحسين إدارة الأراضي والمياه، ودعم المزارعين.
تداخل المياه المالحة وتملح التربة	خطر موضعي محتمل يحتاج إلى تحقق	القرب من الساحل، ووجود الدلتاوات، والضخ الجوفي، واحتمال تزامن الغمر مع ضعف التغذية المائية.	الآبار، والمياه الجوفية، والتربة الزراعية، والزراعة الساحلية، والتجمعات المحلية.	سيناريو الغمر والقراءة المكانية وأدبيات المياه الجوفية؛ دون قياسات ملوحة موحدة.	أولوية بحثية ومتوسطة في المواقع المتأثرة	رصد الملوحة في الآبار والتربة، وتنظيم السحب الجوفي، وحماية الآبار، وإعداد خريطة لمناطق التداخل الملحي.

المصدر: نتائج النمذجة المكانية للغمر الساحلي، وتحليل مجاري الأودية ومصباتها، والمؤشرات المناخية، والتقارير والدراسات المتعلقة بتدهور الأراضي وموارد المياه؛ معالجة فريق الدراسة.

جدول ملحق رقم (1-4): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة شبوة

نوع الخطر	مستوى التعرض أو الحساسية	عوامل التعرض والهشاشة	أبرز الأصول والقطاعات المتأثرة	أساس التقدير	أولوية التدخل	التدخلات الرئيسية	
الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر	متوسط وموضعي	وجود نطاقات منخفضة متقطعة في رضوم وبئر علي وبلحاف ومصبات الأودية، مع قرب بعض المواقع الاقتصادية والخدمية من الساحل.	الطرق الساحلية، والمرافق، والتجمعات المحلية، والمواقع الاقتصادية والخدمية.	نمذجة الغمر الثابت وتحليل الارتفاعات واستخدامات الأراضي.	متوسطة إلى عالية في المواقع الحساسة	إعداد خرائط تفصيلية للمواقع المنخفضة، وتنظيم استخدامات الأراضي، وحماية المرافق والطرق، ورصد الملوحة في المواقع المحتمل تأثرها.	
السيول والفيضانات والتأثيرات المطرية للعواصف	مرتفع في الممرات والمواقع الحيوية	تداخل الأودية ومسارات الجريان مع الطرق والعبارات والقرى والمناطق الزراعية والمواقع الاقتصادية.	طرق الربط، والعبارات، والتجمعات السكانية، والزراعة، والخدمات والمنشآت الاقتصادية.	سجل الأحداث، وتحليل الأودية والطرق، والتقارير المحلية، والمخرجات المكانية للدراسة.	متوسطة إلى عالية	حماية الطرق والممرات، وصيانة العبارات، وتحديد نقاط الانقطاع، وتعزيز الإنذار المبكر، وإعداد خطط لاستمرار الحركة والخدمات.	
الإجهاد الحراري	متوسط إلى مرتفع، مع بؤر أعلى في بعض المديريات	الحرارة المرتفعة، والعمل المكشوف، وضعف التظليل والغطاء النباتي، والضغط على المياه والطاقة.	العمال، والسكان، والصحة، والمياه، والطاقة، والمنشآت الاقتصادية.	مؤشر أخطار الحرارة HRI والتحليل المكاني الحراري.	متوسطة إلى عالية في البؤر المحددة	حماية العمال، وتعديل ساعات العمل، وتوفير الظل والمياه، وتحسين كفاءة المباني والطاقة، وتوجيه التدخلات حسب الخريطة الحرارية.	
التصحر وتدهور الأراضي وزحف الرمال	متوسط إلى مرتفع بتقدير نوعي	تدهور الغطاء النباتي والتربة، وزحف الرمال، وشح المياه، وضغوط الرعي واستخدام الأرض.	المراعي، والزراعة، والطرق، والآبار، والمجتمعات المحلية وسبل العيش.	التقارير المتاحة، ومؤشرات تدهور الأراضي، والاستبيان، والقراءة البيئية النوعية.	متوسطة	تثبيت الرمال في المواقع الحرجة، وحماية الطرق والآبار، وإدارة المراعي، واستعادة الغطاء النباتي، وحصاد المياه.	

المصدر: نتائج النمذجة المكانية للغمر الساحلي، وتحليل الأودية والطرق، ومؤشر أخطار الحرارة، ومؤشرات تدهور الأراضي؛ معالجة فريق الدراسة.

جدول ملحق رقم (1-5): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة حضرموت

نوع الخطر	مستوى التعرض أو الحساسية	عوامل التعرض والهشاشة	أبرز الأصول والقطاعات المتأثرة	أساس التقدير	أولوية التدخل	التدخلات الرئيسية	
الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر	متوسط مكانيًا، مع حساسية مرتفعة في بعض المراكز الساحلية	وجود مناطق منخفضة ومصبات أودية ومراكز حضرية وخدمية قريبة من الساحل في بروم والريدة وقصيعر والديس والمكلا.	الأحياء والمنشآت والطرق والمرافق والخدمات الواقعة في النطاقات الساحلية المنخفضة.	نمذجة الغمر الثابت وتحليل الارتفاعات واستخدامات الأراضي.	عالية في المواقع الحساسة	إعداد خرائط تفصيلية، ومراجعة مواقع المنشآت الجديدة، وحماية الطرق والخدمات، وإدماج الغمر في التخطيط الساحلي والعمراني.	
الأعاصير والعواصف المدارية	مرتفع، وقد يبلغ مرتفعًا جدًا في الأحداث الشديدة والمناطق الساحلية	الموقع المواجه لبحر العرب، والتعرض للرياح والأمطار الغزيرة واضطراب البحر، وهشاشة بعض الخدمات وشبكات الطرق.	المدن الساحلية، والمساكن، والطرق، والكهرباء، والمياه، والاتصالات، والمنشآت الحيوية.	السجل التاريخي للأحداث، وتقارير الأعاصير والأرصاد، والاستبيان والجلسات البؤرية.	عالية جدًا	تعزيز الإنذار المبكر، وخطط الإخلاء والطوارئ، واستمرارية الخدمات، وحماية المنشآت الحساسة، ورفع جاهزية المدن الساحلية.	
السيول والأودية	مرتفع، مع نقاط شديدة الحساسية	امتداد الأودية وتقاطع مسارات الجريان مع المدن والقرى والطرق والجسور والمناطق الزراعية والخدمية.	السكان، والمساكن، والطرق، والجسور، والزراعة، ومصادر المياه، والخدمات.	تحليل الأودية، وسجل الفيضانات، والتقارير المحلية، والجلسات البؤرية.	عالية جدًا في نقاط التقاطع الحرجة	منع البناء والتضييق في مسارات الجريان، وصيانة الجسور والعبارات، وحماية الطرق والخدمات، وتطوير خرائط السيول والإنذار المحلي.	
الإجهاد الحراري الساحلي والحضري والميداني	متوسط إلى مرتفع بتقدير نوعي	الحرارة والرطوبة الساحلية، والحرارة الشديدة في الداخل، وضعف التظليل، والضغط على المياه والكهرباء، والعمل المكشوف.	السكان، والعمال، والصحة، والمياه، والطاقة، والأنشطة الزراعية والسمكية.	المؤشرات المناخية العامة، والاستبيان، والجلسات البؤرية، وخصائص التعرض المحلية؛ دون خريطة حرارية موحدة للمحافظة.	متوسطة إلى عالية	إعداد خرائط حرارة تفصيلية، وزيادة التشجير والتظليل، وتحسين التهوية وكفاءة المباني، وحماية العمال، وإدارة الطلب على المياه والطاقة.	
التصحر وتدهور الأراضي وزحف الرمال	متوسط إلى مرتفع بتقدير نوعي	تدهور التربة والغطاء النباتي، وشح المياه، وزحف الرمال في بعض المواقع، وضغوط الرعي والزراعة.	الأراضي الزراعية، والمراعي، والطرق، والآبار، والمجتمعات الريفية وسبل العيش.	التقارير والدراسات المتاحة، والاستبيان، والتحليل البيئي النوعي.	متوسطة إلى عالية	حماية التربة والغطاء النباتي، وتنظيم الرعي، وتثبيت الرمال في المواقع الحرجة، وحصاد المياه، وتحسين إدارة الأراضي والمراعي.	

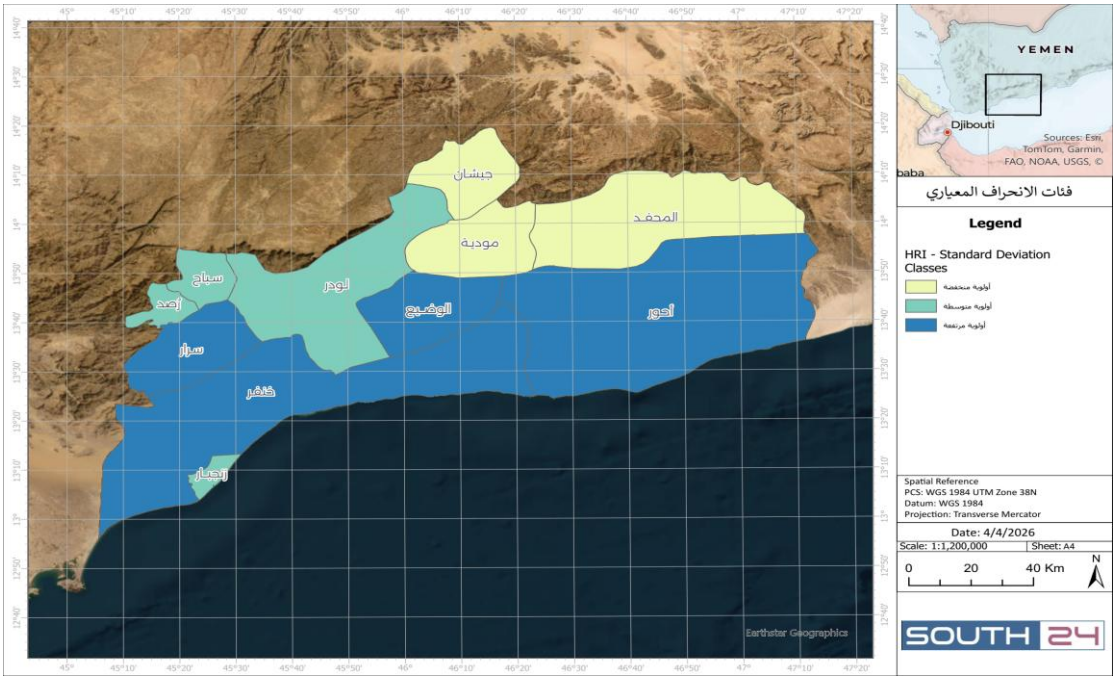
تداخل المياه المالحة	خطر موضعي محتمل يحتاج إلى تحقق	القرب من الساحل، والضغط على بعض موارد المياه الجوفية، واحتمال تأثر الآبار والتربة في المناطق المنخفضة الساحلية.	الآبار، والمياه الجوفية، والزراعة الساحلية، والتجمعات المحلية.	قراءة مكانية ونوعية مرتبطة بالغمر الساحلي؛ دون قياسات ملوحة موحدة أو نموذج هيدروجيولوجي.	أولوية بحثية ومتوسطة في المواقع المثبتة	تنفيذ مسح للآبار والملوحة، وإنشاء برنامج للرصد، وتنظيم الضخ الجوفي، وحماية مصادر المياه الساحلية.	
المصدر: نتائج النمذجة المكانية للغمر الساحلي، والسجل التاريخي للأعاصير والسيول، وتحليل الأودية، والمؤشرات المناخية، والجلسات البؤرية، والدراسات المتعلقة بتدهور الأراضي وموارد المياه؛ معالجة فريق الدراسة.							

جدول ملحق رقم (1-6): مصفوفة المخاطر المناخية وأولويات التدخل في محافظة المهرة

نوع الخطر	مستوى التعرض أو الحساسية	عوامل التعرض والهشاشة	أبرز الأصول والقطاعات المتأثرة	أساس التقدير	أولوية التدخل	التدخلات الرئيسية	
الغمر الساحلي وارتفاع مستوى سطح البحر	مرتفع جدًا مكانيًا مقارنة بالمحافظات الأخرى	اتساع المناطق المنخفضة والسواحل المفتوحة ومصبات الأودية في الغيضة والمسيلة وحصوين وسيحوت، مع وجود طرق وتجمعات وخدمات قريبة من الساحل.	التجمعات الساحلية، والطرق، والخدمات المحلية، والأراضي المنخفضة، وبعض مصادر المياه.	نمذجة الغمر الثابت وتحليل الارتفاعات واستخدامات الأراضي.	عالية، وعاجلة في المواقع ذات الأصول الحساسة	إعداد خرائط تفصيلية للأصول المعرضة، وتنظيم التوسع الساحلي، وحماية الطرق والخدمات والتجمعات ذات الأولوية، ورصد الملوحة.	
الأعاصير والعواصف المدارية	مرتفع جدًا في النطاقات الساحلية ومسارات التأثير	التعرض المباشر لعواصف بحر العرب، والأمطار الشديدة، واضطراب البحر، ومحدودية جاهزية بعض الخدمات والطرق.	المساكن، والتجمعات الساحلية، والطرق، والمياه، والكهرباء، والاتصالات، والخدمات الصحية.	السجل التاريخي للأعاصير، وتقارير الأرصاد والأضرار، وتقارير إعصار تيج.	عالية جدًا من حيث الجاهزية والاستجابة	تعزيز الإنذار المبكر، وتحديث خطط الإخلاء والملاجئ، وتأمين الاتصالات والخدمات، وتخزين الإمدادات، وضمان بدائل الطرق والوصول.	
السيول الساحلية وسيول الأودية	مرتفع، مع نقاط شديدة الحساسية	تداخل الأودية ومسارات الجريان مع التجمعات والطرق، وتباعد السكان، ومحدودية الطرق البديلة.	القرى، والطرق، والعبارات، ومصادر المياه، والخدمات، وممرات الوصول.	تحليل الأودية، وسجل الأحداث، والتقارير المحلية وتقارير الأضرار، والاستبيان بوصفه دعمًا نوعيًا.	عالية	حماية مسارات الجريان، وصيانة العبارات، وتحديد نقاط قطع الطرق، وتعزيز الإنذار المحلي، وإعداد	

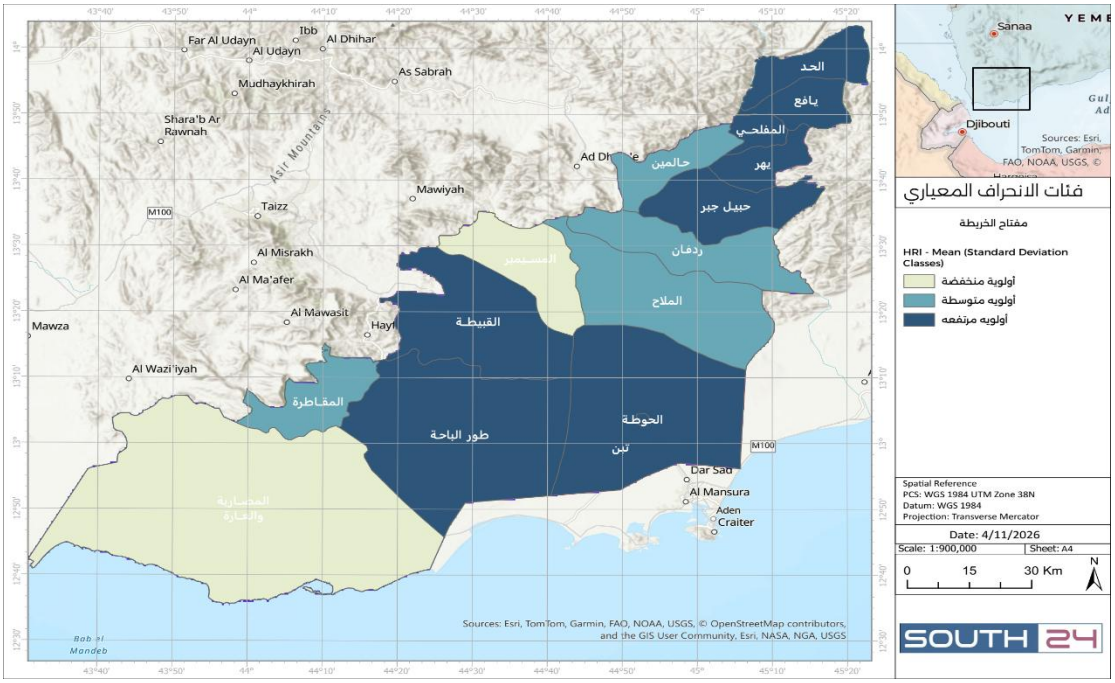
						خطط للمجتمعات المعزولة.	
الإجهاد الحراري الساحلي والخدمي	متوسط إلى مرتفع بتقدير نوعي	الحرارة والرطوبة، والعمل المكشوف، وتباعد التجمعات، وضعف الوصول إلى المياه والكهرباء والخدمات الصحية.	العمال، والصيادون، والسكان، والصحة، والمياه، والخدمات المحلية.	المؤشرات المناخية العامة وخصائص الهشاشة المحلية؛ دون خريطة حرارية تفصيلية للمحافظة.	متوسطة إلى عالية	تحسين الوصول إلى المياه والظل، وحماية العمال، وتعزيز التوعية الصحية، وتحسين التهوية وكفاءة المباني، وإعداد خرائط حرارة لاحقة.	
المصدر: نتائج النمذجة المكانية للغمر الساحلي، والسجل التاريخي للأعاصير والسيول، وتحليل الأودية، والمؤشرات المناخية، وتقارير الأضرار وخصائص الهشاشة المحلية؛ معالجة فريق الدراسة.							

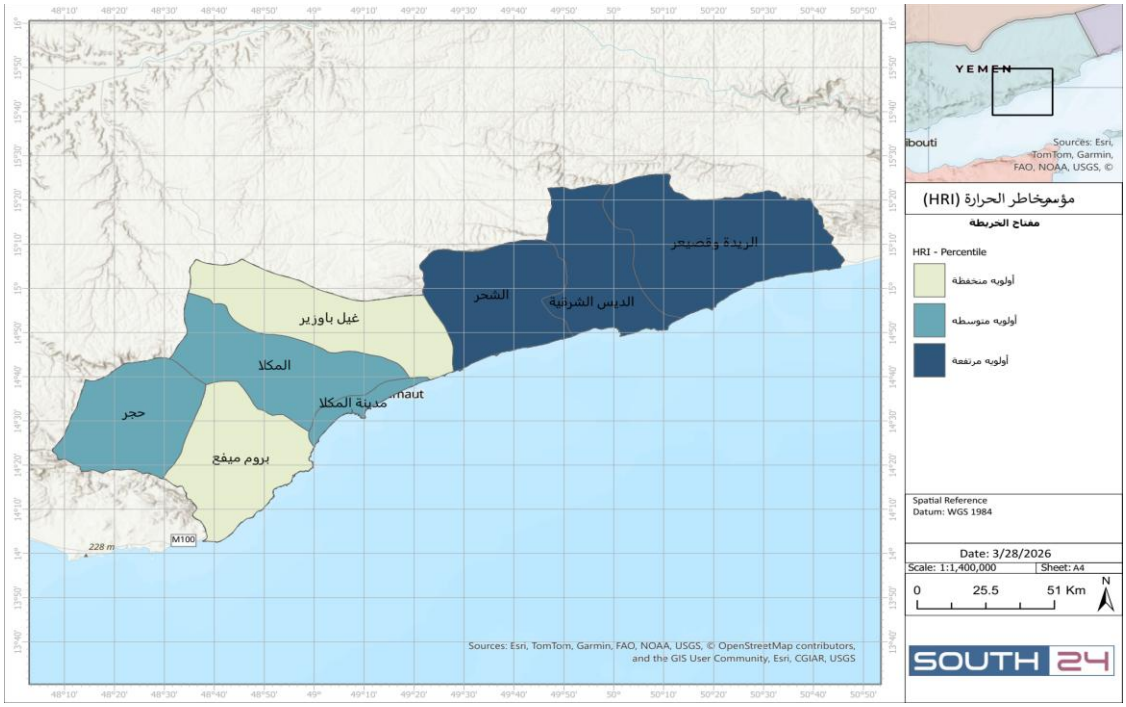
ثانياً: الخرائط



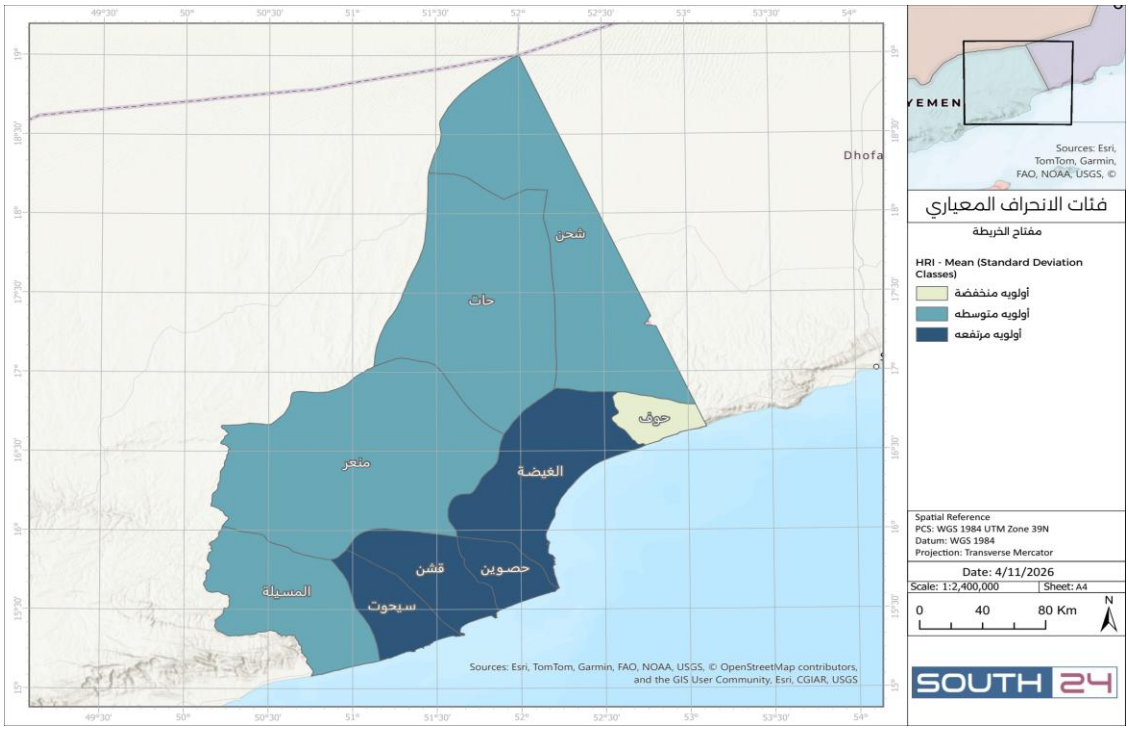
خريطة ملحق رقم (2-1): التوزيع المكاني لفئات متوسط مؤشر أخطار الحرارة في مديريات محافظة أبين

خريطة ملحق رقم (2-2): التوزيع المكاني لفئات متوسط مؤشر أخطار الحرارة في مديريات محافظة لحج

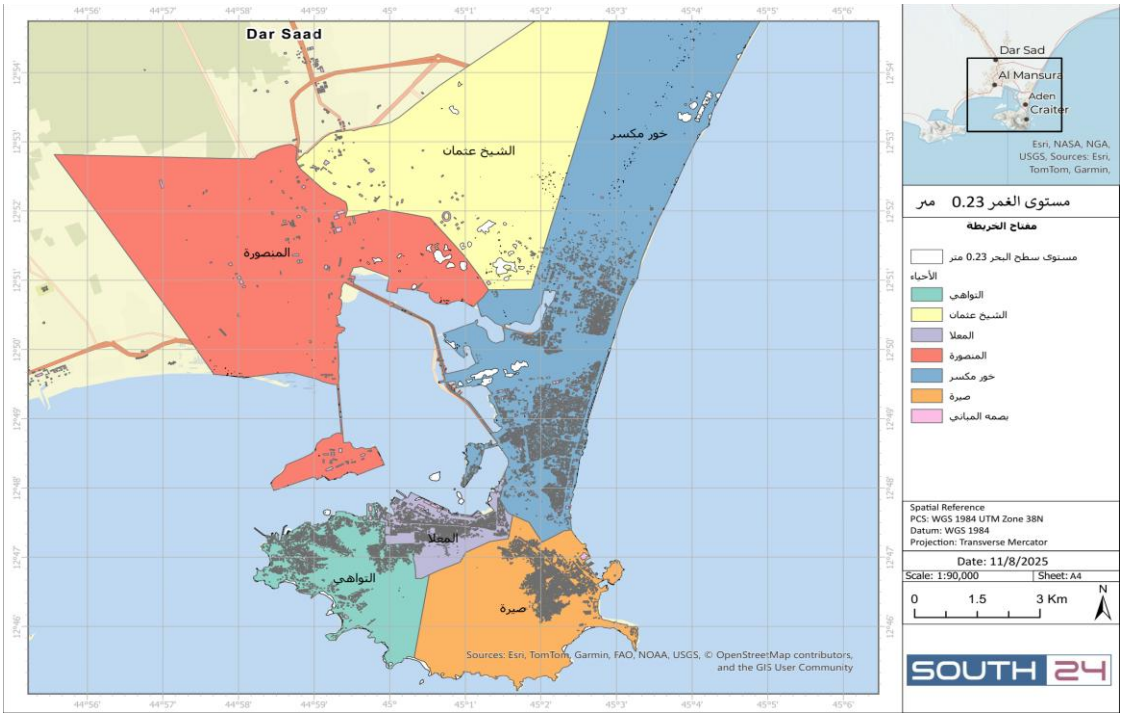




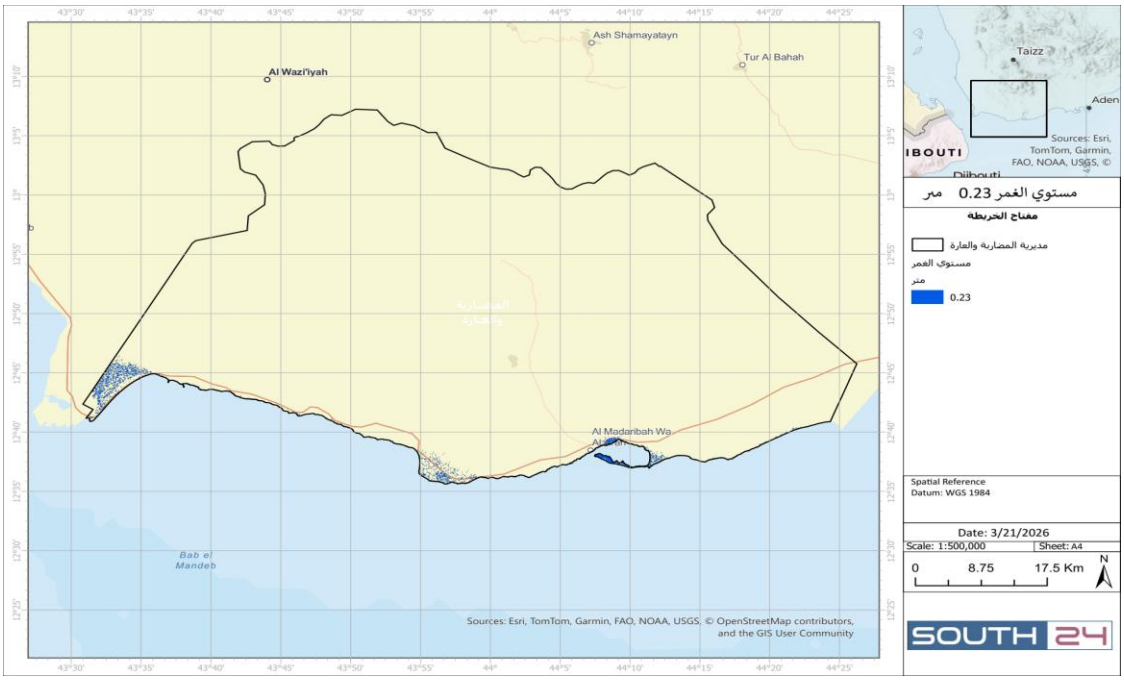
خريطة ملحق رقم (2-3): التوزيع المكاني لفئات متوسط مؤشر أخطار الحرارة في مديريات ساحل محافظة حضرموت



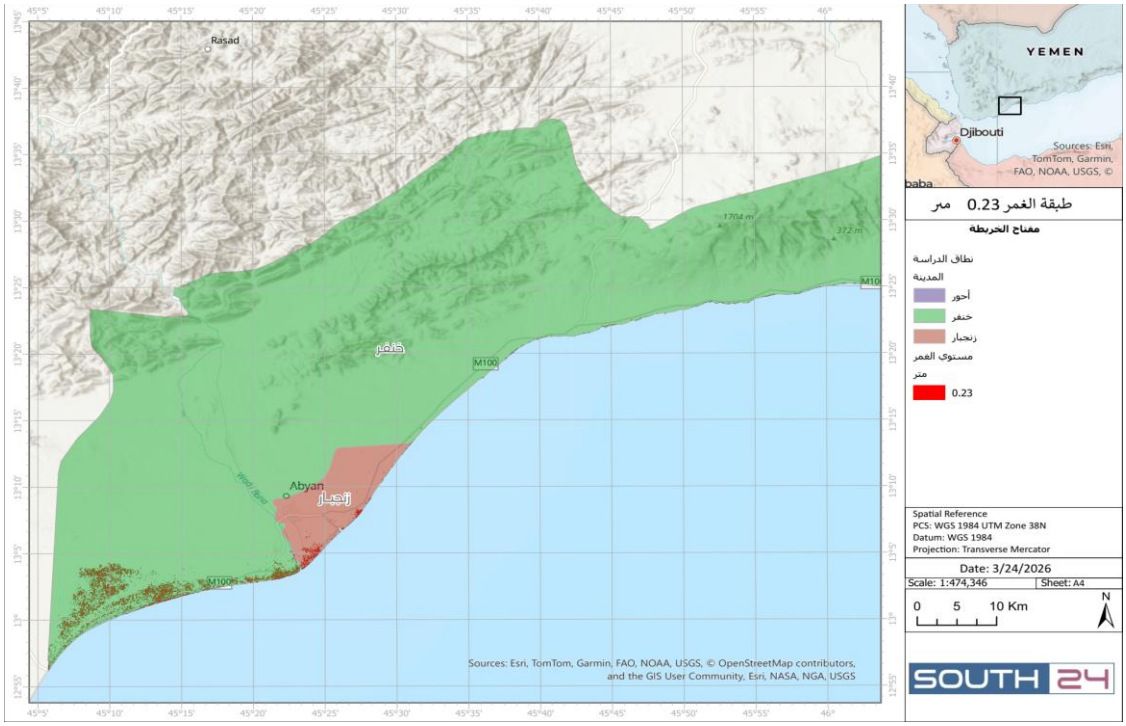
خريطة ملحق رقم (2-4): التوزيع المكاني لفئات متوسط مؤشر أخطار الحرارة في مديريات محافظة المهرة



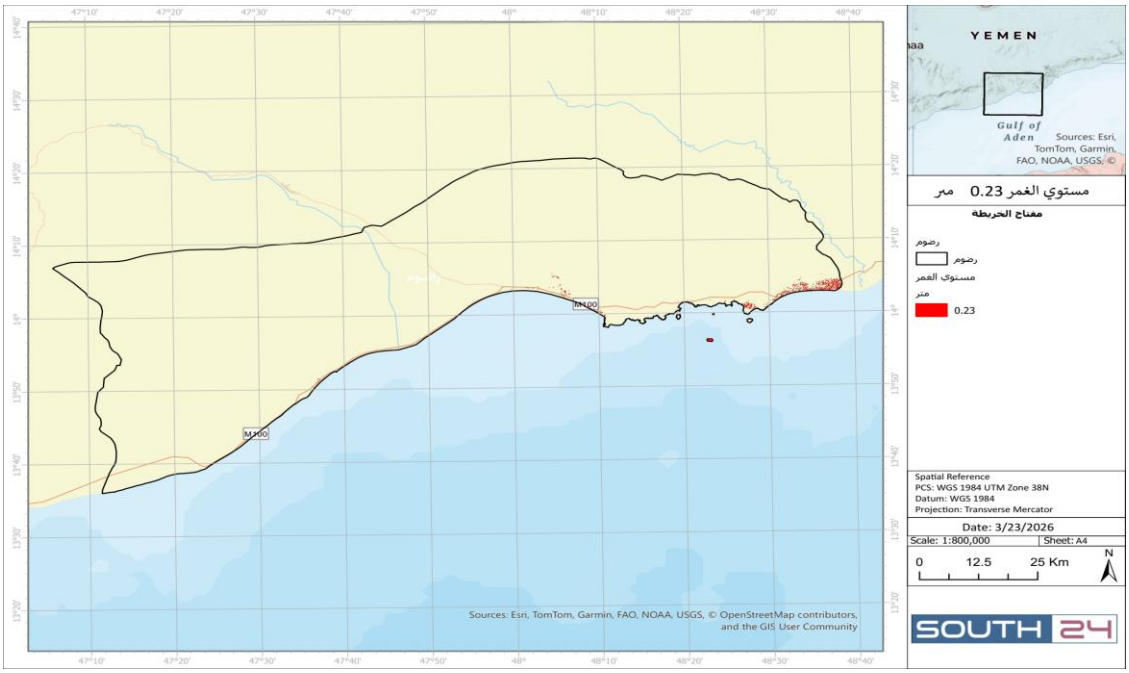
خريطة ملحق رقم (2-5): التوزيع المكاني للنطاقات المعرضة للغمر الساحلي في مديريات مدينة عدن وفق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050 (مخرجات النمذجة المكانية لسيناريو الغمر الساحلي، بالاستناد إلى نموذج الارتفاع الرقمي(DEM) .



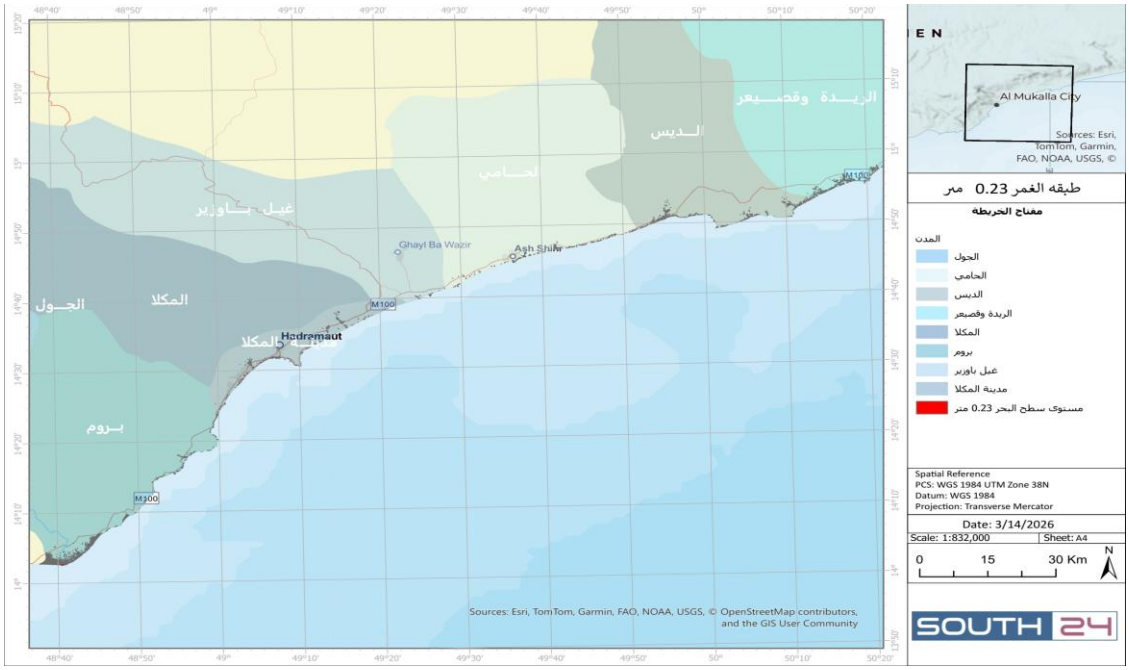
خريطة ملحق رقم (2-6): التوزيع المكاني للنطاقات المعرضة للغمر الساحلي في مديرية المضاربة ورأس العارة بمحافظة لحج وفق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050.



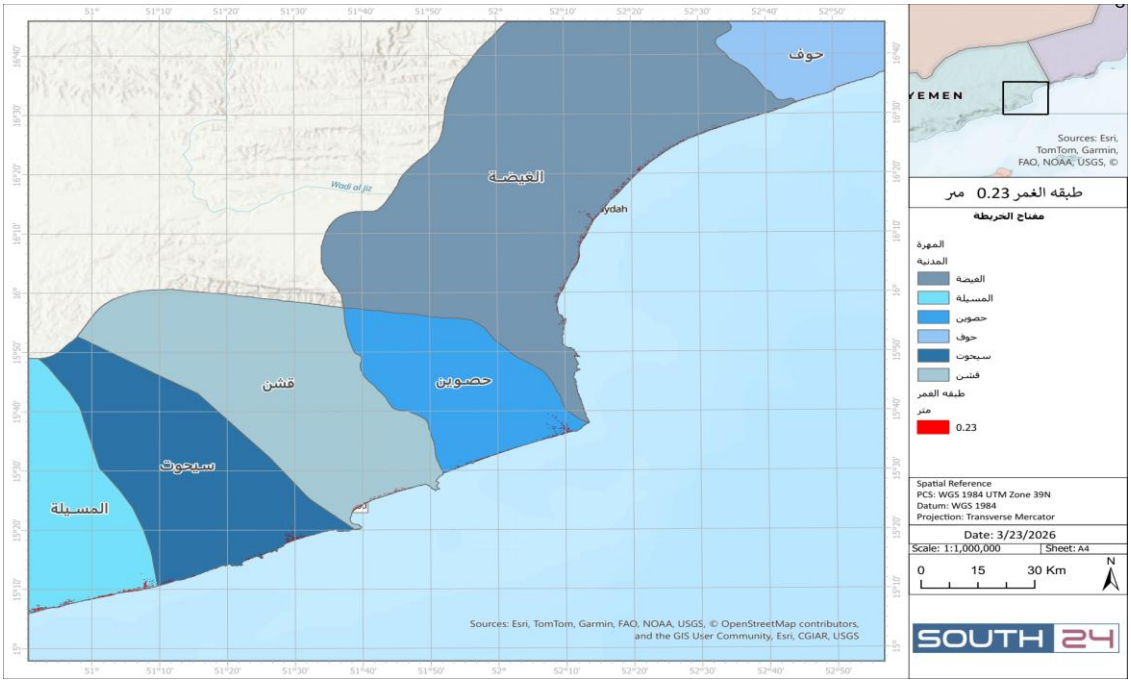
خريطة ملحق رقم (2-7): التوزيع المكاني للنطاقات المعرضة للغمر الساحلي في مديريتي زنجبار وخنفر بمحافظة أبين وفق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050.



خريطة ملحق رقم (2-8): التوزيع المكاني للنطاقات المعرضة للغمر الساحلي في مديرية رضوم بمحافظة شبوة وفق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050.



خريطة ملحق رقم (2-9): التوزيع المكاني للنطاقات المعرضة للغمر الساحلي في مديريات ساحل محافظة حضرموت وفق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050.



خريطة ملحق رقم (2-10): التوزيع المكاني للنطاقات المعرضة للغمر الساحلي في مديريات محافظة المهرة وفق سيناريو ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 0.23 متر حتى عام 2050.

ثالثاً: الصور

صورة ملحق رقم (3-1): جلسة نقاش بؤرية نظمها فريق الدراسة في مدينة المكلا بمحافظة حضرموت لمناقشة المخاطر المناخية وأولويات التكيف في المدن الساحلية بجنوب اليمن.

صورة ملحق رقم (3-2): جلسة نقاش بؤرية نظمها فريق الدراسة في مدينة عدن بتاريخ 24 يناير 2026 لمناقشة المخاطر المناخية وأولويات التكيف في المدن الساحلية بجنوب اليمن.

قائمة المراجع والمصادر

أولًا: المراجع والتقارير الدولية والأممية

1. اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر. (د.ت.). المادة الأولى: استخدام المصطلحات.

2. البنك الدولي. (2024). تقرير المناخ والتنمية الخاص باليمن.

3. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. (2023). قاموس حول مصطلحات المناخ: دليل يومي لتغير المناخ.

4. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي. (2024). تدهور الأراضي والتنمية البشرية في اليمن.

5. الجمهورية اليمنية. (2013). البلاغ الوطني الثاني للجمهورية اليمنية إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

6. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. (2021). تغير المناخ 2021: الأساس العلمي الفيزيائي – صحيفة الحقائق الإقليمية لآسيا.

7. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. (2022). تغير المناخ 2022: الآثار والتكيف والقابلية للتأثر – الملحق الثاني: مسرد المصطلحات.

8. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. تعريف المصطلحات المستخدمة في صفحات مركز توزيع البيانات.

9. مكتب الأمم المتحدة للحد من أخطار الكوارث. (2017أ). التعرض.

10. مكتب الأمم المتحدة للحد من أخطار الكوارث. (2017ب). الخطر.

11. مكتب الأمم المتحدة للحد من أخطار الكوارث. (2017ج). القدرة على الصمود.

12. مكتب الأمم المتحدة للحد من أخطار الكوارث. (2017د). القابلية للتضرر.

13. مكتب الأمم المتحدة للحد من أخطار الكوارث. ملف معلومات الأخطار: الفيضانات المفاجئة.

14. مكتب الأمم المتحدة للحد من أخطار الكوارث.. تحويل الكلمات إلى أفعال: التقييم الوطني لمخاطر الكوارث – مصفوفة المخاطر.

15. منصة الأمم المتحدة العالمية. دليل إدارة وتنظيم النظم الإحصائية الوطنية: البيانات الجغرافية المكانية.

16. منظمة الصحة العالمية. (2025). الإجهاد الحراري في مكان العمل: سؤال وجواب.

17. منظمة الصحة العالمية، المكتب الإقليمي لشرق المتوسط. (2023). إعصار تيج المداري يضرب اليمن في ظل معاناة النظام الصحي من ضعف القدرة على الاستجابة.

18. المنظمة الدولية للهجرة. المصطلحات الرئيسية للهجرة: الهجرة المناخية.

19. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. (2023). إرشادات قياس الجزيرة الحرارية الحضرية في طبقة المظلة ونمذجتها ورصدها، المنشور رقم 1292.

20. المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. دليل أجهزة الرصد وطرائقه، المنشور رقم 8.

21. برنامج الأمم المتحدة لاستخدام المعلومات الفضائية في إدارة الكوارث والاستجابة للطوارئ. مسرد المصطلحات: الاستشعار عن بُعد.

ثانيًا: الدراسات والمقالات والتقارير البحثية

22. الشهراني، هيا فلاح. (2025). تقييم تأثير الحدائق الحضرية في خفض حرارة سطح الأرض بمدينة الرياض باستخدام تقنيات الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية للفترة 2014–2020. مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية، 9(3)، 57–80.

23. مركز صنعاء للدراسات الاستراتيجية. آثار الفيضانات والسيول على المجتمعات الزراعية في اليمن.

24. مركز سوث24 للأخبار والدراسات. (2025). التصحر في اليمن: العوامل والآثار والاستجابات.

25. الراعي، محمد. (2010). تأثير ارتفاع مستوى سطح البحر على المنطقة العربية. جامعة الإسكندرية؛ المركز الإقليمي للحد من مخاطر الكوارث، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري.

ثالثًا: التقارير الحكومية والوثائق غير المنشورة

ملاحظة: التقارير الواردة في هذا القسم غير منشورة، وقد اطلع عليها فريق الدراسة، وتُحفظ نسخ منها في أرشيف مشروع الدراسة لدى مركز سوث24 للأخبار والدراسات.

26. الهيئة العامة للطيران المدني والأرصاد. (2025، 8 نوفمبر). تقرير حول الحالات المناخية والفيضانات والتأثيرات في المحافظات الساحلية المستهدفة [تقرير حكومي غير منشور]. مكتب العاصمة عدن.

27. الهيئة العامة للطيران المدني والأرصاد. تقرير حول الفيضانات والتأثيرات المناخية في المحافظات الساحلية [تقرير حكومي غير منشور].

28. وزارة المياه والبيئة، الهيئة العامة لحماية البيئة، فرع المهرة. (2023). تقرير خاص عن إعصار تيج [تقرير حكومي غير منشور].

رابعًا: قواعد البيانات والأدوات الجغرافية والمناخية

29. الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي. لوحة معلومات الغمر الساحلي: ما المقصود بالغمر؟.

30. الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء. أداة توقعات ارتفاع مستوى سطح البحر استنادًا إلى تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

31. المفوضية الأوروبية، برنامج كوبرنيكوس. نموذج الارتفاعات الرقمي لكوبرنيكوس. منظومة كوبرنيكوس للبيانات الفضائية.

32. هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية. بعثات أقمار رصد الأرض.

33. هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية. ما نموذج الإرتفاعات الرقمي؟.

34. جوجل للأبحاث. قاعدة بيانات المباني المفتوحة.

خامسًا: المصادر الميدانية وبيانات الدراسة

ملاحظة: جميع البيانات والتقارير الواردة في هذا القسم غير منشورة، ومحفوظة في أرشيف مشروع الدراسة لدى مركز سوث24 للأخبار والدراسات. وتُراعى سرية المشاركين وحذف أي معلومات تتيح التعرف إلى هوياتهم.

35. فريق الدراسة، مركز سوث24 للأخبار والدراسات. (2025). استبانة مخاطر المناخ والبيئة والتخطيط الحضري في المحافظات الساحلية المستهدفة: قاعدة بيانات تضم إجابات 62 مشاركًا [مجموعة بيانات أولية غير منشورة].

36. فريق الدراسة، مركز سوث24 للأخبار والدراسات. (2025، ديسمبر). مخرجات الجلسة البؤرية حول مخاطر التغير المناخي في مدينة المكلا بمحافظة حضرموت [بيانات نوعية أولية غير منشورة].

37. فريق الدراسة، مركز سوث24 للأخبار والدراسات. (2026، يناير). مخرجات الجلسة البؤرية حول مخاطر التغير المناخي في مدينة عدن [بيانات نوعية أولية غير منشورة].

38. فريق الدراسة، مركز سوث24 للأخبار والدراسات. (2026). الإفادات النوعية للمختصين والخبراء المشاركين في الجلستين البؤريتين حول الأعاصير والسيول والغمر الساحلي وتدهور الأراضي والهشاشة المناخية [قاعدة بيانات نوعية غير منشورة].

39. فريق الدراسة، مركز سوث24 للأخبار والدراسات. (2026، فبراير). التقرير الفني الخاص بتأثير ارتفاع درجات الحرارة في مدينة عدن: مؤشر أخطار الحرارة [تقرير فني غير منشور].

40. فريق الدراسة، مركز سوث24 للأخبار والدراسات. (2026، أبريل). التقرير الفني الخاص بمؤشر أخطار الحرارة في محافظة شبوة [تقرير فني غير منشور].

سادسًا: المصادر الصحفية والإلكترونية المساندة

41. الكمالي، فاروق. (2015، 30 نوفمبر). الأعاصير تكبد اليمن 1.3 مليار دولار. العربي الجديد.

42. المشاهد نت.. التصحر يلتهم الأراضي في اليمن.

43. حلم أخضر. (2025). عدن: الفيضانات تتسبب بكارثة إنسانية.

44. اليمن ديلي. (2018). الأعاصير الاستوائية: حرب المناخ على المحافظات اليمنية.

إنتاج

مركز سوث24 للأخبار والدراسات

برعاية منظمة

صندوق العمل العاجل (Urgent Action Fund)

نبذة عن المؤلفين

- **زاهر بن الشيخ أبوبكر**
باحث أول غير مقيم في قضايا المناخ والبيئة لدى مركز سوث24 للأخبار والدراسات، تتركز اهتماماته في التغير المناخي والتكيف والمرونة والمدن الساحلية.
- **هشام الكاف**
كاتب وباحث في الشؤون الإقليمية والدولية، مهتم بقضايا البيئة والمناخ، وله عدد من الدراسات والمؤلفات البحثية. حاصل على درجة الماجستير في العلوم السياسية.

South24 Center for News and Studies
Main Office: Switzerland & Aden
south24.org - south24.net
info@south24.org