القمة العالمية للحكومات 2025

بالتعاون مع pwc

تسخير الابتكار لتعزيز المرونة في مواجهة تحديات الأزمات المناخيّة الطارئة

لم تعد الكوارث المناخيّة المتزايدة في تواترها وشدتها مجرد تنبؤات مستقبلية، بل أصبحت واقعاً ملموساً يفرض تحدياته علينا اليوم. ومع ذلك، تظل الفرص نحو الحلول قائمة وقابلة للتنفيذ. فمن خلال تسخير التقنيات الرقمية الحديثة وتعزيز التعاون بين الحكومات والمجتمعات المحلية، يُمكننا فتح المجال أمام استجابة أكثر كفاءة وشمولية لهذا التحديّ العالميّ.

أن نكون مصدر إلهام وتمكين

للجيل الجديد من الحكومات

تبرز القمة العالمية للحكومات باعتبارها منصة تُعنى برسم مستقبل الحكومات في كافة ربوع العالم. وما من عام ينقضي إلا وتتولى القمة إعداد جدول الأعمال للجيل الجديد من الحكومات، مع التركيز على سبل تسخير التقنية والابتكار بغية طرح الحلول لما تواجهه البشرية من تحديات عالمية.

يشار بالبنان إلى القمة العالمية للحكومات، فهي مركز لتبادل المعارف، ذلك أنها نقطة التقاء تجمع الحكومات، والتوجهات المستقبلية، والتقنية والابتكار. تأتي هذه القمة بمثابة منصة للقيادات الفكرية ومركز للتواصل بين راسمي السياسات، والخبراء، والرواد على صعيد التنمية البشرية.

إنها بوابة المستقبل، ذلك أنها منصة تُعنى بتحليل الفرص والتوجهات والتحديات المستقبلية التي تواجهها البشرية، وهي أيضا ساحة لعرض الابتكارات، وأفضل الممارسات، وأذكى الحلول حتى تكون مصدرا للإلهام والإبداع في معالجة ما يحمله المستقبل من تحديات.

NMENTS SUMMIT
عالمية للحكومات
القمة العالمية للحكومات
WORLD GOVERNMENTS SUMMIT

المحتويات

المواضيع

الملخص التنفيذي	07
القسم 1: التكاليف الناجمة عن تغيّر المناخ	11
القسم 2: التعرض لمخاطر تغير المناخ حول العالم	15
القسم 3: تسخير إمكانات التقنيات الرقمية المبتكرة لمواجهة تغير المناخ	23
القسم 4: التعاون للوصول إلى الحلول وتنفيذها على نطاق واسع	29
القسم 5: الطريق نحو المستقبل: دعوة عالمية للتحرك	35
الخاتمة	41

الملخص التنفيذي

تفاقم الكوارث المناخيّة: دور السياسات في إيجاد الحلول

تتفاقم التكاليف البشرية والمادية التي تسببها الكوارث الطبيعية الناتجة عن تغيّر المناخ بوتيرة متسارعة، ما يستدعي صياغة الحكومات لسياسات مبتكرة وفعّالة ترتكز على توظيف التقنيات الرقمية المبتكرة ضمن إطار تعاوني شامل يضم كافة فئات المجتمع، بهدف السيطرة على التكاليف المتصاعدة والحد من أضرار الكوارث المناخيّة.

- ارتفع عدد الظواهر الجوية المتطرفة، مثل موجات الحر وحرائق الغابات والأعاصير، بشكل ملحوظ خلال السنوات الأخيرة. وإذا استمرت هذه الاتجاهات، فقد يصل عدد الظواهر المناخيّة المتطرفة إلى 560 حادثة سنوياً بحلول عام 2030 – أي بمعدل 1.5 حادثة يومياً – ما يمثل زيادة بنسبة 40% مقارنة بعام 2015. ولا تقتصر تداعيات هذه الظواهر على المعاناة البشرية الهائلة التي تخلفها، بل تمتد إلى فرض أعباء اقتصادية ضخمة. ففي عام 2022 وحده، تجاوزت التكاليف الناجمة عن الكوارث الطبيعية 200 مليار دولار تكبدتها الحكومات والشركات، ما يمثل زيادة بنسبة 40% عن المتوسط السنوي خلال العشرين عاماً الماضية (باستثناء الزلازل)[1].

- تؤثر الكوارث بشكل غير متناسب على **الفئات السكانية ذات الدخل المنخفض**، حيث تفتقر هذه الفئات إلى الموارد الكافية والقدرة على التكيّف مع التحديات الناجمة عن هذه الكوارث.

- ارتفعت مستويات سطح البحر عالمياً بمقدار يتراوح بين 15 و25 سم منذ عام 1900، ومن المتوقع أن يتعرض حوالي مليار شخص يعيشون في **المدن المنخفضة** والمناطق الساحلية لخطر ارتفاع مستوى سطح البحر وغيرها من المخاطر المناخية الأخرى بحلول منتصف القرن [2].

- ستحتاج الدول النامية مجتمعة إلى تدبير **موارد مالية سنوية** تتراوح بين 215 مليار دولار و387 مليار دولار خلال هذا العقد الحالي لمعالجة آثار الاحتباس الحراري العالمي والتخفيف من حدتها[3].

كما تتسبب الظواهر المرتبطة بتغيّر المناخ في انعدام الأمن الغذائي والمائي، وزيادة مخاطر النزوح والهجرة، وتفاقم التهديدات الصحية، بالإضافة إلى أضرار جسيمة للبنية التحتية وفقدان التنوع البيولوجي. ويتطلب التصدي لهذه التحديات تحركاً سياسياً منسقاً يقوم على توظيف التكنولوجيا الحديثة لتقليل المخاطر والتخفيف من آثارها. تمتلك التقنيات الرقمية القائمة على البيانات إمكانات هائلة لإدارة هذه المخاطر المتداخلة. وتشمل التطبيقات العملية لهذه التقنيات أنظمة الإنذار المبكر، والمنصات متعددة المخاطر، وتقنيات مراقبة الأرض، والاستشعار عن بُعد. وتشمل الأدوات التكنولوجية الطائرات بدون طيار (Drones)، وإنترنت الأشياء (IoT)، والواقع المعزز والواقع الافتراضي (AR وVR)، والحوسبة المتقدمة، والذكاء الاصطناعي (AI).

وتتطلب السيطرة على التكاليف وتعظيم النتائج الإيجابية نهجاً تعاونياً يجمع بين الحكومات والشركات الخاصة والمؤسسات الأكاديمية والمجتمعات، بما يسهم في توحيد الموارد والمعرفة والتقنيات المبتكرة لتحقيق تأثير أكبر وأكثر فعالية في مواجهة التحديات.

- **تشكل الشراكات بين القطاعين الحكومي والخاص** ركيزة أساسية لتعزيز وضع حلول مستدامة وقابلة للتوسع في مواجهة تحديات التغيّرات المناخيّة

- **هناك حاجة ماسة إلى دعم السياسات وتوفير التمويل اللازم لتسهيل دمج التكنولوجيا بفعالية**، وذلك من خلال البناء على النهج الذي اعتمده صندوق الخسائر والأضرار، الذي أُعلن عنه في أواخر عام 2023 خلال مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP28) في دبي بدولة الإمارات، والذي يُعد خطوة محورية نحو تعزيز العدالة المناخيّة ومواجهة تداعيات التغيّر المناخي بشكل شامل ومستدام.

- **ينبغي أن تُقر السياسات الموجهة لسد الفجوة الرقمية بأن بيانات المخاطر المناخيّة والكوارث تُعد منفعة عامة** وعاملاً جوهرياً في الإدارة التشاركية لتأثيرات الكوارث المناخيّة والتخفيف من مخاطرها.

- **يُعد ترسيخ ثقافة الابتكار والاستعداد للمخاطر أولوية قصوى**. ويتطلب ذلك من الحكومات تطوير أطر وطنية شاملة تتماشى مع المساهمات المحددة وطنياً، وتُدرج ضمن خططها الوطنية للتكيّف

وعلى الرغم من أهمية التعاون، ينبغي على الحكومات أن تأخذ زمام المبادرة من خلال صياغة سياسات شاملة تُحفز الابتكار وتضمن وجود استراتيجيات فعالة للتكيّف مع التحديات المناخيّة. ويتطلب ذلك الاستثمار في البحث والتطوير، وتعزيز إشراك المجتمع بفاعلية لضمان مشاركة جميع الأطراف في صياغة حلول مستدامة ومرنة لمواجهة هذه التحديات

الفصل الأول

التكاليف الناجمة عن تغيّر المناخ

يشهد كوكب الأرض حالةً من الاضطراب البيئي المتزايد، تظهر في صورة حرائق الغابات المدمرة، والعواصف الاستوائية العاتية، وموجات الجفاف والفيضانات المتكررة. وتُشير الدلائل بقوة إلى أن هذا التصاعد في حدة الكوارث الطبيعية يعود إلى تسارع وتيرة تغيّر المناخ. فقد أفاد صندوق النقد الدولي بارتفاع وتيرة الكوارث المرتبطة بالطقس بمقدار ثلاثة أضعاف ونصف منذ عام 1980، فيما كان عام 2023 أحد أكثر الأعوام حرارةً على الإطلاق. ولا شك أن ارتفاع درجات الحرارة العالمية يُفاقم من حدة الظواهر الجوية المتطرفة، ما يُلقي بظلاله على الأنظمة البيئية والاقتصادات والمجتمعات على حدٍ سواء.

ومن الأمثلة القليلة على ذلك:

تشكل الكوارث المرتبطة بالمياه، مثل الفيضانات والجفاف، والأعاصير الاستوائية اليوم السبب الرئيسي وراء الخسائر البشرية والاقتصادية المسجلة على مستوى العالم[4].

في المناطق الأكثر عرضة للخطر حول العالم، يتأثر ما بين 3,3 مليار و3,6 مليار شخص بتداعيات تغيّر المناخ[6].

تشير التقارير إلى أن الكوارث المرتبطة بالمناخ أو المياه تسببت في أكثر من مليوني وفاة وخسائر اقتصادية بقيمة 4,3 تريليون دولار بين عامي 1970 و2021. وقد كانت هذه الآثار أكثر وطأة على الدول الأقل نمواً، والدول الجزرية الصغيرة النامية، والدول النامية غير الساحلية[5].

قد تكون أصول الشركات التي تبلغ قيمتها أربع تريليونات دولار معرضة للخطر بحلول عام 2030 بسبب تأثيرات التغيّر المناخي[7].

إلى جانب التكلفة الإنسانية الباهظة، تفرض الكوارث الطبيعية عبئاً مالياً هائلاً على الدول. يتضاعف هذا العبء في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل، نتيجة لنقص الموارد والإمكانات المالية، ما يعقّد جهود التعافي ويؤدي إلى تعميق الفجوات في التفاوت الاجتماعي والاقتصادي.

يُبرز هذا التقرير أهمية الابتكار – في مجالات البنية التحتية، والتكنولوجيا، والحَوكمة – إلى جانب التعاون الوثيق بين الحكومات، والشركات، والمجتمعات، ودوره الجوهري في مواجهة التحديات المعقدة التي يفرضها تغيّر المناخ. كما يقترح التقرير مجموعة من الحلول القادرة على التصدي لهذه التحديات. ويشمل ذلك تطوير بنية تحتية مقاومة للفيضانات، واستخدام أدوات تنبؤية مدعومة بالذكاء الاصطناعي، وتعزيز إشراك المجتمعات في إيجاد الحلول. وللاطلاع على مزيد من الأمثلة التفصيلية حول هذه الحلول، يُرجى قراءة الفصل الثالث من هذا التقرير، الذي يشتمل على مجموعة من الآليات الفعّالة التي يمكن أن تُساهم في الحد من التقلبات المتزايدة للطبيعة.

الفصل الثاني

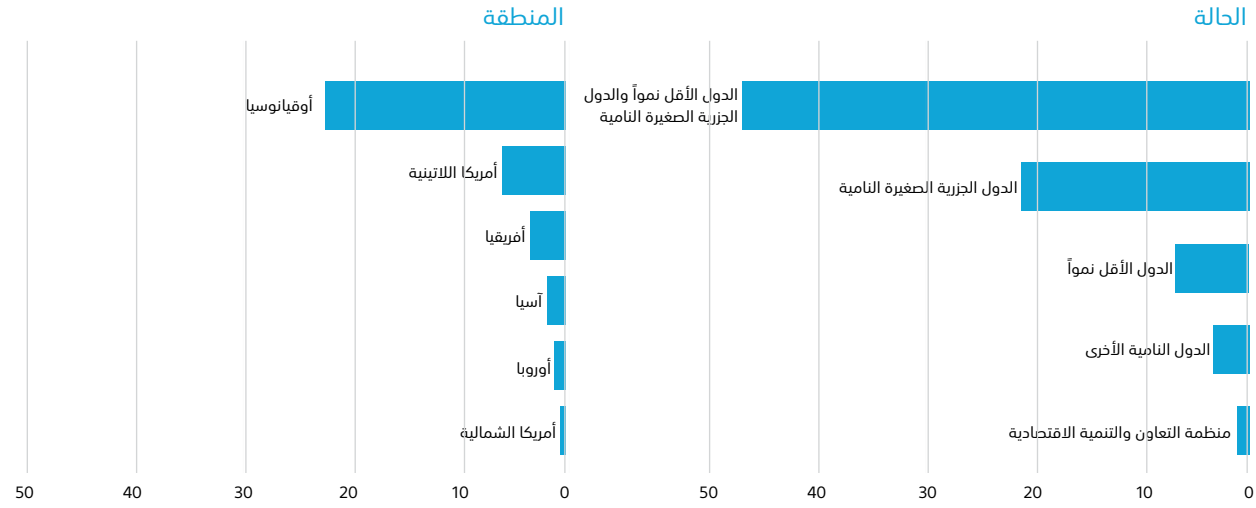
التعرض لمخاطر تغير المناخ حول العالم

تتزايد وتيرة الظواهر الجوية المتطرفة وشدّتها عاماً بعد عام، محدثةً تأثيرات غير متوقعة تمتد عبر مختلف المناطق والدول حول العالم. ورُغم أن هذه الظواهر تؤثر على الجميع، تظل الدول النامية الأكثر تضرراً من تداعياتها، حيث يفاقم تغيّر المناخ الأعباء على الفئات السكانية منخفضة الدخل التي تفتقر إلى الموارد الكافية والقدرة على التكيف مع التحوّلات البيئية، ما يزيد من حدة التفاوتات الاجتماعية والاقتصادية والفقر المستشري بطبيعته. وغالباً ما تكون هذه الفئات أكثر عرضة للتأثيرات المباشرة من الكوارث المناخيّة، وأقل قدرة على التعافي منها، ما يزيد من عمق معاناتهم ويعقد جهود التعافي [انظر الشكل 1].

ووفقاً لتقرير صادر عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) في عام 2022، ستحتاج الدول النامية إلى موارد مالية سنوية تتراوح بين 215 مليار دولار و387 مليار دولار على مدار هذا العقد للتصدي بشكل فعّال للتغيّرات المناخيّة والتخفيف من آثار الاحتباس الحراري العالمي[8]. ويقرّ اتفاق باريس، باعتباره عنصراً محورياً في السياسة المناخيّة الدولية، بوجود هذه التفاوتات القائمة بين الدول، ويهدف إلى معالجتها من خلال آلياته المختلفة. ويشتمل الاتفاق على الالتزامات التي تهدف إلى تعزيز الدعم في مجال التكيّف مع تغيّر المناخ وزيادة قدرة الدول النامية على التعامل مع تأثيرات المناخ، وذلك من خلال صندوق المناخ الأخضر وآليات مالية أخرى. وتهدف هذه الالتزامات إلى تقليل تعرض الفئات الأكثر تأثراً وتحسين قدرات البلدان التي تفتقر إلى الموارد اللازمة لمواجهة تغيّر المناخ بفعالية.

الشكل 1: الكوارث الطبيعية حسب حالة التنمية والمنطقة

متوسط عدد الكوارث الطبيعية لكل 1000 كيلومتر مربع، 2000-2020



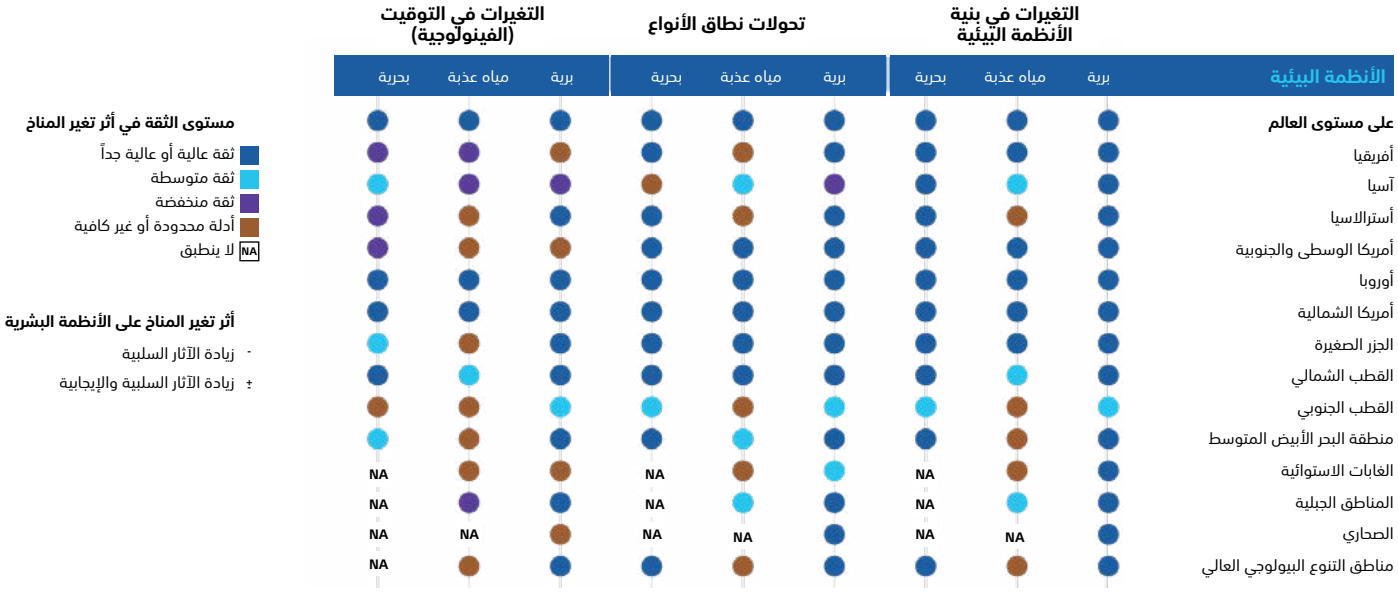
ملاحظة: هذه الفئات ليست حصرية فيما بينها. تشمل فئة "الدول النامية الأخرى" جميع الدول المستفيدة من مساعدات لجنة المساعدة الإنمائية (DAC) التي ليست من الدول الأقل نمواً، بما في ذلك الدول ذات الدخل المتوسط المنخفض والدخل ذات الدخل المتوسط الأعلى.

المصدر: منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (2024)، البنية التحتية لمستقبل مقاوم لتغيرات المناخ

لا توجد دولة أو منطقة بمنأى عن تأثيرات تغيّر المناخ على الأنظمة البيئية، حيث تتراوح التأثيرات المرصودة من التغيّرات في بنية الأنظمة البيئية البرية والبحرية إلى التأثيرات على الأنواع في جميع الموائل المعروفة (انظر الشكل 2).

يوضح الرسم البياني بدقة عالية أن تغيّر المناخ يتسبب في تغييرات هائلة في هياكل الأنظمة البيئية، تشمل تدهور الموائل وفقدان التنوع البيولوجي. كما يُظهر الرسم ذاته، بدرجات متفاوتة من الدقة، أن الأنواع تغيّر نطاقاتها الجغرافية استجابة للظروف المناخيّة المتغيّرة، وأن الأحداث الفينولوجية (الأحداث المتعلقة بالنباتات) باتت تحدث في أوقات مختلفة عن تلك التي تم تسجيلها تاريخياً، ما يعكس تأثيرات تغيّر المناخ على أنماط الحياة الطبيعية. وتُظهر مناطق مثل أفريقيا والدول الجزرية الصغيرة النامية درجة عالية من قابلية التأثر بالتغييرات المناخيّة، بسبب محدودية قدرتها على التكيّف واعتمادها الكبير على الأنظمة البيئية المتضررة.

الشكل 2: الآثار الملحوظة لتغيّر المناخ على الأنظمة البيئية



المصدر: الشريحة الخامسة من عرض الرؤساء المشاركين للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC,2022).

الشكل 2 في الملخص التقريري للجزء الثاني من التقرير السادس للهيئة (IPCC WGII AR6): الآثار العالمية والإقليمية الملحوظة على الأنظمة البيئية والأنظمة البشرية الناجمة عن تغير المناخ، 2022

وقد أشارت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (IPCC) في تقرير لها إلى أن تأثيرات ارتفاع درجات الحرارة وآثار المخاطر المرتبطة بها ستتفاوت من منطقة إلى أخرى، ما قد يسفر في بعض الحالات عن خسائر تعادل نسباً كبيرة من الناتج المحلي الإجمالي السنوي. ويوضح [الشكل 3] أدناه التوزيع الجغرافي لمجموعة مختارة من المخاطر المناخيّة والآثار المترتبة عليها في مختلف أنحاء العالم، على النحو الذي حددته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ.

الشكل 3: **المخاطر والآثار العالمية**

نوع التهديد المناخي	الأثر المترتب وفقاً لتقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ	كيفية تأثير التهديد المناخي على المناطق في مختلف أنحاء العالم
ارتفاع مستوى سطح البحر	بحلول منتصف القرن، يُتوقع أن يواجه نحو مليار شخص، ممن يعيشون في مدن منخفضة الارتفاع ومناطق ساحلية أخرى، مخاطر متزايدة نتيجة ارتفاع مستوى سطح البحر، بالإضافة إلى تهديدات مناخية أخرى.	ارتفع منسوب سطح البحر العالمي بمقدار 15-25 سم منذ عام 1900. وتفيد تقارير البنك الدولي بأن الأضرار السنوية المحتملة الناتجة عن ارتفاع مستوى سطح البحر قد تصل إلى تريليون دولار بحلول عام 2050 إذا لم تُتخذ تدابير للتخفيف من هذا الخطر.
الجفاف	تتجلى الآثار الإقليمية لتغيّر المناخ بوضوح على إنتاجية المحاصيل الرئيسية وإنتاج الغذاء في جميع أنحاء العالم، وتشمل هذه الآثار المحاصيل الزراعية، ومصائد الأسماك، والثروة الحيوانية، وتربية الأحياء المائية، وهي قطاعات حيوية لتحقيق الأمن الغذائي العالمي. وفي ظل اعتماد نحو 1.3 مليار شخص على الزراعة كمصدر رئيسي للدخل، يتسبب الجفاف وغيره من الظواهر المناخيّة المتطرفة في تعريض سبل عيش ملايين الأفراد للخطر، ما يؤدي في كثير من الأحيان إلى تقويض، بل وأحياناً تبديد المكاسب التي تحققت في مجال الأمن الغذائي ومكافحة الفقر[9].	يتسبب الجفاف في كينيا بخسائر تقدر بنحو 500 مليون دولار سنوياً، وهو ما يعادل 2% من الناتج المحلي الإجمالي للبلاد.
الإجهاد الحراري	أدت موجات الحر الشديدة إلى ارتفاع معدلات الوفيات بشكل ملحوظ، كما فرضت ضغوطاً هائلة على أنظمة الصحة العامة. تتسبب درجات الحرارة المرتفعة في اضطراب الظروف المعيشية في المناطق الحضرية، ما يؤثر سلباً على إنتاجية العمل ويزيد من تفاقم المشكلات الصحية، خاصة بين الفئات السكانية الأكثر ضعفاً.	كان صيف عام 2023 الأكثر سخونة في جميع أنحاء العالم على الإطلاق منذ عام 1850[10]. وفي أوروبا، تسببت موجة الحر عام 2003 في أكثر من 70,000 حالة وفاة. وتتوقع الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ أنه مع زيادة متوسط درجات الحرارة بمقدار 1.5 درجة مئوية، سيواجه 14% من سكان العالم موجات حر شديدة كل خمس سنوات.

نوع التهديد المناخي	الأثر المترتب وفقاً لتقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ	كيفية تأثير التهديد المناخي على المناطق في مختلف أنحاء العالم
موجات البرد	على الرغم من ندرة موجات البرد القارس، إلا إنها لا تزال تمثل تهديداً كبيراً للبنية التحتية وإمدادات الطاقة، خصوصاً في المناطق غير المهيأة للتعامل مع ظروف الشتاء القاسية.	يشير مكتب الأمم المتحدة للحد من مخاطر الكوارث (UNDRR) إلى تعرض أجزاء كبيرة من الولايات المتحدة وأوروبا لموجات البرد خلال السنوات الأخيرة، مخلفةً أضراراً كبيرة في البنية التحتية ومتسببة أيضاً في وقوع وفيات.
الحرائق	تسببت حرائق الغابات في أضرار جسيمة للبنية التحتية، ما أدى إلى تدمير كبير للمنازل وخطوط الكهرباء والمرافق الحيوية.	شهدت أستراليا في عامي 2019/2020 حرائق غابات مدمرة التهمت أكثر من 18 مليون هكتار من الأراضي، وألحقت أضراراً اقتصادية قُدرت بحوالي 100 مليار دولار، كما أثرت بشكل مباشر على نحو ثلاثة مليارات حيوان.
الأعاصير/ العواصف المداريّة	تتعرض المجتمعات الساحلية والجزرية لتهديدات متكررة بسبب الأعاصير، التي تتسبب في خسائر اقتصادية فادحة، وتُحدث اضطرابات كبيرة في البنية التحتية، والزراعة، وسبل العيش المحلية. تتسبب الأعاصير في أضرار كارثية على المجتمعات المتضررة، ما يؤدي إلى تحديات طويلة الأمد في مسارات التعافي الاقتصادي والاجتماعي.	تشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن الأعاصير المدارية في عام 2020 وحده خلفت أضراراً تتجاوز قيمتها 78 مليار دولار على الصعيد العالمي. ومن أبرز هذه الأعاصير، إعصار "أمفان" الذي ضرب جنوب آسيا وتسبب في نزوح وتشريد 4.9 مليون شخص. وبحسب تقديرات البنك الدولي، تُكبّد الأعاصير الولايات المتحدة خسائر سنوية تُقدّر في المتوسط بنحو 54 مليار دولار.

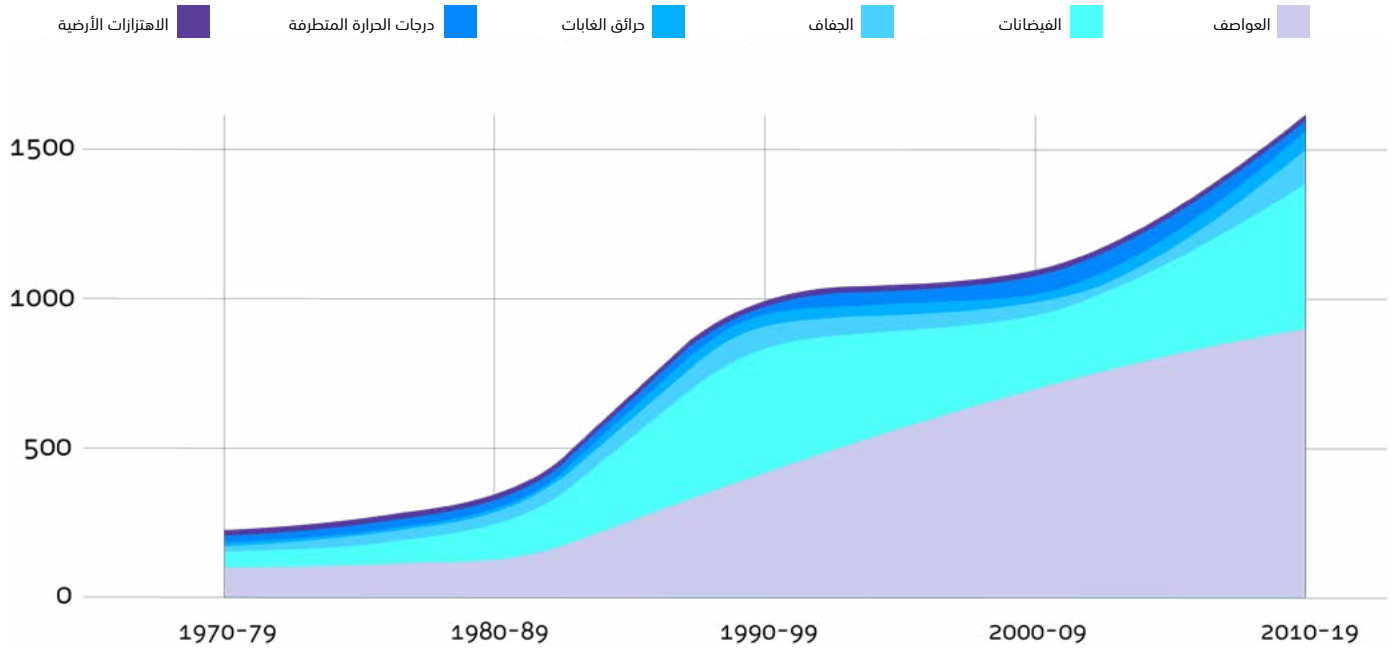
تتسبب الكوارث المرتبطة بتغيّر المناخ في مجموعة من الآثار السلبية التي تطال مختلف جوانب الحياة، بما فيها الخسائر المالية والزراعية وفقدان التنوع البيولوجي. ونستعرض أدناه أنواع هذه الآثار ومدى تأثيرها:

الخسائر الاقتصادية:

تمثل الآثار الاقتصادية لتغيّر المناخ تحدياً عميقاً ومتزايداً على المستوى العالمي. ووفقاً للمنتدى الاقتصادي العالمي، تجاوزت تكلفة الكوارث المرتبطة بالمناخ على الاقتصاد العالمي 200 مليار دولار في عام 2022 وحده، ومن المتوقع أن تستمر هذه التكلفة في الارتفاع مع تزايد وتيرة الظواهر الجوية المتطرفة وشدتها. وفي البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل، تتفاقم هذه الخسائر بسبب محدودية الموارد وضعف البنية التحتية، ما يجعل هذه الدول أكثر عرضة لتداعيات تغيّر المناخ. وتشير تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) إلى أن الدول النامية ستحتاج ما بين 215 مليار دولار و387 مليار دولار سنوياً خلال هذا العقد للتعامل بفعالية مع تأثيرات تغيّر المناخ وتخفيف حدتها[11].

الشكل 4: **الخسائر الاقتصادية الناتجة عن الظواهر المناخيّة المتطرفة**

مليار دولار امريكي، سنة الآساس 2021



الاهتزازات الأرضية: تشمل الأحداث الهيدرولوجية المتعلقة بالاهتزازات الأرضية: الانهيارات الأرضية، والانزلاقات الطينية، وانهيار الصخور، والهبوط المفاجئ للتربة.
المصدر: منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (2024)، البنية التحتية لمستقبل مقاوم لتغيرات المناخ.

انعدام الأمن الغذائي والمائي:

يمثل تغير المناخ تهديداً خطيراً للأمن الغذائي والمائي على مستوى العالم، حيث يؤدي إلى اضطرابات حادة في أنماط هطول الأمطار، ما يتسبب في حالات جفاف شديدة وفيضانات مدمرة. وتؤثر هذه التغيرات بشكل مباشر على الإنتاجية الزراعية، ما يؤدي بدوره إلى تراجع الإمدادات الغذائية وعدم استقرار أسعار المواد الغذائية. وقد أفادت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المناخ (IPCC) بأن إنتاجية المحاصيل الرئيسية قد شهدت بالفعل انخفاضاً عالمياً يتراوح بين 4-10% خلال العقود الثلاثة الماضية نتيجة لتغيّر المناخ. ويُتوقع أن تزداد هذه المخاطر مستقبلاً، ما يشكل تهديداً متزايداً للأمن الغذائي[16]. وبالإضافة إلى ذلك، تؤثر ندرة المياه الناتجة عن تغيّر أنماط هطول الأمطار وذوبان الأنهار الجليدية حالياً على أكثر من 1.5 مليار شخص حول العالم، مع توقعات بازدياد هذا العدد مع استمرار تفاقم تأثيرات تغيّر المناخ[17].

مخاطر النزوح والهجرة:

أصبح النزوح الناتج عن تغيّر المناخ واحداً من أبرز التحديات العالمية. ووفقاً لمفوضية الأمم المتحدة السامية لشؤون اللاجئين (UNHCR)، تُؤدي الكوارث المرتبطة بالطقس إلى نزوح ما متوسطه 20 مليون شخص سنوياً[12]، ما يضع ضغوطاً هائلاً على البنية التحتية الحضرية والخدمات الاجتماعية والاقتصادات، خاصةً في المناطق التي تعاني بالفعل من هشاشة اجتماعية واقتصادية. ولمواجهة هذه التحديات، يُعد تعزيز المرونة في مواجهة تغيّر المناخ أمراً بالغ الأهمية، وهو ما يتطلب استثمارات ضخمة في الموارد والبنية التحتية، مع تنفيذ استراتيجيات شاملة تدعم استقرار المجتمعات وأمنها.

المخاطر الصحية:

يشكل تغيّر المناخ تهديداً كبيراً للصحة العامة، حيث يؤدي إلى تفاقم مجموعة من المشكلات الصحية نتيجة موجات الحر، والتلوث، والأمراض المنقولة عبر الحشرات مثل البعوض. وتُقدر منظمة الصحة العالمية (WHO) أن تغيّر المناخ قد يتسبب، بين عامي 2030 و2050، في حوالي 250,000 حالة وفاة إضافية سنوياً نتيجة للإجهاد الحراري، وسوء التغذية، وأمراض مثل الملاريا وحمى الضنك[13]. وتعتبر الفئات السكانية الأقل حظاً، خاصة في المناطق التي تعاني من بنية تحتية هشة، أكثر عرضة لهذه المخاطر الصحية، والتي تشمل الأمراض المرتبطة بالحرارة ومشكلات الجهاز التنفسي الناجمة عن تلوث الهواء. لذا، يُعد تعزيز الأنظمة الصحية وتطوير بنية تحتية صحية قادرة على التكيّف مع آثار تغيّر المناخ أمراً حتمياً لحماية الصحة العامة وضمان استدامة الخدمات الصحية في مواجهة هذه التحديات المتزايدة.

تضرر البنية التحتية:

تُخلّف الكوارث المرتبطة بالمناخ، مثل الأعاصير والفيضانات وحرائق الغابات، أضراراً جسيمة على البنية التحتية، ما يؤثر على استدامة الخدمات الأساسية. ووفقاً لتقرير الصندوق العالمي للحد من الكوارث والتعافي من آثارها (GFDRR)، تُكلف الأضرار التي تلحق بالبنية التحتية في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل حوالي 18 مليار دولار سنوياً[14]. على سبيل المثال، بلغت تكلفة إعادة الإعمار بعد إعصار "هيلين" في الولايات المتحدة عام 2024 ما بين 30.5 مليار دولار و47.5 مليار دولار[15]. ويتسبب تدمير البنية التحتية الحيوية – مثل شبكات الكهرباء، وأنظمة إمدادات المياه، وشبكات النقل – في تعطيل الأنشطة الاقتصادية وإبطاء جهود التعافي. لذا، يُعد بناء بنية تحتية مرنة قادرة على الصمود أمام الظواهر الجوية المتطرفة ضرورة حتمية للحد من هذه الأضرار وضمان استمرارية الخدمات الأساسية.

فقدان التنوع البيولوجي وتضرر آليات الأنظمة البيئية:

يُعتبر تغيّر المناخ من العوامل الرئيسية في فقدان التنوع البيولوجي، ما يُضعف آليات الأنظمة البيئية الحيوية التي يعتمد عليها الإنسان، مثل التلقيح، وتنقية المياه، واحتجاز الكربون[18]. ويُشير مركز ستوكهولم للمرونة إلى أن ستة من بين تسعة "حدود كوكبية" (وهي حدود آمنة لتأثير الأنشطة البشرية) قد تم تجاوزها بالفعل، بما في ذلك سلامة التنوع البيولوجي[19]. ويؤدي فقدان التنوع البيولوجي في تقويض قدرة الأنظمة الطبيعية على الصمود أمام صدمات المناخ، ما يؤدي إلى زيادة هشاشة الأنظمة البشرية والبيئية، وهو ما يستدعي الحفاظ على الأنظمة البيئية من خلال اعتماد ممارسات مستدامة واستراتيجيات مرونة شاملة تكفل استدامة البيئة وتحسين جودة حياة الإنسان.

الفصل الثالث

تسخير إمكانات التقنيات الرقمية المبتكرة لمواجهة تغير المناخ

أصبح تأثير تغيّر المناخ واضحاً بشكل لا لبس فيه، ولكن السؤال المطروح هو: كيف يمكن لصناع السياسات التعامل مع هذا التهديد والحد من مخاطر الكوارث المناخيّة وتعزيز مستوى الجاهزية لها؟ ربما تكمن إحدى الإجابات على هذا السؤال في الحلول التكنولوجية.

تتميز التقنيات الرقمية المستندة إلى البيانات بقدرتها الاستثنائية على تعزيز التكيّف ومعالجة التحديات المعقدة والمتشابكة التي تواجه عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بالمناخ، إذ تتيح هذه التقنيات إمكانية التعامل مع التشابك العميق بين الأنظمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، من خلال إدارة المتغيّرات المتنوعة والتعامل مع حالات عدم اليقين، فضلاً عن دعم جهود العمل المناخي المنسق وفق أهداف وجداول زمنية متعددة.

ولعل التوافق المتزايد بين التقدم العلمي، والسياسات الداعمة، والطلب السوقي، هو من أكثر ما يُحّفز الابتكار في تقنيات التكيف مع المناخ، ما يفتح آفاقاً جديدة أمام المنظمات والمجتمعات لتعزيز مرونتها وقدرتها على الاستجابة الاستباقية للمخاطر البيئية المتزايدة. وتتطلب مواجهة الكوارث نهجاً شاملاً يقوم على تقنيات مرنة ومبتكرة مدعومة بتحليلات فورية للبيانات، بما يتيح تطوير استراتيجيات استباقية وقابلة للتكيّف لمجابهة التحديات المتصاعدة، مع التركيز على دمج التكنولوجيا والبيانات لتلبية الاحتياجات الإقليمية المحددة بفعالية أكبر.

والواقع ان الوقت الحالي يشكل فرصة مثالية للحكومات والمنظمات غير الحكومية والمجتمعات والشركات الخاصة لتسخير قوة التطبيقات الرقمية المتقدمة في إدارة المناخ وتقليل المخاطر والآثار المترتبة عليها:

أنظمة الإنذار المبكر ومنصات إدارة المخاطر المتعددة

أثبتت أنظمة الإنذار المبكر (EWS) والمنصات متعددة المخاطر فعاليتها الكبيرة في إدارة مخاطر الكوارث المناخيّة، حيث توفر بيانات آنية تساعد على إطلاق تنبيهات في الوقت المناسب للتقليل من الآثار المحتملة. وتتيح هذه الأنظمة الرقمية للمجتمعات وقتاً كافياً، بل وثميناً، للاستعداد لمواجهة تأثيرات الظواهر المناخيّة المتطرفة، ما يحسن من النتائج بشكل ملحوظ. وتشمل الابتكارات في هذا المجال تقنيات التنبيه عبر الهواتف المحمولة، والنماذج التنبؤية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى المراقبة المتطورة باستخدام الأقمار الاصطناعية. وقد شهد مؤتمر الأطراف «كوب27»، في شرم الشيخ بجمهورية مصر العربية الذي عقد في عام 2022 إطلاق مبادرة "الإنذارات المبكرة للجميع"، والتي تُعد نموذجاً بارزاً للشراكات العابرة للحدود في تعزيز القدرات العالمية للاستجابة لمخاطر المناخ. تهدف هذه المبادرة الطموحة إلى توسيع نطاق أنظمة الإنذار المبكر لتشمل حماية كل فرد حول العالم بحلول عام 2027، إلى جانب إنقاذ ملايين الأرواح وتقليل الخسائر والأضرار الناجمة عن الكوارث المناخيّة[20]. ويتطلب تحقيق أهداف مبادرة "الإنذارات المبكرة للجميع" التغلب على العديد من التحديات وسد الفجوات الحالية، خاصة وأن نصف دول العالم فقط مشمولة حالياً بأنظمة الإنذار المبكر. وتشمل هذه الجهود الوصول إلى المناطق الأكثر ضعفاً وحرماناً[21]، وتعزيز البنية التحتية اللازمة لجمع البيانات وتحليلها، وتحسين قدرات المراقبة والتنبؤ بالتغيّرات المناخيّة والكوارث[22]. كما تتطلب تعزيز أطر الحوكمة وتنسيق الجهود بين مختلف الأطراف المعنية، بما في ذلك الجهات الحكومية، والجهات غير الحكومية، والمجتمعات المحلية. وإضافة إلى ذلك، تُعد تعبئة الموارد المالية الكافية عاملاً جوهرياً لضمان تطوير وصيانة أنظمة الإنذار المبكر بفعالية واستدامة[23].

مراقبة الأرض والاستشعار عن بُعد

توفر صور الأقمار الاصطناعية وتقنيات الاستشعار عن بُعد بيانات دقيقة وشاملة عن التغيّرات التي تطرأ على اليابسة والمحيطات والغلاف الجوي. وتتيح منصات مثل (Destination Earth) محاكاة متقدمة للمناخ والأنشطة البشرية، ما يساعد في التنبؤ بأحداث مثل الفيضانات والجفاف بدقة عالية. وتُعد هذه التحليلات أداة أساسية للتخطيط الاستباقي، إذ تشكل حجر الأساس في بناء استراتيجيات المرونة من خلال مراقبة التغيّرات البيئية ودعم صانعي السياسات في توقع المخاطر واتخاذ قرارات مستنيرة على ضوء هذه التوقعات.

التقنيات الرقمية المتقدمة

من بين الأدوات المبتكرة للتخفيف من المخاطر المناخيّة والتكيّف معها، برزت مجموعة من التقنيات الرقمية المدعومة بالذكاء الاصطناعي (AI) والمعتمدة على البيانات، وذلك بفضل فعاليتها الكبيرة في مواجهة تحديات المناخ. وتشمل هذه الأدوات الطائرات بدون طيار، وإنترنت الأشياء (IoT)، والواقع المعزز والافتراضي (AR وVR)، والحوسبة المتقدمة، وتقنيات الذكاء الاصطناعي. وتُشكل هذه التقنيات المتقدمة معاً منظومة متكاملة تُمكّن من اتخاذ تدابير أكثر مرونة وكفاءة في تعزيز القدرة على التكيّف مع التغيّرات المناخيّة المتزايدة.

يوضح الجدول التالي أمثلة عملية مفصّلة لمختلف تطبيقات التكنولوجيا في مواجهة التحديات المناخيّة:

الشكل 5: **التقنيات وحالات الاستخدام والتطبيقات**

التكنولوجيا	الغرض/ التطبيق	حالات الاستخدام	الأثر	الأمثلة
الذكاء الاصطناعي التحليلات المتقدمة، التعلم الآلي، التعلم العميق، والنماذج اللغوية الكبيرة.	تعزيز التخطيط واتخاذ القرار.	النمذجة المناخيّة، نمذجة الطقس، تحليلات مخاطر المناخ.	تحليل مجموعات البيانات الضخمة لفهم الأنماط وتوقع الآثار. الاستعداد للتهديدات المناخيّة المحتملة.	تستخدم شركة "سيبريمو" البرازيلية الناشئة الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بحدوث الكوارث المناخيّة ونوعها في الأمريكتين وآسيا وأوروبا.
الحوسبة المتقدمة الحوسبة الفائقة، والحوسبة الكمومية.	اتباع نهج منسق ومتكامل لمعالجة القضايا المعقدة.	تُستخدم الحوسبة الفائقة السحابية لدعم نماذج المناخ المعتمدة على وحدات معالجة الرسومات (GPU).	تشغيل نماذج المناخ والمحاكاة التفصيلية.	يستخدم المركز الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (ECMWF) الحوسبة المتقدمة لتحسين التنبؤات[24].
إنترنت الأشياء الأجهزة المتصلة بالشبكة، بما في ذلك أجهزة الاستشعار والأجهزة المحمولة باليد.	جمع البيانات واستكمالها ومعالجتها.	جمع البيانات الموزعة عبر مستشعرات الحرارة المتصلة بالشبكة.	الكشف المبكر عن الظواهر الجوية المتطرفة لتعزيز الاستجابة السريعة وتطوير استراتيجيات التكيّف.	في كاليفورنيا، تستخدم شركة PanoAI منصة قائمة على إنترنت الأشياء، تجمع بين الكاميرات وتدفقات البيانات للكشف المبكر عن حرائق الغابات[25].
الواقع المعزز / الواقع الافتراضي (AR/VR) أدوات التصوّر التفاعلي، مثل سماعات الرأس.	تعزيز السلوكيات التكيّفية.	تصوّر التأثيرات المناخيّة مثل نقاط التحول القطبية.	محاكاة تفاعلية لدعم فرق الاستجابة الأولية وصانعي السياسات.	تُعد تجربة "مركز نقاط التحوّل المناخي"، التي قدمها المنتدى الاقتصادي العالمي وشركاؤه، تجربة تفاعلية تستخدم المحاكاة ثلاثية الأبعاد وتقنيات الواقع الافتراضي لعرض تأثيرات تسارع التغيّرات المناخيّة، مثل ذوبان جليد البحر في القطب الشمالي وما يترتب عليه من تأثيرات متسلسلة على البيئة والأنظمة البيئية[26].
الطائرات بدون طيار مركبات جوية بدون طيار (UAVs) مزودة بكاميرات وقدرة على التحميل.	جمع البيانات واستكمالها ومعالجتها.	جمع البيانات الجوية من الأصول المادية باستخدام التصوير الحراري وتقنية الاستشعار بالليزر لتحديد المدى (LiDAR).	جمع البيانات بسرعة في المناطق النائية بعد الكوارث، لدعم عمليات البحث والإنقاذ وتقييم الأضرار.	في موزمبيق، يستخدم مشروع "Be-Resilient" الطائرات بدون طيار المزودة بأجهزة استشعار للتنبؤ بأنماط الفيضانات[27].
مراقبة الأرض **ا**لاستشعار عن بُعد، مثل الأقمار الاصطناعية، أو التقنيات الميدانية، مثل محطات الأرصاد الجوية.	جمع البيانات واستكمالها ومعالجتها.	جمع البيانات لتعميق الفهم العلمي للظروف الجوية.	تتيح مراقبة الأرض في الوقت الفعلي تعزيز أنظمة الإنذار المبكر، حيث توفر بيانات الأقمار الاصطناعية مراقبة مستمرة للمؤشرات المناخيّة الرئيسية.	كشفت الأقمار الاصطناعية التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية عن رؤى جديدة حول تغيّر المناخ، بما في ذلك ذوبان الجليد وتغيّر موارد المياه العذبة، ما ساهم في تعزيز استراتيجيات التكيّف مع هذه التحديات[28].

التكنولوجيا المتقدمة ركيزة أساسية للجاهزية

تُعد الجاهزية عاملاً جوهرياً في التخفيف من الكوارث المرتبطة بتغيّر المناخ. وتُسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الذكية بالفعل في تمكين المجتمعات من الاستفادة بسهولة من تحذيرات الكوارث، ما يسهم في سد الفجوة بين الاكتشاف والاستجابة، وبالتالي إدارة الكوارث بشكل استباقي. وتوفر تطبيقات الأجهزة المحمولة المتكاملة مع الذكاء الاصطناعي تنبيهات مخصصة، ومسارات للإخلاء، وجهات الاتصال في حالات الطوارئ، ما يضمن وصول الأفراد إلى المعلومات الضرورية في الوقت الفعلي. كما تساهم هذه التقنيات في تدريب السكان المحليين على كيفية الاستجابة لحالات الطوارئ وتنفيذ إجراءات الإخلاء بكفاءة.

وتدعم هذه التقنيات المجتمعات في الانتقال من إدارة الأزمات إلى تقليل المخاطر، من خلال توفير تنبؤات دقيقة وتحذيرات في الوقت المناسب. وتشمل هذه التطبيقات التنبيهات المخصصة التي يستخدم فيها الذكاء الاصطناعي لتحليل المواقع ومستويات التعرض للمخاطر، وتقديم تحذيرات دقيقة للسكان والشركات، بالإضافة إلى منصات البيانات المجمعة من الجمهور، والتي تتيح للسكان تقديم بيانات فورية حول مختلف المخاطر، مثل الطرق المغلقة أو مرافق البنية التحتية المتضررة، ما يعزز وعي الجهات المعنية بالأوضاع على أرض الواقع.

الفصل الرابع

التعاون للوصول إلى الحلول وتنفيذها على نطاق واسع

برزت الشراكات بين الحكومات والشركات والمجتمعات المحلية في السنوات الأخيرة كنماذج رائدة في تطوير استراتيجيات فعّالة لمواجهة الكوارث والحد من تأثيراتها. وأظهرت العديد من الدراسات[29] أهمية استجابة المجتمعات المحلية أثناء الكوارث - بدعم متكامل من الحكومات والمنظمات غير الربحية - في تنفيذ إجراءات فورية وشاملة تنقذ الأرواح وتخفف من المعاناة. ويُبرز هذا النوع من التعاون قوة تكامل الموارد، والمعرفة، والتقنيات المبتكرة في ابتكار حلول مستدامة وقابلة للتوسع. تسهم هذه الجهود التشاركيّة في تمكين المجتمعات من التصدي للتحديات غير المسبوقة التي يفرضها تغيّر المناخ بمرونة وفاعلية.

وتسلط دراسات الحالة التالية الضوء على الأهمية الجوهرية للتعاون في تطوير استراتيجيات فعّالة للحد من مخاطر الكوارث. فمن تقليل آثار الكوارث الناتجة عن التسونامي في اليابان، إلى إدارة الأعاصير في بنغلاديش، ومكافحة حرائق الغابات في كاليفورنيا، تسلط هذه الأمثلة الضوء على القيمة الاستثنائية للأساليب المبتكرة، وتأثير الشراكات المتكاملة بين القطاعين الحكومي والخاص في تعزيز الاستجابة للكوارث المناخيّة. ومع تصاعد وتيرة الكوارث الطبيعية عالمياً، يُمكن لتبني نماذج مماثلة من التعاون والشراكات المتعددة الأطراف أن يُعزز من مرونة المجتمعات في مواجهة هذه التحديات المتزايدة.

دراسة حالة: توظيف التكنولوجيا في اليابان للتخفيف من آثار الكوارث الطبيعية

تعد اليابان من أكثر البلدان عرضة للكوارث الطبيعية، مثل الزلازل، والأعاصير، والفيضانات. وللتخفيف من آثار هذه الكوارث، تبنت اليابان نهجاً استباقياً يعتمد على التكنولوجيا المتقدمة، مدعوماً بجهود منسقة بين الحكومة والمجتمع.

وتُعد مدينة سنداي في محافظة مياغي واحدة من 108 مناطق مهددة بخطر التسونامي في اليابان. وقد وضعت المدينة استراتيجية شاملة تهدف إلى تقليل الخسائر البشرية الناتجة عن التسونامي من خلال الجمع بين التكنولوجيا المبتكرة والتعاون مع القطاع الخاص. وقد استثمرت المدينة في تصميم نظام لإعلانات الطوارئ يعتمد على طائرات بدون طيار مؤتمتة بالكامل لدعوة السكان إلى الإخلاء عند صدور تحذيرات التسونامي[30]. وقد جرى تطوير هذا النظام من خلال شراكة بين القطاعين الحكومي والخاص، شملت بلدية المدينة وأربع شركات تكنولوجيا. ويقوم النظام على استخدام طائرات بدون طيار لإطلاق إنذارات تدعو السكان للإخلاء على طول قطاع يبلغ طوله حوالي ثمانية كيلومترات من المنطقة الساحلية بين مياغينو-كو وواكاباياشي-كو في سنداي.

ويتميز النظام باستخدام شبكة اتصال لاسلكية خاصة محمية من الانقطاع حتى في حالة الكوارث، ما يضمن استمرارية الاتصال في الأوقات الحرجة. كما تم تجهيز الطائرات بدون طيار بكاميرات تعمل بالأشعة تحت الحمراء لالتقاط صور فورية لضحايا الكوارث وتقييم الأضرار أثناء تحليقها، ومن ثم يتم إرسال هذه الصور مباشرة إلى مركز الاستجابة للكوارث في المدينة، ما يساعد في تقييم الأضرار والتهديدات على الحياة في المناطق النائية بشكل آمن وبشكل فوري. ومن أبرز الميزات الأخرى لهذا النظام هي سرعته الفائقة مقارنة بالطائرات المروحية التقليدية. وثمة خطط مستقبلية لربط النظام بمراكز الشرطة وإدارات الإطفاء لتبادل المعلومات المتعلقة بالطرق المغلقة، والحرائق، وانقطاع الكهرباء، ما يزيد من سرعة وكفاءة سرعة عمليات الإنقاذ.

تُعد استراتيجيات التخفيف القائمة على التكنولوجيا التي طورتها اليابان نماذج يمكن أن تحتذي بها الدول الأخرى التي تواجه تحديات مرتبطة بالكوارث الطبيعية.

ومن بين أبرز هذه الاستراتيجيات:

أنظمة الإنذار المبكر للزلازل[31]، التي ترصد الهزات الأرضية الأولية وتطلق تحذيرات فورية بشأنها عبر الهواتف الذكية ووسائل الإعلام، ما يتيح للسكان وقتاً كافياً لاتخاذ تدابير وقائية. ويمكن أن يُسهم تطبيق أنظمة مماثلة في أماكن أخرى إلى تعزيز الجاهزية والحد من الخسائر البشرية.

شبكة رصد الأمواج على اليابسة وقاع البحر (MOWLAS)[32]، وهي شبكة مراقبة دقيقة وفورية للزلازل والتسونامي ورصد النشاط البركاني، ما يعزز سرعة ودقة الاستجابة للكوارث. ويمكن أن يُساعد إنشاء شبكات رصد شاملة في تحسين أوقات الاستجابة للكوارث ودقتها في مناطق أخرى.

البنية التحتية المقاومة للزلازل[33]، مثل أنظمة مخمدات الزلازل وعزل القواعد، التي عززت مرونة المباني اليابانية في مواجهة الزلازل. ويمكن أن يسهم اعتماد وتكييف هذه التقنيات الإنشائية في تعزيز مرونة البنية التحتية في المناطق المعرضة للكوارث على مستوى العالم.

تُولي اليابان اهتماماً كبيراً بنشر الوعي والتعليم في مجال الكوارث[34]، من خلال تنظيم تدريبات دورية وتوزيع كتيبات شاملة على غرار "طوكيو بوساي"، والتي تقدم إرشادات عملية للاستعداد لمواجهة الكوارث. ويمكن لمثل هذه البرامج التعليمية أن تسهم بشكل فعال في تمكين المجتمعات من الاستجابة بسرعة وكفاءة أثناء الأزمات وحالات الطوارئ.

دراسة حالة: نظام الإنذار المبكر متعدد الطبقات في بنغلاديش لمواجهة لظواهر الجوية المتطرفة

تُعد بنغلاديش هي الأخرى واحدة من أكثر الدول عرضة للكوارث الطبيعية في العالم، إذ تتعرض البلاد لعواصف إعصارية متكررة تزداد شدتها بسبب الطبيعة الطبوغرافية لسواحلها ذات الشكل القمعي في الجزء الشمالي من خليج البنغال. تؤدي هذه الطبيعة الجغرافية إلى تفاقم الفيضانات وتآكل الأراضي، متسببةً في دمار متكرر للمناطق الساحلية المنخفضة، ما أودى بحياة الملايين وشرد أعداداً هائلة من السكان على مدى العقود الماضية.

وبرغم تشابه بنغلاديش مع دول أخرى عالية التأثر بالكوارث، إلا أن نهجها الاستباقي في إنشاء أنظمة الإنذار المبكر يُعد نموذجاً يُحتذى به. وفي المقابل، تواجه العديد من الدول، لا سيما في أفريقيا، تحديات كبيرة في إنشاء أنظمة فعالة بسبب قصور البنية التحتية، وضعف التمويل، ونقص الخبرات التقنية. وعلى سبيل المثال، تمتلك القارة الأفريقية أقل شبكات الرصد الجوي تطوراً على مستوى العالم، حيث تفي دولتان فقط من بين 53 دولة عضو في منظمة الأرصاد الجوية العالمية بالمعايير الأساسية للرصد الجوي[35]. وقد أكدت الأمم المتحدة الحاجة الملحة للاستثمار في هذا المجال، حيث تُشير الإحصائيات إلى أن الدول التي تعاني من ضعف أنظمة الإنذار المبكر تسجل معدلات وفيات جراء الكوارث تزيد بنحو ستة أضعاف مقارنة بالدول التي استثمرت في هذه الأنظمة. ورغم ذلك، لا تتوفر القدرة على إصدار تنبيهات تحذيرية بشأن المخاطر الوشيكة إلا في ثلث الدول النامية والدول الجزرية الصغيرة، ما يترك غالبية سكان هذه الدول عرضة لتداعيات الكوارث دون حماية كافية[36].

وقد ركّزت بنغلاديش جهودها على الاستفادة من دروس الماضي، لا سيما بعد إعصار "بولا" المدمر في عام 1970، والذي أودى بحياة ما يُقدَّر بنصف مليون شخص في خليج البنغال. وجاءت استجابة الحكومة لهذا التحدي في صورة استثمارات مكثفة في تكنولوجيا التنبؤ بالطقس، وإنشاء ملاجئ الأعاصير، وتدريب شبكة واسعة من المتطوعين على طول السواحل[37].

وتمتلك بنغلاديش اليوم نظام إنذار مبكر متعدد المستويات[38] يُدار من قبل مركز الإنذار بالعواصف (SWC)[39] التابع لإدارة الأرصاد الجوية البنغلاديشية. يعتمد هذا النظام على شبكة شاملة من محطات الطقس، تشمل الرادارات الساحلية، والمحطات الأرضية، والأجهزة المحمولة بالبالونات التي تقيس الضغط الجوي والرطوبة، ما يُتيح رصد التطورات الجوية بشكل فوري. ويرصد مركز الإنذار بالعواصف مختلف الأعاصير منذ تشكّلها وحتى وصولها إلى اليابسة، إلى جانب التنبؤ بمسارها بدقة. وبمجرد تحديد المخاطر، يُطلق المركز تحذيرات باستخدام وسائل متعددة، تشمل البث عبر التلفزيون والراديو، والرسائل النصية القصيرة، بالإضافة إلى خط ساخن يمكن للناس الاتصال به للاستماع إلى رسائل صوتية مسجلة مسبقاً.

وتُعد القدرة على الوصول إلى أكبر عدد ممكن من السكان عاملاً جوهرياً في تقليل مخاطر الكوارث، وهو ما يتحقق عبر شبكة واسعة من المتطوعين، الذين يضطلعون بدور فاعل في توعية أكبر عدد ممكن من الناس بأحدث تحذيرات المخاطر الجوية باستخدام مجموعة متنوعة من التدابير. تشمل هذه التدابير دوريات الشوارع وزيارة المنازل لإيصال المعلومات لأولئك الذين لا يستطيعون مغادرة منازلهم، أو الذين لا يجيدون القراءة والكتابة، أو الذين لا يملكون هواتف محمولة.

وبفضل هذه الجهود المنسقة والمدعومة بالتكنولوجيا المتطورة، نجحت بنغلاديش في تقليل أعداد الوفيات الناجمة عن الكوارث بشكل ملحوظ، عبر تمكين سكان المناطق الساحلية من تنفيذ عمليات الإخلاء بأمان وفي الوقت المناسب إلى ملاجئ الأعاصير القريبة منهم.

دراسة حالة: الإدارة المتكاملة لحرائق الغابات في كاليفورنيا

تواجه ولاية كاليفورنيا أزمة متفاقمة في الحرائق البرية، نتيجة عقود من الممارسات الجائرة على الغابات، والتي تفاقمت آثارها بفعل التغيّر المناخي المتسارع. وقد أدى هذا الوضع إلى زيادة ملحوظة في حجم وشدة الحرائق، ما أسفر عن دمار آلاف المباني، وإجبار مئات الآلاف على النزوح من منازلهم، وتعريض الملايين لمستويات عالية من الهواء الملوث[40]. وقد دفعت هذه الأزمة إلى إطلاق شراكات مبتكرة تهدف إلى تحسين إدارة الحرائق والوقاية منها، من أبرزها تأسيس "فريق عمل كاليفورنيا للحرائق البرية وصمود الغابات"[41] في عام 2018، كمبادرة تعاونية بين الحكومة الفيدرالية وحكومات الولايات والحكومات المحلية، إلى جانب المنظمات العامة والخاصة والقبلية. وكان الهدف من إنشاء هذا الفريق هو تطوير نهج متكامل لإدارة الغابات يعتمد على أفضل العلوم المتاحة، بهدف تحسين إدارة الغابات وحماية المجتمعات.

وفي يناير 2021، تم الإعلان عن خطة عمل لمكافحة حرائق الغابات[42] استناداً إلى توصيات فريق إدارة غابات كاليفورنيا. وتستهدف الخطة تسريع الجهود الاستراتيجية لاستعادة صحة غابات كاليفورنيا وتعزيز قدرتها على الصمود، مع تعزيز سلامة المجتمعات المعرضة لخطر الحرائق، ودعم الاقتصاد الريفي في المناطق الغنية بالغابات. كما تهدف الخطة إلى تحفيز الابتكار وقياس التقدم من خلال استخدام أفضل التطبيقات العملية المتاحة وتسريع الأبحاث التطبيقية. وعلى صعيد آخر، يعمل "مجلس موارد الهواء وإدارة الغابات والحماية من الحرائق" في كاليفورنيا على تطوير نماذج متقدمة لمحاكاة التفاعلات بين المناخ، والحرائق، والكربون، والمياه في الغابات. وستساعد هذه النماذج على تحديد استراتيجيات الإدارة الضرورية لتحقيق أهداف تغيّر المناخ في الولاية، مع تقديم خدمات أخرى ذات قيمة للنظام البيئي. كما تتضمن الخطة إنشاء مركز لبيانات الغابات بهدف تقييم وتنسيق جهود الرصد والإبلاغ المستمرة التي تبذلها الجهات الحكومية والفيدرالية والجامعات والمنظمات غير الحكومية.

وتطمح خطة العمل أيضاً إلى تعزيز حماية المجتمعات من خلال تقليل المخاطر المجتمعية وتطوير استراتيجيات التكيّف مع حرائق الغابات. ويتحقق ذلك عبر إعداد دليل شامل يضم أفضل الممارسات لتحديث وإنشاء خطط الحماية المجتمعية من حرائق الغابات، إلى جانب إنشاء شبكة منظمة لتبادل المعلومات بين الأقران، ما يسهم في دعم التعلم المستمر والحفاظ على الخبرات المؤسسية المرتبطة بالوقاية من الحرائق عبر مختلف القطاعات.

الفصل الخامس

الطريق نحو المستقبل: دعوة عالمية للتحرك

يتطلب تزايد الكوارث الطبيعية استجابة عالمية عاجلة ومنسقة لإدارة تأثيراتها والحد من مخاطرها. ويستلزم هذا الأمر إطلاق موجة من الابتكار على نطاق غير مسبوق، مع توحيد الجهود بين الحكومات والشركات والمجتمعات لوضع سياسات متكاملة، والاستثمار في تقنيات تعزز القدرة على مكافحة الكوارث المناخيّة، وتعزيز المشاركة المجتمعية الاستباقية. ومن خلال تسخير قوة التكنولوجيا والاستفادة من أطر العمل التعاونية، يمكن بناء قدرات تكيّفيّة فعّالة وتطوير حلول شاملة لمقاومة تغيّر المناخ.

التكامل بين السياسات، والمجتمع، والشراكات التعاونية

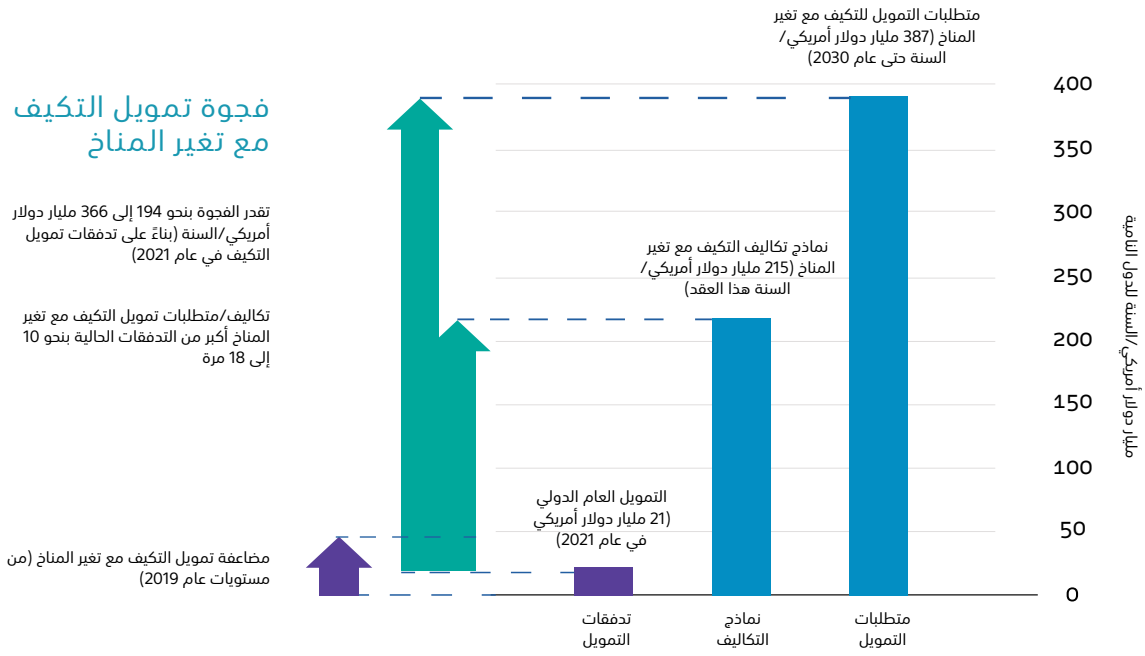
تشكل الحلول الرقمية فرصة استثنائية لإعادة صياغة آليات التكيّف مع تغيّر المناخ وتعزيز قدرة دول العالم على الصمود في وجه هذا التحدي العالمي المشترك. لكن المشكلة تكمن في أن هذه الحلول تواجه عوائق كبيرة تعرقل تطبيقها بفعالية، أبرزها ضعف البنية التحتية والفجوة الرقمية المستمرة، خاصة في المناطق النامية التي تفتقر إلى موارد كافية لدعم هذه التقنيات. يُضاف إلى ذلك مشكلات تتعلق بتوفر البيانات وجودتها، واحتكار بعض الجهات لهذه البيانات، ما يزيد من تعقيد اعتماد الأدوات الرقمية. كما أن التكاليف المرتفعة لتطبيق هذه التقنيات، إلى جانب نقص التمويل اللازم، تشكل حاجزاً آخر أمام تحقيق تقدم ملموس في هذا المسار. ومن جهة أخرى، تتسبب الفجوات التنظيمية والسياسات غير المتسقة، إلى جانب المخاوف المتعلقة بالخصوصية، تحديات إضافية تزيد من عدم وضوح الرؤية. ويُفاقم من هذه العقبات بطء الاستجابات السياسية مقارنة بالتطور التكنولوجي المتسارع. كما تساهم قلة الوعي المجتمعي، والمقاومة الثقافية، وضعف الثقة في الحلول الرقمية في تعقيد مسار تبنيها، خاصة بين الفئات والمجتمعات الأقل حظاً التي تُعد الأكثر عرضة لتأثيرات تغيّر المناخ.

وللتغلب على هذه العقبات، ينبغي تعزيز الحلول المناخيّة بسياسات قوية، ومشاركة مجتمعية فاعلة، وتعاون عالمي وثيق. ويُعد تبني نهج متعدد الأطراف يشمل جميع الشركاء ضرورة ملحة لتسريع انتشار هذه التقنيات وتعزيز قدرتنا الجماعية على مواجهة التهديدات المناخيّة بفعالية أكبر.

+ تُعد **الشراكات بين القطاعين الحكومي والخاص** عاملاً أساسياً في صياغة حلول قابلة للتطوير للتكيّف مع تغيّر المناخ. ويُمكن لهذه الشراكات، من خلال حشد الموارد والخبرات، أن تسهم في تسريع الابتكار وتضمن توظيف التقدم التكنولوجي في التطبيقات العملية. فعلى سبيل المثال، يُبرز النهج الياباني المعتمد على التكنولوجيا للتخفيف من مخاطر التسونامي عبر أنظمة اتصالات الطوارئ القائمة على الطائرات بدون طيار، قوة التعاون المنسق بين الحكومة وشركات التكنولوجيا الخاصة. ويمكن أن تُصبح مثل هذه الشراكات نموذجاً يحتذى به عالمياً، خاصة في المناطق الأكثر تأثراً بالتغيّرات المناخيّة.

+ لا تزال التدفقات المالية الحالية غير كافية لتلبية احتياجات التكيّف مع التغييرات المناخيّة، خصوصاً في الدول النامية. وثمة حاجة ملحة إلى **تعزيز السياسات وتوفير الدعم المالي اللازم للاستفادة من قوة التكنولوجيا**، لا سيما وأن التقديرات تشير إلى أن الدول النامية تعاني من فجوة تمويلية كبيرة تعيق جهود التكيّف مع تغيّر المناخ، إذ تُقدر احتياجات التمويل بين 194 مليار دولار و366 مليار دولار سنوياً، أي ما يعادل 18 ضعفاً من الدعم المالي الحالي[43]. ويُعد صندوق الخسائر والأضرار المناخيّة، الذي أعلن عنه في أواخر عام 2023 خلال مؤتمر الأطراف «كوب28» في دبي، خطوة جريئة وطموحة نحو سد الفجوة التمويلية، إذ يستهدف توجيه الدعم المالي للبلدان الأكثر تأثراً بتغيّر المناخ. بيد أن هذه الخطوة وحدها قد لا تكون كافية لتحقيق الهدف المنشود؛ فهناك حاجة ماسة لتطوير آليات تمويل مستدامة تدعمها سياسات مبتكرة تُحفز التجريب وتعزز الاستثمار في تقنيات التكيّف والمرونة المناخيّة.

الشكل 6: فجوة تمويل جهود التكيّف مع تغيّر المناخ



يتطلب سد فجوة تمويل التكيف مع تغير المناخ ابتكار آليات وشراكات جديدة قادرة على تعبئة الموارد اللازمة لتعزيز مرونة الدول والمجتمعات في مواجهة تغيّر المناخ.

وفيما يلي أبرز الأمثلة على المبادرات والآليات التمويلية المبتكرة:

- **مقايضة الديون مقابل مشاريع المناخ:** تُعيد هذه الآلية هيكلة ديون الدول من خلال توجيه الالتزامات المالية نحو استثمارات في مشاريع التكيّف المناخي. وفي المقابل، تتيح هذه المقايضة تخفيف أعباء الديون مع توجيه الموارد نحو مبادرات تعزيز المرونة في مواجهة تغيّر المناخ. ومن أبرز الأمثلة الناجحة على ذلك مبادرة "مقايضة الديون مقابل العمل المناخي"، التي أطلقتها بربادوس مؤخراً، والتي تكللت بجمع نحو 165 مليون دولار لتمويل مشاريع البنية التحتية المائية، والأمن الغذائي، وحماية البيئة[44].

- **التمويل المشروط بالعمل المناخي:** تقوم هذه الآلية على هيكلة عمليات السداد بناءً على نتائج مرتبطة بالمناخ، بحيث يتم ربط الحوافز المالية مع مدى تحقق أهداف التكيّف المناخي. تساهم هذه الآلية في تقليل المخاطر التي يتعرض لها المستثمرون، كما تشجع على اتخاذ تدابير استباقية للتكيّف مع تغيّر المناخ. ويمكن لهذا النموذج تمويل الجهود التي لم تحظَ بالتمويل الكافي سابقاً لمعالجة مجموعة واسعة من المخاطر المرتبطة بالتغيّر المناخي الحادّ[45].

- **التمويل المختلط:** يجمع التمويل المختلط بين الصناديق العامة والخاصة والخيرية لتقليل المخاطر وجذب الاستثمارات الخاصة في مشاريع التكيّف. يُساعد هذا النهج على تجاوز العقبات المرتبطة بالتكاليف الأولية المرتفعة والمخاطر المرتبطة بمشاريع التكيّف المناخي. على سبيل المثال، طوّر "المختبر العالمي للابتكار في تمويل العمل المناخي" أدوات ساهمت في جمع أكثر من 380 مليون دولار لتمويل مشاريع التكيّف، ما يُبرز فعالية التمويل المختلط في هذا السياق[46].

- **إصدار السندات المخصصة لمشاريع التكيّف المناخي:** تُعد السندات الخضراء وسندات المرونة المناخيّة أدوات فعالة لجذب رؤوس الأموال من المستثمرين الذين يبحثون عن استثمارات مستدامة. توفر هذه السندات عائداً ثابتاً للمستثمرين، وتموّل في الوقت ذاته مبادرات التكيّف المناخي. على سبيل المثال، أصدر بنك التنمية الإفريقي سندات هجينة بقيمة 750 مليون دولار لتعزيز تمويل العمل المناخي، ما يُبرز الإمكانات الهائلة لهذه الأدوات في سد فجوة التمويل، دون دون إثقال كاهل الحكومات التي تعاني من الأعباء المالية[47].

يتطلب سد الفجوة الرقمية تحويل بيانات المناخ ومخاطر الكوارث إلى منفعة عامة، بما يقتضي أن تكون متاحة للجميع. ومع اعتماد التكنولوجيا بشكل متزايد كأداة أساسية في إدارة الكوارث، أصبحت الفجوات الرقمية مرتبطة بشكل وثيق بالفجوات التنموية. فعلى سبيل المثال، في عام 2022[48]، كان واحد فقط من كل أربعة أشخاص في البلدان منخفضة الدخل يستخدم الإنترنت، ما يُظهر الفجوة الهائلة في الوصول إلى المعلومات. ويُعد نقص الوصول إلى بيانات دقيقة وعالية الجودة، إلى جانب ضعف الخبرة التقنية بين الممارسين المعنيين، من أبرز التحديات التي تواجه تقليص هذه الفجوات.

يمثل بناء **ثقافة الابتكار والاستعداد** أولوية عالمية لمواجهة المخاطر المناخيّة المتزايدة. يتطلب ذلك من الحكومات تطوير أطر وطنية متكاملة تتوافق مع التزاماتها للحد من انبعاثات الكربون على النحو المحدد في اتفاق باريس، مع تبني استراتيجيات متوسطة وطويلة الأجل لتقليل التعرض للمخاطر المناخيّة والتكيّف مع التغيّرات المناخيّة. حتى الآن، قدمت 58 دولة خطط تكيّف وطنية متعددة القطاعات ضمن اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (UNFCC)، وتضمنت 90% من هذه الخطط إشارات واضحة إلى أهمية تمويل المخاطر والكوارث المناخيّة[49]. ويجب أن تركز هذه الخطط على تحديث البنية التحتية، وتطوير آليات الاستجابة لحالات الطوارئ المناخيّة، وتوظيف التقنيات الرقمية لتعزيز القدرة على مواجهة الكوارث. ومن خلال إقامة شراكات استراتيجية مع القطاع الخاص والمؤسسات الأكاديمية، يمكن لصانعي السياسات بناء أنظمة تكيّفية مرنة وشاملة وقابلة للتطوير. كما ينبغي على الحكومات أن تعمل على إشراك وتمكين الحكومات المحلية لضمان وضع خطط مستهدفة تتناسب مع احتياجات كل منطقة على حدة، وتتيح لها اتخاذ تدابير تعزز مرونتها في وجه التغيّر المناخي. ويمكن للحكومات أيضاً تسريع الابتكار من خلال سياسات تدعم تطوير وتوظيف التقنيات الحديثة وتعزيز التعاون بين القطاعين الحكومي والخاص، ما يساعد في تسهيل الانتقال من إدارة الأزمات التفاعلية إلى استراتيجيات استباقية لتخفيف المخاطر.

يمكن أن يسهم تسخير **الحلول القائمة على الطبيعة** في توفير استراتيجيات فعّالة من حيث التكلفة لحماية أصول البنية التحتية وخدماتها، مع تحقيق فوائد بيئية وصحيّة مستدامة، من بينها الحفاظ على وظائف النظام البيئي وتعزيز صحة الإنسان. وينبغي على الحكومات دعم هذه الحلول من خلال تطوير أطر سياسية، وتنظيمية، ومالية، ومؤسسية تسهل تنفيذ مشاريع البنية التحتية المستدامة، وتُعزز قدرتها على مواجهة التحديات المناخيّة المتزايدة[50].

الخاتمة

إعادة تعريف المرونة في القرن الـ21

مع تسارع وتيرة الكوارث الناجمة عن التغيّر المناخي وتعاظم خطورتها، أصبح التحرك العاجل ضرورة لا تحتمل التأجيل. فالمسؤولية اليوم تقع على عاتق جميع الجهات الفاعلة عالمياً، إذ لم يعد بناء المرونة خياراً، بل مطلباً حتمياً لإرساء الأسس لمستقبل أكثر استدامة وأماناً. وهنا، يتعيّن على الحكومات الاضطلاع بدور ريادي في قيادة هذه الجهود من خلال تبنّي سياسات شاملة تعزز الابتكار، ووضع استراتيجيات تكيّف قوية تشمل الاستثمار في البحث والتطوير، وتوسيع نطاق الشراكات بين القطاعين الحكومي والخاص، وإشراك المجتمعات المحلية في بلورة حلول مناخية فعالة. وفي هذا السياق، يمثل توظيف التقنيات الرقمية المبتكرة ركيزة أساسية في بناء نهج متكامل يُسهم في التخفيف من المخاطر وتعزيز مرونة المجتمعات. ولتحقيق ذلك، ينبغي العمل على سد الفجوة الرقمية وضمان الوصول العادل إلى البيانات عالية الجودة، فهذه الجهود لا تقتصر على تحسينات تقنية فحسب، بل تمثل أدوات أساسية لتمكين المجتمعات الأكثر تعرضاً للتهديدات المناخية، وتعزيز الجهود العالمية الرامية إلى الحد من تداعيات التغير المناخي. ومن خلال اعتماد استراتيجيات استباقية شاملة، يمكننا إعادة تعريف مفهوم المرونة بطريقة أكثر تكاملاً، بما يعزز الاستدامة، ويقوي القدرة على التكيف، ويحمي صحة الإنسان والبيئة، لضمان مستقبل أكثر أماناً للأجيال القادمة.

ورغم ضخامة التحديات الناجمة عن الكوارث المناخية، إلا أن مواجهتها تبقى ممكنة عبر تبنّي حلول مبتكرة تعيد صياغة أساليب التكيّف والاستجابة. فالابتكار يفتح آفاقاً غير مسبوقة تمكّن المجتمعات من التنبؤ بالصدمات البيئية والاستعداد لها والتكيّف معها بفعالية وكفاءة. ومن خلال تطوير بنية تحتية ذكية، وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتعزيز التعاون بين الحكومات والقطاع الخاص والمؤسسات المجتمعية، يصبح بالإمكان بناء منظومات أكثر مرونة وقدرة على تقليل تداعيات الكوارث الطبيعية وضمان استدامة كوكبنا للأجيال القادمة.

المسألة إذن لا تتمحور حول ما إذا كنا قادرين على منع الكوارث – إذ إن بعضها حتمي – بل حول مدى قدرتنا على التعامل معها بذكاء ومرونة، والتقليل من تداعياتها على الإنسان والبيئة عبر استراتيجيات استباقية وحلول مبتكرة تعزز القدرة على التكيّف والتعافي مع هذه الكوارث حال حدوثها.

نبذة عن

بي دبليو سي

هدفنا في "بي دبليو سي" هو تعزيز الثقة ومعالجة أهم التحديات التي تواجه الحكومات والشركات والمجتمعات. تكمن مهمتنا في حل المشكلات وتقديم حلول متكاملة ومدعومة بالمهارات البشرية والتقنيات الرائدة، بدءاً من وضع الإستراتيجيات وصولاً إلى مراحل التنفيذ، بالإضافة إلى تطوير المواهب وزيادة الفرص التي تساهم في تحقيق نتائج مستدامة لعملائنا على مدى أجيال قادمة.
تتألف "بي دبليو سي" من شبكة شركات متواجدة في 149 بلداً، ويعمل لديها 370000 موظف ملتزم بتوفير أعلى معايير الجودة في خدمات التدقيق والاستشارات والضرائب.
يرجى زيارة موقعنا الالكتروني لاكتشاف المزيد:
www.pwc.com

تأسست بي دبليو سي في الشرق الأوسط منذ أكثر من 40 عاماً ولديها 30 مكتباً في 12 دولة، حيث يعمل بها حوالي (12,000) موظف. (www.pwc.com/me).
بي دبليو سي تشير إلى شبكة بي دبليو سي و/ أو واحدة أو أكثر من الشركات الأعضاء فيها، كل واحدة منها هي كيان قانوني مستقل. للمزيد من المعلومات يرجى زيارة موقعنا الالكتروني
.www.pwc.com/structure

© 2025 بي دبليو سي. جميع الحقوق محفوظة

المؤلفون

سنجاي جاين
شريك
sanjay.jain@pwc.com

عادل حنين
مدير أول
adil.hunain@pwc.com

أناند بالاسوبرامانيان
شريك
anand.x.balasubramanian@pwc.com

هينا ساقيا
مدير
henna.sakia@pwc.com

المراجع

1 World Economic Forum (WEF), Innovation and Adaptation in the Climate Crisis: Technology for the New Normal, 2024, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_and_Adaptation_in_the_Climate_Crisis_2024.pdf

2 United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/

3 United Nations, UNEP Adaptation Gap Report, 2023, https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2023

4 "Economic costs of weather-related disasters soars but early warnings save lives", World Meteorological Organization (WMO), May 22, 2023, https://wmo.int/media/news/economic-costs-of-weather-related-disasters-soars-early-warnings-save-lives-0

5 UNDRR, Global Status of Multi-Hazard Early Warning Systems 2023, https://www.undrr.org/reports/global-status-MHEWS-2023

6 IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/

7 WEF, Innovation and Adaptation in the Climate Crisis: Technology for the New Normal, 2024, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_and_Adaptation_in_the_Climate_Crisis_2024.pdf

8 UN, UNEP Adaptation Gap Report, 2023, https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2023

9 Food and Agriculture Organization of the United Nations, Drought and agriculture, https://www.fao.org/land-water/water/drought/droughtandag/en/

10 World Meteorological Organization, State of the Global Climate 2023, https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2023

11 UN, UNEP Adaptation Gap Report, 2023, https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2023

16 IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/

17 World Resources Institute, Water security, 2022, https://www.wri.org/freshwater/water-security#:~:text=Water%20crises%20threaten%20these%20critical,experience%20water%20scarcity%20by%202025.

12 United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), Climate change and displacement, https://www.unhcr.org/climate-change-and-disasters.html

13 World Health Organization, Climate change, https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1

14 Hallegatte, Stephane; Rentschler, Jun; Rozenberg, Julie. "Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity," Sustainable Infrastructure (2019), World Bank, http://hdl.handle.net/10986/31805

15 "Final Estimated Damages for Hurricane Helene to be Between $30.5 Billion and $47.5 Billion", CoreLogic, October 4, 2024, https://www.corelogic.com/press-releases/corelogic-final-estimated-damages-for-hurricane-helene-to-be-between-30-5-billion-and-47-5-billion/

18 Speech from Elizabeth Mrema, Executive Secretary, UN Convention on Biological Diversity, https://www.un.org/en/climatechange/science/climate-issues/biodiversity

19 Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S.E., Donges, J.F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Weber, L. & Rockström, J. 2023. "Earth beyond six of nine planetary boundaries." Science Advances 9, no.37 (2023). https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh2458

20 UNDRR, Global Status of Multi-Hazard Early Warning Systems 2023, https://www.undrr.org/reports/global-status-MHEWS-2023

21 UNDRR, Early Warnings for All, 2022, https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/sendai-framework-action/early-warnings-for-all

22 World Meteorological Organization, Tackling capacity gaps in Early Warnings for All delivery, 2024, https://wmo.int/media/update/tackling-capacity-gaps-early-warnings-all-delivery

23 Altiorem https://altiorem.org/research/early-warning-systems-and-early-action-in-fragile-conflict-affected-and-violent-contexts-addressing-growing-climate-and-disaster-risks

24 Adam Smith, "AI enhances flood warnings but cannot erase risk of disaster," Reuters, October 16, 2024, https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/ai-enhances-flood-warnings-cannot-erase-risk-disaster-2024-10-15/

25 WEF, Innovation and Adaptation in the Climate Crisis: Technology for the New Normal, 2024, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_and_Adaptation_in_the_Climate_Crisis_2024.pdf

26 WEF, Innovation and Adaptation in the Climate Crisis: Technology for the New Normal, 2024, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_and_Adaptation_in_the_Climate_Crisis_2024.pdf

27 "AI for climate action: Technology mechanism supports transformational climate solutions," United

Nations Climate Change, November 3, 2023, https://unfccc.int/news/ai-for-climate-action-technology-mechanism-supports-transformational-climate-solutions

[28] WEF, Innovation and Adaptation in the Climate Crisis: Technology for the New Normal, 2024, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_and_Adaptation_in_the_Climate_Crisis_2024.pdf

[29] World Bank, Community-based Disaster Risk Management, https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/78ba6020-8714-5e9c-85cf-192438a55422/content

[30] Naoko Kutty and Naoko Tochibayashi, "Here's how Japan is using technology to mitigate natural disasters," World Economic Forum, November 1, 2022, https://www.weforum.org/stories/2022/11/cop27-how-japan-is-using-tech-mitigate-natural-disasters/

[31] Ministry of Foreign Affairs in Japan, Disaster Prevention Technology in Japan, https://web-japan.org/trends/11_tech-life/tec202112_disaster-prevention.html

[32] "Japan deploys cutting-edge technology to mitigate natural hazards," Reuters, February 13, 2024. https://www.reuters.com/plus/japan-deploys-cutting-edge-technology-to-mitigate-natural-hazards

[33] Ministry of Foreign Affairs in Japan, Disaster Prevention Technology in Japan, https://web-japan.org/trends/11_tech-life/tec202112_disaster-prevention.html

[34] Ministry of Foreign Affairs in Japan, Disaster Prevention Technology in Japan, https://web-japan.org/trends/11_tech-life/tec202112_disaster-prevention.html

[35] Mahamat Ramadane and Alessandra Prentice, "Africa grapples with forecasting challenge as weather disasters loom," Reuters, November 14, 2024. https://www.reuters.com/sustainability/africa-grapples-with-forecasting-challenge-weather-disasters-loom-2024-11-14

[36] UNEP, Investing in early warning systems to protect the world's vulnerable, 2024, https://www.unep.org/news-and-stories/speech/investing-early-warnings-systems-protect-worlds-vulnerable?

[37] Soutik Biswas, "Amphan: Why Bay of Bengal is the world's hotbed of tropical cyclones," BBC, May 19, 2020, https://www.bbc.com/news/world-asia-india-52718531

[38] Catherine Davison, "The country trailblazing the fight against disasters," BBC, July 20, 2022, https://www.bbc.com/future/article/20220719-how-bangladesh-system-fights-cyclones-climate-disasters

[39] Bangladesh Meteorological Department, https://live7.bmd.gov.bd

[40] California Department of Forestry & Fire Protection, Statistics, https://www.fire.ca.gov/our-impact/statistics

[41] California Wildfire & Forest Resilience Task Force, https://wildfiretaskforce.org/about/

[42] California Wildfire & Forest Resilience Task Force, Wildfire and Forest Resilience Action Plan, https://wildfiretaskforce.org/wp-content/uploads/2023/04/californiawildfireandforestresilienceactionplan.pdf

[43] UN, UNEP Adaptation Gap Report, 2023, https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2023

[44] Virginia Furness, "Barbados completes world's first debt swap for climate resilience," Reuters, December 2, 2024. https://www.reuters.com/business/environment/barbados-frees-up-125-million-via-debt-for-climate-swap-2024-12-02

[45] John Nay, "Climate-Contingent Finance," Berkeley Business Law Journal 19, no. 2 (2022), https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3762733#.

[46] Global Innovation Lab for Climate Finance, Adaptation finance: Six key steps for structuring instruments that deliver results, 2024, https://www.climatefinancelab.org/news/adaptation-finance-six-key-steps

[47] Karin Strohecker and Rachel Savage, "African Development Bank sells hybrid note in development finance first," Reuters, January 30, 2024, https://www.reuters.com/business/finance/african-development-bank-sells-hybrid-note-development-finance-first-2024-01-30/

[48] World Bank, Digital Progress and Trends Report 2023, https://www.worldbank.org/en/publication/digital-progress-and-trends-report

[49] National Adaptation Plan (NAP) Global Network, Trends platform, https://trends.napglobalnetwork.org/

[50] OECD, Infrastructure for a Climate-Resilient Future, 2024, https://www.oecd.org/en/publications/infrastructure-for-a-climate-resilient-future_a74a45b0-en.html

القمة العالمية للحكومات

كن جزءاً من الحدث

@WorldGovSummit

www.worldgovernmentssummit.org