

ملخص
تنفيذي

كتاب التكنولوجيا الخضراء: حلول لمواجهة الكوارث المناخية



© الوييو، 2025 / 1 2 / نسب المصنف 4.0 دولي (CC BY 4.0)

لا ينطبق ترخيص المشاع الإبداعي على محتوى وضعته جهات أخرى غير الوييو في هذا المنشور.

الغلاف: Getty Images/Iboter, Bilanol, mack2happy

مرجع الوييو: 1080/25-ExSum/AR
DOI: [10.34667/tind.58956](https://doi.org/10.34667/tind.58956)

ملخص عملي

لم تعد الكوارث المناخية نادرة، بل أصبحت هي الوضع الطبيعي الجديد. فعلى مدى العقدين الماضيين، كان أكثر من 80 في المئة من الكوارث المسجلة ترتبط بالمناخ وظواهر الطقس المتطرفة، مع تسبب الأخطار المرتبطة بالمياه في نحو نصف الوفيات الناجمة عن الكوارث. وتزداد تلك الظواهر تواتراً. إذ سُجِّلَ أقل من 50 كارثة في عام 1950، في حين يشهد العالم اليوم ما بين 300 و500 كارثة مرتبطة بالمناخ سنوياً. ويؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر، والتحصن، وتأثير الجزر الحرارية إلى تفاقم المخاطر، في حين تتحمل الفئات السكانية الضعيفة في المستوطنات العشوائية والمناطق الريفية المنخفضة الدخل ومجتمعات النازحين أشد الآثار.

وتفرض الكوارث ضغوطاً متزايدة على الأنظمة التقليدية للتصدي للكوارث، حيث تتجاوز الخسائر الاقتصادية العالمية 2.3 تريليون دولار أمريكي سنوياً عند حساب التكاليف الاجتماعية والبيئية غير المباشرة. ومع ذلك، لا يزال تمويل الحد من مخاطر الكوارث محدوداً، إذ لا تتجاوز حصة الوقاية والتأهب 0.5 في المئة من الإنفاق الإنمائي، وجزءاً ضئيلاً من المساعدات الإنسانية. وقد بدأت تظهر آليات عالمية وإقليمية، مثل سندات الكوارث، والأموال المجمعمة، والتمويل القائم على التنبؤات، لتيسير التصدي السريع والاستباقي للكوارث. ومع ذلك، لا تزال التغطية متفاوتة، ولا سيما في صفوف البلدان الأقل نمواً والدول الجزرية الصغيرة والمجتمعات المهمشة.

وتؤدي التكنولوجيا دورياً محورياً في سد تلك الفجوات. إذ تُسهّم السواتل، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والطائرات بدون طيار، والتحليلات السحابية في تحسين مراقبة المخاطر، والإنذار المبكر، وتقييم التأثير، في حين تعزز الشبكات والتطبيقات المتاحة على الأجهزة المحمولة الاتصال الآني مع السكان المتضررين. ويشهد نشاط تسجيل البراءات المتعلقة بالتصدي للكوارث نمواً سريعاً، ولا سيما في مجال الطائرات بدون طيار، والمراقبة المدعومة بالذكاء الاصطناعي، والمنصات المتعددة الوظائف، مما يشهد على التحول نحو حلول أسرع وأكثر تكاملاً تعتمد على البيانات. ويؤكد إطار عمل سنداي أهمية هذه التكنولوجيات في مجالات الوقاية والتأهب والاستجابة، مع التركيز على الوصول العادل، وبناء القدرات، والتصميم الشامل لضمان ترجمة التقدم التكنولوجي إلى قدرة فعلية على الصمود.

حلول الجيل التالي لتصدي لاشتداد العواصف وتزايد الفيضانات

تشهد الأعاصير المدارية، المعروفة بالعواصف أو الزوايع، بفعل تغير المناخ، نتيجة ارتفاع درجات حرارة المحيطات وزيادة رطوبة الغلاف الجوي. وعلى الرغم من احتمال انخفاض تواتر العواصف، فإن شدتها تتصاعد، حيث تصبح الأعاصير الكبرى أكثر تدميراً. فعلى سبيل المثال، تسبب إعصار هيلين (2024) في وفاة 246 شخصاً في الولايات المتحدة، في حين دمر إعصار فريدي (2023) أجزاء كبيرة من موزامبيق وملاوي. ويؤدي تغير المناخ أيضاً إلى إبطاء حركة العواصف، وإطالة مدة هطول الأمطار وحدوث الفيضانات. وعلى مدى السنوات الخمسين الماضية، تسببت الأعاصير المدارية في 38 في المئة من الوفيات والخسائر الاقتصادية المرتبطة بالكوارث عالمياً، وغالباً ما يتطلب التعافي منها عشرات السنين.

وتتفاقم الفيضانات، وهي نتيجة رئيسية للعواصف، بفعل ذوبان الأنهار الجليدية، والتحضر، والافتقار للبنى التحتية اللازمة. ويواجه أكثر من 1.8 مليار شخص مخاطر جسيمة متعلقة بالفيضانات، ويعيش 90 في المئة منهم في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل. وتهدد فيضانات البحيرات الجليدية عشرة ملايين شخص، وهو خطر يُتوقع أن يتضاعف ثلاث مرات في أعالي جبال آسيا بحلول عام 2100. وتلحق الفيضانات الضرر بالبنية التحتية، وتلوث إمدادات المياه، وتعطل الاقتصادات، مؤثرةً تأثيراً شديداً في الأحياء الفقيرة من المناطق الحضرية.

وقد أدى تحسين أنظمة التنبؤ بالطقس المدعومة بالسواتل (مثل نظام CYGNSS التابع لوكالة ناسا، ونظام Sentinel التابع لوكالة الفضاء الأوروبية)، والذكاء الاصطناعي، والطائرات بدون طيار، إلى تقليص الأخطاء في تتبع الأعاصير من 400 ميل بحري في السبعينيات إلى أقل من 80 ميلاً اليوم. وعلى الرغم من أن أنظمة الإنذار المبكر تنقذ الأرواح، فإن نصف البلدان تفتقر إلى التغطية الكافية. وتسعى مبادرة الإنذار المبكر للجميع، التي تضطلع بها الأمم المتحدة، إلى سد هذه الفجوة بحلول عام 2027. ويعزز الذكاء الاصطناعي أنظمة الإنذار المبكر من خلال التنبؤ بالمخاطر المتتالية (مثل الفيضانات التي تعقب العواصف)، لكنه ينطوي على تحديات مثل تحيز البيانات والإنذارات الكاذبة.

ومع تصاعد حدة العواصف والفيضانات، يصبح دمج التنبؤ المتقدم، والبنية التحتية المرنة، والإنذار المبكر الشامل أمراً بالغ الأهمية. وتوفر ابتكارات، مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والحلول القائمة على الطبيعة، حماية قابلة للتوسع، غير أن الوصول العادل لا يزال صعباً، ولا سيما في المناطق المعرضة للمخاطر. وتُعدّ الجهود التعاونية ضرورية لبناء القدرة العالمية على الصمود في وجه التهديدات المناخية المتصاعدة.

الابتكار في وجه الانهيارات الأرضية

تحدث الانهيارات الأرضية بفعل الأمطار الغزيرة أو الزلازل أو الأنشطة البشرية مثل إزالة الغابات. وهي تشكل مخاطر جسيمة، وتتسبب في وفيات، وأضرار بالبنية التحتية، واضطرابات اقتصادية طويلة الأمد. ويؤدي تغير المناخ إلى تفاقم تواتر الانهيارات الأرضية، ولا سيما في المناطق الجبلية والمدارية. وعلى الرغم من صعوبة التنبؤ بها، فإن تكنولوجيات المراقبة المتقدمة تُحسن القدرات في مجالي الكشف المبكر والتصدي. وتتعبق أجهزة الاستشعار الأرضية وتحت السطحية (مثل مقاييس الإمالة والانحدار وأجهزة الاستشعار الزلزالية) ثبات المنحدرات في الوقت الحقيقي. وتوفر تكنولوجيات الاستشعار عبر السواتل والاستشعار عن بُعد InSAR/SAR (تتبع التشوه بدقة المليمتر)، وتكنولوجيا LiDAR، ونموذج LHASA التابع لوكالة ناسا، خرائط واسعة النطاق للأخطار. ويدمج الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة مصادر متعددة (الطائرات بدون طيار، وإنترنت الأشياء، والسجلات التاريخية) لتقييم المخاطر ديناميكياً. ويمكن للطائرات بدون طيار إجراء مسح عالي الدقة بعد الكوارث (مثل تقييم انهيار الأنفاق السويسرية)، ورسم خرائط للشقوق (مثلما حدث في تبليسي). وتشمل تكنولوجيات إدارة الحطام الحواجز، ومضخات الملاط، والحفارات الهيدروليكية المستخدمة في التنظيف الفعال. وتتضمن ابتكارات التثبيت الهندسة الحيوية باستخدام الجص الحيوي، والحلول الهندسية مثل تسمير التربة، وتثبيت الصخور، والتكسية الأرضية.

التكنولوجيا تتيح القدرة على تحمل موجات الجفاف المتفاقمة

تتحول ظواهر الجفاف، التي تشتد بفعل تغيّر المناخ، إلى أزمات منهجية تهدد الأمن الغذائي والحصول على المياه، وإنتاج الطاقة. ويؤدي ارتفاع درجات الحرارة وعدم انتظام هطول الأمطار إلى استنزاف المياه الجوفية، ويواجه 40 في المئة من سكان العالم حالياً شح المياه. وتعاني الزراعة، التي تستهلك 70 في المئة من المياه العذبة عالمياً، خسائر في الغلة، في حين يؤدي الجفاف إلى تعطيل الطاقة الكهرومائية

وتفاهم المخاطر الصحية، مثل الكوليرا (الفاو، 2025؛؛ الصحة العالمية (2024)). وتقدّم التكنولوجيا المبتكرة حلولاً متعددة؛ إذ تراقب السواتل (GRACE و InSAR) وأنظمة الذكاء الاصطناعي المياه الجوفية في الوقت الحقيقي؛ وتُسهّم المحاصيل المعدلة بواسطة تقنية CRISPR (مثل قمح HB4 المقاوم للجفاف)، والزراعة الدقيقة (باستخدام أجهزة الاستشعار المعتمدة على إنترنت الأشياء والطائرات بدون طيار)، في تحسين كفاءة استخدام المياه. ويُستخرج الماء من الغلاف الجوي عبر تكنولوجيا حصاد الرطوبة، من شبك الضباب إلى الأطر المعدنية العضوية، في حين تُستخدم السدود الرملية وإعادة تغذية طبقات المياه الجوفية المدارة لاستعادة المخزون الجوفي. وتُكيّف أنظمة الطاقة من خلال الألواح الشمسية العائمة لتعويض خسائر الطاقة الكهرومائية، والشبكات الذكية لتقليل الاعتماد على التوليد المائي. ويمكن لإعادة تدوير مياه الصرف الصحي (مثل تكنولوجيا التصريف الصفري من السواتل) استعادة أكثر من 95 في المئة من المياه الصناعية.

ومع ذلك، لا تزال الحواجز قائمة، ولا سيما أمام صغار المزارعين والمناطق الضعيفة. وتثبت مبادرات، مثل مركز وشبكة تكنولوجيا المناخ التابع للأمم المتحدة الذي يقدم تنبؤات بالجفاف عبر تطبيق WhatsApp في سانت كيتس، أن النماذج القابلة للتوسّع متاحة حالياً. ويتطلب سد الفجوات تنسيقاً في السياسات واستثماراً عادلاً لنشر هذه الأدوات بطريقة منصفة. وبدون اتخاذ إجراءات، قد يكلف الجفاف 5 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحلول عام 2050، ولكن باعتماد التكنولوجيا الاستراتيجية، يمكن للمجتمعات اكتساب قدرة حقيقية على الصمود في وجه التهديدات المتزايدة للجفاف.

حرائق الغابات تتفاهم، والتكنولوجيا المتقدمة تمنعها وتنبأ بها وتحمي منها

تحولت حرائق الغابات من ظواهر موسمية إلى أزمات مستمرة على مدار العام، مدفوعة بارتفاع درجات الحرارة، والجفاف المطول، وتغير أنماط الرياح. وباتت تهدد النظم البيئية والمجتمعات والاقتصادات على مستوى العالم، حيث أصبحت الحرائق غير المسبوقة - مثل حرائق كندا التي تسببت في عام 2023 في خسارة 27 في المئة من الغطاء الشجري العالمي - هي القاعدة. وتتأثر الأماكن الجامعة للبراري والمناطق الحضرية بهذه الكوارث بوجه خاص، إذ يتقاطع الزحف العمراني مع النباتات القابلة للاشتعال فتتحول حرائق الغابات إلى كوارث حضرية حيث يؤدي تساقط الجمر إلى اشتعال المنازل بعيداً عن منطقة الحريق الأصلية. ويزيد من تعقيد التحدي أن خطوط الكهرباء وأعطال الشبكات تسبب في اندلاع الحرائق بشكل متزايد، كما حدث في كاليفورنيا حيث تسببت البنية التحتية الكهربائية في 19 في المئة من المساحات المحترقة خلال السنوات القليلة الماضية.

وتُحدث التكنولوجيا ثورة في إدارة حرائق الغابات، امتداداً من الاكتشاف المبكر إلى الإخماد والتعافي. إذ تقوم الشبكات الساتلية (مثل نظام FIRMS التابع لوكالة ناسا ونظام Sentinel التابع لوكالة الفضاء الأوروبية)، المقترنة بالذكاء الاصطناعي، بتحليل البيانات في الوقت الحقيقي لاكتشاف الحرائق في غضون دقائق، في حين ترسم الطائرات بدون طيار والكاميرات الحرارية خرائط لبؤر الحرائق استناداً إلى الدخان والظلام. وتيسّر ابتكارات، مثل السواتل الصغيرة والكاميرات بزوايا 360 درجة، التصدي السريع للكوارث، في حين تتنبأ أدوات النمذجة المتقدمة (مثل FARSITE والتوائم الرقمية) بأنماط الحرائق بدقة غير مسبوقة. وفضلاً عن ذلك، تطورت الوسائل الجوية لإخماد الحرائق، حيث تنفذ الطائرات بدون طيار عمليات ليلية، وتقلل الروبوتات الناشرة للمواد المثبطة للحرائق من المخاطر التي تواجه الأطقم البشرية. وعلى المستوى الميداني، تحمي المواد المقاومة للحرائق (مثل المواد الخرسانية القنبية والطلاءات المانعة للحريق بالانتفاخ) المنازل، في حين تُسهّم الحرائق الموصوفة والتخفيف الميكانيكي من الغطاء النباتي في تقليل المخاطر المستقبلية.

ومع ذلك، لا تزال التحديات قائمة؛ إذ تعاني نماذج الحرائق التقليدية لمواجهة الظواهر المناخية المتطرفة، وغالباً ما تُلحق المثبطات الضرر بالنظم البيئية. وتُبرز الحلول الناشئة، مثل مثبطات الحرائق القابلة للتحلل الحيوي، والتنبؤ بحرائق أراضي الخث المعزز بالذكاء الاصطناعي في إندونيسيا، الحاجة إلى الابتكار المستدام. وتشهد الأدوات الشعبية، مثل تطبيق Watch Duty، الذي تفوق على الإنذارات الحكومية خلال حرائق كاليفورنيا في عام 2025، على قوة التكنولوجيا المجتمعية. فمع تزايد حرائق الغابات التي لا يمكن التنبؤ بها، يصبح دمج الشبكات الساتلية العالمية، ونماذج الذكاء الاصطناعي التكميلية، وأطر السياسات العادلة أمراً بالغ الأهمية لحماية الأرواح والنظم البيئية والاقتصادات مستقبلاً.

مفارقة البرد المتطرف في ظل تزايد الاحترار العالمي

على الرغم من ارتفاع درجات الحرارة العالمية، تظل موجات البرد المتطرفة تهديدات مميتة، تتفاقم بفعل الاضطرابات المناخية في أنظمة الغلاف الجوي، مثل الدوامة القطبية. وعندما تضعف هذه الدوامة، يتسرب الهواء القطبي إلى خطوط العرض الوسطى، مما يؤدي إلى موجات برد قاسية في مناطق مثل أمريكا الشمالية. ورغم أن هذه الظواهر أقل تواتراً، فإنها أصبحت أكثر شدة وخطورة، وتتفاقم بسبب تقادم البنية التحتية وضعف التأهب. وتُفوق الوفيات المرتبطة بالبرد، الناتجة عن الإجهاد القلبي الوعائي، وانخفاض حرارة الجسم، وأمراض الجهاز التنفسي، الوفيات المرتبطة بالحرارة، بما يتراوح بين أربعة إلى تسعة أضعاف سنوياً على مستوى العالم. ويواجه السكان المعرضون للخطر، مثل المشردين وكبار السن والأسر التي تعاني انعدام الأمن الطاقوي، مخاطر متزايدة، وبخاصة خلال الأزمات المرتبطة بالقدرة على تحمّل تكاليف الطاقة كما حدث في أوروبا بسبب ارتفاع معدلات التضخم في عام 2022.

وترمي التكنولوجيات المعنية بمقاومة آثار البرد إلى تعزيز صلابة شبكة الطاقة، عبر محطات الطاقة الشتوية، وخطوط الأنابيب المعزولة، والشبكات الذكية المدعومة بالتحليلات التنبؤية لمنع الانقطاعات، كما حدث في أثناء أزمة تكساس في عام 2021. ويركز الابتكار في البناء على مواد العزل القوية (مثل الجدران المزدوجة والنوافذ الزجاجية الرباعية)، والأسقف المدفأة، والمآوي المجسمة المطبوعة مثل منازل Icon التي تبلغ تكلفتها 4,000 آلاف دولار أمريكي. وتشمل الحلول المجتمعية كاسحات الثلج الموجهة بنظام تحديد المواقع، وتدفئة المناطق الشديدة البرودة، وسخانات الوقود المحمولة لحالات الطوارئ (بقدرة 45- درجة مئوية). وتتضمن إدارة الانهيارات الجليدية أنظمة تشغيل عن بعد، ومراقبة ذكية للثلوج تعمل بالذكاء الاصطناعي، لتقليل المخاطر في المناطق الجبلية.

أزمة موجات الحر المتطرفة المتصاعدة

تعدّ موجات الحر "قاتلاً صامتاً"، إذ تسببت في أكثر من 35,000 حالة وفاة في أوروبا في عام 2003، وظواهر غير مسبوقة في عامي 2024 و2025. وتزيد جزر الحرارة الحضرية من المخاطر، حيث تصل درجات حرارة مدن مثل فينيكس بولاية أريزونا إلى 10 درجات مئوية فوق المناطق المحيطة. وبين مايو ويونيو 2024، تسببت موجة حر شديدة في جنوب باكستان في وفاة أكثر من 568 شخصاً، حيث تراوحت درجات الحرارة بين 45 و49 درجة مئوية في مناطق عديدة. ويُعرّض الإجهاد الحراري العمال للخطر، إذ سُجّلت 4,200 حالة وفاة مرتبطة بالحرارة في أماكن العمل في عام 2020، تأثرت بها البلدان المنخفضة الدخل بشكل غير متناسب. وتشمل حلول التبريد الحضري "الأسطح الباردة" العاكسة، وأنظمة الرذاذ (التي توفر تخفيفاً يصل إلى 10 درجات مئوية)، والمدن الإسفنجية مثل منطقة Praterstern في فيينا التي تجمع بين المساحات الخضراء وتبريد الضباب الذكي. وتتطور تكنولوجيات حماية العمال بسرعة، مع ظهور أجهزة قابلة للارتداء، مثل مستشعرات الترطيب، وخوارزميات لقياس

درجة الحرارة الأساسية من الدرجة العسكرية كُيِّفت لأغراض قطاعي البناء والزراعة. وفي مجال الإنذار المبكر، تجمع المنصات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي (مثل HEAT-SHIELD في أوروبا) بين تنبؤات الطقس والبيانات الصحية لتفعيل الإنذارات وتنشيط مراكز التبريد. ويمكن للحلول التكنولوجية البسيطة أن تكون فعالة بشكل مدهش، على غرار برنامج الأسطح الباردة في أحمد آباد وقناة كارتوجا في إشبيلية التي تُعيد إحياء تكنولوجيات قديمة لتبريد أنفاق المياه.

مجموعة متنوعة من التكنولوجيات تعيد تشكيل الخدمات اللوجستية في مجال التصدي للكوارث

تسبب الكوارث في تشريد الملايين سنوياً، وتُجهد أنظمة التصدي التقليدية. ففي عام 2024 وحده، تسببت الكوارث في نزوح 45 مليون شخص، وكانت العواصف والفيضانات مسؤولة عن نزوح أكثر من نصف هذا العدد. ويتطلب حجم هذه الأزمات حلولاً مبتكرة لإيصال المساعدات بسرعة، وتحقيق التنسيق الفعال، وتمكين المجتمعات المتضررة. ومن التنبؤ القائم على الذكاء الاصطناعي إلى سلاسل التوريد المدعومة بسلاسل الكتل، تُحدث التقنيات الناشئة تحولاً في الخدمات اللوجستية للكوارث، مما يجعل أنشطة التصدي والاستجابة أكثر كفاءة وشفافية ومرنة.

وعند وقوع كارثة، تكون الأولوية القصوى لإنشاء قدرة تشغيلية داخل منطقة الأزمة. وتوفر الملاجئ المجسمة المطبوعة حلولاً متينة وقابلة للتوسع. وتُستخدم الوحدات الطبية المتنقلة - التي تتكون غالباً من حاويات شحن أعيد توظيفها - لتقديم الرعاية الصحية الطارئة، في حين تُنصب الملاجئ القابلة للنفخ خلال دقائق لتشكيل مراكز للقيادة أو تقديم الإسعافات الأولية. ويُعدّ الاستقلال الطاقوي عاملاً بالغ الأهمية؛ إذ توفر الشبكات النانوية طاقة متجددة خلال 15 دقيقة، لدعم المستشفيات المؤقتة ومراكز الاتصالات. وإيصال المساعدات إلى أبعد المناطق الوعرة، تبحر المركبات البرمائية، مثل SHERP التابعة لبرنامج الأغذية العالمي، في الطرق المغمورة، مما يقلل تكاليف النقل بنسبة 75 في المئة مقارنة بالنقل الجوي.

وتعتمد الاستجابة الفعالة للكوارث على الاتصالات. فعلى الرغم من اتصال 5.5 مليار شخص بشبكة الإنترنت، لا تزال الفجوات قائمة، إذ يفقر 2.6 مليار شخص إلى إمكانية الاتصال بشبكة الإنترنت، ولا سيما في المناطق المعرضة للكوارث. وتُسهم حلول، مثل الشبكات المتداخلة (المستخدمة بعد إعصار هايان) وأنظمة السوائل، في إعادة الاتصالات إلى طبيعتها عند انهيار البنية التحتية التقليدية. وتقوم المنصات المدعومة بالذكاء الاصطناعي، مثل SKAI (التي وضعها برنامج الأغذية العالمي وشركة Google)، بتحليل الصور الساتلية لرسم خرائط للأضرار في الوقت الحقيقي، في حين تتيح روبوتات الدردشة وآليات التعقيب المشتركة اتصالاً ثنائياً بين المستجيبين والناجين. وفي كوكس بازار ببغلايش، ترسل بوابة INSTANT للتنبؤات إنذارات مبكرة إلى اللاجئين من الروهينغا عبر الرسائل النصية، مما يتيح الاضطلاع بعمليات إجلاء استباقية.

وتؤثر الخسائر الاقتصادية الناجمة عن الكوارث بشكل غير متناسب في البلدان المنخفضة الدخل، حيث يكلف الجفاف بعض الدول 2 في المئة من إجمالي ناتجها المحلي سنوياً. ويساهم الابتكار في التمويل في سد الفجوات كما يلي:

- التحويلات النقدية الرقمية: تتيح منصات الأموال عبر الأجهزة المحمول مثل bKash في بنغلاديش صرف المعونة فوراً. وقبل إعصار ريمال، أرسل برنامج الأغذية العالمي 43 دولاراً أمريكياً عبر محافظ الهاتف المحمول إلى 30,000 أسرة، مما سمح لهم بالاستعداد مسبقاً.
- التأمين المشروط بأحداث معيّنة: تُستخدم برامج، مثل البرنامج الأفريقي لتعزيز القدرة على تحمل المخاطر، البيانات الساتلية لصرف المدفوعات التلقائية. وفي عام 2024، تلقت زمبابوي 16.8 مليون دولار أمريكي في غضون أيام من إعلان حدوث موجة جفاف.

- سلاسل الكتل والمقاييس البيومترية: تصرف شركة Igloo للتأمين ضد الطقس القائمة على تقنية سلاسل الكتل مدفوعات لمزارعي البن في فييت نام تلقائياً عند تجاوز عتبات هطول الأمطار المقررة. وتمنع آلات البيع البيومترية (مثل GrainATM في الهند) الاحتيال في توزيع المعونة.

وتساعد تكنولوجيات، مثل سلاسل الكتل وأجهزة الاستشعار المعتمدة على إنترنت الأشياء، على تحسين الشفافية داخل سلسلة التوريد الإنسانية، في حين تقوم الطائرات بدون طيار (مثل Zipline في رواندا) بتوصيل الإمدادات الطبية إلى المناطق النائية في غضون دقائق. ويُسهّم الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخزون والتنبؤ بارتفاعات الطلب وتحديد المواقع المسبقة للإمدادات. وفي أثناء إعصار هارفي، ساعدت تحليلات البيانات الضخمة في إعادة توجيه الشحنات لتفادي الطرق السريعة التي غمرتها الفيضانات.

وعلى الرغم من التقدم المحرز، فلا تزال الحواجز قائمة فيما يتعلق بالإنصاف وقابلية التوسع وقابلية التشغيل البيئي. وعلى الرغم من أن أنظمة الهوية البيومترية تحد من الاحتيال، فإنها تثير مخاوف تتعلق بالخصوصية ويمكن أن تستبعد الأشخاص الذين لا يمتلكون بطاقات هوية. وآليات الطباعة المجسمة والتسليم بالطائرات بدون طيار محدودة بسبب تكلفتها والفجوات المتعلقة بالبنى التحتية في المناطق المنخفضة الموارد. وتعيق أنظمة البيانات المنعزلة جهود التنسيق؛ وتكتسي الأنظمة الأساسية المفتوحة المصدر أهمية أساسية لتوحيد الجهود في هذا الصدد. وتحدث التكنولوجيا ثورة في الخدمات اللوجستية المرتبطة بالكوارث من خلال تسريع عمليات الاستجابة وخفض التكاليف وإنقاذ الأرواح. ومع ذلك، تتطلب الاستفادة من إمكاناتها الكاملة اعتماد نهج قائم على التصميم الشامل وبناء القدرات المحلية والتعاون العالمي.

الرسائل الرئيسية

تغير المناخ يفاقم الكوارث في كل مكان ويطال الجميع

يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم الكوارث تواتراً وحدةً، إذ تؤثر العواصف والفيضانات وحرائق الغابات والجفاف والانهيالات الأرضية في حياة المليارات، معطلةً البنى التحتية والاقتصادات وسبل العيش. وتحدث الكوارث بغض النظر عن الظروف الجغرافية أو مستويات الثروة. ففي عام 2024 وحده، تسببت الكوارث في نزوح 45 مليون شخص، وكانت العواصف والفيضانات مسؤولة عن نزوح أكثر من نصف هذا العدد. وأسفرت الأخطار المرتبطة بالمياه عن وقوع نحو نصف الكوارث وعن 45 في المائة من الوفيات الناجمة عنها على مدى العقود الخمسة الماضية. ويؤثر الجفاف حالياً في أكثر من 1.5 مليار إنسان، في حين تزداد حرائق الغابات اتساعاً، مهددةً النظم البيئية والمجتمعات الحضرية على حد سواء. ويؤدي حجم هذه الظواهر وتواترها إلى إنهاك البنى التحتية والنظم الصحية والاقتصادات، مما يؤكد أن الكوارث المناخية لا ترحم أحداً وتثقل كاهل الفئات الأشد ضعفاً على نحو غير متكافئ.

التكنولوجيات المتاحة للتأهب للكوارث والتصدي لها

التكنولوجيات التي تعين السكان المتضررين على التأهب للكوارث والتصدي لها متاحة وقيود الاستخدام، وتتطور بسرعة. والكوارث عالمية، وكذلك الحلول التكنولوجية الحيوية، سواء كانت بسيطة أو متقدمة. غير أن هذه الحلول لا تتوفر في جميع المناطق على قدم المساواة. وتتمتع منظمات الطوارئ بخبرة واسعة في الوصول إلى المجتمعات المعزولة والهامشية، وتستفيد على نحو متزايد من الحلول المبتكرة عبر مناطق جغرافية متنوعة وأنواع كوارث مختلفة. ويُعدّ الذكاء الاصطناعي عاملاً تمكينياً رئيسياً يعزز سرعة طيفاً واسعاً من الكفاءات في المجال التكنولوجي. ويشهد تسجيل البراءات دولياً على قوة النشاط الابتكاري، ولا سيما في مجال الأدوات العالمية مثل الطائرات بدون طيار، والذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي، وأنظمة الإنذار المبكر، مع تزايد هذا النشاط في التكنولوجيات المصممة خصيصاً للوقاية من حرائق الغابات والتنبؤ بها والتصدي لها. وتؤدي التكنولوجيات الناشئة، ومنها التنبؤ المعزز بالذكاء الاصطناعي، والمراقبة الساتلية، والطائرات بدون طيار، وأجهزة الاستشعار المعتمدة على إنترنت الأشياء، والبنى التحتية المرنة، وأنظمة الإنذار المبكر، ومنصات الخدمات اللوجستية الرقمية، إلى تغيير جذري في كيفية توقع المجتمعات لهذه الأزمات والتصدي لها والتعافي منها. ويُعدّ النشر العادل والتصميم الشامل شرطين أساسيين لضمان استفادة المجتمعات الضعيفة وتعزيز القدرة العالمية على الصمود.

الابتكار يحقق نتائج ويخفض تكلفة التأهب للكوارث والحد من المخاطر

الاستثمار في التأهب للكوارث والحد من المخاطر أكثر فعالية من حيث التكلفة مقارنةً بالتصدي للأزمات بعد وقوعها. ومع ذلك، لا يزال التمويل العالمي لتدابير الوقاية ضئيلاً للغاية. ومع حاجة أكثر من 300 مليون شخص إلى مساعدات إنسانية سنوياً، وتغطية التمويل لأقل من نصف المطلوب، فإن التمويل الشامل للمخاطر واتخاذ إجراءات استباقية أمر لا غنى عنه. ويمكن للآليات المعدة سلفاً، مثل صناديق التأمين والطوارئ والتمويل القائم على التنبؤات، أن تسرع الاستجابة وتقلل الخسائر، ولا سيما في البلدان المعرضة للخطر حيث لا يزال الوصول إلى التمويل محدوداً. ويؤكد إطار عمل سينداي الدور المحوري للتكنولوجيا في جميع مراحل الكوارث، مع الترويج لأنظمة الإنذار المبكر، ومراقبة الأخطار، والأدوات الجغرافية المكانية، والاتصالات القادرة على الصمود، التي تمكن الحكومات من توقع الكوارث والتخفيف من آثارها والتصدي لها بفعالية أكبر. ويكتسي توسيع نطاق التغطية، ولا سيما في البلدان الأقل نمواً والدول الجزرية الصغيرة، أهمية بالغة لضمان التأهب للكوارث والتصدي لها في الوقت المناسب، بطريقة منسقة ومنصفة في جميع أنحاء العالم. وبعيداً عن الكفاءة، فإن التأهب للكوارث والتصدي لها واجب أخلاقي، فلا ينبغي أن يُترك أي مجتمع خلف الركب عند وقوع الكوارث الناجمة عن تغيّر المناخ.

منظومة الابتكار عامل تمكيني للوسائل التكنولوجية

كما أُكِّد في الطبقات الثلاث السابقة من "كتاب التكنولوجيا الخضراء"، فإن الابتكار والتكنولوجيا ينطويان على بعض الحلول - وإن لم تكن كلها - لمواجهة تغيّر المناخ وآثار الكوارث الناتجة عنه. وتنبثق هذه الحلول من منظومات ابتكار قوية وعمليات نقل تكنولوجي فعالة، تنتقل من المختبرات إلى الأسواق الوطنية والدولية، ثم عبر الحدود، سواء بين بلدان الجنوب أو من بلدان الشمال إلى الجنوب أو العكس. وتعتمد هذه المنظومات على أسس مجتمعية واسعة، منها التعليم والتثقيف والتمويل والقانون ونظم المعلومات، حيث يؤدي الإطار الدولي للملكية الفكرية دوراً محورياً. ويُعدّ ضمان عمل هذه المؤسسات بعدالة وفعالية أمراً أساسياً لهيئة منظومة ابتكار حيوية وتيسير نقل التكنولوجيات، ويدعم احترام أنظمة الملكية الفكرية الفعالة خاصة النشر الناجح للحلول.

التكنولوجيا تمنح المستجيبين رؤية آنية وبصيرة نافذة

إن التكنولوجيات، مثل الذكاء الاصطناعي والتوائم الرقمية وأجهزة الاستشعار المعتمدة على إنترنت الأشياء والأنظمة الساتلية، تمكّن المستجيبين وتدعم جهودهم الرامية إلى توقع الفيضانات قبل اختراقها للسدود، أو رسم خرائط لمخاطر الحرارة منطقة تلو الأخرى، أو تجهيز إمدادات الإغاثة مسبقاً قبل وقوع الأعاصير. ويؤدي ذلك إلى إنقاذ الأرواح، وتقليص أوقات الاستجابة، وتحسين كفاءة استخدام الموارد. ويتحسن الوعي الآني بالأوضاع القائمة عبر المستشعرات المعتمدة على إنترنت الأشياء التي ترصد مستويات الأنهار ودرجات الحرارة أو تزود المخزون آنيةً، والطائرات بدون طيار والسواتل التي تتيح الرؤية في الأماكن التي يتعذر على البشر بلوغها بأمان. ويسهم ذلك في دعم اتخاذ القرار، من خلال التحليلات التنبؤية لسلسلة الإمداد، لضمان وصول الغذاء والدواء والمأوى إلى المكان المناسب في الوقت المناسب. وبدلاً من ردود الفعل المجزأة والمتأخرة، يمكن لمديري الكوارث اتخاذ قرارات استباقية مدعومة بالبيانات، تقلل من حالات عدم اليقين، وتحدّ من الخسائر، وتنقذ مزيداً من الأرواح.

التصدي للكوارث يجمع بين التكنولوجيا والمعارف المحلية والحلول القائمة على الطبيعة

يتطلب التصدي الفعال للكوارث مزج التكنولوجيات المتقدمة بنهج عملي ذي أساس محلي. ففيما يتعلق بالكوارث المرتبطة بالمياه، تتحول أنشطة التصدي من أكياس الرمل وخنادق الصرف التفاعلية إلى ضمان القدرة الرقمية والمادية المتكاملة على الصمود. ويمكن تزويد الدفاعات التقليدية، مثل السدود والجدران البحرية، بأنظمة ذكية قابلة للتكيف وقائمة على الطبيعة. وتكون التكنولوجيات، مثل نماذج الفيضانات المعززة بالذكاء الاصطناعي، والأنظمة الساتلية، وخوارزميات التأمين، أكثر فعالية عند إقرانها بأدوات بسيطة تكنولوجياً، ومعارف محلية، وتدابير مجتمعية. وتجمع الابتكارات بشكل متزايد بين عناصر متعددة - مثل الطائرات بدون طيار وأجهزة الاستشعار الأرضية، والتعهد الجماعي مع ملاحظات المواطنين، والتحليلات مع الممارسات التقليدية - لتقديم حلول شاملة. وتزداد القدرة على الصمود في وجه تغيّر المناخ عندما تتلاشى الحدود بين القطاعات، مثل تزويد المزارعين بتأمين مرتبط بالهواتف الذكية عبر السواتل، أو إتاحة المحاصيل المقاومة للجفاف لأصحاب الحيازات الصغيرة، أو حصادات الضباب في المستوطنات العشوائية، أو المساكن المقاومة للفيضانات للمجتمعات المحلية الضعيفة. وتتطور الخدمات اللوجستية للكوارث من مساعدات منعزلة إلى منصات قابلة للتشغيل البيني، تدمج الإنذارات بالأخطار المتعددة، والتمويل الشامل، والبيانات الآنية. وتُسهم الأنظمة التنازلية، مثل أنظمة الاتصالات الأمنية التابعة للمجموعة المعنية بالاتصالات في حالات الطوارئ والتابعة للأمم المتحدة، في توحيد جهود التصدي على الصعيد العالمي، في حين تضطلع الجهود المحلية، مثل الإنذارات في حالات الطوارئ، بدور حيوي في الميدان. ويكفل تحقيق التوازن بين التنسيق المركزي والعمل المحلي تنفيذ جهود التصدي بفعالية وإنصاف وفي الوقت المناسب.

الاستباق هو رد الفعل الجديد

تتيح تكنولوجيات الاتصالات لأغراض التصدي للكوارث التحول من الخدمات اللوجستية المجزأة التفاعلية بعد وقوع الكوارث إلى أنظمة استباقية. ويحاكي التنبؤ المعزز بالذكاء الاصطناعي والتوائم الرقمية الفيضانات وموجات الحر والصدمات التي قد تتعرض لها سلسلة الإمداد قبل حدوثها. وتمكّن أنظمة الإنذار المبكر السلطات من اتخاذ إجراءات قبل وقوع الكارثة بأيام. ولا يكمن الاتجاه الشامل في الرقمنة وحدها، بل يدمج التنقل المادي (الطائرات بدون طيار والمركبات والملاجئ) مع الذكاء الرقمي (الذكاء الاصطناعي والبيانات والاتصالات). ويحوّل الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية آليات تمويل الكوارث والتصدي لها بتيسير تجهيز المعونة قبل وقوع الكوارث. فعلى سبيل المثال، استخدمت مؤسسة GiveDirectly نظام الذكاء الاصطناعي التابع لشركة Google لتقديم مساعدات نقدية استباقية في إطار جهود الإغاثة عند وقوع الأعاصير. وتؤدي توقعات الفيضانات في نيجيريا وموزامبيق إلى مدفوعات مبكرة من شركات التأمين، في حين يتيح التأمين المشروط بأحداث معيّنة صرف الأموال قبل فترات الجفاف. وتدعم التكنولوجيات المنشورة مسبقاً، مثل الورش المتنقلة التابعة لمنظمة Field Ready، الإصلاحات المحلية أثناء الفيضانات. ويتيح الذكاء الاصطناعي، بالاقتران مع البيانات الساتلية، تقديم المعونة بطريقة استباقية ومرنة، ويحوّل إدارة الكوارث من رد فعل إلى استباق. وقد حدث تحول متعمد في التركيز من التعافي إلى التأهب، بفضل إطار سينداي جزئياً، ساهم أيضاً في دفع عجلة التطور التكنولوجي. وأدى ذلك التحول إلى التركيز على أنظمة الإنذار المبكر، والتوائم الرقمية، والسواتل، وأنظمة الرادار المحسّنة، وغيرها من التطورات.

نقل المعلومات مساعدة

التكنولوجيا ضرورية للاتصال والتنسيق في حالات الكوارث. والأدوات الرقمية ليست مجرد دعم، بل هي بنية تحتية أساسية للتصدي للكوارث في العصر الحديث. ولا تكفي أي تكنولوجيا بمفردها، بل يجب اعتماد أنظمة مرنة متعددة الطبقات قادرة على العمل تحت الضغط. فالتواصل الموثوق به ينقذ الأرواح، ويتطلب شبكات لامركزية ومتكررة حيث يؤدي كل من النطاق العريض المحمول، وشبكات الجيل التالي، وشبكات الاتصالات القديمة (الجيل الثاني)، والسواتل، وأجهزة الراديو، والشبكات المتداخلة دوراً حيوياً. وتبقى تطبيقات الأجهزة المحمولة وروبوتات الدردشة وأنظمة التنبيه المجتمعات على اطلاع بالمستجدات. وتعتمد أنظمة الإنذار المبكر على قنوات قوية تجمع بين الوسائط الحديثة والتقليدية. ويُسهّم الذكاء الاصطناعي وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تحسين التنبؤ، غير أن الرسائل يجب أن تكون واضحة ومخصصة للمجتمع المحلي المعني، وأن تظل مفتوحة لجمع المعلومات من ذلك المجتمع. ويكفل التنسيق السلس بين الوكالات، المدعوم بشبكات قابلة للتشغيل البيني، قائمة على بروتوكول الإنترنت ومعايير موحدة، استجابة منسقة للكوارث.

التكنولوجيا تحوّل طريقة تمويل الكوارث

لم يعد تمويل الكوارث مقتصرًا على الإغاثة بعد وقوع الحدث، بل أصبح يركز على بناء القدرة على الصمود منهجياً قبل حدوث الكارثة. ويُنظر اليوم إلى التأمين والتحويلات النقدية والمساعدات الاستباقية بوصفها استراتيجيات أساسية للحد من مخاطر الكوارث. ويؤدي التأمين المشروط بأحداث معيّنة والقائم على مؤشرات محدّدة ونماذج مخاطر مدعومة بالذكاء الاصطناعي وسندات الكوارث، إلى أتمتة المدفوعات، والحد من الاحتيال، وتوسيع نطاق التغطية. وتقدّم المساعدات النقدية والقوائم الرقمية، التي تيسرها منصات مالية متاحة عبر الأجهزة المحمولة مثل M-Pesa و bKash، المعونة بسرعة وشفافية حتى في المناطق ذات البنية التحتية المحدودة. وتتيح التحليلات التنبؤية صرف المدفوعات قبل وقوع الكوارث، مما يعزز التأهب. وتحوّل هذه التكنولوجيات المخاطر وأعباء التأثير، وتُسهّم في خدمة الفئات غير المؤمن عليها على نحو أفضل.

النشر الفعال لتكنولوجيات التصدي للكوارث يتطلب التعاون بين القطاعين العام والخاص

تتطلب الوسائل التكنولوجية الفعالة المعنية بالعمل الإنساني والكوارث تعاوناً وثيقاً بين القطاعين العام والخاص. فعلى سبيل المثال، تعتمد القدرة على الصمود في وجه الفيضانات على التنسيق بين العلماء والمهندسين والحكومات المحلية والمجتمعات المحلية ومقدمي التكنولوجيا وشركات التأمين. وتجمع تنبؤات الفيضانات بين البيانات الساتلية (وكالة ناسا)، وأجهزة الاستشعار الأرضية (المراقب)، وتنبهات الإخلاء (شركات الاتصالات). ويُعدّ التبادل السريع للبيانات بين السواتل والطائرات بدون طيار والمراقبين من المواطنين أمراً ضرورياً، إذ توفر أجهزة الاستشعار المعتمدة على إنترنت الأشياء والملاحظات الجماعية حقائق ميدانية حيوية. وتتطور الكوارث بسرعة، مما يستلزم تبادل البيانات فوراً بين السواتل والطائرات بدون طيار والمراقبين المجتمعيين. ويتعاون برنامج الأغذية العالمي والاتحاد الدولي لجمعيات الصليب الأحمر والهلال الأحمر وشركات ناشئة على تطوير وسائل اتصالات قابلة للتوسّع، دليلاً على أهمية المنظومات المتعددة الجهات الفاعلة. وتغيّر بعض التكنولوجيات استخدام الأدوات العسكرية، وتدمج بين الذكاء الاصطناعي والأنظمة المادية لتيسير التصدي للكوارث بسرعة وذكاء أكبر.

التكنولوجيات الخاصة بالكوارث قوية ولكنها تنطوي على صعوبات

تنطوي التكنولوجيات على إمكانات تحويلية في مجال التأهب للكوارث والتصدي لها، غير أن نشرها يستوجب مراعاة دقيقة لحماية البيانات، والتحيز، والشمولية، والمساءلة. وفي سياق التصدي للكوارث، يوفر الذكاء الاصطناعي والأدوات الرقمية رؤى آنية وتنسيقاً تنبؤياً. ومع ذلك، فإن هذه التكنولوجيات تنطوي على صعوبات كبيرة، منها جودة البيانات، والتحيز الخوارزمي، وغياب الشفافية، والمخاطر المرتبطة بالخصوصية. ويمكن للأنظمة البيومترية لتحديد الهوية أن تقلل من الاحتيال وتحسّن الكفاءة. ومع ذلك، فإنها تنطوي أيضاً على خطر استبعاد الأفراد غير المسجلين، أو تيسير آليات مراقبة قد تُستخدم في سياقات غير متعلقة بالكوارث. وتتطلب الأنظمة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي تدقيقاً صارماً. فعلى سبيل المثال، قد تتجاهل تقييمات الأضرار الساتلية عن غير قصد المستوطنات غير الرسمية إذا لم يُتحقق من صحتها كما ينبغي. وبدون مساءلة، قد تعزز التكنولوجيا أوجه عدم المساواة القائمة، بل وتتجاهل المجموعات والأفراد المهمشين. وتكشف التكنولوجيات المتعلقة بحرائق الغابات بخاصة عن انقسامات مجتمعية أعمق، إذ إن المجتمعات الأكثر ثراء تستطيع تحمّل تكاليف المنازل المقاومة للحرائق، وأدوات النمذجة المتقدمة، وحتى خدمات خاصة للتصدي للحرائق، في حين قد تعتمد الفئات المنخفضة الدخل والمهمشة على أنظمة قديمة أو يصعب الوصول إليها. ويؤدي ذلك إلى "فجوة في الحماية" لا تعود إلى القدرات التقنية، بل إلى الأولويات والاختلافات الاجتماعية والاقتصادية. فضلاً عن ذلك، يجب أن توازن التكنولوجيات بين إخماد الحرائق والحكمة البيئية، وأن تدمج المعارف المعنوية للشعوب الأصلية، وتضمن الوصول العادل إلى التحديثات والحلول المنخفضة التكلفة.

التكنولوجيات المتعلقة بمخاطر الكوارث والتصدي لها هي الأفضل حين تكون شاملة

على الرغم من أن التكنولوجيا أحدثت ثورة في التأهب للكوارث المرتبطة بالمناخ، فإن فوائدها لا تزال موزعة توزيعاً غير متكافئ، ولتفادي تعميق "فجوة القدرة على الصمود في وجه تغير المناخ"، يجب أن يتحول التركيز إلى تيسير انتفاع الجميع بهذه الابتكارات. وتواجه المناطق الضعيفة، بما في ذلك البلدان الأقل نمواً والدول الجزرية الصغيرة النامية، أكبر قدر من المخاطر، ومع ذلك فهي تفتقر إلى الموارد الكافية. فعلى سبيل المثال، لا تمتلك سوى 50 في المئة من البلدان نظام إنذار مبكر بالأخطار المتعددة. وفي هذا السياق، يمكن أن تصبح التكنولوجيا سيفاً ذا حدين، إذ إن الإنذارات عبر الأجهزة المحمولة المدعومة بأجهزة الاستشعار المعتمدة على إنترنت الأشياء وبالذكاء الاصطناعي قد تحسّن الوصول والسرعة، غير أن حواجز مثل التكلفة، والدراسة الرقمية، والتحيز الخوارزمي، قد تزيد من تهميش المجتمعات المعرضة للخطر. ويمكن لأدوات الانتفاع المفتوح، مثل تطبيقات الطقس المجانية، ونماذج المناخ المفتوحة المصدر، والمنصات المشتركة لرسم خرائط المخاطر، أن تمكّن الجهات الفاعلة المحلية من توقع المخاطر والتأهب لها والتصدي لها. ويكتسي وصول الجمهور إلى نماذج الكوارث وبيانات الطقس وخرائط المخاطر أهمية أساسية للابتكار، شريطة أن تُتاح تلك الأدوات للمجتمعات الأشد ضعفاً. ومن الضروري أن تكون البيانات التي تستند إليها أنظمة الإنذار المتعددة موثوقة وعالية الجودة. وغالباً ما يتطلب ذلك تنسيقاً محكماً وضماناً للجودة، ولا سيما بالنسبة للبيانات الواردة من مصادر لم يُتحقق من صحتها ومتعددة النقاط، مثل التعهيد الجماعي وأجهزة الاستشعار ذات الجودة المتفاوتة. فالمسألة، في نهاية المطاف، ليست ما يمكن أن تفعله التكنولوجيا، بل من تحميه أو تستبعده، ومن يستطيع تشكيل ملامحها. ويجب أن يوجّه الإنصاف والشفافية والتصميم الشامل للجميع تطوير التكنولوجيات المتعلقة بالكوارث ونشرها.

يتناول "كتاب التكنولوجيا الخضراء: حلول لمواجهة الكوارث المناخية" كيف يعيد الابتكار تشكيل استجابة البشرية للكوارث المناخية المتصاعدة.

إذ أوشكت الأساليب التقليدية لإدارة الكوارث على بلوغ حدودها القصوى في ظل اشتداد العواصف، وتفاقم الفيضانات، واستمرار موجات الجفاف. ويسلط الكتاب الضوء على دور الأدوات المتقدمة - مثل الذكاء الاصطناعي، والأنظمة الساتلية، والطائرات بدون طيار، وإنترنت الأشياء - في تعزيز التنبؤ، والإنذار المبكر، والإبلاغ الآني.

ويعرض تكنولوجيات بسيطة ومتقدمة لمواجهة العواصف، والفيضانات، والانهيالات الأرضية، وحرائق الغابات، وموجات الجفاف والبرد والحر. ويقدم حلولاً لوجستية للتصدي للكوارث، منها البنى التحتية للطوارئ؛ وعمليات الإيفاد والتوزيع السريعة؛ والاتصالات والتنسيق الرقمي؛ والمرونة المالية بواسطة تكنولوجيات التأمين ونقل المخاطر. وتُظهر الابتكارات، التي تشمل رسم خرائط للفيضانات باستخدام الذكاء الاصطناعي، وتوصيل المعونة عبر سلاسل الكتل، والمحاصيل المقاومة للجفاف، اتساع نطاق الحلول الناشئة.

ويبين الكتاب كيف ينتقل الابتكار التكنولوجي بإدارة الكوارث من الإغاثة التفاعلية إلى الحد الاستباقي من المخاطر وضمان التأهب والقدرة على الصمود على الأمد الطويل.