الإمارات العربية المتحدة
UNITED ARAB EMIRATES
المجلس الأعلى للأمن الوطني
THE SUPREME COUNCIL FOR NATIONAL SECURITY
الهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث
National Emergency Crisis and Disaster Management Authority

ما وراء الأفق

مستقبل المواد الخطرة في العام 2050

إعداد:
حمد سيف الكعبي، الدكتورة سلامه سهيل المهيري، أحمد علي الكعبي، ثاني حمد الرميثي، عبدالله يوسف الهرمودي، مريم راشد الشامسي، ضحى عبدالله النقبي، عبدالله سالم الكعبي، حصه محمد المرزوقي، أحمد محمد العامري

2023

المحتويات

الملخص التنفيذي 3
المقدمة 4
المنهجية 5
المشهد الراهن لإدارة المواد الخطرة 6
خارطة الطريق 7
التوجهات 11
الملحق (1) – المحاضرات .....
الملحق (2) – مخرجات الحلقات النقاشية .....

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

المقدمة

يمثل استشراف المستقبل أداة لاستكشاف وتشكيل المستقبل من خلال دراسة معمقة للحاضر والماضي ورصد إشارات التغيير المستقبلية، وقد أصبح استشراف المستقبل في الآونة الأخيرة ضرورة ملحة في جميع المجالات مع ما نشهده من تغيرات متسارعة ومتداخلة وتطلعات طموحة. لاشك أن التغيرات المتسارعة والمعقدة في المشهد الراهن في مجال المواد الخطرة يمكن أن يؤدي إلى تطور المستقبل في اتجاهات مختلفة ذات أثر إيجابي أو سلبي، ومن الممكن أن نساهم في تشكيل هذه الاتجاهات بالقرارات والاستراتيجيات التي نتخذها اليوم وتوصلنا لاحقاً للمستقبل المفضل، لذلك تهدف هذه الدراسة إلى وضع تصور لسيناريوهات متعددة للمستقبل المحتمل لمنظومة المواد الخطرة وفهم التغيرات المتوقعة في المستقبل للمساهمة في الاستعداد والجاهزية ووضع الخطط المستقبلية على المدى القريب والمتوسط وبعيد المدى. إن تنظيم الجاهزية الوطنية للتصدي لحوادث وعمليات المواد الخطرة يعد من أكبر التحديات التي تواجه المجتمعات الحديثة نظراً لأهمية استخدام المواد الخطرة في شتى المجالات الحيوية كالصناعات، والعلوم الصحية والزراعة وغيرها من المجالات، ومع تزايد استخدام المواد الخطرة تزداد المخاطر والتهديدات وإمكانية إساءة استخدامها كوسيلة لإحداث أضرار متعمدة.

تعتمد هذه الدراسة على فهم الفرص والتحديات، والمخاطر والتهديدات المحتملة من تداول المواد الخطرة وارتباطاتها بالمجالات الأخرى كالتقدم التكنولوجي وغيرها من المجالات بهدف صناعة المستقبل المرغوب بحلول عام 2050، حيث رسمت هذه الدراسة مستقبل عام 2050 برؤية طموحة للوصول إلى نسبة صفر عمليات وحوادث مواد خطرة ونسبة صفر مخلفات خطرة ونسبة 100% اقتصاد دائري لتحقيق مستقبل مزدهر وآمن للمواد الخطرة في دولة الإمارات وتعزيز مكانتها كدولة رائدة في مجال حوكمة المواد الخطرة وإدارة الطوارئ ونتطلع أن تساهم مخرجات هذه الدراسة الاستشرافية في تعزيز الاستجابة لحوادث المواد الخطرة واستدامة السلامة العامة في دولة الإمارات العربية المتحدة.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

المنهجية

تم خلال الدراسة إعداد منهجية متخصصة لاستشراف مستقبل المواد الخطرة مبنية على منهجية هيوستن[1] لاستشراف المستقبل وتغطي هذه المنهجية جميع الأبعاد السياسية والتقنية والاقتصادية والبيئية والمجتمعية، وتحليل توقعات المستقبل لضمان جاهزية مجتمع إدارة الطوارئ والأزمات والكوارث لمواجهة التحديات والفرص المحتملة. تم إعداد الدراسة من خلال جولات من العصف الذهني لفريق عمل من مختلف الخبرات والتخصصات، حيث تم اتباع 7 مراحل رئيسية تشمل التأطير وعملية المسح الأفقي لإشارات التغيير ورسم مثلث المستقبل وتحديد محركات التغيير لإعداد السيناريوهات ورسم صورة مشرقة وطموحة للسيناريو المفضل للمستقبل لعام 2050، ومن هذا السيناريو تم إجراء التحليل العكسي لتحديد المبادرات والتوصيات التي سوف تمكنا من الوصول للمستقبل المفضل (الشكل (1)).

الشكل (1): تسلسل خطوات المنهجية

تم خلال مرحلة التأطير تحديد مجال الدراسة ليشمل المواد الخطرة بشكل عام ومن هنا تم توضيح الظروف الراهنة بتوفير نظرة عامة على العوامل التي تؤثر على هذا المجال وإبراز الممكنات الرئيسية التي تحوكم آليات التغيير، كما تم تحديد قائمة بالمؤثرين والمتأثرين بمستقبل المواد الخطرة من أفراد ومؤسسات ومن خلال جميع هذه المعطيات تم تكوين خارطة المجال.

تم بعد ذلك تحديد الاتجاهات النمطية Trends وهي تغييرات كمية تتحرك بشكل تدريجي في اتجاه معين على مدار فترة زمنية طويلة قد تكون تصاعدية أو تنازلية أو ثابتة.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

استخدم فريق الدراسة نماذج موحدة لعملية المسح الأفقي لحصر إشارات التغيير وإجراء سلسلة من عمليات العصف الذهني الجماعي لاستنتاج التساؤلات الحالية والمستحدثة والتحديات المستقبلية التي قد تنتج عن الاتجاهات وتؤثر على المجال مستقبلاً، كما تم أيضاً حصر خطط العمل الرسمية الوطنية والعالمية والاستراتيجيات المعنية بحوكمة وصناعة وتطوير إشارات التغيير مع تضمين التوقعات المستقبلية لتبني الأفراد والمؤسسات لهذه الإشارات.

تم تحديد عدد 50 إشارة تغيير قد تؤثر في مستقبل المواد الخطرة بمختلف المجالات والتي تشمل المجال المجتمعي والتقني والاقتصادي والبيئي والسياسي (STEEP) أو أكثر من مجال، كما تم تحديد اتجاه إشارات التغيير بالتصاعدي والتنازلي, وتقييم كل إشارة من حيث المصداقية, الواقعية والحداثة. تم التركيز على عدد 20 إشارة في هذه الدراسة من خلال العصف الذهني الجماعي لفريق الدراسة، تم خلالها جمع الاتجاهات والإشارات لتكوين محركات التغيير الرئيسية وتحديد أولوية التعامل مع هذه الإشارات وفقاً لمصفوفة محاور الغموض.

تم اشتقاق محركات التغيير وتصنيفها ضمن فئات مثلث المستقبل الثلاثة: ثقل الماضي، دوافع الحاضر، وجذب المستقبل، وتم استخدمت مخرجات مثلث المستقبل لبناء السيناريوهات المستقبلية. تم استخلاص أربع سيناريوهات ممكنة تم توضيحها ضمن الدراسة، كما تم أيضاً تخيل السيناريو المفضل للمستقبل استناداً إلى السيناريوهات الأربعة والمحركات ومخرجات مثلث المستقبل وتم وصف سيناريو المستقبل المفضل بحيث يشمل جميع الأبعاد الخمسة السياسية والتقنية والاقتصادية والبيئية والمجتمعية كما هو موضح في الدراسة.

الشكل (2) يبين قوى مثلث المستقبل

تحديد المحركات الأساسية وذلك من خلال توظيف "مثلث المستقبل"

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

للوصول إلى تحقيق السيناريو المفضل لمنظومة المواد الخطرة بحلول عام 2050، تم عمل تحليل عكسي من خلال وصف التغيرات وتحديد الخطوات المطلوبة لكل بعد من الأبعاد الخمسة الرئيسية بتسلسل زمني عكسي ابتداءً من عام 2050 وصولاً الى الحاضر، حيث استخلص فريق الدراسة في نهاية عملية التحليل العكسي حزمة من المبادرات والأنشطة التي يتطلب العمل عليها لتحقيق سيناريو المستقبل المفضل.

المشهد الراهن للمواد الخطرة

نلاحظ في المشهد الراهن انشغال العالم بظاهرة التغير المناخي وتأثيراتها الكارثية بما فيها زيادة إطلاق وانتشار المواد الخطرة التي تؤثر على صحة الإنسان والنظام البيئي بشكل كامل وزيادة الحوادث التقنية الناتجة عن المخاطر الطبيعية والمعروفة بـــ "ناتيك" [2]. هذا ونلاحظ أيضاً في المشهد الراهن توترات جيوسياسية عالمية تزيد الوضع تعقيداً وتؤثر في تقلبات الأسواق العالمية والطلب على الطاقة والمواد المستخدمة في المجالات الحيوية الاقتصادية وغيرها[3]، وبالمقابل تتسارع وتيرة التطور العلمي والتقني لتعزيز النمو الصناعي والاقتصادي ويواجه هذا التسارع في التطور والنمو الكثير من التحديات التي شهدناها خلال الفترة الماضية والتي تجسدت في عدة حوادث متتالية ككارثة تشيرنوبيل[4] في عام 1986 وحادثة محطة النفط الأمريكية Deepwater Horizon[5] في عام 2010 وانفجار مرفأ بيروت[6] في العام 2022 وانفجار ميناء العقبة في الأردن[7] في العام 2023 وغيرها من الحوادث التي سببت خسائر في الأرواح والممتلكات. إن تنوع المواد الخطرة وتعدد استخداماتها الحيوية يجعل الطوارئ والأزمات والكوارث أكثر تعقيداً وتأثيراً في المستقبل، إذ يمكن أن تشكل المواد الخطرة تهديداً في حال إساءة استخدامها سواء عن طريق الجهل والإهمال أو القصد، مما يخلق المزيد من التحدي في طرق اكتشافها ومعالجتها وتنظيم استخدامها.

ومن هذا المنطلق فإن التطورات العلمية والتقنية المتسارعة ساهمت بشكل كبير في

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

تغيير وتحول المفاهيم السائدة لإدارة المواد الخطرة وتبني أساليب مبتكرة للاستخدام الآمن وإيجاد البدائل، حيث شمل هذا التغيير جميع مراحل تداول المواد الخطرة من مرحلة الإنتاج والتصنيع والنقل والشحن والتخزين والاستخدام وغيرها،

ومن الشواهد التي تعزز نقطة التحول في مجال إدارة المواد الخطر يمكن ملاحظتها في التطورات المستحدثة في علوم المواد (**Material Science**) ومجال النانو تكنولوجي (**Nanotechnology**) حيث حققت مجالات علوم المواد وتكنولوجيا النانو تطورات كبيرة في السنوات الأخيرة كان لها أثر كبير في مجال المواد الخطرة، كالقدرة على هندسة المواد بالمستوى الجزيئي لإنتاج مواد ذات خصائص فريدة ومعززة إلى جانب تطوير أجهزة استشعار وكاشفات جديدة للكشف عن المواد الخطرة [8]. هذا ويمكن أيضًا استخدام تقنية النانو لتطوير معدات الحماية الشخصية للمستجيبين الأوائل والعسكريين، حيث طور الباحثون طلاءً يعتمد على جسيمات النانو يمكنه حماية الأسطح من العوامل الكيميائية والبيولوجية[9].

علاوةً على ذلك، أدى التقدم في علم المواد إلى تطوير مواد جديدة بخصائص مميزة، فقد طور الباحثون أنواعًا جديدة من الزجاج يمكنها مقاومة التأثيرات الباليستية والانفجارات، مما يجعلها مفيدة للنوافذ والحواجز الواقية في البيئات عالية الخطورة[10]. إن التقدم في علوم المواد وتكنولوجيا النانو سوف يعمل على تعزيز القدرات الدفاعية من تحسين الكشف والحماية وتحسين فعالية الاستجابة والتعافي في حالات الطوارئ والكوارث.

هذا ولا بد أن ندرك بأن هناك عوامل غير مباشرة قد تؤثر على منظومة المواد الخطرة ومنها التقنيات الناشئة كالطائرات بدون طيار واستخداماتها في مجال مراقبة المواد الخطرة والاستجابة عن بعد، بالإضافة إلى تقنية الـ hyperloop لتحسين آلية النقل الآمن للمواد الخطرة واستخدام السرعات المحسَّنة وتقليل مخاطر التعرض من خلال النقل عن بعد[11]. أما في مجال الإنتاج والتصنيع فإن الطابعات ثلاثية ورباعية الأبعاد (**3D & 4D Printing**) تشهد حاليا تطوراً ملحوظاً في عدة مجالات كالدفاع والاستجابة للمواد الخطرة حيث تم استخدام هذه التقنيات لإنشاء نماذج أولية من أجهزة الكشف والتشخيص ومعدات الحماية الشخصية ومعدات إزالة التلوث[12].

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

الجدير بالذكر أن التقنيات الناشئة وغيرها من الأساليب الحديثة يمكن أن يساء استخدامها وتوظيفها لأغراض غير مشروعة فأصبح سهولة الوصول إلى المعلومات باستخدام الذكاء الاصطناعي والتداول غير المشروع للمواد الخطرة عبر الشبكة السوداء يشكل خطراً كبيراً يهدد منظومة المواد الخطرة وحوكمتها. إن استخدام الشبكات السوداء لتجارة المواد الخطرة قد يجعل من الصعب على السلطات الوطنية والهيئات التنظيمية تتبع واعتراض هذه المواد قبل أن يتم استخدامها، الأمر الذي يتطلب زيادة الاستثمار في تدابير الأمن السبراني لمنع الوصول غير المصرح به إلى المعلومات الحساسة وللحماية من الهجمات الإلكترونية التي تستهدف صناعة المواد الخطرة، وهنا تتضح الجهود الحثيثة لتطوير نظم المنع والدفاع والاستجابة لحوادث وعمليات المواد الخطرة.

فقد تم الإعلان في العام 2022 عن مشروع فيرتيجو (VERTIGO) وهو مشروع الواقع الافتراضي المعزز (الميتافيرس) لتتبع المشغلين العسكريين والمدنيين في مجال الأسلحة الكيميائية والبيولوجية والإشعاعية والنووية ضمن برنامج الدفاع الأوروبي للتنمية الصناعية[13]، وهذا يؤكد على التطور في مجال توظيف الميتافيرس في مجال إدارة المواد الخطرة خاصةً في استخدامه لمحاكاة عدة سيناريوهات بهدف التدريب الافتراضي للمستجيبين على كيفية الاستجابة لأحداث المواد الخطرة بدون التعرض لها فعلياً، كما يمكن أيضاً استخدام الميتافيرس لمحاكاة البيئات الخطرة لأغراض البحث والتطوير.

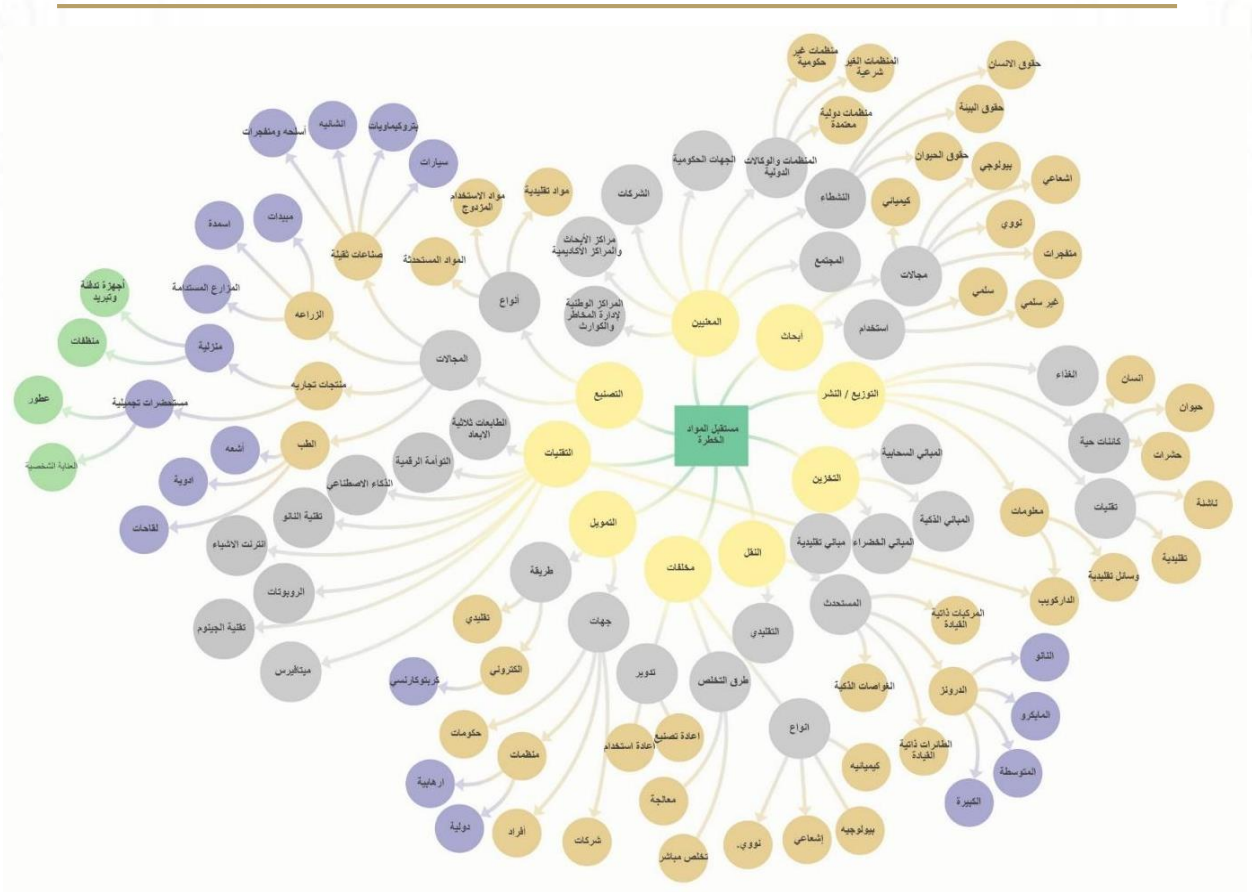
إلى جانب ذلك هناك توجهات عدة قد لا تتضح علاقتها المباشرة بالمواد الخطرة في الوقت الحالي، ولكن لابد من أخذها بعين الاعتبار كظاهرة "سباق التسلح في الفضاء" حيث توجد اليوم عمليتان مختلفتان في الفضاء: الأولى هي عسكرة الفضاء من خلال استخدام التكنولوجيا الفضائية كالاتصالات والاستشعار عن بعد والملاحة لدعم العمليات العسكرية، والثانية هي تسليح الفضاء من خلال إدخال الأسلحة إلى الفضاء كالأسلحة المضادة للأقمار الصناعية[14].

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

خارطة المجال

أصبحت الدراسات والتنبؤات المستقبلية ذات أهمية متزايدة إذ نواجه عالمًا سريع التغير خاصةً في مستقبل المواد الخطرة والتي يمكن أن يكون لها آثار مزدوجة نافعة وخطيرة، ولفهم هذا المجال المعقد والمتطور بشكل أفضل، تم إعداد خارطة المجال والتي توضح أهم المجالات ذات العلاقة بالمواد الخطرة لحصرها ودراستها (الشكل (2)). تضم خارطة المجال مجموعة متنوعة من العناصر تشمل المعنيين, الأبحاث, التوزيع, النشر, التخزين, النقل, المخلفات بالإضافة للتمويل والتقنيات ومنها تتفرع منظمات حقوق الإنسان والحكومات والمنظمات الدولية والشركات البتروكيماويات والمدافعين عن حقوق الحيوان و والمراكز الأكاديمية والهيئات الحكومية، ومنتجي المواد التقليديين ومصنعي المواد الكيميائية والمتفجرات والشبكة المظلمة وتستكشف خارطة المجال أيضًا الاتجاهات الناشئة مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد والمباني السحابية والعملات المشفرة والتوائم الرقمية وإنترنت الأشياء وتكنولوجيا الجينوم والمزيد. من خلال دراسة خارطة المجال وتحديد جميع العناصر ذات العلاقة المباشرة وغير المباشرة بالمواد الخطرة يمكن فهم مستقبل المواد الخطرة وإدارتها بشكل أفضل لضمان عالم أكثر أمانًا واستدامة.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي



الشكل (2): خارطة المجال توضح أهم المجالات ذات العلاقة بالمواد الخطرة

إشارات التغيير

5.1 الاتجاهات

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

هناك مؤشرات على وجود زيادة في تداول المواد الخطرة، فمن المتوقع على سبيل المثال أن يكون هناك نمو متسارع في إنتاج المواد الكيميائية الخطرة بحلول عام 2030 وعام 2050 كما يتضح أيضاً النمو الملحوظ في سوق الدفاع الكيميائي والبيولوجي والإشعاعي والنووي العالمي بمعدل نمو سنوي مركب يزيد عن 4٪ خلال 2021-2025. على الرغم من أن المواد الخطرة لها تأثيرات إيجابية في تطوير شتى المجالات الحيوية وتعزيز النمو الاقتصادي إلا أن لها تأثيرات عكسية أخرى تؤثر على صحة الإنسان والبيئة، حيث تشير تقارير منظمة الصحة العالمية إلى زيادة في نسبة التعرض للمواد الكيميائية، ففي آخر تقرير صادر من المنظمة لبيانات عام 2021 فإن مليوني حياة و53 مليون سنة عمر معدلة حسب الإعاقة قد ضاعت في عام 2019 بسبب التعرض للمواد الكيميائية. وهذا أعلى من تقديرات البيانات السابقة في العام 2016 والتي تقدر بـ 1.6 مليون حياة و45 مليون سنة من سنوات العمر المعدلة حسب الإعاقة. إن زيادة تداول المواد الخطرة سيؤدي أيضاً إلى زيادة إنتاج النفايات الخطرة حول العالم، حيث تشير البيانات الصادة من the world counts إلى أنه يتم إنتاج ما يقارب من 60 كجم من النفايات الخطرة سنويًا لكل شخص في العالم، والكمية آخذة في الازدياد، ففي جيل واحد فقط، زاد إنتاج المواد الكيميائية التي يصنعها الإنسان من مليون إلى 400 مليون طن بزيادة تقارب 400 ضعف في توليد النفايات الخطرة (The world Counts)[15].

ومن جانب آخر تشير تقارير الأمم المتحدة إلى أنه يتم توليد حوالي 200 ألف متر مكعب من النفايات النووية ذات المستوى المنخفض والمتوسط سنوياً و 100 ألف متر مكعب من النفايات عالية المستوى في جميع أنحاء العالم من إنتاج الطاقة النووية، ومن المقدر بأن تزيد هذه الكميات مستقبلاً[16]. لذلك هناك توجهات عالمية لتقليل إطلاق المواد الكيميائية والمواد الخطرة من خلال خفض نسبة المواد الكيميائية الخطرة إلى النصف مع زيادة إعادة التدوير بشكل كبير وإعادة الاستخدام الآمن على مستوى العالم لخفض عدد الوفيات والأمراض الناجمة عن المواد الكيميائية الخطرة وتلوث الهواء والماء والتربة.

هذا وتشير تقارير ستاتيستا وجلوب نيوز واير (Statista and globe news wire) إلى أن الحجم الإجمالي لسوق خدمات النفايات وإعادة التدوير العالمية قد بلغ 55.1 مليار دولار في عام 2020 ومن المتوقع

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

أن ينمو السوق بحلول عام 2030 بمعدل أكبر بكثير من 88.01 مليار دولار[17]. ونظراً للمخاطر التي تسببها النفايات الخطرة فقد أصبح هناك اهتمام كبير في الاقتصاد الدائري وتكثيف المبادرات لإعادة التدوير وإعادة الاستخدام والتصنيع وتصميم المنتجات الخضراء والموارد المتجددة، وعليه سوف يتغير دور شركات النفايات وإعادة التدوير بشكل أساسي لتعزيز الاقتصاد الدائري إذ ستصبح هذه الشركات شركاء في توفير البيانات وسوف يزداد التعاون بين هذه الشركات والمنتجين والمستهلكين (AMC group)[18].

هناك أيضاً توجهات لتعزيز استخدامات التقنيات الحديثة في مجال المواد الخطرة ففي عام 2017 بدأت وكالة الدفاع الأوروبية ووكالة الفضاء الأوروبية مشروع خدمات الطائرات بدون طيار لاكتشاف وتحديد التهديدات ذات العلاقة بالمواد الخطرة باستخدام الأقمار الصناعية والمركبات الجوية غير المأهولة معًا، كما تسعى مجموعة العلوم والتكنولوجيا الدفاعية الأسترالية إلى الاستشعار والبحث عن المواد الكيميائية والبيولوجية والإشعاعية والنووية من خلال نشر المركبات الأرضية غير المأهولة والطائرات بدون طيار، أما وزارة الدفاع الأمريكية فتعمل باستمرار على دعم البحث والابتكار حيث أصدرت في العام 2021 مناقصة أبحاث ابتكار الأعمال الصغيرة لتطوير برنامج لدعم اختبار وتقييم أجهزة الكشف عن الإشعاع واستخدام التقنيات الحديثة في مواجهة سيناريوهات الاستجابة النووية بشكل أشبه بالحقيقة دون استخدام مصادر إشعاعية. وفي نفس العام منح برنامج أبحاث ابتكار الأعمال الصغيرة التابع لوزارة الأمن الأمريكية (homeland security) تمويلًا بقيمة 2 مليون دولار لشركتين لتطوير تقنيات التعلم الآلي للكشف عن تهديدات المواد الكيميائية والبيولوجية والإشعاعية والنووية والمتفجرة بهدف تعزيز دقة وكفاءة اكتشاف التهديدات كالمتفجرات والعوامل الكيميائية والمخدرات[19].

5.2 التساؤلات

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

إن المشهد الراهن والمؤشرات والتوجهات العالمية تثير بعض التساؤلات حول مستقبل المواد الخطرة فما هي مجالات المواد الخطرة التي ستشهد تطوراً كبيراً في المستقبل؟ وهل سيكون العالم قادراً على تحقيق الحوكمة الشاملة للمواد الخطرة بما يحقق النمو الاقتصادي الآمن؟ وهل ستنجح الجهود الرامية للتنمية المستدامة وحماية البيئة وإعادة التدوير من الوصول إلى عالم خالي من النفايات الخطرة؟ وبالنظر إلى مؤشرات إمكانية الاستخدام المزدوج للمواد الخطرة فهل سيزداد استغلال التقنيات الحديثة كالطابعات رباعية الأبعاد في إنتاج ونشر مواد خطرة ناشئة للإضرار بالبشرية؟ وهل بالمقابل سيكون هناك نمو متسارع في الطوير والابتكار لتطبيق التقنيات الحديثة للاستخدام الآمن للمواد الخطرة كالتحكم بالمواد الخطرة عن بعد دون التعرض لها باستخدام تقنيات السيطرة على الدماغ؟ وما هي التحديات التي ستواجه تطوير مثل هذه التقنيات والأخلاقيات المرتبطة بذلك؟

5.3 الخطط

وضعت دولة الإمارات خططاً وطنية لإدارة المواد الخطرة في مختلف القطاعات، وتطوير القدرات الوطنية لإدارة المواد الخطرة، ووضع اللوائح لضمان سلامة الإنسان والبيئة وتشمل هذه الخطط خطط الاستجابة للطوارئ، وخطط وطنية متكاملة للطاقة والتغير المناخي، وأجندة وطنية خضراء للتنمية المستدامة، وخطط للحفاظ على الموارد الطبيعية. تلتزم دولة الإمارات العربية المتحدة بالحد من تأثير المواد الخطرة على الصحة العامة والبيئة وتعزيز التنمية المستدامة والاقتصاد الصديق للبيئة. هذه الخطط لها أهداف وتدابير واضحة لإدارة المواد الخطرة وتقليل تأثيرها على الصحة العامة والبيئة [20-23]. إلى جانب الخطط الوطنية توجد أيضاً خطط على المستوى الإقليمي والدولي للحماية من المواد الخطرة وتشمل معايير السلامة والصحة المهنية وإدارة المواد الخطرة وخطط الطوارئ والاستجابة لحوادث التلوث واتفاقيات دولية لتنظيم الاستخدام والتخزين والتخلص الآمن من المواد الخطر، ونذكر منها على سبيل المثال خطة الإدارة البيئية الوطنية للمواد الخطرة في الولايات المتحدة الأمريكية وخطة إدارة المواد الخطرة في المملكة المتحدة[24,25] واتفاقية باماكو واتفاقية بازل واتفاقية روتردام للتحكم في التجارة الدولية للمواد الخطرة والمواد الكيميائية والتخلص الآمن منها وغيرها من الخطط [26- 28].

5.4 التوقعات

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

ينمو سوق الشبكة المظلمة (Dark web) بشكل خطير بسبب زيادة الطلب على السلع والخدمات غير المشروعة من قبل مستخدميها، ومن المتوقع أن تصبح الشبكة المظلمة مقر لإدارة النشاط الإجرامي لتداول المواد الخطرة ومعلومات التصنيع بشكل غير مشروع ومن المتوقع أن تزداد نسبة الهجمات الإلكترونية وتصبح أكثر تعقيدًا من خلال القدرة على التهرب من أدوات الأمن السيبراني الحالية ويمكن أن تستهدف تلك الهجمات مواقع المواد الخطرة أو الأنظمة ذات العلاقة. هذا ومن المتوقع أيضاً أن يساهم التقدم التكنولوجي بما في ذلك تقنيات النانو وتقنيات الذكاء الاصطناعي، والتكنولوجيا الحيوية، وإنترنت الأشياء، في توفير فرص إيجابية للحوكمة الشاملة للمواد الخطرة فمن المرجح على سبيل المثال أن تتولى الروبوتات تطبيقات الخدمة الشاقة كنقل المواد الخطرة إلى جانب استخدام المركبات ذاتية القيادة في عملية النقل. ومن جانب آخر يمكن أن يساهم التقدم التكنولوجي في توفير فرص للإرهابيين لشن هجماتهم من خلال تطوير أساليب هجوم جديدة ذات مدى أكبر وفرص تعاون عبر الحدود بين المنظمات الإرهابية المختلفة وسيسعى الإرهابيون أيضًا إلى الحصول على أسلحة دمار شامل وأسلحة أخرى تسمح لهم بشن هجمات مروعة تؤدي إلى خسائر جماعية.

6. محركات التغيير

تم خلال الدراسة رصد عدد 50 إشارة تغيير تم تحليلها ودراستها وتجميع الاتجاهات والإشارات الضعيفة التي ترتبط مع بعضها البعض واستنباط عدد 20 محرك للتغيير تم تصنيفها وفقاً للأثر ودرجة الغموض كما هو موضح في الشكل (3) وكان أهمها ما يلي:

6.1 تطور إرهاب المواد الخطرة"CBRNE"

تسارع وتيرة تطور العقل الإرهابي من خلال توظيف التقنيات الحديثة والمعلومات المتوفرة في الإنترنت, فعلى سبيل المثال يمكن أن تعمل الجماعات الإرهابية على توظيف الطائرات المسيرة في تنفيذ هجماتها وتعزيزها بالمواد الكيميائية أو العوامل البيولوجية بالإضافة إلى قيام تلك الجماعات بمتابعة التطورات واستخدامها في صالحها كالطباعة رباعية الأبعاد وغيرها.[29]

6.2 الذكاء الاصطناعي

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

أصبح اكتشاف الأدوية الجديدة أسهل وأسرع من خلال استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي ويمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لنمذجة شكل الأدوية الجديدة والعمل على اكتشاف التركيبة الكيميائية لهذه الأدوية ضمن مقياس السمية المسموح به, كما استخدم العلماء التعلم الآلي لإنشاء إنزيمات جديدة تمامًا. ومن منظور آخر, يمكن للذكاء الاصطناعي تقديم تقييمات أفضل للتهديدات واستراتيجيات الاستجابة وتحسين التعاون ودمج التكنولوجيا للتنبؤ بتأثيرات الأمراض المعدية والتخفيف من حدتها, كما يساهم الذكاء الاصطناعي في إجراء التجارب والاكتشافات العلمية من خلال النمذجة والمحاكاة. هذا ويمكن استخدام ChatGPT لمراجعة وتلخيص المؤلفات العلمية المكثفة حول اكتشاف الأدوية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي وإدارة المواد الخطرة مما يساعد الباحثين في مواكبة أحدث التطورات وتحديد الاستراتيجيات والتقنيات الجديدة بالإضافة لتوليد الفرضيات من خلال تحليل البيانات الموجودة ونتائج الأبحاث إذ يمكن لـ ChatGPT إنشاء فرضيات جديدة للعلماء لاستكشافها كتسريع عملية اكتشاف الأدوية الجديدة وتقليل الحاجة إلى التجارب أو تحسين استراتيجيات الاستجابة للتهديدات والتنبؤ بالمركبات الكيميائية.[30-32]

6.3 التحول الرقمي المستدام

إن تأثيرات التحول الرقمي على العادات الاجتماعية لا تقتصر على البشر الموجودين بالفعل ولكن أيضاً على امتداداتهم الرقمية، وعلى كيفية تطور نقاط ضعف المجموعات البشرية وشبه البشرية في ضوء التحول الرقمي المستمر، وذلك من خلال النظر إلى الجانب السلبي الخفي في التطور التكنولوجي ومن خلال فهم المخاطر الاجتماعية للتحول الرقمي يمكن تحقيق التوازن الإيجابي في استخدام التكنولوجيا.[33]

6.4 الطباعة ثلاثية ورباعية الأبعاد

تكشف ثورة تقنية الطباعة ثلاثية ورباعية الأبعاد عن عالم جديد تمامًا مليء بالفرص في عدة قطاعات مثل الطب والهندسة والبناء والفضاء وغيرها, فقد أصبحت تقنية أساسية للهندسة الطبية الحيوية من خلال إنتاج مجموعة واسعة من المنتجات الطبية الحيوية المفيدة وتصنيع الأدوية وطباعة قطع بتقنية قادرة على التكيف مع البيئة والتفاعل معها. [34-36]

6.5 المفاعلات النووية الصغيرة (Small Modular Reactors)

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

تم الترويج للمفاعلات النووية الصغيرة بشكل كبير في السنوات الأخيرة وهي مفاعلات نووية متقدمة وبحجم أصغر مقارنةً بتصميمات المفاعلات التقليدية يمكن تصنيعها مسبقًا في المصانع ثم شحنها إلى مواقع مختلفة للتركيب، مما يجعلها أرخص وأسهل في البناء من محطات الطاقة النووية الحالية ولكن من المحتمل أن تتسبب المفاعلات الصغيرة في إنتاج نفايات مشعة أكثر من التقنيات الحالية.[37]

6.6 طائرات بدون طيار

قد تلعب الطائرات بدون طيار دورًا خطيرًا في الهجمات الإرهابية فهي قادرة على ضرب أهداف محددة وتنفيذ هجوم إشعاعي أو بيولوجي أو كيميائي. الجدير بالذكر أنه تم استخدام الطائرات بدون طيار سابقاً في تهريب المخدرات نظراً لإمكانيتها على الطيران لمسافات بعيدة وعبورها الحدود وقدرتها على حمل أوزان مختلفة خلال رحلتها, كما تم تطوير أحجام صغيرة منها للقيام بعمليات التجسس والاغتيال.[38-40]

6.7 التغير المناخي

حذر العلماء من أن فيروسات "الزومبي" المجمدة في الأرض من أكثر من 48 ألف سنة، يمكن أن تستيقظ من جديد مع ذوبان الثلوج الناتج بسبب تغير المناخ، إذ سببت ظاهرة التغير المناخي ارتفاعاً في درجات الحرارة بشكل ملحوظ في القطب الشمالي مما أثر على إذابة الجليد في المنطقة، و في هذا الصدد يجري الباحثون حالياً التجارب والأبحاث لإحياء بعض هذه الميكروبات لدراسة تقييم مخاطرها على صحة الإنسان إذ تم بالفعل ربط ذوبان الجليد في سيبيريا بتفشي الجمرة الخبيثة في حيوان الرنة، حيث تسبب ارتفاع درجة الحرارة بشكل استثنائي في ظهور بكتيريا الجمرة الخبيثة القديمة من مدافن الحيوانات الميتة.[41]

6.8 الأمن السبراني

لازال التطور مستمر لحماية البنية التحتية الحيوية من الهجمات الإلكترونية بما في ذلك الهجمات الالكترونية على شبكات الطاقة ومحطات معالجة المياه وغيرها. ومع تزايد انتشار الهجمات الإلكترونية التي تستهدف البنية التحتية الحيوية،

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

يزداد القلق في أن تتسبب هذه الهجمات في تسهيل وتزايد أحداث المواد الخطرة بأنواعها، لذلك من الضروري التأكد من وجود تدابير كافية للأمن السيبراني لمنع مثل هذه الهجمات ويشمل ذلك عمليات التدقيق الدورية على الأنظمة وتدريب الموظفين والاستثمار في تكنولوجيا الأمن السيبراني بالإضافة إلى تطوير خطط الطوارئ لضمان استجابة سريعة وفعالة للتصدي لأي هجوم.[42,43]

6.9 إنترنيت الأشياء لإدارة الكوارث

في الآونة الأخيرة، أصبح نموذج إنترنت الأشياء حلاً واعدًا يخدم العديد من المجالات، نظرًا لميزاته الجذابة مثل قابلية التشغيل البيني وخفة الوزن والمرونة وتشمل الاستخدامات الحالية لإنترنت الأشياء الاستخدام في الإنذار المبكر والإخطار وتجميع المعرفة والمراقبة عن بُعد وتحليلات البيانات في الوقت الفعلي وغيرها، كما يمكن لإنترنت الأشياء أن يغير مفهوم الاستجابة للطوارئ وسوف تكون هناك طرق جديدة لاكتشاف المخاطر والاستجابة لها والتعافي منها. [44,45]

6.10 الأسلحة المستقلة

ستؤثر الأسلحة المستقلة بشكل كبير على دور العنصر البشري في الحروب, فمع زيادة التطور في أنظمة الأسلحة المستقلة سوف تكون هذه الأنظمة قادرة على اتخاذ بعض القرارات التي يتخذها البشر, كما ستؤثر على أساليب إدارة الحروب من خلال إبعاد القادة زمنياً وجغرافياً من نقطة الحدث.[46]

6.11 انهيار الاقتصاد العالمي

قد يؤدي الانهيار الاقتصادي العالمي إلى زيادة عدم الاستقرار السياسي والاضطرابات الاجتماعية. إن تزعزع الاستقرار قد يؤدي إلى زيادة مخاطر الهجمات الكيميائية والبيولوجية، والإشعاعية، والنووية، والمتفجرة فعلى الرغم من جهود الدول للحوكمة والسيطرة، إلا أنها لازالت تواجه تحديات متنوعة لمواجهة التهديدات الكيميائية والبيولوجية، والإشعاعية، والنووية، والمتفجرة. قد يؤدي الانهيار الاقتصادي العالمي أيضًا إلى زيادة التجارة غير المشروعة بما في ذلك تجارة المواد الخطرة والتكنولوجيا المتعلقة بالمواد الخطرة، فقد تستغل الجماعات الإجرامية والإرهابية الأزمة الاقتصادية للحصول على أسلحة كيميائية أو بيولوجية أو نووية أو تطويرها، مما يزيد من خطر الهجمات الإجرامية والإرهابية.[47]

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

6.12 الشبكة المظلمة

الشبكة المظلمة هي شبكة مشفرة لا يمكن اكتشاف محتوياتها باستخدام محركات البحث التقليدية أو زيارتها باستخدام المتصفحات التقليدية، لذلك تعتبر موقع مناسب للتداول غير المشروع للمواد الخطرة. ففي حادثة سابقة تم في الشبكة المظلمة اكتشاف تداول لبعض الأسلحة التي سلمتها دول غربية إلى أوكرانيا لمواجهة الهجوم الروسي، كما تم الكشف عن عمليات بيع لأسلحة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا من خلال الشبكة المظلمة. وإلى جانب ذلك تم الكشف عن واحدة من أكبر عمليات بيع المخدرات على الشبكة المظلمة بمبلغ يقدر بـ 7.2 مليون دولار أمريكي من خلال تبادل العملات المشفرة. التداولات والعمليات غير المشروعة التي تتم من خلال الشبكة المظلمة قد تتطور لتبادل واسع في مجال المواد الخطرة ومعلوماتها وتقنياتها مما يزيد من تطور الأساليب الإجرامية والإرهابية.[48,49]

6.13 الميتافيرس

يستمر العالم في تطوير الميتافيرس كعالم افتراضي للتواصل والتفاعل في شتى المجالات، ويمكن استخدام الميتافيرس في مجال إدارة الطوارئ والأزمات والكوارث من خلال إنشاء محاكاة افتراضية للسيناريوهات المحتملة لحوادث المواد الخطرة لاختبار فعالية الاستراتيجيات والمعدات، وتنسيق الاستجابة، ومشاركة المعلومات مع المستجيبين الآخرين. وممن هذا المنطلق، اعتمد الجيش الأمريكي استخدام الواقع الافتراضي (virtual reality) والواقع المعزز (Augmented reality) للتدريب العسكري في السنوات الأخيرة، كما عقدت القوات الجوية الأمريكية في نهاية العام 2021 مؤتمرًا في العالم الافتراضي بمشاركة أكثر من 250 متخصص.[50,51]

6.14 المباني الذكية

من الممكن في المستقبل أن يتم تجهيز المباني الذكية بأجهزة استشعار متقدمة يمكنها اكتشاف تسرب المواد الخطرة أو التهديدات الكيميائية والبيولوجية والإشعاعية والنووية في وقت مبكر. يمكن لهذه المستشعرات اكتشاف التغيرات في جودة الهواء ودرجة الحرارة والعوامل البيئية الأخرى، مما يحقق سرعة وفعالية الاستجابة للمخاطر والتهديدات. يمكن للمباني الذكية أن تساهم في التعامل بفعالية أكبر مع حوادث المواد الخطرة من خلال توفير معلومات في الوقت الفعلي حول موقع وحجم الحادث وحالة شاغلي المبنى وغيرها من المعلومات التي يمكن أن تساعد المستجيبين في تحديد الاستجابة المناسبة وإخلاء المبنى إذا لزم الأمر.[52]

6.15 التوترات السياسية

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

من المحتمل أن يكتسب الإرهابيون القدرة على القيام بعمليات يتم فيها استخدام المواد الخطرة بدعم من بعض الدول الراعية والمعادية. يعتبر التطوير الداخلي لأسلحة الدمار الشامل باستخدام المواد الخطرة أو الهجوم على منشأة تحوي هذه المواد هي الطريقة الأكثر احتمالاً مما يشكل تهديدا كبيرا على الأمن العالمي وبالتالي فإنه من المهم تعزيز التعاون الدولي لمنع انتشار هذه المواد وإساءة استخدامها, كما يجب اتخاذ التدابير اللازمة لتقليل احتمالية الإطلاق العرضي أو المتعمد للمواد الخطرة من خلال ضمان التداول والتخزين والتخلص الآمن لهذه المواد وتحسين أمن المنشآت في مواقعها.[53]

6.16 النانوتكنولوجي

إن التقدم في تكنولوجيا النانو وعلوم المواد يمكن أن يحقق ثورة في مجال المواد الخطرة، فعلى سبيل المثال تمتلك بعض المواد النانوية خصائص فيزيائية وكيميائية فريدة تجعلها شديدة الحساسية للتغيرات البيئية لذا يمكن تسخير هذه الخاصية لإنشاء حساسات انتقائية دقيقة لاكتشاف المواد الخطرة. هذا وقد أدت التطورات في علم المواد إلى تطوير مواد جديدة شديدة المقاومة للعوامل الكيميائية والبيولوجية، مثل المواد القائمة على الجرافين والمركبات النانوية ويمكن استخدام هذه المواد لإنشاء معدات وملابس واقية للمستجيبين الأوائل والعسكريين. علاوة على ذلك، يمكن للأنظمة القائمة على التكنولوجيا النانوية أن تساهم في تقديم الأدوية العلاجية المستهدفة لمعالجة التعرض للمواد الخطرة وإزالة السموم.[54]

6.17 الأقمار الصناعية

توجد احتمالات لاستخدام الأقمار الصناعية في مجال المواد الخطرة إذ ستعمل التقنيات والمنصات المستقبلية على تحسين دقة رصد المعلومات مما يجعل بيانات الأقمار الصناعية أكثر قابلية للتطبيق في مجال إدارة المواد الخطرة ويمكن تطويع الأقمار الصناعية وإدخال التحسينات فيها لاكتشاف أحداث المواد الخطرة ومراقبتها.[55]

6.18 تعديل الجينوم والأسلحة البيولوجية

أثارت التطورات الأخيرة في تكنولوجيا تحرير الجينات مخاوف بشأن الاستخدام المحتمل للتكنولوجيا الحيوية لتطوير أسلحة بيولوجية من خلال هندسة الفيروسات ومسببات الأمراض الأخرى، مما يجعلها أكثر ضراوة ومقاومة للعلاجات الحالية, لذلك هناك حاجة إلى لوائح دولية ورقابة لضمان الاستخدام السلمي لتقنية تحرير الجينات ومنع تطور الإرهاب البيولوجي.[56]

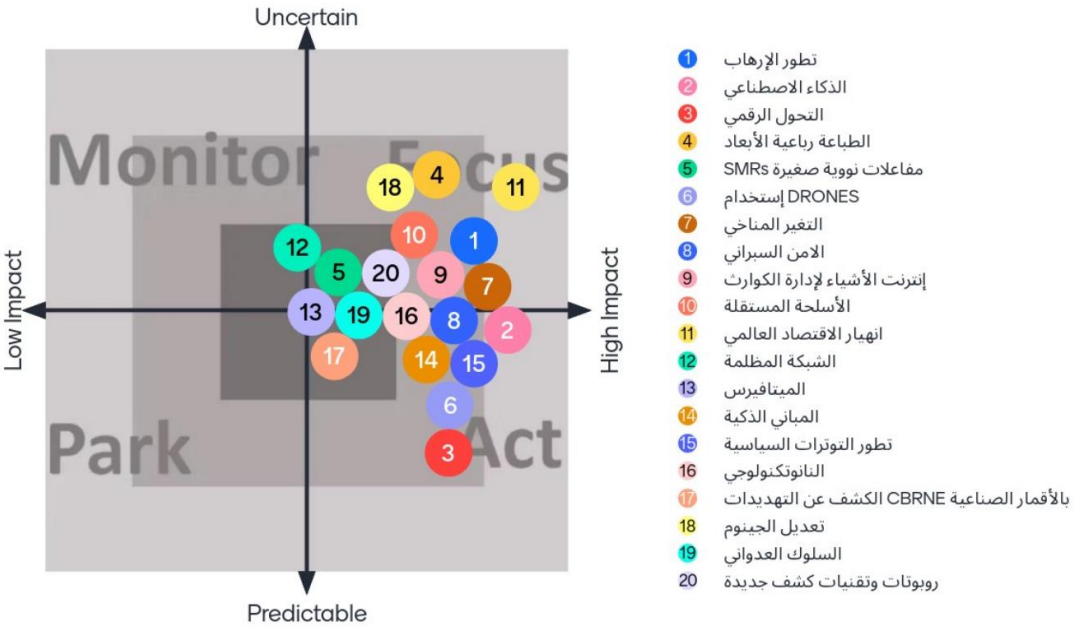
6.19 الدوافع والسلوك العدواني

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

يعتبر العنصر البشري هو أحد العوامل ليس فقط المتأثرة بالمخاطر ولكن أيضاً المؤثرة على المخاطر بشكل عام سواء بقصد أو بدون قصد، لذلك من المهم إدراك السلوك والدوافع البشرية، وهنا يمكن تصنيف الدوافع والأهداف إلى أربع أنواع رئيسية: الدوافع الإيديولوجية من قبل ناشطين بهدف التخريب أو جذب الإعلام وتسليط الضوء على قضاياهم كقضايا حقوق الرفق بالحيوان والبيئة وغيرها، الدوافع الانتقامية كالسخط والانتقام من قبل موظف أو عامل أو الإضرار بسمعة مؤسسة، دوافع الاحتيال وتحقيق أرباح غير مشروعة لرفع أسعار سلع أو للترويج لمنتج معين أو الإضرار بسمعة المنافسين أو الغش باستبدال مادة بمادة أقل سعر، دوافع إرهابية لإحداث الفوضى في المجتمع وزعزعت الاستقرار السياسي والاقتصادي[57]

6.20 الروبوتات

توجد إشارات لاستخدام الروبوتات في إعادة تشكيل مستقبل المواد الخطرة إذ نرى حالياً التعاون بين شركتين للروبوتات والتكنولوجيا (Extend Robotics & Shadow Robot) لتشكيل مفهوم مستقبلي جديد للتعامل الآمن مع المواد الخطرة، حيث تعتقد الشركتين أن تقنيتهما المدمجة يمكن أن يكون لها تأثير كبير في قطاع التصنيع والبناء، لا سيما في الصناعات التي تتطلب التعامل مع المواد الخطرة مثل قضبان الوقود النووي المستهلك.[58,59]

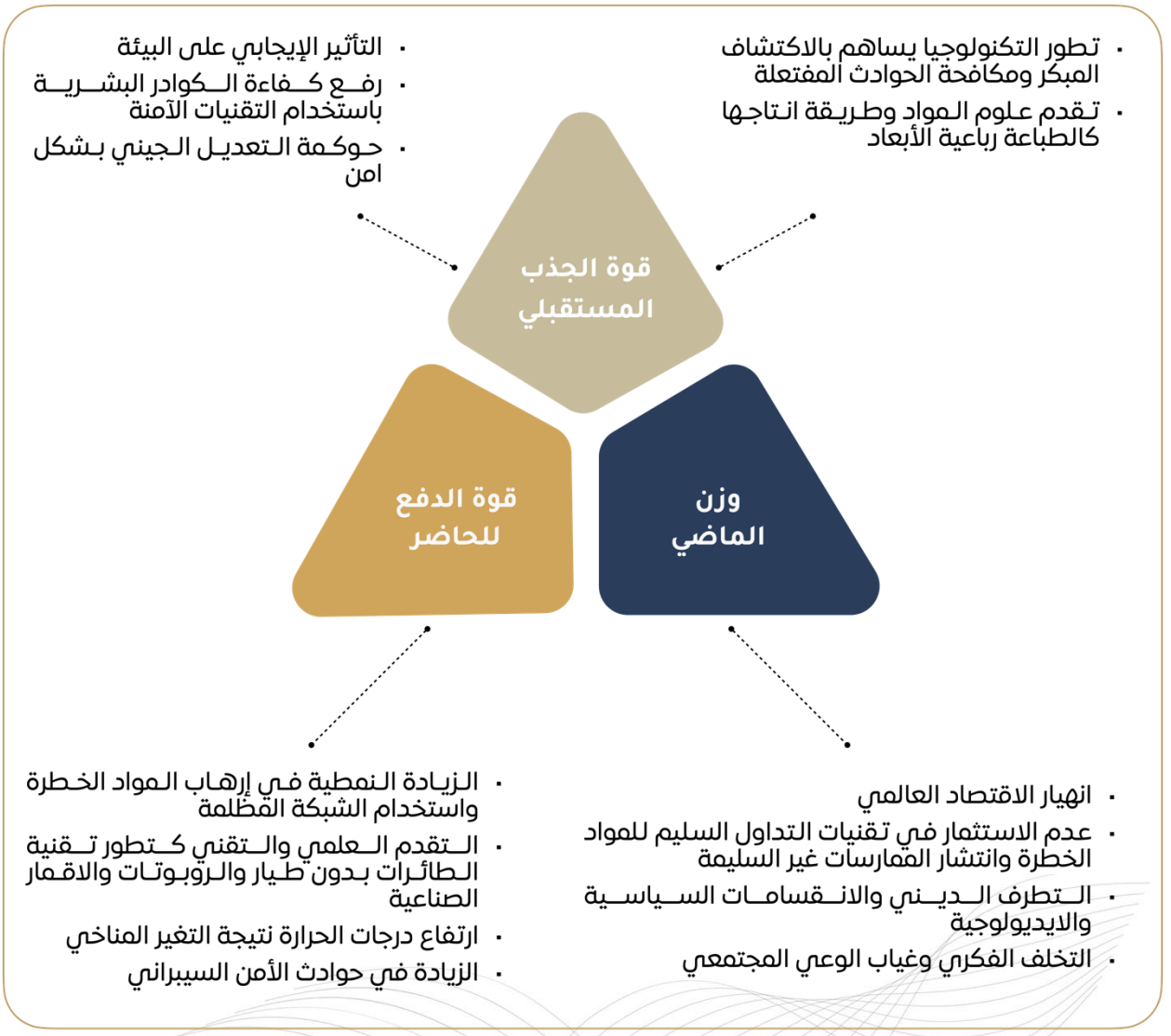


الشكل (3): يوضح الشكل 20 إشارة للتغيير تم رصدها خلال مرحلة المسح الأفقي وتصنيفها وفق الأثر ودرجة الغموض

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

7. مثلث المستقبل

تم اشتقاق محركات التغيير من خلال استخدام مثلث المستقبل والذي تم من خلاله توضيح ثلاث عوامل رئيسية: العوامل التي تعيق التغيير الذي نطمح له (وزن الماضي), وعوامل الحاضر التي تدفع بالتوجهات والتغييرات المستقبلية (قوة دفع الحاضر), والعوامل التي ترتكز على التطلعات والآمال لمستقبل أفضل (قوة الجذب المستقبلي) (الشكل (4)).



الشكل (4): مثلث المستقبل يبين محركات سحب المستقبل ودفع الحاضر وأثقال الماضي

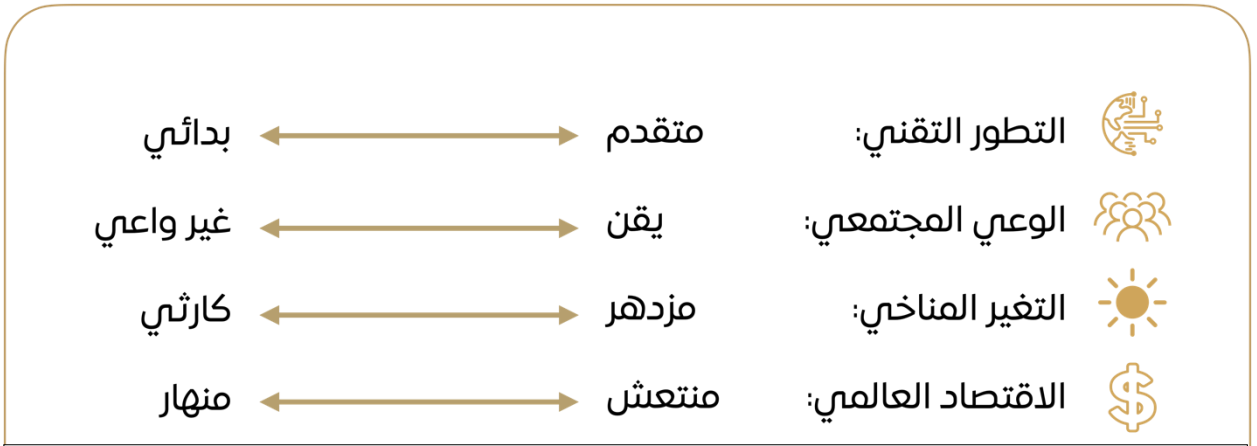
هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

8. السيناريوهات الممكنة

8.1 أبعاد الغموض المقترحة

تم تحديد أبعاد الغموض ضمن الأبعاد الأساسية: السياسية والتقنية والاقتصادية والبيئية والمجتمعية وتم التركيز ضمن هذه الدراسة على بعدين وهما التطور التقني والوعي المجتمعي مع الأخذ بعين الاعتبار تضمين الأبعاد الأخرى في صياغة السيناريوهات الممكنة.

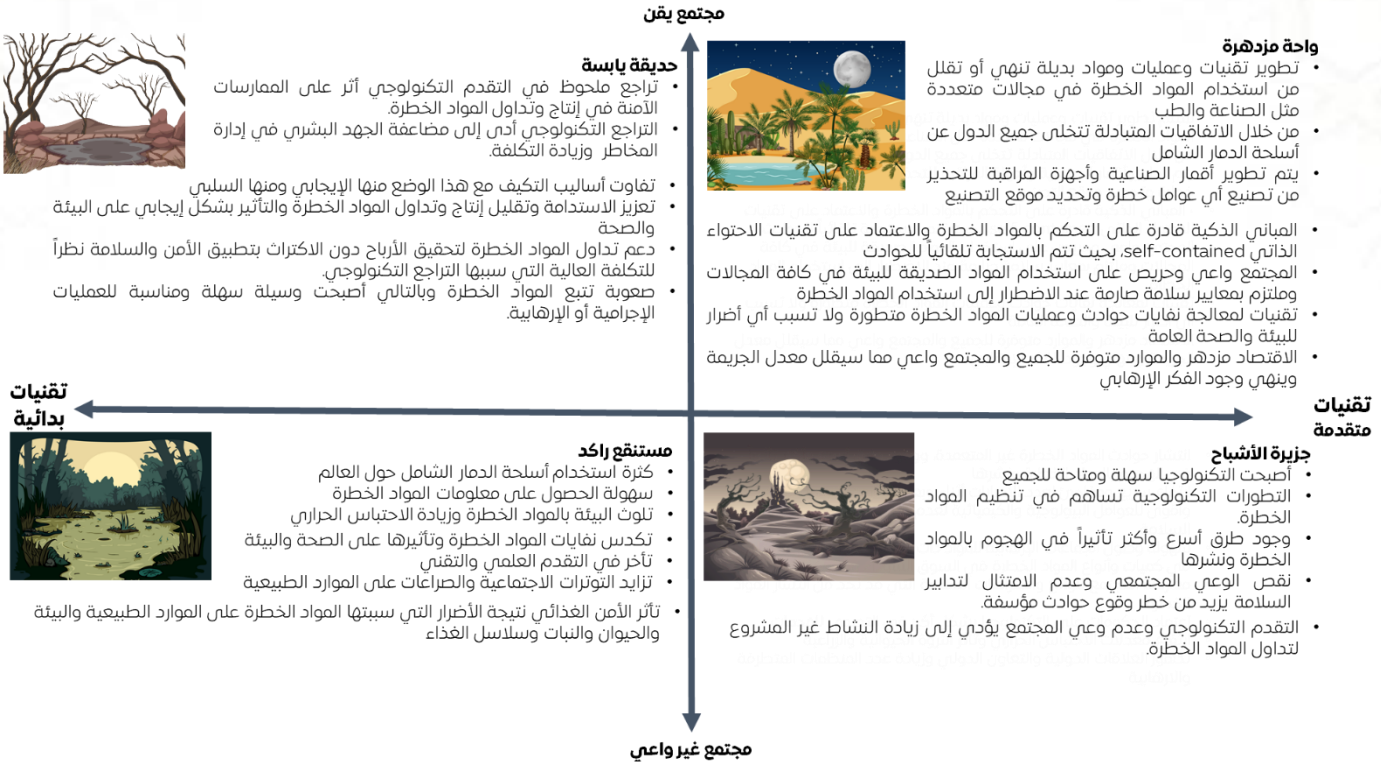
تم صياغة عدد 4 سيناريوهات ممكنة من خلال تحديد السيناريوهات المتناقضة كما هو موضح في الشكل (5) وتمثلت هذه السيناريوهات في سيناريو الواحة المزدهرة متمثل في مجتمع متقدم ويقن وسيناريو الحديقة اليابسة متمثلاً في مجتمع يقن وبدائي وسيناريو جزيرة الأشباح متمثلاً في مجتمع متقدم وغير واعي وأخيراً سيناريو المستنقع الراكد متمثلاً في مجتمع بدائي وغير واعي (الشكل (6))



الشكل (5): أبعاد الغموض مع توضيح النقيضين لكل بعد

لتشكيل السيناريوهات الممكنة، يدرس بعد التطور التقني بنقيضي هذا المحور (متقدم وبدائي) تعامداً مع بعد الوعي المجتمعي بنقيضي محوره (يقن وغير واعي) لينتج أربعة سيناريوهات ممكنة: واحة مزهرة (متقدم وين) , حديقة يابسة (يقن وبدائي) , جزيرة الأشباح (متقدم وغير واعي) ومستنقع راكد (بدائي وغير واعي).

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي



الشكل (6): محاور الغموض تبين معالم السيناريوهات باستخدام بعد التقدم التقني وبعد الوعي

8.2 واحة مزدهرة

في الواحة المزدهرة يمتلك العالم تقنيات متقدمة يتم اســتخدامها من قبل مجتمع واعي يعمل على تقليل حوادث المواد الخطرة إلى معدل يكاد يكون شبه معدوم وذلك من خلال تطوير التقنيات وتطويع التكنولوجيا لتقليل اســتخدام المواد الخطرة إلى أدنى حد في مختلف الصــناعات. يعمل العلماء في الواحة المزدهرة بشــكل مســتمر على ابتكار مواد غير ضارة وقابلة للتحلل الحيوي والتي تشكل أقل قدر من المخاطر على صحة الإنسان والبيئة، وتتيح تكنولوجيا الأقمار الصناعية إمكانيات التصوير والكشف عن وجود المواد الخطرة بدقة اســتثنائية، كما يزداد اســتخدام المباني الذكية مما يعزز من مراقبة المواد الخطرة والتحكم فيها واحتوائها ذاتياً ويضــمن الوقاية من الحوادث من خلال أجهزة الاســتشــعار المتقدمة وتطبيقات الذكاء الاصطناعي القادرة على اكتشاف وجود أي مستويات من المواد الخطرة

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

في الوقت الفعلي واتخاذ إجراءات استباقية تلقائية لمنع وتجنب حوادث وعمليات المواد الخطرة دون تدخل الإنسان.

يتم في هذا الواحة المزدهرة معالجة المخلفات الخطرة وتحويلها إلى مواد آمنة صديقة للبيئة من خلال استخدام تقنيات متقدمة كاستخدام الكيمياء الخضراء والتحليل الحيوي للمواد لتحويل المواد الضارة إلى منتجات ذات فائدة وقابلة للتحلل. ومن جانب آخر تزداد البرامج التدريبية والتوعوية لتثقيف المجتمع حول خطورة استخدام المواد الخطرة والأسلحة ليصل المجتمع في الواحة المزدهرة إلى أعلى مراحل الوعي والتمكين لتطوير تقنيات جديدة للكشف والتعامل مع المواد الخطرة بطريقة آمنة وفعالة وينشل المجتمع بالتطوير ودفع عجلة التنمية وتعزيز الموارد والقدرات.

8.3 حديقة يابسة

نتيجة الركود الاقتصادي الشديد والعجز المالي العالمي وخفض موازنات البحث العلمي أدى ذلك إلى تراجع ملحوظ في التقدم التكنولوجي مما أثر على الممارسات الآمنة في إنتاج وتداول المواد الخطرة، فعلى الرغم من وجود الوعي المجتمعي بأهمية التعامل مع المواد الخطرة بضوابط الأمن والسلامة لضمان الاستفادة منها في تعزيز النمو الاقتصادي إلا أن التراجع التكنولوجي أدى إلى مضاعفة الجهد البشري في إدارة المخاطر وبالتالي زيادة التكلفة، ونتيجة لذلك تفاوتت الصناعات في أساليبها للتكيف مع الوضع الحالي لضمان استدامتها وتحقيق الأرباح فمنها من تغاضى عن تطبيق إدارة المخاطر ومنها من حاول إيجاد البدائل الآمنة للمحافظة على الأمن والسلامة، ومن هذا المنطلق نرى في هذا السيناريو مشاهد متعددة منها الإيجابي الذي يدعم الاستدامة وتقليل إنتاج وتداول المواد الخطرة والتأثير بشكل إيجابي على البيئة والصحة ومنها السلبي الذي يدعم تداول المواد الخطرة لتحقيق الأرباح دون الاكتراث بتطبيق الأمن والسلامة نظراً للتكلفة العالية التي سببها التراجع التكنولوجي. هذا وقد أدى التراجع التكنولوجي أيضاً إلى صعوبة تتبع المواد الخطرة وبالتالي أصبحت وسيلة سهلة ومناسبة للعمليات الإجرامية أو الإرهابية.

8.4 جزيرة الأشباح

يشهد العالم في هذا السيناريو ثورة تكنولوجية واسعة تم استخدامها في جميع المجالات ولكن لم يعي المجتمع بأن هذه التكنولوجيا ذات استخدام مزدوج إيجابي وسلبي وعلى الرغم

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

من محاولات تنظيم حوكمة التكنولوجيا لضمان الاستخدام السليم والمسؤول إلا أنها أصبحت سهلة ومتاحة للجميع فعلى سبيل المثال أصبحت الطابعات ثلاثية ورباعية الأبعاد

في كل منزل ويمكن منها تصنيع مواد خطرة تؤثر سلباً على المجتمع وتزيد من تحديات إدارة الطوارئ والأزمات والكوارث. إن وجود مواد خطرة ذات استخدامات مزدوجة، سلمية وغير سلمية في مجتمع غير واعي بخطورتها يزيد من احتمالية وقوع الحوادث وتفاقم تداعياتها، كما أن وعي المجتمع يرتبط ارتباطا وثيقا بالوحدة الوطنية وعدم الوعي يؤدي إلى انقسام المجتمع وظهور الجماعات المتطرفة والإرهابية التي تسيئ استخدام التكنولوجيا وتنشر الفوضى والدمار بسهولة. لا شك أن التطورات التقنية مثل الذكاء الاصطناعي والمباني الذكية تساهم في تنظيم المواد الخطرة وحوكمتها والحد من المخاطر وتداعياتها، ولكن نقص الوعي المجتمعي وعدم الامتثال لتدابير السلامة يزيد من خطر وقوع حوادث مؤسفة في مجتمع غير مدرك. نرى في هذا السيناريو تنافس الدول في جهودها لتطوير التكنولوجيا وتطويعها لتعزيز الأمن والسلامة لضمان النمو الاقتصادي، ولكن هذه الجهود لم تصاحبها جهود متوازية لتعزيز الوعي المجتمعي فقد انشغل العالم في التطور والنمو الاقتصادي على حساب بذل الجهد في الوعي المجتمعي، ومن هنا أدى التقدم التكنولوجي وعدم وعي المجتمع إلى زيادة النشاط غير المشروع لتداول المواد الخطرة عبر الشبكة المظلمة ووسائل التواصل المختلفة وجود طرق أسرع وأكثر تأثيراً في الهجوم بالمواد الخطرة ونشرها. ومن هذا المنطلق لابد للدول أن تعي بأن أي تقدم علمي أو تكنولوجي لابد أن يصاحبه جهود متوازية لتوعية المجتمع لكي يكون مجتمع مسؤول يساهم في إدارة المخاطر.

8.5 مستنقع راكد

في سيناريو المستنقع الراكد نرى تراجع في التقدم التكنولوجي وتزايد الصراعات الجيوسياسية، ونلاحظ بدء انتشار استخدام أسلحة الدمار الشامل حول العالم إذ أصبح من السهل الحصول عليها بشكل متزايد ويعود ذلك إلى ضعف الرقابة نتيجة الاعتماد على التقنيات البدائية وقلة وعي المجتمع. نلاحظ أيضاً ارتفاع في الاستخدام الفوضوي والعشوائي للمواد الخطرة مما نتج عنه تلوث البيئة وارتفاع مستوى الأمراض وبفعل الانبعاثات الكيميائية المستمرة، يتفاقم الاحتباس الحراري ويزداد تأثيره السلبي على المناخ. في هذا المشهد يزداد الوضع سوءً بسبب قلة الوعي المجتمعي بالتعامل الآمن مع المواد الخطرة فنرى ارتفاع في معدل المخلفات الخطرة وزيادة في التلوث البيئي والتأثير على صحة الإنسان والحيوان والنبات وينعكس ذلك سلباً على إنتاج الغذاء ويهدد الأمن الغذائي وتزداد تحديات الجوع ونقص التغذية مما يزيد من التوتر الاجتماعي والصراعات.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

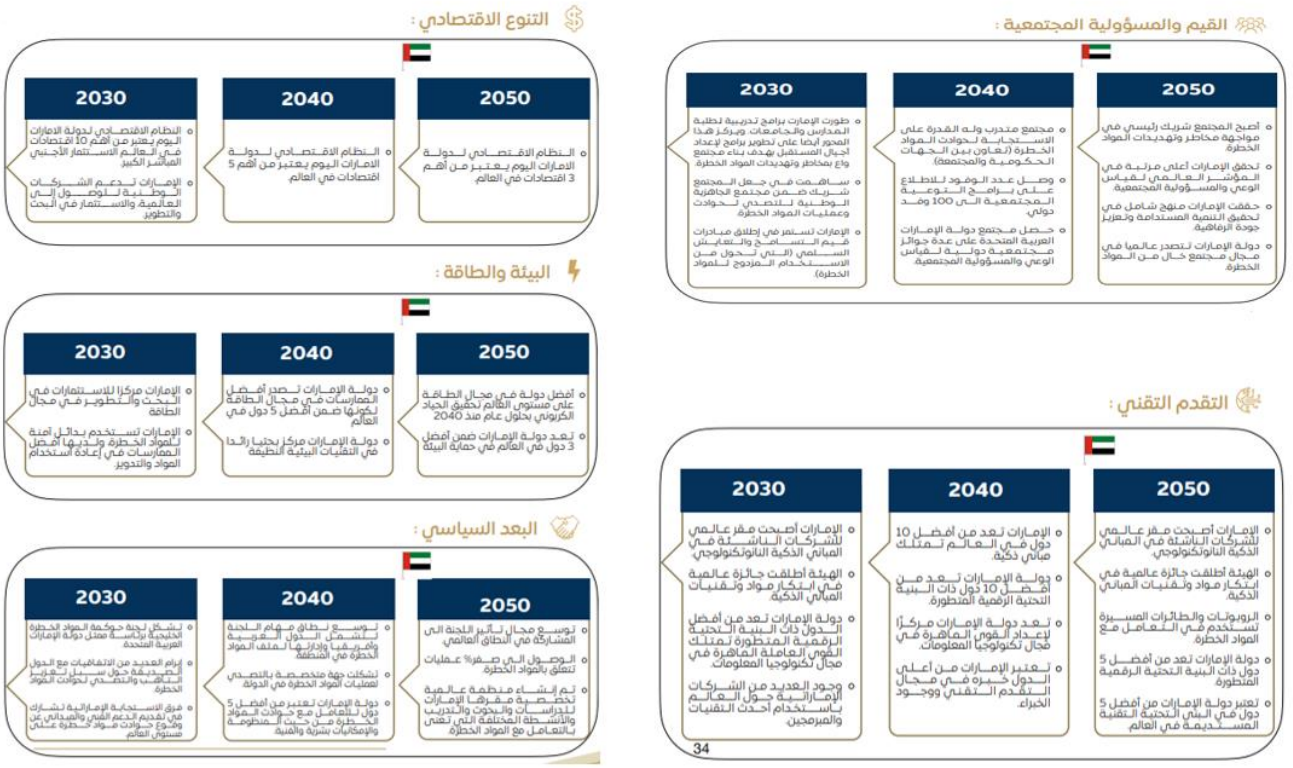
9. السيناريو المفضل

في السيناريو المفضل، تنجح دولة الإمارات في العام 2050 بأن تكون الأولى في تحقيق رؤية 00100 والتي تتمثل في "0%" حوادث مواد خطرة، "0%" مخلفات خطرة و"100%" اقتصاد دائري. أصبحت دولة الإمارات سباقه في إطلاق المبادرات والمشاريع الرامية لتحقيق هذه الرؤية الطموحة لتعزيز التداول الآمن للمواد الخطرة وتحقيق الحماية والوقاية من آثارها الضارة. أنجزت الدولة خلال السنوات الماضية عدة مبادرات ومشاريع تخدم إدارة المواد الخطرة وشملت مبادرات ومشاريع في مجال التكنولوجيا والعلوم المتقدمة وتدوير المخلفات ومجال إدارة الطوارئ وتعزيز الصناعات باستخدام بدائل للمواد الخطرة بالإضافة إلى مبادرات في التعليم الأكاديمي والتوعية لجميع شرائح المجتمع. نجحت دولة الإمارات خلال هذه الفترة في تقليل حوادث المواد الخطرة وتقليل المخلفات الخطرة إلى أقصى المستويات في العالم، كما تشير التقارير الدولية لعام 2050 إلى أن دولة الإمارات أصبحت الأولى عالمياً في مستوى الجاهزية للتصدي لحوادث وعمليات المواد الخطرة وطلبت عدة دول الاسترشاد بتجربة الدولة لتعزيز منظومة المواد الخطرة لديها. من خلال تعزيز البحث والتطوير في جميع المجالات نجحت الدولة في تطويع التقنيات والعلوم الحديثة باستخدام علم المواد وتطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي والأتمتة والروبوتات والمباني الذكية وغيرها لتحسين الأمن والسلامة في إدارة المواد الخطرة على سبيل المثال: مراقبة مستويات المخاطر الفعلي وإصدار تحذيرات، تحسين التخطيط للطوارئ وتنفيذها، تطوير تقنيات جديدة لمعالجة المواد الخطرة بأمان والتدريب الافتراضي الدوري، وأنظمة متقدمة للكشف المبكر والتحليل والتفاعل السريع في حالات الطوارئ مما يساهم في التحكم الكامل والفعال في عمليات مراقبة وتخزين ونقل المواد الخطرة باستباقية وفعالية أكثر وإضافةً إلى ذلك نجحت الدولة في استقطاب وتشجيع الشركات والمستثمرين لتبني مفهوم الاقتصاد الدائري عن طريق التشريعات والحوافز المالية والضريبية وأصبحت الدولة أكبر منتج للمواد الآمنة واستحدثت الدولة نظاماً شاملاً لإعادة تدوير واستخدام وإعادة تصنيع المخلفات وبالأخص مخلفات المواد الخطرة لتصل الى نسبة 0 مخلفات خطرة. لقد حققت الدولة نجاحاً استثنائياً في صناعة مستقبل المواد الخطرة ويعزى ذلك إلى اهتمام الدولة خلال الفترة الماضية بإنشاء مراكز استشراف المستقبل وتعزيز دراسات استشراف المستقبل في جميع المجالات الأمر الذي مكنها من التخطيط والتركيز الاستراتيجي المستنير لصنع المستقبل المفضل.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

10. التحليل العكسي

تم إجراء التحليل العكسي لتحديد المبادرات والتوصيات التي سوف تمكنا من الوصول للمستقبل المفضل ابتداءً من عام 2025 ووصولاً للعام 2050 كما هو موضح في الشكل (7).



الشكل (7): التحليل العكسي يبين تسلسل الأحداث للوصول للسيناريو المفضل

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

11. التوصيات

تم إعداد مجموعة من المبادرات لعام 2025 يمكن للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث تبنيها بالتعاون مع شركائها بهدف تطويرها وتوسيع نطاق تأثيرها للوصول الى المستقبل المفضل بحلول عام 2050 وتتلخص في الآتي:

11.1 تعزيز الشراكات الوطنية والتعاون مع الشركاء لإنشاء مركز بحثي متخصص بالنانوتيكنولوجي وعلوم المواد لتطوير بدائل للمواد الخطرة والمواد ذات الاستخدام المزدوج.

11.2 تطويع التكنولوجيا المتقدمة والذكاء الاصطناعي لتعزيز الحوكمة والتنبؤ والمراقبة والتقصي والكشف المبكر والاستجابة.

11.3 إطلاق مبادرات وطنية مع الشركاء لتشجيع شركات تدوير النفايات من تطوير منظومة تعزز وتدعم سياسة الاقتصاد الدائري للدولة.

11.4 إطلاق جائزة وطنية للوعي المجتمعي للاستخدام الآمن والمسؤول للمواد الخطرة والحد من الاعتماد عليها.

11.5 التحفيز بجوائز الابتكار والتطوير وإطلاق مشروع تبني الأفكار الإبداعية على مستوى الدولة في مجال التحول الآمن من المواد الخطرة الى مواد آمنة.

11.6 المشاركة في المؤتمرات الدولية والتخطيط لإطلاق مؤتمر دولي متخصص في التحول الآمن وتدوير المواد الخطرة.

11.7 إنشاء شبكة خليجية تضم خبراء التعامل مع حوادث وعمليات المواد الخطرة.

11.8 إنشاء وحدة تنظيمية في الهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث متخصصة باستشراف المستقبل.

11.9 التعاون مع الجامعات وإطلاق برامج أكاديمية متخصصة في مجال التعامل مع حوادث وعمليات المواد الخطرة.

11.10 التعاون مع الشركاء لتشجيع الشركات والمستثمرين في مجال الاستخدامات الآمنة للمواد الخطرة والتحول إلى مواد آمنة.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

11.11 إنشاء برامج تطويرية تدريبية لطلبة المدارس والجامعات لإعداد أجيال المستقبل بهدف بناء مجتمع واعٍ بمخاطر وتهديدات المواد الخطرة.

12. المراجع

12.1 Hines, Andy, and Peter C Bishop. "Framework Foresight." Framework Foresight: Exploring Futures the Houston Way, 29 May 2013, www.andyhinesight.com/wp-content/uploads/2016/03/93-Framework-Foresight.pdf.

12.2 " Scientific Activities." EU Science Hub, joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities_en. Accessed 6 february 2023.

12.3 "الأسواق العالمية: تأثير رفع الفائدة والتوترات الجيوسياسية." *ZAWYA*, 1 Feb. 2022, www.zawya.com/ar/%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B3%D9%88%D8%A7%D9%82/%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B3%D9%88%D8%A7%D9%82-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%8A%D8%A9-%D8%AA%D8%A3%D8%AB%D9%8A%D8%B1-%D8%B1%D9%81%D8%B9-%D8%A7%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%A6%D8%AF%D8%A9-%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%88%D8%AA%D8%B1%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%AC%D9%8A%D9%88%D8%B3%D9%8A%D8%A7%D8%B3%D9%8A%D8%A9-izkzbyuq.

12.4 World Nuclear Association. "Chernobyl Accident." World Nuclear Association, www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx. Accessed 9 february 2023.

12.5 Accident Investigation Report. "Deepwater Horizon." *Deepwater Horizon Accident Investigation Report*, 8 Oct. 2010, www.sec.gov/Archives/edgar/data/313807/000119312510216268/dex993.htm.

12.6 Arab States: Employment and Social Outlook 2021 – Economic growth, labour market transitions, and poverty in Arab States" Website: International Labour Organization (ILO), https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---arabstates/---ro-beirut/documents/publication/wcms_816273.pdf, Accessed 10 february 2023.

12.7 "انفجار العقبة: 'إهمال جسيم' في تدابير الأمن والسلامة وراء الحادث." *BBC News عربي*, 3 July 2022, www.bbc.com/arabic/middleeast-62027858.

12.8 Tovar-Lopez, F.J. Recent Progress in Micro- and Nanotechnology-Enabled Sensors for Biomedical and Environmental Challenges. *Sensors* 2023, *23*, 5406. https://doi.org/10.3390/s23125406

12.9 Erkoc, P.; Ulucan-Karnak, F. Nanotechnology-Based Antimicrobial and Antiviral Surface Coating Strategies. *Prosthesis* 2021, *3*, 25-52. https://doi.org/10.3390/prosthesis3010005

12.10 Lane, Richard and Benjamin D. Craig. "Material EASE : Materials for Blast and Penetration Resistance ... 39." (2003).

12.11 Devoid, Wayne, and Cheryl Wass. *P 1-e Hase Xploration - Phmsa.Dot.Gov*, 14 Mar. 2019, www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2020-03/Risk%20Assessment%20of%20HazMat%20by%20UAVs.pdf.

12.12 Adc. "Soldiers Work with Volunteers at Aberdeen Proving Ground to 3D Print Face Shields." *Association of Defense Communities*, 13 May 2020,

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

defensecommunities.org/2020/05/soldiers-work-with-volunteers-at-aberdeen-proving-ground-to-3d-print-face-shields/.

12.13 "Virtual Enhanced Reality for Interoperable Training of CBRN Military and Civilian Operators." *VERTIgO*, cbrn-vertigo.eu/. Accessed 20 Feb. 2023.

12.14 Pike, Jonathan E.. "The military uses of outer space." (2002).

12.15 "The Public Health Impact of Chemicals: Knowns and Unknowns - Data Addendum for 2019." *World Health Organization*, www.who.int/westernpacific/publications-detail/WHO-HEP-ECH-EHD-21.01. Accessed 12 Feb. 2023.

12.16 "Chemicals and Waste | Department of Economic and Social Affairs." *United Nations*, sdgs.un.org/topics/chemicals-and-waste. Accessed 11 Feb. 2023.

12.17 "Waste Recycling Services Market Size Worth around USD 88.01 Bn by 2030." *GlobeNewswire News Room*, 8 Mar. 2022, www.globenewswire.com/news-release/2022/03/08/2399502/0/en/Waste-Recycling-Services-Market-Size-Worth-Around-USD-88-01-BN-by-2030.html.

12.18 "Global Waste and Recycling Market." *Global Waste and Recycling Market | AMCS Group*, www.amcsgroup.com/blogs/global-waste-and-recycling-market-trends/#:~:text=According%20to%20Statista%2C%20the%20global,a%20much%20larger%20%2488.01%20billion. Accessed 13 Feb. 2023.

12.19 Intelligence, GlobalData Thematic. "Cbrne Defence: Technology Trends." *Army Technology*, 23 Nov. 2021, www.army-technology.com/comment/cbrne-defence-technology-trends/.

12.20 مكتب "فريق عمل إدارة المواد الخطرة في إمارة أبوظبي ينتهي من تنفيذ جميع مشـــاريع وبرامج الخطة التنفيذية." *أبوظبي الإعلامي*, 18 Apr. 2021, www.mediaoffice.abudhabi/ar/environment/abu-dhabi-hazardous-materials-management/.

12.21 "Newsletter." *Wetex*, 7 Oct. 2021, www.wetex.ae/en/content-hub/newsletter.

12.22 *The UAE's Green Agenda - 2030 - the Official Portal of the UAE Government*, 9 Mar. 2023, u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/environment-and-energy/the-uaes-green-agenda-2030.

12.23 "40 خبيراً محلياً ودولياً لإعداد الخطة الوطنية للمحافظة على موارد المياه." *البيان*, 12 Oct. 2016, www.albayan.ae/our-homes/2009-12-18-1.503450.

12.24 *National Hazardous Waste Management Plan 2021 - 2027 - EPA*, www.epa.ie/publications/circular-economy/resources/NationalHazardousWasteManagementPlan_2021_2027.pdf. Accessed 27 Feb. 2023.

12.25 "Management of Hazardous Substances." *UK Health*, 21 Oct. 2021, assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1027157/JSP375_Vol1_Chap11.pdf.

12.26 Environment, UN. "The Bamako Convention." *UNEP*, www.unep.org/explore-topics/environmental-rights-and-governance/what-we-do/meeting-international-environmental#:~:text=The%20Bamako%20Convention%20is%20a,hazardous%20(including%20radioactive)%20waste. Accessed 16 Mar. 2023.

12.27 *اتفاقية بازل بشـــأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود*, 31 Mar. 2011, www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-a.pdf.

12.28 *اتـفـاقـيـة روتـردام*, 2019, www.pic.int/Portals/5/download.aspx?d=UNEP-FAO-RC-CONVTEXT-2019.ARABIC.pdf.

12.29 "Emerging Technologies: Implications for CBRN Terrorism: GRI." *Global Risk Insights*, 5 Feb. 2018, globalriskinsights.com/2018/02/emerging-technologies-cbrn-terrorism/.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

12.30 "Could a Chatbot Teach You How to Build a Dirty Bomb?" *Outrider*, outrider.org/nuclear-weapons/articles/could-chatbot-teach-you-how-build-dirty-bomb. Accessed 14 Mar. 2023.

12.31 "CHATGPT Gave Me Advice on How to Join a Cartel and Smuggle Cocaine into Europe." *VICE*, 3 Feb. 2023, www.vice.com/en/article/v7vww9/chatgpt-drugs.

12.32 "Artificial Intelligence Conjures Proteins That Speed up Chemical Reactions." *ScienceDaily*, 22 Feb. 2023, www.sciencedaily.com/releases/2023/02/230222141133.htm.

12.33 Fekete, Alexander, and Jakob Rhyner. "Sustainable Digital Transformation of Disaster Risk-Integrating New Types of Digital Social Vulnerability and Interdependencies with Critical Infrastructure." *MDPI*, 10 Nov. 2020, www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9324.

12.34 Naniz, Moqaddaseh Afzali. "4D Printing: A Cutting-Edge Platform for Biomedical Applications." *Biomedical Materials*, 26 Sept. 2022, iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-605X/ac8e42/meta.

12.35 IndustryTrends. "4D Printing: A Technological Breakthrough to the Future." *Analytics Insight*, 21 Oct. 2022, www.analyticsinsight.net/4d-printing-a-technological-breakthrough-to-the-future/.

12.36 Lepowsky, Eric, and Savas Tasoglu. "3D Printing for Drug Manufacturing: A Perspective on the Future of Pharmaceuticals." *International Journal of Bioprinting*, 25 Sept. 2017, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7582011/.

12.37 "Keynote Speech by Günter Povoden, Technical Expert, EU CBRN Centres of Excellence Initiative." *YouTube*, 15 Dec. 2022, www.youtube.com/watch?v=qwBFxwVB7u8&list=PLOZeCk6JOqlIIxWT7JPSvHfRgibbakSgD&index=5.

12.38 Bridgelall, Raj. *Reducing Risks by Transporting Dangerous Cargo in Drones*, 12 Oct. 2022, mdpi-res.com/d_attachment/sustainability/sustainability-14-13044/article_deploy/sustainability-14-13044.pdf?version=1665566714.

12.39 Yudhvir Rana / TNN / Updated: Feb 20, 2023. "Pakistan: Pakistan Sends High-End Drone to Airdrop Drugs in Punjab; It Is Capable of Spying Too: Chandigarh News - Times of India." *The Times of India*, 20 Feb. 2023, timesofindia.indiatimes.com/city/chandigarh/pakistan-sends-high-end-drone-to-airdrop-drugs-it-is-capable-of-spying-too/articleshow/98076513.cms.

"Teledyne FLIR Defense Wins $13 Million Pentagon Contract for Remote CBRN Detection Using Autonomous Drones." *Business Wire*, 8 Feb. 2023, www.businesswire.com/news/home/20230208005016/en/Teledyne-FLIR-Defense-Wins-13-Million-Pentagon-Contract-for-Remote-CBRN-Detection-Using-Autonomous-Drones.

12.41 RT Arabic, dailymail. "ذوبان جليد سيبيريا قد 'يحيي' أمراضا قديمة!" *RT Arabic*, 15 Apr. 2019, arabic.rt.com/technology/1013488-%D8%B0%D9%88%D8%A8%D8%A7%D9%86-%D8%AC%D9%84%D9%8A%D8%AF-%D8%B3%D9%8A%D8%A8%D9%8A%D8%B1%D9%8A%D8%A7-%D8%A3%D9%85%D8%B1%D8%A7%D8%B6-%D9%82%D8%AF%D9%8A%D9%85%D8%A9/.

12.42 Goldbeck, N., and W. Y. Ochieng. "Risk in the Infrastructure of the Future: A Holistic View." *SpringerLink*, 1 Jan. 1970, link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-17374-5_9.

12.43 Nawy, Robert. "Water Storage Is under Cyber Threat." *Security Magazine RSS*, 24 Jan. 2023, www.securitymagazine.com/articles/98816-water-storage-is-under-cyber-threat.

12.44 Ray, Partha. "IEEE Xplore Full-Text PDF:" *Internet of Things for Disaster Management: State-of-the-Art and Prospects*, 14 Sept. 2017, ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7169508.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي

12.45 Intelligence, GlobalData Thematic. "Cbrne Defence: Technology Trends." *Army Technology*, 23 Nov. 2021, www.army-technology.com/comment/cbrne-defence-technology-trends/.

12.46 Trumbull, Charles P. "Autonomous Weapons: How Existing Law Can Regulate Future Weapons." *SSRN*, 23 Aug. 2019, papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3440981.

12.47 Russell, Stuart. "Non State Actors Can Now Create Lethal Autonomous Weapons from Civilian Products." *World Economic Forum*, 18 May 2022, www.weforum.org/agenda/2022/05/regulate-non-state-use-arms/.

12.48 Dangwal, Ashish. "Javelin Atgms on Sale! Western Weapons Delivered to Ukraine by US & Nato Are up for Sale on Dark Web - Reports." *Latest Asian, Middle-East, EurAsian, Indian News*, 21 Aug. 2022, eurasiantimes.com/weapons-delivered-to-ukraine-by-the-us-nato-are-currently/.

12.49 Rosner, Elizabeth. "Dark Web Drug Peddlers Busted, Raked in $7.2m in Crypto Exchanges." *New York Post*, 17 Feb. 2023, nypost.com/2023/02/17/dark-web-drug-leaders-busted-raked-in-7-2m-in-crypto-exchanges/.

12.50 Knight, Will. "The US Military Is Building Its Own Metaverse." *Wired*, 17 May 2022, www.wired.com/story/military-metaverse/.

12.51 Knight, Will. "The US Military Is Building Its Own Metaverse." *Wired*, 17 May 2022, www.wired.com/story/military-metaverse/.

12.52 Groote, Maarten De. "Smart Buildings Decoded - BPIE." *SMART BUILDING DECODED*, 2017, www.bpie.eu/wp-content/uploads/2017/06/PAPER-Smart-buildings-decoded_05.pdf.

12.53 Nadkarni, Vidya, and J. Michael Williams. "International Relations and Comparative Politics." *Oxford Research Encyclopedia of International Studies*, 1 Mar. 2010, oxfordre.com/internationalstudies/internationalstudies/display/10.1093/acrefore/9780190846626.001.0001/acrefore-9780190846626-e-408.

12.54 Patra, Jayanta Kumar, et al. "Nano Based Drug Delivery Systems: Recent Developments and Future Prospects - Journal of Nanobiotechnology." *BioMed Central*, 19 Sept. 2018, jnanobiotechnology.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12951-018-0392-8.

12.55 Sutlieff, Gary, et al. "Using Satellite Data for CBRN (Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear) Threat Detection, Monitoring, and Modelling - Surveys in Geophysics." *SpringerLink*, 11 July 2021, link.springer.com/article/10.1007/s10712-021-09637-5.

12.56 Paris, Katherine. "Genome Editing and Biological Weapons." *SpringerLink*, 15 Dec. 2022, link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-21820-0.

12.57 تعليم جديد, 10 Sept. 2022, www.new-educ.com/%D8%A7%D9%84%D8%B3%D9%84%D9%88%D9%83-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%AF%D9%88%D8%A7%D9%86%D9%8A-%D8%A3%D8%B4%D9%83%D8%A7%D9%84%D9%87-%D9%88%D8%A3%D8%B3%D8%A8%D8%A7%D8%A8%D9%87. د. إيناس عبّاد. "السلوك العدواني : أشكاله وأسبابه ."

12.58 Rue, Noah. "Applications of Robotics in Waste Management." *BBN Times*, 2 Mar. 2023, www.bbntimes.com/environment/robotics-in-waste-management-a-promising-solution-for-a-cleaner-future.

12.59 Miles, Sheryl, et al. "Robotics Partnership Aims to Shape Future of Hazardous Materials ." *IOT Insider*, 21 Sept. 2022, www.iotinsider.com/industrial/robotics-partnership-aims-to-shape-future-of-hazardous-materials/.

هذه الوثيقة تعتبر ملكية فكرية للهيئة الوطنية لإدارة الطوارئ والأزمات والكوارث ولا يحق إعادة نسخها أو توزيعها بدون تصريح رسمي