القمة العالمية للحكومات 2026

تقرير

توظيف الذكاء الاصطناعي لتعزيز مرونة المجتمع: خارطة طريق حكومات المستقبل

بالتعاون مع بي دبليو سي

pwc

إلهام الجيل القادم من الحكومات وتمكينه

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.

جدول المحتويات

المقدمة 04

الاستفادة من الذكاء الاصطناعي لتعزيز مرونة المجتمع 10

أهمية اعتماد الذكاء الاصطناعي لتعزيز مرونة الدولة 16

نموذج متعدد المستويات لأنظمة الدولة المدعومة بالذكاء الاصطناعي 20

دراسات حالة عالمية: حكومات توسع نطاق اعتماد الذكاء الاصطناعي 25

الخاتمة: لماذا تُعد القيادة الابتكارية المرِنة العامل البشري الحاسم في تعزيز المرونة المدعومة بالذكاء الاصطناعي؟ 32

المقدمة

المقدمة

"السؤال المطروح هنا ليس ما إذا كان الذكاء الاصطناعي سيؤثر على السلم والأمن الدوليين، بل كيف سنحدد معالم هذا التأثير. إن استُخدم الذكاء الاصطناعي بشكل مسؤول، يمكنه أن يعزز الوقاية والحماية، ومن دون ضوابط يمكن استخدامه كسلاح."

أنطونيو غوتيريش

الأمين العام للأمم المتحدة، سبتمبر 2025

تواجه الحكومات اليوم العديد من التحديات، بدءاً من الكوارث المرتبطة بالمناخ والأوبئة العالمية واضطرابات سلاسل الإمداد، وصولاً إلى التهديدات السيبرانية والضغوط الاقتصادية والتقلبات الجيوسياسية. ويتسبب تكرار هذه الأزمات وشدتها وتداخل تأثيراتها في وضع الأساليب التقليدية في تعزيز مرونة الدولة تحت ضغط شديد، إذ لم تعد الطرق التقليدية في معالجة التحديات جزئياً أو بعد وقوعها مجدية، وأصبح تعزيز مرونة المجتمع بالكامل ضرورة حيوية من خلال تنمية القدرة الجماعية على الاستشراف والاستيعاب والتعافي والتكيّف ضمن عمل الحكومة وعبر جميع مستويات الحوكمة وتقديم الخدمات الحكومية.

ويُعد الذكاء الاصطناعي أداة أساسية لتحقيق هذا التحول، إذ لا يقتصر دوره على تحسين الاستجابة للأزمات، بل يمتد لدعم الثقة والشفافية وتعزيز السياسات المبنية على الأدلة وتحسين جودة صنع القرار. كما يسهم الذكاء الاصطناعي في توسيع القدرات التشغيلية للوزارات والهيئات والسلطات المحلية عبر جميع مراحل تعزيز المرونة، من الاستشراف والتقييم والتخطيط والاستعداد، وصولاً إلى الرصد والاستجابة والتعافي والتكيّف[2].

ومع ذلك، رغم هذه التطورات، يظل تطبيق الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع تحدياً كبيراً لا يمكن تجاهله، ما يتطلب معالجة مسائل الحوكمة والمساءلة والعدالة، وضمان توافق الأنظمة وعملها بفاعلية، مع وجود وسائل حماية قوية تعمل على المستويين الوطني والإقليمي. وتهدف هذه الإجراءات إلى تعزيز الذكاء الاصطناعي للمرونة بطريقة مسؤولة تتسم بالمعايير الأخلاقية والشمولية[3].

ويتمثل جوهر هذه التحديات في قدرة الذكاء الاصطناعي اليوم على فهم المشاكل المعقدة واقتراح الحلول بسرعة تفوق القدرة البشرية. وفي حالات الأزمات، مثل الكوارث الطبيعية، يمكن أن تتفاقم نقاط الضعف في الأنظمة والإجراءات خلال دقائق، مؤثرة على مجالات متعددة مثل الصحة والبنية التحتية و الخدمات المالية والثقة المجتمعية بالجهات الحكومية، ما يزيد احتمالية اتخاذ الذكاء الاصطناعي للقرارات بشكل مستقل دون إشراف بشري أو قدرة على التدخل لتصحيح الأمور. لذلك، يجب على الحكومات وضع وسائل حماية في جميع أنظمة المرونة المعززة بالذكاء الاصطناعي مع الحفاظ على الدور البشري في صميم عملية اتخاذ القرار.

يحلل هذا التقرير كيف يمكن للحكومات تحقيق التوازن بين التطوّر المتسارع لابتكارات الذكاء الاصطناعي وتطبيق ضوابط وقائية قوية، ما يتيح تحويل السياسات من استجابات متفرقة وتفاعلية إلى نهج آمن واستباقي ومتكيف قائم على بناء القدرات على مستوى المجتمع.

كما يقدم التقرير نموذجاً عملياً يوضح الوسائل التي تمكن الحكومات الحالية والمستقبلية من توظيف الذكاء الاصطناعي بشكل مسؤول لتطوير الجهات الحكومية والخدمات الحكومية وأنظمة المرونة الوطنية، مع الحفاظ على التوازن بين الابتكار من جهة، والحوكمة والمساءلة والعدالة من جهة أخرى.

كما يسلط هذا التقرير الضوء على ظهور جيل جديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي في أواخر عام 2024، والمعروفة باسم "نماذج الاستدلال الهرمي"، التي تفتح آفاقاً جديدة لتعزيز مرونة المجتمع بصورة استباقية وشاملة. وعلى عكس النماذج اللغوية الكبيرة التقليدية (LLM)، فإن هذه النماذج قادرة على توليد خطوات استدلالية مرحلية وتحسين الحلول بشكل تدريجي والتعلّم من جودة عمليات الاستدلال نفسها، وليس فقط من صحة النتائج النهائية.

ويمثل ظهور نماذج الاستدلال الهرمي مؤشراً على السرعة الهائلة لتطور الذكاء الاصطناعي، إذ يمكن أن تنتقل الابتكارات الرائدة أحياناً من مرحلة التجربة إلى التطبيق الكامل في أقل من عام. وتواجه الحكومات خطر عدم الاستفادة الكاملة من إمكانات هذه النماذج في تعزيز مرونة المجتمع إذا ظلت تعتمد على نماذج ذكاء اصطناعي أقل تقدماً. ومع ذلك، عليها أيضاً إجراء تقييم دقيق ومدروس لتجنب أي آثار سلبية محتملة على الحوكمة والأخلاقيات.

تهدف النماذج الوطنية المحددة في هذا التقرير إلى عرض أمثلة من دول مختلفة تعمل على تطوير أنظمة تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتعزيز المرونة. وتشمل هذه الأمثلة أبوظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة التي تسعى لتكون أول حكومة في العالم قائمة بالكامل على الذكاء الاصطناعي بحلول عام 2027، وسنغافورة التي يضم مشروعها "التوأم الرقمي" سيناريوهات افتراضية لاختبار الجاهزية والاستعداد، إضافة إلى أستراليا التي طبّقت منظومة لإدارة الطوارئ تعتمد على الذكاء الاصطناعي. ولا تزال هذه الجهود في مراحلها الأولى، إذ لم يكتمل أي من هذه المشاريع الطموحة، ويرجع ذلك جزئياً إلى حداثة التقنيات المستخدمة، والأهم أن أحدث نماذج الذكاء الاصطناعي تعتمد نهجاً استباقياً، يتعلم من الأخطاء السابقة ويتوقع سيناريوهات واستجابات جديدة.

وتُظهر النماذج أن الاستعداد المدعوم بالذكاء الاصطناعي عملية مستمرة لا تصل إلى نقطة نهاية. وتوضح أن الدول المختارة تتشارك في مبادئ عامة لتعزيز المرونة، إلا أن تنوع المشاريع، من تخطيط الدفاع في الولايات المتحدة إلى برنامج "إكس رود" (X-Road) في إستونيا، يبيّن بوضوح عدم وجود نموذج واحد يصلح للجميع لبناء مرونة مجتمعية شاملة قائمة على الذكاء الاصطناعي. فكل نموذج يحتاج إلى تعديل بما يتناسب مع السياق السياسي والاقتصادي والاجتماعي الخاص بكل دولة.

ينبغي على الحكومات أن تكون على دراية مستمرة بأحدث الأبحاث المتعلقة بالمرونة المعزَّزة بالذكاء الاصطناعي (راجع: **أبرز الأبحاث الراهنة المرتبطة بالحكومات**) وأن تستفيد في الوقت نفسه من الخبرات المتراكمة في مجال بناء المرونة منذ عام 1945 (راجع: تطور أنظمة المرونة الوطنية منذ عام 1945).

ولا تقتصر أسباب الاستثمار في الذكاء الاصطناعي على تعزيز الأمن والاستقرار فحسب، بل تشمل أيضاً ضمان القدرة التنافسية الاقتصادية. وتُظهر المؤشرات العالمية والدراسات القياسية وجود ارتباط إيجابي بين مستوى المرونة ونمو نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي[5].

وتتميز الدول التي تتعافى بسرعة أكبر بعد الأزمات بمزيد من القدرة على حماية النشاط الاقتصادي والحفاظ على ثقة المستثمرين وتعزيز تنافسيتها على المدى الطويل[6].

وتستثمر حكومات الصين والولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي ودول مجلس التعاون الخليجي بشكل مكثف في توسيع استخدام الذكاء الاصطناعي في مجالات الأمن الوطني والبنية التحتية والتنمية الاقتصادية وإدارة الأزمات[7]. فيما تواجه الدول التي تؤخر تبني هذه التقنيات خطر التراجع في عالم تؤثر فيه الاضطرابات الخارجية بشكل متزايد على المسارات الوطنية.

الذكاء الاصطناعي والمرونة: أبرز الأبحاث الراهنة المرتبطة بالحكومات

تطورت الأبحاث حول المرونة من أطر تقليدية محدودة تركز على التعامل مع الكوارث بعد وقوعها، إلى مناهج شاملة تمتد على مستوى المجتمع، تركز على التكيّف الاستباقي والتنسيق بين مستويات متعددة وتعزيز القدرات التي تتيح إحداث تغييرات كبيرة في طريقة الاستجابة للمخاطر[8]. ويُوضح أندرو جي. ماكليلاند وآخرون أن المرونة المجتمعية المعاصرة تتطلب تنسيقاً فعّالاً بين الهياكل التنظيمية الحكومية الرسمية والمبادرات المجتمعية غير الرسمية، بينما يرى أندرياس دويت أن أنظمة الإدارة الحكومية القادرة على تحقيق المرونة ينبغي أن تستند إلى شبكات مرنة غير هرمية وروابط تمتد عبر مستويات مختلفة، بدلاً من الهياكل التنظيمية البيروقراطية التقليدية[9]. وقد أتاح هذا التحول في طريقة التفكير مجالاً أوسع أمام الذكاء الاصطناعي ليُسهم بفاعلية في دعم الاستعداد المجتمعي الشامل.

وتسهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إحداث تغيير كبير في قدرات الحكومات ضمن مجالات متعددة، إذ تشير آنكه زويدرفايك ويو تشن وفادي سالم (2021) إلى دور الذكاء الاصطناعي في تفعيل منظومات تقديم الخدمات وتعزيز وظائف تنسيق الحوكمة، بينما يوضح ديفيد فالي-كروز وآخرون كيف يساعد الذكاء الاصطناعي في مراحل صنع السياسات القائمة على البيانات، التي تمتد من تحديد الأولويات إلى التقييم[10]. ويؤكد روني ميداليا وجيه رامون غيل-غارسيا وتيريزا إيه باردو أن الاستفادة الكاملة من الذكاء الاصطناعي تتطلب أطر حوكمة جديدة لإدارة وتنسيق تطبيقه ضمن الجهات الحكومية المختلفة، لكي تشمل هذه الأطر آليات تنظيمية واضحة للأنظمة الخوارزمية[11]. كما يستعرض بيرند في فيرتس ويان سي فايرر وكارولين جاير 10 مجالات تطبيق تمتد من التحليلات الاستشرافية إلى اتخاذ القرار الآلي ومنصات إشراك المواطنين[12]. ويعكس ذلك ما يصفه لونغبينغ كاو بدور الذكاء الاصطناعي في الثورة الصناعية المقبلة، حيث يُعيد تشكيل العمل المعرفي وإنتاج المعرفة من خلال قدرات تحليلية متقدمة تُغيّر بشكل عميق الطريقة التي تستشرف بها الحكومات التحديات المعقدة وتقيّمها وتتعامل معها[13].

ومع ذلك، تثير حوكمة الذكاء الاصطناعي قضايا أخلاقية محورية، وخاصة فيما يتعلق بالإشراف البشري والتوازنات المطلوبة عند تفويض بعض القرارات للأنظمة الذاتية. توضح جوفانا دافيدوفيتش أن الرقابة البشرية الفاعلة تخدم ثلاثة أهداف رئيسية: ضمان المساءلة القانونية والحفاظ على السلامة والالتزام بالاعتبارات الأخلاقية، فيما يؤكد

سار ألون-باركات وبوسيوتش ماداللينا، استناداً إلى دراسات تجريبية، وجود أنماط تفكير منحازة قد تؤثر في القرارات المدعومة خوارزمياً داخل القطاع الحكومي[14]. ويطرح أنطون سيغفريدز وآخرون أطر حوكمة شاملة تركّز على مبادرات حكومية جامعة، بينما تنتقد لينا إنكفيست عيوب بنية الرقابة التنظيمية[15].

وفي سياق تطبيقات المرونة، تُبرز مونيك إم كوغليتش وآخرون قدرة الذكاء الاصطناعي على تحسين إدارة الكوارث من خلال تعزيز الرصد والاستشراف والتحليلات في الزمن الفعلي عبر مختلف مراحل دورة المرونة، بينما يشدد سامان جفاريان وفيروزه روزاتاغيخاه وهولغر آر ماير على أهمية الذكاء الاصطناعي الذي يمكن تتبع منطق قراراته وفهمه في تعزيز ثقة الأطراف المعنية. وتعكس الآراء الأكاديمية منهجاً متوازناً، إذ يقرّ سيث جويكيما بإمكانات الذكاء الاصطناعي الكبيرة في إحداث تغيير نوعي، محذراً في الوقت نفسه من الاعتماد المفرط على نماذج مغلقة لا تراعي الفهم الواقعي أو السياقي، بينما يشير لازيما فايج باري وآخرون إلى تحديات التحقق من النتائج ومخاوف ضعف القبول المجتمعي[17]. ويجمع كاو هذه التحديات ضمن إطار "المرونة الذكية للكوارث"، الذي يوسع النماذج التقليدية للوقاية والاستعداد والاستجابة والتعافي لتصل إلى 10 مراحل مترابطة[18]. ويقدم هذا الإطار الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة داعمة تتكامل مع الخبرات المتخصصة، بهدف تعزيز المرونة على مستوى المجتمع.

تطور أنظمة المرونة الوطنية منذ عام 1945

الفترة	النموذج	السمات	نقاط القوة	نقاط التحسين	الأمثلة
1945–الخمسينيات	الاستعداد المدني (استمرارية الحكومة)	استمرارية التسلسل القيادي تدريبات على سيناريوهات نووية	هيكل هرمي واضح، وفرة عالية من الأنظمة البديلة	نموذج جامد يفتقر إلى القدرة على التكيّف	الولايات المتحدة المملكة المتحدة
الستينيات–السبعينيات	الدفاع الشامل	دمج مدني–عسكري، التجنيد، تعزيز التماسك الوطني	قدرة ردع قوية، نهج مجتمعي شامل	تحكمه طبيعة التهديد القائم، يفتقر إلى منطق الأنظمة	فنلندا السويد سنغافورة
الثمانينيات	الأمن الشامل	نهج متعدد الأبعاد يشمل المخاطر الاجتماعية والاقتصادية والبيئية	توسيع مفهوم الأمن	ضعف في التطبيق العملي	اليابان دول رابطة آسيان
التسعينيات–العقد الأول من الألفية	حماية البنية التحتية الحيوية	تركيز على الأصول، مرونة تقتصر على قطاعات محددة	قائم على تقييم المخاطر، أساس تقني قوي	يتجاهل الأبعاد المجتمعية	الولايات المتحدة الاتحاد الأوروبي أستراليا
العقد الأول من الألفية	نهج الحكومة المتكامل	تخطيط مشترك بين الوزارات، تنسيق السياسات	تماسك تنظيمي أعلى	صعوبة التطبيق على المستوى المحلي	المملكة المتحدة، سنغافورة، الإمارات العربية المتحدة
2004–2015	إدارة مخاطر الكوارث المرتبطة بالمجتمع المحلي	ملكية محلية، تعزيز المرونة من القاعدة إلى القمة	متجذر ثقافياً، يحظى بشرعية مجتمعية	صعوبة التطوير والتعميم	نيبال إندونيسيا
2010 - حتى الآن	مرونة الأنظمة	أنظمة مترابطة حلقات مراجعة متكيفة	نهج استباقي قابل للتوسع	مفهوم تجريدي، صعب التطبيق في سياقات الأمن الوطني	الإمارات العربية المتحدة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية

ركّزت أنظمة **الاستعداد المدني** في مرحلة ما بعد الحرب العالمية الثانية على الأمن العسكري وأولت أهمية خاصة لضمان استمرارية الحكومة في ظل التهديدات النووية.

في عام 1951، قدّم **نموذج الدفاع الشامل** السويدي مبادرة رائدة دمجت الدفاع العسكري مع الأبعاد المدنية والاقتصادية والنفسية ضمن إطار تعبئة مجتمعية شاملة[19].

في ثمانينيات القرن الماضي، وسّع مفهوم **الأمن الشامل** الذي برز في اليابان ودول رابطة آسيان، نطاق التركيز ليتجاوز التهديدات العسكرية ويشمل التقلبات الاقتصادية والتدهور البيئي والتماسك الاجتماعي[20].

خلال تسعينيات القرن الماضي، أدى الإدراك المتزايد لنقاط التحسين النظامية الناتجة عن البنية التحتية المترابطة إلى تطوير أطر **حماية البنية التحتية الحيوية** في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي وكندا وأستراليا[21].

كشفت هجمات 11 سبتمبر 2001 الإرهابية في الولايات المتحدة وتسونامي المحيط الهندي عام 2004، عن إخفاقات في التنسيق بين الجهات المختلفة، ما دفع إلى تبنّي مبادرات الحكومة المتكاملة التي ركزت على تعزيز التنسيق بين الوزارات[22].

منذ عام 2004، برزت مبادرات إدارة مخاطر الكوارث القائمة على المجتمع المحلي، خاصة في جنوب شرق آسيا[23]، مع تركيزها على المعرفة المحلية والتخطيط التشاركي وبناء القدرات التي تعزز التكيف على مستوى المجتمعات.

منذ عام 2010، طوّرت دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، ومن بينها الإمارات العربية المتحدة، أطراً لمرونة الأنظمة، تشمل بناء قدرات متكيفة في قطاعات متعددة ضمن نهج موحّد للمرونة وتوظيف حلقات مراجعة تخص الاستجابة الديناميكية للاضطرابات واستخدام التخطيط المخصص لإعداد السيناريوهات لاختبار درجة الجاهزية، إلى جانب اعتماد حوكمة استباقية لإدارة المخاطر الناشئة بفاعلية وبشكل استباقي[24].

القسم الأول

الاستفادة من الذكاء الاصطناعي لتعزيز مرونة المجتمع

1.1. إمكانات الذكاء الاصطناعي لإحداث تحول في أنظمة المرونة الوطنية

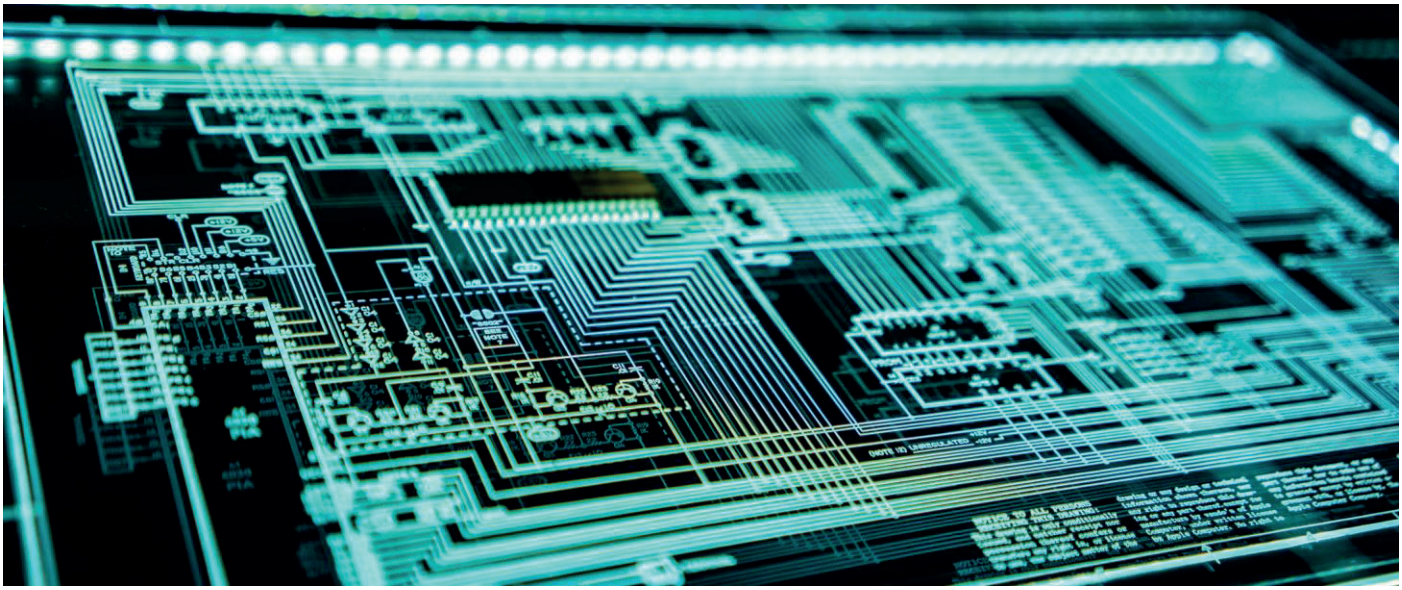
يتيح الذكاء الاصطناعي تحليل كميات هائلة من البيانات في الزمن الفعلي واستشراف المخاطر الناشئة وتحويل مفهوم المرونة من نهج يركز على التعافي بعد وقوع الأزمات إلى نهج استباقي قائم على الاستعداد المسبق[25].

وتبدأ الأطر الحديثة بالفعل في دمج دروس الدقة والشمولية المستفادة من حماية البنية التحتية المهمة وإدارة مخاطر الكوارث القائمة على المجتمع، إضافة إلى قدرة التكيّف التي يوفرها النهج الحكومي المتكامل في تعزيز المرونة. ومع تبنّي الحكومات لأنظمة مرونة شاملة مدعومة بالذكاء الاصطناعي، ستتراجع أساليب التنسيق المنعزلة لتحل محلها نماذج مرونة أكثر تكاملاً وتوافقاً في عمليات التخطيط والتنفيذ.

كما ستتيح الأنظمة متعددة الوكلاء المدعومة بالذكاء الاصطناعي للوزارات المركزية والجهات التشغيلية تبادل البيانات ومعالجتها في الزمن الفعلي بكفاءة أعلى، بما يدعم زيادة الوعي ومستوى دقة اتخاذ القرارات القيادية. وسينعكس ذلك في تحسين عملية دمج المعلومات التحليلية وتوجيه الأصول والموارد بفاعلية أكبر وتعزيز التنسيق في الاستجابات المختلفة.

وبفضل توحيد التخطيط والخدمات اللوجستية ورفع مستوى الجاهزية المجتمعية، ستنشأ حلقات تعلّم مستمرة تتيح للحكومات المدعومة بالذكاء الاصطناعي اختبار ممارسات المرونة وتطويرها على نطاق واسع، بما يعزز الاستعداد للتحديات والمتطلبات المستقبلية. وستتحول المرونة الوطنية من خطة جامدة إلى منظومة حيوية قائمة على البيانات وقابلة للتكيّف، تتسم بالديناميكية والاستشراف والترابط العالمي، كما ستكون قادرة على التعلّم والتكيّف بوتيرة أسرع من الأزمات التي صُممت لمواجهتها.

ولفهم الأهمية المحورية للأنظمة متعددة الوكلاء في دعم المرونة الوطنية، يجب استيعاب الكيفية التي تطورت بها أنظمة الذكاء الاصطناعي من برامج جامدة قائمة على القواعد إلى أنظمة ديناميكية تعتمد على التعلّم وقادرة على العمل الذاتي والتعلّم المستمر والتفاوض والتكيّف (انظر الجدول 1).



الجدول 1: تطوّر نماذج الذكاء الاصطناعي وعلاقتها بالمرونة

جيل الذكاء الاصطناعي	الفترة الزمنية	النموذج المعماري	الخصائص الأساسية	نقاط الضعف	المساهمة في تعزيز المرونة
الذكاء الاصطناعي القائم على القواعد	الخمسينيات - الثمانينيات	أنظمة خبيرة, وكلاء قائمون على المنطق	قواعد مبرمجة يدوياً, استنتاج حتمي, منطق "إذا–فإن" (if-then)	ضعيف, يفتقر للقدرة على التعلم, ضعف في قابلية التطوير والتعميم	أتاح التشخيص الأساسي والمخططات الشجرية لاتخاذ القرارات, مناسب لإجراءات التشغيل القياسية الثابتة وخطط الطوارئ
النماذج الإحصائية / نماذج تعلم الآلة	الثمانينيات – 2010	نماذج استشرافية لوكيل واحد	التعرف على الأنماط من البيانات المنظمة, تحليل الانحدار والمخططات الشجرية لاتخاذ القرارات	ثابت بعد تدريبه, نطاقه ضيق, قدرة محدودة على التكيف	أتاحت وجود أنظمة إنذار مبكر تعتمد على البيانات وأدوات الاستشراف الأساسية
نماذج التعلم العميق	2020 – 2010	شبكات عصبية وطبقات شبكية	دقة عالية مع البيانات غير المنظمة (صور, صوت, نصوص), تعلم شامل	تحتاج إلى مجموعات بيانات ضخمة, غير شفافة إلى حد ما (تشبه صندوقاً أسوداً), لا تزال متخصصة في مهام محددة.	أتاحت تحليل الصور والإشارات في الوقت الفعلي (مثل خرائط الفيضانات وكشف الحرائق)
النماذج التأسيسية والنماذج اللغوية الكبيرة (LLMs)	2023 – 2020	نماذج ضخمة قائمة على المحولات (Transformer)	مدربة مسبقاً على مجموعات بيانات هائلة, تتعلم مهاماً جديدة وتقدم استشرافات باستخدام أمثلة قليلة, قادرة على تنفيذ مهام متعددة عبر مجالات مختلفة	تكلفة حوسبة عالية, عرضة للهلوسة (تقديم معلومات خاطئة), لا تعمل إلا عند التوجيه	عززت القدرة على فهم واستخلاص المعنى من البيانات المفتوحة, دعمت أنظمة معلومات متعددة اللغات وروبوتات استشارية
الأنظمة متعددة الوكلاء (MAS)	2023 - الحاضر (الآفاق المستقبلية)	وكلاء ذاتيون وموزعون	وكلاء موجهون نحو الأهداف ولكل واحد دور محدد, قادرون على التنسيق والتفاوض والتعلم في الوقت الفعلي	صعوبة فيما يتعلق بالحوكمة, ظهور سلوكيات غير متوقعة, احتمال تعارض بين الوكلاء, وتتطلب تحديد بروتوكولات وتخضع للإشراف	تعكس أساليب الحوكمة في العالم الحقيقي, تتيح تنسيقاً ديناميكياً وفي قطاعات متعددة في حالات الأزمات

تُستخدم حالياً أنظمة الذكاء الاصطناعي ذات الوكيل الوحيد، إلى جانب الأنظمة متعددة الوكلاء، على نطاق واسع في دول مثل الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي والإمارات العربية المتحدة وسنغافورة.

وقد تم تصميم هذه الأنظمة وتحسينها بطرق مختلفة لتلبية استخدامات وأدوار متنوّعة، بما يسهم في تحسين عملية تقديم الخدمات الحكومية. ومع الوتيرة المتسارعة لتطوّر تقنيات الذكاء الاصطناعي، يتم اختبار الأنظمة القائمة ونُسخ جديدة من التصميم ونشرها بسرعة متزايدة. ويعود السبب الرئيسي في ذلك إلى التقدّم في نماذج الذكاء الاصطناعي وتطوير البنية التقنية، بما يشمل الذاكرة وقدرات المعالجة

وتسريع دورات التعلّم، إلى جانب تحسّن كفاءة الخوارزميات[26].

لا يتناول هذا التقرير شرحاً تفصيلياً لأنظمة الذكاء الاصطناعي الوكيلي المختلفة المطبّقة حالياً في مناطق متعدّدة. لكن هذه النسخ تختلف من حيث نقاط القوة والقيود، وهو ما قد يؤثّر في القدرة على التوسّع مع زيادة الحجم أو عدد الاستخدامات ومستوى الأداء ومدى انتشار تبنّي الأنظمة متعددة الوكلاء على نطاق واسع.

2.1. ظهور نماذج الاستدلال الهرمي المعقدة

تشمل الأزمات الحالية في كثير من الأحيان حدوث إخفاقات متتابعة تمتد عبر جهات الطوارئ والسلامة الحكومية التي تعمل تحت ضغط شديد، ثم تنتقل آثارها إلى قدرات قطاع الصحة وجاهزيته والبنية التحتية والقطاع المالي وثقة الجمهور وغيرها من المجالات. وفي مثل هذه الظروف المعقّدة والمترابطة، تزداد الحاجة إلى جيل جديد من أنظمة الذكاء الاصطناعي المصمّمة لتعزيز المرونة، تكون قادرة على الاستدلال الذاتي في الوقت الفعلي عبر مجالات متعددة ومستويات مختلفة من الحكومة، بالاعتماد على مجموعات بيانات موزّعة قد تكون جزئية أو غير مكتملة أو غير واضحة.

ومنذ أواخر عام 2024، بدأ ظهور جيل جديد من أنظمة الذكاء الاصطناعي يُعرَف باسم نماذج الاستدلال الهرمي (HRMs)، ويختلف تماماً عن النماذج اللغوية الكبيرة من حيث قدرته على تنفيذ استدلال متعدد المراحل والتخطيط الاستراتيجي الاستباقي (انظر الجدول 2).

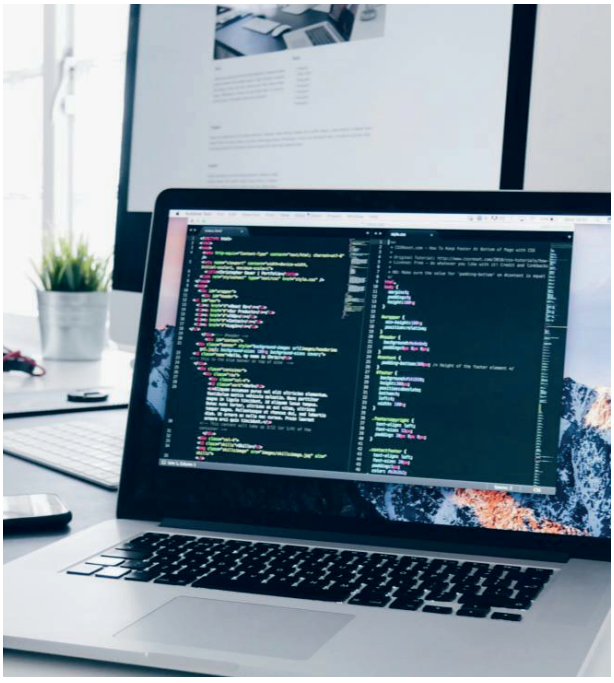
الجدول 2: أبرز مزايا نماذج الاستدلال الهرمي في حل المشاكل مقارنة بالنماذج اللغوية الكبيرة

القدرات	النماذج اللغوية الكبيرة	نماذج الاستدلال الهرمي
توضيح المشاكل	قدرة محدودة، تعتمد بشكل أساسي على صياغة الأوامر	قدرة مُضمنة في التصميم، تقسّم المهام المعقّدة تلقائياً إلى خطوات قابلة للإدارة
شفافية الاستدلال	غير شفافة، يصعب تتبّع منطق الاستدلال	سلاسل استدلال واضحة، كل خطوة موثّقة وقابلة للتحقق
تصحيح الأخطاء	تتطلّب تدخّلاً بشرياً أو إعادة الصياغة	تصحيح ذاتي، تكتشف التناقضات المنطقية وتراجع النتائج
التخطيط متعدد المراحل	تواجه صعوبة بعد ثلاث إلى أربع خطوات استدلالية	قادرة على تنفيذ أكثر من 10 خطوات استدلالية متتالية مع الحفاظ على الدقة
الدقة الرياضية والمنطقية	غير موثوق بأدائها في البراهين أو الحسابات الدقيقة	تقترب من مستوى الخبراء البشريين في الرياضيات والبرمجة والمنطق الصوري
التكلفة الحاسوبية	متوسطة، لا تتعامل إلا مع مُدخل واحد من البيانات في كل مرة	مرتفعة، يتطلّب الاستدلال التكراري التعامل مع مُدخلات متعددة من بيانات جديدة وغير مسبوقة

يستخدم هذا التصميم عدة وكلاء للذكاء الاصطناعي منظّمين عبر مستويات متعددة. ويتولى أحد الوكلاء دور "المخطّط" على المستوى الأعلى، حيث يتحمل مسؤولية تقسيم الأهداف إلى مهام فرعية، بينما ينفّذ الوكلاء المتخصصون في المستويات الأدنى هذه المهام ويعيدون نتائجها إلى المستوى الأعلى. وتبرز الفوائد المحتملة لهذه البنية في أنظمة المرونة من خلال وجود تحكّم واضح من المستوى الأعلى إلى الأسفل وتقسيم صريح للمهام، وهو ما يدعم الاستدلال طويل الأمد ومتعدد المراحل. ويعكس هذا النهج الطريقة التي تعمل بها الهياكل التنظيمية عند صياغة السياسات والبرامج وحالات الاستخدام واتخاذ القرارات خلال الأزمات[27].

3.1. آثار نماذج الاستدلال الهرمي على أنظمة المرونة الحكومية

تستكشف الحكومات حول العالم بالفعل كيفية إدخال نماذج الاستدلال الهرمي ضمن أنظمة المرونة المدعومة بالذكاء الاصطناعي، سواء القائمة أو المخطَّط لها، وخاصة الأنظمة التي تتطلب تحليلات دقيقة ومتعددة المراحل. وعلى الرغم من أن هذه الجهود الأولية ما تزال قيد التطوير، فإن مساعي أبوظبي للتحول إلى الحكومة الأولى عالمياً في اعتماد الذكاء الاصطناعي في كافة خدماتها الرقمية بحلول 2027 (راجع النموذج 1 في القسم الأول) ومشروع سنغافورة لبناء "توأم رقمي" يشمل المجتمع بالكامل (راجع النموذج 3 في القسم الأول) يوفّران ساحات اختبار مبكرة لكيفية دمج نماذج الاستدلال الهرمي ضمن أنظمة المرونة الوطنية.



وتشمل أبرز مزايا نماذج الاستدلال الهرمي مقارنةً بالنماذج اللغوية الكبيرة في تعزيز المرونة على مستوى المجتمع ما يلي:

- **التخطيط لسيناريوهات الأزمات**، بما يشمل الإخفاقات المعقّدة والمتتابعة عبر مجالات متعددة، مثل انقطاع خدمات الذكاء الاصطناعي في يونيو 2025 التي شملت OpenAI وCloudflare وGoogle Cloud والمنصات المعتمدة عليها، والتي أبرزت أهمية آليات الاحتواء والاستجابة.
- **تقييم آثار السياسات** على فئات سكانية متنوّعة، بما يساعد على كشف النتائج غير المقصودة ويتيح لصنّاع السياسات متابعتها ومراجعتها باستخدام نماذج الاستدلال الهرمي قبل التنفيذ.
- **التحليل القانوني والتنظيمي** لتحديد التعارضات التشريعية واقتراح استراتيجيات للتنسيق والتوحيد بين الوزارات والولايات القضائية المختلفة.
- **تحسين إدارة الموارد** أثناء الأزمات، مثل توزيع الإمدادات الطبية وتنظيم عمليات الإخلاء وتحديد أولويات إصلاح البنية التحتية.
- **دعم اتخاذ القرار بشفافية** بما يعزّز المساءلة العامة، من خلال تمكين متخذي القرار من مراجعة توصيات الذكاء الاصطناعي ومساءلة الافتراضات غير الدقيقة قبل اعتمادها.

4.1. تحدّيات حوكمة نماذج الاستدلال الهرمي ومخاطرها

تُعد الأنظمة متعددة الوكلاء التي تدمج نماذج الاستدلال الهرمي المقابل التقني لتنسيق العمل الحكومي الشامل، حيث تمثل هذه البرامج وزارات ومدناً وقطاعات بنية تحتية وفئات سكانية مختلفة وتتبادل فيما بينها البيانات وتعمل على التوصل إلى حلول مشتركة وتتعلّم من النتائج. ولا تُعدّ هذه الأنظمة مجرد ابتكار تقني، بل إن نشرها بشكل فعّال يمنحها القدرة على التحوّل إلى أداة استراتيجية أساسية لتعزيز المرونة على مستوى المجتمع، في عالم تتزايد فيه المخاطر والتهديدات تعقيداً وترابطاً.

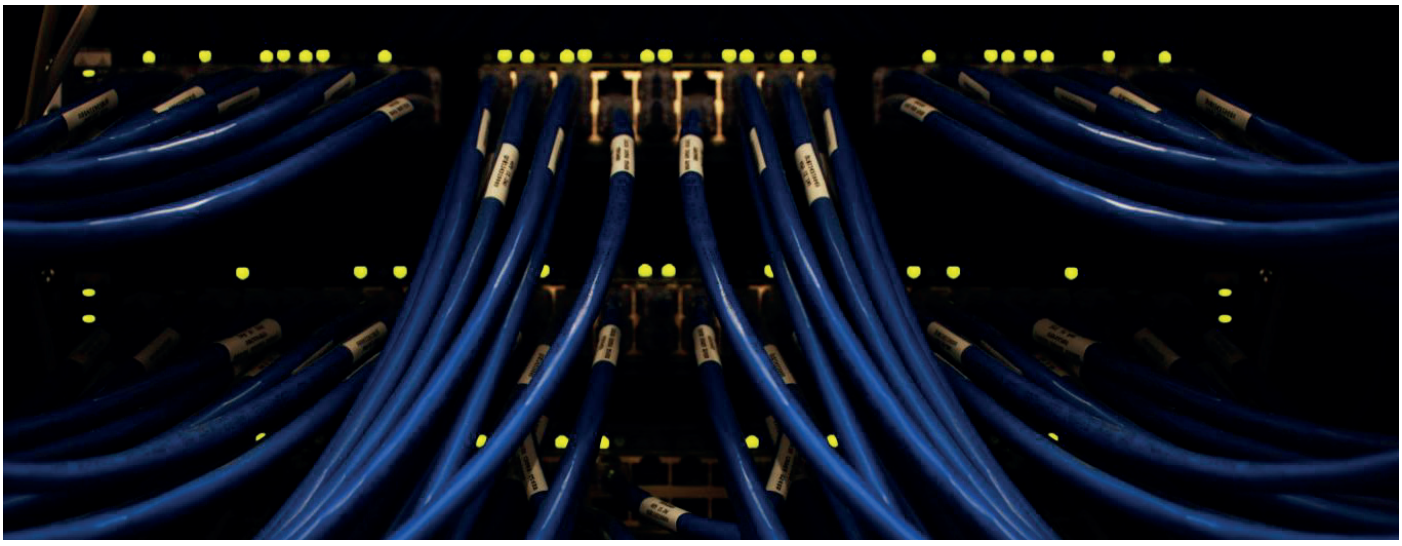
غير أن المستوى المتقدّم من التعقيد في نماذج الاستدلال الهرمي يطرح تحدّيات جديدة على صعيد الحوكمة، فمتطلباتها الحاسوبية العالية قد تحدّ من استخدامها الفوري في بعض سيناريوهات الأزمات. ورغم أن سلاسل الاستدلال فيها أكثر شفافية مقارنةً بالنماذج اللغوية الكبيرة التي تشبه "الصندوق الأسود"، فإنها تحتاج إلى خبرات متخصصة لمتابعتها والإشراف عليها بفعالية بسبب مستوى تعقيدها الكبير. والأهم من ذلك أن قدرة هذه النماذج على إنتاج استدلالات مقنعة والتي قد تكون معيبة تفرض وجود آليات تحقق قوية وبروتوكولات واضحة للإشراف البشري ضمن دورة اتخاذ القرار (بروتوكول الإشراف البشري المستمر)[28].

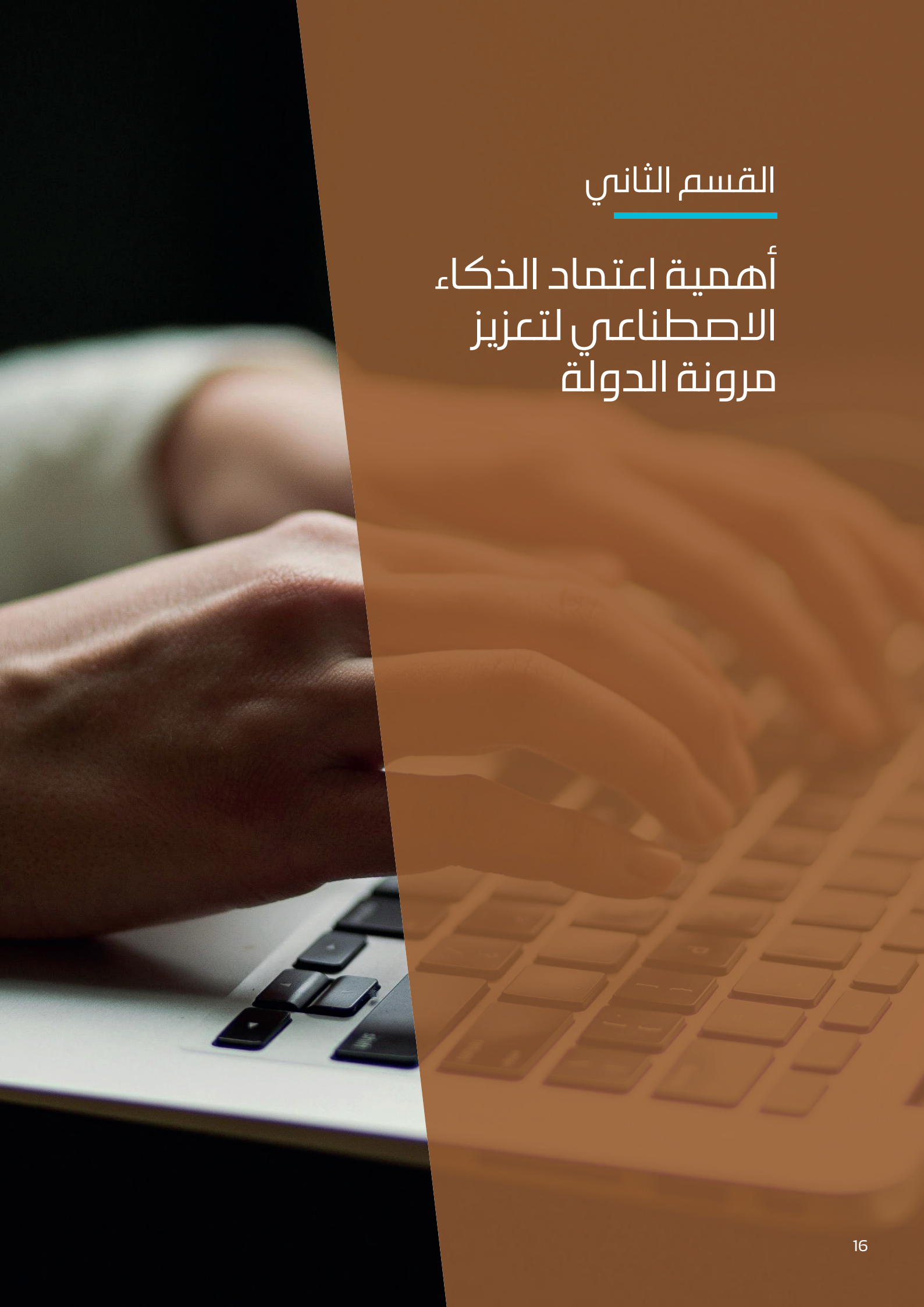
وفي الدول الرائدة التي تُعد من أوائل المتحرّكين في اعتماد هذه التقنيات، مثل الإمارات العربية المتحدة والصين والولايات المتحدة، تعمل الحكومات على تطوير واعتماد نماذج ذكاء اصطناعي متقدّمة لتعزيز جوانب مختلفة من أنظمة الدفاع والأمن والاستخبارات والمرونة. كما تستثمر بكثافة في ابتكار نماذج الذكاء الاصطناعي والبنية التحتية والقدرات الحاسوبية، إلى جانب إعادة تأهيل القوى العاملة وتدريبها.

ويُدرك الموظفون الحكوميون والجهات المعتمدة في القطاع الخاص في هذه الدول الحاجة إلى امتلاك قدرات تشمل:

- التعامل مع تقنيات تتطوّر بوتيرة متسارعة.
- الاستعانة بعلماء بيانات وخبراء مجالات يمتلكون المهارات اللازمة لفهم سلاسل الاستدلال واكتشاف المغالطات المنطقية والحفاظ على الإشراف البشري ضمن دورة اتخاذ القرار.

ومع ذلك، تزداد درجة تعقيد التقنيات والمهارات الضرورية للتعامل معها، ما يخلق تحدياً متنامياً ينبغي معالجته لضمان كفاءة تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتقدّمة مستقبلاً في القطاعات التي تتطلب استجابة سريعة، مثل الدفاع والأمن وإنفاذ القانون وإدارة الأزمات.





القسم الثاني

أهمية اعتماد الذكاء الاصطناعي لتعزيز مرونة الدولة

لم تعد أهمية الذكاء الاصطناعي في أنظمة المرونة الوطنية أمراً افتراضياً. فقد أصبح دوره واضحاً وقابلاً للقياس ويتحوّل تدريجياً إلى عنصر استراتيجي في عصر تتزايد فيه وتيرة وشدة الأحداث المؤثرة، التي غالباً ما تكون مترابطة وتتسبب في تأثيرات متسلسلة على قطاعات متعددة. ولتحقيق هذه القيمة، يجب على الحكومات الانتقال من اعتماد محدود ومجزأ للتقنيات إلى دمج الذكاء الاصطناعي كقدرة أساسية في الحوكمة العامة لتعزيز مرونة المجتمع، وذلك عبر تبني خمسة مبادئ رئيسية هي: التسريع والتكامل والتطوّر والتكيّف والأثر.

2.1. التسريع: تمكين الحكومة من الرصد السريع واتخاذ إجراءات فعّالة على نطاق واسع

يعمل الذكاء الاصطناعي على تسريع زمن الوصول إلى الاستنتاجات واستجابة الحكومة للأحداث بدرجة كبيرة. فبينما يحتاج المحللون البشر ساعات أو أياماً لمعالجة بيانات معقدة متعددة المصادر، يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي اكتشاف الأنماط وبدء الإجراءات في توقيت شبه فعلي[29].

على سبيل المثال، يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي المتخصصة في تحليل الصور والمرئيات الكشف عن انتشار حرائق الغابات من بيانات الأقمار الاصطناعية خلال دقائق، ما يتيح لخدمات الطوارئ التحرك قبل أن تخرج النيران عن السيطرة. وخلال تفشّي الأوبئة، يمكن لأدوات معالجة اللغة الطبيعية مسح الأخبار ووسائل التواصل الاجتماعي ومؤشرات النظام الصحي في ثوانٍ لاكتشاف أي مؤشرات مبكرة على حدوث مشكلات، ما يتيح تنفيذ إجراءات احتواء سريعة[30]. تؤدي هذه التحسينات إلى زيادة كبيرة في سرعة الاستجابة، ما يحمي الأرواح والممتلكات والبنية التحتية الحيوية. كما يزيد ظهور نماذج الاستدلال الهرمي من سرعة ونطاق استجابات الأزمات المدعومة بالذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، في أستراليا، يتم حالياً إضافة نماذج الاستدلال الهرمي (HRMs) إلى نظام الاستجابة للطوارئ في البلاد (راجع النموذج في القسم 2).

2.2. التكامل: دمج الأنظمة المتفرقة في منظومة واحدة متماسكة

في معظم الحكومات، تتوزع البيانات المتعلقة بالمرونة عبر وزارات ومستويات حكومية وقطاعات متعددة. ونادراً ما تتشارك أنظمة الصحة وشبكات النقل وخدمات الطوارئ ومشغلو البنية التحتية ومنظمات القطاع المجتمعي معلومات في الوقت الفعلي. يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي العمل كحلقة وصل بين الجهات، ما يتيح تبادل البيانات واتخاذ القرارات بنمط "تبادل البيانات التشاركي الواسع" (Many-to-Many)، شريطة اعتماد المشاركين بنية تحتية سحابية مشتركة ونماذج بيانات موحدة وواجهات برمجة تطبيقات قابلة للتشغيل البيني[31].

على سبيل المثال، يمكن لمنصات الذكاء الاصطناعي التي تدمج اتجاهات صحة المجتمعات وسعة المستشفيات وبيانات ازدحام النقل توجيه سيارات الإسعاف بشكل أمثل خلال حدوث كارثة حضرية. ويتضح ذلك من خلال عمليات الطوارئ التي تجمع بيانات GPS لسيارات الإسعاف وبيانات قوائم الانتظار في المستشفيات وخرائط المرور الحية وأنظمة إشارات المرور لضمان إتاحة المسارات بشكل آمن وتنبيه المستشفيات مسبقاً[32]. وبالمثل، يمكن لوكلاء الذكاء الاصطناعي المعنيين بالاقتصاد تحديد اضطرابات محتملة في سلاسل التوريد وإصدار تنبيهات بين الوزارات من خلال دمج قوائم الشحن الجمركية وحالات الخدمات اللوجستية ومعدلات التجارة وإشارات المخاطر، ما يتيح إنذاراً مبكراً وتقييماً بشرياً متداخلاً في عمليات الجمارك والتجارة والوزارات الاقتصادية، مع التأكد من إشراف البشر على عملية اتخاذ القرارات المهمة[33].

يسهم الدمج أيضاً في تحسين تنسيق الاستجابة للأزمات، ويُقلّل من الإخفاقات المتتابعة الناتجة عن اتخاذ قرارات غير منسّقة. وتشير تحليلات حوادث حديثة إلى ضرورة توفير منصّات ذكاء اصطناعي متكاملة تعمل ضمن جهات متعددة وتكون قادرة على بناء نماذج للعلاقات المتبادلة بين المجالات المختلفة وإصدار توجيهات واضحة ومتسقة لدعم التحرك الميداني[34].

3.2. التطوّر: دمج ممارسات التعلّم المستمر في نسيج الحوكمة

مع مرور الوقت، تصبح أنظمة المرونة التقليدية في القطاع الحكومي أقل فاعلية، إذ تتباطأ وتيرة التطوير وتتأخر السياسات عن مواكبة تطوّر المخاطر وتفقد الجهات ذاكرتها التنظيمية، نتيجة تدوير الكوادر وتغيّر الأفراد. وعلى النقيض من ذلك، تتيح أنظمة الذكاء الاصطناعي الحفاظ على هذه المعرفة وإعادة تدريب النماذج بشكل مستمر والتعرف الدائم على الوضع القائم، إلى جانب تحسين السياسات وترسيخ التعلّم المنهجي على نطاق وحجم يتجاوزان القدرات البشرية الحالية[35].

كما يمكن لأنظمة تعلّم الآلة التي تعالج البيانات اللاحقة للأزمات أن تتحسّن بمرور الوقت، من خلال التعلّم من التدخلات التي أثبتت فاعليتها ورصد مواضع التأخير وتحديد الفئات التي لم تحصل على الدعم الكافي، ما يشكّل الأساس لما يُعرَف بالحوكمة المتكيفة، وذلك عبر نشر أحدث نماذج الاستدلال الهرمي بما يضمن تحسّن تطبيق ممارسات الحوكمة بمرور الوقت وتطوّرها في بيئات تتّسم بتغيّر المخاطر وصعوبة الاستشراف بحدوثها دون الربط بين التخطيط والتنفيذ ومراجعة الأداء بعد انتهاء الأزمات.

والأهم من ذلك أن هذه الأنظمة تتيح اختبار ومحاكاة واستشراف نتائج مختلفة في ظل تغيّر طبيعة التهديدات، على أن تُستخدَم البيانات الناتجة في توجيه السياسات وبرامج إدارة المخاطر. وبذلك، تتمكّن الحكومات من الاستثمار بكفاءة أعلى في قدرات حالية ومستقبلية موجّهة، للتعامل مع أحداث الأزمات التي تؤثّر بشكل مباشر في حياة المواطنين.

4.2. الأثر: العوامل المشتركة بين الذكاء الاصطناعي والمرونة وتحقيق الازدهار على المستوى الوطني

لتقييم ما إذا كانت هذه الفوائد تتحقق على نطاق واسع، أجرينا فحصاً يوضح عوامل مشتركة بين أربعة مؤشرات عالمية (انظر الشكل 1): الجاهزية لتطبيق الذكاء الاصطناعي (أوكسفورد إنسايتس، 2024) والمرونة (مؤشر المرونة العالمي (2024) الصادر عن شركة FM Global، ومؤشر ND-GAIN Resilience، 2023) ونصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (صندوق النقد الدولي، 2025)[36].

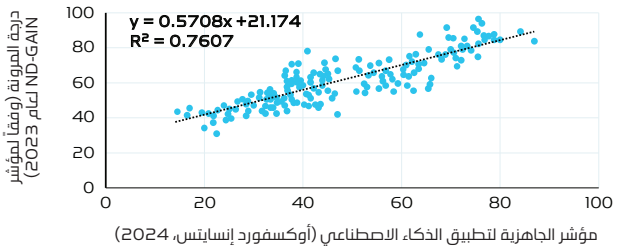
وتُظهر الدول التي تسجّل معدلات مرتفعة في تبنّي الذكاء الاصطناعي مرونة تنظيمية أقوى وأداءً اقتصادياً أفضل نسبياً، بما يعكس أثر عائد المرونة المدعومة بالذكاء الاصطناعي، الناتج عن تقليص الخسائر عبر أنظمة الإنذار المبكر وتخفيف المخاطر وتحسين الأداء التنظيمي بفضل إتاحة المعلومات الآنية وسهولة الوصول إليها، فضلاً عن تعزيز القدرة التنافسية الوطنية[37].

يُظهر التحليل وجود ارتباطات إيجابية قوية بين جاهزية الذكاء الاصطناعي والمرونة والازدهار الوطني (وفقاً لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، محسوباً بأسعار السنة الجارية بعد تعديله مع الأخذ في الاعتبار تعادل القوة الشرائية)، وذلك على النحو الآتي:

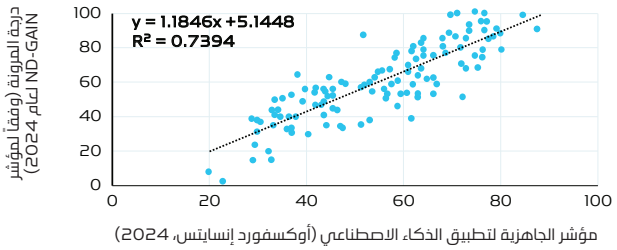
- جاهزية الذكاء الاصطناعي (2024) × المرونة – مؤشر ND-GAIN (2023): R^2=0.76 (n=121)
- جاهزية الذكاء الاصطناعي (2024) × مؤشر المرونة 2024 الصادر عن شركة FM Global: R^2=0.74 (n=121)
- مؤشر ND-GAIN (2023) × نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (2025): R^2=0.76 (n=173)
- جاهزية الذكاء الاصطناع (2024) × نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (2025): R^2=0.60 (n=180)

الشكل 1: كيف تتسبب الجاهزية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في تعزيز المرونة وزيادة نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي

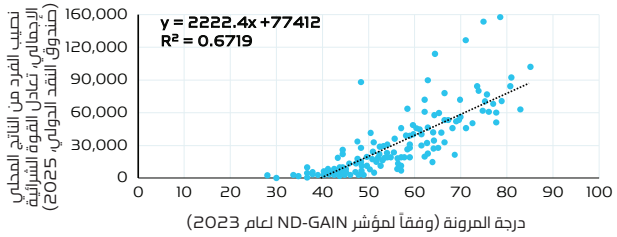
درجات جاهزية تطبيق الذكاء الاصطناعي مقابل درجات المرونة



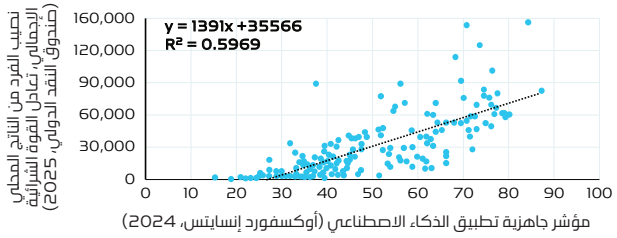
درجات جاهزية تطبيق الذكاء الاصطناعي مقابل درجات المرونة



درجة المرونة مقابل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي



درجة المرونة مقابل نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي



القسم الثالث

نموذج متعدد المستويات لأنظمة الدولة المدعومة بالذكاء الاصطناعي

لتفعيل استخدام الذكاء الاصطناعي في دعم أنظمة المرونة الوطنية، تحتاج الحكومات إلى تطوير إطار شامل ومتكامل ينسّق بين الصلاحيات التنظيمية والقدرات التقنية وأهداف المرونة. ونقترح في هذا السياق إطاراً مترابطاً من أربعة مستويات لأنظمة المرونة الوطنية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، يهدف إلى دعم الاستشراف المبكر وتحسين التنسيق وتسريع التعافي وتعزيز القدرة على التكيّف على المدى الطويل.

المستوى الأول: مجالات المرونة

تتمثل الخطوة الأولى في بناء أنظمة مرونة مدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحديد المجالات التي يجب أن تكون قابلة للتكيّف وآمنة وقادرة على الاستمرار (انظر الجدول 3).

وتتعرّض هذه المجالات لمخاطر مباشرة وأخرى غير مباشرة ذات تأثيرات متداخلة. وتظهر أهمية الذكاء الاصطناعي عندما تصبح تحليلاته وإجراءاته قادرة على الانتقال بسلاسة بين هذه المجالات المختلفة، بما يتيح تطبيق المرونة باعتبارها جهداً مجتمعياً شاملاً، لا مجرد مجموعة من الجهود المتوازية والمنفصلة.

الجدول 3: مجالات المرونة الرئيسية وفرص توظيف الذكاء الاصطناعي

مجال المرونة	التعريف	البرامج الرائدة	فرص تعزيز الذكاء الاصطناعي
الاقتصاد والأنظمة المالية	استقرار الأنظمة المالية والموازنات والأسواق والتجارة في أوقات الأزمات	• مرفق التعافي والمرونة في الاتحاد الأوروبي • قانون الرقائق والعلوم في الولايات المتحدة • ميزانية المرونة في سنغافورة	تحليلات مالية استشرافية، أنظمة إنذار مبكر لرصد فقاعات الأصول، تحسين توجيه الحوافز المالية
البنية التحتية والطاقة	موثوقية البنية التحتية الحيوية، بما يشمل الطاقة والمياه والنقل والاتصالات	• استراتيجية البنية التحتية البريطانية لـ 10 سنوات • استراتيجية مرونة البنية التحتية في اليابان	الصيانة الاستباقية، التوائم الرقمية لتحليل الأعطال المتسلسلة، دعم استعادة الخدمات باستخدام الذكاء الاصطناعي
الصحة والأمن الحيوي	استمرارية أنظمة الصحة المجتمعية وقدرتها على التكيّف والاستعداد للأوبئة	• نظام الحجر الصحي الذكي في كوريا الجنوبية • شبكة التوصيل بالطائرات المسيّرة في رواندا • مبادرة رصد الأوبئة من المصادر المفتوحة التابعة لمنظمة الصحة العالمية	استشراف تفشي الأمراض، التشخيص، فرز الحالات في المستشفيات، الخدمات اللوجستية الطبية الذاتية
الأمن الغذائي والمائي	إتاحة مستدامة للغذاء والمياه النظيفة في ظل الضغوط والأزمات	• خريطة الجوع المباشرة لبرنامج الأغذية العالمي • برامج ومبادرات الهند لتعزيز القدرة على مواجهة الجفاف	الزراعة الذكية مناخياً، استشراف الجفاف، تتبع سلاسل الإمداد باستخدام الذكاء الاصطناعي
سلامة المجتمعات والأمن السيبراني	استقرار إنفاذ القانون والدفاع المدني والعمليات السيبرانية	• وحدة الأمن السيبراني في رابطة الدفاع الإستونية • استراتيجية الأمن السيبراني في نيوزيلندا • منصات المدن الآمنة الرقمية	رصد التهديدات، الاستشراف الوقائي للأنماط الإجرامية (مع تطبيق الضوابط اللازمة)، منع الاختراقات السيبرانية آلياً
الحوكمة والجهات	نزاهة العمليات الحكومية وقدرتها على التكيّف والحفاظ على ثقة الجمهور أثناء الأزمات	• استراتيجية الإمارات للذكاء الاصطناعي 2031 • سياسات ومبادرات الحوكمة المرنة لدى برنامج الأمم المتحدة الإنمائي	استمرارية الخدمات الحكومية، تحليل توجّهات المجتمعات باستخدام تقنيات معالجة اللغة الطبيعية، أتمتة معالجة المطالبات

المستوى الثاني: دورة المرونة

تُعدّ المرونة عملية دورية متكاملة، إذ يجب دمج أنظمة الذكاء الاصطناعي ضمن جميع مراحلها، بدءاً من الاستشراف والوقاية، مروراً بالاستجابة الفورية، ووصولاً إلى التعلّم طويل المدى (انظر الجدول 4). فكل أزمة تُنتج بيانات جديدة ودروساً مستفادة، وعندما تُحلّل هذه البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي، فإنها تتسبب في تحسين التخطيط والاستعداد للاحتياجات والتحديات المستقبلية على مستوى المجتمع.

وقد تم تطبيق هذا التفكير الذي يركز على دورة المرونة، بصور مختلفة، منذ ثمانينيات القرن الماضي. ويوضح إطار الدورة المبيّن أدناه أهمية مراحل الاستشراف والتقييم والرصد والتكيّف ضمن استراتيجيات التخطيط والاستعداد والاستجابة والتعافي في أنظمة المرونة.

الجدول 4: تمكين الذكاء الاصطناعي عبر دورة المرونة

مرحلة الدورة	التعريف	الاستخدامات الحالية للذكاء الاصطناعي	التحسينات المستقبلية في الذكاء الاصطناعي
الاستشراف	تحديد المخاطر واستشرافها قبل تحوّلها إلى أزمات فعلية	• نماذج مخاطر المناخ • أنظمة الإنذار المبكر للأوبئة (مثل BlueDot وEIOS) • مؤشرات ضغوط الأسواق المالية	• منصات استشرافية متعددة الوكلاء تدمج المخاطر المناخية والجيوسياسية والاقتصادية • رادار مرونة عابر للحدود يستخدم الذكاء الاصطناعي
التقييم	تحديد نقاط الضعف وعلاقات الارتباط المتبادلة داخل الأنظمة وفيما بينها	• رسم خرائط مواضع الضعف باستخدام الذكاء الاصطناعي • بناء نماذج للمخاطر النظامية في القطاع المصرفي • تحليل ترابط أنظمة الغذاء	• نماذج "التوأم الرقمي" الديناميكية للأنظمة الوطنية • منصات ذكاء اصطناعي تختبر مستوى المرونة بشكل مستمر ضمن سيناريوهات ضغط مختلفة
التخطيط	تصميم السياسات والاستراتيجيات والموازنات واختبار مرونتها	• محاكاة تحديات مالية • نماذج التوأم الرقمي للمدن • تخطيط السيناريوهات في تحول الطاقة	• منصات سياسات متكيفة مدعومة بالذكاء الاصطناعي تتعلّم من الأحداث الفعلية • أتمتة تخطيط موازنات المرونة
الاستعداد	تعزيز جاهزية الجهات الحكومية والمجتمعات للتعامل مع الأزمات	• لوحات متابعة الجاهزية • استشراف الطلب على الإمدادات الطبية • التدريب القائم على المحاكاة لفرق الاستجابة الأولى	• بيئات تدريب غامرة مدعومة بالذكاء الاصطناعي • نماذج استشرافية لتوزيع الموارد ضمن وزارات متعددة
الرصد	اكتشاف الاضطرابات فور ظهورها وفي الزمن الفعلي	• رصد المشاكل في الأمن السيبراني • تحليل صور الأقمار الاصطناعية لاكتشاف الحرائق • مراقبة مياه الصرف الصحي للكشف المبكر عن الأوبئة	• مستشعرات ذكاء اصطناعي متكاملة ضمن مختلف القطاعات • شبكات رصد ذاتية تجمع بين إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي للتعامل مع مخاطر متعددة
الاستجابة	تنسيق الموارد وحشدها في أثناء الأزمات	• التوزيع الديناميكي للموارد (مثل توجيه سيارات الإسعاف) • استخدام الطائرات المسيّرة في مكافحة الحرائق • أدوات دعم اتخاذ القرار في إدارة الأزمات	• منصات متقدمة لإدارة الاستجابة للأزمات بصورة شبه ذاتية • أنظمة ذكاء اصطناعي لعدة جهات بهدف تحسين التنسيق بين الوزارات
التعافي	استعادة البنية التحتية والخدمات والنشاط الاقتصادي	• نماذج استشراف تعافي الاقتصاد • تحسين خطط إعادة الإعمار • أتمتة معالجة مطالبات التأمين	• محركات وطنية مخصصة للتعافي مدعومة بالذكاء الاصطناعي لترتيب أولويات الاستثمار • إعادة هيكلة اقتصادية طويلة الأجل مسترشدة ببناء نماذج السيناريوهات
التكيّف	التعلّم من الأزمات ودمج التحسينات في الأنظمة طويلة الأمد	• تحليل الدروس المستفادة من الأزمات • تحديث الأكواد العمرانية استناداً إلى تحليلات المخاطر • تقييم السياسات بعد انتهاء الأزمات	• منصات حوكمة متكيفة مستمرة • حلقات تعلّم مدعومة بالذكاء الاصطناعي مدمجة في صناعة السياسات والتنظيم

المستوى الثالث: الممكنات الأساسية

يتطلب النشر الناجح للذكاء الاصطناعي تهيئة الظروف المناسبة عبر عدة مجالات، تشمل الحوكمة والبنية التحتية والطاقة والقوى العاملة وتكامل البيانات والإشراف عليها، بالإضافة إلى الأمن السيبراني. ورغم أن هذه الممكنات تُمثل جزءاً جوهرياً من الهيكل الاستراتيجي لأنظمة المرونة القائمة على الذكاء الاصطناعي، ولكنها تُصنّف غالباً ضمن الاستثمارات "الاختيارية" أو المهام الإدارية الثانوية (انظر الجدول 5). وتستثمر الدول الأكثر تقدماً في هذا المجال، بمختلف أحجامها، من إستونيا وسنغافورة (راجع حالتي الدراسة 3 و4) إلى الصين والولايات المتحدة (راجع حالة الدراسة 6)، في كل من تطبيقات الذكاء الاصطناعي والممكنات الأساسية معاً، وذلك لبناء قاعدة صلبة تسمح بتطبيق أدوات الحوكمة الذكية.

الجدول 5: الممكنات الأساسية لأنظمة المرونة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي

الممكن الأساسي	الوصف	ممارسات رائدة
بنية البيانات التحتية	منصات آمنة وموحدة تتيح تبادل البيانات بشكل متوافق وفوري أو على دفعات	• نظام X-Road في إستونيا • سحابة Gaia-X في الاتحاد الأوروبي • هيكل بيانات حكومة الإمارات
القدرة الحوسبية	توفير حوسبة سحابية وحوسبة طرفية (Edge) عالية الأداء وقابلة للتوسع	• استراتيجية حكومة أبوظبي الرقمية 2025-2027 • كمبيوتر "فوجاكو" الخارق في اليابان لمحاكاة الكوارث
رأس المال البشري والمهارات	زيادة الوعي بالبيانات، إتقان استخدام الذكاء الاصطناعي في التخصصات المختلفة، تطوير كفاءة القوى العاملة	• برامج تسريع علوم وتصوير البيانات في المملكة المتحدة • تدريب القطاع الحكومي في دولة الإمارات • منحة "الأمة الذكية" في سنغافورة
السياسات والحوكمة	وضع أطر أخلاقية، تشكيل هيئات رقابية، تحديد معايير للمشتريات، تقديم تصاريح قانونية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في حالات الطوارئ	• وحدة تبني التكنولوجيا المسؤولة (RTA) في بريطانيا • إطار حوكمة الذكاء الاصطناعي التوليدي في سنغافورة
منظومة الشراكة (القطاعين الحكومي والخاص)	التعاون بين الجامعات والجهات التقنية التابعة للحكومة والقطاع الخاص والقطاع المجتمعي.	• شراكة رواندا مع شركة Zipline في مجال الطائرات المسيرة • تعاون وكالة التكنولوجيا الحكومية بسنغافورة (GovTech) مع مختبرات مايكروسوفت
الاستثمار المالي	توفير نماذج تمويل مخصصة ومستدامة ومرنة لتقنيات تعزيز المرونة	• سندات المرونة التابعة للبنك الدولي • صندوق التحول الرقمي في دولة الإمارات

المستوى الرابع: بنية الذكاء الاصطناعي

يجب على الحكومات دمج مستويات فرعية ضمن بنية الذكاء الاصطناعي لتعزيز القدرة على التوسع التقني والامتثال للسياسات وقابلية التدقيق ومقاومة الأعطال، ما يسمح للنظام متعدد الوكلاء (MAS) على المستوى الوطني بالعمل بكامل طاقته لتعزيز المرونة (انظر الجدول 6).

الجدول 6: المستويات الفرعية لأنظمة المرونة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي

م	المستويات الفرعية	الغرض والوصف	أمثلة وميزات التصميم الرئيسية
1	الوكيل	وكلاء ذكاء اصطناعي متخصصون يعملون بشكل مستقل داخل بيئة مشتركة	• وكيل الصحة: يتتبع تفشي الأمراض وقدرة المستشفيات • وكيل النقل: يحاكي المسارات والازدحام • وكيل الطاقة: يراقب أحمال الشبكة
2	الاتصال	ضمان تبادل المعلومات والطلبات والأهداف بين الوكلاء بشكل آمن وفعال	• تعريفات مشتركة للمفاهيم والعلاقات • مراسلة فورية غير متزامنة • توثيق هوية الوكيل • المراسلة المعتمدة على النماذج اللغوية الكبيرة (LLM)
3	التنسيق	إدارة التفاوض والعمل المشترك بين الوكلاء لتجنب التعارض وضمان توافق الأهداف	• آليات تقديم العروض للمهام • نظرية النوايا المشتركة • اتخاذ القرار اللامركزي • بروتوكولات التخطيط
4	التعلم	تمكين الوكلاء من تطوير نماذجهم وسلوكياتهم من خلال الملاحظات والخبرات المكتسبة	• التعلم الخاضع للإشراف من بيانات الأزمات • التعلم المعزز للمهارات • محاكاة الوكلاء المتعددين • التعلم المدمج في بيئات اختبار التوأم الرقمي
5	الحوكمة	فرض الضوابط الأخلاقية والقانونية والتنظيمية على سلوك الوكلاء	• قيود برمجية ثابتة • تصعيد القرارات للبشر عندما يكون أثرها كبيراً • سجلات تدقيق ما بعد الحدث • دمج السياسات بشكل قابل للقراءة آلياً
6	أمن وموثوقية النظام	حماية سلامة النظام من أي تلاعب عدائي أو أعطال أو انهيارات متتالية	• اتصالات مشفرة • كشف المشاكل أثناء التشغيل • كشف الاختراق • بروتوكولات العزل (الحجر التقني) • نسخ احتياطية شاملة للنظام عند فشل الخوادم أو الشبكات

القسم 4

دراسات حالة عالمية: حكومات توسع نطاق اعتماد الذكاء الاصطناعي

لم يعد الذكاء الاصطناعي مجرد أداة تُستخدم لبناء قدرة فعّالة على مواجهة التحديات، ففي جميع أنحاء العالم، بدأت العديد من الحكومات في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع في الخدمات الحكومية والأمن القومي والبنية التحتية الرقمية والأنظمة الشاملة للمجتمع بأكمله.

يعرض هذا القسم دراسات حالة مفصّلة توضح مبادئ تصميم مشتركة يمكن للدول الأخرى الاستفادة منها. وكما ذكرنا في المقدمة، لا يوجد نموذج واحد يصلح للجميع لبناء مرونة مجتمعية تعتمد على الذكاء الاصطناعي، بل توضح دراسات الحالة هذه ضرورة تصميم كل نموذج بما يناسب الظروف السياسية والاجتماعية والاقتصادية لكل دولة، وبما يلبي احتياجات مواطنيها.

دراسة الحالة الأولى: حكومة أبوظبي ، دولة الإمارات، الأولى عالمياً في اعتماد الذكاء الاصطناعي في جميع خدماتها الرقمية

الرؤية الاستراتيجية والاستثمار

في سبتمبر 2025، أطلقت دائرة التمكين الحكومي استراتيجية الحكومة الرقمية 2025–2027، وأعلنت بشكل رسمي عن هدفها في أن تصبح أبوظبي أول حكومة في العالم تعتمد كلياً على الذكاء الاصطناعي في جميع خدماتها الرقمية [38] بحلول عام 2027. وخصصت 13 مليار درهم إماراتي (3.5 مليار دولار أمريكي) لتنفيذ أكثر من 200 مشروع للذكاء الاصطناعي في أكثر من 40 جهة حكومية، بهدف إضافة 24 مليار درهم (6.5 مليار دولار) إلى الناتج المحلي الإجمالي وتوفير أكثر من 5,000 وظيفة في القطاع الحكومي[39].

الإطار التنظيمي الداعم

تتولى دائرة التمكين الحكومي تنسيق هذه المبادرة، ويتم تنفيذها عبر منصة "تم" (TAMM)، وهي منصة موحدة لتقديم الخدمات لجميع أفراد المجتمع.

البنية التحتية الرقمية

تفرض سياسة الحوسبة السحابية السيادية تشغيل بيانات وخدمات الحكومة كاملة على البنية السحابية، بما يضمن التحكم في البيانات والنشر الآمن لتقنيات الذكاء الاصطناعي وتوفير قدرات حوسبة قابلة للتوسع، وهي عناصر أساسية لدمج الذكاء الاصطناعي في جميع الأعمال الحكومية.

تنمية مهارات القوى العاملة

بحلول أواخر عام 2025، أكمل أكثر من 95% من موظفي الحكومة في أبوظبي، وكان عددهم نحو 30 ألف موظف، برامج تدريب في مجال الذكاء الاصطناعي. وتم تعيين مسؤول رئيسي للبيانات والذكاء الاصطناعي في كل جهة حكومية، بدعم من منصات تنسيقية مشتركة لتعزيز الحوكمة وضمان المساءلة.

تطبيقات فعلية

- **خدمات استباقية:** يعمل الذكاء الاصطناعي على تفعيل تقديم الخدمات تلقائياً حسب مراحل حياة الفرد (مثل تسجيل المواليد).
- **مساعدون افتراضيون:** توفير الدعم على مدار الساعة بأكثر من 15 لغة.
- **الامتثال الذكي:** التحقق الفوري من الرخص التجارية والتأشيرات.
- **خدمات الطوارئ:** استخدام طائرات مسيّرة مدعومة بالذكاء الاصطناعي وتقنيات الرؤية الحاسوبية لمراقبة الحشود وإدارة الحركة المرورية.

النتائج المحققة:

توفير

400,000

زيارة شخصية لمراكز الخدمة

%64

تقليل الطلبات

%23

اختصار خطوات العمل

%36

تقليل مدخلات الطلبات

%95

حل المشكلات

%92.5

نسبة الرضا

إعادة استثمار التكاليف التي تم توفيرها لتطوير الخدمات المباشرة

اعتراف دولي بالتجربة كنموذج يُحتذى به في الإدارة الذكية

دراسة الحالة الثانية: أستراليا – الإدارة الشاملة للطوارئ المدعومة بالذكاء الاصطناعي

أنشأت الوكالة الوطنية لإدارة الطوارئ في أستراليا (NEMA)، بالتعاون مع مؤسسة CSIRO Data61 وهيئة Geoscience Australia، واحداً من أكثر أنظمة إدارة الطوارئ المدعومة بالذكاء الاصطناعي تطوراً في العالم. وتعمل هذه الجهات على دمج بيانات الأرصاد الجوية والأقمار الاصطناعية والتضاريس والغطاء النباتي ضمن منصة Spark المتخصصة في محاكاة حرائق الغابات والتابعة لـ CSIRO، ما يتيح استشراف انتشار الحرائق ومعرفة مدى جودة الهواء ودعم مراكز المعرفة الوطنية لمواجهة الكوارث.

وتستخدم أجهزة الإطفاء والطوارئ في جميع أنحاء البلاد منصة Spark لتنفيذ عمليات محاكاة فورية عالية السرعة تعتمد على وحدات المعالجة الرسومية، للمساعدة في توجيه عمليات الإخلاء وتوزيع الموارد وتقليل المخاطر قبل وقوعها.

الأثر الملموس (بين عامي 2019 و2023):

- تسريع نشر فرق الاستجابة للطوارئ بنحو 35%, وفق تقارير الوكالة الوطنية لإدارة الطوارئ، وذلك بفضل تحسين التنسيق وعمليات اتخاذ القرار عبر منصات مدعومة بالذكاء الاصطناعي[40].
- تقليل الخسائر في الممتلكات بنسبة تقارب 22% بفضل التدخلات الاستباقية المعتمدة على نماذج المحاكاة الذكية[41].
- رفع دقة استشراف الظروف الجوية عالية الخطورة المرتبطة بالحرائق إلى 87% بعد أن كانت حوالي 60% بفضل نماذج الاستشراف التي طورتها CSIRO Data61.
- رفع نسبة الرضا عن نظام الإنذار المبكر إلى 92% بناءً على استطلاعات رأي أُجريت في ولاية نيو ساوث ويلز ولوحات الجاهزية الوطنية للكوارث.

دراسة الحالة الثالثة: سنغافورة – دولة "التوأم الرقمي"

في عام 2015، أطلقت هيئة الأراضي في سنغافورة مبادرة سنغافورة الافتراضية (Virtual Singapore)، بهدف إنشاء أول توأم رقمي على مستوى دولة كاملة في العالم. وتعتمد هذه المبادرة على مسوحات الليزر عالية الدقة (LiDAR) وبيانات أجهزة الاستشعار الذكية (إنترنت الأشياء) والتحليلات الجغرافية المكانية[42]. تم تطوير المنصة بالتعاون مع مكتب "الأمة الذكية والحكومة الرقمية" وهيئة GovTech. تدمج المنصة بيانات المناخ والتنقل والبنية التحتية والبيئة العمرانية في نموذج واحد، لمحاكاة أي أزمات محتملة وتحسين التخطيط لمواجهتها[43]. وتسمح محركات المحاكاة المدعومة بالذكاء الاصطناعي لصنّاع القرار باختبار سيناريوهات مختلفة، مثل الفيضانات وتعطل وسائل النقل وموجات الحر قبل حدوثها فعلياً[44]. وترتبط مبادرة التوأم الرقمي بمنصات خدمات المواطنين، ما يتيح تطبيق سياسات مرنة مثل إعادة توجيه حركة المرور وإعادة توزيع أساطيل النقل العام ونشر حلول التبريد خلال موجات الحر[45].

الأثر المحقق:

- **تسريع منح الموافقات على التخطيط العمراني بنسبة 20%**, بفضل دمج نماذج معلومات المباني مع أدوات المحاكاة الجغرافية.
- **تحسين سهولة السير في المدن بنسبة 15%,** نتيجة تحليل أماكن الازدحام للمشاة وتحسين مسارات الحركة.
- **تقليل عدد العقارات المتضررة من الفيضانات بنسبة 40%,** من خلال الاستفادة من حلول الحواجز وتطوير شبكات التصريف التي اختبرتها عمليات المحاكاة التابعة لمبادرة سنغافورة الافتراضية[46].

دراسة الحالة الرابعة: إستونيا ومرونة الحوكمة الرقمية

أنشأت هيئة نظم المعلومات وأكاديمية الحوكمة الإلكترونية في إستونيا واحداً من أكثر أنظمة الحوكمة الرقمية مرونة في العالم. يعتمد هذا النظام بشكل أساسي على منصة "إكس رود" (X-Road)، وهي طبقة آمنة ولا مركزية لتبادل البيانات تربط جميع السجلات الحكومية ببعضها مع الحفاظ على استقلالية كل جهة[47]. وتعتمد إستونيا على حلول للأمن السيبراني مدعومة بالذكاء الاصطناعي لرصد أي أنشطة غير طبيعية وتفعيل بروتوكولات الاستمرارية تلقائياً بدعم من فريق الاستجابة لحوادث الأمن السيبراني[49]. (CERT-EE) كما تستخدم الدولة المساعد الافتراضي الذكي Bürokratt لتسهيل تقديم الخدمات وضمان استمرارية العمل الحكومي[37]. ولحماية العمليات الوطنية وقت الأزمات، ابتكرت إستونيا فكرة "سفارات البيانات"، وهي بيئات رقمية احتياطية مستضافة خارج البلاد وتتمتع بحصانة دبلوماسية، وكان أولها في لوكسمبورغ[50].

مرونة مشهود لها:

- تحقيق نسبة جاهزية تشغيل بلغت 99.9% خلال أزمات كبرى، مثل الهجمات السيبرانية التي وقعت عام 2007 وجائحة كوفيد-19، بفضل بنية "إكس رود" وبروتوكولات المرونة المعتمدة[51].
- القدرة على إطلاق خدمات رقمية جديدة في أقل من 15 دقيقة اعتماداً على أطر النشر السريع وأدوات الأتمتة[52].
- توفير سنوي يعادل حوالي 2% من الناتج المحلي الإجمالي بفضل الكفاءة الرقمية وتقليص الأعباء الإدارية[53].

دراسة الحالة الخامسة: المملكة المتحدة – دمج المعلومات وحوكمة الذكاء الاصطناعي

تدير المملكة المتحدة مراكز متقدمة لدمج المعلومات الاستخباراتية وتحليلها، تشرف عليها هيئة الاتصالات الحكومية (GCHQ) والمركز الوطني للأمن السيبراني (NCSC). وتعمل هذه المراكز على جمع البيانات من مصادر متعددة، مثل المعلومات السرية وبيانات الشبكات والمصادر المفتوحة ودمجها في منصات موحدة توفر رؤية شاملة تساعد في اكتشاف التهديدات الوطنية وتحديد أولويات التعامل معها[52]. وتعتمد هذه المراكز على تقنيات متطورة مثل الشبكات العصبية البيانية ومعالجة اللغة الطبيعية وتحليلات متعددة الوكلاء لربط البيانات وتحسين آليات الفرز الأولي، ما يتيح للمحللين التركيز على القرارات الاستراتيجية بدلاً من الانشغال بالمهام التشغيلية. كما تساعد لوحات التحكم الخاصة بالمركز الوطني للأمن السيبراني في تسريع وقت الاستجابة وإعداد تنبيهات فورية تسهّل التنسيق بين الجهات الحكومية المختلفة.

وعلى صعيد الحوكمة، طبّق مكتب الذكاء الاصطناعي ووحدة تبنّي التكنولوجيا المسؤولة نموذجاً شاملاً لحوكمة الذكاء الاصطناعي، يشمل أدوات لضمان جودة الذكاء الاصطناعي مثل (AI Assurance toolkit 2024) ونموذج الابتكار المسؤول ومعايير للشفافية إلى جانب إلزام الجهات الحكومية بتقديم تقارير الشفافية. وتُطبّق هذه المتطلبات حالياً على جميع الجهات الحكومية المركزية والهيئات التابعة لها[55]. كما يعزز إطار ضمان الذكاء الاصطناعي الصادر في فبراير 2024 معايير تشغيلية مثل قابلية التفسير وتقييم الأثر والتصميم الآمن منذ البداية في مختلف الجهات الحكومية.

الأثر المحقق:

- تقليل الوقت اللازم لتحويل المعلومات إلى إجراءات فعلية قابلة للتنفيذ بنحو 60% بفضل تسريع عمليات الفرز ودمج البيانات باستخدام الذكاء الاصطناعي في GCHQ وNCSC.56.
- تحسين دقة اكتشاف التهديدات بفضل الدمج الفوري لمصادر بيانات متعددة ونماذج التعلم الآلي المتقدمة.

- الحد من التعرض لرسائل التصيّد الاحتيالي بنسبة تقارب 92% وفق ما أكده المركز الوطني للأمن السيبراني عبر أنظمة الفرز الذكية خلال فعالية CYBERUK للأمن السيبراني لعامي 2024–2025.

دراسة الحالة السادسة: الولايات المتحدة – دمج وكلاء الذكاء الاصطناعي في الاستشراف الاستراتيجي للدفاع

تعمل وكالة مشاريع الأبحاث الدفاعية المتقدمة الأمريكية (DARPA) ومكتب التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي على تطوير أنظمة محاكاة حربية متقدمة تعتمد على الذكاء الاصطناعي، بهدف دعم التخطيط الاستراتيجي ورفع الجاهزية الدفاعية. وتعتمد هذه المحاكاة "الوكيلية" على تقنيات مثل التعلم المعزز والنماذج اللغوية الكبيرة ووكلاء الاستدلال الذاتي لاختبار نتائج القرارات العسكرية في الميادين المتغيرة والمعقدة[57].

تدمج هذه الأنظمة بيانات تشغيلية حقيقية مع بيئات افتراضية مُصطنعة لتقييم الاستراتيجيات والخطط اللوجستية والتنسيق بين الحلفاء بشكل فوري. كما يؤدي وكلاء الذكاء الاصطناعي أدوار القوات الصديقة والمعادية في آن واحد، ما يساعد على اكتشاف نقاط التحسين المحتملة والاستعداد لها قبل وقوع الأزمات الحقيقية.

الجدول 7: مقارنة لأفضل الممارسات في استخدام الذكاء الاصطناعي لتعزيز المرونة بين الدول

البلد	مجال التركيز	القدرات الأساسية	دروس مستفادة يمكن تطبيقها
أبوظبي - دولة الإمارات	التحول نحو حكومة تعتمد كلياً على الذكاء الاصطناعي	• أكثر من 200 حل ذكي في 40 جهة حكومية • سحابة سيادية • منصة "تم 4.0" الموحدة	• القيادة الطموحة والتوافق التنظيمي المبكر عاملان حاسمان • التركيز على تدريب الكوادر البشرية أولاً هو الأساس
أستراليا	الإدارة الشاملة للطوارئ	• نظام ذكي لتحليل البيانات الجغرافية فورياً • نماذج استشرافية • منصة وطنية تربط الجهات الاتحادية والمحلية	• تكامل البيانات وقابلية تفسير نماذج الذكاء الاصطناعي ضروريان لبناء الثقة وتحسين التنسيق
سنغافورة	دولة "التوأم الرقمي"	• محاكاة شاملة للمناخ وحركة التنقل والسلوك المجتمعي واستشراف الأزمات قبل وقوعها	• البدء بقاعدة خرائط ثلاثية الأبعاد ثم إضافة النماذج تدريجياً، وبناء الثقة من خلال الشفافية
إستونيا	حوكمة إلكترونية مرنة سيبرانياً	• سجلات حكومية محمية بتقنية "البلوك تشين" • اكتشاف الاختراقات بالذكاء الاصطناعي • "سفارات بيانات" خارج البلاد	• الأنظمة اللامركزية والسيادة الرقمية تضمنان استمرارية تقديم الخدمات
المملكة المتحدة	مراكز دمج المعلومات وحوكمة الذكاء الاصطناعي	• دمج بيانات من مصادر متعددة تشرف عليها هيئة الاتصالات الحكومية • مجلس وطني لأخلاقيات الذكاء الاصطناعي • إرشادات لشفافية الخوارزميات	• دمج قوانين الإدارة الفعالة للذكاء الاصطناعي من البداية وجعل "الفرد جزءاً من عملية اتخاذ القرار" لتعزيز الموثوقية
الولايات المتحدة	المحاكاة الحربية بالذكاء الاصطناعي الوكيلي	• أنظمة محاكاة متطورة لدعم الأمن القومي والخدمات اللوجستية واستشراف الأزمات	• بناء النماذج القائمة على "الوكلاء" يكشف نقاط الضعف غير المتوقعة • استخدام بيئات المحاكاة لاختبار السياسات استباقياً

أبرز الاستنتاجات:

- **ربط البيانات يحقق فوائد كبرى:** تكامل البيانات وتبادلها بين الجهات المختلفة يفتح فرصاً كبيرة وفوائد تشمل جميع القطاعات.
- **الحوكمة لا تعوق الابتكار:** وجود قوانين حازمة لإدارة الذكاء الاصطناعي يسمح بمراجعة الخوارزميات وتعزيز الشفافية وإشراك المجتمع والتشجيع على الابتكار.
- **الإدارة المركزية تسرع التغيير:** إدارة التحول بشكل مركزي، كما هو الحال في أبوظبي وسنغافورة، تمنع تشتّت المبادرات التجريبية وتسرّع عملية التحول.
- **التبني المبكر يحقق نتائج ملموسة:** تتمتع الدول التي بدأت مبكراً في تبنّي هذه التقنيات بقدرة أسرع على التعافي من الأزمات وقدرة أعلى على التكيّف بجانب الآثار الملموسة على الناتج المحلي الإجمالي وجذب الاستثمارات.

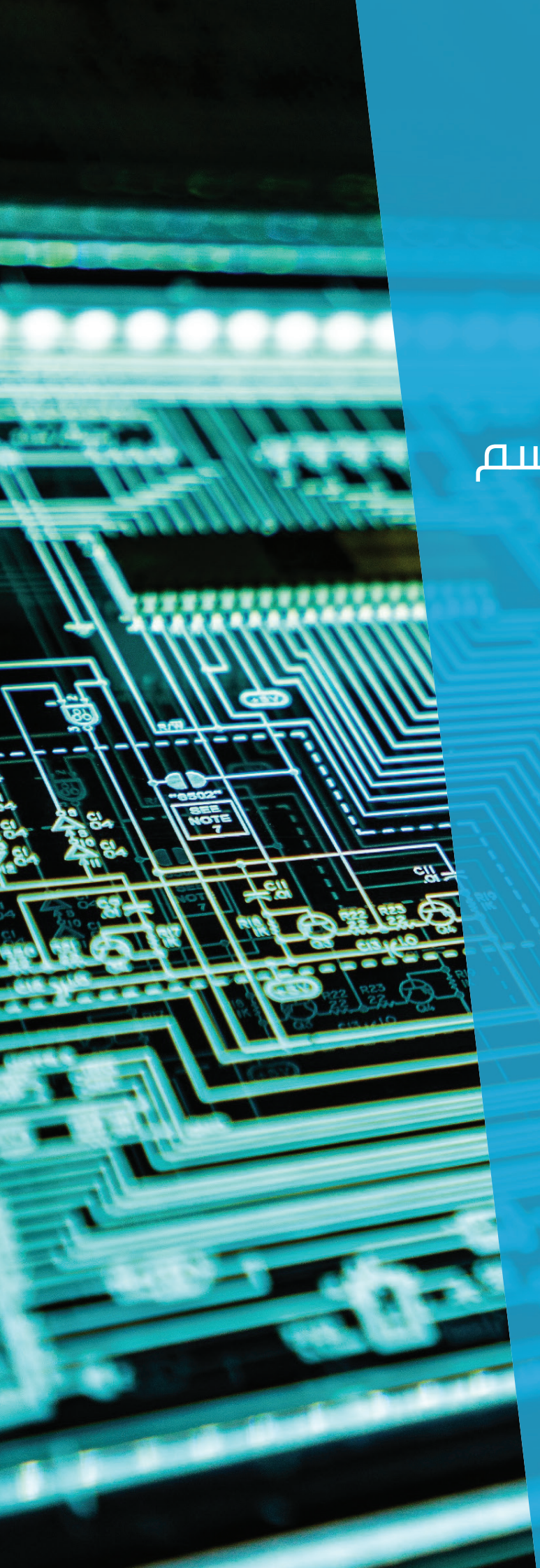
رؤية بي دبليو سي: بناء المرونة المدعومة بالذكاء الاصطناعي في الشرق الأوسط

تضع الحكومات في جميع أنحاء الشرق الأوسط "التحول الرقمي" في قلب استراتيجياتها الوطنية، وتعمل على استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاعات مثل الصحة والنقل والطاقة والإدارة الحكومية، لتعزيز قدرة المجتمع ككل لمواجهة التحديات. ويعكس ذلك طموحاً واضحاً لإعادة تشكيل طريقة استعداد الجهات الحكومية للأزمات وتقديمها للخدمات وحفاظها على ثقة المجتمع. وبهذا النهج، تفرض المنطقة نفسها كمرجع عالمي للإدارة الحكومية المدعومة بالتقنيات الحديثة.

لم يعد الذكاء الاصطناعي مجرد أداة مساندة ثانوية، بل أصبح ركيزة أساسية لعملية التحول الرقمي. ويشير خبراء الاقتصاد في "بي دبليو سي" إلى أن الشرق الأوسط قد يحقق طفرة في النمو الاقتصادي تصل إلى 8.3 نقاط مئوية إضافية بين عامَي 2023 و2035، شريطة أن يكون استخدام هذه التقنيات واسع النطاق ومسؤولاً. ومن خلال استراتيجيات البيانات الوطنية ومنصات مراقبة المناخ، وأنظمة الهوية الرقمية وهياكل تقديم الخدمات المتكاملة، أصبح "الذكاء الاصطناعي" جزءاً أساسياً من نسيج العمل الحكومي نفسه، ما يساعد الحكومات على كسر الحواجز التنظيمية وتصميم الخدمات وفقاً لاحتياجات أفراد المجتمع مثل الرعاية والتنقل والطاقة وتقديمها بشكل أسرع وأكثر عدالة وترابطاً.

سيكون العِقد المقبل اختباراً حقيقياً لقدرة المنطقة على قيادة هذا المشهد المعقد. فالحكومات التي ستتبنى نهجاً شاملاً وتستثمر في أطر العمل المسؤولة للذكاء الاصطناعي مبكراً وتُحدّث أنظمتها القديمة وتطوّر كفاءاتها الوطنية الرقمية والتقنية وتعزّز التنسيق بين الوزارات والجهات المختلفة، ستكون أكثر قدرة على استشراف الأزمات والاستجابة لها بفعالية. ومن خلال بناء شراكات إقليمية وعالمية قوية في مجال الذكاء الاصطناعي، لن تحمي هذه الحكومات اقتصاداتها فحسب، بل ستضع معايير عالمية جديدة لحوكمة مرنة تركز في جوهرها على خدمة المجتمع في عصر الذكاء الاصطناعي.

رامي الناظر، مسؤول قطاع العملاء والأسواق في "بي دبليو سي" الشرق الأوسط ومسؤول القطاع الحكومي في منطقة أوروبا والشرق الأوسط وأفريقيا



الخاتمة

لماذا تُعد القيادة الابتكارية المرِنة العامل البشريَ الحاسم في تعزيز المرونة المدعومة بالذكاء الاصطناعي؟

الخاتمة

مع تحوّل الذكاء الاصطناعي إلى عنصر أساسي في أنظمة المرونة الوطنية، ظهرت حاجة ضرورية لنوع جديد من القيادة يتمتع بفهم تقني عميق ومرونة تنظيمية عالية وأسس أخلاقية واضحة ورؤية استراتيجية مستقبلية. ويتعين على الحكومات الاستفادة من هياكل الذكاء الاصطناعي المتطورة وعلى رأسها نماذج أنظمة إدارة الموارد البشرية مع التأكد من أن الأنظمة المدعومة بالذكاء الاصطناعي تشمل ضوابط قوية تعالج المسائل التالية (انظر الجدول 8):

- ما هي المهام التي يمكن تفويض الذكاء الاصطناعي للقيام بها؟
- ما الذي يجب أن يظل تحت سيطرة البشر؟
- ماذا نفعل عند اختلاف الذكاء الاصطناعي مع الرأي البشري؟
- ما هي القيم التي يجب أن توجِّه تصرفات النظام؟
- كيف يوازن الذكاء الاصطناعي بين الكفاءة والعدالة الاجتماعية والأمن؟

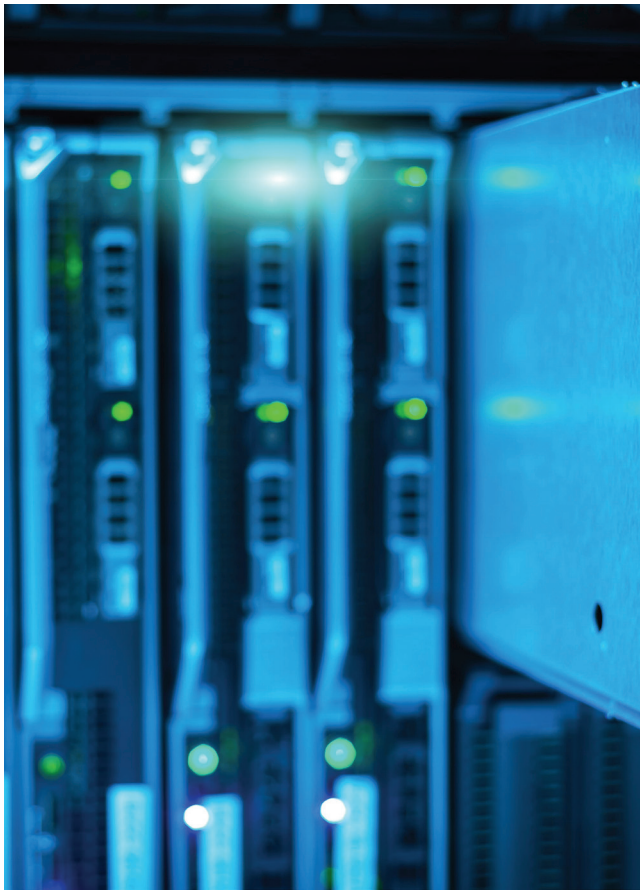
الجدول 8: متطلبات القيادة لاستخدام الذكاء الاصطناعي المسؤول في تعزيز المرونة

م	المتطلب القيادي	الإجراء القيادي الاستراتيجي
1	التصميم المناسب للسياق	تصميم أدوات الذكاء الاصطناعي بما يتوافق مع طبيعة المخاطر الوطنية والثقافة المجتمعية والهياكل التنظيمية. وتجنّب نقل الأنظمة من بيئات مختلفة دون تعديلها بما يناسب الواقع المحلي.
2	الحوكمة متعددة المستويات	تمكين التنسيق بين مختلف القطاعات والمستويات المركزية والمحلية مع وضع معايير مشتركة توفر مرونة تطبيقية وتسمح بالابتكار حسب حاجة كل قطاع.
3	الاستشراف الأخلاقي	اعتماد تقييمات مسبقة لمخاطر الذكاء الاصطناعي ومراجعات أخلاقية قبل التنفيذ خاصة في الأنظمة التي يتعامل معها أفراد المجتمع بشكل مباشر.
4	التصميم المرتكز على الإنسان	إبقاء القرارات الحساسة تحت سيطرة البشر. وبناء واجهات عمل واضحة تسمح للعاملين وصنّاع القرار بفهم قرارات الذكاء الاصطناعي ومراجعتها وتجاوزها عند الحاجة.
5	الشفافية كقاعدة أساسية	إلزام الجهات بتوثيق طريقة عمل الخوارزميات وتتبع قراراتها ونشر ملخصات للمجتمع توضح أثر أنظمة الذكاء الاصطناعي المستخدمة في الأزمات.
6	تطوير الكوادر البشرية	رفع الوعي بالذكاء الاصطناعي في جميع المستويات الحكومية وتشكيل فِرق تجمع بين الخبرة التقنية وصناعة السياسات وتحويل "علوم البيانات" إلى مهنة رسمية في القطاع الحكومي.
7	المرونة التنظيمية	وضع أطر تنظيمية مرنة وقابلة للتحديث تشمل البيئات التجريبية والاستثناءات المرتبطة بالأزمات والمعايير القائمة على الأداء بما يسمح بتطورها بالتزامن مع التقنيات.
8	هندسة الأمان (الحماية من الفشل)	اشتراط وجود بدائل للتدخل اليدوي وأنظمة الطوارئ مثل أزرار الإيقاف الفوري وخيارات التشغيل اليدوي في أنظمة الذكاء الاصطناعي مع إخضاعها لاختبارات اختراق دورية لضمان عملها وقت الأزمات.
9	المسؤولية العالمية	المشاركة في الأطر الدولية لحوكمة الذكاء الاصطناعي والمساهمة في النماذج مفتوحة المصدر والمعايير العالمية المشتركة ومنصات المحاكاة الجماعية.
10	الثقة والشرعية	إشراك المجتمع في تصميم الأنظمة ومراقبتها وتنفيذها بشفافية، فثقة المجتمع هي الركيزة الأهم التي يجب حمايتها.

مفارقة المرونة في الذكاء الاصطناعي

تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي الجديدة الحكومات لتصبح أسرع وأذكى وأفضل تنسيقاً وأكثر قدرة على الصمود، ولكنها قد تتحول هي نفسها إلى مصدر لضعف الأنظمة، بل وقد تشكل تهديداً للمجتمع إذا أُسيء تصميمها أو غابت عنها الرقابة، وهذا هو جوهر ما يُعرف **بمفارقة المرونة في الذكاء الاصطناعي.**

ولهذا السبب، يجب أن تشمل أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تُبنى عليها مرونة المجتمع ضوابط واضحة تضمن بقاء القرار النهائي بيد الإنسان. وتزداد أهمية هذا الأمر في القطاعات التي تتعلق بحياة أفراد المجتمع، مثل الأمن العام (الشرطة) وخدمات الطوارئ. أما في حالات العمليات العسكرية والقتالية، فهناك مواثيق



دولية وآليات رقابة صارمة تهدف إلى ضمان أن يتخذ القادة قرارات أخلاقية ضمن تسلسل القيادة واستخدام القوة.

وليست هذه المفارقة مجرد فكرة نظرية، بل جرس إنذار حقيقي لقادة الحكومات. فالإخفاقات تتكرر لأنظمة فشلت في مواقف حرجة بسبب غياب الرقابة البشرية الكافية. ومن الأمثلة على ذلك: أدوات تقييم المخاطر التي تقصي فئات معينة والنماذج الاستشرافية التي تفشل بسبب بيانات التدريب المحدودة أو غير الدقيقة وخوارزميات كشف المعلومات المضللة التي قد تحجب الآراء المشروعة. وفي أنظمة المرونة، يمكن لمثل هذه الإخفاقات أن تتفاقم بسرعة وتؤدي لنتائج كارثية، ما يجعل الرقابة الأخلاقية وبقاء عملية اتخاذ القرار على مستوى القيادة تحت الإدارة البشرية عنصرين أساسيين في أنظمة المرونة المستقبلية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، للحد من المخاطر غير المتوقعة التي قد تهدد النظام بأكمله.

وبناءً على ذلك، يجب أن تخضع أنظمة المرونة المدعومة بالذكاء الاصطناعي لإشراف بشري مستمر وتشمل بدائل احتياطية وإمكانية التدقيق والمراجعة وآليات تقييم لرصد الأخطاء والانحرافات وتصحيحها. وينبغي أن ينطلق التصميم من افتراض "حتمية حدوث الإخفاقات في أي وقت"، مع تهيئة النظام للتعافي دون التسبب في سلسلة أعطال تمتد عبر مجالات متعددة.

وتعتمد المرونة في عصر الذكاء الاصطناعي على سرعة الاستجابة والقدرة على المراجعة الذاتية والالتزام الأخلاقي والتعلم من الأزمات[59]. ويتعين على الحكومات الاستفادة من قدرات التقنيات المتقدمة والتعامل معها من خلال أنظمة موزعة وقابلة للتكيف تجمع بين ذكاء الآلة وحكمة البشر، فهذا "العنصر البشري" هو الأساس الذي لا غنى عنه لبناء مجتمع مرن وقوي في عصر الذكاء الاصطناعي.

الملاحق

الملحق (أ): تفاصيل منهجية البيانات

جمع البيانات ومعالجتها

يعتمد التحليل الوارد في القسم الرابع على أربع قواعد بيانات أساسية، تم اختيارها لدقتها وشموليتها والاعتراف الدولي الواسع بها:

مؤشر جاهزية الحكومات للذكاء الاصطناعي

أوكسفورد إنسايتس (2024). مؤشر جاهزية الحكومات للذكاء الاصطناعي لعام 2024. لندن: أوكسفورد إنسايتس.

يقيس المؤشر جاهزية 188 دولة عبر خمسة محاور رئيسية: القيادة والرؤية الحكومية (15%)، البنية التحتية والبيانات (25%)، القدرات والمهارات (20%)، تقديم الخدمات الحكومية (20%)، منظومة الابتكار (20%). ويضم كل محور من ثمانية إلى 10 مؤشرات مستمدة من مصادر بيانات عامة مثل البنك الدولي والاتحاد الدولي للاتصالات ومنظمة اليونسكو إضافة إلى تقييمات خبراء واستبيانات حكومية. تتراوح نتيجة المؤشر من صفر (الأقل جاهزية) إلى 100 (الأعلى جاهزية).

مؤشر المرونة العالمي (2024) الصادر عن شركة FM Global

(FM Global 2024). مؤشر المرونة العالمي لعام 2024. جونستون، رود آيلاند: FM Global.

يقيِّم هذا المؤشر مرونة بيئة الأعمال في 130 دولة، اعتماداً على 12 عاملاً رئيسياً موزعين على ثلاث فئات: العوامل الاقتصادية (اتجاهات الناتج المحلي والإنتاجية والمخاطر السياسية) وجودة التعامل مع المخاطر (التعرض للكوارث الطبيعية وجودة إدارة المخاطر ومكافحة الفساد) ومرونة سلاسل الإمداد (جودة البنية التحتية وجودة الموردين ومستوى المتابعة والتحكم). وتشير القيم الأعلى إلى مستوى أعلى من المرونة.

مؤشر ND-GAIN للدول (2023) للتكيف المناخي

(ND-GAIN 2025). مؤشر ND-GAIN للدول 2024. نوتردام، إنديانا: مبادرة التكيف العالمي – جامعة نوتردام.

يقيس هذا المؤشر مدى تأثر أكثر من 180 دولة بالتغير المناخي وقدرتها على التكيف وذلك من خلال مؤشر الهشاشة (يشمل درجة التعرض والحساسية والقدرة على التكيف عبر ستة قطاعات أساسية للحياة: الغذاء والمياه والصحة والنظم البيئية والسكن والبنية التحتية)، ومؤشر الجاهزية (يقيس الاستعداد الاقتصادي والاجتماعي والحوكمة للاستثمار في التكيف مع التغير المناخي). وتشير النتائج الأعلى إلى هشاشة أقل وجاهزية أعلى.

نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بأسعار جارية وتعادل القوة الشرائية (صندوق النقد الدولي، 2025)

صندوق النقد الدولي (2025). قاعدة بيانات آفاق الاقتصاد العالمي، أبريل 2025. واشنطن العاصمة: صندوق النقد الدولي.

يقيس هذا المؤشر متوسط نصيب الفرد من الإنتاج في عام 2025، بعد تعديله وفق معامل تعادل القوة الشرائية، بما يسمح بالمقارنة بين الدول على أساس تكاليف المعيشة الفعلية. ويُقاس بالدولار الدولي الجاري، ويعتمد على أسعار عام 2025. ويُعد مناسباً للمقارنات بين الدول في فترة زمنية محددة، وليس لتتبع النمو الحقيقي عبر عدة سنوات. كما يُعد مؤشراً قوياً على مستوى المعيشة النسبي، ومقياساً معقولاً لمتوسط الازدهار المادي.

قيود المقارنة بين قواعد البيانات

التصميم المقطعي: تعود البيانات المستخدمة لعامي 2023 و 2024، وهذا يُصعّب من إثبات علاقة سببية واضحة. فالعلاقة التي نراها بين الذكاء الاصطناعي والمرونة والازدهار قد تكون ناتجة عن تأثير الذكاء الاصطناعي فعلاً، أو قد يكون الازدهار نفسه هو ما جلب الذكاء الاصطناعي، أو ربما هناك عوامل أخرى خفية أدت لظهور الثلاثة معاً.

دقة القياس: تدمج المؤشرات المركّبة عناصر مختلفة معاً، وقد يؤدي ذلك إلى إخفاء أسباب وتأثيرات محددة. فعلى سبيل المثال، يدمج مؤشر جاهزية الذكاء الاصطناعي السياسات مع مستوى التطبيق الفعلي لها، بينما يركز مؤشر المرونة العالمي (2024) الصادر عن شركة FM Global أكثر على استمرارية الأعمال وليس العدالة الاجتماعية، في حين يهتم مؤشر ND-GAIN بالتكيّف مع تغيّر المناخ دون النظر إلى مفهوم المرونة الشاملة للدولة.

تحيز العينة: تتوفر البيانات بشكل أكبر للدول الغنية والديمقراطية التي تتمتع بدرجة أعلى من الشفافية. لذا قد لا تنطبق النتائج على الاقتصادات الناشئة أو الدول المتأثرة بالنزاعات أو الدول الجزرية الصغيرة النامية التي لا تظهر بياناتها بوضوح في هذه المؤشرات العالمية.

الملحق (ب): التفاصيل التقنية الموسعة للنماذج العالمية

البنية التقنية لإمارة أبوظبي

طبقة البيانات:

- نسيج بيانات موحد يربط أكثر من 40 جهة حكومية عبر واجهات برمجة تطبيقات موحّدة (APIs).
- إدارة موحّدة للبيانات الأساسية لضمان تطابق البيانات وتحديثها (مثل الهويات الرقمية والسجلات التجارية وسجلات الأراضي).
- تقنيات لحماية الخصوصية تشمل إخفاء الهوية وضبط صلاحيات الوصول وتسجيل عمليات التدقيق.
- تبادل فوري للبيانات يتيح تقديم خدمات سريعة ومباشرة للمستخدمين.

منصة الذكاء الاصطناعي وتعلّم الآلة:

- منصة مركزية تضم نماذج جاهزة لحالات استخدام شائعة مثل معالجة اللغة الطبيعية والرؤية الحاسوبية والاستشراف.
- سوق للنماذج الذكية يتيح لمختلف الجهات مشاركة قدرات الذكاء الاصطناعي وإعادة استخدامها.
- مسارات عمليات تعلّم الآلة تشمل إدارة إصدارات النماذج ونشرها ومراقبة أدائها وتحديث تدريبها باستمرار.
- أدوات لتوضيح القرارات الصادرة عن الذكاء الاصطناعي وضمان شفافيتها خاصة في الخدمات المقدّمة لأفراد المجتمع.

طبقة التطبيقات:

- بوابة "تم 4.0" الذكية وهي منصة خدمية قائمة على الذكاء الاصطناعي تدمج أكثر من 900 خدمة حكومية في مكان واحد.
- مساعدون افتراضيون يدعمون اللغة العربية والإنجليزية وأكثر من 13 لغة أخرى.
- خدمات استباقية ترصد أحداث التغيرات المهمة في حياة الفرد وتبدأ الإجراءات تلقائياً دون طلب مسبق.
- أتمتة ذكية لسير العمل تُسهم في تقليل أوقات المعالجة بنسبة تتراوح بين 40% و60%.

نظام تصنيف مخاطر الحرائق في أستراليا (FDRS)

المكوّنات التقنية:

- دمج المتغيرات الجوية: يربط النظام أكثر من 15 متغيراً جوياً من بيانات الطقس، مثل درجة الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح واتجاهها وهطول الأمطار وحالة عدم الاستقرار الجوي.
- تقدير كثافة الغطاء النباتي: استخدام صور الأقمار الاصطناعية (Landsat وSentinel) ومعالجتها عبر نماذج الرؤية الحاسوبية.
- تحليل التضاريس: لاستشراف سلوك الحرائق اعتماداً على نماذج الارتفاعات الرقمية وحسابات المنحدرات الجبلية.
- خرائط مخاطر ملوّنة: يتم تحديثها كل ساعة، وتوفر توقعات دقيقة تمتد حتى 72 ساعة.
- رفع مستوى الدقة: ارتفعت دقة توقع مخاطر اندلاع الحرائق في الأجواء عالية الخطورة من 60% إلى 87%.

تحديات التنفيذ:

- تعدد الأنظمة: وجود ست ولايات وإقليمين، لكل منها نظام مختلف لإدارة الطوارئ.
- الحل: وضع معايير بيانات موحّدة وواجهات برمجة تطبيقات ونظام "اتحادي" يتيح الاستقلال المحلي مع ضمان التكامل على المستوى الوطني.
- التحقق من دقة النماذج: من خلال اختبارها على أحداث تاريخية وعرض النتائج على لجان خبراء وتحسينها بشكل مستمر.
- مراعاة العدالة والشمولية: توفير قنوات اتصال بديلة للمناطق الريفية والنائية وتعيين مسؤولي تواصل مجتمعيين وتوفير مواد توعوية بلغات متعددة.

المواصفات التقنية للتوأم الرقمي في سنغافورة

منصة سنغافورة الافتراضية:

- نموذج مدينة ثلاثي الأبعاد: يحتوي على بيانات تفصيلية للمدينة مثل (استخدامات المباني والتركيبة السكانية وشبكات المرافق).
- طبقات بيانات متجددة: تجمع المعلومات من أكثر من 50 جهة حكومية بشكل مستمر.
- شبكات مستشعرات ذكية (إنترنت الأشياء): مثل كاميرات المرور وأجهزة مراقبة البيئة والعدادات الذكية.
- محركات محاكاة فورية: مخصصة لتحليل المناخ وحركة التنقل والبنية التحتية والطاقة والصحة.

نموذج تطبيقي: محاكاة الفيضانات

- بناء نموذج دقيق للتضاريس: استخدام نماذج ارتفاعات رقمية بدقة عالية جداً (تصل إلى متر واحد).
- حسابات تدفق الأمطار: تأخذ في الاعتبار مدى تشبّع التربة وقدرة استيعاب شبكات الصرف الصحي.
- تحديثات فورية أثناء العواصف: توضح مسار الفيضان وكيفية انتشاره لحظة بلحظة.
- نتائج ملموسة: ساعدت هذه التقنية في وضع حواجز للفيضانات في أماكن دقيقة ما قلل من عدد العقارات المتضررة بنسبة 40%.

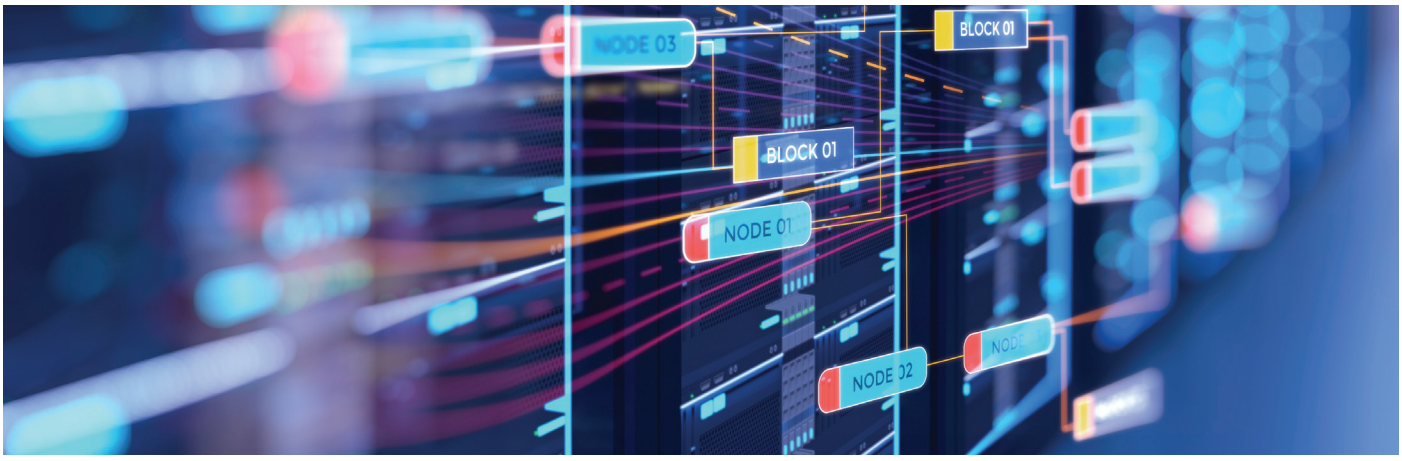
بنية منصة "رود إكس" في إستونيا

الأساس التقني:

- تبادل بيانات لا مركزي: يربط أكثر من 1000 جهة ويقدم أكثر من 2800 خدمة رقمية.
- التشفير والتوقيع الرقمي: لضمان سلامة البيانات وسريتها ومنع أي تلاعب بها.
- كفاءة عالية: معالجة ما يقارب مليار استفسار سنوياً.
- تقنية البلوك تشين (KSI): الاعتماد على سلسلة الكتل لإنشاء سجلات تدقيق لا يمكن العبث بها.
- سفارات بيانات في لوكسمبورغ: لتوفير نسخ احتياطية كاملة للبيانات مطابقة للأنظمة الوطنية.

تطويرات الذكاء الاصطناعي:

- كشف الاختراقات: استخدام الذكاء الاصطناعي لاكتشاف أي تحركات غير طبيعية في النظام السيبراني.
- تحليلات سلوكية: لتحديد نمط النشاط الطبيعي ليكون مرجعاً يسهل من خلاله معرفة أي خلل أو اختراق.
- استجابة تلقائية للتهديدات: عزل الأنظمة المخترقة فوراً وبشكل آلي لمنع انتشار الضرر.
- صيانة استشرافية: مراقبة أداء البنية التحتية الرقمية والتدخل قبل حدوث الأعطال.



شركة برايس ووترهاوس كوبرز (PwC)

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 370,000 موظف ملتزم بتوفير أعلى معايير الجودة في خدمات التدقيق والاستشارات والضرائب. يرجى زيارة موقعنا الإلكتروني 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 الإلكتروني www.pwc.com/structure.

© 2026 بي دبليو سي. جميع الحقوق محفوظة

المراجع

1. Lawrence, M., Homer-Dixon, T., Janzwood, S., Rockstrom, J., Renn, O. and Donges, J.F. (2022). Global polycrisis: The causal mechanisms of crisis entanglement. Global Sustainability, 7, e6.
2. Buirski, A., & Lapsley C. (2024). Towards National Resilience: An Integrated Framework for Strengthening Operational Capabilities. Working paper, University of Portsmouth.
3. Cath, C., Wachter, S., Mittelstadt, B., Taddeo, M. and Floridi, L. (2018). Artificial intelligence and the 'good society': The US, EU, and UK approach. Science and Engineering Ethics, 24(2), pp. 505-528.
4. FM Global. 2024 FM Global Resilience Index. Johnston, RI: FM Global; Kimhi, S., Eshel, Y., Zysberg, L., & Hantman, S. (2018). National Resilience and Economic Indicators: Correlation Analysis. Journal of Community Psychology, 46(4), pp. 482–495.
5. Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N. and Vella, S. (2008). Economic vulnerability and resilience: Concepts and measurements. UNU-WIDER Research Paper No. 2008/55. Helsinki: UNU-WIDER; Hallegatte, S. (2014). Economic resilience: Definition and measurement. World Bank Policy Research Working Paper No. 6852. Washington, DC: World Bank.
6. Ding, J. (2018). Deciphering China's AI Dream: The Context, Components, Capabilities, and Consequences of China's Strategy to Lead the World in AI. Oxford: Future of Humanity Institute; European Commission (2021). Coordinated Plan on Artificial Intelligence 2021 Review. Brussels: European Commission.
7. Wrange, J., Bengtsson, R. and Brommesson, D. (2024). Resilience through total defence: Towards a shared security culture in the Nordic-Baltic region. European Security, 33(3), pp. 390-411.
8. Dobson, H. (2006). Japan's approach to human security: Norms, power and policy. In: Chandler, D. and Hynek, N. (eds.) Critical Perspectives on Human Security. London: Routledge, pp. 118-130.
9. Rinaldi, S.M., Peerenboom, J.P. and Kelly, T.K. (2001). Identifying, understanding, and analyzing critical infrastructure interdependencies. IEEE Control Systems Magazine, 21(6), pp. 11-25.
10. Christensen, T. and Lægreid, P. (2007). The whole-of-government approach to public sector reform. Public Administration Review, 67(6), pp. 1059-1066.
11. Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. and Davis, I. (2004). At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters, 2nd edn. London: Routledge.
12. Linkov, I., Bridges, T., Creutzig, F., Decker, J., Fox-Lent, C., Kröger, W., Lambert, J.H., Levermann, A., Montreuil, B., Nathwani, J., Nyer, R., Renn, O., Scharte, B., Scheffler, A., Schreurs, M. and Thiel-Clemen, T. (2014). Changing the resilience paradigm. Nature Climate Change, 4(6), pp. 407-409.
13. Helbing, D. (2013). Globally networked risks and how to respond. Nature, 497(7447), pp. 51-59.
14. Kotsiantis, S.B., 2007. Supervised machine learning: A review of classification techniques. Informatica, 31(3), pp.249–268, http://www.informatica.si/index.php/informatica/article/view/148; Van Engelen, J.E. and Hoos, H.H., 2020. A survey on semi-supervised learning. Machine Learning, 109(2), pp.373–440, https://doi.org/10.1007/s10994-019-05855-6; Radhoush, A., Iftikhar, M., Syed, A.Z. and Hameed, I.A., 2023. An Overview of

Supervised Machine Learning Approaches for Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Wind Turbines. Energies, 16(3), p.1311, https://www.mdpi.com/1996-1073/16/3/1311; Khan, A., Naseer, M., Hayat, M., Zamir, S.W., Khan, F.S. and Shah, M., 2022. A survey on self-supervised learning: Auxiliary pretext tasks and multi-task learning. arXiv preprint arXiv:2204.01089, https://arxiv.org/abs/2204.01089

15. Bo Li, Junwei Ma, Kai Yin, Yiming Xiao, Chia-Wei Hsu, Ali Mostafavi. Disaster Management in the Era of Agentic AI Systems: A Vision for Collective Human-Machine Intelligence for Augmented Resilience. Cornell University, October 2025, https://arxiv.org/abs/2510.16034

16. Amodei, D., Olah, C., Steinhardt, J., Christiano, P., Schulman, J. and Mané, D. (2016). Concrete problems in AI safety. arXiv preprint arXiv:1606.06565.

17. Helbing, D. (2013). Globally networked risks and how to respond. Nature, 497(7447), pp. 51-59.

18. Luengo-Oroz, M., Hoffmann Pham, K., Bullock, J., Kirkpatrick, R., Luccioni, A., Rubel, S., Wachter, S., Tse, B., Azoulay, A., Bihr, P. and Hong, M.K. (2020). Artificial intelligence cooperation to support the global response to COVID-19. Nature Machine Intelligence, 2(6), pp. 295-297.

19. OECD.AI Policy Observatory. Algorithmic Transparency in the Public Sector – Recommendations for Governments (Dec 3, 2024), https://oecd.ai/en/wonk/documents/16-algorithmic-transparency-in-the-public-sector-recommendations-for-governments-to-enhance-the-transparency-of-public-algorithms).

20. Suresh, M. et.al, AI-Driven Smart Ambulance System for Faster Emergency Response, International Journal for Research Trends and Innovation (2025), https://www.ijrti.org/papers/IJRTI2505247.pdf

21. Defense Logistics Agency (US). Utilization of AI to Illuminate Supply Chain Risk (May 2025), https://www.dla.mil/About-DLA/News/News-Article-View/Article/4186367/utilization-of-artificial-intelligence-ai-to-illuminate-supply-chain-risk/; Farrar, O., How AI Is Reshaping Supply Chains, Harvard Magazine, Aug 13, 2025), https://www.harvardmagazine.com/science-technology/harvard-kennedy-school-artificial-intelligence-supply-chains

22. WeNeedAI.org. The Cascading Cloud Crisis: Why Multiple AI Providers Failed Simultaneously in June 2025.

23. Hall, J.W. and Preston, J. (2021). Systems resilience for multi-hazard environments. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 379(2197), 20200355.

24. Oxford Insights (2024). Government AI Readiness Index 2024. London: Oxford Insights; FM Global (2024). 2024 FM Global Resilience Index. Johnston, RI: FM Global; ND-GAIN (2025). ND-GAIN Country Index 2024. Notre Dame, IN: University of Notre Dame Global Adaptation Initiative; International Monetary Fund (2025). World Economic Outlook (WEO) database, April 2025. Washington, DC: IMF.

25. Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N. and Vella, S. (2008). Economic vulnerability and resilience: Concepts and measurements. UNU-WIDER Research Paper No. 2008/55. Helsinki: UNU-WIDER; Hallegatte, S. (2014). Economic resilience: Definition and measurement. World Bank Policy Research Working Paper No. 6852. Washington, DC: World Bank.

26. Abu Dhabi Media Office, "Abu Dhabi

Government Digital Strategy 2025-2027 accelerates AI-native government journey," 30 Sept 30, 2025, https://www.mediaoffice.abudhabi/en/technology/abu-dhabi-government-digital-strategy-2025-2027-accelerates-ai-native-gov-/ernment-journey

27. https://www.mediaoffice.abudhabi/en/topic/tamm

28. NEMA. National Situation Room Overview. Australian Government, 2024–25 Annual Report. https://nema.gov.au

29. AU Government News. AI Hazard Prevention Strategy Speeds Emergency Response by 35% (May 2025), https://www.australia.gov.au/news

30. OECD OPSI. Virtual Singapore Case Study. https://oecd-opsi.org

31. Singapore Land Authority. Virtual Singapore Overview. https://www.sla.gov.sg

32. GovTech Singapore. Smart Nation Initiatives. https://www.tech.gov.sg

33. Smart Nation & Digital Government Office. Digital Twin Applications. https://www.smartnation.gov.sg

34. Experion Global. Virtual Singapore and BIM Integration. https://experionglobal.com; SmartCitySS. Urban Mobility and Walkability Improvements. https://smartcityss.com; SmartCitySS. Flood Resilience and Digital Twin Simulations. https://smartcityss.com

35. e-Governance Academy. X-Road Data Exchange Layer. https://ega.ee/projects/x-/road

36. Estonian Information System Authority (RIA). Cybersecurity and CERT-EE. https://www.ria.ee/en/cyber-security.html

37. e-Estonia. Bürokratt – AI Virtual Assistant. https://e-estonia.com/solutions/ai/burokratt

38. Republic of Estonia. Data Embassy Initiative. https://e-estonia.com/solutions/security-/rity-and-safety/data-embassy

39. Belfer Center for Science and International Affairs. Estonia's Cybersecurity Lessons. https://www.belfercenter.org/publication/estonia-cybersecurity

40. Ott Velsberg, Chief Data Officer of Estonia. Interview on Service Deployment. https://e-estonia.com/news/

41. Belfer Center. Digital Governance Impact. https://www.belfercenter.org/publication/estonia-cybersecurity; Vabamu Digital Governance Report. https://vabamu.ee/en/research

42. National Cyber Security Centre (NCSC). The near-term impact of AI on the cyber threat (. Nov 2023), https://www.ncsc.gov.uk/report/impact-of-ai-on-cyber-threat; NCSC Annual Review 2025, NCSC Annual Review 2025, https://www.ncsc.gov.uk/collection/ncsc-annual-review-2025;. GCHQ. Pioneering a New National Security: The Ethics of Artificial Intelligence (. 2024.), https://www.gchq.gov.uk/artificial-intelligence/index.html

43. UK Government, Responsible AI Toolkit, March 2024, updated Nov 2024.

44. Collective-Security. What did we learn from NCSC 2025 Annual Review? Nov 2025. Reports 204

45. Defense Innovation Unit, DIU's Thunderforge Project to Integrate Commercial AI-Powered Decision-Making for Operational and Theater-Level Planning (March 5, 2025),

46. https://www.pwc.com/m1/en/value-in-motion.html

47. Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R. and Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. Ecology and Society, 9(2), art. 5.

المؤلف

أليكس بويرسكي
شريك في قسم الدفاع والأمن والمرونة، برايس ووترهاوس كوبرز الشرق الأوسط
alex.buirski@pwc.com

القمة العالمية للحكومات

JOIN THE CONVERSATION

@WorldGovSummit

www.worldgovernmentssummit.org