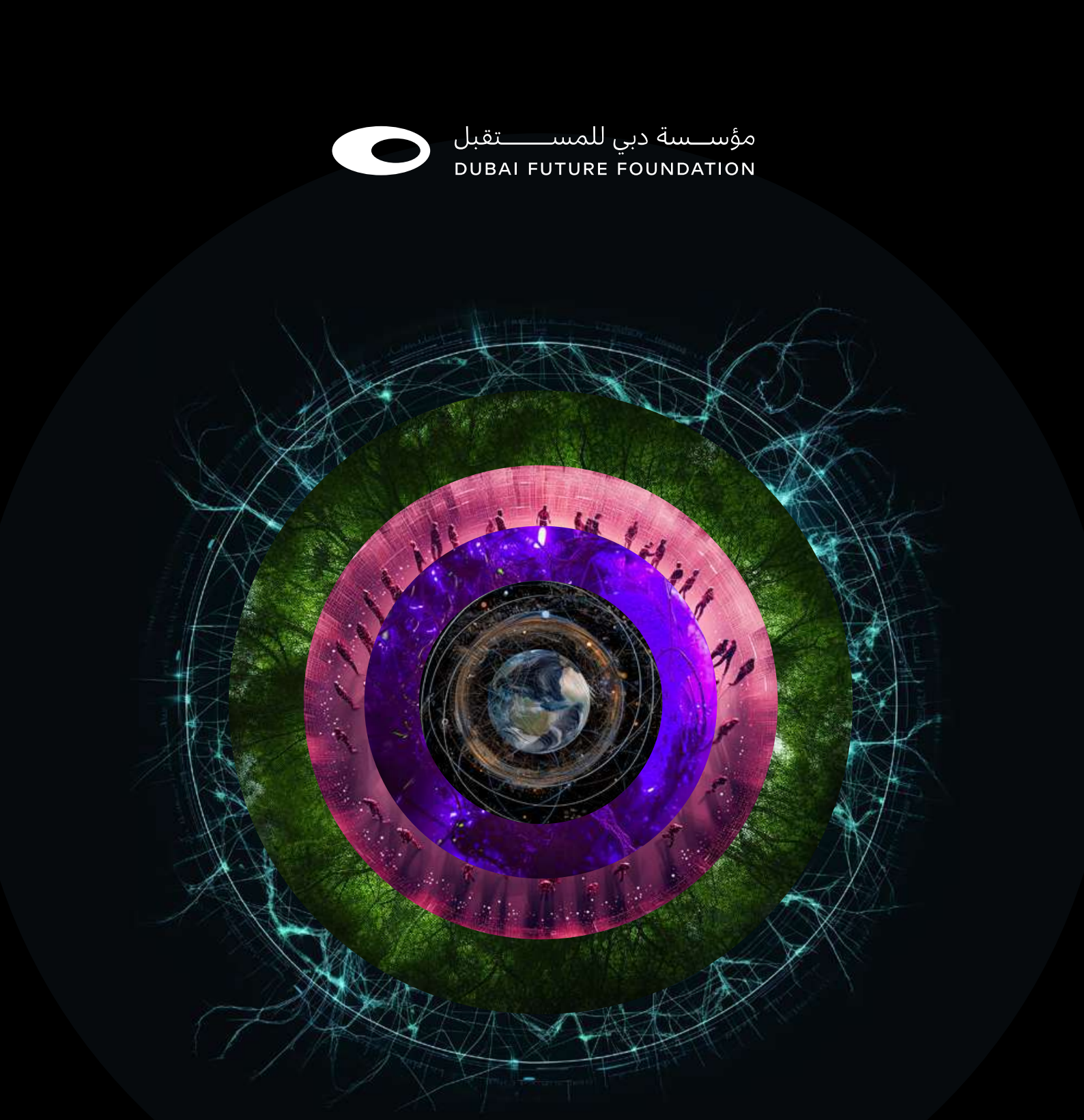
مؤسسة دبي للمستقبل
DUBAI FUTURE FOUNDATION



تقرير الفرص المستقبلية

50 فرصة عالمية

2024

تجديـد الأمـل بالمســتقـــبل

محمـد عـبدالله القــرقاوي
نائب رئيس مجلس الأمناء والعضو المنتدب لمؤسسة دبي للمستقبل

العجلة نحو المستقبل تدور بسرعة تفوق ما كنا نتوقعه ونتخيله، وتفوق في زخمها ما توقعه أسلافنا حول انعكاسات دوران العجلة للمرة الأولى قبل آلاف السنين على تطور مستقبل البشرية، ليصبح العالم المترامي الأطراف باختلاف تضاريسه قرية صغيرة تلتقي فيها الحضارات والثقافات والأفكار والمعارف والعلوم.

على مر العصور، أدركت الأمم قبلنا أهمية التخطيط للمستقبل فكان المصريون القدماء والبابليون والسومريون يرصدون حركة النجوم والشمس والقمر لتخطيط حركتهم الملاحية، وتحديد مواسم الزراعة، وتواريخ المناسبات الدينية، والرحلات التجارية، وأوقات الحروب. لقد تحدى العقل البشري منذ فجر التاريخ حدود الزمان، وتفّرد في ابتكار الحلول التي ساهمت في وصولنا إلى هذا العصر، وهذا اليوم، وهذه الدقيقة من النهضة العلمية الشاملة.

ومع حديثنا عن استعداد الأمم في الماضي للمستقبل رغم بساطة الأدوات حينها، أصبحنا اليوم أمام حاجة مُلحة لتطوير أدوات استشراف المستقبل بشكل لحظي مع ظهور تقنيات ثورية كالحوسبة الكمومية التي تتجاوز سرعتها سرعة الحواسيب الفائقة المستخدمة اليوم بـ 158 مليون مرة، أو الذكاء الآلي الذي سيفوق مرحلة الذكاء الاصطناعي الحالي بمراحل.

ومع القفزات التقنية والمعلوماتية الهائلة، يتوقع أن تكون هناك زيادة في البيانات المنتجة بنحو 10 أضعاف بحلول عام 2030، ما يؤكد ضرورة تهيئة المؤسسات والحكومات للتعامل بفعالية مع البيانات، وتحليلها وتوظيفها لصناعة القرارات، وصياغة السياسات، واستقطاب الموهوبين القادرين على استغلال تلك البيانات بشكل مثالي. فكما نقول دائماً، من يملك المعلومة، يملك المستقبل.

وتتجلى مهمتنا كصناع قرار ومستشرفين للمستقبل في تحليل الاتجاهات العالمية، واستقراء ما يحمله المستقبل من فرص، وتقييم المخاطر وتخطيط السيناريوهات المستقبلية، للتعامل بكفاءة مع التحديات، وتسريع التحرك في القضايا الدقيقة، وأخذ زمام المبادرة في احتواء الأزمات وتلافي تداعياتها.

في هذه الرحلة الإنسانية للمستقبل، نتشارك الرؤى والتطلعات في تحقيق النمو والازدهار والمساواة في الفرص لكافة المجتمعات، ومعها نتشارك الجهود والأدوار لمواكبة التوجهات المستقبلية، وتصميم الاستراتيجيات ونماذج العمل المرنة لتطوير النظم الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والصحية والتكنولوجية.

من خلال تقرير " 50 فرصة عالمية" في نسخته الثالثة، نهدف إلى استكشاف آفاق فرص المستقبل وتوظيفها لتعزيز منهجيات العمل وأساليب الحياة، ووضع المعارف وأفضل الممارسات في أيدي المؤسسات والأفراد والحكومات الارتقاء بكافة القطاعات، وتحسين جودة حياة الشعوب. كما نستعرض في التقرير أبرز التحديات التي قد تعيق مسيرة النمو عالمياً للاستعداد لها وتهيئة أفضل الظروف لمواجهتها. ويسلط التقرير الضوء على أبرز 10 توجهات عالمية كبرى سترسم ملامح التحولات الحالية والمستقبلية مع إيضاح مدى تأثيرها على مسيرة التنمية العالمية.

نخطـو نحـو المسـتقبل بتفـاؤل، فالأمـم المستـعدة لا تخشـى التغييـر، بل تعـمل بثـقة وكفـاءة للاستفـادة من الفـرص المتـاحة.

الفهـــرس

ملخـص تنفيـذي	1
رؤيـتنـا للمسـتقـبل	5
المتغيّـرات المـستقبليـة	8
الفـرضيـات	14
التـوجهات العالمية الكبرى	19
محتوى التقرير	40
رؤيـتنا للمسـتقـبل	41
محتوى الفرص	42
خريطة الفرص	45
الفرص الخمسون	46
الصحة	46
الطبيعة والاستدامة	95
تمكين المجتمعات	116
تحسين الأنظمة	145
الابتكارات المستقبلية	198
المنهجية المعتمدة واستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي	251
شكـر وتقـدير	256
قائمـة المصطلحات	258
الـفهـرس	270
الـمراجع	271

50 فـرصـــة عـــالمية

الصحـــــة

بنك عالمي للسلالات البكتيرية 47
ملابس للعناية بالصحة 51
ترميم العضلات 55
ذكاء اصطناعي لتعزيز الصحة النفسية 59
طباعة الأعضاء البشرية 63
ثورة في طب الأشعة 67
فحص فوري للبكتيريا 71
الصحة النفسية الفضائية 75
موارد بحرية جديدة 79
وداعاً لأدوية الاكتئاب 83
تكنولوجيا اللمس 87
أنظمة تغليف حيوية 91

الطبيعة والاستدامة

مُدن من وحي الطبيعة 96
بيئات حيوية افتراضية 100
مياه شرب نقية إلى الأبد 104
طبيعة سريعة النمو 108
طاقة توربينية ذكية 112

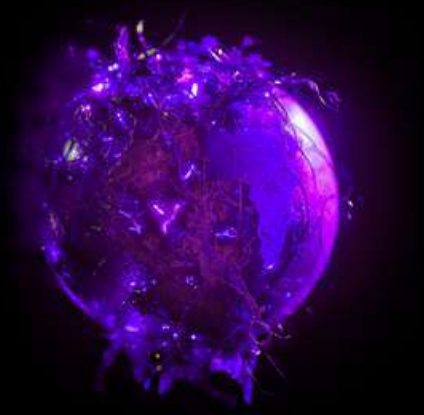
تمكين المجتمعات

مناهج تدريس الحكمة 117
صون الحضارة 121
اقتصادات المجتمعات الرقمية 125
تحول رقمي للتاريخ والثقافة 129
أحياء داعمة للصحة النفسية 133
ذكاء اصطناعي لا يستثني أحداً 137
مسارات تنموية متفردة 141

تحسين الأنظمة

روبوتات مسؤولة 146
سياسات نقدية متطورة 150
سحابة لامركزية 154
مدن متصلة 158
ذكاء اصطناعي قانوني 162
حكومات مسؤولة اجتماعياً 166
لقاحات لم يصممها البشر 170
أقراص الحمض النووي 174
تحوّل البحوث 178
التعاون الاصطناعي 182
اتصال بلا انقطاع 186
دبلوماسية استشرافية 190
رخصة تجارية عالمية 194

الابتكارات المستقبلية



عكس المسار المهني 199
ابتكار نماذج عالمية للتعليم 203
لمس بلا تلامس 207
صون الإبداع البشري 211
إعادة ابتكار البطاريات 215
سيارات شمسية 219
أحلام واعية 223
صيانة ذاتية للأجهزة 227
المادة المعجزة 231
العلوم مفتوحة المصدر 235
بلاستيك أخضر 239
قفزة كمومية 243
إنترنت فضائي 247

ملخــص تنفيـذي

يهدف تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" إلى استطلاع فرص جديدة لتحقيق النمو والازدهار وتحسين جودة الحياة في ظل التطور المستمر لاحتياجات أفراد المجتمع، وهو ما يتطلب رؤية أكثر شمولية لمفهوم "النمو" تعكس الاعتبارات البيئية والمجتمعية والإنسانية، بعدما ظل النمو الاقتصادي هو المقياس الأساسي والوحيد للنجاح لسنوات طويلة.

حرصت المجتمعات على تحقيق النمو الاقتصادي لتأمين حياة أفضل لأفرادها، وأدى ذلك بالفعل إلى تحسين حياة الكثيرين، ولكن التغيّر الذي يشهده العالم أدى إلى تغيّر احتياجات أفراد المجتمع أيضاً ورغبتهم في تحقيق المزيد من الازدهار وجودة الحياة، ولن يكون النمو الاقتصادي وحده كافياً لمواكبة ذلك في المستقبل، حيث سيعيش كل مجتمع وفق سيناريوهات مستقبلية مختلفة تماماً عن غيره، حسب المنطقة التي يعيش فيها أفراده والتحديات المحلية والدولية التي تواجههم.

لذلك سيكون من الضروري أن نقف على هذه الاحتياجات المتجددة وأن نفهمها جيداً، وأن نركز في الوقت نفسه على إدارة المتغيّرات الغامضة والتحديات التي تنتج عنها، مع توجه الأفراد إما للبحث عن فرص تلبي احتياجاتهم الأساسية، أو لعدم الرغبة في المشاركة الفعالة في مجتمعاتهم إذا لم ينجحوا في بحثهم عن تلك الفرص، وهو ما سيؤدي إلى زيادة الاضطرابات النفسية والاجتماعية في المجتمعات. **مرحباً بكم في عصر التحولات الكمومية! (يمكنكم الاطلاع على المزيد حول هذا الموضوع في إصدار عام 2022 من هذا التقرير).**1

الشكـل 1

عصــر التحــولات الكمــومية (Quantum Shifts)

نشأ هذا المصطلح بدايةً في فيزياء الكم ويشير إلى الانتقال المفاجئ من حالة طاقة إلى أخرى من خلال الذرات والجسيمات دون الذرية. هذه النظرة الكمومية تقرب إلى أذهاننا مفهوم "التشابك الكمي"2 الذي يشير إلى ترابط الجسيمات في تحركها وتفاعلها حتى عندما تكون بعيدة عن بعضها.

يستخدم تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" مفهوم "الكم" ومصطلح "الكمومي" لوصف التغيّرات السريعة والثورية والمفاجئة التي قد تحدث في مجالات التكنولوجيا والأعمال والإدارات الحكومية والطب والثقافة وغيرها. كما أننا نستخدم هذا المصطلح للإشارة إلى العلاقات والروابط المتشابكة والمعقدة التي سترسم معالم مستقبلنا وتحدد توجهاته، فبعض المحركات قد تدفع المجتمعات في اتجاهات متعارضة تماماً، وبعض الابتكارات قد تمكّن مجتمعات من المضي قدماً نحو المستقبل الذي تتطلع إليه، في حين تعيق مجتمعات أخرى عن تحقيق ذلك.

هذه التغيرات عندما تحدث بسرعة وبشكل مفاجئ نطلق عليها "تحوّلات" - وهي السمة المميزة للعصر الذي نعيش فيه اليوم.

ونحن نحرص على **تقديم تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" للجهات المعنية والشركاء المحليين والدوليين باعتباره مخططاً للمستقبل،** حيث يشمل وصفاً تفصيلياً **لأبرز المتغيّرات غير المعروفة** التي تمكننا من استكشاف نقاط قوتنا وضعفنا، وتسلط الضوء على الفرص والتحديات التي قد تنشأ على مدى السنوات الـ 50 المقبلة؛ بينما يتضمن التقرير أيضاً شرحاً لأهم الفرضيات التي يمكننا من خلالها مراقبة تطورات بعض الحقائق التي نعتبرها من المسلّمات، وهو أمر غاية في الأهمية نظراً لتأثير أي تغيير قد يطرأ على تلك الفرضيات في تحول الأسس التي نبني عليها الفرصة المستقبلية بالكامل.

ويركز التقرير على أهمية المرونة في تمكيننا من توظيف وتطوير الأفكار المبتكرة، فنحن بحاجة إلى: **المرونة في مراقبة التطورات المستقبلية، والمرونة في الاستجابة للمتغيرات، والمرونة في التأقلم مع التحوّلات المستقبلية عند الحاجة.**

ونقدم في نسخة هذا العام من تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" المزيد من التفاصيل حول المؤشرات التي لا بد من التنبّه إليها عند مراقبة المتغيّرات الغامضة، كما نضيف تعليقات هامة على بعض المؤشرات التي ترتبط بالفرضيات أيضاً، بينما نستعرض مرة أخرى أهم 10 **توجهات كبرى تصمم مستقبل العالم** في عام 2024، وأهم الفرص المستقبلية المرتبطة بتلك التوجهات وتعزز رؤيتنا الجماعية للمستقبل. بعد ذلك، يستعرض التقرير 50 فرصة مستقبلية جديدة استلهمناها خلال جلسات عصف ذهني جماعية ومقابلات شخصية مع الخبراء في مختلف المجالات وترجمة البحوث وما إلى ذلك. ومع تقديمنا هذه الفرص الجديدة إلى جانب الفرص الـ 100 الواردة في نسختي 2022 و2023، نضع بين أيدي القراء 150 فرصة مستقبلية، تشمل أكثر من 700 فكرة ومبادرة للاستعداد للاستفادة من فرص المستقبل أو التعرف عليها أو تمكينها أو الحد من المخاطر المرتبطة بها.

وفي تقرير هذا العام، **نسلّط الضوء من جديد على إمكانات الإبداع البشري التي لا حدود لها،** والتي تعزز فينا الأمل لتحقيق المزيد من الإنجازات والابتكارات التي تؤثر على المجتمعات المحلية والعالمية، في **ظل إدراكنا المشترك لمفاهيم النمو والازدهار وجودة الحياة والتي ستواصل تطورها وتغيرها في المستقبل** (انظر الشكل 2).

الشكـل 2

تعـريف النمـو والازدهـار وجـودة الحـياة[أ]

اليـــوم	المســـتقبل
النمـو يشير مصطلح "النمو" اليوم إلى الزيادة في إجمالي إنتاج السلع والخدمات في اقتصاد معيّن مع مرور الوقت.	**النمـو** قد يتخطى مفهوم النمو العوامل الاقتصادية في المستقبل ليشمل، على سبيل المثال، حساب التأثيرات السلبية أيضاً لنتمكن من تطوير مقاييس لنمو المحصلة الإيجابية للشركات - وهي مرحلة متقدمة تسعى فيها الشركات إلى أن تقدم للبيئة أكثر مما تستهلكه من المصادر والموارد الطبيعية في جميع عملياتها.
الازدهـــار يتمحور مفهوم الازدهار اليوم حول عيش حياة كريمة ومستقرة وخالية من التهديدات أو الفقر أو التعرض للأذى، إلى جانب إمكانية الوصول إلى فرص العمل اللائقة ومختلف الخدمات، مثل التعليم والرعاية الصحية.	**الازدهـــار** قد يتطور تعريف الازدهار مستقبلاً ليشمل الوصول إلى الخدمات الشخصية المصممة وفق احتياجات الفرد والخدمات ذاتية الإدارة والاستدامة. وقد يشمل مفهوم الازدهار تدفقات متنوعة للدخل المالي الإضافي دون الاعتماد فقط على الوظيفة الثابتة، لتمكين الأفراد من تحسين مستوى معيشتهم، وقد يشمل أيضاً توفير المزيد من الخيارات الحياتية أمام الأفراد، وضمان بيئة داعمة ومكتفية ذاتياً لعيش تلك الخيارات.
جـودة الحـــياة يمكن تعريف "جودة الحياة" في يومنا هذا على أنها حالة من الصحة العقلية والجسدية الجيدة والإحساس بالرضا عن الحياة، نتيجة تحقيق النمو والازدهار والمشاركة الإيجابية في المجتمع والتفاعل الإيجابي مع البيئة والشعور بالانتماء.	**جـودة الحـــياة** قد يرتكز تعريف "جودة الحياة" في المستقبل أكثر على الشعور بتحقيق الذات والثقة بالنفس، إذ قد نتمكن من خلال التطور في الطب والتكنولوجيا من تحسين قدرتنا على التغلب على مختلف تحديات الصحة العقلية والجسدية.

[أ] تعريف مغير من الإصدارين السابقين للتقرير.

ويستعرض تقرير هذا العام الفرص المستقبلية ضمن 5 محاور أساسية، كما هو الحال في الإصدارين الماضيين، مع إعادة محور "تحسين الأنظمة" الذي ورد في تقرير عام 2022 مرة أخرى ضمن تقرير هذا العام، في حين أدرجنا الفرص التي شملها محور "التعاون" المذكور في تقرير عام 2023 ضمن فرص المحاور الأخرى - فالتعاون أساسي لتحقيق جميع الفرص والفوائد المرتبطة بها. ومن الإضافات الجديدة للإصدار الحالي من التقرير استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي لتحسين جودة البحث والصور والرسوم البيانية. وقد أضفنا تعليقاً قصيراً في قسم "المنهجية المعتمدة في إعداد التقرير" يشرح بشفافية طريقة استخدامنا لهذه التكنولوجيا الثورية.

تحمل الأعوام الـ 50 المقبلة فرصاً وتحديات لجميع الأجيال؛ البعض منا سيعيش فترة كافية ليستفيد من بعض هذه الفرص أكثر من غيرها، ولكن تبقى المسؤولية المشتركة بيننا جميعاً هي أن **نتعاون على أعلى مستوى لإدارة المتغيّرات بشكل أفضل، ومواكبة التحولات، والاستفادة من الفرص المتاحة،** من أجلنا ومن أجل الأجيال القادمة.

رؤيـــتـنـا للمســـتـقـبل

رؤيتنا للمستقبل التي نستعرضها في تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" تمثل إطار عمل لتغيير أنماط التفكير السائدة وتسهيل عملية صنع القرار.

تتمحور هذه الرؤية حول تحقيق النمو والازدهار وتحسين جودة الحياة، وكلها مفاهيم ستتطور تعريفاتها مع مرور الوقت،3 **وتتشكل من خلال ثلاثة جوانب مترابطة هي: المتغيّرات، والفرضيات، والتوجهات العالمية الكبرى.** ونسعى من خلال هذه الرؤية إلى مساعدة العالم للاستفادة من الفرص وتوقع التحديات وإدارة المخاطر عبر الابتكار، لتغدو نموذجاً فكرياً يواكب تطورات عصر التحولات الجذرية، وأداةً تسهم في ابتكار وسائل جديدة لتلبية الاحتياجات الأساسية لأفراد المجتمع وتحقيق تطلعاتهم، خاصةً في ظل الظروف المتغيرة التي تعيشها المجتمعات حول العالم.4

المتغيرات الغامضة والفرضيات تظل ثابتة ربما لعشرات السنوات، بينما تظهر التوجهات العالمية الكبرى على مدار فترة زمنية أقصر وربما تتغير في غضون عقدٍ من الزمن،5 ولذلك، فإن التفكير في المستقبل واستشرافه والتخطيط له مهمة لا تخلو من التحديات.6

ومع أننا نستعرض ركائز رؤيتنا للمستقبل بشكلٍ منفرد، إلا أن هذه الركائز مترابطة مع بعضها في الواقع. وتتمثل وظيفة خبير استشراف المستقبل (انظر الشكل رقم 3) في إدارة هذه الجوانب بمرونة وإبداع، مما يسهل اتخاذ القرارات المناسبة لضمان أفضل مستقبل ممكن.

الشكـل 3

خبير استشــراف المستـقــبل

خبير استشراف المستقبل من وجهة نظرنا هو خبير متعدد التخصصات، سواء كان له تخصص واضح أم لم يكن متخصصاً في مجال محدد، ويعمل بالتعاون مع خبراء عالميين لديهم توجه مستقبلي في مجالات خبرتهم أو قطاعاتهم ذات الصلة. ويتمتع خبراء استشراف المستقبل بعقلية ريادة الأعمال في أسلوب عملهم عند تنفيذ الأنشطة المتعلقة بالاستشراف، والمشاركة في النقاشات المتعلقة بالمستقبل، بما في ذلك التوعية المجتمعية والثقافية ودعم الأهداف الاستراتيجية والقدرة التنافسية والتأثير إيجابياً على المجتمعات المحلية والعالمية.

قبل 10 سنوات، لم يكن دور "خبير استشراف المستقبل" محدداً بشكلٍ واضح.[7] فقد قمنا باستخدام كلمات رئيسية مثل "استشراف المستقبل" و"دراسات المستقبل" و"تخطيط السيناريوهات"،[ب] واخترنا بشكلٍ عشوائي 30 إعلاناً من إعلانات الوظائف المنشورة على منصة "لينكد إن" حول العالم،[ج] ونظرنا في عناوينها وتوصيفاتها الوظيفية لنرى كيف يرى العالم "خبير استشراف المستقبل" الآن. هذه الدراسة القصيرة التي أجريناها توفر لنا لمحة أولية عن هذا الموضوع، إلا أن إجراء دراسة أكثر تعمقاً سيزودنا بالمزيد من المعلومات حسب السياق الجغرافي والقطاع والأقدمية في العمل.

ووجدنا أنه في حين شملت بعض المسميات الوظيفية مصطلح "استشراف المستقبل" مثل "ضابط أو مدير استشراف المستقبل" و"قائد استشراف المستقبل" و "خبير في دراسات المستقبل والاستشراف"، لم تشمل أكثر من نصف المسميات الوظيفية مصطلحيّ "استشراف المستقبل" أو "دراسات المستقبل" واندرجت ضمن فئة الوظائف المتعلقة بالاستراتيجية أو التخطيط أو التطوير.

أمـثـلة للمسـمـيات الوظـيـفية

الرئيس التنفيذي للاستراتيجية | **مدير الاستراتيجية والتطوير المؤسسي**

مدير التخطيط والتحليل | **مسؤول التوعية والمشاركة**

باحث في استشراف المستقبل | **رئيس قسم الشؤون المؤسسية والمشاركة**

رئيس الاستراتيجية والعمليات | **مستشار التطوير الاستراتيجي**

المدير الأول للاستراتيجية المؤسسية ومعلومات السوق

مسؤول التخطيط الاستراتيجي | **استشاري الاستراتيجية**

ب خلال هذه الدراسة القصيرة، قمنا بإدراج "تخطيط السيناريو" ككلمة رئيسية، مع الاعتراف به كأداة بارزة في مناهج استشراف المستقبل. بالإضافة إلى ذلك، غالبًا ما تبحث الصناعات عن مخططي السيناريو ليقوموا بعمل خبير استشراف المستقبل.

ج تم في 15 نوفمبر 2023.

وقد اندرجت أكثر من نصف المسميات ضمن فئة الوظائف المتعلقة بالاستراتيجية أو التخطيط أو التطوير .

أما التوصيفات الوظيفية فقد تبنت منظورين أساسيين. فمن ناحية، تمحورت بعض الأدوار حول **التخطيط وبناء القدرات،** بما في ذلك تطوير الأدوات والموارد اللازمة لاستشراف المستقبل، وتصميم وتقديم الدورات التدريبية حول الاستشراف، وإنشاء شبكات من الخبراء العالميين، وصياغة سياسات الاستشراف واستراتيجياته. ومن ناحية أخرى، طغى الطابع التشغيلي على الأدوار الأخرى، إذ تضمنت التركيز على تحديد الاتجاهات والتحديات والفرص والمخاطر والتقنيات الناشئة من مصادر متنوعة، **وتوقعها والاستجابة لها.**

وفي الحالتين، أشارت التوصيفات الوظيفية إلى توظيف استشراف المستقبل لتحقيق بعض الأهداف، تشمل: **تطوير المنتجات والخدمات، ودعم الاستراتيجية، وإنجاز الدراسات العملية وتعزيز قدرات النمذجة، وتطوير سيناريوهات مستقبلية ومواءمتها مع الاستراتيجيات المختلفة، واختبار النماذج وفق تطورات السوق والمنافسين، واستخدام الأساليب الكمية والنوعية لتشكيل الرؤى الاستراتيجية.**

كما شملت التوصيفات الوظيفية أيضاً بعض الجوانب المتعلقة **بمشاركة المعرفة والمحتوى،** مثل إنشاء المحتوى الإعلامي والتسويق الرقمي، ووضع السيناريوهات المستقبلية المحتملة التي تتضمن معارف من مختلف التخصصات، وترجمة النتائج بأسلوب سردي مقنع ورسوم توضيحية وعروض تقديمية جذابة، ومشاركة التقارير مع صناع السياسات، ومواءمة السيناريوهات مع الأهداف الاستراتيجية للمؤسسات والجهات المعنية، وصناعة محتوى يستعرض المخاطر والفرص على أساس سنوي أو نصف سنوي.

وفي حين لا يتخصص خبير استشراف المستقبل غالباً في مجال دون آخر، فقد يتحول بالتدريج للعمل في مجال محدد مثل دراسات العلوم الطبيعية والعلوم الاجتماعية والتكنولوجيا، والمناخ والاستدامة،[8] مع التركيز في الوقت ذاته على البحث العملي،[9] والإسهام في دعم مجالات العمل الأخرى،[10] وتوظيف أدوات استشراف المستقبل والتقنيات الناشئة مثل الذكاء الاصطناعي،[11] من أجل أتمتة المهام واستكشاف سيناريوهات المستقبل.[12]

إن الرؤية المستقبلية لمؤسسة دبي للمستقبل، التي استعرضناها في تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" في إصداراته المتتالية للأعوام 2022 و2023 و2024، تشكّل نقطة انطلاق وإطار عمل لمساعدة القطاع الحكومي وقطاع الأعمال والمجتمع المدني على توظيف التفكير الاستشرافي في رسم ملامح المستقبل. وبينما نقرّ بأنه لا يمكن قصر استشراف المستقبل على إطار واحد، إلا أننا ندرك أن عدم استكشافنا وتوظيفنا لأدوات ومهارات المستقبل يعني عدم قدرتنا على تصميم المستقبل الذي نطمح إليه.

المتغيّـرات المـستقـبلية

يتسم المستقبل بالغموض، **لكن لو تمكنّا من معرفة واستكشاف مسارات هذا الغموض، نستطيع أن نحدد النتائج المحتملة التي قد تؤثر بالإيجاب أو السلب في نمونا وازدهارنا وجودة حياتنا في المستقبل.** كل سلسلة من المتغيرات تشمل احتمالين متعاكسين بينهما الكثير من التغييرات المحتملة، وعندما يقع عدد من المجتمعات (يعني مدينة أو دولة أو منطقة مثلاً) ضمن نطاق سلسلة من المتغيرات التي تختلف بطبيعة الحال حسب اختلاف المكان أو التوقيت الزمني، لا يمكن أن نشمل جميع تلك المجتمعات ضمن رؤية عامة واحدة أو تقييمها بواسطة أسلوب تقييم موحد.[13]

وتعكس كل سلسلة من المتغيرات المستقبلية الظروف الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والبيئية التي قد تواجهها المجتمعات العالمية والتي تختلف كثيراً من منطقة إلى أخرى. ومع أن هذه المتغيرات بحد ذاتها ليست بالجديدة، إلا أنها ستظهر في شكل تحديات غير مسبوقة نتيجة التغيّرات التي سنشهدها على مدى العقود الخمسة المقبلة. **وبالتالي، فإن تلبية توقعات أفراد المجتمعات حول العالم يتطلب منا التوصل إلى فهم دقيق للمشهد الديناميكي والمتنوع للمتغيرات التي ترسم ملامح مستقبلنا المشترك.**

وقد ركز تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" في إصدار عام 2022 على 5 متغيرات رئيسية، وواصلنا في إصدار عام 2023 الحديث عن تأثيرات هذه المتغيرات على تحقيق النمو والازدهار وتحسين جودة الحياة. أما الإصدار الحالي لعام 2024، فيشمل تحديثات لهذه المتغيرات عبر تحديد جانبيها الإيجابي والسلبي، كما نذكر مع كل جانب بعض المؤشرات المقترحة التي يمكن للقارئ رصدها لتقييم مدى استعداده لمواجهة المتغيّرات خلال رحلته نحو المستقبل، أو مدى احتياجه لتطوير حلول أو قدرات جديدة.[14]

المـتغـيـر 1

الـتـعـــــاون

من أبـرز التسـاؤلات حـول مستـقـبل النمـو والازدهـار وجـودة الـحياة:

إلى أي مـدى ستتطـور أطـر التعـاون الدوليـة في المستـقـبل؟ [15]

تعـدد الأطـــراف

تتعاون المجتمعات العالمية وتتوصل إلى اتفاقيات بشأن مختلف التحديات العالمية وطرق مواجهتها:

المؤشـــرات:

- زيادة عدد المعاهدات والاتفاقيات في أكثر من مجال
- زيادة حركة التجارة والتبادل التجاري بين الدول والمناطق
- ارتفاع عدد المؤتمرات العالمية بمشاركة عدد أكبر من الدول من حول العالم
- زيادة معدلات استخدام الإنترنت والاتصالات والسفر

انـقسـام العـالـم

ينقسم العالم إلى أقطاب متعددة، ولا يتم التوصل إلى اتفاق حول معالجة التحديات العالمية والإجراءات التي يجب اتخاذها لدفع عجلة النمو والتطور.

المؤشـــرات:

- غياب إجراءات وضع السياسات وعدم تحقيق أي تقدم في البرامج التي تشرف عليها المؤسسات متعددة الأطراف
- زيادة عدد القضايا والنزاعات التي لم يتم التوصل إلى حلها
- تزايد المشاعر السلبية وانعدام الثقة بين المجتمعات المختلفة
- عدم زيادة عدد أعضاء المنظمات الدولية أو تراجعه

المـتغـير 2

القيـم المجـتمعية

من أبـرز التسـاؤلات حـول مستـقـبل النمـو والازدهـار وجـودة الـحياة:

هل ستتفق المجتمعات العالمية على قيم مشتركة أم ستؤدي الاختلافات إلى انقسامها؟ [16]

الشمـولية

يتفق العالم حول قيم مشتركة ومتماثلة إلى حد كبير.

التبـايـن

تتباين القيم بشكل كبير بين مختلف الدول والمدن.

المؤشـرات:

- تعزيز التلاحم الاجتماعي
- زيادة التنوّع
- مواءمة القوانين والأنظمة والسياسات لمتطلبات التحديات العالمية الناشئة
- انخفاض حالات النزاع حول العالم

المؤشـرات:

- تدني مستويات الاستقرار الاجتماعي
- زيادة النقاشات المحتدمة وتبادل الانتقادات بين المجتمعات
- ارتفاع مستوى الاستقطاب السياسي
- اختلاف الأولويات في السياسات حول التحديات العالمية

المتغير 3

التكنولوجيا [د]

من أبرز التساؤلات حول مستقبل النمو والازدهار وجودة الحياة:

هل ستتحكم التكنولوجيا بحياتنا أم ستحسّن من إنتاجيتنا وجودة حياتنا؟ [17]

تحسين الأداء

تُحسّن التكنولوجيا جودة الحياة وتُسهّل الحصول على الخدمات، مما يعزز جهود تحقيق المصلحة العامة.

المؤشرات:

- زيادة كفاءة الموارد وانخفاض استخدام المواد الخام
- زيادة كفاءة الطاقة والحد من استهلاكها
- تراجع عدد حوادث اختراق البيانات
- استقرار معدل البطالة أو انخفاضه

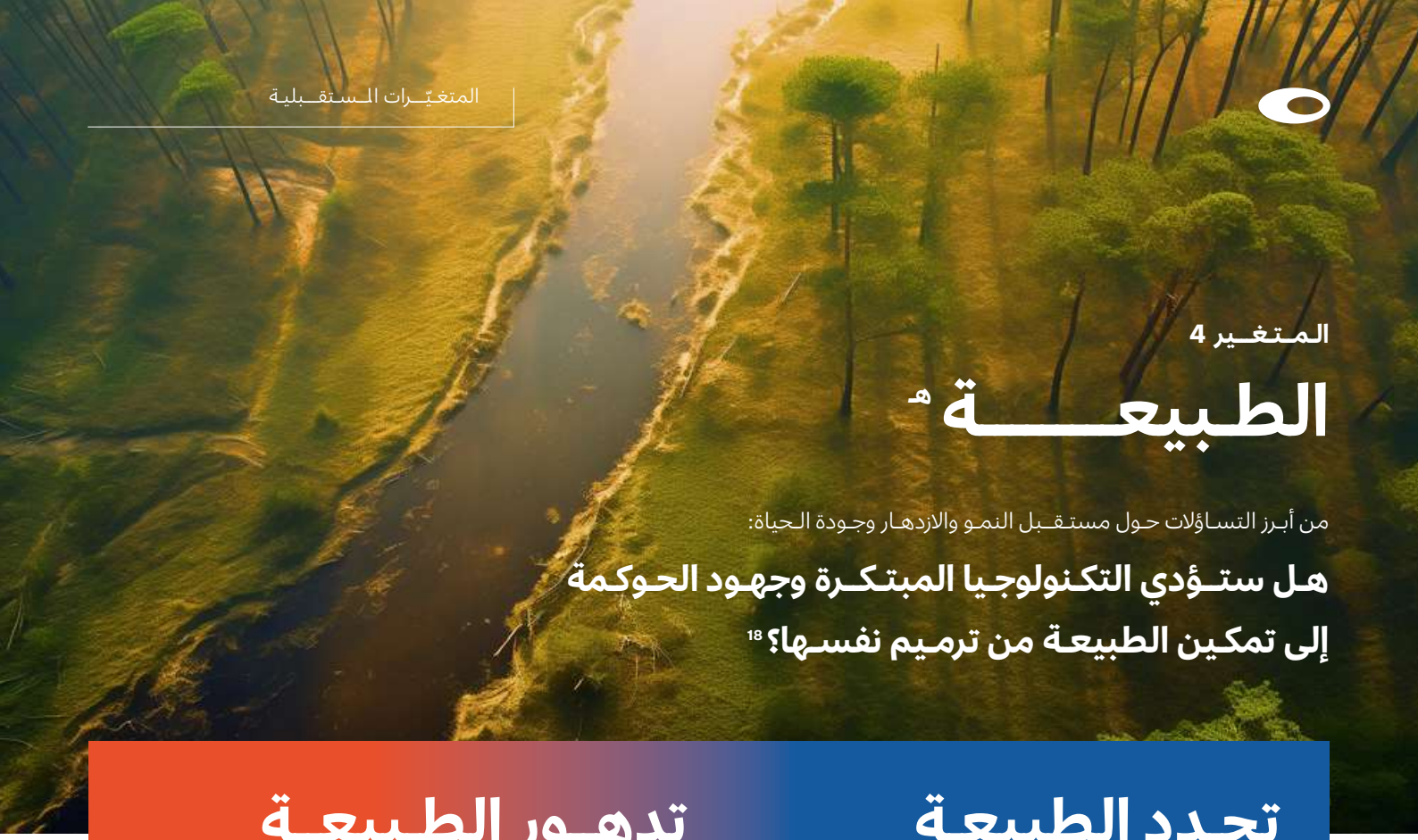
سيطرة التكنولوجيا

تسيطر التكنولوجيا على مختلف نواحي الحياة والعمل، مما يجعل من الصعب توظيف كامل الإمكانات البشرية.

المؤشرات:

- ارتفاع معدل فقدان الوظائف
- زيادة التفاوت في الدخل والمهارات
- مناهضة التكنولوجيا والإحساس بعدم الأمان في ظل هيمنتها
- عدم مواكبة حوكمة التكنولوجيا لسرعة التطورات التكنولوجية

[د] التكنولوجيا هي في الوقت نفسه من المتغيّرات المستقبلية والفرضيات. انظر إلى الفرضيات للقراءة عن الفرق.



المـتغـير 4

الطـبيعـــــة[هـ]

من أبـرز التسـاؤلات حـول مستـقـبل النمـو والازدهـار وجـودة الـحياة:

هـل ستـؤدي التكـنولوجـيا المبتكـرة وجهـود الحـوكـمة إلى تمكـين الطبيعـة من ترمـيم نفسـها؟[18]

تجـدد الطبيعـة

تؤدي التطورات التكنولوجية والفرص الجديدة إلى الحد من تدهور الأراضي والتلوث، ودعم جهود التحول إلى الطاقة النظيفة، وتعزيز التنوّع الحيوي، والإسهام في الحفاظ على الطبيعة.

المؤشـــرات:

- تعزيز الأمن الغذائي والأمن المائي
- تعزيز النظام البيئي والتنّوع الحيوي
- الحد من انبعاثات غازات الدفيئة
- زيادة الاستثمار في الاستدامة البيئية (مثل الحلول القائمة على الطبيعة، والطاقة المتجددة، والزراعة الإيكولوجية)

تدهـور الطـبيعـة

الضغوط المتزايدة على الطبيعة والمناخ والموارد الطبيعية تؤثر سلباً على سلاسل الغذاء والعمليات الطبيعية، وتشمل هذه التأثيرات على سبيل المثال زيادة وتيرة وشدة الظواهر الجوية.

المؤشـــرات:

- ارتفاع درجات الحرارة العالمية ومستوى سطح البحر
- زيادة حالات الإصابة بالأمراض حيوانية المنشأ
- زيادة معدلات انقراض أنواع الكائنات الحية
- تدهور التربة والنظام البيئي

[هـ] الطبيعة هي في الوقت نفسه من المتغيّرات المستقبلية والفرضيات. انظر إلى الفرضيات للقراءة عن الفرق.

المـتغـير 5

الأنـظـــــمة [9]

من أبـرز التسـاؤلات حـول مستـقـبل النمـو والازدهـار وجـودة الـحياة:

هـل ستصـل الأنـظـمة إلى درجـة المـرونـة الكـافـية لتلبيـة الاحـتياجـات الإنسـانـية المتغـيرة؟ [19]

مرونـة الأنظـمة

تتأقلم الأنظمة باستمرار مع المتغيّرات وتصبح أكثر مرونة في مواجهة التحديات الناشئة والفرص الجديدة.

هشـاشة الأنظـمة

تصبح الأنظمة أكثر عرضة للمخاطر مع اعتمادها على التكنولوجيا والإجراءات الحديثة، مما يؤدي إلى ظهور تحديات غير متوقعة، وبالتالي عدم الاستقرار.

المؤشـرات:

- تبني الأنظمة والإجراءات القانونية المعتمدة على التكنولوجيا (مثل استخدام الذكاء الاصطناعي وتقنية البلوك تشين)
- اعتماد آليات تجارية جديدة (مثل البلوك تشين والميتافيرس)
- تعزيز العمل التشاركي في الحكومات والشركات وفيما بينها فيما يتعلق بالتكنولوجيا والعمليات التشغيلية.
- تعزيز التعاون بين القطاعين الحكومي والخاص والابتكار في حل التحديات المجتمعية.

المؤشـرات:

- تراجع الرضا العام عن الخدمات والأنظمة العامة والخاصة.
- زيادة الهجمات الإلكترونية الشاملة والمخاطر التكنولوجية الأخرى.
- غياب العمل التشاركي داخل القطاع الحكومي والخاص وفيما بينهما.

[9] الأنظمة كمتغيّرات مستقبلية تشير إلى العمليات والآليات المستخدمة لتفعيل السياسات والقوانين واللوائح العالمية والمعاملات عبر الحدود.

الفـرضـــــيـات

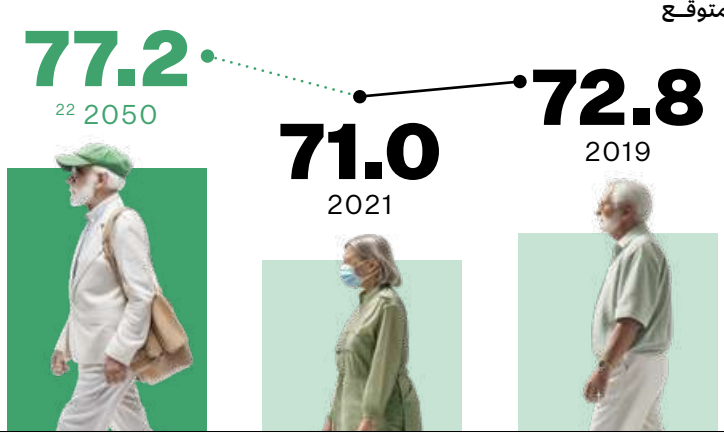
تؤدي الفرضيات في هذا التقرير دوراً محورياً مشابهاً لدورها في تخطيط السيناريوهات، **وتظل بطبيعة الحال مستقرة على مدى عدة عقود - مع أنها قد تتغير مع مرور الوقت.**[20] ويؤدي أي تعديل قد يطرأ عليها، إلى تغيير السيناريوهات المستقبلية المبنية عليها (وعلى المتغيّرات المستقبلية)، كما قد يؤثر أي تغيير في الفرضيات في كيفية تأثير التوجهات الكبرى على النمو والازدهار وجودة الحياة، وقدرة البشرية على الاستفادة من الفرص المستقبلية. ولذلك فإننا نحرص على أن نشارك في هذا الجزء من التقرير أبرز البيانات أو الرؤى المستقبلية حول بعض المؤشرات التي تضع هذه الافتراضات في سياقها. بينما نتبنى وجهة نظر طويلة المدى تجاه الافتراضات، نحن ندرك أن الأرقام قد تتغير في الأجل القصير بسبب أحداث غير متوقعة وقد يكون لذلك تأثير دائم.

الفرضـيـة 1

حـــياة أطـــول وأكـــثر صحـــة

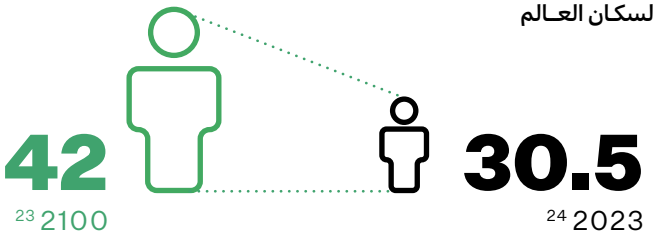
1 **رغـم انخـفاض متوسـط العـــمر المتوقـع بشـكـل هامشـي خـلال جـــائحة كـوفيد-19، إلا أنه سيواصل الارتفـاع في المستقـبل.[21]**

متوسـط العـمـر المتوقـع



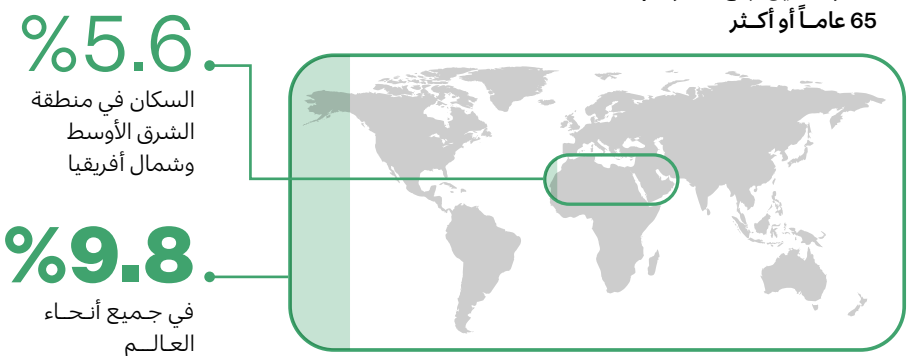
2 **سيتحـول التـوزيع السكـاني من الفـئة الأصـغر سـناً إلى الفئـة الأكـبر سناً.**

العمر الوسيط لسكان العـالم



3 **ستظل نسـبة كـبار السن فـي منطقة الشـرق الأوسط وشمـال أفريقيا، رغـم تزايدها، أقـل من المتوسط العالمـي.[25]**

الأفـراد الذين تبلغ أعمارهـم 65 عامـاً أو أكـثر

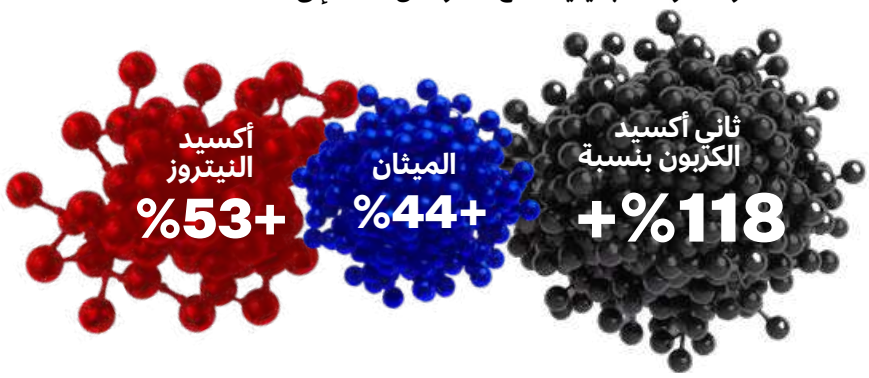


الفرضـيـة 2

استـمـرار التغـيّـر المنـاخـي

1 **رغم انخفاض معدل نمو انبعاثات الغازات الدفيئة[26]، فإن مستويات الانبعاثات ستظل مرتفعة عند مقارنة العشر سنوات الحالية مقابل العشر سنوات السابقة.[27]**

عند مقارنة فترة السبعينيات مع الفترة من 2012 إلى 2021



2 **سيبقى الفقر الناجم عن تغيّر المناخ والنزوح ونقص المياه والمحاصيل مصدر قلق عالمي، خاصة في الدول الفقيرة.[28]**

عدد الأشخاص الذين نزحوا داخل دولهم

21.6 مليون
في كل عام خلال الفترة من 2012 إلى 2021 [29]

216–113 مليون
بحلول عام 2050 [30]

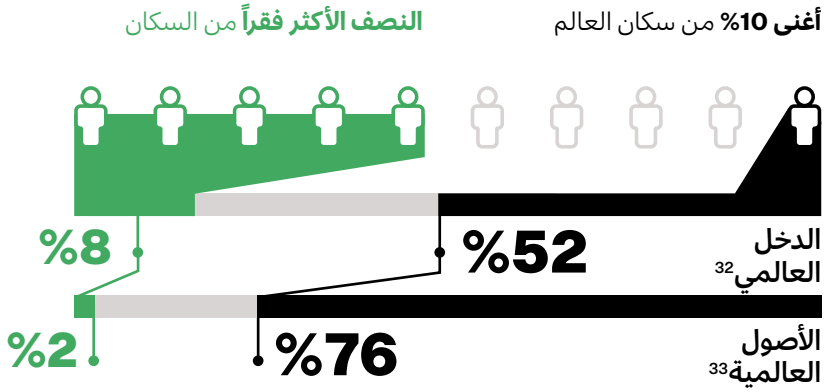
3 **ستستمر منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في مواجهة صعوبات كبيرة متعلقة بشح المياه.**

سكان المنطقة المعرضون لإجهاد مائي شديد[31]

الفرضـيـة 3

اتسـاع فجـوة انعـدام المسـاواة

1 سوف يختلف توزيع الثروة العالمية بشكل كبير.



2 سيستمر حرمان بعض الأطفال من التعليم.

250 مليون

عدد الأطفال غير الملتحقين بنظام التعليم الكامل في عام 2022 [34]

%22

من الأطفال في سن التعليم الابتدائي في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى غير مسجلين في النظام التعليمي، وهو ما مثل ضعف المعدل الذي يليه لأعلى نسبة من الأطفال غير الملتحقين بالمدارس (في جنوب آسيا).[35]

3 تستمر الفجوة العالمية في إمكانية الوصول إلى الإنترنت.

الوصول إلى الإنترنت[36]

9 من كل 10

أطفال في المدارس يمكنهم الوصول إلى الإنترنت

1 من كل 5

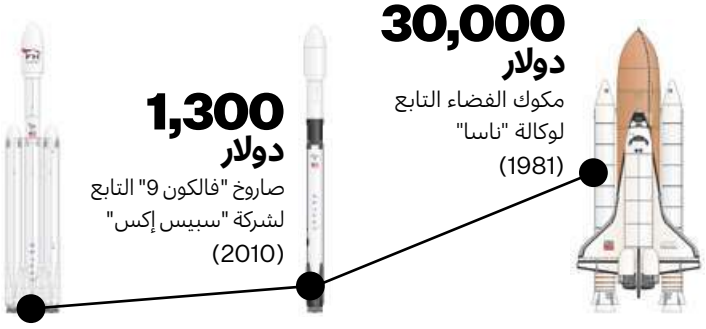
أطفال في الدول ذات الدخل المنخفض يمكنهم الوصول إلى الإنترنت

الفرضـيـة 4

مـواصـلـة التطــور التكـنـولـوجـي

1 يستمر تأثير التكنولوجيا في تعزيز التحول العالمي.

انخفاض تكلفة عمليات إطلاق مكوك الفضاء (لكل رطل من الحمولة) [37]



30,000 دولار
مكوك الفضاء التابع لوكالة "ناسا" (1981)

1,300 دولار
صاروخ "فالكون 9" التابع لشركة "سبيس إكس" (2010)

680 دولار
صاروخ "فالكون هيفي" التابع لشركة "سبيس إكس" [38](2018)

2 يستمر قطاع تقنية المعلومات في التوسع بشكل متسارع في ظل تطور الإمكانات الهائلة المرتبطة بالحوسبة الكمومية.

قد يصل حجم سوق الحوسبة الكمومية إلى

1.27 تريليون دولار

بحلول عام 2035 ضمن 4 قطاعات صناعية (هي صناعة الكيمياويات والعلوم الحياتية والقطاع المالي وصناعة السيارات)[39]

تولد الحوسبة الكمومية صافي أرباح بما يزيد عن

%13

عبر مختلف القطاعات بحلول عام 2035 [40]

3 يزداد تأثير منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على التكنولوجيا.[41]

المبادرات المستقبلية في المنطقة

2026
مشروع "كامبس دبي للذكاء الاصطناعي والويب 3.0" التابع لمركز دبي المالي العالمي[42]

2030
المدينة الفضائية المصرية[43]

2030
الاستراتيجية الفضائية السعودية من خلال رؤية 2030 [44]

2033
برنامج دبي للألعاب الإلكترونية الذي أطلقته مؤسسة دبي للمستقبل[45]

2117
مشروع "المريخ 2117" بدولة الإمارات لبناء مستوطنة بشرية على المريخ بحلول عام 2117 [46]

التوجـهات العـالمية الكبـرى

على عكس الفرضيات والمتغيرات الغامضة، تحدُث التوجهات العالمية الكبرى، كما أشرنا في إصدار عام 2022 من هذا التقرير،[47] على مدى فترة زمنية أقصر. وفي منظورنا، تشكل التوجهات العالمية الكبرى مسارات لمجالات محددة برؤية مستندة إلى الأبحاث، ويُتوقع أن يكون لها تأثير كبير على الاقتصادات والمجتمعات على مستوى العالم، ومن المرجح أن تؤثر على تحقيق النمو والازدهار وتحسين جودة الحياة إما بشكلٍ إيجابي أو سلبي، وأن يمتد تأثيرها لعقدٍ من الزمن أو أكثر.[48] ولذلك، **رغم طبيعة التوجهات العالمية الكبرى المعقدة وترابطها وتقاطعها فيما بينها، فإنها تزود صانعي القرار وخبراء استشراف المستقبل برؤية شاملة للتفكير في الفرص المحتملة لتحقيق النمو المستقبلي والازدهار وتحسين جودة حياة الأفراد في قطاعاتهم أو وفق أهدافهم الاستراتيجية المستقبلية.**

وتتميز التوجهات العالمية الكبرى بطابعها الديناميكي، فقد تتطور عندما تتداخل أو تتقاطع مع المتغيرات المستقبلية. وفي سياق تقرير هذا العام، تُظهر أبحاثنا أن التوجهات العالمية الكبرى ما زالت تحمل الأهمية نفسها، غير أنّ التوجه الثاني في التقرير، والذي كان يحمل سابقاً عنوان "انخفاض تكلفة البيانات الخام"، قد شهد تطوراً ملحوظاً، مما دعانا لتغييره إلى "إتاحة البيانات للجميع بلا حدود وبأبعاد متعددة".[ز] وهو ما يعكس التطور الكبير الذي شهده العالم في مجال جمع البيانات وتعزيز القدرات التحليلية.

وتتميّز هذه التوجهات الكبرى، التي يستعرض التقرير كل منها بشكل مستقل، بتعقيدها وترابطها وتداخلها. وتجدر الإشارة إلى أن هذه التوجهات والمؤشرات والفرص المستقبلية قد تم ذكرها على أساس الأهمية والتأثير وليس على سبيل الحصر. كما ذكرنا مع كل توجه بعض الحقائق عن الواقع الحالي والتوقعات المستقبلية، وثلاثة مجالات لفرص مستقبلية محتملة قد تكون محل اهتمام الأفراد وصانعي القرار.

[ز] متنوعة، سلسة، ثابتة، معالجة، تدفقات البيانات، معقدة، متعددة الأبعاد، بيانات لا تنتهي.

التـوجـــــه 1
ثـــــــورة
المـــــــواد

المواد هي المكون الأساسي لجميع المنتجات التي نستخدمها ونستهلكها في حياتنا اليومية، وهناك فرص جديدة لاستخدام مواد مبتكرة في أغلب القطاعات الصناعية والتقنية والاستهلاكية، بفضل التطور الهائل في مجال الذكاء الآلي المتقدم وتقنيات النانو، وزيادة الأبحاث والتمويل في مجال علوم المواد.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
الرعاية الصحية
البنية التحتية والإنشاءات

الكلمات الرئيسية

أنواع الوقود البديلة
الغرافين
المواد الكربونية الخضراء
الرغوة المعدنية
تقنيات النانو
البوليمرات
المواد سريعة الاستجابة أو المواد الذكية
المواد ذاتية الإصلاح
أشباه الموصلات
علوم الأحياء التركيبية

هـندسة الأنسجـة

تتمتع هندسة الأنسجة بمستقبل واعد للغاية، في ظل الإنجازات الضخمة التي يتوقع تحقيقها في مجال تجديد الأنسجة وإصلاحها. ومن المتوقع أن يشهد هذا القطاع نمواً سريعاً لتصل قيمة السوق العالمي إلى حوالي 43 مليار دولار بحلول العام 2030، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 14% بين عامي 2023 و2030.[49]

يعد الدمج بين علوم المواد وهندسة الأنسجة عاملاً محورياً، لا سيما في مجال تطوير الدعامات المتوافقة حيوياً وهي عنصر ضروري لنجاح نمو الأنسجة وإعادة بنائها.[50]

من المتوقع أن تنضج تطبيقات هندسة الأنسجة قيد التطوير حالياً في غضون 3 إلى 10 سنوات، مما يؤكد التطور السريع لهذا القطاع.[51]

ومن المتوقع أن تشهد سوق هندسة الأنسجة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا – مثله مثل السوق العالمي - نمواً من 494 مليون دولار تقريباً في عام 2022، إلى حوالي 955 مليون دولار بحلول عام 2028، بمعدل نمو سنوي مركب يتجاوز 10% تقريباً.[52]

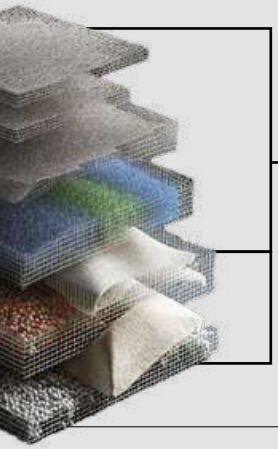
من المتوقع أن تنضج تطبيقات هندسة الأنسجة قيد التطوير حالياً في غضون

3 إلى 10 سنوات

دور تطـور المـواد في قطـاع الهندسـة

تُسهم تطورات تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد وعلوم المواد في تحسينات جوهرية على المكونات الهندسية وتغييرات جذرية في قطاع الإنشاءات، وتحولات شاملة في مواد البناء الشائعة مثل الخرسانة والفولاذ والخشب، وكذلك المكونات الأساسية مثل الحشوات والأسلاك والأنابيب والمثبتات، ونحوها.

من المرتقب أن يتضاعف الاستخدام العالمي للمواد الخام بحلول العام 2060.[53] وتهدف ابتكارات إعادة هندسة المكونات الإنشائية بالاستفادة من المواد الجديدة إلى تعزيز الجودة والاستدامة والأداء، ومن ثمَّ الحد من انبعاثات الكربون الناتجة عن البنية التحتية للمدن[ج] التي تتسبب في إطلاق 37% من انبعاثات الكربون العالمية الناتجة عن استهلاك الطاقة.[54] ومن أبرز الأمثلة على ذلك، استخدام المعادن والسبائك المستدامة، واستخدام علوم الأحياء التركيبية لابتكار المواد المقاومة للتسرب، بالإضافة إلى الاستفادة من المخلفات الزراعية في إنشاء الخرسانة.[55]



من المرتقب أن

يتضاعف

الاستخدام العالمي للمواد الخام بحلول العام 2060

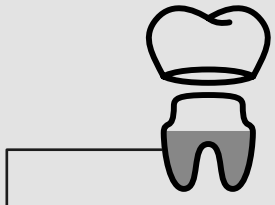
دور المـواد النانـوية في تطـوير طـبّ الأسـنان

من المتوقع أن يؤدي التقدم في مجال المواد النانوية المتوافقة حيوياً مع جسم الإنسان إلى إحداث تحول في الوقاية من أمراض الأسنان وعلاجها ومتابعتها.

يحتوي فم الإنسان على أكثر من 700 نوع من الميكروبات التي تشكّل أغشية حيوية معقدة لحماية الفم.[56] وقد تبين أن الحلول التقليدية المضادة للبكتيريا تؤدي إلى خلل في هذا التوازن،[57] ولذلك، تعد المواد النانوية ذات الخصائص المحسّنة المُضادَّة للبكتيريا حلاً فعَّالاً وبديلاً ملائما للحلول التقليدية، رغم أنه ما زالت هناك تحديات من حيث التطبيق السريري والتصميم المتوافق مع بعض متطلبات التجويف الفموي، بما فيها التأكد من عدم وجود أضرار لهذه الحلول وتوفيرها بأسعار معقولة.[58]

ويمثّل علاج الأسنان الذاتي مجالاً جديداً لاستخدام المواد النانوية، بعدما نشأ هذا الاتجاه نتيجة إغلاق عيادات طبّ الأسنان جزئياً أو كلياً خلال جائحة كوفيد-19،[59] وتعود الصعوبات المتعلقة بعدم إتاحة الرعاية الصحية للأسنان للجميع – خصوصاً في المملكة المتحدة على سبيل المثال - إلى أن ما يصل إلى 98% من عيادات الأسنان التابعة لهيئة الخدمات الصحية الوطنية لا تقبل تسجيل مرضى جدد.[60] وهو ما أدى إلى أن أكثر من ثلث "الجيل زد" (المواليد خلال فترة ما بين منتصف التسعينات ومنتصف العقد الأول من الألفية الثانية) أصبح يميل إلى الاعتماد على العلاج الذاتي للأسنان بنسبة تفوق 12% الأفراد الذين تجاوزت أعمارهم 55 عاماً.[61] لذا يمكن القول إن مستقبل الرعاية الصحية للأسنان سيشهد تبني المواد النانوية المتوافقة حيوياً مع جسم الإنسان في تطبيقات العلاج الذاتي في المنزل، لتشمل العديد من العلاجات - وليس تبييض الأسنان فقط.

ومن المتوقع أن تصل قيمة السوق العالمية للمواد الحيوية في طب الأسنان إلى 15.9 مليار دولار بحلول عام 2032، بمعدل نمو سنوي مركب يعادل 6.6%، مقارنةً بـ 8.5 مليار دولار في عام 2022.[62]



في المملكة المتحدة،

أكثر من ثلث

"الجيل زد" (المواليد خلال فترة ما بين منتصف التسعينات ومنتصف العقد الأول من الألفية الثانية) **أصبح يميل إلى الاعتماد على العلاج الذاتي للأسنان بنسبة تفوق 12% الأفراد الذين تجاوزت أعمارهم 55 عاماً**

[ج] العمليات المعمارية السكنية وغير السكنية المستمرة ومجال العقارات.

التـوجـــــه 2

إتاحــة البيانـات للجــميع بـلا حـدود وبأبعـاد متعـددة [ط]

شهد قطاع البيانات تطورات تقنية في الحوسبة الكمومية والبلوك تشين وإنترنت الأشياء والحوسبة الطرفية والأتمتة، والعوالم الرقمية، مما عزز إتاحة البيانات بشكل مستمر، وبأبعاد متعددة، فقد زاد معدل توفر البيانات لدى الحكومات والشركات وداخل المجتمعات، وبأحجام وسرعات لم يسبق لها مثيل. وفي ظل تطور تقنيات شبكات الجيل الخامس والسادس، والاتصال المتقدم عبر الشبكات المتعددة، والزيادة المتوقعة في عدد الاتفاقيات متعددة الأطراف التي تنص على مشاركة تشغيل الأنظمة وتبادل البيانات، ستواصل البيانات الخام نموها من حيث الكم والتنوع، مما سيجعل الوصول الفوري إلى الرؤى المتخصصة وتحليلات البيانات المحدثة أمراً طبيعياً.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

تكنولوجيا الاتصالات والأنظمة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الخدمات الحكومية
الرعاية الصحية
الخدمات المالية والاستثمار

الكلمات الرئيسية

الذكاء الاصطناعي
الأتمتة
البيانات الضخمة
شبكات الجيل الخامس والجيل السادس وشبكات النطاق العريض
تحليلات البيانات
الثقة في البيانات
التجارة الرقمية
إنترنت الأشياء
البيانات المفتوحة
الحوسبة الكمومية

[ط] تعريف مغير من الإصدارين السابقين للتقرير.

تحـليل البيانـات الحـيويـة بواسطـة الحاسـوب

رغم أنّه ليس بتخصصٍ حديث، إلا أن تكنولوجيا تحليل بيانات الكائنات الحية بواسطة الحاسوب وتقنيات الإحصاء (المعلوماتية الحيوية) تتجه إلى مرحلة نمو هائل بدعم من الذكاء الآلي المتقدم.

يجمع هذا التخصص بين علم الأحياء وعلوم الحاسوب والإحصاء لتحليل البيانات الحيوية وتفسيرها، ومن المتوقع أن يفتح آفاقاً جديدة لفهم علم الجينوم وتأثيره على قطاعات متعددة، بما في ذلك القطاع الزراعي وصناعة الأغذية.

ومن المتوقع أن تصل حجم سوق هذه التكـنولوجـيا إلى 38 مليار دولار بحلول عام 2029، وأن تتوسع بمعدل نمو سنوي مركب يقدّر بحوالي 13.4% بين عامي 2023 و2029.[63] أمّا في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا على وجه التحديد، فيُتوقّع أن تشهد سوق تحليل البيانات الحيوية بواسطة الحاسوب نمواً ليصل إلى 1.4 مليار دولار بحلول العام 2026، مع معدل نمو سنوي مركب يبلغ حوالي 14%، مقارنةً بـ 668 مليون دولار في العام 2022.[64]

من المتوقع أن تصل حجم سوق التكـنولوجيا إلى

38 مليار دولار

بحلول 2029 وأن تتوسع بمعدل نمو سنوي مركب يقدّر بحوالي 13.4%

المُسـاءلـة المنـاخيـة

%15
تسير في المسار الصحيح

%37
لم تحقق أي تقدم ملحوظ

%48
انحرف عن المسار المرسوم له

لا يمكن تقييم إلا 138 هدفاً فقط بناء على البيانات المتاحة

يتطلب تفعيل العمل المناخي ترسيخ مبدأ المساءلة وضمان التوزيع العادل للحوافز الموجهة للجهات الملتزمة بمسؤولياتها المناخية، من خلال التزام الجهات المعنية بإتاحة البيانات للجميع بالكميات والجودة اللازمة، وتطوير القدرة على تحليلها بشكل فوري، وهو ما يسهم في اتخاذ القرارات المناسبة حول الاستثمارات أو المساعدات المالية المتعلقة بالعمل المناخي.

ويمكن للذكاء الاصطناعي تسريع عمليات تصميم التكنولوجيا الجديدة الخاصة بالعمل المناخي ومراقبته وتقييم تأثيره، وذلك من خلال التحليل الشامل والفوري لبيانات إنترنت الأشياء، ممّا يُسهم في اتخاذ قرارات مدروسة تقوم على البيانات والمعطيات في مجالات صنع السياسات والاستثمار في هذه التقنيات.

ومن بين أهداف التنمية المستدامة التي أطلقتها منظمة الأمم المتحدة والتي يبلغ عددها 169 هدفاً، لا يمكن تقييم إلا 138 هدفاً فقط بناء على البيانات المتاحة. وبناء على هذا التقييم، تبين أنّ 15% منها فقط تسير في المسار الصحيح، في حين انحرف 48% منها عن المسار المرسوم لها، بينما لم تحقق 37% منها أي تقدم ملحوظ لتحقيق التطلعات المرتبطة بها بحلول عام 2030.[65]

وقد تم إجراء أول تقييم عالمي[66] لمساهمات والتزامات الدول خلال مؤتمر الأطراف الثامن والعشرين (28 COP) بمقتضى إطار الشفافية المعزز بموجب اتفاقية باريس،[67] إلى جانب التزامات الدول بتحقيق الحياد المناخي وصافي الانبعاثات الصفري، وسيكون من الصعب تقييم إنجاز أهداف اتفاقية باريس التي عقدت في مؤتمر الأطراف الواحد والعشرين في عام 2015 بدون توفر البيانات ذات الصلة .[68]

مـؤسسات تعـاونيـة لتوظـيف البيـانـات

قد يكتسب مفهوم مشاركة البيانات مجهولة الهوية لأغراض تحليلية زخماً أكبر خلال العقد القادم، مع استمرار الأفراد في وضع الخصوصية والشفافية على رأس أولوياتهم فيما يتعلق بإدارة البيانات الشخصية. كما نشهد نشوء نوع جديد من الاقتصاد التعاوني، ونموذج من نماذج الأعمال المسؤولة اجتماعياً، في شكل مؤسسات تعاونية معنية بالبيانات تتولى تحليل البيانات وإجراء الأبحاث والخروج برؤى متعمقة ومتخصصة، بحيث تقوم ببيع تلك الرؤى بدلاً من البيانات الخام ذاتها.

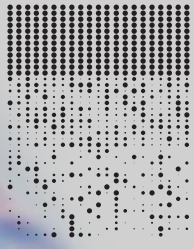
سيكون هناك زيادة بحلول عام 2030 في البيانات المنتجة منذ عام 2020 بنحو 10 أضعاف لتصل حجمها إلى 660 زيتابايت (حيث تعادل وحدة زيتابايت مليار تيرابايت أو تريليون جيجابايت)،[69] بما يؤكّد النطاق الواسع الذي ستبلغه البيانات في المستقبل القريب.

ومن المتوقع أن تشهد قيمة سوق البيانات الضخمة العالمية، التي بلغت 272 مليار دولار في عام 2022، ارتفاعاً هائلاً لتصل إلى 308 مليار دولار بحلول العام 2030، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 13.5%.[70] وينعكس هذا النمو أيضاً في سوق تحليل البيانات الضخمة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث من المرتقب أن يتوسع بمعدل نمو سنوي مركب يصل إلى 13%، من حوالي 13 مليون دولار في عام 2022 إلى ما يقرب من 27 مليون دولار بحلول عام 2028.[71]

بحلول عام 2030 سيكون هناك زيادة في البيانات المنتجة بنحو

10 أضعاف

لتصل حجمها إلى 660 زيتابايت



التـوجـــــه 3

تـزايـــد الثـغـــرات التكـنولوجـيـة الأمـــنية

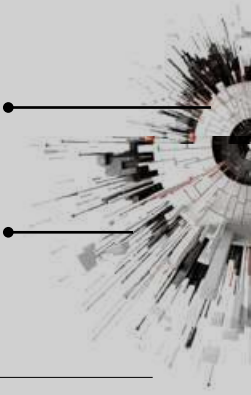
التطورات التي تشهدها مجالات التقنيات الحيوية وتعديل الجينات وطرق العلاج الجديدة والزراعة، وتوسع التحول الرقمي والأتمتة وانتشار الأجهزة القابلة للارتداء المعتمدة على إنترنت الأشياء، ستؤدي إلى تزايد وتيرة وتركيز محاولات استغلال نقاط الضعف الحيوية والتقنية. كما ستصبح الثغرات الأمنية والتهديدات المرتبطة بها أكثر تعقيداً بسبب ترابطها وتداخلها بين مختلف الصناعات والتقنيات والمناطق الجغرافية، مما سيؤثر بشكل مباشر على كل أوجه الحياة والعمل.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

الزراعة والغذاء
تكنولوجيا الاتصالات والأنظمة
الخدمات الحكومية
الرعاية الصحية
الخدمات المهنية

الكلمات الرئيسية

التقنيات الحيوية
المنصات السحابية
الأمن السيبراني البيولوجي
الرقمنة
إنترنت الأشياء
البرامج الضارة
الحماية من هجمات الحواسيب الكمومية
برمجيات الفدية والابتزاز الإلكتروني
نموذج أمان الثقة الصفرية
الأمن السيبراني



تكلفة اختراق البيانات

4.45 ملايين دولار
المتوسط العالمي

8.1 ملايين دولار
في منطقة الشرق الأوسط

التأميـن ضد المخـاطـر السيبـرانيـة

ستظل الهجمات السيبرانية في تزايدٍ مستمر وستصبح أكثر تعقيداً، ممّا يطرح تحدياً هائلاً أمام نماذج التأمين المطالبة بالتأقلم مع مشهد التهديدات المتطور، والحد من الخسائر المالية المتزايدة إثر الهجمات السيبرانية.

تستدعي تلك التهديدات المتطورة استجابة سريعة ومرنة من قطاع التأمين من حيث إتاحة البيانات وفعالية نماذج العمل، مع الحرص على توفير التغطية المناسبة وتحديد الحالات المستثناة منها. وقد بلغت قيمة سوق التأمين السيبراني العالمية حوالي 6 مليارات دولار في عام 2019، ومن المرجّح أن ترتفع إلى 33 مليار دولار بحلول العام 2027.[72] بالمقابل، من المتوقع أن تصل تكاليف الجرائم السيبرانية، التي بلغت 3 تريليون دولار في العام 2015، إلى 10.5 تريليون دولار بحلول العام 2025.[73]

أما في منطقة الشرق الأوسط، فتتجاوز تكلفة اختراق البيانات حوالي 8.1 ملايين دولار، وهي تكلفة أعلى بكثير من المتوسط العالمي الذي يبلغ 4.45 مليون دولار لكل حادث.[74]

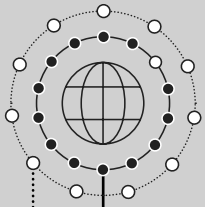
الأمـن السـيبراني لإنتـرنـت الأشـيـاء

يؤدي تنوّع أنظمة أجهزة إنترنت الأشياء وترابطها وتعقيدها إلى زيادة نقاط الضعف أمام الهجمات السيبرانية، وقد تُسفر عن مشكلات أمنية يمكن أن تستمر لفترات طويلة، مما يستدعي تطوير الأبحاث والأساليب المتعلقة بالأمن السيبراني.[75]

وفي حين أن سعة الشبكة العادية قبل ظهور إنترنت الأشياء كانت تصل إلى 500 ألف نقطة نهاية (أي الأجهزة المتصلة بالشبكة)،[76] يمكن أن يصل هذا العدد مع إنترنت الأشياء إلى عشرات الملايين من النقاط.[77]

يبلغ عدد أجهزة إنترنت الأشياء حول العالم في الوقت الحالي نحو 14 مليار جهاز، ومن المتوقع أن يتجاوز هذا العدد 25 ملياراً بحلول العام 2030،[78]

ومن المتوقع أن تشهد سوق إنترنت الأشياء في دولة الإمارات نمواً ملحوظاً، بمعدل نمو سنوي مركب أكثر من 17% من العام 2023 حتى العام 2028،[79] بعد أن بلغت قيمته حوالي 21 مليار دولار في عام 2022.



عدد أجهزة إنترنت الأشياء حول العالم

14 مليار جهاز

ومن المتوقع أن يتجاوز هذا العدد

25 مليار جهاز
بحلول العام 2030

هجمات سيبرانية تستهدف الأصول المادية

يركز الأمن السيبراني عادة على حماية أنظمة الحاسوب والشبكات والتطبيقات الرقمية والبيانات، غير أنه يواجه تحدّيات من نوع جديد تتمثّل في التهديدات التي تستهدف أنظمة الحوسبة المادية ومواقعها الفعلية. هذه الهجمات السيبرانية المادية لا يمكن كشفها غالباً بواسطة إجراءات الكشف التقليدية، كما أنها تنتشر بسرعة كبيرة.

شهد القطاع الصناعي زيادة كبيرة في عدد الهجمات السيبرانية، حيث زادت الهجمات في عام 2022 بنحو 140% مقارنة بعام 2021 وأثرت على 150 موقع صناعي حول العالم،[80] وإذا استمر هذا المعدل، سيصل عدد المواقع المعرضة لتلك الهجمات إلى 15 ألف موقع بحلول عام 2027.[81] وتشكل البرامج الضارة المحمولة عبر ناقل البيانات (USB) 52% من الجرائم السيبرانية في قطاع الصناعة، ولذلك فهي من أكثر التهديدات خطراً نظراً لتسببها في فقدان التحكم في العمليات التشغيلية.[82]

تتسارع وتيرة الهجمات السيبرانية المادية، إذ يرتفع عدد المواقع المتضررة بمعدل 10 أضعاف تقريباً كل عامين ونصف.[83] كما أن جزء كبير من هـذه الهجمات (74%) ينتج عن برمجيات الفدية والابتـزاز الإلكـتروني،[84] مما يُؤكد الحاجة الماسة إلى وضـع استراتيجـيات فـعّالة وشاملة للأمن السيبراني، خاصةً عندما يتعلق الأمر بالبنية التحـتية الحـيوية مثل مرافـق إنتـاج الطـاقة ونحوها.[85]

شهد القطاع الصناعي زيادة كبيرة في عدد الهجمات السيبرانية، حيث زادت الهجمات في عام 2022 بنحو 140% مقارنة بعام 2021 وأثرت على

150 موقع صناعي
حول العالم،

وإذا استمر هذا المعدل، سيصل عدد المواقع المعرضة لتلك الهجمات إلى

15 ألف موقع
بحلول عام 2027

التـوجـــــه 4
تطـــوّر تقـنيات الطـــــاقة

تعد الطاقة عنصراً أساسياً في حياتنا اليومية وستظل كذلك في المستقبل، وسيؤدي التقدم التقني والطلب المتزايد على الطاقة إلى تكثيف جهود استكشاف وابتكار مصادر طاقة جديدة وبديلة للأنظمة التقليدية. كما ستسهم المواد الجديدة والذكاء الآلي المتقدم في تحسين كفاءة إنتاج الطاقة ونقلها وتوزيعها إلى أي مكان على الأرض أو في الفضاء، وتطوير قطاع الطاقة إلى مستويات لم يسبق لها مثيل.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

صناعة السيارات وقطاع الطيران والفضاء
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
الخدمات المهنية
المرافق العامة

الكلمات الرئيسية

تقنيات البطاريات
الوقود الحيوي
الانشطار
الانصهار
الهيدروجين
الطاقة الكهرومائية
الليثيوم
الرغوة المعدنية
الألواح الشمسية
مصادر الطاقة المتجددة

شبكـات ذكـية لتعـزيز التنمـية المسـتدامة

قطاع الطاقة من أكثر القطاعات المنتجة للبيانات، ولذلك هناك فرص واعدة لتوظيف الذكاء الآلي المتقدم وإنترنت الأشياء في هذا القطاع لتحسين الكفاءة وضمان الاستدامة والاتصال، بما يمهد الطريق أمام توظيف أنظمة إدارة الطاقة الشاملة القادرة على مراقبة الطاقة والتحكم بها في الوقت الفعلي.

نمت استثمارات التكنولوجيا الرقمية المرتبطة بشبكات الطاقة منذ عام 2015 بمعدل يتجاوز 50%، وكان من المتوقع أن تشكّل نحو 19% من إجمالي استثمارات الشبكات في عام 2023.[86] وفي هذا السياق، يجب أن تزيد استثمارات الشبكات الذكية على مستوى العالم بأكثر من الضعف خاصةً في الأسواق الناشئة، يعني من حوالي 300 مليار إلى ما يقارب 600 مليار دولار سنوياً بحلول عام 2030، وذلك لكي نتمكن من تحقيق صافي الانبعاثات الصفري على المستوى العالمي،[87] مع العلم أن عدد العدادات الذكية حول العالم قد تجاوز المليار عداد في عام 2022، وهو ما يمثل زيادة بمقدار 10 أضعاف مقارنة بعام 2010.[88]

أما في منطقة الشرق الأوسط، فيُتوقع أن تشهد سوق شبكات الطاقة الذكية توسعاً بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ حوالي 29% بين عامي 2020 و2025. ومن المرجّح أن تقود دولة الإمارات العربية المتحدة والمملكة العربية السعودية هذا النمو المتوقع.[89]

يجب أن تزيد استثمارات الشبكات الذكية على مستوى العالم بأكثر من الضعف خاصةً في الأسواق الناشئة

600 مليار دولار

بحلول عام 2030 من حوالي

300 مليار دولار حالياً

الطحالب هي أقدم الميكروبات الحيّة على وجه الأرض، حيث تعود بداية ظهورها إلى

3.5 مليار سنة

من المخلّفات الزراعية الى الغرافين

تؤدي الطاقة المتجددة دوراً حيوياً في تحوّل قطاع الطاقة بشكل عام، ويركز الخبراء حالياً على أنواع الطاقة المتجددة المبتكرة، مثل استخراج الكتلة الحيوية من الطحالب لإنتاج الوقود الحيوي، لا سيما في صناعتي السيارات والطيران، إلا أن التحدي يكمن في تحديد المواد العضوية الملائمة للتحول إلى الوقود الحيوي، وهنا يكمن الدور الحاسم للذكاء الآلي المتقدم في هذه العملية، حيث يمكنه تحديد المواد التي يمكن استخدامها بفعالية وتحسين طرق تحويل هذه المواد إلى طاقة.

فعلى سبيل المثال، الطحالب هي أقدم الميكروبات الحيّة على وجه الأرض، حيث تعود بداية ظهورها إلى 3.5 مليار سنة،[90] وتتمتع بمعدل نمو يفوق 20 مرة معدل نمو محاصيل الطاقة التقليدية، مثل الذرة، ما يجعلها من أبرز أنواع الوقود الحيوي ذات الكفاءة العالية.[91]

ما يزال من الصعب توسيع نطاق إنتاج الغرافين - كمادة كربونية عالية التوصيل يمكن أن تعزز كفاءة الطاقة - رغم التأثيرات التحولية المتوقعة لهذه الخطوة الكبيرة. وكما هو الحال في الوقود الحيوي، هناك فرصة للاستفادة من النفايات الزراعية في إنتاج الغرافين، نظراً لتكونها في الغالب من سلاسل طويلة من الكربون تصل إلى 55٪ تقريباً من وزنها.[92] ولكن يبقى التحدي - كما ذكرنا في حديثنا عن الوقود الحيوي - في ابتكار تقنيات فعّالة وصديقة للبيئة لتمكين هذا التحول.

بطـاريات كـمومية

تتطور تكنولوجيا البطاريات يوماً بعد يوم لتلبية الطلب المتزايد عليها، مع زيادة التركيز على التغلب على محدودية سعة البطاريات وتحسين أدائها. وتمهد ميكانيكا الكم الطريق أمام تطوير البطاريات الكمومية، وهو قطاع واعد يحمل إمكانيات ضخمة تشمل تحسين أداء البطاريات إلى حدٍ كبير ومعالجة التحديات المرتبطة بالتخزين.[93]

من المتوقع أن تشهد الخمس السنوات المقبلة[94] تطوراً ثورياً في مجال تخزين الطاقة بفضل البطاريات الكمومية التي تتّسم بقدرتها على الشحن بسرعة تفوق البطاريات التقليدية بـ 200 مرة.[95] ومع الاعتماد على ميكانيكا الكم بدلاً من التفاعلات الكيميائية، يتوقع أن تؤدي هذه التقنية دوراً فاعلاً في تطوير تقنيات الشحن اللاسلكي، وزيادة سعة تخزين الطاقة، وتعزيز كفاءة أنظمة الطاقة الشمسية.[96]

البطاريات الكمومية تتّسم قدرتها على الشحن بسرعة تفوق البطاريات التقليدية

بـ 200 مرة

التـوجـــــه 5
إدارة الأنـظـــمة البيـئـــية

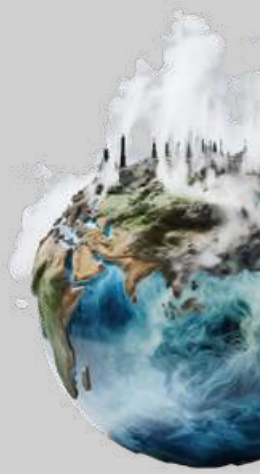
سنشهد تحوّلاً في منظور إدارة الأثر البيئي من السعي للحد من الأثر البيئي لعملية أو منتج أو خدمة معينة، إلى إدارة النظم البيئية ككل، وسيكون هذا التوجه مدفوعاً بضرورة تجنب التداعيات غير المرغوب فيها مثل ندرة الموارد، وتغيّر المناخ، والتحولات في القيم الاجتماعية. وستشمل مناهج العمل البيئي تخصصات متعددة وستصبح أكثر تركيزاً على المستقبل، مع الأخذ في الاعتبار العوامل الاجتماعية والبيئية، وترشيد استخدام الخدمات والموارد الحيوية والبيئية، وتلبية الاحتياجات البشرية الأساسية.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

الزراعة والغذاء
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
البنية التحتية وقطاع الإنشاءات
التصنيع
السفر والسياحة

الكلمات الرئيسية

الإدارة المرنة
البصمة الكربونية
الاقتصاد البيئي
الممارسات البيئية والاجتماعية وحوكمة الشركات (ESG)
الغذاء والماء والطاقة
الغابات وأشجار المانغروف
التمويل الأخضر
المحصلة الإيجابية للشركات
صافي الانبعاثات الصفري (الحياد المناخي)
المدن الذكية المستدامة



وضعت
140 دولة
أهدافاً لتحقيق الحياد الكربوني تغطي حوالي
%88
من إجمالي الانبعاثات العالمية

الحـيـاد الكـربـوني

العديد من الدول والشركات كبرى مثل "آبل" و"غوغل" و"ايكيا" و"وول مارت"، إلى جانب العديد من المؤسسات التعليمية المشاركة في حملة "السباق نحو الصفر" للكليات والجامعات، أكدت التزامها بتحقيق الحياد الكربوني أو تجاوزه عبر مساهمات بيئية إيجابية ومؤثرة.[97]

الالتزام بتحقيق صافي الانبعاثات الصفري سيعيد تشكيل جهود مواجهة تغيّر المناخ، إذا دعمته المؤسسات حول العالم وتم تعميمه على نطاق واسع، بدءاً من الشركات الصغيرة والمدارس وصولاً إلى الشركات الكبرى المدرجة في سوق الأوراق المالية.

وقد تمّ توقيع ميثاق حكومات الحياد المناخي 2050 في دولة الإمارات العربية المتحدة في مارس 2023، والذي يعبر عن التزام جميع إمارات الدولة بتحقيق الطموح المناخي المعلن عنه في المسار الوطني للحياد المناخي.[98] كما وضعت 140 دولة أخرى، من بينها الدول الأكثر تسبباً في إطلاق الانبعاثات، مثل الصين والهند والولايات المتحدة الأمريكية ودول الاتحاد الأوروبي، أهدافاً لتحقيق الحياد الكربوني تغطي حوالي 88% من إجمالي الانبعاثات العالمية.[99]

ويمثّل التحول العالمي نحو الحياد الكربوني فرصة استثمارية ضخمة تصل إلى ما يقارب 200 تريليون دولار بحلول عام 2050، أي حوالي 7 تريليون دولار سنوياً.[100]

نصف المناهج
التعليمية الوطنية حول العالم تطرقت
للتغـيـر المنـاخـي

تعـلـيم منـاخـي

يتزايد الاهتمام بالعمل المناخي لدى الأنظمة والمؤسسات التعليمية، لكن هناك فرص لدمج التعليم المناخي في جميع التخصصات، بما يتجاوز مجرد الدورات التدريبية أو الأنشطة اللاصفية المعتادة – مع أهميتها بلا شك. ويمكننا من خلال دمج الرؤية العالمية للتغير المناخي في مساقات دراسية متنوعة، مثل الفيزياء والرياضيات والإحصاء والتاريخ، أن نقدم وجهات نظر متنوعة للطلاب، إلى جانب توفير حلول متعددة التخصصات لمواجهة التحديات المناخية.

هناك جهود توعوية تقودها مبادرات عالمية مثل مبادرة "مناخ بلا حدود"،[101] ولكن من ناحية أخرى، لم يتم التطرق للتغير المناخي إلا في نصف المناهج التعليمية الوطنية فقط حول العالم.[102]

وقد عقدت دولة الإمارات العربية المتحدة ومنظمتيّ "اليونيسف" و"اليونسكو" شراكة هامة لتعزيز التعليم المناخي، شملت تدريب أكثر من 1400 مدير مدرسة و2800 من كادر التدريس حول ممارسات الاستدامة، ممّا يجسد الحراك العالمي نحو التعليم المناخي الشامل.[103]

تتسبب سلاسل التوريد في انبعاث
%60 من إجمـالي الانبعـاثات الكربونية حـول العالم

تقليل البصـمة الكـربونية عـبر سـلاسل التـوريد

يسعى قطاع السلع الاستهلاكية إلى خفض بصمته الكربونية، ليس فقط من حيث عملياته التشغيلية، ولكن أيضاً عبر سلاسل التوريد الخاصة به والتي تربط بين المدن وتمتد عبر الحدود الوطنية. تتسبب سلاسل التوريد في انبعاث 60% من إجمالي الانبعاثات الكربونية حول العالم، وتتركز نسبة الكربون فيها بما يتجاوز 5.5 ضعف مقارنة بالجوانب الأخرى من سلسلة القيمة.[104]

العديد من الشركات توظف التطورات التكنولوجية والابتكارات في مساعدتها لتقليل انبعاثات الكربون، مثل الوقود الحيوي والطاقة المتجددة، والاستفادة من تطبيقات إعادة الهندسة وتحسين الجودة لأغراض إزالة الكربون وتقليل النفايات.[105] ويمكن أن تسهم مجموعات البيانات، المعززة بواسطة إنترنت الأشياء والذكاء الآلي المتقدم، في تمكيننا من إجراء تحليلات أكثر تفصيلاً للانبعاثات والبيانات المناخية في مختلف مراحل سلسلة التوريد.

وهناك مبادرات وطنية في دولة الإمارات تهدف لخفض الانبعاثات الكربونية في قطاع النقل البري بنسبة 21% بحلول عام 2050،[106] مثل مشروع "قطار الاتحاد" الذي يُتوقع أن ينقل 50 مليون طن من البضائع سنوياً عبر 11 مدينة ومنطقة.

التـوجـــــه 6

نمـــو اقـتصـــادات الأعـــمـال المستقـــلة

سيؤدي تزايد المعاملات العابرة للحدود في مجالات التمويل والصحة والتعليم والتجارة والخدمات، وحتى الفضاء، إلى نشوء عالم بلا حدود. وستؤدي هذه الأنشطة إلى تلاشي حدود الصلاحيات القانونية للحكومات، وتغير المسؤوليات والالتزامات، وزيادة أعداد المجتمعات العالمية العابرة للحدود. ومع سرعة التغيير المدفوع بالتطورات الهائلة في الاتصالات والحوسبة والذكاء المتقدم، ستؤثر طبيعة هذا العالم العابر للحدود بالتأكيد على أنماط الحياة والعمل والتواصل بين الأفراد.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
تكنولوجيا الاتصالات والنظم
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الخدمات المالية والاستثمار

الكلمات الرئيسية

الطباعة ثلاثية الأبعاد
شبكات الجيل الخامس والجيل السادس وشبكات النطاق العريض
العملات المشفرة
الاقتصاد الرقمي
الاقتصاد المستقل
التحول القانوني
النزوح والهجرة
الرموز غير القابلة للاستبدال (NFTS)
العمل عن بعد
الجراحة الروبوتية

بـراءات الاخـتراع التعـاونيـة

شهد مجال براءات الاختراع نمواً ملحوظاً خلال عام 2022 للعام الثالث على التوالي، في ظل تسجيل 3.46 مليون براءة اختراع حول العالم،[107] مقارنة بـ 3.4 مليون براءة اختراع في عام 2021.[108]

براءات الاختراع التي تتضمن تعاوناً دولياً (أي يكون فيها المخترعون من دول مختلفة) تنشأ عنها ابتكارات أضخم وأقوى بكثير من الابتكارات المرتبطة ببراءات الاختراع الفردية.[109] ويؤكد ذلك أن فرق العمل العابرة للحدود قادرة على تحقيق تقدّم تكنولوجي أكبر من غيرها، لا سيما في مجال تحقيق الأهداف العامة أو تطوير التكنولوجيا الشاملة لقطاعات متنوعة، خاصةً التي تؤدي دوراً حيوياً في معالجة تحديات اجتماعية، مثل تحديات المناخ والصحة.[110]

هناك فرصة لتعزيز انتشار براءات الاختراع التعاونية العالمية وابتكاراتها من خلال تكوين فرق عمل عابرة للحدود وإطلاق مبادرات خاصة بـ "تصنيف براءات الاختراع التعاونية"، مثل المبادرة المشتركة بين الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة لتصنيف براءات الاختراع التعاونية (CPC)،[111] والتي تشمل أُطر عمل واضحة لتسجيل براءات الاختراع ونشر التكنولوجيا عبر الحدود، إلى جانب التحديثات على تصنيفات براءات الاختراع التي دخلت حيز التنفيذ في يناير 2024. والجدير بالذكر أن عدد المشاريع المشتركة المسجلة في إطار مبادرة تصنيف براءات الاختراع التعاونية قد بلغت 74 مشروعاً حسب البيانات المتوفرة في مايو 2023.[112]

شهد مجال براءات الاختراع نمواً ملحوظاً خلال عام 2022 للعام الثالث على التوالي، في ظل تسجيل

3.46 مليون

براءة اختراع حول العالم، مقارنة بـ 3.4 مليون براءة اختراع في عام 2021.

تكـامل الأنظـمة عـبر تطـوير البرمجـيات

يستطيع الأفراد في الاتحاد الأوروبي توفير ما يصل إلى

24 مليون ساعة

سنوياً عبر تحسين التوافق التشغيلي للبيانات

يشهد قطاع تطوير البرمجيات نمواً متزايداً في مختلف القطاعات،[113] وسيظل التوافق التشغيلي من المجالات الشائكة والمؤثرة في تعزيز الإمكانيات والإنتاجية، وقد زاد من تعقيد هذا التحدي تقدّم تقنيات الويب 3 وإنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي، إلى جانب التشريعات المتطوّرة الداعمة للذكاء الاصطناعي وخصوصية البيانات.

تحقيق التوافق التشغيلي يزيد من القيمة الاقتصادية لأنظمة البرمجيات والثقة فيها، إذ يستطيع الأفراد في الاتحاد الأوروبي مثلاً توفير ما يصل إلى 24 مليون ساعة سنوياً عبر تحسين التوافق التشغيلي للبيانات وتوحيدها واستخدامها معاً بصرف النظر عن تنسيقها أو صيغتها.[114] كما تستفيد الشركات العاملة في الاتحاد الأوروبي من نموذج الاقتصاد المتكامل الداعم للتوافق التشغيلي، والذي يسهم في توفير الوقت بمقدار يصل إلى 30 مليار ساعة سنوياً، إلى جانب توفير ما يصل إلى 620 مليار دولار سنوياً.[115]

وفي القطاع العام، كشفت دراسة أجرتها مجموعة بوسطن الاستشارية أن جميع عمليات التحول الرقمي الناجحة تضمّنت بيانات ومنصّات رقمية متوافقة تشغيلياً، ممّا يسلط الضوء على الحاجة الملحّة للتكامل السلس عبر الأنظمة التكنولوجية.[116]

المسـؤولية المجـتمعية العـالمـية

يتطور نطاق المسؤولية المجتمعية للشركات باستمرار، وهو ما يعكس التغير المستمر أيضاً في العلاقة بين المستهلكين والشركات. ومع نمو الاقتصاد الرقمي، لا بد أن توسع المسؤولية المجتمعية للشركات نطاقها عالمياً بما يتواءم مع الطبيعة الدولية للجهات المعنية الرقمية المترابطة أيضاً فيما بينها.

يتجه 8 من كل 10 أفراد من المستهلكين إلى دفع مقابل أعلى – بنحو 4 أفراد أكثر بـ 10% وواحد أكثر بـ 30% - لشراء المنتجات المصنوعة بمعايير مستدامة (كلياً أو جزئياً).[117]

يتعين وضع إطار عمل ونهج دولي جديد لضمان تحوّل تركيز المسؤولية المجتمعية للشركات على المجتمعات العالمية وتعزيز الأثر الاجتماعي العالمي للمبادرات المتنوعة. فعلى الصعيد العالمي، تشارك أكثر من 24 ألف شركة في الميثاق العالمي للأمم المتحدة،[118] بينما تعتزم 80% من الشركات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا زيادة جهودها في مجال المسؤولية المجتمعية للشركات.[119]

يتجه

8 من كل 10

أفراد من المستهلكين إلى دفع مقابل أعلى لشراء المنتجات المصنوعة بمعايير مستدامة (كلياً أو جزئياً).

ﷺ العمليات استنادًا إلى سعر صرف اليورو مقابل الدولار الأمريكي في 20 نوفمبر 2023.

التـوجـــــه 7

تسـارع الانتقـــال إلى الواقــع الرقــمي الجـــديد

من الطبيعي أن تتوجه الأجيال الرقمية، التي نشأت في ظل ثورة التطبيقات الرقمية في مجالات الترفيه أو التعليم أو الاتصالات، إلى استخدام العوالم الافتراضية حيث يمكن تنفيذ أو تحسين مهام وسلوكيات "العالم الحقيقي" في بيئات غامرة ثلاثية ورباعية الأبعاد. وسوف تعزز شبكات الجيل الخامس والجيل السادس أداء تطبيقات إنترنت الأشياء والتقنيات المستقلة، بما توفره من تجربة اتصال فعالة من حيث التكلفة والسرعة والموثوقية. وستصبح التجارب الافتراضية الغامرة قريبة جداً من الواقع، نتيجة زيادة تبني التقنيات الكمومية وزيادة موثوقيتها وقابليتها للتطوير، بما فيها تقنيات الحوسبة والاتصالات وتقنيات الاستشعار الكمومية.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

وسائل الإعلام والترفيه
تكنولوجيا الاتصالات والأنظمة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات المهنية

الكلمات الرئيسية

شبكات الجيل الخامس والسادس
الواقع المعزز والواقع الافتراضي
البلوك تشين
واجهات الدماغ والحاسوب
العملات المشفرة
المجتمعات الرقمية
صناعة ألعاب الفيديو والألعاب الإلكترونية
إنترنت الأشياء
الميتافيرس
الأجهزة القابلة للارتداء

يُتوقع نموّ سوق الواقع المعزز (الذي بلغت قيمته 42 مليار دولار في عام 2022)، ليتجاوز

تريليون دولار

بحلول عام 2030.

عـوالـم رقـمية أكـثر واقـعـية

تكمن إحدى مجالات الفرص المستقبلية في إضفاء الجانب الواقعي على المنتجات والخدمات الرقمية بهدف توفير تجارب فريدة وغنية.

تعد تقنيات اللمس شكلاً من أشكال الواقع المعزز ويمكن من خلالها، على سبيل المثال، تعزيز تجارب العملاء في مختلف القطاعات، بما فيها مجالات الإنشاءات والهندسة، حيث يمكن للمتخصصين "الشعور" بالمعلومات والمخططات الهندسية الأولية بطريقة تفاعلية وملموسة.

ويُتوقع نموّ سوق الواقع المعزز (الذي بلغت قيمته 42 مليار دولار في عام 2022)،[120] ليتجاوز تريليون دولار بحلول عام 2030.[121]

العـالـم الرقـمي" الأخـضـر"

من المرتقب أن تؤدي تقنيات الويب 3.0 (بما فيها الواقع الممتد) والبلوك تشين دوراً أساسياً في تعزيز الكفاءة وتحسين استخدام الطاقة والموارد في مختلف القطاعات.[122] رغم أن هناك مخاوف بشأن التأثير البيئي الفعلي لهذه التكنولوجيا الواعدة مع تزايد الاهتمام بها، لا سيما من حيث استهلاك الطاقة والبصمة الكربونية.[123]

ستظهر فرص مستقبلية لتعزيز كفاءة الطاقة في الأنظمة المتعلقة بالويب 3.0، من خلال الحد من ارتفاع استهلاك الطاقة في شبكات البلوك تشين وتعزيز الابتكارات في الخوارزميات، وتطبيق آليات التعلم المعزز،[124] كما أن هناك استراتيجيات أخرى تشمل اعتماد مصادر الطاقة المتجددة وإدارة المخلفات الإلكترونية من خلال التصنيع المستدام وإعادة التدوير.[125]

استهلكت شبكة الإنترنت 800 تيراوات ساعة من الكهرباء في عام 2022، وتشير التوقعات إلى أن هذا الرقم سيتضاعف بحلول 2030 نتيجة ارتفاع الطلب العالمي على الكهرباء بسبب استخدام الذكاء الاصطناعي بنسبة 2.5%.[126] وبحلول 2030، ستستهلك صناعة التكنولوجيا ما يصل إلى 20% من إجمالي كمية الكهرباء المنتجة على مستوى العالم، لتكون بذلك مسؤولة عن إطلاق 5.5% من الانبعاثات الكربونية حول العالم.[127]

ستستهلك صناعة التكنولوجيا ما يصل إلى

%20

من إجمالي كمية الكهرباء المنتجة على مستوى العالم

"عـوالـم رقـمية" تـوليـدية

الذكاء الاصطناعي التوليدي عبارة عن تكنولوجيا متعددة النماذج تقبل إدخال المعلومات والأوامر وتقوم بإنشاء نتائج مرتبطة بتلك الأوامر بصيغ متنوعة، وقد تمّ تصميمها لتحسين تجربة البحث وصناعة المحتوى وعرضه واستخدامه.

وإلى جانب إنشاء البيانات وترجمتها وتحليلها واستشرافها، قد يؤدي الذكاء الاصطناعي التوليدي دوراً مهماً في تعزيز تجربة العوالم الافتراضية وتحسين عملية صنع القرار، إذ أن له القدرة على تمكين المستخدمين من التحليل الفوري للسيناريوهات المتنوعة، بالإضافة إلى إضفاء الطابع الشخصي على المهام وأتمتتها.[128]

كما يتمتع الذكاء الاصطناعي التوليدي بالقدرة على المساهمة بنحو 4.4 تريليون دولار في قيمة الاقتصاد، وسيتركز تأثيره الأكبر في مجال خدمة العملاء وقطاع هندسة البرمجيات، مما يشكل إضافة ما يصل إلى 5% إلى عائدات القطاع المصرفي وصناعة الأدوية.[129] ومن المتوقع أن تشمل قائمة الشركات الرائدة في هذا المجال "غوغل" و"مايكروسوفت" (من خلال شركة أوبن ايه آي)، و"ميتا" و"آي بي إم".[130]

يتمتع الذكاء الاصطناعي التوليدي بالقدرة على المساهمة بنحو

4.4 تريليون دولار

في قيمة الاقتصاد

التـوجـــــه 8

الأتـمـــتة والتـعـــايش مـع الـروبـــوتـات المســـتقـلة[ك]

الروبوتات عبارة عن آلات صُممت لكي تشعر وتعالج الأوامر وتنفذها وتتواصل من خلال تقنيات متطورة، أما الأتمتة فتشير إلى التقنيات التي تقوم بتنفيذ المهام دون الحاجة للتدخل البشري تقريباً، بما يعزز عمل الروبوتات وكذلك أنظمة التفكير المنطقي وصنع القرار. وستدخل الروبوتات والأتمتة في العديد من الصناعات - إن لم تكن جميعها – ولن تقف عند حدود صناعة السيارات والتصنيع والخدمات اللوجستية وسلاسل التوريد وقطاع الخدمات، بفضل التقدم الهائل في تصميم الهندسة الميكانيكية، وعلوم المواد، والذكاء الآلي المتقدم، وشبكات الاتصال المتقدمة. وسيتيح ذلك فرصاً لتعزيز الكفاءة والابتكار، إلا أنه سيطرح تحديات أخلاقية ومجتمعية جديدة.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

الزراعة والغذاء
صناعة السيارات والفضاء وقطاع الطيران
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
البنية التحتية والإنشاءات
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل

الكلمات الرئيسية

السيارات الموجهة آلياً
الروبوتات المستقلة
أجهزة الاستشعار الحيوية
إنترنت الأشياء
الروبوتات النانوية
معالجة اللغة الطبيعية
الروبوتات الخدمية
الروبوتات الاجتماعية

[ك] تم تعديله بشكل بسيط من عام 2023.

روبـــوتات بحـــرية

من أبرز الأدوار التي يمكن للروبوتات أن تؤديها هي تمكين الإنسان من أداء المهام الصعبة والخطرة، وبالتالي الحد من تعرض الإنسان للمخاطر خاصةً في الوظائف التخصصية المتعلقة بالتنمية الحضرية وقطاعات الصناعة والخدمات بشكل عام. ووفقاً للإحصائيات، بلغت قيمة سوق الروبوتات البحرية العالمية 4.5 مليار دولار في عام 2022، ويُتوقع أن تصل إلى حوالي 13 مليار دولار بحلول عام 2030، وفق معدل نمو سنوي مركب يبلغ 14.5% خلال الفترة من عام 2023 إلى عام 2030.[131]

يشهد مجال الروبوتات البحرية والأسماك الإلكترونية توسّعاً ملحوظاً، رغم التحديات التي تواجهه بدءاً من تأثير المياه على الإلكترونيات ونظم الاتصال، إلى ضمان السلامة البيئية في حال حدوث أعطال تحت سطح الماء.

يُسهم التطور في تكنولوجيا الاستشعار وعلوم المواد في تعزيز كفاءة الروبوتات البحرية المستخدمة في الأعمال البحثية واستكشاف أعماق البحار والتنظيف وما إلى ذلك، ولكن يجب تطوير أنظمة التحكم، وقدرات الاستشعار، وتطبيقات التعلّم المعزز حتى يمكننا تحقيق أقصى استفادة من تلك التحسينات.[132]

في عام 2021، صمم فريق من الباحثين الصينيين وأرسلوا سمكة آلية مستوحاة من سمكة الحلزون، مغطاة بالبوليمر والسيليكون، إلى خندق ماريانا، أعمق نقطة في المحيط الهادئ على عمق 11 كيلومتر.[133]

في عام 2021، صمم فريق من الباحثين الصينيين وأرسلوا سمكة آلية مستوحاة من سمكة الحلزون، مغطاة بالبوليمر والسيليكون، إلى خندق ماريانا، أعمق نقطة في المحيط الهادئ على عمق 11 كيلومتر.

التمويل المخصص للروبوتات المعنية بالحلول المناخية

لا يتعدى 1%

من إجمالي تمويل برامج الروبوتات على مدار السنوات الخمس الماضية

روبـــوتات من أجـل المنـــاخ

تتوقف قدرتنا على مواجهة التحديات المناخية على مدى نجاحنا في التأقلم مع آثار التغير المناخي والحد منها، واستعادة الطبيعة، ومن المفارقات أن يكون التمويل المخصص للروبوتات المعنية بالحلول المناخية لا يتعدى 1% من إجمالي تمويل برامج الروبوتات على مدار السنوات الخمس الماضية.[134]

- إن تطوير روبوتات بتصاميم خاصة تجعلها أكثر متانة وأكثر مراعاة للبيئة وتركيزاً على التحديات المناخية، وتوفير أنظمة التحكم والاستشعار اللازمة لعملها بدقة متناهية،[135] سيتيح فرصاً اقتصادية غير مسبوقة وسيُسهم في تطوير نماذج عمل وتشريعات جديدة تواكب هذا التطور.[136]

وقد أظهر النموذج الأولي لأنظمة الزراعة الروبوتية فعاليةً ملحوظةً في زراعة الأشجار في المناطق الصحراوية، حيث تجاوز معدل نمو الأشجار المزروعة 95%.[137] ومن الأمثلة الأخرى استخدام الروبوتات في إنشاء مجمعات الطاقة الشمسية، لتتضاعف سرعة تركيب الألواح الشمسية ثلاث مرات على الأقل، وتزيد قدرتها الإنتاجية إلى الضعف، مما يؤدي إلى تعزيز عملية تحوّل قطاع الطاقة عموماً.[138]

روبـــوتات اجـــتماعـية

تمّ تصميم الروبوتات التعاونية والروبوتات الاجتماعية لدعم الإنسان في أداء مهام حياته اليومية والمهنية. ورغم أن الهدف من تطوير هذا النوع من الروبوتات هو توفير المساعدة للإنسان، إلا أنها تجلب معها تحديات نفسية واجتماعية تتعلق بمدى تقبُّلها وتقدير دورها في المجتمع، وأيضاً طبيعة وأبعاد الانتماء الذي قد يشعر به الإنسان تجاهها.[139]

ما زال سوق الروبوتات الاجتماعية يمثل جزءاً صغيراً (7.5%) من سوق الروبوتات الصناعية.[140] ويتوقف تقبّل هذا النوع من الروبوتات في المجتمع بنجاحها في تقليل مستويات التوتر[141] لدى الإنسان وقدرتها على تعزيز سعادته.[142] لذلك، من المهم إجراء المزيد من الأبحاث في المستقبل لتحديد أهم جوانب التصميم المؤثرة في تعزيز هذه النتائج.

ما زال سوق الروبوتات الاجتماعية

يمثل جزءاً صغيراً (7.5%)

من سوق الروبوتات الصناعية

التـوجـــــه 9

إعـــادة تحـــديد الأهـــداف الإنســـانية

الإمكانيات البشرية غير محدودة، وسيتغير فهم وتوقعات الأفراد حول إدراك الذات والعمل والتعليم وغيرها من المفاهيم الجوهرية في ظل التقدم الهائل في مجالات الذكاء الآلي المتقدم، وتقنيات واجهات الدماغ والحاسوب، والتطورات التقنية في العلوم والطب، وتلاشي الحدود في العوالم الرقمية. ونتيجة هذا التطور على المستوى الشخصي، والتغيرات التي ستطرأ على كيفية الابتكار والتواصل بين الأفراد والمجتمعات، والتعاريف الجديدة لمفاهيم احترام الذات والاستقلالية والاستقرار، ستشهد المجتمعات طرح وجهات نظر جديدة حول الأبوة والرعاية والحب والانتماء والاندماج والمجتمع، ونحوها من المفاهيم الأساسية.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

الفن ووسائل الإعلام والترفيه
تكنولوجيا الاتصالات والأنظمة
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
التعليم
السفر والسياحة

الكلمات الرئيسية

واجهات التفاعل بين الدماغ والحاسوب
الإبداع
التعليم والتعليم العالي
مستقبل العمل
توليد الأفكار
الصحة النفسية
التخصيص وإضفاء الطابع الشخصي
تحقيق الذات
الواقـع الافتراضـي
الاقتصاد التشاركي

واجهت

القــروض الصغـيرة

تحديات عديدة، بما في ذلك الصعوبات المتعلقة بطرق السداد غير المستدامة وظهور تحديات تعيق الابتكار

اســتدامة ريـــادة الأعـــمال

إذا تخيلنا ريادة الأعمال في شكل هرمي، سيشكل رواد الأعمال ذوي الدخل المنخفض قاعدة هذا الهرم، وتتميز هذه الفئة من رواد الأعمال بحرصهم على المشاركة الفعالة في الأنشطة المختلفة لريادة الأعمال لتأمين مصادر للدخل وكسب العيش. ولذلك، فإن تحقيق الشمول المالي وتوفير القروض الصغيرة ونحوها تعد من العوامل الأساسية لدعم هذه الفئة.

ففي حين ارتفعت نسبة ملكية الحسابات المالية عالمياً من 51% إلى 76% بين عامي 2011 و2021،[143] واجهت القروض الصغيرة تحديات عديدة، بما في ذلك الصعوبات المتعلقة بطرق السداد غير المستدامة وظهور تحديات تعيق الابتكار، لا سيّما بعد انتشار جائحة كوفيد-19.[144]

لكن هناك فرصة لتمكين رواد الأعمال المنتسبين إلى قاعدة الهرم،[145] وتقديم الدعم اللازم لهم للتحول من مرحلة الصراع من أجل البقاء إلى مراحل متقدمة في عالم ريادة الأعمال، مما يُسهم في ازدهار الفرد والمجتمع. كما يمكن ربط هذه الفئة من رواد الأعمال على مستوى العالم من خلال سدّ الفجوة الرقمية وتوظيف المنصات الرقمية، مما يوفر لهم الفرصة للتعارف والتعاون وتجاوز مرحلة الدخل المحدود إلى مرحلة النجاح والازدهار.[146]

محــو الأمــية الرقــمية

تسارعت وتيرة التطور التكنولوجي حول العالم في مختلف قطاعاته بدءاً من التعليم والرعاية الصحية إلى الترفيه والرياضة؛ وشهدنا ارتفاعاً كبيراً في نسبة مستخدمي الإنترنت من 15.6% إلى 67.4% خلال الفترة من عام 2005 إلى عام 2023.[147]

حظيت جهود محو الأمية التقليدية (أي القدرة على القراءة والكتابة) باهتمام بالغ في كل أنحاء العالم، واليوم، صار مفهوم "محو الأمية الرقمية" حديث العالم، ويُقصد بها القدرة على استخدام التكنولوجيا لاكتساب المعرفة والمشاركة الفعالة في المجتمع. وتشير نتائج الاستبيان الذي أجراه المنتدى الاقتصادي العالمي في عام 2023 إلى أن أكثر من 85% من الشركات التي شملها الاستبيان زادت تبنيها للتكنولوجيا المتطورة، ووسعت نطاق التحول الرقمي في قطاعاتها، تأكيداً على أهمية هذا التوجه في دعم تحولها المؤسسي.[148]

تُصنَّف "محو الأمية الرقمية" كسابع أهم مجالات تطوير المهارات الجديدة التي تحدد اتجاهات التوظيف في المستقبل خلال الفترة بين عامي 2023 و2027.[149] ولذلك، يجب مواصلة الجهود لتطوير[150] أساليب موضوعية[151] لتقييم جهود محو الأمية الرقمية، وعدم الاكتفاء بأسلوب التقييم الذاتي فقط، وكذلك مراجعة أُطر العمل الحالية وتعديلها لتعكس الأبعاد المتعددة لمفهوم محو الأمية الرقمية وتأثيرها على أسلوب عملنا وحياتنا، لا سيّما في سياق التعليم والتعلم.

شهدنا ارتفاعاً كبيراً في نسبة مستخدمي الإنترنت من

%16 خلال عام 2005

إلــى

%67 خلال عام 2023

إذا تضافرت جهود الدول حول العالم لوضع سياسات تركز على دمج جميع الفئات والاستدامة والمرونة، سيؤدي ذلك إلى توفير

32 مليون وظيفة

إضافية للشباب بحلول عام 2030

تـمكـين الشـباب في حـــياتـهـــم المهـــنية

سيكون للتكنولوجيا تأثير كبير على مستقبل العمل، وإذا تضافرت جهود الدول حول العالم لوضع سياسات تركز على دمج جميع الفئات والاستدامة والمرونة، سيؤدي ذلك إلى توفير 32 مليون وظيفة إضافية للشباب بحلول عام 2030.[152] ووفقا لاستبيان أجراه المنتدى الاقتصادي العالمي، يُعد الشباب من "الجيل زد" ثاني أكثر المجموعات ذات الأولوية مشاركةً في برامج التوظيف الهادفة إلى ضمان التنوع والمساواة ودمج جميع الفئات، حيث أكد 2 من كل 3 مشاركين أن تمكين الموظفين الشباب يأتي على رأس أولوياتهم.[153]

كما يمكن للشباب المساهمة في وضع استراتيجيات تدعم حياتهم المهنية في مراحلها المبكرة بالتعاون مع المؤسسات، وذلك من خلال إطار عمل مبتكر للإبداع المشترك يشمل 4 مراحل تعاونية وهي: توليد الأفكار، وتصميم البرامج، وتنفيذها، وجمع البيانات وتحليلها.[154]

التـوجـــــه 10

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

سيغيّر التقدم في مجالات الذكاء الآلي المتقدم وتقنيات النانو والتقنية الحيوية والتصنيع الإضافي وإنترنت الأشياء مفهومنا للصحة والتغذية. وسيشهد العالم تطورات غير مسبوقة لمواجهة تحديات مثل تغيّر المناخ، وندرة الموارد، والرغبة في طول العمر، وهو ما يؤكد دور هذا التوجه العالمي الكبير في تحسين الصحة بشكل ملحوظ في مراحل الشباب والشيخوخة، والحد من الأمراض المعدية وغير المعدية أو القضاء عليها، وتعزيز الاستخدام المستدام للمياه والغذاء، وتوفرهما للجميع.

القطاعات الرئيسية المتأثرة

الزراعة والغذاء
المواد والتكنولوجيا الحيوية
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
الرياضـة
التأمين وإعادة التأمين
المرافق العامة

الكلمات الرئيسية

الطباعة ثلاثية الأبعاد (التصنيع الإضافي)
التقنيات الزراعية
التصنيع الخلوي
التغذية على الحشرات
العلاج الجيني
طول العمر وجودة الحياة
تقنيات النانو
التغذية
الطب الشخصي
هندسة الأنسجة
طب النانو

التعلّــم العـميق لمواجــهة الشيخـوخة المعـرفية

يعد الحد من تدهور الوظائف العقلية في مرحلة الشيخوخة أمراً حيوياً في ظل استمرار ارتفاع متوسط العمر وتحوّل التركيبة السكانية العالمية إلى مرحلة عمرية أكبر.[155]

يعاني أكثر من 55 مليون شخص حول العالم حالياً من الخرف، 60% منهم يعيشون في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط،[156] كما يتمّ تشخيص حوالي 10 ملايين حالة جديدة على مستوى العالم سنوياً.[157] ففي عام 2019، بلغ معدل انتشار الخرف 777 لكل 100 ألف شخص في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ما يمثل زيادة بنسبة 3% عن معدلات عام 1990.[158]

من هنا، تبرز الحاجة لإجراء المزيد من الأبحاث حول العوامل التي تحد من التدهور المفاجئ للقدرات العقلية في مرحلة الشيخوخة،[159] إذ يمكن لتقنيات تعلّم الآلة وخوارزميات التعلّم العميق تعزيز قدرتنا على توقّع التدهور المعرفي وإدارته. كما يمكننا معالجة البيانات بشكل أفضل بالاستفادة من تقنيات تخطيط كهربية الدماغ[160] وإنترنت الأشياء، وسيسهم تنوّع البيانات والتحقق من صحة الأساليب المستخدمة في تحليلها في تمهيد الطريق أمام تبني هذه التقنيات على نطاق أوسع.[161]

يعاني أكثر من

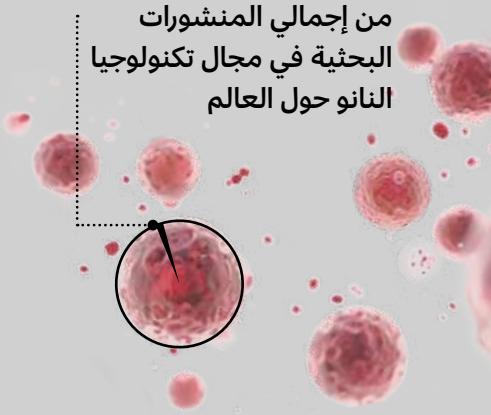
55 مليون شخص

حول العالم حالياً من الخرف، 60% منهم يعيشون في الدول ذات الدخل المنخفض والمتوسط

يُشكل طبّ النانو

حوالي 5%

من إجمالي المنشورات البحثية في مجال تكنولوجيا النانو حول العالم



مغــذيات نانــوية

يُشكل طبّ النانو حوالي 5% من إجمالي المنشورات البحثية في مجال تكنولوجيا النانو حول العالم.[162] وعند التأمل في دور الأطعمة الوظيفية، وهي المواد الغذائية المُعدة لتحسين الصحة من خلال دمج علم التغذية مع علم الأدوية، ندرك أنها تؤدي دوراً جوهرياً في الوقاية من الأمراض عبر تزويد الجسم بالعناصر الغذائية الضرورية وتحسين معدلات حفظ الأطعمة، واستفادة الجسم منها على النحو الأمثل.[163] وتتمتع تكنولوجيا النانو بإمكانات هائلة في هذا المجال،[164] حيث يمكنها تعزيز بعض الخصائص الفيزيائية لهذه المغذيات مثل قابلية ذوبان المكونات الغذائية الأساسية ومعدل ثباتها وامتصاصها.[165] وبهذه الطريقة، وبفضل خصائصها المضادة للأكسدة وفوائدها المضادة للالتهابات، يمكن للأطعمة الوظيفية أن تعزز علاج بعض الأمراض المزمنة مثل السرطان.[166]

كما تتمتع الأطعمة الوظيفية النانوية أيضاً بإمكانات واعدة في مجال صحة الأمعاء، إذ يمكن لهذه المواد المغذية متناهية الصغر أن تغيّر الطريقة التقليدية التي تعمل بها المكملات الغذائية التي تحتوي على بكتيريا الأمعاء النافعة (البروبيوتيك) وكذلك الألياف والكربوهيدرات المغذية للبكتيريا النافعة (البريبايوتكس)، وربما يمكن استخدامها في المستقبل لإيصال اللقاحات والعلاجات الجينية والأدوية داخل مناطق محددة ومستهدفة داخل جسم الإنسان.[167] وفي هذا السياق، ما تزال سوق العلاجات القائمة على الميكروبيوم في مراحلها المبكرة، إذ تتراوح قيمتها من 115 مليون دولار في عام 2021 إلى أكثر من مليار دولار بحلول عام 2030، ويُتوقع أن تصل إلى أن تتحول إلى صناعة تبلغ قيمتها مليارات الدولارات في المستقبل.[168]

نـظــام غـذائي جـغـرافي

زادت شعبية الخيارات الغذائية البديلة، بما فيها النظام الغذائي النباتي الصرف، في مختلف أنحاء العالم، ليس فقط كأنظمة غذائية مؤقتة، بل كأسلوب حياة يعكس العديد من الاعتبارات الأخلاقية والبيئية والصحية. ويمثّل هذا التحول جزءاً من حراكٍ أوسع يهدف إلى تقليل التأثير البيئي لنظامنا الغذائي،[169] فالعديد من الأطعمة البديلة للحوم يبلغ تأثيرها البيئي خُمس إلى أقل من عُشر التأثير البيئي لما يعادلهم من اللحوم التقليدية.[170]

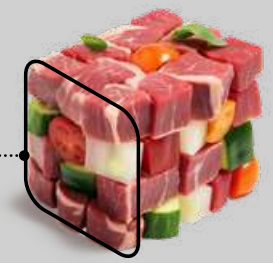
ورغم أن الدوافع الرئيسية للانتقال إلى النظام النباتي الصرف تتنوع بين اعتبارات أخلاقية (مثل حقوق الحيوان)، وغيرها مثل الاهتمام بالصحة، وتحسين المذاق، وتلبية الاحتياجات الغذائية، وربما الالتزام بالمعتقدات الدينية، والحفاظ على البيئة،[171] إلا أنّ فعالية النظام الغذائي النباتي الصرف تتوقف على العديد من الاعتبارات الاقتصادية وعوامل أخرى مثل التركيبة السكانية والموقع الجغرافي ونحو ذلك. فعلى سبيل المثال، قد يؤدي اعتماد هذا النظام الغذائي في أيسلندا مثلاً إلى زيادة استيراد المحاصيل الزراعية، وبالتالي، التأثير سلباً على الصناعات المحلية، مثل صيد الأسماك، ممّا يتعارض مع الفكرة المتداولة بأن هذا النظام الغذائي يعد خياراً أكثر استدامة.[172] كما أن تكلفة اللحوم النباتية لكل رطل عادة ما تكون ضعف تكلفة لحم البقر وأكثر من 3 أضعاف تكلفة الدجاج.[173]

ورغم تضاعف عدد البحوث في مجال النظام النباتي الصرف بين عامي 2019 و2022، إلا أن تأثير تلك البحوث ما زال محدوداً، ويتعين بذل المزيد من الجهد من أجل تحليل تأثيرات النظام الغذائي النباتي الصرف من منظور أخلاقي وبيئي واجتماعي وصحي لنتمكّن من توسيع نطاق هذا التأثير في المستقبل.[174]

العديد من الأطعمة البديلة للحوم يبلغ تأثيرها البيئي

خُمس إلى أقل من عُشر

التأثير البيئي لما يعادلهم من اللحوم التقليدية



الـفـــــرص الخـــــمسـون

رؤية أكثر شمولية لمفهوم "النمو" تعكس الاعتبارات البيئية والمجتمعية والإنسانية، بعدما ظل النمو الاقتصادي هو المقياس الأساسي والوحيد للنجاح لسنوات طويلة.

الشكـل 4

	الـنصـــــائـح
التفكـير في المجـهــول	تأمّل في المتغيّرات الغامضة والتوجهات العالمية الكبرى والفرضيات، وما هو متوقع أو غير متوقع، وما هو ملائم أو غير ملائم في قطاعك ومجال عملك.
تحـقيق التــوازن	ادرس الفرص جيداً لتقف على كيفية الاستفادة منها بتحقيق الفوائد أو الحد من المخاطر.
الابتكـار في جـميع القطاعـات	تخيّل كيف يمكن الاستفادة من الفرص المتاحة في قطاع معيّن وتطبيقها في مجال عملك، واكتشف فرصاً جديدة.
نقاط مشتركة عالمية	حدد المجتمعات والدول والمناطق حول العالم التي تشاركك الفرص أو نقاط الضعف أو التحديات، وارسم خريطة الفرص والمخاطر العالمية.
التأثير	فكّر في تأثير تلك الفرص على الفئات المعنية لديك، ودورك في إدارة ذلك التأثير
المرونة	فكّر بعقلية منفتحة، وكُن مستعداً للتكيف مع التغيرات ولتغيير وجهة نظرك مع تغير الظروف والمعطيات.

رؤيتـــنا للمســـتـقـبل

كما ذكرنا في المقدمة، يضع هذا التقرير مسارات محددة لاستكشاف مستقبل المتغيرات الغامضة والفرضيات والتوجهات العالمية الكبرى وتحويلها إلى فرص مستقبلية تستحق العمل والمثابرة من أجل تحقيق النمو والازدهار وتحسين جودة الحياة.

في عصر التحولات الكمومية (انظر الشكل 1)، أي في عصرٍ تتعدد فيه المسارات المستقبلية، لا يكفي التأمل وحده من أجل الاستعداد للمستقبل. لا بل من الضروري أن نتحلى بالمرونة، وهذا يشمل المبادرة الواعية باتخاذ الإجراءات، وإنشاء الأنظمة المناسبة التي تستطيع أن تستجيب بشكلٍ شامل للتحديات القادمة، أكانت متوقعة أو غير متوقعة، والتخطيط للمستقبل الذي نريده.[175] وفي الوقت نفسه، يتوجب علينا أن نراقب التوجهات والإشارات قصيرة المدى بهدف تحديد المبادرات التي يجب اتخاذها فوراً وضمان الجهوزية لمواجهة مجموعة من السيناريوهات المستقبلية المحتملة.

تشكل المتغيّرات الغامضة والتوجهات العالمية الكبرى والفرضيات التي يطرحها تقرير "الفرص العالمية: 50 فرصة مستقبلية" نقطة البداية التي يمكن الانطلاق منها، أو حافزاً للتفكير والتأمل في حال سبق أن وضعت استراتيجية استشرافية ومبادرات مستقبلية. هذا وقد تنكشف سيناريوهات مستقبلية ووجهات نظر بديلة مع مرور الوقت، وتبقى الطبيعة المحددة للتغيرات التي سنشهدها، ووقت حدوثها، غير مؤكدة. لكن ما نعرفه بلا شك هو أن احتياجات الإنسان الأساسية وعزيمته على تحقيق ذاته ستبقى ذات أهمية كبيرة.[176]

لهذا السبب، وضعنا الإنسان في صلب رؤيتنا للمستقبل ونرى أنه من المهم جداً أن نستشرف الفرص والتحديات التي قد تطال الحياة اليومية للأفراد. واستلهمنا هنا من المبادئ التوجيهية التي وضعتها مؤسسة دبي للمستقبل[177] في عام 2023 وندعو القارئ إلى التأمل في الأسئلة المذكورة في الشكل رقم 5 عند قراءة رؤيتنا للمستقبل.

الشكـل 5

المبادئ التوجيهية لمواكبة عصر التحولات الكمومية[178]

1. كيف **تتغير توقعات المجتمع** وتطلعاته، وما المخاطر الجديدة والفرص التي سيواجهها أفراد المجتمع في حياتهم اليومية في عصر التحولات الكمومية؟

2. يصعب التنبؤ بالتطورات التقنية المستقبلية، لكن بناءً على الفرضيات الواردة في هذا التقرير، ما **التطورات التقنية** التي يجب أن نتوقعها والتي سيكون لها دور كبير في عملية التنمية؟

3. ما **المتغيرات الغامضة** التي يتمتع الناس بقدرة على مواجهتها اليوم، وما الجوانب التي تتطلب قدرات أو حلولاً جديدة؟

4. **ما التوجهات العالمية الكبرى** والاتجاهات السائدة التي قد تؤثر كثيراً في نماذج العمل وأساليب الحياة؟ فمثلاً، إن كان تحسين الإنتاجية، عبر استخدام الأتمتة أو ذكاء الآلة المتقدم، سيقضي على مجموعة كبيرة من الوظائف، فما التدابير التي تضمن استمرار شعور الناس بالانتماء والتقدير في مجتمعاتهم؟

محتـــــوى الفـــرص

لا تشمل الفرص المبينة في هذا التقرير جميع الجوانب الممكنة، بل تقدم عدداً مهماً من المسارات والأساليب المقترحة للنمو والازدهار وجودة الحياة. وتوفر هذه الفرص إمكانياتٍ لإحداث تقدم كبير في نوعية حياتنا، وتطرح أسئلة عميقة على المجتمع سعياً لحلها. وبعض الفرص التي نعرضها أكثر ملاءمة لواقعنا من غيرها. وقد تتوفر الشروط المناسبة لبعض الاقتراحات تتيح الاستفادة منها، وقد لا ينطبق ذلك على فرص أخرى. وقد لا تقتصر المخاطر المرتبطة ببعض الفرص على الدول أو الشركات التي تستغلها مباشرة، إذ تزداد المخاطر غالباً بوتيرة أسرع من الفوائد.[179]

ثمة العديد من الأساليب والمدارس الفكرية والتقنيات في مجالات توليد الأفكار والتفكير الابتكاري. وفي حين أننا لا نفضل بالضرورة طريقة واحدة على حساب الأخرى، تُشكل الطريقة الموضحة أدناه إحدى الطرق التي يمكنك من خلالها البدء بالتفكير في تنفيذ الفرص، أو التأمل في كيفية تنفيذها حالياً، وفقاً للمرحلة التي بلغتَها في رحلتك الاستشرافية. لذلك في بعض الحالات، قد يكون من المفيد بالإضافة إلى استكشاف الفرص أن تستكشف أيضاً العلوم أو الأبحاث الأساسية التي تقوم عليها هذه الفرص.

دليل استكشاف الفرص

وأوردنا في مقدمة كل فرصة سؤالاً للمستقبل مع وصف موجز يغطي الجوانب الأساسية من الفرصة. ويكمن الهدف في إعطاء القارئ ما يكفي من المعلومات لتشجيعه على التعمق في التفكير وطرح أسئلة إضافية تساعد في اتخاذ القرارات المتعلقة بهذه الفرصة. وتتضمن كل فرصة أيضاً التوجهات العالمية الكبرى الحالية الأكثر صلة بها. ولكن نظراً لطبيعة التوجهات العالمية الكبرى المترابطة، قد تبدو بعضها أكثر أهمية من الأخرى بحسب الحالة.

في كل فرصة من تقرير هذا العام، قمنا بإدراج اثنين من المتغيرات الغامضة اللتين لهما تأثير محتمل جداً على المحركات الأساسية والظروف اللازمة لتحقيق الفرصة. وعندما يتم ذكر التحدي في النطاق، من المرجح أن تكتسب الفرصة أهمية في غضون سنتين إلى 3 سنوات لمعالجة تحدٍ معيّن. وعندما يتم ذكر الفرصة في النطاق، من المرجح أن تكتسب الفرصة أهمية في غضون 10 سنوات، ولكن يرتبط تحقيقها بإحراز تقدم في التكنولوجيا والظروف والعوامل التمكينية الأخرى. أما عندما يتم ذكر الأنظمة في النطاق، فمن المرجح أن تكتسب الفرصة أهمية في غضون أكثر من 10 سنوات إما لأنها تعتمد على التقنيات التي لا تزال في مرحلة التطوير المبكر، وإما لأنها تشكل جزءاً من نظام معقد من المحركات والعوامل.

الشكـل 6

دلـــيـل استكـشـــاف الفـــرص

مـراجـــعـة الفـــرص

اطّلِعْ على جميع الفرص الموجودة في "تقرير الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" من العام 2022 إلى العام 2024 (ومجموعها 150 فرصة)، وصنّفْها بحسب تلك التي تتعلق بقطاعك، وتلك التي تتعلق بالقطاعات المرتبطة به، وتلك التي لا علاقة لها بأيٍ من هذه القطاعات.

أ. الفـرص ضمـن قطاعـك:

في كل فرصة، اقرأ السؤال حول المستقبل والوصف المختصر. فهل يتوافقان مع الرؤية الاستراتيجية أو عرض القيمة أو الغاية أو الأهداف في بلدك أو مدينتك أو مؤسستك أو فريقك؟

ب. الفـرص المرتبطـة بقطـاعـك:

قم بتقييم الفوائد والمخاطر.

فهل يمكن أن تؤثر في قدرتك على تحقيق الرؤية الاستراتيجية أو عرض القيمة أو الغاية أو الأهداف لديك؟

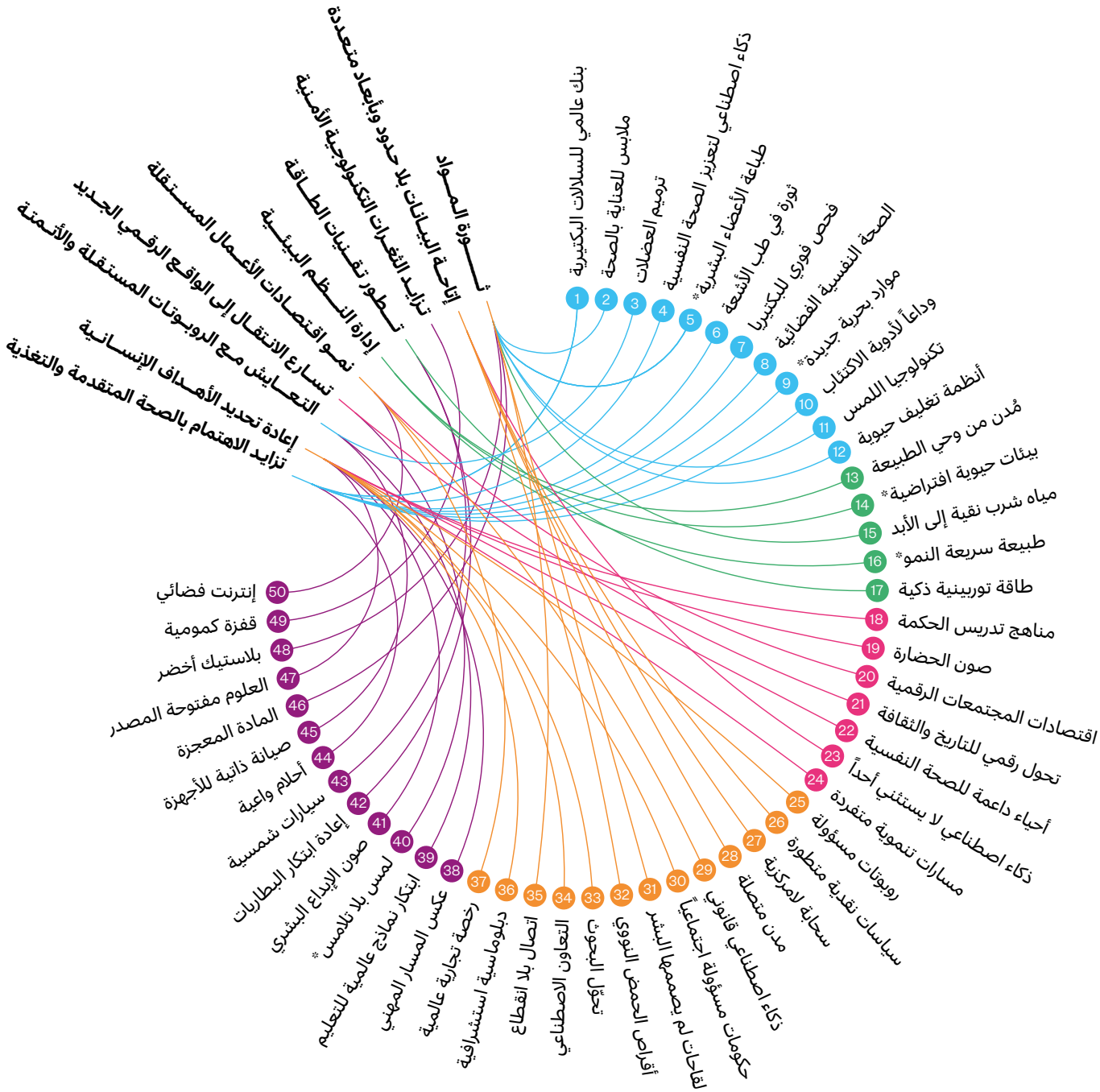
ج. الفـرص غـير المرتبطـة بقطـاعـك:

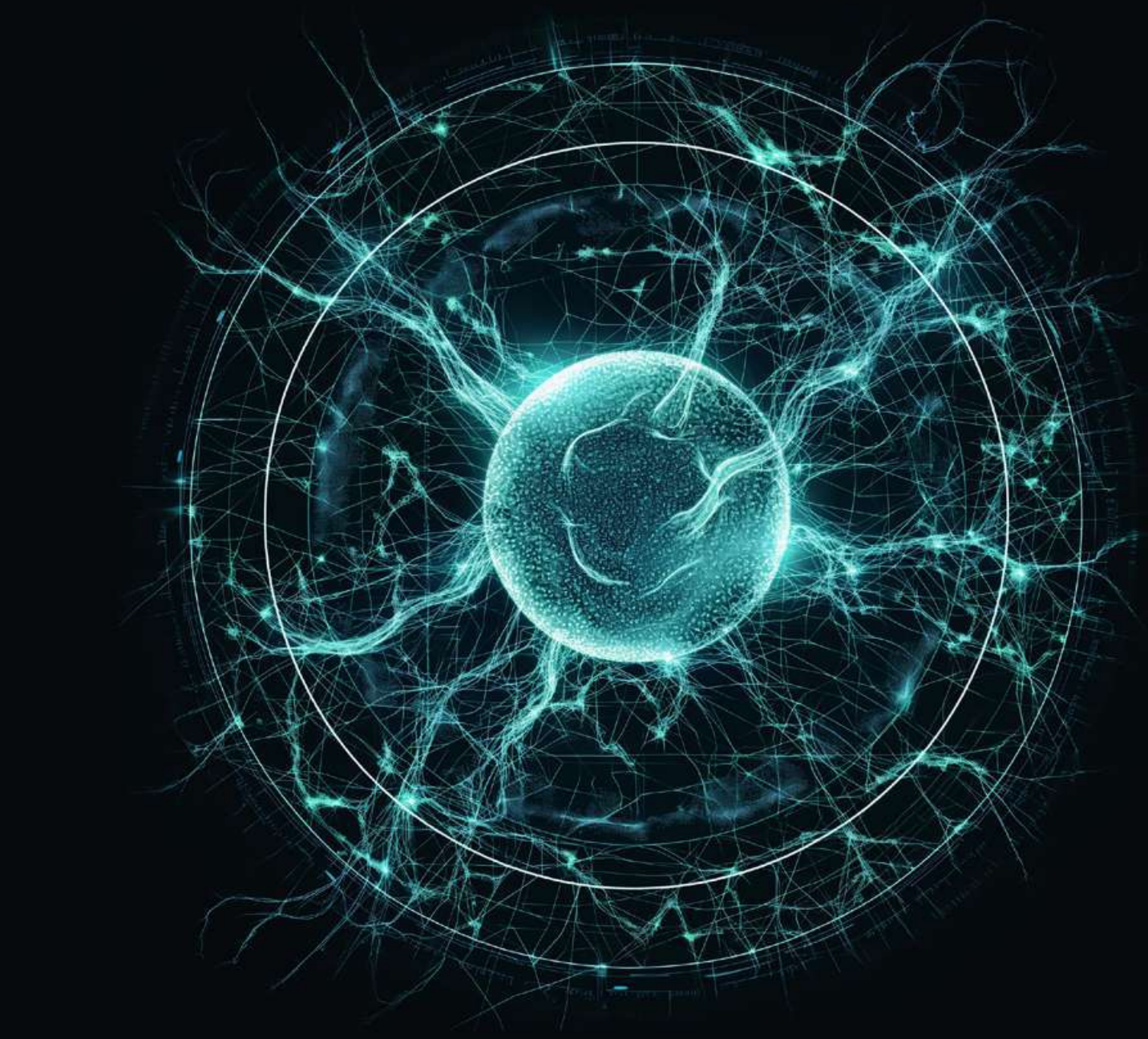
اقرأ السؤال حول المستقبل، هل يمكن ربطه بالرؤية الاستراتيجية أو عرض القيمة أو الغاية أو الأهداف لديك؟

لقد ذُكرت الاتجاهات السائدة والمؤشرات والفوائد والمخاطر والبيانات في كل فرصة على سبيل المثال لا الحصر.

في حين أن أفكار ومحتوى هذا التقرير بالكامل من إعداد مؤسسة دبي للمستقبل، فقد تم استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي للمساعدة في تحسين اللغة والترجمة من حيث القواعد والأسلوب، وهو ما أعقبه مراجعة من قبل المحررين المتخصصين. كما تم استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي أيضاً في إنشاء الصور الواردة في هذا التقرير مع الإشراف البشري على التصميم بناءً على أوامر محددة تتناسب مع محتوى التقرير. هذه الصور لا تمثل صوراً حقيقية وهي لأغراض توضيحية فقط.

خـــــريطـة الفـــــرص





الصحة

اعتماد رؤية جديدة في التعامل مع الصحة النفسية والجسدية وتطلعات زيادة العمر المتوقع للأفراد استناداً إلى العلوم والتكنولوجيا والطبيعة، بما يسهم في تحسين الصحة وابتكار أساليب علاجية جديدة تلائم الأفراد والمجتمعات في كل مكان.

الـفـــرصـــــــــة 1

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، الأنظمة

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
التقنية الحيوية
علم الجينوم
البيانات المفتوحة
الطب الشخصي

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
التعليم
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التأمين وإعادة التأمين
المواد والتقنية الحيوية

ماذا لو أنشأنا بنكاً عالمياً للبيانات البكتيرية لتوفير علاجات للأمراض المزمنة؟

بنـــك عـــالمي للسـلالات البكتيـرية

إنشاء بنك بيانات عالمي يضم سلالات بكتيرية مأخوذة من البشر والبيئة التي يعيشون فيها يسهم في توفير طرق جديدة لعلاج العديد من الأمراض، وتعزيز إمكانيات العلاج الشخصي والطب الدقيق.

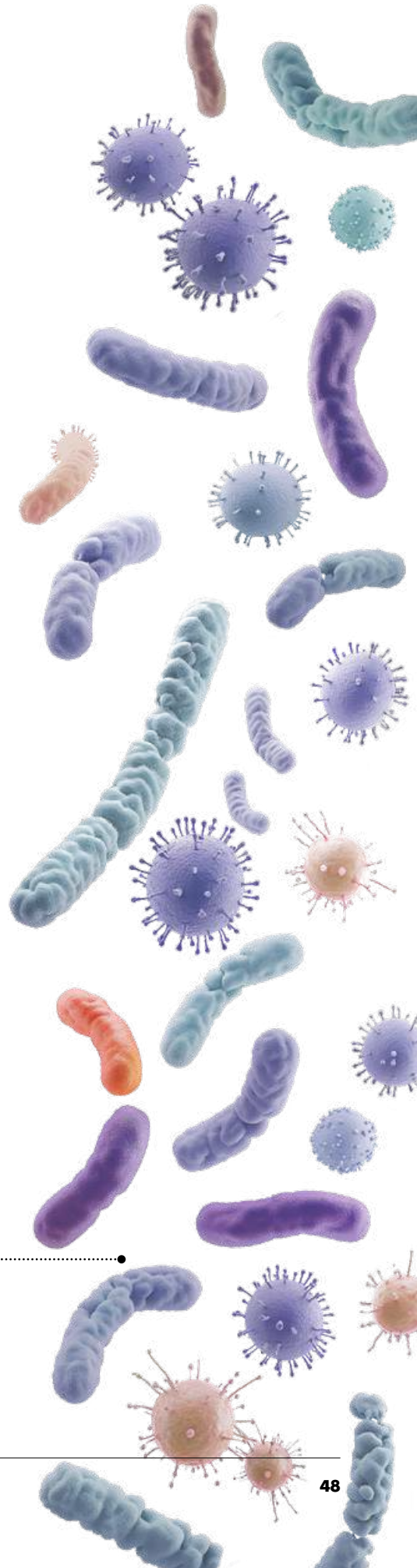
الواقـــع الحـــالي

في عام 2019 أجرى العلماء دراسة هامة للغاية حملت عنوان "العبء العالمي للأمراض" وبيّنت أن أكثر من 10%حول العالم ونحو 60% تقريباً من الوفيات المرتبطة بتعفن الدم كانت ناجمة عن 33 نوعاً فقط من البكتيريا،[180] وهو ما يسهم في وضع استراتيجيات الوقاية الممكنة، وتحديد المضادات الحيوية الأنسب واللقاحات الفعالة.[181]

إلى جانب البكتيريا، تسلط عدة دراسات الضوء على الدور الهام الذي تؤديه الكائنات الحية الدقيقة "الميكروبيوتا" على صعيد الصحة والمرض.[182] وتشمل هذه الكائنات الفطريات والخميرة والفيروسات التي تعيش في مناطق مختلفة من جسم الإنسان، بما في ذلك الأمعاء والفم والرئتين والجلد.[183] ونستطيع أن نعرف من خلال هذه الكائنات الحية الدقيقة الكثير من المعلومات حول كيفية تفاعلها داخل بيئات محددة، والدور الذي تؤديه في الحفاظ على الصحة والتسبب في المرض.[184] وتعد الميكروبات نظاماً بيئياً متنوعاً، فهي تتفاعل مع أجهزة الجسم المختلفة، وتؤدي وظائف بيولوجية أساسية، وتسهم في تأدية الوظائف الأيضية والمناعية وغيرها من الوظائف.[185] ولذلك، فإن الطبيعة التكوينية للكائنات الحية الدقيقة قد تسهم في حماية الصحة أو على النقيض قد تتسبب في الإضرار بها، فقد يؤدي عدم توازنها إلى ظهور أمراض المناعة الذاتية، والالتهابات المزمنة، والسكري، والسمنة، وتصلب الشرايين، والاضطرابات العصبية،[186] وأمراض القلب والأوعية الدموية، وأمراض السرطان، وأمراض الجهاز التنفسي.[187]

وقد تم التركيز على دراسة "ميكروبيوم الأمعاء" أكثر من غيره، وهو مجموع الميكروبات المتعايشة مع الإنسان والذي يمكن من خلاله معرفة التركيبة الوراثية للميكروبات والظروف المحيطة بها[188]، حيث يضم تريليونات الكائنات الحية الدقيقة وما يصل إلى ألف نوع من البكتيريا التي يؤدي كل منها دوراً فريداً، مما يسهم بشكل كبير في تعزيز صحة الإنسان أو قد يسبب له المرض.[189] إذ يُعتبَر الميكروبيوم الصحي في الأمعاء عنصر أساسي لتعزيز الصحة الجسدية والوظيفة المعرفية والصحة العقلية للإنسان.[190] فبعض أنواع البكتيريا المعوية قادرة على تصنيع الناقلات العصبية الرئيسية، بما فيها السيروتونين،[191] وهو منظّم مهم للصحة المعرفية التي تشمل التعلّم والذاكرة، واستقرار المزاج والنوم.[192]

بالإضافة إلى دراسة التفاعلات مع الكائنات الحية الدقيقة الأخرى، فإن الجهود الحالية لرسم الخرائط البكتيرية للأمعاء البشرية تكشف بالفعل عن أنواع جديدة من البكتيريا[193] وهو ما يعني احتمال ظهور مؤشرات وعلاجات جديدة للأمراض.[194]



%60

تقريباً من الوفيات المرتبطة بتعفن الدم كانت ناجمة عن

33 نوعاً فقط من البكتيريا

الفرصـــــة المســـتـقـبلية

إن إنشاء بنك عالمي لبيانات السلالات البكتيرية، يضم عيّنات من جسم الإنسان والحمض النووي البكتيري المستخرج بواسطة أجهزة الاستشعار النانوية من التربة وأعماق المحيطات، من شأنه أن يعزز فهمنا لطبيعة الميكروبيوم البشري، وكيفية تفاعل الكائنات الحية الدقيقة مع البيئة المحيطة بها. كما يتيح الذكاء الآلي المتقدم إنشاء خرائط ونماذج للسلالات البكتيرية المعروفة والجديدة وتحديد خصائصها من أجل التوصل إلى العلاجات المحتملة للأمراض المزمنة.[195]

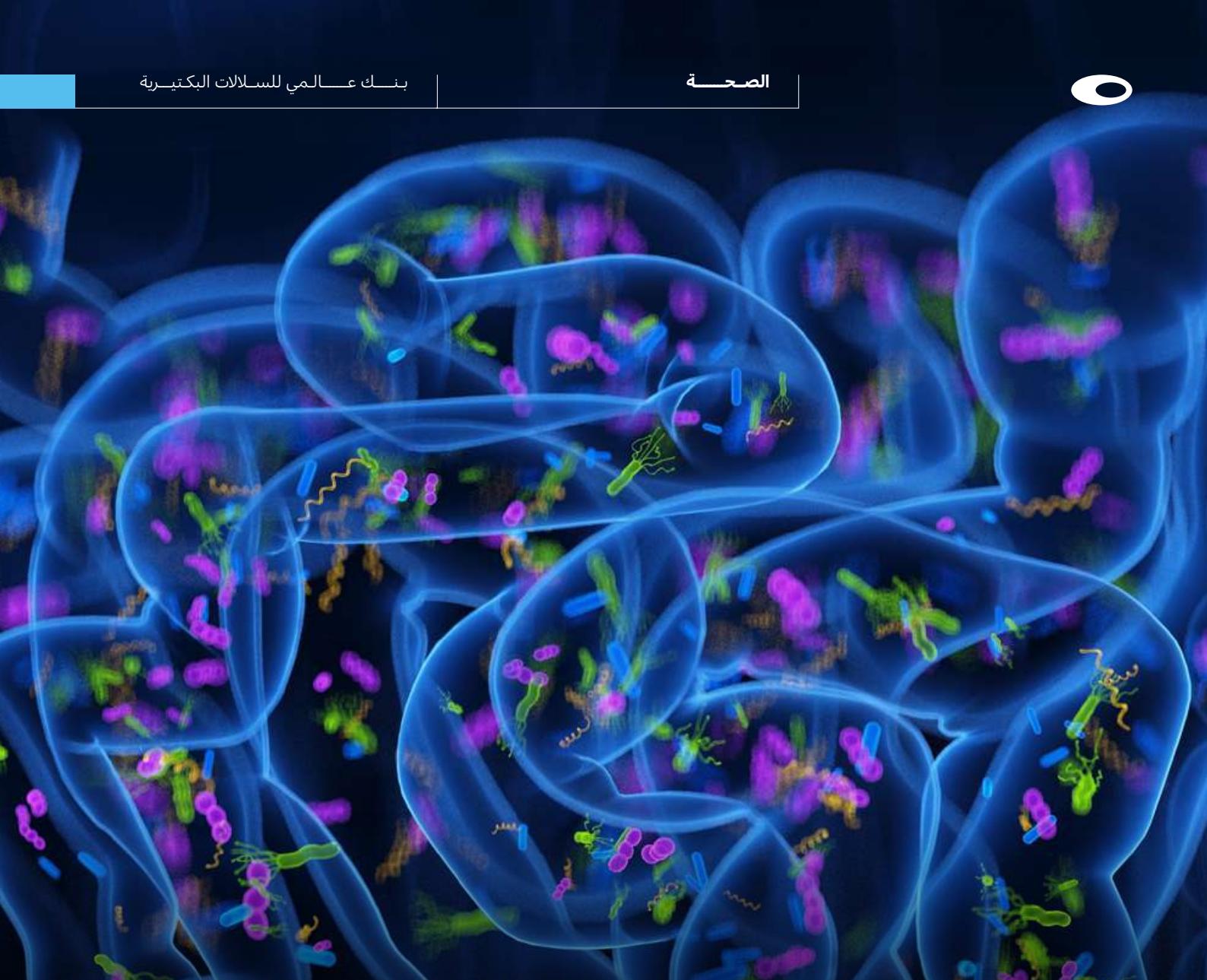
إن رسم خرائط للتركيبة البكتيرية الفريدة للأفراد[196] من مختلف المناطق الجغرافية والأعمار والأنماط الجينية والظاهرية (مع تحديد السمات الجينية والمادية للكائنات الحية الدقيقة) إلى جانب تطوير الخرائط الجينية الشاملة، سيتيح المجال لتطوير علاجات شخصية وفق احتياجات المريض بناءً على معلوماته الجينية والبكتيرية الفريدة بما يعزز الكفاءة وبقاء البكتريا النافعة داخل الجسم. كما أنه يمكن من خلال عمليات زراعة البكتيريا تعديل البيئة التي تعيش فيها الميكروبات في جسم الإنسان، ومن ثمّ استعادة وظيفتها وتوازنها الصحي مرة أخرى، وبالتالي معالجة السبب الجذري لبعض الأمراض.

الإيجـــابيات

بمجرد تحديد البكتيريا التي تسهم في تحسين الصحة الجسدية والعقلية للإنسان، يصبح من السهل استزراعها واستخدامها في علاج الأمراض أو الوقاية منها. كما أن التعمق في فهم البكتيريا وخصائصها يمكّننا من تعزيز التغذية الشخصية التي تلائم الاحتياجات الفريدة لكل فرد، وتطوير مضادات حيوية جديدة، واستخدام مضادات البكتيريا الأنسب والأكثر فعالية.

المخـــــاطـــر

تشمل المخاطر اكتشاف مسببات أمراض بكتيرية جديدة مضرة بصحة الإنسان، وحدوث آثار جانبية غير مقصودة نتيجة إدخال بكتيريا جديدة أو معاد تصميمها إلى جسم الإنسان.



وقد تم التركيز على دراسة **"ميكروبيوم الأمعاء"** أكثر من غيره، وهو مجموع الميكروبات المتعايشة مع الإنسان والذي يمكن من خلاله معرفة التركيبة الوراثية للميكروبات والظروف المحيطة بها، حيث يضم

تريليونات الكائنات الحية الدقيقة وما يصل إلى ألف نوع من البكتيريا

التي يؤدي كل منها دوراً فريداً

الـفـــرصـــــــــة 2

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، الأنظمة

التوجـهات العـالمية الكبرى

ثـورة المـواد

الاتجـاهات السـائدة

المواد الحيوية
إطالة العمر والحيوية
تحفيز الابتكار
طب النانو
الطب الشخصي

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية

هل ستمدنا ملابسنا بالمغذيات التي نحتاجها تلقائياً في المستقبل؟

ملابـــس للعـــناية بالصحـــة

تتيح المواد الحيوية النانوية والمواد الاصطناعية إنتاج أقمشة وملابس ذكية قادرة على تزويد جسم الإنسان بالحد الأدنى من متطلباته اليومية من الفيتامينات لتعزيز صحته ومواجهة مشكلة نقص العناصر الغذائية.

الـواقـــع الحـــالـي

في العام 1912، ربط عالم الكيمياء الحيوية "كازيمير فانك" أمراضاً مثل "الإسقربوط" و"الكساح" بنقص في أنواع معيّنة من الفيتامينات،[197] والتي كان مصدرها الوحيد هو الغذاء آنذاك، إذ لم تتوفر المكملات الغذائية في الأسواق إلا في ثلاثينيات القرن العشرين.[198]

ورغم أن الفيتامينات ضرورية لنمو الإنسان وتعزيز صحته ووقايته من الأمراض،[199] إلا أن نقص الفيتامينات يعد مشكلة صحية شائعة في العديد من دول العالم. فعلى سبيل المثال، يعاني نحو مليار شخص حول العالم من نقصٍ في الفيتامين "د"،[200] حتى في الدول التي تتمتع غالباً بطقس مشمس.[201] ويؤدي النقص في الحديد والفولات والفيتامينات "ب 12" و"أ" إلى مشاكل صحية خطيرة، مثل فقر الدم الذي يؤثر على حوالي 42% من الأطفال دون سن الخامسة و40% من النساء الحوامل على مستوى العالم،[202] في حين يُعتبر نقص الفيتامين "أ" من الأسباب الرئيسية لعمى الأطفال (الذي يمكن الوقاية منه)، كما يزيد من خطر الإصابة بالتهابات شديدة تسبب الإسهال أو الحصبة، إلى جانب أمراض أخرى.[203]

إن فكرة ملابس العناية بالصحة[204] وصبغ المنسوجات بمواد توفر العناصر الغذائية التي يحتاجها الجسم[205] ليست بالجديدة، فإلى جانب الملابس التي توفر الراحة لمرتديها وتراعي الاستدامة، عمل المبتكرون على مدار الـ 15 سنة الماضية على الأقل[206] على إضافة عناصر إلى الملابس من شأنها أن تعزز من صحة الإنسان، مثل الفيتامينات[207] والكولاجين[208] ومضادات الميكروبات[209] ومضادات الأكسدة.[210] فعلى سبيل المثال، تم تصميم الأقمشة الذكية التي تنتجها شركة "في ميلانو" بحيث تسمح بدخول أشعة الشمس إلى الجسم لتوفير الأشعة فوق البنفسجية اللازمة لإنتاج فيتامين "د".[211] وبالمثل تعمل شركة "تكستل بيزد دليفري" على تصميم أقمشة تزود الإنسان بجرعات ثابتة من الأدوية والفيتامينات والمكملات الغذائية، وهي آمنة عند الغسل ويمكن إعادة استخدامها.[212] مع ذلك، ما زالت هناك قيود على نطاق استخدام هذه المنتجات، كما لم تثبت الأبحاث بعد فعالية بعضها[213] أو مدى قدرتنا على إدارة النفايات الناتجة عنها بطريقة صديقة للبيئة.[214]

يعاني نحو

مليار شخص

حول العالم من نقصٍ في الفيتامين "د"

الفرصـــة المســـتقبلية

تتيح المواد الحيوية النانوية إنتاج أقمشة ذكية قادرة على تصنيع الفيتامينات والمعادن لتطلق جرعات نانوية منها يمتصها جسم الإنسان عبر الجلد لتزويده بالحد الأدنى من متطلباته اليومية من الفيتامينات وتعزيز صحته.

كما يمكن تحسين أداء هذه الأقمشة بالاستفادة من علم الأحياء التركيبي،[215] أو أجهزة الاستشعار الحيوية القابلة للارتداء،[216] أو بالدمج بين كل منهما،[217] لمعالجة نقص العناصر الغذائية وتجنب الآثار الجانبية للأدوية، أو التحكم بها أو الحد منها إذا أمكن ذلك من الناحية الصحية.[218] وبما أن هذه الأقمشة من المواد الفائقة التي تمت هندستها لتتمتع بخصائص لا تتوفر في المواد الطبيعة،[219] فإنها ستكون قادرة على التأقلم مع بيئتها واتخاذ القرارات بشكل مستقل[220] لتزويد الإنسان بالفيتامينات والمعادن اللازمة بما يتناسب مع احتياجاته. كما يمكن الاستفادة من تكنولوجيا النانو، والمواد الحيوية، وأجهزة الاستشعار الحيوية لإنتاج هذا النوع من الملابس أو البطانيات المبتكرة لمساعدة المجتمعات في المناطق التي ينتشر فيها سوء التغذية.

الإيجـابيات

الأقمشة المصنوعة من المواد الحيوية النانوية والمصممة لتزويد الإنسان بالفيتامينات والمعادن اللازمة له توفر حلاً قابلاً للتطبيق على نطاق عالمي واسع، لا سيما للأشخاص الذين يواجهون تحديات في التغذية أو يعانون من مشكلات صحية معيّنة، وذلك بهدف منع الإصابة بالنقص الحاد في العناصر الغذائية وما يعقب ذلك من أمراض وتدهور للحالة الصحية.

المخـــاطـر

رغم التطورات التي تم تحقيقها في هذا المجال، إلا أنه لم تثبت فعالية هذه التكنولوجيا بشكل قاطع، فقد تتحلل الفيتامينات مع مرور الوقت خاصة مع الغسيل المتكرر للأقمشة، كما قد تعرض هذه الأقمشة الشخص لخطر التسمم بسبب حدوث خلل في تقنيات الاستشعار أو تراكم الفيتامينات غير الضرورية.

الـفـــرصـــــــــة

3

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

الأتمتة والعيش مع الروبوتات المستقلة

الاتجـاهات السـائدة

الحوسبة المتطورة
المواد الحيوية
إطالة العمر والحيوية
طب النانو
الطب الشخصي

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التأمين وإعادة التأمين
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
الرياضة
السفر والسياحة

ماذا لو تمكنت الروبوتات النانوية من تجديد العضلات والوقاية من شيخوختها؟

تـرمـــيـم العضـــــلات

يتـم تصـميم روبـوتات نـانوية لترميم العضلات وتجديدها، والوقـاية من تدهـور صحـة العضـلات مع التقدم في السن.

الواقـــع الحـــالي

الألم العضلي الهيكلي لدى الشباب في سن المراهقة، غالباً ما يستمر في مرحلة البلوغ، يؤثر على

الصحة والتعليم والمسيرة المهنية مستقبلاً

يختلف تكوين العضلات الهيكلية بحسب العمر والجنس والعرق ومستويات النشاط الجسدي للأفراد، وتشكل هذه العضلات ما بين 40% و50% من كتلة الجسم.[221] وقد يعاني الأشخاص من مختلف الأعمار من الألم العضلي الهيكلي،[222] فألم أسفل الظهر مثلاً يصيب نحو 619 مليون شخص (أي نحو 10% من سكان العالم)، ومن المتوقع أن يصل هذا العدد إلى 843 مليون بحلول العام 2050.[223]

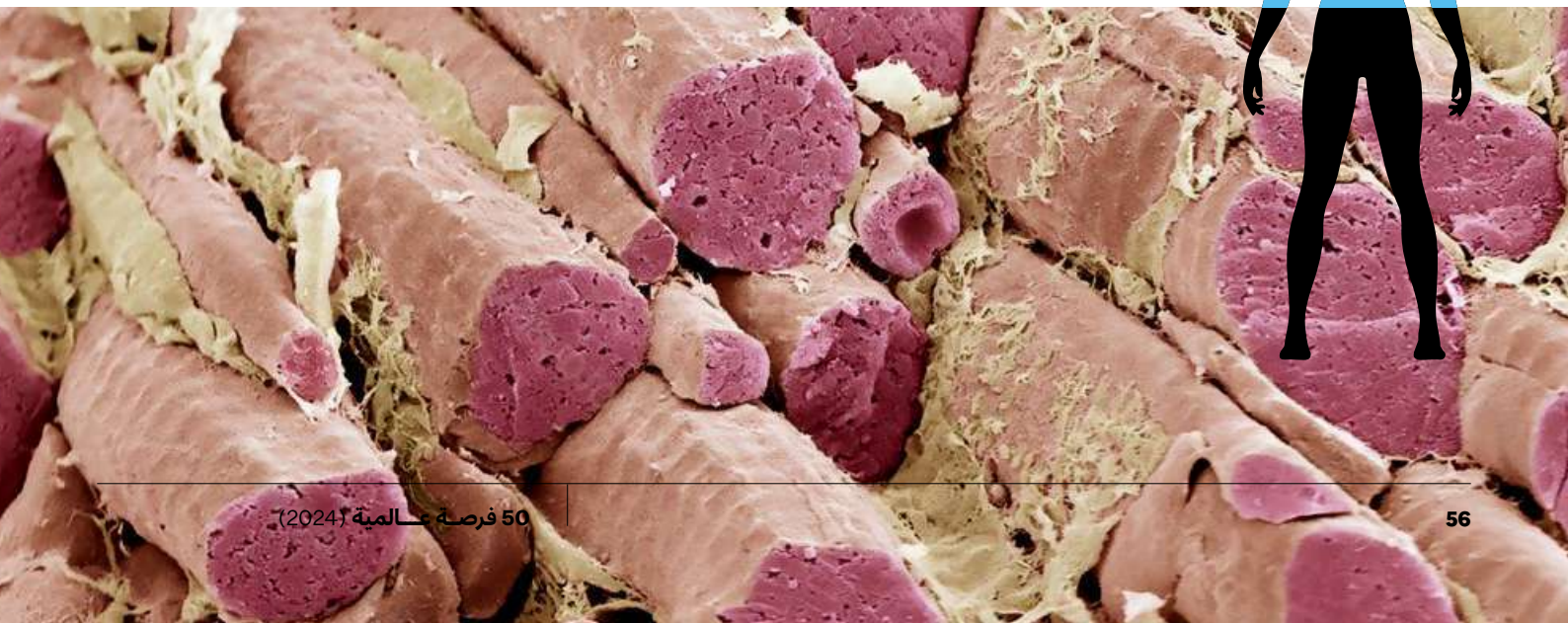
ويصيب الألم العضلي الهيكلي المستمر ما بين 40% و60% من كبار السن، وغالباً ما يؤدي إلى العجز أو السقوط عند المشي أو ربما حدوث مشكلات في الذاكرة، في حين قُدّرت تكاليف علاجه في عام 2019 بنحو 300 مليار دولار في الولايات المتحدة وحدها.[224] ومع توقع تضاعف عدد الأشخاص الذين تتجاوز أعمارهم 60 عاماً حول العالم بحلول عام 2050،[225] فإن الألم العضلي الهيكلي سيشكّل مصدر قلق رئيسي على المستوى العالمي لما قد يعانيه كبار السن نتيجة للإصابة به من اكتئاب وعدم تركيز وتحديات القدرة على الحركة وضعف الجسد ونحوها.[226]

أما الشباب في سن المراهقة، فيرتبط لديهم الألم العضلي الهيكلي بأنماط حياتهم التي تفتقر إلى الحركة،[227] مما يؤدي إلى السمنة والأمراض القلبية الوعائية[228] والآثار النفسية والقلق من الألم،[229] الذي غالباً ما يستمر في مرحلة البلوغ، مما يؤثر على الصحة والتعليم والمسيرة المهنية مستقبلاً.[230] وفي حين أظهرت دراسة أجريت في عام 2007 في المملكة المتحدة أن 22% من الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 11 و14 عاماً يعانون من آلام أسفل الظهر،[231] أظهرت دراسة أخرى أجريت في عام 2019 في بولندا أن نحو 56% من الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 10 و19 عاماً يعانون من آلام أسفل الظهر، وأن 74% منهم يعانون من آلام الظهر بشكلٍ عام.[232] كما كشفت بيانات تم نشرها في البرتغال عام 2019[233] أن معدل انتشار هذه الآلام يزداد مع التقدم في السن،[234] وتشمل الأسباب الشائعة لهذه الآلام رفع الأحمال الثقيلة (70.7%) وحمل حقائب الظهر (67.4%) والجلوس لفترات طويلة (67.8%).[235]

التطبيقات الطبية الفعلية للروبوتات النانوية ما زالت محدودة النطاق، فقد تمت تجربة هذه التقنية في تطوير اللقاحات[236] وعلاج السرطان وتشخيصه.[237] والروبوتات النانوية عبارة عن روبوتات صغيرة بحجم النانو (100 نانومتر أو أقل)[238] تمت برمجتها لتحويل الطاقة إلى قوى ميكانيكية من أجل إنجاز مهمة محددة، ولذلك يمكن استخدامها في مجالي التشخيص والعلاج[239] كما أنها مصممة ومبرمجة للتفاعل مع الخلايا وترميم أو تجديد العضلات المتضررة أو المفقودة نتيجة التعرض للإصابات المختلفة أو التقدم في السن.

يختلف تكوين العضلات الهيكلية بحسب العمر والجنس والعرق ومستويات النشاط الجسدي للأفراد، وتشكل هذه العضلات ما بين

40% و50% من كتلة الجسم



الفـرصـــة المســتـقـبلية

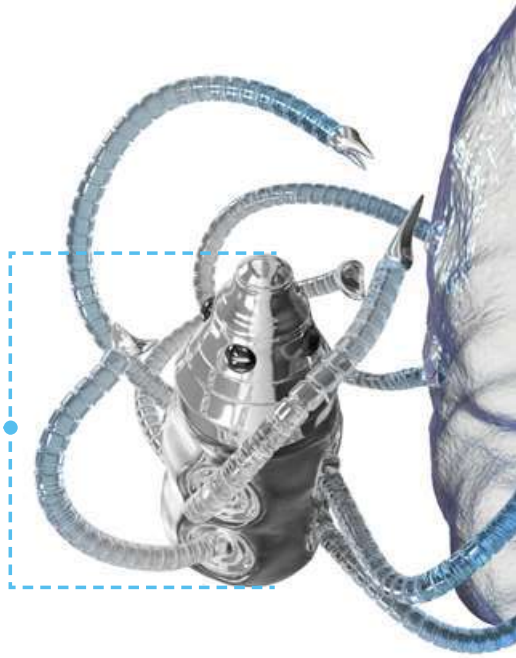
وقد تشمل استخدام للروبوتات النانوية التحفيز الكهربائي للعضلات،[240]وتنشيط الخلايا الجذعية العضلية،[241]والهلام المائي الموصل للكهرباء،[242] والحقْن الموَجّه للبلازما الغنية بالصفائح الدموية[243] أو الجيل الثاني من بلازما الفيبرين (PRF) الغنية بالصفائح الدموية[244] على الرغم من أن نتائج الطريقتين الأخيرتين لم تكن على النحو المطلوب من الدقة. ومع تحقيق المزيد من التطور في علم الجينوم والطب الشخصي وطرق العلاج النانوية،[245] سنتمكن من استخدام الروبوتات النانوية لمنع تدهور صحة العضلات وإبطاء شيخوختها، مما يمنح الإنسان القدرة على الحركة والقوة مدى الحياة، ويضع حداً للإصابة بضمور العضلات،[246] أي التقلص في الكتلة العضلية وتراجع وظائفها.

الإيجـابيات

تتحسن اللياقة البدنية للأفراد وبالتالي جودة حياتهم نتيجة الحفاظ على قوة العضلات واستعادة صحتها. كما تسهم الروبوتات النانوية في منع الإصابة بالعجز والحد من تأثير آلام العضلات على جودة حياة الأفراد من مختلف الفئات العمرية، وإنتاجيتهم.

المخـــاطـر

قد تؤثّر الروبوتات النانوية المصممة لترميم العضلات أو الحفاظ على صحتها، بدون قصد، على صحة الأعضاء والأنظمة الحيوية الأخرى في الجسم، مما يزيد مثلاً من مخاطر الإصابة بالأمراض القلبية الوعائية. كما قد تنخفض فعالية هذه التقنية نظراً إلى عدم فهمنا الكافي لكيفية تفاعل الجسيمات النانوية مع الخلايا، متأثرةً بعوامل جوهرية مثل العمر والجنس.



والروبوتات النانوية عبارة عن روبوتات صغيرة

بحجـم النـــانـو

(100 نانومتر أو أقل)

الـفـــرصـــــــــة 4

التأثيـــر قـــريب المـــدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجـاهات السـائدة

الـذكـاء الاصطناعـي
الشراكة بين القطاعين الحكومي والخاص
تكنولوجيا الرعاية الصحية
الصحة النفسية
تحفيز الابتكار

القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات المهنية

مـاذا لـو أظهـر الذكاء الاصطـناعـي تعاطفـه مع الأفـراد مراعياً الاختلافات الفردية والثقافية؟

ذكـاء اصطناعـي لتعـزيز الصحـة النفسـيـة

إلى جانب مجموعة الأدوات العالمية المصممة لدعم الصحة العقلية بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي، تسعى فرق عمل تضم خبراء من مختلف التخصصات إلى تعزيز الصحة النفسية والعقلية عبر الدمج بين الشعور بالتعاطف والرؤى الثقافية المتنوعة في نماذج الذكاء الاصطناعي، من خلال مجموعة بيانات مرجعية يمكن استخدامها لاختبار مدى ملاءمة حلول الذكاء الاصطناعي للسياق العالمي والظروف المحلية.

الواقـــع الحـــالي

أشارت التقديرات في عام 2001 إلى أن ربع سكان العالم سيعانون من اضطرابات نفسية أو عصبية خلال حياتهم،[247] ثم تضاعفت هذه النسبة بحلول العام 2023 لتصل إلى نصف سكان العالم.[248] ورغم هذه الزيادة الملحوظة، تخصص الحكومات 2.1% فقط من نفقاتها المخصصة للقطاع الصحي للصحة النفسية،[249] مما يحد من إمكانية حصول أفراد المجتمع على خدمات الصحة النفسية بأسعار معقولة.[250] إلا أن ارتفاع أسعار الخدمات الصحية ليست وحدها التي تحول دون لجوء الأفراد إليها، فهم يترددون في طلب المساعدة خشية التعرض للازدراء والتمييز في المجتمع.[251]

على الصعيد العالمي، يعاني

فرد واحد من بين كل 8 أفراد

من اضطرابات في الصحة النفسية

فعلى الصعيد العالمي، يعاني فرد واحد من بين كل 8 أفراد من اضطرابات في الصحة النفسية،[252] بما في ذلك واحد من كل 5 مراهقين،[253] وذلك نتيجة تأثرهم بالظروف الاجتماعية والأسرية والفردية، ولأن أدمغتهم في طور النمو تكون أكثر عرضة للمؤثرات الخارجية، مثل العنف والفقر والشعور بالازدراء والاستخدام المفرط للتكنولوجيا،[254] وغالباً ما تستمر هذه الحالات النفسية في مرحلة البلوغ إذا لم يتم علاجها.[255]

بما في ذلك

واحد من كل 5

مراهقين

وفي تسعينيات القرن الماضي برز مفهوم الرعاية الصحية عن بُعد، وقد أثبت مع الوقت فعاليته في علاج الاكتئاب والقلق،[256] فقد تلقى 36% من المرضى علاجات الصحة النفسية عن بُعد في ظل جائحة كوفيد19-، مما زاد من الاستثمارات في هذا المجال[257] وأدى إلى إجراء تغييرات تشريعية، رغم وجود بعض التحديات مثل جودة الرعاية ونقص المعالجين النفسيين.[258]

يُعَدّ استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال الصحة النفسية مجالاً واعداً،[259] إذ من شأنه أن يسهم في نشر المعرفة حول علم النفس والصحة العقلية في جميع أنحاء العالم، وتسهيل العلاج النفسي بين المعالج والمريض إذا كانا من ثقافتين مختلفتين، وتحسين الصحة النفسية على مستوى العالم ككل،[260] كما سيسهم في تطوير القدرة على التشخيص الصحيح وتحليل البيانات ومراقبة المرضى.[261] من الممكن أن نشهد تعاوناً في المستقبل بين المعالجين النفسيين ونماذج الذكاء الاصطناعي من خلال المزج بين كفاءة الذكاء الاصطناعي وقدرة البشر على إظهار التعاطف مع المرضى،[262]

وقد استُخدم الذكاء الاصطناعي أيضاً في مجال الصحة النفسية، إذ تمكننا مثلاً عملية "معالجة اللغة الطبيعية - NLP" من اكتشاف حدوث أي تغيرات في اللغة قد تكون مرتبطة بمشكلات في الصحة النفسية، كما أن هناك روبوتات دردشة مثل "وو-بوت هيلث" تتأقلم مع شخصيات المستخدمين وتقدم لهم مجموعة متنوعة من العلاجات والتمارين النفسية.[263] ومؤخراً تم استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي، بالاستفادة من النماذج اللغوية الكبيرة، في تقديم الاستشارات النفسية، غير أن الإجابات كانت تركز أكثر على التركيبات النحوية واللغوية للنتائج،[264] كما أنها كانت سطحية إلى حد ما ولم تتعمق في حل المشكلات المطروحة.[265]

الفرصـــة المســتقبلية

عبر تشكيل فريق متعدد التخصصات يضم باحثين في مجال الذكاء الاصطناعي، ومتخصصين في علم النفس السريري، ومطوري برمجيات، وعلماء بيانات، بحيث يعمل هذا الفريق على ضبط تطبيقات الذكاء الاصطناعي والنماذج اللغوية الكبيرة التي يتم تصميمها أو استخدامها في مجال الصحة النفسية بشكل دقيق، بالاستفادة من مجموعات البيانات[266] والتحليل التجريبي والأسس النظرية المتينة التي تدمج مختلف وجهات النظر الثقافية.[267] وتكون مجموعات البيانات هذه بمثابة حجر الأساس لتطبيق مجموعة أدوات عالمية للذكاء الاصطناعي في مجال الصحة النفسية، بما يسهم في الارتقاء بقطاع الرعاية الصحية النفسية حول العالم وعبر مختلف الثقافات والرؤى، بدلاً من أن تعكس تحيزات المطورين أو بيانات التدريب الخاصة بالنماذج.[268]

الإيجـابيات

إتاحة خدمات الصحة النفسية القائمة على الذكاء الاصطناعي للجميع ستعزز قدرة أفراد المجتمع على الاستفادة من خدمات الرعاية الصحية النفسية، ومن ثمّ تحسين النتائج المتعلقة بحالات الصحة النفسية، مما يزيد الشعور بالسعادة داخل المجتمع بشكلٍ ملحوظ، ويسهم في ارتفاع مستوى الإنتاجية نظراً للارتباط الوثيق بين الصحة الجسدية والصحة النفسية.

المخـــاطـر

قد يؤدي الإفراط في استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال الصحة النفسية إلى الحد من الخصائص البشرية مثل إظهار التعاطف وبناء الثقة مع المرضى، وهي عناصر جوهرية في العلاج النفسي.[269] كما أن هناك مخاطر تتعلق باختراق البيانات الشخصية وارتفاع تكلفة استخدام الذكاء الاصطناعي أكثر من المتوقع، مع تفوق البشر على الذكاء الاصطناعي في التشخيص والعلاج.[270] إلى جانب ذلك، سيتم الاعتماد على البيانات الموضوعية المحدودة وعلى دراسات الحالات السابقة،[271] وعدم الارتقاء إلى مستوى تعقيد الاضطرابات النفسية بشكل كامل.

التقديرات النسبية لسكان العالم الذين سيعانون **من اضطرابات نفسية أو عصبية خلال حياتهم**

2023 **%25**

2100 **%50**

الـفـــرصـــــــــة 5

التأثيـــر: بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

ثـــورة المـــواد

الاتجـاهات السـائدة

الطباعة ثلاثية الأبعاد
المواد الحيوية
التقنيات الحيوية
علم الجينوم
الطب الشخصي

القطـاعات المتأثـرة

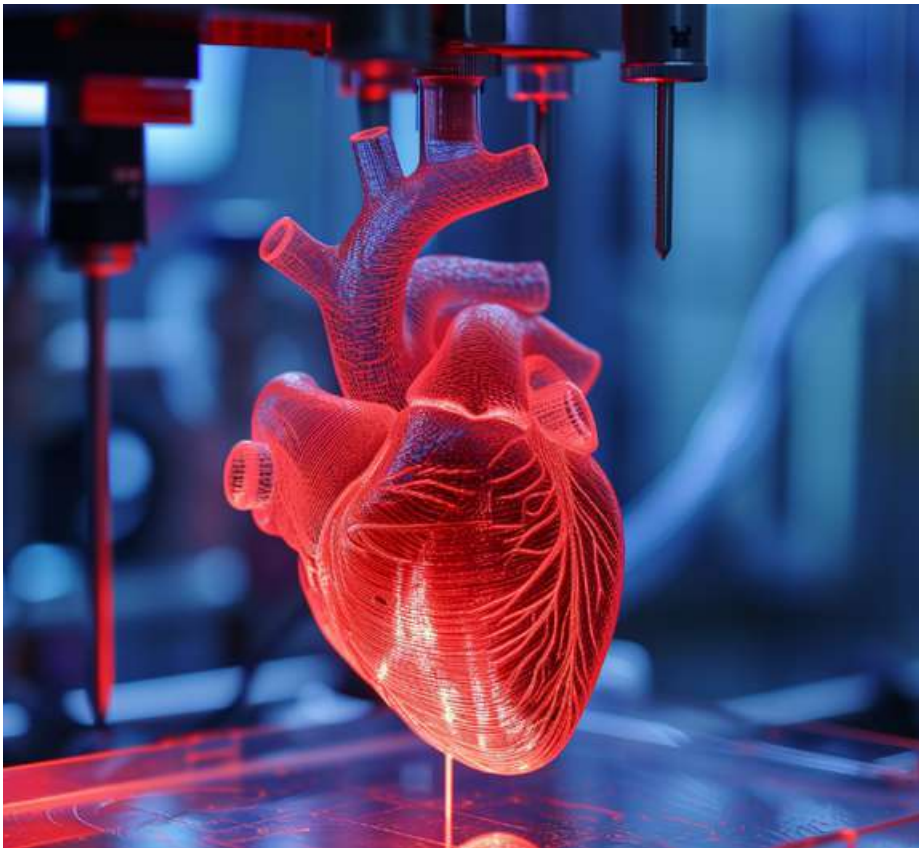
الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
المواد والتقنية الحيوية
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

هل سنودع قوائم انتظار زراعة الأعضاء البشرية بفضل تكنولوجيا الطباعة الحيوية؟

طباعـــة الأعـــضاء البـشـــرية

الذكاء الاصطناعي التوليدي

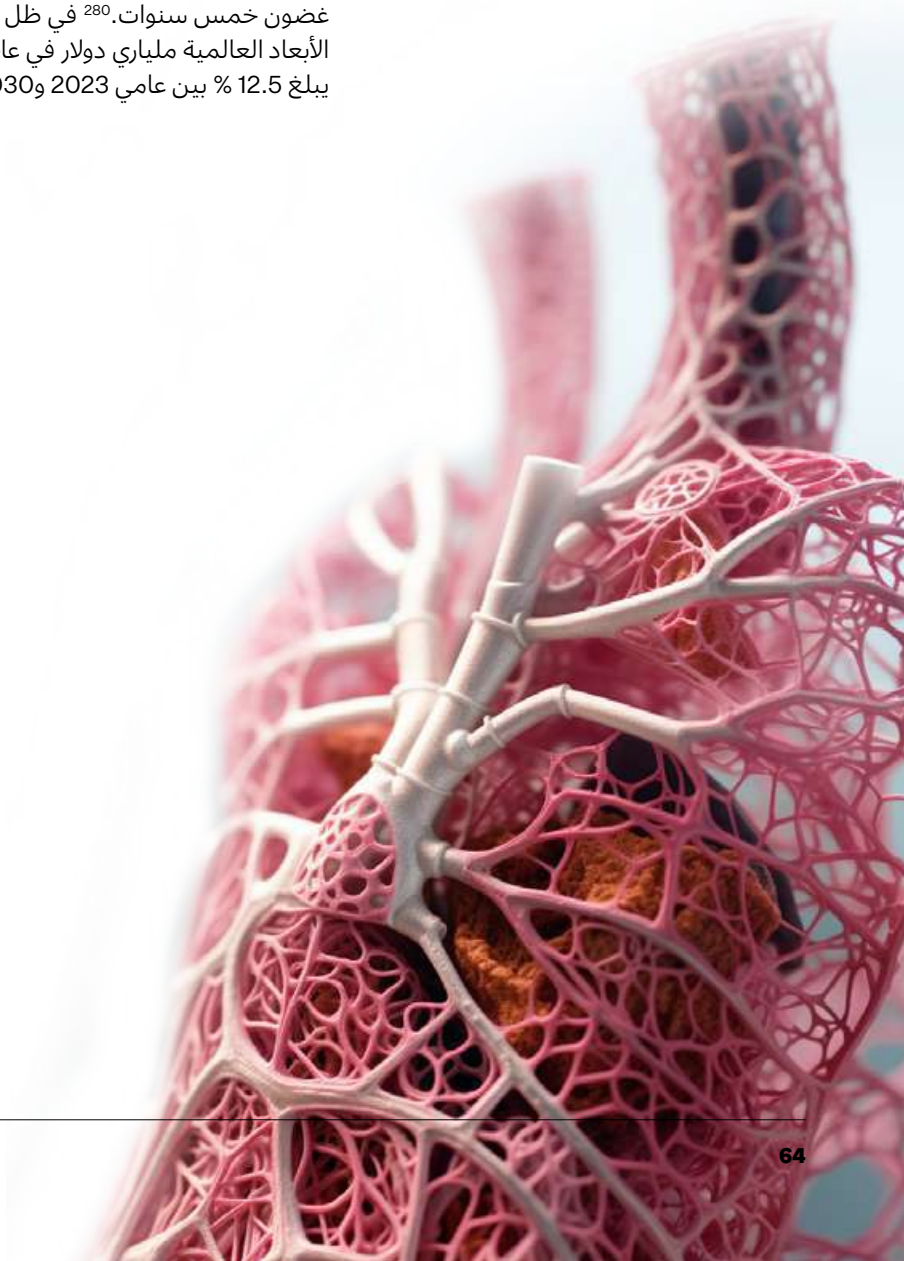
تشكل الطباعة الحيوية الشخصية ثورة في مجال زراعة الأعضاء، مما يحد من قوائم انتظار المتبرعين بالأعضاء أو ربما يلغيها بالكامل، ويزيد احتمالية تقبّل جسم المتلقي للعضو الجديد، ويرفع معدلات الحفاظ على حياة المريض.



الـواقـــع الحـــالـي

يشهد العالم نقصاً حاداً في أعداد المتبرعين بالأعضاء، فالولايات المتحدة الأمريكية وحدها تضم أكثر من 100 ألف مريض على قوائم انتظار زراعة الأعضاء بحثاً عن متبرعين،[272] فيما يفارق 17 شخصاً منهم الحياة يومياً.[273] وفي عام 2022، بلغ عدد الأعضاء المزروعة 157,494، مسجلة زيادة بواقع 9.1% عن عام 2021،[274] مع العلم أن ثلاثة فقط من أصل 1000 شخص يفارقون الحياة وتكون أعضاؤهم في حالة تسمح بالتبرع بها،[275] وأن حوالي 10 % من المتلقين ترفض أجسامهم العضو الجديد.[276]

ومع تزايد الحاجة إلى التبرع بالأعضاء، أصبحت الطباعة الحيوية محط اهتمام العالم نظراً إلى إمكانياتها المحتملة في تصميم المواد الحيوية وتجميعها لكي تقوم بوظيفة حيوية معينة.[277]وفي عام 2022، نجحت شركة "ثري دي بايو تيرابوتيكس" في طباعة وزراعة أذن لامرأة تعاني من تشوه خلقي في أذنها اليمنى بواسطة الطباعة ثلاثية الأبعاد.[278] وفي عام 2023، لجأ باحثون من معهد "رينسيلار للعلوم التطبيقية" إلى طباعة بصيلات شعر بنفس التقنية في أنسجة من جلد الإنسان مستزرعة في المختبر.[279] كما خصصت وكالة مشاريع الأبحاث المتقدمة للصحة بالولايات المتحدة الأمريكية في العام نفسه مبلغ 26.3 مليون دولار لتمويل مشروع في جامعة ستانفورد يهدف إلى طباعة قلب بشري سليم وزرعه في خنزير حي في غضون خمس سنوات.[280] في ظل هذه التطورات، بلغت قيمة سوق الطباعة الحيوية ثلاثية الأبعاد العالمية ملياري دولار في عام 2022، ومن المتوقع أن تنمو بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 12.5 % بين عامي 2023 و2030.[281]



الفرصـــة المســـتقبلية

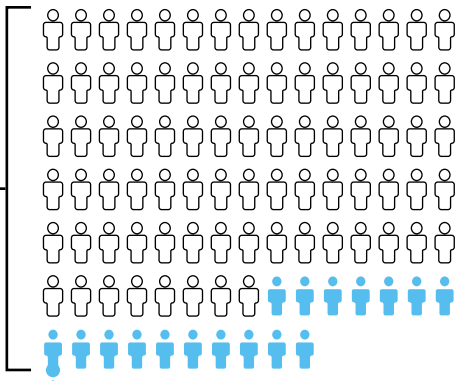
يمكن للطباعة الحيوية الشخصية أن تحدث تغييراً كبيراً في مجال زراعة الأعضاء والأنسجة، مما يوفر على المريض عناء انتظار المتبرع المناسب، ويحد من خطر رفض المتلقي للعضو الجديد، ويتيح للمرضى الذين يحتاجون إلى متبرع إمكانية الخضوع فوراً لعمليات الزرع بواسطة الطباعة الحيوية، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى تراجع معدل الوفيات وإطالة العمر وتحسين جودة الحياة. أما الأنسجة المطبوعة بتقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد والمتطابقة مع أنسجة المريض بالاستناد إلى علم الجينوم فيمكن أن تُستخدم في استعادة شبكة العين مثلاً أو إصلاح عضلة القلب أو علاج الحروق، وبالتالي تحسين نتائج العلاج بشكل كبير.

الإيجـابيات

لن يضطر المرضى الذين يحتاجون إلى زراعة الأعضاء إلى انتظار متبرع أو إلى تناول علاج لبقية حياتهم حتى لا ترفض أجسامهم الأعضاء الجديدة، مما سيحسن بدوره جودة الحياة في المجتمع من خلال توفير حلول جديدة للتحديات الطبية المرتبطة بالأعضاء والأنسجة.

المخـــاطـر

قد تترتب على الطباعة الحيوية الشخصية للأعضاء آثار صحية غير متوقعة على المدى الطويل، وقد يُساء استخدام هذه التقنية أيضاً على الصعيدين الطبي والأخلاقي من خلال التلاعب بالقدرات الجسدية للإنسان.



في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها تضم أكثر من

100,000

مريض على قوائم انتظار زراعة الأعضاء بحثاً عن متبرعين.

فيما يفارق

17 شخصاً منهم

الحياة يومياً

حـوالي 10% من المتلقين ترفض أجسامهم العضو الجديد

الـفـــرصـــــــــة 6

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
علم الجينوم
الإنسان والآلة
الطب الشخصي
تكنولوجيا الاستشعار

القطـاعات المتأثـرة

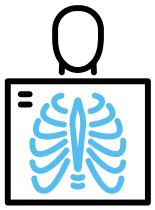
الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التأمين وإعادة التأمين
المواد والتقنية الحيوية
الخدمات المهنية

ماذا لو أصبحت خدمات طب الأشعة مصممة وفق البيانات الصحية لكل مريض؟

ثـــــورة فـي طـب الأشـــعـة

يسهم التقدم في علم الجينوم وتعلّم الآلة في تعزيز طب الأشعة الشخصي، مما يحسن القدرة على التشخيص الصحيح وتحديد العلاج المناسب لكل حالة، ووضع سياسات الرعاية الصحية الفعالة.

الـواقـــع الحـــالي



سوف يتصدر طب الأشعة المشهد الجديد لعملية التشخيص المتكاملة،

وذلك عبر الدمج بين علم الأشعة وعلم الأمراض وعلم الوراثة

زادت حالات الوفاة الناجمة عن الأمراض المزمنة بشكل ملحوظ من 67% في عام 2010 إلى 74% عام 2019،[282] وهذه الأمراض من المتوقع أن تودي بحياة 86% من المرضى سنوياً بحلول العام 2050[283] حسب منظمة الصحة العالمية. هذه الأرقام تبرز أهمية الوقاية الفعالة من الأمراض في تعزيز صحة أفراد المجتمع.

تنتج الأشعة الطبية رسومات وصوراً لبنية جسم الإنسان ووظيفته،[284] وتعتمد على تقنيات مختلفة منها الأشعة السينية، والتصوير المقطعي المحوسب، والتصوير بالرنين المغناطيسي، والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (الذي يلتقط صوراً للأعضاء والأنسجة)، والموجات فوق الصوتية المعروفة بدورها الأساسي في تشخيص الأمراض وعلاجها،[285] وتوفر هذه التقنيات بيانات مهمة جداً، حتى لو لم تكن جميعها مصممة لتوفير صور أو رسومات، كما هو الحال في التخطيط الكهربائي للدماغ والتخطيط الكهربائي للقلب.[286] وتقدر قيمة سوق الأشعة التشخيصية حول العالم بحوالي 36.5 مليار دولار في العام 2023، بينما يتوقع أن يبلغ معدل النمو السنوي المركّب لها 4.2 % في الفترة بين عامي 2023 و2033.[287]

تزايد الإصابة بالأمراض المزمنة وتغيّر نمط الحياة وتسارع الشيخوخة كلها أسباب أدت إلى زيادة الطلب على الفحوصات الطبية وصور الأشعة.[288] وفي ظل التوقعات بتضاعف عدد سكان العالم الذين تزيد أعمارهم عن 65 عاماً بحلول العام 2050، أي من 761 مليون نسمة عام 2021 إلى 1.6 مليار نسمة،[289] يعاني العالم من نقص حاد في عدد خبراء الأشعة ومن قلّة البرامج التدريبية المتاحة للأطباء إلى جانب تعرضهم لمخاطر الاحتراق الوظيفي في ظل وجود فجوات كبيرة في التخصصات الفرعية بهذا المجال.[290]

من المتوقع أن يؤدي الذكاء الاصطناعي، الذي لا يزال في طور التقدّم، دوراً محورياً في طب الأشعة وفي غيره من المجالات الطبية. على سبيل المثال، طورت جامعة "أديلايد" أنظمة مدعومة بالذكاء الاصطناعي قادرة على تحليل عمليات التصوير المقطعي المحوسب بهدف التنبؤ باحتمالية وفاة المرضى في غضون الأعوام الخمسة المقبلة، وقد أثبتت هذه الأنظمة دقتها بنسبة 69% بعد استخدامها على عينة ضمت 16 ألف صورة إشعاعية.[291] ووفق استبيان أجراه أعضاء الجمعية الأوروبية للأشعة، فإن 67% من خبراء الأشعة يلجؤون إلى الذكاء الاصطناعي في إتمام مهامهم.[292]

وبفضل رصد تسلسل الجينوم البشري كاملاً في عام 2022[293] والاستفادة الكبيرة المتوقعة من البيانات الجينومية[294] وتسارع وتيرة تطور الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية (بنمو سنوي مركب يُتوقع أن يبلغ 36.4 % بين عامي 2024 و2030)،[295] سوف يتصدر طب الأشعة المشهد الجديد لعملية التشخيص المتكاملة، وذلك عبر الدمج بين علم الأشعة وعلم الأمراض وعلم الوراثة.[296]

الفـرصـــة المســـتـقـبلية

بالإضافة إلى التقدم الملحوظ في مجال طب الأشعة المدعومة بتقنيات الأشعة التشخيصية المتطورة، مثل الأشعة السينية، والتصوير المقطعي المحوسب والموجات فوق الصوتية وغيرها،[297] تُشكّل تقنيات التصوير بالكاميرات[298] وتقنية النانو المستخدمة اليوم في تصوير الأعصاب،[299] والتي تدمج البيانات التصويرية والمعلومات الوراثية وتعلّم الآلة المتقدم،[300] فرصة لتطوير طب الأشعة الشخصي بفضل ما توفره من معلومات مفصّلة حول صحة المريض، وتحسين دقة تشخيصه وعلاجه. وهذا المزيج بين التحليلات المتكاملة والتفاصيل الصحية يسهم في تعزيز سياسات الرعاية الصحية وتحسين كفاءة ونطاق الرعاية بدءاً من اكتشاف الأعراض المرضية إلى مرحلة التشخيص.

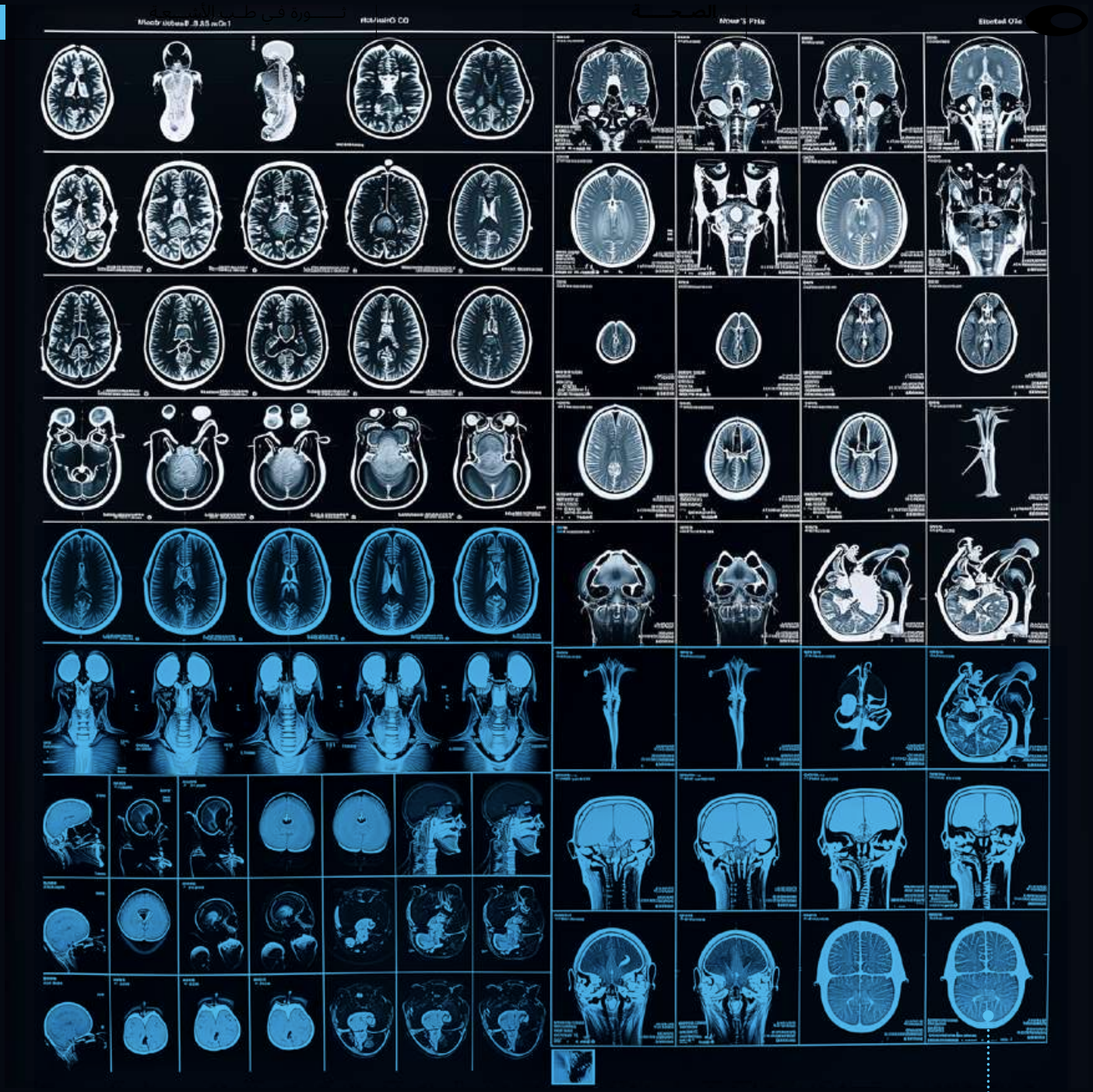
من شأن هذا الدمج أن يؤدي في نهاية المطاف إلى أتمتة عملية إعداد التقارير، وتسليط الضوء على العديد من الجوانب اللازمة لإجراء المزيد من التحليلات، وتحوّل تركيز خبراء الأشعة من الاطلاع على الأشعة وتحديد مواطن الخلل فيها إلى تحليل هذا الخلل واكتشاف صلته بمختلف البيانات الصحية للمريض، مما يسهم في اتخاذ قرارات طبية أكثر دقة.

الإيجـابيات

يسهم طب الأشعة في دعم إجراءات تشخيص الأمراض، وتحسين كفاءة العلاج، وتطوير سياسات الرعاية الصحية.

المخـــاطـر

بالإضافة إلى المخاوف المعتادة المتعلقة بخصوصية البيانات في مجال الرعاية الصحية، قد يسهم الاعتماد المفرط على تعلّم الآلة المتقدم في تجاهل الحالات الاستثنائية والتغاضي عن الخلل الطبي في حال تواجده، الأمر الذي قد يهدد صحة المريض. كما أنّ التركيب المعقد للصور الطبية عالية الجودة مع العلامات الجينية أو المعلومات الوراثية قد تُقصر طب الأشعة الشخصي وفوائده على الدول الغنية فقط.



ووفق استبيان أجراه أعضاء الجمعية الأوروبية للأشعة، فإن

67% من خبراء الأشعة يلجؤون إلى الذكاء الاصطناعي في إتمام مهامهم

الـفـــرصـــــــــة 7

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجـيا، التعـاون

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
التقنية الحيوية
تحفيز الابتكار
تقنيات النانو
تقنيات الاستشعار

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الصحة والرعاية الصحية
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية

مـاذا لـو تمكـنّا مـن التعـرف عـلى السـلالات البكـتيرية على الفـور؟

فحـــص فـــوري للبكـــتيريـا

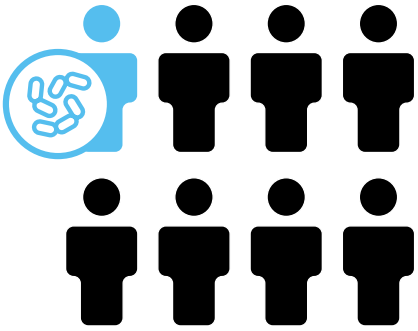
ابتكار أجهزة متنقلة مزودة بتكنولوجيا النانو المتقدمة يمكنها التعرف على البكتيريا على الفور، مما يتيح معالجة المريض بشكلٍ أدق وأسرع - دون الحاجة إلى الفحوص البكتيرية التي تستغرق وقتاً طويلاً.

الـواقـــع الحـــالـي

لا شك أن المضادات الحيوية أنقذت ملايين الأرواح، ولكن الإفراط في استعمالها وإساءة استخدامها لعلاج الإنسان والحيوانات أدى إلى ظهور سلالات بكتيرية مقاوِمة لمضادات الميكروبات.[301] وتشير التقديرات العالمية الأخيرة إلى أن الوفيات المرتبطة بمقاومة مضادات الميكروبات بلغت 1.27 مليون في العام 2019، بالإضافة إلى تسجيل 4.95 مليون حالة وفاة مرتبطة بها بشكل غير مباشر.[302] كما تتسبب البكتيريا سريعة التأثر بمضادات الميكروبات والمقاومة لها معاً في حالة وفاة واحدة من أصل كل 8 حالات تُسجل حول العالم سنوياً، لتشكّل بذلك ثاني سبب رئيسي للوفاة بعد الإصابة بمرض نقص تروية القلب.[303] ولا بد من الإشارة إلى أن أكثر من نصف هذه الوفيات نتجت عن 5 أنواع من فقط البكتيريا.[304]

من أجل تحديد البكتيريا المسببة للعدوى بدقة، يتم عادةً إجراء فحص يتطلب زرعاً للبكتيريا أولاً، حيث إنه بعد أخذ عيّنة أو مسحة تحليلية من الإنسان،[305] يتطلب فحص تلك العينة عدداً كبيراً من الخلايا البكتيرية، وهو ما لا توفره معظم العيّنات الأولية.[306] ولذلك، تبقى هذه العينات في المختبر لمدة تتراوح بين يوم إلى 5 أيام أو أكثر، حتى ينمو ما يكفي من الخلايا لإجراء الفحص.[307] أما عملية الزرع الخاصة بمرض السل، فتستغرق عادةً ما يصل إلى 40 يوماً.[308]

وإلى جانب تأخر التشخيص بسبب تأخر نتائج الفحوصات المطلوبة، لا يتمكن 47% من سكان العالم من تشخيص الأمراض المعدية أو غير المعدية التي تصيبهم، أو قد لا يصلون إلى التشخيص الصحيح على الإطلاق.[309] كما يجب على الدول ذات الدخل المتوسط والمنخفض تحسين دقة الفحوص المخبرية،[310] وتسريع جهود حل مشكلة مقاومة مضادات الميكروبات، وخفض عدد الوفيات الناجمة عن الإصابة بالعدوى المختلفة.[311]



تتسبب البكتيريا في حالة وفاة واحدة من أصل كل 8 حالات تُسجل حول العالم سنوياً

الفرصـــة المســـتقبلية

تمكننا الأجهزة المتنقلة المبتكرة من التعرف الفوري والدقيق على السلالات البكتيرية دون الحاجة إلى الفحوص المعتمدة على زرع البكتيريا التي تستغرق وقتاً طويلاً. فبفضل التصميم النانوي والحوسبة المتقدمة والذكاء الآلي المتقدم مع إمكانية الوصول إلى قاعدة بيانات عالمية حول الميكروبيوم، سيصبح التعرف الفوري على العدوى البكتيرية وتحديد استراتيجيات العلاج المناسبة أمراً ممكناً.

وفي حين أن الأساليب قد تختلف بحسب مكان العدوى،[312] نجد أن هناك بعض التطورات الواعدة في هذا السياق، إذ أن التشخيص الجزيئي مثلاً يوفر بدائل أسرع وأكثر حساسية عن فحوص الزرع التقليدية على المستوى الجزيئي، أي على مستوى الحمض النووي الصبغي أو البروتينات، وأحدث مثال على ذلك هو فحص تفاعل البوليميراز المتسلسل (PCR) التقليدي أو الفوري أثناء جائحة كوفيد19-.[313] كما أن الجيل التالي من مجهر "رامان"[314] يبشر بتعزيز القدرة على التقاط مختلف المؤشرات الحيوية على الخلايا والأنسجة،[315] وقد ألهمت تكنولوجيا الطباعة النافثة للحبر العلماء لابتكار تقنية جديدة لعزل الضوء المنعكس من الخلايا البكتيرية الموجودة في قطرات الدم وتضخيمه بواسطة تكنولوجيا النانو، مما يسمح من خلال تعلّم الآلة بتحديد البكتيريا انطلاقاً من التعرف على أطيافها.[316]

الإيجـابيات

تتيح أجهزة الفحص المتنقلة ذات الأسعار المعقولة توفير الرعاية الصحية في المناطق ذات الدخل المنخفض والمناطق النائية. كما يقلل التشخيص السريع من التكاليف والآثار الجانبية الناتجة عن العلاج بالمضادات الحيوية غير الضرورية، مما يحد من انتشار السلالات المقاومة لمضادات الميكروبات ويسهم في تحسين النتائج الصحية على المستوى العالمي.

المخـــاطـر

تسهيل إجراء الفحوصات دون تحقيق تقدم في مجال تطوير المضادات الحيوية قد يؤدي إلى الاستخدام المتزايد للمضادات الحيوية المتنوعة، مما يتسبب في زيادة مقاومة مضادات الميكروبات، كما أن أي خطأ في نتائج الفحص الإيجابية أو السلبية سينجم عنه خطأ في التشخيص والعلاج.

%47

من سكان العالم يتمكنون من تشخيص الأمراض المعدية أو غير المعدية التي تصيبهم، أو قد لا يصلون إلى التشخيص الصحيح على الإطلاق.

الـفــرصـــــــــة

8

التأثيــر قــريب المــدى

المتغـيرات الغـامضـة

القيم المجتمعية، التعـاون

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجـاهات السـائدة

الشراكة بين القطاعات
مستقبل الفضاء
التعاون الدولي
إطالة العمر والحيوية
الصحة النفسية

القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
التأمين وإعادة التأمين
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لو استلهمنا من رحلات الفضاء أساليب جديدة في التعامل مع شعورنا بالوحدة على الأرض؟

الصحــة النفســية الفضــائيــة

تشكيل اتحاد عالمي يضم خبراء من تخصصات متعددة بما فيها البحث الأكاديمي، وعلم النفس السريري، وعلم نفس الفضاء، وعلوم الأعصاب، بهدف الاستفادة من الرؤى والنظريات حول عزلة رواد الفضاء خلال إقامتهم في الفضاء لمدة طويلة في تعزيز فهمنا للوحدة وتحسين طريقة تعاملنا معها على الأرض.

الـواقـــع الحـــالـي

يؤثر الشعور بالوحدة سلباً على جودة حياة الإنسان[317] يزيد بشكل غير مباشر خطر الإصابة بمشاكل صحية مختلفة، مثل تدهور صحة القلب والخرف والموت المبكر.[318]ورغم أن معدلات الشعور بالوحدة والعزلة الاجتماعية تختلف من منطقة إلى أخرى وبين المجموعات العرقية والاجتماعية، إلا أنها بلا شك معدلات مثيرة للقلق.[319] ففي صفوف المراهقين مثلاً، تسجل منطقة جنوب شرق آسيا أدنى المعدلات، بينما تسجل منطقة شرق المتوسط أعلى المعدلات،[320] كما تعاني أوروبا الشرقية من الشعور بالوحدة أكثر من أوروبا الشمالية.[321] أما في أستراليا، فيشعر 34% من البالغين بالوحدة، بينما هناك 43% في الولايات المتحدة الأمريكية يفتقرون إلى الأصدقاء أو يشعرون بالعزلة أو بأن علاقاتهم سطحية.[322]

إن تحقيق التوازن العاطفي وضبط حالات تغيّر المزاج، بما فيها الاكتئاب والقلق، أمران مهمان جداً لصحة رواد الفضاء النفسية والعقلية ونجاح مهماتهم،[323] فبالتأكيد الشعور بالعزلة والرتابة في الفضاء، إلى جانب العيش في بيئة محصورة ومقيدة قد يؤثر سلباً على رواد الفضاء وظهور بعض الأعراض مثل التعب واضطراب النوم؛ كما قد تؤثر أيضاً خصائص المركبة الفضائية، مثل الضوء والضوضاء ودرجة الحرارة، على صحتهم النفسية[324] ويسلط برنامج البحوث البشرية التابع لوكالة "ناسا" الضوء على 7 جوانب حيوية لتعزيز الصحة النفسية لمساعدة رواد الفضاء على إدارة الضغط النفسي ومواجهة المواقف الصعبة.[325] ويؤثر هذا التطور في مجال البحث والتكنولوجيا على نجاح المهمات الفضائية كما يساعد في الحفاظ على صحة رواد الفضاء بعد عودتهم منها.[326]

فمعالجة شعور رواد الفضاء بالوحدة قبل البعثات وأثناءها وبعدها أمر في غاية الأهمية، وهناك عدة أساليب لذلك من بينها استخدام أداة الذكاء الاصطناعي "آي فويس" التي طورها مركز طب الفضاء في كلية لندن الجامعية، والتي تكتشف شعور رواد الفضاء بالتعب، أو مجموعة أدوات خاصة بعلماء نفس الفضاء تتبنى استراتيجيات من مختلف المهن التي تتطلب قضاء وقت في عزلة عن الآخرين لمكافحة الشعور بالوحدة والضغط النفسي.[327] وقد اتخذت خطوات بالفعل من أجل محاكاة ودراسة الحياة في الفضاء من خلال بعثة أرسلتها وكالة "ناسا" للسكن على كوكب المريخ حملت اسم "محاكاة واستكشاف صحة وأداء الطاقم".[328]

يؤثـر الشعور بالوحـدة سـلباً علـى جـودة حـياة الإنسان

يزيد بشكل غير مباشر خطر الإصابة بمشاكل صحية مختلفة

الفرصـــة المســـتقبلية

من الممكن الاستفادة من أبحاث الفضاء لتعزيز الصحة النفسية والتعامل مع الشعور بالوحدة من خلال إنشاء اتحاد عالمي يتألف من مجموعة من الخبراء من تخصصات متعددة تضم باحثين أكاديميين، وخبراء في علم النفس السريري، وعلماء نفس في مجال الفضاء، وعلماء أعصاب.

في هذا الاتحاد، يحلل الباحثون تجارب رواد الفضاء الذين يتحملون فترات طويلة من العزلة في محطة الفضاء الدولية وأثناء رحلتهم،[329] عبر إجراء مقابلات معهم تركز على بعض العوامل البيئية المتعلقة مثلاً بالضوضاء والإضاءة وجودة الهواء والطبيعة والخصوصية[330] والتفاعلات الاجتماعية وعوامل أخرى من شأنها أن تؤدي إلى ظهور بعض المشكلات مثل القلق والاكتئاب والضغط النفسي، والتي يعاني منها البشر في مختلف أنحاء العالم.[331] وستساعدنا هذه البحوث والتحليلات في التعامل مع الشعور بالوحدة على الأرض. فعلى سبيل المثال، هناك تمارين لتعزيز المرونة يمارسها رواد الفضاء لتحمل الضغوط النفسية في الفضاء، مثل تقنيات إدارة الضغط النفسي والاستراتيجيات السلوكية المعرفية، والتي يمكن دمجها في طرق العلاج التي يعتمد عليها خبراء الصحة النفسية والعقلية.

الإيجـــابيات

يمكن معالجة الشعور بالوحدة بطريقة مبتكرة من خلال دمج الرؤى المتعلقة بالصحة النفسية التي تتوصل إليها الأبحاث في مجال الفضاء مع نتائج الأبحاث التي يجريها العلماء على الأرض، مما يعزز التلاحم الاجتماعي ويحسن الإنتاجية وجودة الحياة.

المخـــاطـر

من الصعب دمج الحلول المتعلقة بالصحة النفسية القائمة على أبحاث الفضاء ضمن الأطر الثقافية والاجتماعية والاقتصادية المتنوعة للحياة على الأرض، كما أن هذه الحلول قد لا تتطرق إلى معالجة الشعور بعدم مبالاة المجتمع بالفرد نتيجة إحساسه بالوحدة.

في أستراليا، يشعر

%34

من البالغين بالوحدة

%43

في الولايات المتحدة الأمريكية يفتقرون إلى الأصدقاء أو يشعرون بالعزلة

الـفـــرصـــــــة 9

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغـامضـة

التكـنولوجـيا، الطبيعـة

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجـاهات السـائدة

المواد الحيوية
التقنية الحيوية
الاقتصاد الأزرق
الابتكار في مجال الغذاء

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
التعليم
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية

مـاذا لـو أسهمـت المحـيطـات فـي تطـوير قطـاعـي الـدواء والغـذاء؟

مـــوارد بحـــرية جـــديدة

الذكاء الاصطناعي التوليدي

تتميّز المحيطات بتنوّعها الحيوي الذي لم يستكشف الإنسان منه إلا القليل، وتوفر فرصاً هائلة لتطوير التقنيات الحيوية البحرية وعلم الأدوية، مما يدعم التطور في مجالي الدواء والغذاء.

الـواقـــع الحـــالي

بحلول العام 2030
أعداد الوفيات بسبب التحديات الصحية المرتبطة بالمناخ قد تزيد بحوالي

250,000
حـالة سنـوياً

يشهد العالم تغيراً ملحوظاً في النظم البيئية وظهور أمراض جديدة لم تكن في الماضي في ظل ارتفاع درجات الحرارة حول العالم، إلى جانب هجرة أنواع جديدة من الحيوانات البرية شمالاً، وانتشار مسببات أمراض جديدة أصابت جميع الكائنات في العالم من الثدييات في القطب الشمالي إلى النباتات في جميع أنحاء العالم.[332] وهذا التحول البيئي يُنبئ بمخاطر عديدة تشمل تفشي أوبئة غير متوقعة في العالم خصوصاً مع اشتداد ظاهرة الاحتباس الحراري.[333]

ولذلك، يجب علينا إجراء المزيد من الأبحاث الدامجة لمختلف شرائح المجتمع بحيث تركز على مجموعة واسعة من الأمراض المعدية لكي نتمكن من التعمق أكثر في فهم آثار هذا التغير المناخي.[334] فأعداد الوفيات قد تزيد بحوالي 250 ألف حالة سنوياً بحلول العام 2030 بسبب التحديات الصحية المرتبطة بالمناخ، مثل سوء التغذية والملاريا والإسهال والإجهاد الحراري، مما سيرفع التكاليف التي سيتكبدها القطاع الصحي لتصل إلى 4 مليار سنوياً.[335] وستكون الدول النامية، التي لا تمتلك أنظمة رعاية صحية متينة، الأكثر عرضة لهذه الأمراض.[336]

وفي ظل الارتفاع المتوقع في عدد السكان من 8.5 مليار نسمة بحلول العام 2030 إلى 9.7 مليار نسمة بحلول العام 2050،[337] تشتد الحاجة إلى اعتماد علاجات واستخدام أدوية أكثر فعالية وأماناً لمواجهة الأمراض، سواء أكانت معدية أم غير معدية. فإلى جانب الأمراض المعدية الناجمة عن التغيّر المناخي، تشكّل الأمراض غير المعدية، كأمراض القلب والسرطان والسكري وأمراض الجهاز التنفسي، 86 %من حالات الوفاة السنوية التي تصل إلى 90 مليون حالة، محققة زيادة بنسبة 90 % مقارنة بالعام 2019.[338]

تمثل المحيطات 99.5 % من المحيط الحيوي على سطح الأرض،[339] كما تشير التقديرات إلى أن المحيطات هي موطن لحوالي 80% من التنوع الحيوي على كوكب الأرض.[340] وتعود القطاعات المرتبطة بالمحيطات أو ما يُعرف بالاقتصاد الأزرق بعائدات اقتصادية سنوية تُقدّر بحوالي 2.5 تريليون دولار، أي ما يعادل سابع أكبر اقتصاد في العالم،[341] على الرغم من أن الإنسان لم يكتشف سوى 5% منها فقط.[342]

الفرصـــة المســتقبلية

توفر المحيطات فرصاً لا تُعد ولا تحصى للعلماء لاستكشاف إمكانات التقنيات الحيوية البحرية، بما لديها من بيئة حيوية متنوعة بدءاً من الأسماك التي تعبر البحار المفتوحة إلى الحلزونات والقواقع التي تتخذ من الشعاب المرجانية موطناً لها وأصغر الميكروبات التي تقبع في قاع المحيط.[343] وتوفر البيئة البحرية الغنية بالكائنات الدقيقة الفريدة إمكانات هائلة لإنتاج المواد الكيميائية النشطة حيوياً والمستخدمة في معالجة المنتجات الغذائية.[344] غير أنه لم يتم إجراء أبحاث كافية حول دور الكائنات الحية الدقيقة البحرية في مجال تطوير الأدوية، والتي يمكن من خلالها توفير مجموعة واسعة ومتنوعة من الأدوية الجديدة لأمراض خطيرة كالسرطان والملاريا. لكن عموماً، هناك جهود لاستكشاف النظم البحرية الغنية بالحيوانات والنباتات المائية، أدت إلى ابتكار العديد من مضادات البكتيريا والفطريات والالتهابات والميكروبات وأدوية التعديل المناعي وأدوية السرطان وأدوية حماية الأعصاب وعلاج الملاريا والمسكنات.[345]

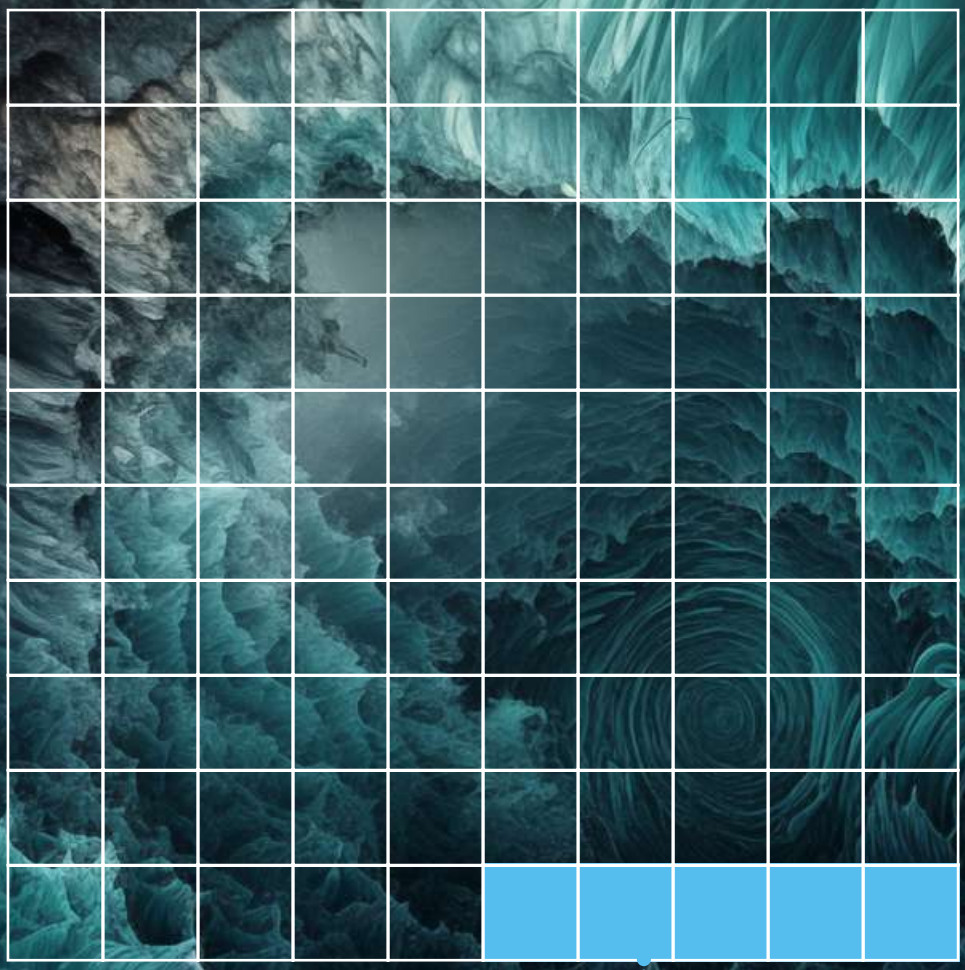
الإيجـابيات

تسهم اكتشافات التكنولوجيا الحيوية في دعم صحة الأفراد وجودة حياتهم في جميع أنحاء العالم، وفي توفير فرص اقتصادية جديدة. كما يعزز استكشاف المحيطات من فهمنا للنظم البيئية الحيوية التي تعيش فيها ونظرتنا إليها ومعرفتنا بقدراتها وإمكاناتها، ويشجع تقنيات وممارسات الاقتصاد الأزرق المستدام.

المخـــاطـر

الإفراط في استخدام الموارد البحرية قد يلحق الضرر بنظم المحيطات ويهدد حياة الكائنات التي تعتمد عليها. من هنا تكمن أهمية إجراء المزيد من الأبحاث الشاملة حول التحليل الكيميائي، وأساليب استخراج المواد من المحيطات، والتأثيرات البيولوجية لهذه العمليات وسلامتها، من أجل إثبات فعاليتها[346] وضمان استدامة المحيطات والنُظم البحرية.[347]

توفر المحيطات فرصاً لا تُعد ولا تحصى للعلماء لاستكشاف إمكانات التقنيات الحيوية البحرية



الإنسان لم يكتشف سوى 5% من المحيطات

الـفـــرصـــــــة 10

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجيا، القـيم المجـتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجـاهات السـائدة

تقنيات الرعاية الصحية
إطالة العمر والحيوية
الصحة النفسية
تحفيز الابتكار
علم الأعصاب

القطـاعات المتأثـرة

المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
التأمين وإعادة التأمين
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية

هـل سينتهي عصـر أدوية عـلاج الاكـتئاب؟

وداعـــاً لأدويـــة الاكـتـئـــاب[ل]

التقدم في علم الأعصاب يوفر فرصاً جديدة لمواجهة الاكتئاب دون اللجوء إلى الأدوية وبتكلفة معقولة وفي متناول الجميع، وذلك عبر تقنيات حديثة مثل "التحفيز باستخدام التيار المباشر عبر الجمجمة" (tDCS)، والتعديل العصبي، وغيرها من الابتكارات.

[ل] قد تختلف الآراء الطبية، وقد لا يكون هذا هو الحال في كل موقف، لكل فرد.

الـواقـــع الحـــالي

ارتفع معدل انتشار اضطرابات الصحة النفسية منذ عام 1990بنسبة 48%،[348] حيث يعاني منها نحو 280 مليون شخص حول العالم حسب تقديرات منظمة الصحة العالمية،[349] عدد كبير منهم لم يتم تشخيص حالته أو لم يتلق العلاج المناسب رغم العلاجات المتاحة للاكتئاب وانتشاره بين أفراد المجتمع.[350]

وإلى جانب العمل على تحسين طرق العلاج الحالية وإضافة طرق علاج أقل تكلفة وغير معتمدة على الأدوية، يجب علينا تصميم برامج مخصصة للتوعية الوقائية، وتزويد الأفراد بالمهارات الحياتية اللازمة لسد الفجوات بين العلاج والحالة النفسية للمريض،[351] والتي تتمثل في بعض الحالات في عدم الاستجابة الكافية للعلاج،[352] ومن بين تعريفات الاستجابة غير الكافية للعلاج هو عدم تغيّر حالة المريض رغم لجوئه إلى ما لا يقل عن مضادين للاكتئاب فحوالي 30% من الأشخاص المصابين بالاكتئاب لا يلاحظون تحسناً في حالتهم، مع أن ذلك قد يعود في بعض الأحيان إلى عدم تلقي بعضهم العلاج الكافي أو عدم التزامهم به.[353]

أما من حيث التمويل، فيتم تخصيص حوالي 3.7 مليار دولار سنوياً حول العالم لأبحاث الصحة النفسية، أي حوالي 7% من إجمالي التمويل المخصص للأبحاث في قطاع الصحة، لكن أكثر من نصف هذا الاستثمار (56%) موجه نحو الأبحاث الأساسية وليس الأبحاث السريرية أو التطبيقية.[354]

تمت تجربة العلاج من خلال تقنية "التنبيه باستخدام التيار المباشر عبر الجمجمة" لعلاج الاكتئاب على مدى سنوات عدّة، وقد أثبت فعاليته من حيث تكلفته وآثاره الجانبية المحدودة.[355] وقد لوحظت آثاره الإيجابية في عدة تجارب أُجريت على نطاق محدود كما تم تأكيدها في تجارب أوسع نطاقاً. مع ذلك، ما يزال تطبيقه السريري محدوداً لأسباب عديدة منها عدم وجود نموذج واضح له أو عدم فهمنا لآلية تغييره وظيفة الدماغ في حالة الاكتئاب،[356] مع عدم توفر الدراسات العلمية الكافية[357] وعدم اتساق النتائج.[358]

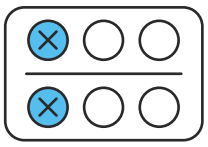
كما أجرت شركة "فلو نوروساينس" مؤخراً تجارب سريرية أظهرت أن العلاج عبر جهاز الرأس الذي تطوره لاستخدامه للعلاج عن طريق "التنبيه باستخدام التيار المباشر عبر الجمجمة" له فعالية مضاعفة مقارنةً بمضادات الاكتئاب الشائعة،[359] وبالمثل، تبيّن أن التحفيز المغناطيسي عبر الجمجمة يقلل من مدة العلاج ويقلل من أعراض الاكتئاب بشكل سريع،[360] بينما أكد قسم الخدمات السريرية والبحثية المتعلقة بالتحفيز المغناطيسي عبر الجمجمة في جامعة كاليفورنيا (لوس أنجلوس) أن ثلثي المرضى يتحسنون بشكل كبير بعد العلاج.[361] إلا أنه تم إيقاف إحدى الدراسات رغم تسجيل انخفاض ملحوظ في مستويات الاكتئاب بمرور الوقت، بسبب تراكم الآثار الجانبية وخصوصاً الآفات الجلدية، مما يستدعي إجراء المزيد من الأبحاث.[362]

تتمثل في بعض الحالات في عدم الاستجابة الكافية للعلاج،ومن بين تعريفات الاستجابة غير الكافية للعلاج هو عدم تغيّر حالة المريض رغم لجوئه إلى ما لا يقل عن مضادين للاكتئاب،

فحـوالي

%30

من الأشخاص المصابين بالاكتئاب لا يلاحظون تحسناً في حالتهم



الفرصـــة المســتـقـبلية

يستند "التنبيه باستخدام التيار المباشر عبر الجمجمة" على تعديل الأعصاب باستخدام تيار كهربائي[363] أو تحفيز مغناطيسي[364] من خلال وضع أقطاب كهربائية على رأس المريض لاستهداف مناطق الدماغ المعنية بتنظيم العواطف حسب علم الأعصاب، أي المناطق اليسرى أو اليمنى أو الوسطى من قشرة الفص الجبهي للدماغ،[365] وقد يتيح هذا الإجراء يوماً ما لمرضى الاكتئاب، وخصوصاً الذين لا يستجيبون بشكلٍ كافٍ لمضادات الاكتئاب،[366] إمكانية علاج الأعراض أو تقليلها من دون استخدام الأدوية.[367] كما أن الاستثمار في تقنية "التنبيه باستخدام التيار المباشر عبر الجمجمة" بهدف إتاحتها ضمن أجهزة الرعاية الصحية القابلة للارتداء سيعزز إمكانيات علاج اضطرابات الصحة النفسية الأخرى فضلاً عن الاكتئاب، مما يحسّن جودة الحياة الاجتماعية وإنتاجية الأفراد بشكلٍ عام.

التجارب السريرية أظهرت أن العلاج عبر جهاز الرأس الذي تطوره لاستخدامه للعلاج عن طريق "التنبيه باستخدام التيار المباشر عبر الجمجمة" له فعالية

مضاعفة

مقارنةً بمضادات الاكتئاب الشائعة

الإيجـابيات

توفير طريقة علاج فعالة للاكتئاب من خلال أجهزة مبتكرة بأسعار معقولة وربما محمولة ولا تتطلب تدخلاً جراحياً، مما يعزز استقلالية المرضى وربما يحد من عدد الحالات التي لا تتلقى العلاج.

المخـــاطـر

قد تنتج عن العلاجات التي تستهدف العوامل الحسية للاكتئاب داخل الدماغ آثار فورية وطويلة المدى غير متوقعة، وبعضها قد يكون غير قابل للتغيير. لذا، لا بد من إجراء المزيد من الأبحاث، لاسيما في ظل التأثيرات والنتائج غير المتسقة.

يتم تخصيص حوالي

3.7 مليار دولار

سنوياً حول العالم لأبحاث الصحة النفسية، أي حوالي

%7

من إجمالي التمويل المخصص للأبحاث في قطاع الصحة

لكن

أكثر من نصف

هذا الاستثمار

%56

موجه نحو الأبحاث الأساسية وليس الأبحاث السريرية أو التطبيقية

الـفـــرصـــــــــة 11

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغـامضـة

التكـنولوجـيا، القـيم المجـتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

ثـــورة المـــواد

الاتجـاهات السـائدة

المواد الحيوية
واجهات الدماغ والحاسوب
التقنيات الغامرة والأجهزة القابلة للارتداء
إطالة العمر والحيوية
علم الأعصاب

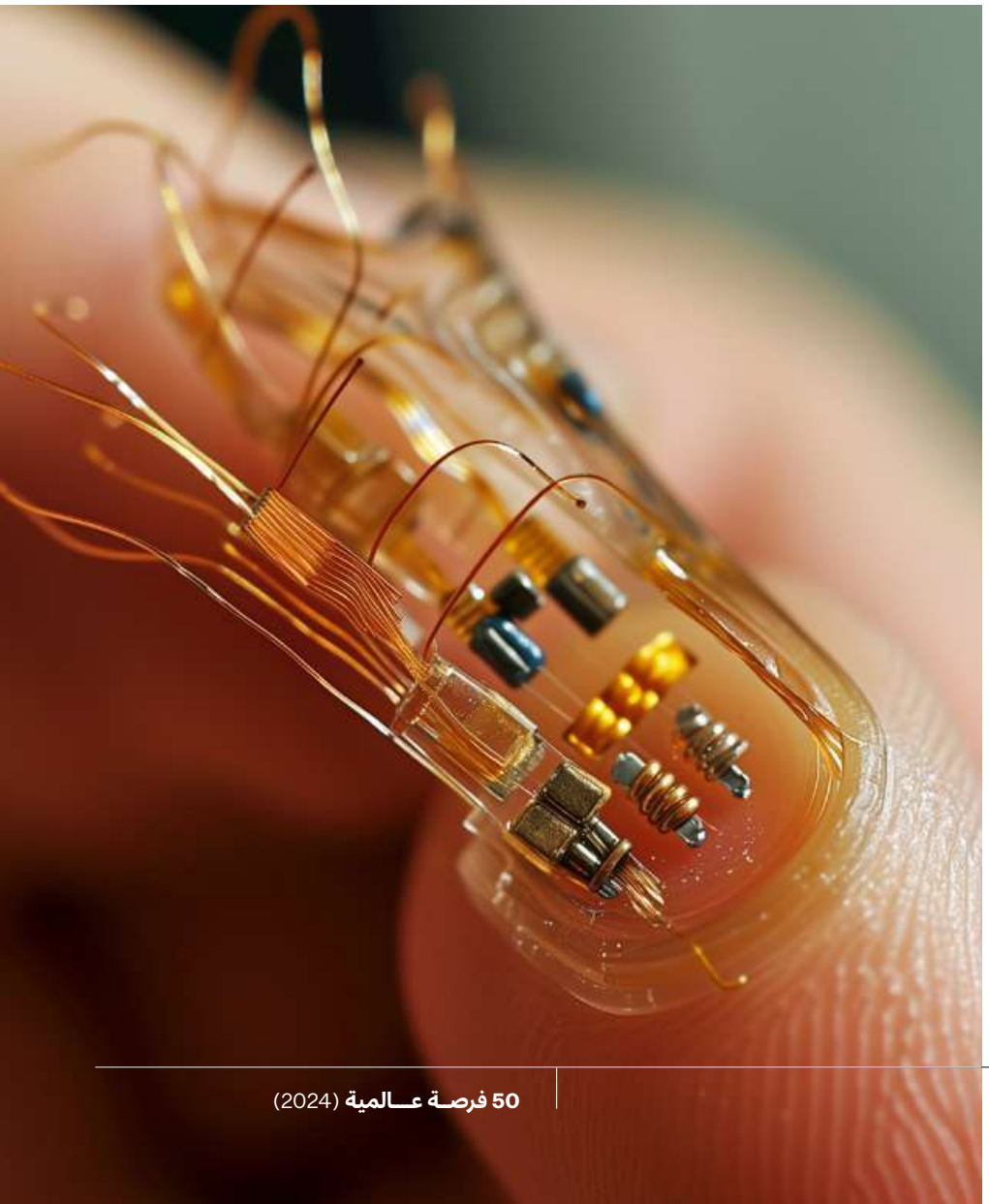
القطـاعات المتـأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
السفر والسياحة

ماذا لو استطعنا إعادة حاسة اللمس لمن فقدها؟

تكـنولوجـيا اللـــمس

أجهزة استشعار اللمس القابلة للزرع والمعتمدة على الطب النانوي ستساعد المرضى الذين فقدوا حاسة اللمس على استعادتها، مما يسهم في تحسين جودة حياتهم.



الـواقـــع الحـــالـي

تؤثر المستقبلات الحسية في جلد الإنسان إلى حدٍ كبير على قدرته على تحسس[368] الأشياء والتحكم بحركته.[369] غير أن بعض الأشخاص يفقدون حاسة اللمس، إما كلياً أو جزئياً،[370] أو يعانون من اعتلال الأعصاب الطرفية،[371] نتيجة إصابتهم بالشلل أو داء السكري[372] أو التصلب المتعدد أو ببعض الأورام أو التهاب المفاصل أو نقص الفيتامينات،[373] أو حتى نتيجة تناول بعض الأدوية أو الخضوع لبعض العمليات الجراحية. فمثلاً، مرض "اعتلال الأعصاب الطرفية" يصيب حوالي 2.4% من سكان العالم، وما يصل إلى 7% من الأشخاص الذين يبلغون من العمر 45 سنة وما فوق، ويلحق الضرر بالأعصاب الطرفية للإنسان والمسؤولة عن التقاط المعلومات من خارج الجسم وتحويلها إلى إشارات يتم إرسالها إلى الدماغ.[374]

ومع صعوبة الحصول على بيانات حديثة حول إصابات الحبل الشوكي حول العالم،[375] يُقدر عدد الأشخاص الذين كانوا يعانون من إصابة في الحبل الشوكي في عام 2019 بحوالي 9 ملايين شخص، مما يشير إلى زيادة بنسبة 53% مقارنة بعدد الحالات المسجلة في عام 1990،[376] علماً أن أغلب هذه الإصابات نتجت عن أسباب كان من الممكن تفاديها، مثل حوادث السير أو الوقوع من المرتفعات أو العنف.[377] هذا ويعاني نحو 5.4 ملايين شخص في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها من الشلل الذي يصيب شخصاً واحداً من كل 50 شخصاً،[378] كما يعاني نحو 300 ألف شخص من إصابات عامة في الحبل الشوكي.[379]

أما التصلب المتعدد، فإنها إصابة تنتج عن محاولة الجهاز المناعي مهاجمة الدماغ والحبل الشوكي،[380] ما يؤثر على الوظائف المعرفية والعاطفية والحركية والحسية والبصرية لدى الإنسان، علماً بأن التصلب المتعدد يصيب أكثر من 1.8 مليون شخص حول العالم، أغلبهم من الشباب والنساء.[381] بالإضافة إلى ذلك، بلغ عدد الأشخاص الذين يعانون من مرض السكري في عام 2021 حوالي 529 مليون شخص حول العالم، أي 6.1% من السكان.[382] وسجلت قارة أوقيانوسيا ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا أعلى مستويات الإصابة بهذا المرض، حيث بلغت نسبة الإصابات 12.3% و9.3% على الترتيب.[383] وقد تسبب مرض السكري بوفاة مليوني شخص في عام 2019 وحده.[384] كما يشكل مرض السكري من الدرجة الثانية 96% من حالات الإصابة وهو يرتبط ارتباطاً وثيقاً بارتفاع مستويات مؤشر كتلة الجسم، وقد ازداد تأثير هذا الترابط بنسبة 24% بين عامي 1990 و2021.[385] وتشير التوقعات إلى إمكانية إصابة أكثر من 1.3 مليار شخص بمرض السكري بحلول العام 2050.[386]

مـرض "اعـتلال الأعصـاب الطـرفية" يصيب حـوالي 2.4% من سكـان العالم

وما يصل إلى 7% من الأشخاص الذين يبلغون من العمر 45 سنة وما فوق

الفـرصـــــة المســـتـقـبلية

يمكننا تجديد الجهاز العصبي المركزي[387] ومساعدة الأشخاص على استعادة حاسة اللمس التي فقدوها، وذلك من خلال الطب النانوي واستخدام أجهزة استشعار اللمس[388] القابلة للزرع والتي تعمل إما بالبطاريات أو بشحن الطاقة اللاسلكي.[389]

وتكون أجهزة استشعار اللمس القابلة للزرع شبيهة بجهاز تنظيم ضربات القلب أو أجهزة مراقبة مستويات السكر المغروسة في الجلد أو الأذن أو أجهزة التحفيز العميق للدماغ لمعالجة مرض باركنسون، حيث تقدّم حلولاً من شأنها تحسين جودة حياة الأشخاص الذين فقدوا حاسة اللمس. ويمكن زراعة هذه الأجهزة في أماكن مختلفة من الجسم حسب المنطقة التي فقدت حاسة اللمس، كما يمكن تغليفها بمواد متنوعة مثل التيتانيوم والألومينا والسيليكا المنصهرة. ويتم تحويل النتائج التي تحصل عليها أجهزة الاستشعار إلى رموز من خلال التحفيز الدقيق من أجل تغذية الفرد بالمعلومات التي تمده بها حواسه.[390]

الإيجـابيات

يستطيع الأشخاص الذين فقدوا حاسة اللمس جزئياً أو كلياً استعادة هذه الحاسة الهامة، مما يعزز استقلاليتهم ويحسن جودة حياتهم، ويزيد من إنتاجيتهم.

المخـــاطـر

التهاب مكان زرع الأجهزة أو تعرض الأجهزة لأعطال تقنية، مثل انقطاع أنظمة الطاقة اللاسلكية، إلى جانب مشكلات متعلقة بتغليف الأجهزة وتوافقها مع الجسم، وحجم جهاز الاستشعار القابل للزرع.

بعض الأشخاص يفقدون حاسة اللمس، إما كلياً أو جزئياً، أو يعانون من اعتلال الأعصاب الطرفية،

نتيجة إصابتهم بالشلل أو داء السكري
أو التصلب المتعدد أو ببعض الأورام
أو التهاب المفاصل أو نقص الفيتامينات،
أو حتى نتيجة تناول بعض الأدوية
أو الخضوع لبعض العمليات الجراحية.

الـفـــرصـــــــــة 12

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجيا، الطبيعـة

التوجـهات العـالمية الكبرى

ثـورة المـواد

الاتجـاهات السـائدة

المواد الحيوية
التقنية الحيوية
الابتكار في مجال الغذاء
تحفيز الابتكار
تقنيات الرعاية الصحية
الإدارة المستدامة للنفايات

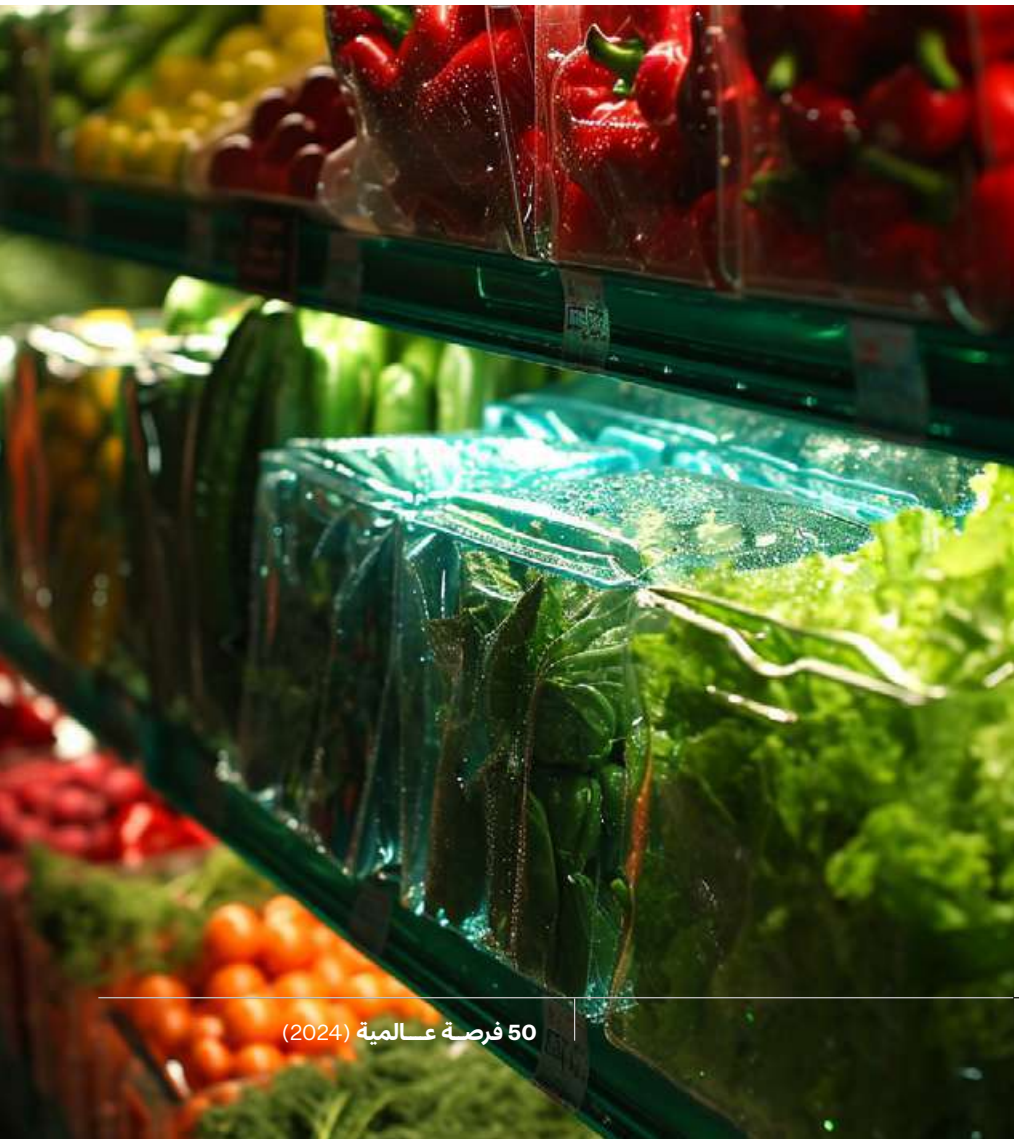
القطـاعات المتأثـرة

الزراعـة والغـذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
الصحة والرعاية الصحية
المواد والتقنية الحيوية

مـاذا لو أضـاءت مـواد تغليف الأطـعمة عـند فسادهـا أو تلوثهـا بـدلاً من التواريـخ غـير الدقيقـة؟

أنظـمة تغـليف حـــيوية

تستخدم مواد مضيئة حيوياً (أي لها القدرة على إنتاج الضوء بنفسها) في تغليف الأغذية، بحيث تضيء هذه المواد عند فساد الأغذية أو تلوثها، مما يتيح تخزين المنتجات لوقت أطول وتقليل الهدر، ويحدث نقلة نوعية في ضمان سلامة الأغذية في متاجر التجزئة والمطاعم والمنازل.

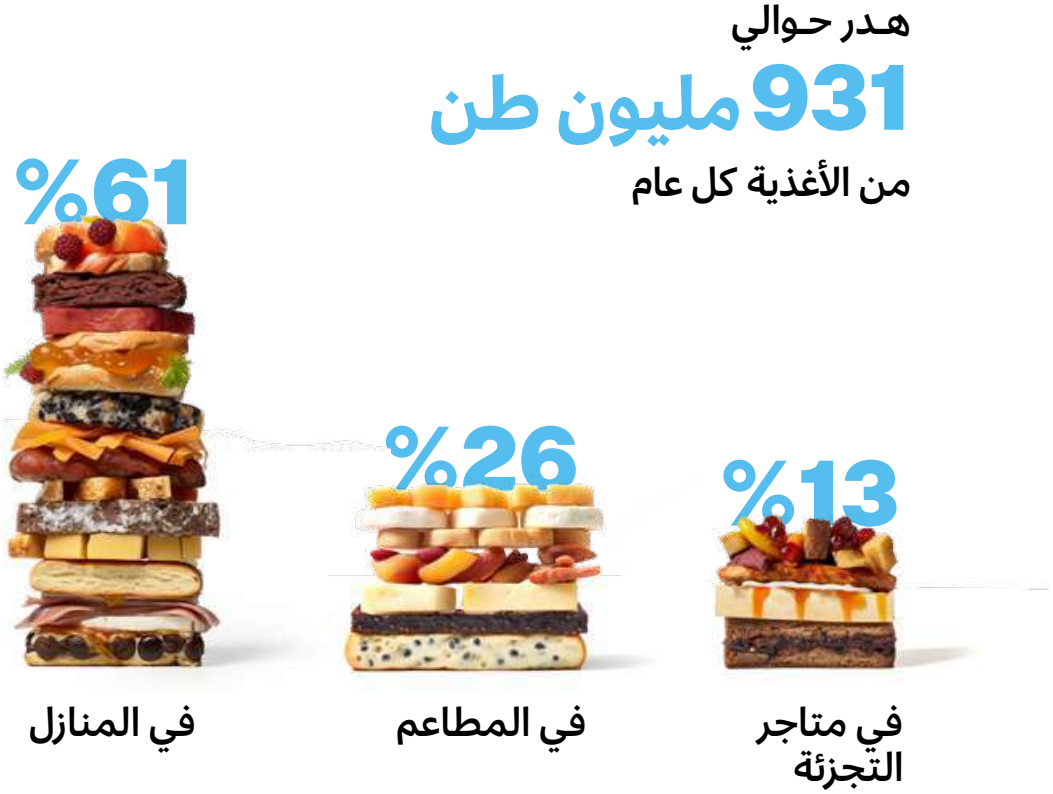


الـواقـــع الحـــالي

يتأثر حوالي 600 مليون شخص سنوياً بالأغذية الملوثة.[391] وفي عام 2010، تسبب عدم الاهتمام بسلامة المنتجات الغذائية في وفاة 420 ألف شخص وخسارة 33 مليون سنة من سنوات العمر الصحية.[392] كما أن أكثر من 40% من الذين تصيبهم الأمراض المنقولة من خلال الأطعمة هم من الأطفال دون سن الخامسة، ويفقد 125 ألفاً منهم حياتهم كل عام.[393] وتُقدَّر الخسائر في الإنتاجية والتكاليف الصحية بنحو 110 مليارات دولار سنوياً.[394]

يمكن أن تتعرض الأغذية للتلف أو التلوث في مختلف مراحل سلسلة القيمة، ابتداءً من المعالجة والتخزين، مروراً بعملية نقلها، وصولاً إلى عرضها في المتاجر. وتتمثل المصادر الرئيسية لتلوث الأغذية في السموم أو الكائنات الدقيقة (مثل المواد الكيميائية أو الفيروسات أو البكتيريا أو الطفيليات)، وقد حددت منظمة الصحة العالمية أكثر من 200 مرض مرتبط بالأغذية الملوثة.[395]

تُطبّق أنظمة وضع الملصقات التعريفية حالياً مبدأ الوقاية أولاً، إذ غالباً ما توضح تواريخ بيع المنتجات وفترة صلاحية استعمالها وفق معايير حذرة جداً، مما يدفع تجار التجزئة والمستهلكين إلى التخلص من المواد الغذائية من دون داعٍ. فقد تم اعلان في 2021 انه يتم هدر حوالي 931 مليون طن من الأغذية كل عام في المنازل بواقع (61%) والمطاعم (26%) ومتاجر التجزئة (13%).[396]



الفرصـــة المســـتقبلية

حدد العلماء العديد من آليات توليد الإضاءة الحيوية، أي إنتاج الضوء وانبعاثه من الكائنات الحية، وكيف يمكن استخدام البروتينات والإنزيمات المسببة لهذه الظاهرة في مراقبة وتمكين عدد من العمليات الكيميائية الحيوية في مجاليّ الطب وسلامة الأغذية.[397]

يمكن أن تحتوي مواد التعبئة والتغليف الجديدة على المواد المضيئة حيوياً للكشف عن وجود أي تلف أو سموم أو كائنات دقيقة ضارة في المنتجات، وهو ما يمكننا من تجاوز القيود التي تفرضها تواريخ انتهاء الصلاحية،[398] وإطالة صلاحية المواد الغذائية، كما يقلل من هدر الأطعمة إلى حدٍ كبير. فعلى سبيل المثال، يمكن إضافة علامات تضيء حيوياً إلى عبوات المنتجات الأساسية، مثل الأرز أو القمح، لتشير إلى وجود ملوثات مثل المبيدات الحشرية أو المعادن.

تؤدي هذه التكنولوجيا إلى رفع معايير السلامة في متاجر التجزئة والمطاعم من خلال تنبيه الموظفين إلى فساد الأغذية، كما تُمكّن المستهلكين من مراقبة سلامة الأغذية في المنزل والحد من الهدر. كما يمكن تطوير هذه العبوات الذكية المحتوية على المواد المضيئة حيوياً لمراقبة صلاحية المنتجات الأخرى التي يجب الانتباه إلى صلاحيتها مثل الأدوية أو مستحضرات التجميل، لضمان سلامتها وصلاحيتها للاستهلاك.[399]

الإيجـابيات

عبوات التغليف المزودة بالمواد المضيئة حيوياً مؤشر سهل وبسيط على سلامة الأغذية يمكن للجميع فهمه، ويسهم ذلك في الحفاظ على صحة الإنسان والحد من هدر الأغذية، كما يعزز من الأمن الغذائي.

المخـــاطـر

قد يؤدي تعرض عبوات التغليف للضرر، بشكل متعمد أو غير متعمد، إلى خلل في إضاءتها بالإيجاب أو السلب، وهو ما يعرّض تجار الأغذية والمستهلكين للخطر.

الطبيعة والاستدامة

تقليل المخاطر البيئية إلى أدنى حد ممكن، والاستفادة من قدرة الطبيعة على ترميم نفسها، ودعم الأنظمة البيئية الطبيعية ومواطن الكائنات الحيّة، بما يعزز استقرار كوكب الأرض ويجعل منه بيئة صحية للجميع.

الـفـــرصـــــــــة 13

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجيا، الطـبيعة

التوجـهات العـالمية الكبرى

إدارة النظـم البيئـية

الاتجـاهات السـائدة

المواد الحيوية
الشراكات بين القطاعات
صافي الانبعاثات الصفري
إعادة توظيف الأصول
التصميم الحضري

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
التعليم
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
السفر والسياحة

هـل يمكـن أن تعـود مـدن العـالم مـرآةً للطبيعـة كمـا كـانت؟

مُـــدن مـن وحـــي الطبيعـــة

تُستخدم الحلول المستوحاة من الطبيعة في أولى مراحل تخطيط المدن لتمكين تحوّل البنية التحتية الحالية، مع مراعاة معايير الاستدامة والحفاظ على الطبيعة ومساعدتها في استعادة حالتها الأصلية، وتقليل الحاجة للصيانة المستمرة، بالاعتماد على العلوم الحيوية والذكاء الآلي المتقدم.

الـواقـــع الحـــالـي

طورت الحيوانات والنباتات على مدار 3.8 مليار سنة تقريباً نماذج أولية طبيعية لحلول لا تُعد ولا تُحصى للعيش بطريقة مستدامة

أعلنت منظمة الصحة العالمية في عام 2021 عن خفض النسبة المسموح بها لتلوث الهواء بهدف حماية الصحة العامة،[400] ومع أن هذه التوجيهات غير ملزمة قانونياً، إلا أنها تعد معياراً مرجعياً للمدن العالمية. كما أشارت المنظمة أيضاً إلى أن 99% من سكان العالم يتنفسون هواءً تتجاوز نسبة تلوثه المستوى المسموح به، وأن تلوث الهواء داخل المباني وخارجها يتسبب سنوياً في وفاة حوالي 7 ملايين شخص حول العالم.[401]

الابتكارات في مجال المحاكاة الحيوية تعتمد على تقنيات تحاكي الطبيعة.[402] فقد طورت الحيوانات والنباتات على مدار 3.8 مليار سنة تقريباً نماذج أولية طبيعية لحلول لا تُعد ولا تُحصى للعيش بطريقة مستدامة[403] شكّلت مصدر إلهام للعلماء الذين ابتكروا العديد من التقنيات. ففي عام 2023، تم تعديل طائرة "بوينغ 777إف" من خلال إضافة طبقة فيلمية على السطح الخارجي للطائرة تُسمى "آيرو شارك"، حيث تحاكي هذه الطبقة جلد سمكة القرش، وتعمل على تحسين الديناميكية الهوائية والحد من استهلاك الوقود.[404] في جهودهم الابتكارية، قادت شركة إيرباص – مستلهمة من طريقة طيران الإوز – تعاونًا متعدد الأطراف لاختبار الجدوى التشغيلية للطائرات للطيران بأمان من القرب من بعضها خلال الرحلات الطويلة، مما قد يقلل من الانبعاثات بنسبة تصل إلى 5%.[405] كما يمكن اعتماد الحلول التي تقوم على المحاكاة الحيوية على نطاق أوسع، ورغم انها لم تكن خالية من التحديات، فمثلاً مدينة "لافاسا هيل"، هي أول مدينة تم التخطيط لتصميمها فوق التلال في الهند، وتتميز بمبانٍ تحاكي جذور الأشجار لمعالجة شح المياه خلال موسم الجفاف، وبأنظمة صرف صحي تحاكي أعشاش النمل لمنع الفيضانات عند هبوب الرياح الموسمية.[406]

الفرصـــــة المســـتـقـبلية

تتيح المحاكاة الحيوية فرصاً لاكتشاف حلول جديدة تحوّلية ومبتكرة لتصميم المدن،[407] إذ أن الابتكارات في هذا المجال قد أسهمت في إنجاز الكثير من التطورات في قطاعات مختلفة، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر المركبات الجوية[408]، وعلم الروبوتات.[409] إضافة إلى أن التصاميم التي تقوم على المحاكاة الحيوية، والمستوحاة من أشكال الطبيعة ووظائفها وأنظمتها، لها مردود إيجابي على الطبيعة وحمايتها.[410]

وهنا يمكن أن يشكل علماء الأحياء جزءاً من فريق العمل الهندسي الذي يقوم بمحاكاة النظم البيئية الطبيعية أو ابتكار الحلول المستوحاة من الطبيعة، من أجل تخطيط المدن وتصميم البنية التحتية الجديدة،[411] في أولى مراحل عملية البناء،[412] أو لأغراض إعادة تصميم البنية التحتية والخدمات القائمة، إذ يتيح دمج المحاكاة الحيوية في عملية التصميم والبناء تعزيز الاستدامة والقدرة على الترميم الذاتي، والتقليل من تكاليف صيانة البنى التحتية. ومن جهة أخرى، يسهم الذكاء الآلي المتقدم في إعادة تصميم المدن بشكل مثالي وفق عمليات محاكاة تعكس الإجراءات الفعالة المطلوبة.

الإيجـــابيات

يسهم التحوّل المستوحى من الطبيعة في تسريع تحقيق أهداف الحياد المناخي، وإنشاء أسواق جديدة لريادة الأعمال.[413] وعندما يتم دمج هذه الرؤية في مراحل التصميم والتخطيط، فإنها تؤدي إلى تعزيز التنوّع الحيوي والحفاظ على الموارد الطبيعية وتحسين جودة الهواء، وجعل المجتمعات مراكز ملهمة لأفضل الحلول الحيوية.

المخـــــاطـر

قد تؤثر الحلول الهندسية وابتكارات البنية التحتية المستوحاة من الطبيعة سلباً على البيئة والتنوّع الحيوي، مما قد يعرض العديد من أنواع الكائنات للخطر، كما أن تكلفة هذه التصاميم المعقدة قد تكون مرتفعة وفعاليتها من حيث الاستدامة والعمل المناخي محدودة.

الابتكارات في مجال المحاكاة الحيوية تعتمد على تقنيات تحاكي الطبيعة

الـفـــرصـــــــة 14

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

الطـبيعـة، التكـنولوجـيا

التوجـهات العـالمية الكبرى

إدارة النظـم البيئـية

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
تقنيات المناخ
التعاون الدولي
البيانات المفتوحة
استعادة الطبيعة

القطـاعات المتأثـرة

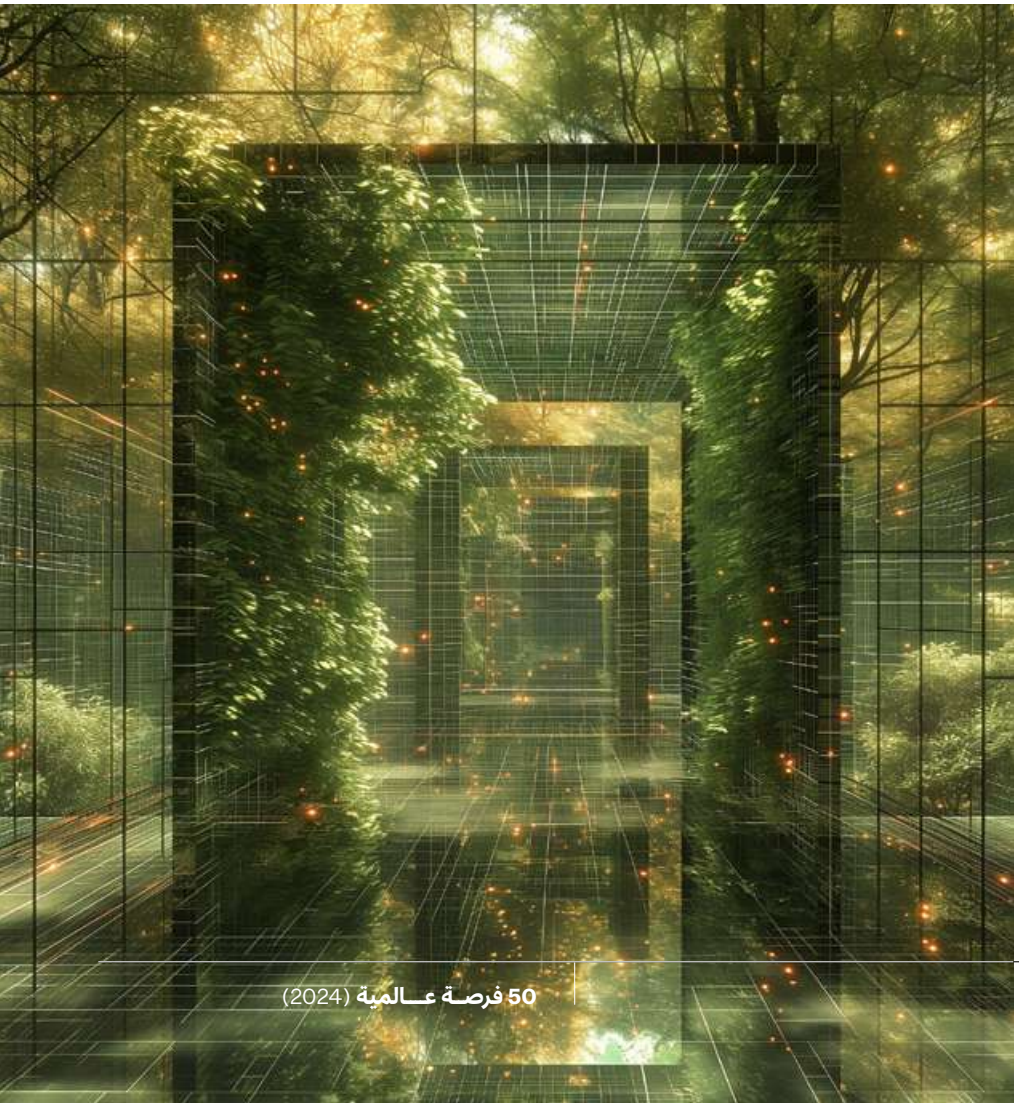
الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
السفر والسياحة
المرافق العامة

كيف ستسهم البيئات الحيوية الافتراضية المغلقة في إعادة تصميم السياسات البيئية؟

بـــيئات حـــيوية افتراضـــية

الذكاء الاصطناعي التوليدي

إجراء التجارب والاختبارات في بيئات حيوية رقمية مغلقة تتم محاكاتها بواسطة الذكاء الآلي المتقدم (أو ما يعرف بـ "القباب الحيوية الرقمية") سيشكّل حجر الأساس لوضع سياسات تعطي الأولوية للحفاظ على الطبيعة وترميمها وتعزيز أنشطة الإنسان الصديقة للبيئة.



الواقع الحالي

تتمتع الطبيعة بمكانة خاصة في جميع أنحاء العالم، وذلك لعدّة أسباب منها مواردها الاقتصادية وفوائدها الصحية وجمالها الأخاذ وقيمتها الجوهرية.[414] ورغم ذلك، هناك تقاعس عالمي في بعض الأحيان عن الحفاظ عليها كما يجب.[415]

فالتنوّع الحيوي يشهد تراجعاً ملحوظاً، إذ تم إدراج أكثر من 157,100 كائن حي على القائمة الحمراء للأنواع المعرضة للمخاطر التي تصدر عن الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، منها أكثر من 44,000 نوعاً مهدد بالانقراض.[416] من جهة أخرى، تهدد إزالة الغابات توازن المنظومة البيئية، ففي عام 2022، خسرت المناطق الاستوائية 4.1 مليون هكتار من المساحات التي تغطيها الأشجار، مما أسفر عن انبعاث 2.7 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل انبعاثات الوقود الأحفوري التي تطلقها الهند في السنة.[417] وبالتالي، أصبح من الضروري الآن أكثر من أي وقت مضى أن نتعمق في فهم أهمية الطبيعة بالنسبة إلى المجتمعات والبيئة التي يعيشون فيها.[418]

تُعرّف المنطقة الحيوية (أو المجال البيئي الحيوي) بأنها منطقة ذات طبيعة خاصة مثل الغابات الاستوائية المطيرة والصحراء، حيث تتميّز بظروف مناخية فريدة من حيث درجة الحرارة والتربة والضوء والماء، ويعيش فيها أنواع من الكائنات ضمن نظم بيئية مختلفة،[419] ومن الممكن أن نقوم بإنشاء بيئات حيوية مغلقة على شكل قبة من صنع الإنسان مكتفية ذاتياً ومستدامة ذاتياً وتحاكي منظومة بيئية واحدة أو أكثر.[420] ونظراً لأنها أشبه بمختبر لإعادة تأهيل لطبيعة، يمكن أن تحتوي هذه المنطقة المغلقة على نباتات وحيوانات من منطقة حيوية معينة.

تنتشر القباب الحيوية في مختلف دول العالم، وتعد القبة الحيوية "بايوسفير 2" التابعة لجامعة أريزونا هي الأكبر في العالم، كما أنها بيئة متحكم فيها مخصصة لفهم آثار التغير المناخي.[421] وتضم مدينة مونتريال في كندا قبة حيوية ثانية تتيح لزوارها استكشاف الطبيعة والتعرّف على معالمها. وتجري هذه المنطقة العديد من الأبحاث ومبادرات الحفاظ على البيئة في خمسة نظم بيئية متنوعة؛ وهي الغابات المطيرة الاستوائية، والحياة البحرية، وغابة القيقب، وساحل المحيط الأطلسي، والجزر الواقعة شمال القطب الجنوبي مباشرة.[422] ومن بين القباب الحيوية الأخرى المعروفة حديقة حيوان برجر في هولندا،[423] ومشروع عدن في المملكة المتحدة.[424]

وإلى جانب مشروع "ذا جرين بلانيت" في دبي، وهو منظومة بيئية تحاكي الغابات الاستوائية المطيرة وتتمتع بالاكتفاء الذاتي،[425] تقوم دولة الإمارات العربية المتحدة في إطار مشروع "المريخ 2117"، بإنشاء مدينة المريخ العلمية التي تتضمن قباباً حيوية مضغوطة تحاكي الحياة على كوكب المريخ.[426]

بيئات حيوية مغلقة على شكل قبة من صنع الإنسان مكتفية ذاتياً ومستدامة ذاتياً وتحاكي منظومة بيئية واحدة أو أكثر

الفرصـــة المســـتقبلية

نظراً إلى ارتفاع تكلفة إنشاء قباب حيوية على أرض الواقع، يمكن بناء قباب حيوية افتراضية تساعد في وضع استراتيجيات الحفاظ على البيئة والمواءمة بين الطبيعة والمجتمع. وبذلك يستطيع العلماء والشركات وصانعو السياسات تنفيذ تجاربهم وفق متغيرات مختلفة، والبحث في احتياجات جميع الكائنات الحيّة أو غير الحيّة وسلوكياتها وتفاعلاتها، بالاستفادة من المناطق الحيوية الافتراضية والمحاكية للمناطق الحيوية الواقعية بواسطة الذكاء الاصطناعي. هذه المنهجية ستسهم في تمكين التنمية المستدامة التي تلبي احتياجات الكائنات الحية المتنوعة وتدعم تحقيق الأهداف المناخية.

أما البيانات التي تنتجها القباب الحيوية التنبؤية فتشكّل قاعدة يمكن الاستفادة منها لدعم الأدوات الاقتصادية والمالية، مثل الضرائب وصناديق الاستثمار والسندات المخصصة للمشاريع البيئية،[427] والتي بدورها تعد مصدراً للمعلومات وآلية عمل لمختلف الأبحاث العلمية في مجال البيئة حول العالم. كما يمكن لهذه البيانات والأدوات – بعد تكييفها لتلائم استخدام المجتمعات – أن تدعم التوجه العالمي لتشجيع أفراد المجتمع على تبني الاستدامة، وكذلك التعاون مع المؤسسات الأكاديمية التي تولي أهمية كبرى للطبيعة وجودة حياة الفرد.[428]

الإيجـابيات

تسهم القباب الحيوية الافتراضية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تعزيز الاهتمام بالطبيعة وجمالها ومواردها القيّمة، كما تشكّل ركيزة أساسية لعملية صنع القرارات المستدامة بيئياً. إلى جانب ذلك، تزوّد البيانات التي تنتجها هذه القباب الحيوية المجتمعات العلمية المتنوعة بالمعلومات الأساسية التي تتيح لهم إجراء المزيد من الأبحاث حول الطبيعة والمناخ.

المخـــاطـر

قد يؤدي التمويل المحدود والخلل في تصميم نماذج المناطق الحيوية الافتراضية إلى سلوكيات حيوية وبيئية غير مرغوبة، مما يؤثر سلباً على جودة المخرجات ويحد من تنوع التحديثات التي تُجرى على تلك النماذج. كما تزود تحليلات القباب الحيوية الافتراضية الأعمال بمعلومات كثيرة تخص السوق وهو ما قد يشجع بعض الممارسات التي تؤدي لاستغلال الطبيعة ومواردها.

تم إدراج أكثر من

150,300 كائن حي

على القائمة الحمراء للأنواع المعرضة للمخاطر التي تصدر عن الاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة، منها أكثر من

42,100

نوعاً مهدد بالانقراض

الـفـــرصـــــــــة 15

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجيا، الطـبيعة

التوجـهات العـالمية الكبرى

ثـــورة المـــواد

الاتجـاهات السـائدة

المواد الحيوية
الغذاء والماء والطاقة
تحفيز الابتكار
تقنية النانو

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
المواد والتقنية الحيوية
المعادن والتعدين
المرافق العامة

هـل ستتمكن البشـرية من تأمـين المـياه الصالحـة للشـرب حول العـالم وللجـميع؟

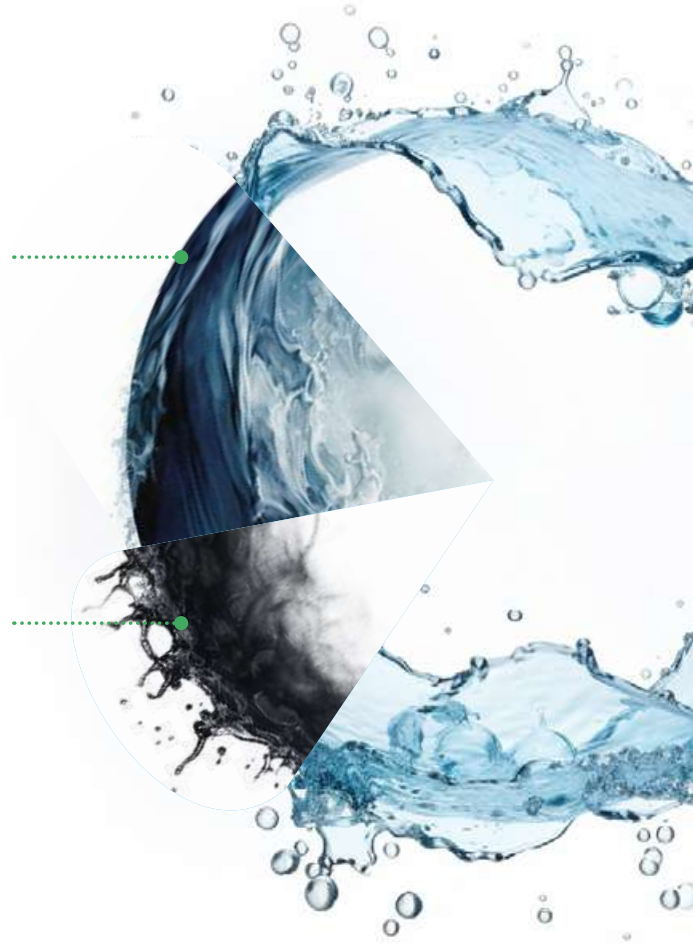
مـيـاه شـــرب نـقـــية إلـى الأبـــد

ابتكار مواد كربونية بحجم النانو قادرة على إزالة الملوثات من المياه بفعالية كبيرة مهما كانت حجمها وصولاً للملوثات الصغيرة بحجم النانو، سيسهم في حدوث تحوّل في جهود إتاحة المياه الصالحة للشرب لكل أنحاء العالم.

الـواقـــع الحـــالي

ارتفعت نسبة سكان العالم الذين يمكنهم الحصول على مياه نظيفة وصالحة للشرب من 62% قبل 20 عاماً إلى 74 % عام 2020.[429] لكن تظل ندرة المياه تحدياً عالمياً يجب التعامل معه من أجل مستقبل هذا العالم،[430] إذ بلغ عدد الأفراد الذين يعيشون في دول تعاني من شح المياه نحو 2.3 مليار نسمة في عام 2021،[431] فيما اضطر أكثر من 1.7 مليار نسمة للشرب من مصادر مياه ملوثة في عام 2022.[432] كما يفقد أكثر من نصف مليون شخص حول العالم حياتهم جراء الإصابة بالإسهال[433] نتيجة شرب المياه غير الصالحة للشرب، واستخدام مرافق الصرف الصحي غير الملائمة، وعدم الاهتمام بنظافة اليدين. ومع زيادة الطلب على المياه النظيفة والصالحة للشرب، من المتوقع أن ترتفع قيمة السوق العالمية لتنقية المياه من 30.62 مليار دولار عام 2022 إلى 54.48 مليار دولار عام 2030، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 7.6%.[434]

يعاني حوالي 50 % من المؤسسات التعليمية في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، ومرفق صحي واحد من أصل أربعة مرافق صحية حول العالم إلى المصادر الأساسية للمياه.[435] كما تواجه جهود الدول متوسطة ومنخفضة الدخل لتعزيز إتاحة المياه النظيفة لسكانها العديد من التحديات، نظراً لتعرّض المياه للتلوث من جديد بعد تجميعها وقبيل مرحلة الاستخدام الفعلي.[436] ولذلك، تبرز الحاجة لاستخدام تقنيات معالجة المياه في المنازل للتمكن من تنقية المياه قبل استهلاكها، والحد من مخاطر احتمال تلوثها من المصدر وأثناء نقلها.[437] وبينما تُستخدم حاليا مرشحات المياه متعددة الطبقات والمطهرات المحتوية على الكلور، إلا أن هناك شكوك حول فعاليتها بسبب ما تتركه من مخلفات سامة وزيادة مقاومة مسببات الأمراض لها.[438]



2.3 مليار نسمة

عدد الأفراد الذين يعيشون في دول تعاني من شح المياه في عام 2021

1.7 مليار نسمة

اضطروا للشرب من مصادر مياه ملوثة في عام 2022

الفرصـــة المســـتقبلية

أما المواد الكربونية بحجم النانو، بفضل خصائصها الفيزيائية والكيميائية، فلديها القدرة على تعزيز إتاحة المياه الصالحة للشرب لجميع أنحاء العالم، فهي قادرة على العمل بفعالية على نطاق يتراوح من 1 إلى 100 نانومتر (أي جزء من المليار من المتر) ومن ثم التقاط وإزالة المعادن الثقيلة والمركبات العضوية والملوثات الأخرى من المياه بفعالية كبيرة.[439] هذا الأسلوب المعتمد على المواد الكربونية النانوية يتميّز بتنوع تقنياته، من الأنابيب النانوية الكربونية والغرافين إلى النقاط الكمومية الكربونية والفوليرين، وكلها تعِد بالعديد من الاستخدامات المستقبلية،[440] لا سيما في مجال تنقية المياه وتحليتها.[441]

تُستخدم المواد الكربونية حالياً لمعالجة مياه الصرف الصحي،[442] لكن هذه الآلية لم يتم توسيع نطاقها لتشمل تنقية مياه الشرب نظراً إلى المخاوف المتعلقة بها من حيث آثارها السامة وتأثيراتها البيئية.[443] على حجمها النانومتر ومع التقدم في علم المواد، يمكن ان يتحاكي الذكاء الآلي المتقدم والنمذجة الحسابية وتدرس تأثير خصائص الجسيمات الفيزيائية والكيميائية[444] على أنماط السمية وإمكانية إعادة التدوير.[445]

يعاني حوالي

% 50

من المؤسسات التعليمية في منطقة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

ومرفق صحي

1 من أصل 4

مرافق صحية حول العالم إلى المصادر الأساسية للمياه

الإيجـابيات

يسهم توفير موارد المياه النظيفة في تحسين صحة الأفراد في المناطق التي كانت تعاني من شح المياه، كما تؤدي دوراً في إنعاش الاقتصادات، والوقاية من الأمراض.

المخـــاطـر

قد تحدث تداعيات غير متعمدة نتيجة عدم الإلمام التام بآثار مواد الكربون السامة على صحة الإنسان والبيئة، كما قد تتسبب فلاتر المواد الكربونية النانوية التالفة في تلويث الأنابيب النانوية أو الألياف النانوية لإمدادات المياه، مما يخلّف أضراراً صحية ووقوع خلل في عملية تنقية المياه .

من المتوقع أن ترتفع
قيمة السوق العالمية
لتنقية المياه إلى

50.66
مليار دولار
عام 2029

30.62
مليار دولار
2022

الـفـــرصـــــــــة 16

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

الطـبيعة، التكـنولوجيا

التوجـهات العـالمية الكبرى

إدارة النُظـــم البيئـية

الاتجـاهات السـائدة

التقنيات الزراعية
تلوث الهواء
التقنية الحيوية
الهندسة الجيولوجية
استعادة الطبيعة

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
التصنيع
العقارات

ماذا لو نمت الأشجار في غضون أشهر فقط من زراعتها؟

طـــبيعة ســـريعة النمـــو

الذكاء الاصطناعي التوليدي

يمكننا تعزيز نمو النباتات وتطوير التربة والأدوات التي تُسرّع من عملية تجدد الطبيعة، مما يعزز التنوّع الحيوي ويدعم جهود عزل الكربون من الهواء، وذلك بالاستفادة من التطورات المتقدمة في العلوم البيئية والتقنية الحيوية.

الواقــع الحـــالي

تشير التقديرات إلى أن نصف الناتج المحلي الإجمالي في العالم يعتمد على الطبيعة بمعدل من المتوسط إلى المرتفع.[446] لذا فإن اعتماد مسارات صديقة للبيئة لتحقيق التنمية الاقتصادية العالمية يمكن أن يزيد عائدات الأعمال بمقدار 10 تريليون دولار، وتوفير 395 مليون فرصة عمل بحلول عام 2030.[447] وفي المقابل، قد يؤدي فقدان التنوع الحيوي وتدهور النظام البيئي إلى صدمة الاقتصاد العالمي بخسارة نحو 5 تريليون دولار،[448] كما أن ما يصل إلى 18% من الزراعة المعتمدة على المياه سيكون معرضاً للخطر.

هناك حلول قائمة على الطبيعة مُصممة لمساعدة الطبيعة على ترميم نفسها، وتكتسب حالياً زخماً مضاعفاً خصوصاً مع إدراكنا لأهمية الطبيعة في تعزيز الاقتصاد وجودة الحياة، فعلى سبيل المثال، تهدف منهجية "التجديد الطبيعي المعزز" أو (ANR) إلى التخلص من الأضرار البيئية التي يسببها الإنسان، مثل إزالة الغابات والحرائق، وإلى مساعدة الطبيعة على تجديد نفسها،[449] كما تركز على تعافي النظم البيئية (مثل دورة المياه السليمة)، بينما يمكن تعديلها لتتأقلم مع الظروف البيئية والاجتماعية والاقتصادية المحلية.[450]

تتمتع التقنية الحيوية أيضاً بإمكانات هائلة في هذا المجال، فقد نجح باحثون من جامعة إلينوي في تعديل جينات النباتات لرفع نسبة نموها بحوالي 25% مقارنةً بالنباتات غير المعدلة مما تلهم حلول لتحديات المناخ.[451] كما نجحت شركة "ليفينغ كربون"، المتخصصة في مجال التقنية الحيوية، في زراعة أشجار مصممة لتسريع نمو الأخشاب وزيادة فعالية عزل الكربون في غابات الولايات المتحدة الأمريكية في أوائل عام 2023، مع زراعة شجر "الحور" المعدل والذي ينمو بسرعة تزيد عن نمو الأشجار غير المعدلة بنسبة 50%.[452]

نجح باحثون من جامعة إلينوي في تعديل جينات النباتات لرفع نسبة نموها بحوالي

25% مـقارنةً بالنباتـات غير المعدلة

الفرصـــة المســتقبلية

يمكن إنجاز عمليات إعادة التشجير بمعدل أسرع من إزالة الغابات على مستوى العالم بالاستفادة من التقدم في العلوم البيئية والتقنيات الحيوية، مما يؤدي إلى تعزيز جهود عزل الكربون من الهواء وتوفير المزيد من المواطن للنباتات والحيوانات، الأمر الذي قد يؤدي بدوره إلى استعادة الأنظمة البيئية في المناطق المتضررة من جراء التدهور البيئي. ويتم إعادة تصميم الأشجار والنباتات المعدلة للنمو بشكل أسرع وفق احتياجات كل منطقة على حده، مما يتيح لها التأقلم بشكل صحي مع النباتات الموجودة في تلك المنطقة. هذه التطورات ستسهم أيضاً في الحد من الأراضي المستخدَمة للزراعة، مما يتيح للطبيعة فرصة أكبر لترميم نفسها واستعادة صحتها.

الإيجـابيات

معالجة تغيّر المناخ وتدهور الطبيعة في الوقت نفسه من خلال ترميم الطبيعة واستعادتها بشكل طبيعي أو عبر الهندسة الوراثية.

المخـــاطـر

قد تتفاعل أنواع النباتات المعدّلة وراثياً بطرق غير متوقعة مع الأنواع الموجودة طبيعياً، مما يحد من التنوّع الحيوي وربما يؤدي إلى اختلال في توازن النظام البيئي.

في أوائل عام 2023، مع زراعة شجر "الحور" المعدل والذي ينمو بسرعة تزيد عن نمو الأشجار غير المعدلة

بنسبة 50%

الـفـــرصـــــــة 17

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجيا، الطـبيعة

التوجـهات العـالمية الكبرى

تطـور تقـنيات الطـاقة

الاتجـاهات السـائدة

تحول قطاع الطاقة
تحفيز الابتكار
صافي الانبعاثات الصفرية (الحياد المناخي)
المواد الجديدة

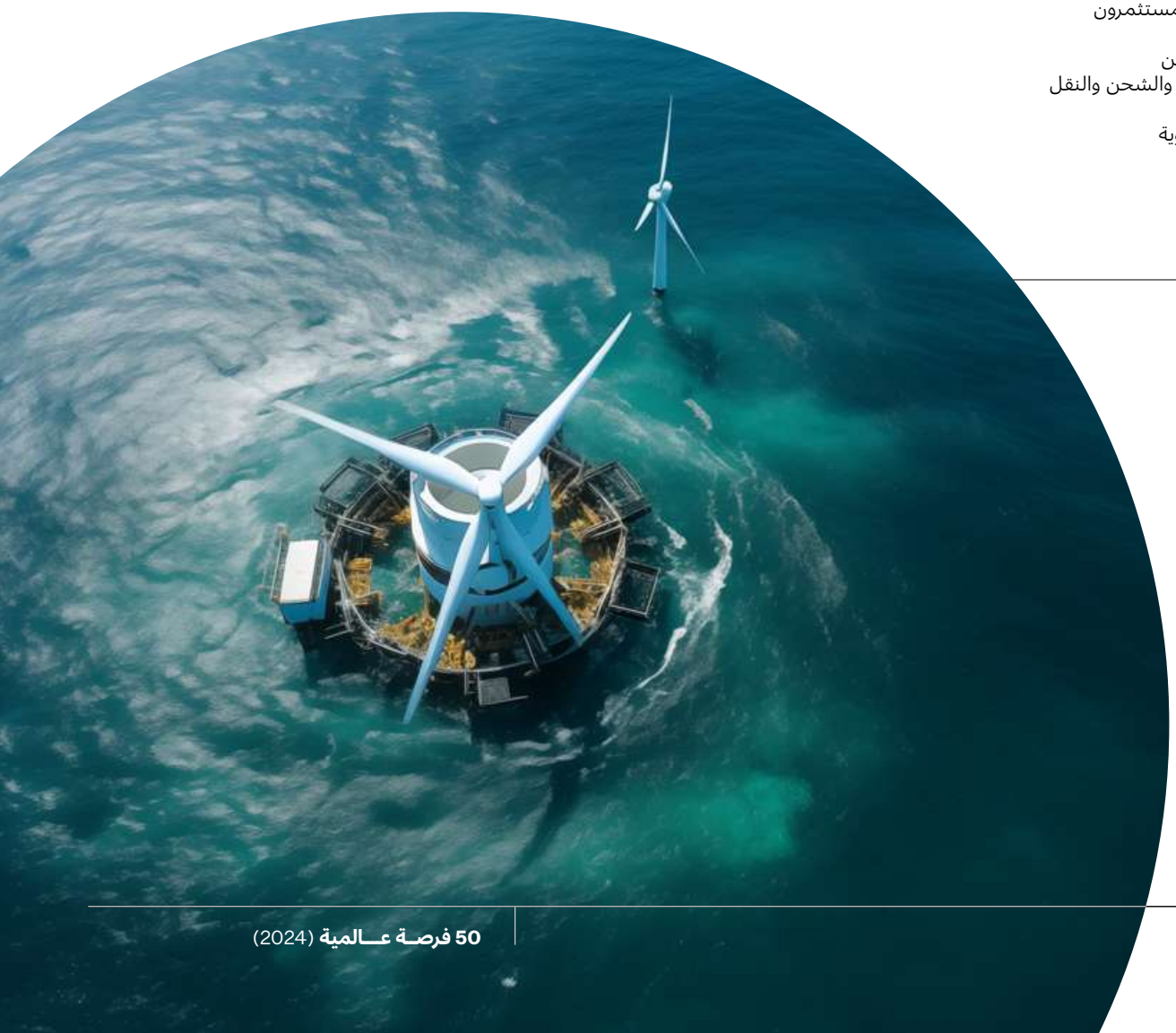
القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
المعادن والتعدين
العقارات
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لو تمكنّا من استخدام حركة المد والجزر كمصدر رئيس للطاقة؟

طـــاقة تـــوربـينية ذكـــية

يمكن تحسين تكلفة طاقة المد والجزر ومقاومتها لارتفاع مستوى سطح البحر لتصبح مصدراً مستداماً (وقابلاً للتطبيق على نطاق واسع) للطاقة الساحلية، وذلك بالاعتماد على التقدم الذي تشهده تكنولوجيا التوربينات والذكاء الآلي المتقدم.



الواقـــع الحـــالي

يعيش أكثر من 2.4 مليار شخص حول العالم على بعد 100 كيلومتر من البحر،[453] ومن منطلق السيناريو [ه] الذي يتوقع زيادة الطلب على الكهرباء بما يتراوح من 75% إلى 150% بحلول العام 2050،[454] ليصل استهلاك الطاقة إلى ما يقارب 41,508 تيراوات في الساعة سنوياً.[455] من هنا تبرز الحاجة إلى توفير حلول مرنة لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية، الأمر الذي يشكّل تحدياً للطاقة الشمسية وطاقة الرياح، إذ إن التغذية المتقطعة لهذين المصدرين تطرح مشكلة فعلية في ظل عدم تحقيق أي تقدم جوهري في التوصل إلى حلول لتخزين الطاقة بأحجام ضخمة.[456]

تعمل مولدات إنتاج الطاقة من حركة المد والجزر على تحويل هذه الطاقة إلى كهرباء.[457] حيث تنتج حركة المد والجزر التي تحدث مرة واحدة أو مرتين خلال اليوم القمري بسبب جاذبية الشمس والقمر، وحركة دوران الأرض، إضافة إلى تركيبة الامتداد الطبيعي لليابسة داخل البحار والمحيطات، ليصل معها ارتفاع مستوى المياه إلى حوالي 12 متراً، وهو ما يمكن أن نعتبره مصدراً ثابتاً للطاقة.[458] وبنفس الطريقة التي تُعامل بها توربينات الرياح، توضع توربينات المد والجزر التي تستخدم شفرات دوارة في تيارات المد والجزر بهدف توليد الكهرباء.[459] لكن مع وجود فرق جوهري في هذه الحالة وهو أن إنتاج طاقة المد والجزر غالباً ما يأتي وفق التوقعات دون أن يتوقف على حالة الطقس،[460] على عكس الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح.

إلا أن تكلفة طاقة المد والجزر لكل وحدة تبلغ أضعاف تكلفة طاقة الشمس أو الرياح،[461] إذ أن تكلفة بناء مرافق إنتاج طاقة المد والجزر في البحار وصيانتها أعلى بكثير من تكلفة معدات طاقة الرياح.[462] وتُستخدم تقنيات إنتاج طاقة المد والجزر حالياً في المناطق التي تشهد تيارات المد والجزر وفي السدود والبحيرات. هذا أما التقنيات الجديدة، مثل تقنية طاقة المد والجزر الديناميكية،[463] والتي تستخدم سدود المد والجزر الطويلة (التي يبلغ طولها بين 30 و60 كيلومتراً)، فتعتمد على توربينات ثنائية الاتجاه تبلغ قدرتها الإنتاجية ضعف التوربينات العادية. كما أن هذه السدود الطويلة لا تحتاج إلى تنويع كبير في حركة المد والجزر، ما يجعلها أكثر ملاءمة لمختلف المواقع.

[ه] تم السياسات الحالية التي أعلنتها الحكومات (STEPS)، السيناريو الطموح لتحقيق صافي الانبعاثات الصفرية بحلول عام 2050 (انبعاثات صافي صفر)، والتعهدات المعلنة (APS). للمزيد من المعلومات يرجى زيارة موقع الوكالة الدولية للطاقة.

الفرصـــة المســتقبلية

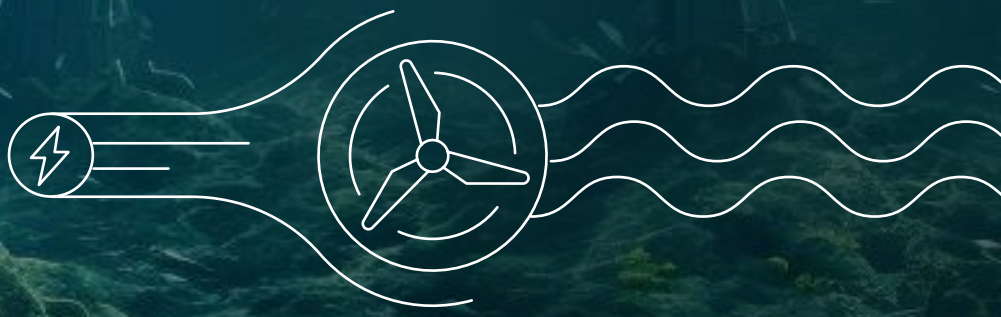
يمكن الاستفادة من التطورات في مجال الذكاء الآلي المتقدم والتوربينات المتقدمة وتقنيات نقل الطاقة في تقليل تكلفة مولدات طاقة المد والجزر – ومن ثمّ استخدامها على نطاق أوسع. ونظراً للإمكانيات الهائلة التي تتمتع بها طاقة المد والجزر والتي تجعل منها مصدراً جديداً للطاقة المتجددة، علينا أن نعمل على تعزيز مقاومة هذه الأنظمة لارتفاع مستوى سطح البحر، إذ تُظهر الأبحاث أن ارتفاع منسوب البحر يمكن أن يؤثر في مواقع إنتاج طاقة المد والجزر،[464] وهنا يمكن الاعتماد على الذكاء الآلي المتقدم لتحسين عملية اختيار المواقع المناسبة. كما يمكننا العمل على تقليل تكلفة إنشاء البنية التحتية لطاقة المد والجزر وتوسيع نطاق تطبيقها وتعزيز جاهزيتها للمستقبل من خلال استخدام مواد خفيفة الوزن ومتينة ومقاومة للتآكل[465] إلى جانب تحسين كفاءة وقدرة الكابلات تحت الماء على توصيل الطاقة.

الإيجـابيات

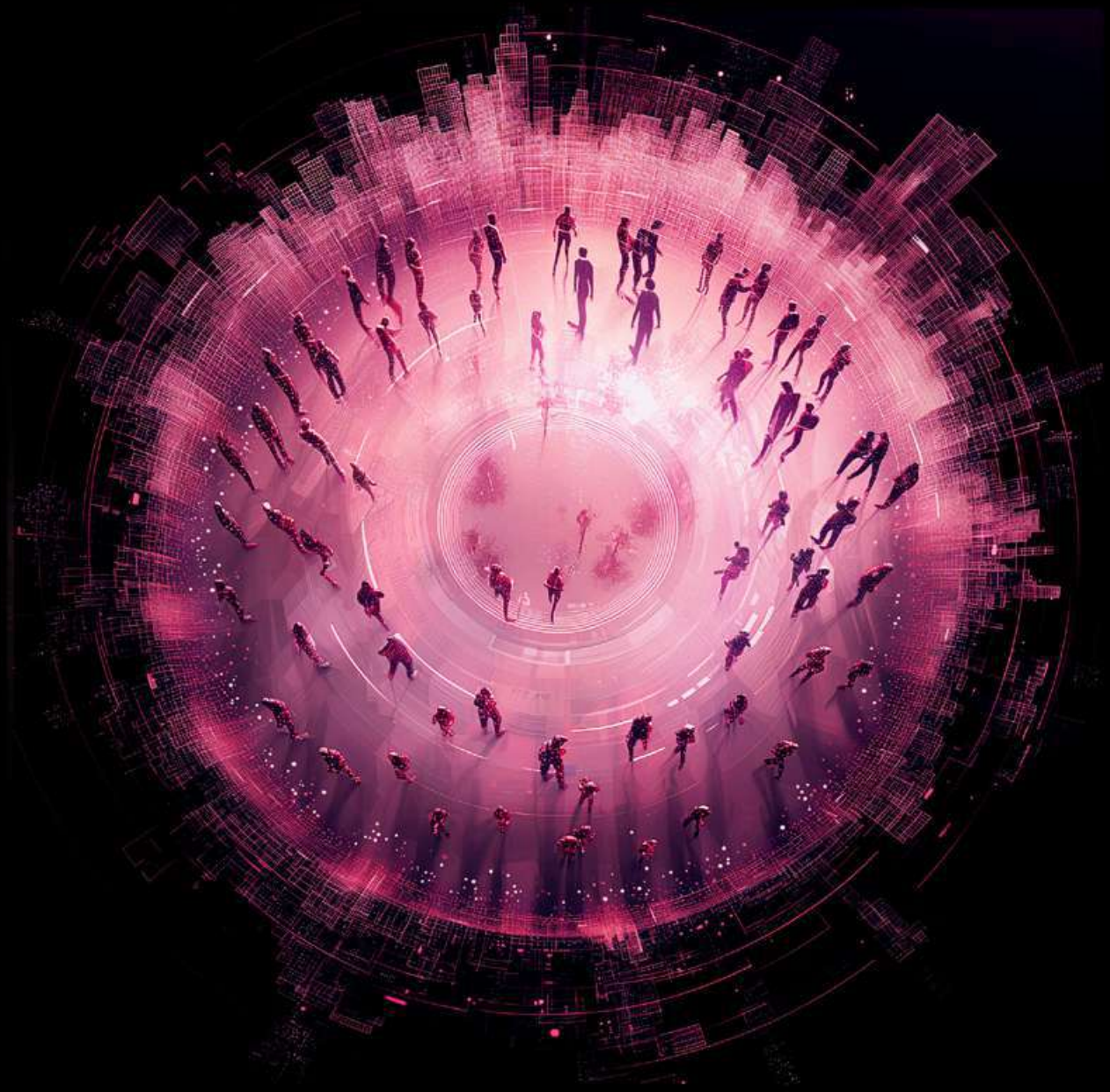
توفـر طاقـة المـد والجـزر مصـدر طاقة ثابت وتسهـم في حـماية المناطـق الساحـلية، كـما تعـزز فـرص العمـل والتنقـل والتنمـية المستـدامـة للمجـتمعات السـاحـلية حـول العالم.

المخـــاطـر

قد تؤثر المرافق المصممة بشكل غير ملائم على الأنظمة البيئية البحرية وتؤدي إلى تبدّل أنماط التآكل فيها.



إنتاج طاقة المد والجزر غالباً ما يأتي وفق التوقعات دون أن يتوقف على حالة الطقس



تمكين المجتمعات

تمكين المجتمعات عبر توفير الحلول المناسبة لاحتياجاتها ذات الأولوية، وتحسين الأنظمة التي تعتمد عليها، وحمايتها من المخاطر التي قد تضعفها في مواجهة الأزمات، ودعم الإمكانات الفردية والجماعية من أجل تحقيق المزيد من النمو والتطور.

الـفـــرصـــــــــة

18

التأثيـــر متـوسـط المـدى

النـطـــاق

فـــــرصـــة

المتغـيرات الغـامضـة

القـــيم، الأنظـــمة

التوجـهات العـالمية الكبرى

إعـادة تحـديد الأهـداف الإنسـانية

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
التنوع المعرفي بين الأجيال
الإنسان في مواجهة الإنسان
إطالة العمر والحيوية
تحول التعليم

القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
التعليم
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية
السفر والسياحة

كيف ستكون أجيال المستقبل إذا أدخلنا مادة الحكمة ضمن المناهج التعليمية؟

منـاهـــج تـدريـــس الحكـــمة

تشهد المدارس تحولاً جذرياً من خلال تطوير برامج تعليمية قائمة على مفهوم الحكمة، مما يعزز قدرة الطلاب على التفكير المنطقي المنفتح ثقافياً واكتساب المهارات اللازمة لمعالجة التحديات المعقدة التي تفرضها التقنيات الناشئة على الشباب وكبار السن كذلك.

الـواقـــع الحـــالي

من المرجح أن يؤدي التطور السريع في مجال الذكاء الآلي المتقدم إلى فقدان عدد كبير من الوظائف التي تعتمد على الذكاء البشري، أو استبدالها، خلال العقود المقبلة. إذ من المتوقع أن يحل التحول الرقمي محل 26 مليون وظيفة إدارية في العالم، مثل المحاسبة بحلول العام 2027،[466] وقد تقل أو تنعدم أهمية القدرة على تجميع المعلومات والمعرفة.

الحكمة بمفهومها المتكامل تشمل قدرات وكفاءات متنوعة، وتبرز أهميتها في عملية صناعة القرار والتصرف في المواقف الاجتماعية المعقدة.[467] وقد ازدادت أهمية الحكمة خصوصاً في عصر التحولات الكمومية الذي نعيشه،[468] إذ تعني القدرة على اتخاذ قرارات رشيدة في الوقت المناسب والتعامل مع التحديات المعقدة المرتبطة بالتحولات المجتمعية والتقنيات الناشئة من منظور متكامل.[469] كما أن الحكمة تعني القدرة على التحكم بالمشاعر، وإدارة السلوك والعلاقات الاجتماعية، والتمتع بالوعي الذاتي، وتحقيق التوازن بين الحسم والتريث، وتقديم النصح للآخرين.[470] ولذلك، إذا اعتمد الأفراد على الذكاء والمعرفة بدون الحكمة، لن يتمكنوا من اتخاذ القرارات المعقدة في حياتهم.

مع تزايد تعقيد العالم وترابطه، ستبدو التحديات العلمية والاجتماعية والتكنولوجية والتداعيات المترتبة عليها بحاجة إلى حلول معقدة،[471] وسيكون الحكمة أهم من أي وقت مضى.

الحكمة بمفهومها المتكامل تشمل قدرات وكفاءات متنوعة، وتبرز أهميتها في عملية صناعة القرار والتصرف في المواقف الاجتماعية المعقدة

الفـرصـــة المســتـقـبلية

يمكن من خلال الدمج بين التطور في الأبحاث المتعلقة بالحكمة وتطورات علم الأعصاب وعلم النفس، تطوير برامج تعليمية قائمة على الحكمة ونماذج جديدة للتعليم والتعلم، فتعزيز الحكمة لدى الأفراد يمكّنهم من اتخاذ القرارات مع التركيز على تحسين المجتمع والحفاظ على البيئة بما يتماشى مع سياقات العالم الواقعي.

وبينما تهدف المدارس إلى إعداد الطلاب للجامعات من خلال تعليمهم كيفية اكتساب المعرفة وتجميعها، فإن الجامعات تعمل على سد الفجوة بين المعرفة والممارسة العملية لمجالات دراسة الطلاب،[472] وبما أن التحديات المجتمعية تتطلب أكثر من اكتساب المعرفة والخبرات الوظيفية، يتعين إعادة تصميم نماذج التعليم وفق منهجيات تعزز القيم المجتمعية وتؤكد أهمية الحكمة.

التعليم التقليدي القائم على المعرفة يركز على نقل البيانات والمعلومات والمعرفة، أما التعليم القائم على الحكمة فيدمج الاعتبارات الأخلاقية وقيم جميع الأطراف المعنية، والمشاعر والرؤى، ويقر بقابلية المعرفة للخطأ،[473] لذلك، يصبح الإطار التعليمي الذي يعزز تنمية الحكمة لدى الفرد عاملاً أساسياً لتمكين الجميع من اكتساب الحكمة.

الإيجـابيات

اتخاذ القرار المستند إلى الحكمة يضمن استجابة الأفراد للتحديات المجتمعية المعقدة بالشكل المناسب.

المخـــاطـر

قد يكون النموذج التصوري الأساسي لهذه الفكرة معقداً جداً بحيث لا يمكن تنفيذه، أو قد يفقد دلالته وصلته بالواقع، أو قد لا يتماشى مع النهج العام لوضع السياسات. كما أنه من الصعب إجراء إصلاح شامل في أنظمة التعليم، والتأكد من تمتع المعلمين بالسمات والمهارات اللازمة للتأثير في الطلاب ومساعدتهم على اكتساب الحكمة.

الـفـــرصـــــــــة 19

التأثيـــر قـــريب المـــدى

المتغـيرات الغـامضـة

القـيم المجتمعية، الأنظـــمة

التوجـهات العـالمية الكبرى

إعـادة تحـديد الأهـداف الإنسـانية

الاتجـاهات السـائدة

الشراكة بين القطاعات
التراث والثقافة
الرشاقة الحكومية
استعادة الطبيعة
التصميم الحضري

القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات الحكومية
التقنيات الغامرة
وسائل الإعلام والترفيه
السفر والسياحة

كيف سيكون شكل العالم لو أصبحت الثقافة جزءاً من عملية صنع السياسات؟

صـــون الحـــضارة

دمج الثقافة في السياسات العامة بهدف الحفاظ على التراث المادي (أي الجوانب المادية من الهوية الثقافية)، وغير المادي (أي الممارسات والعادات المرتبطة بالثقافة).

الـواقـــع الحـــالي

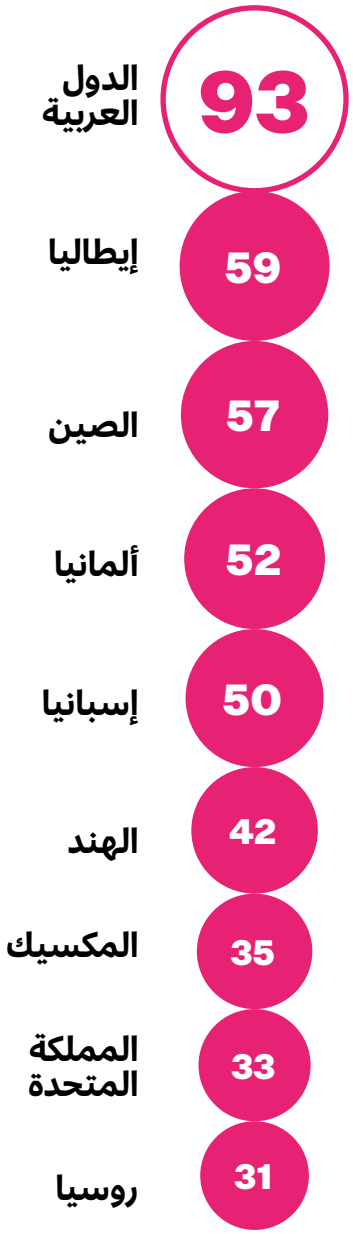
الثقافة هي قلب هويتنا النابض وهي التي تميزنا عن غيرنا،[474] والحفاظ على التنوّع والثراء الثقافي يضمن إدراك أجيال المستقبل في جميع أنحاء العالم لجذورها الثقافية وفهمها،[475] ويمكن من خلال المبادرات التعليمية،[476] والاستخدام الاستراتيجي للتقنيات الرقمية الهادفة لتعزيز الوصول إلى الأرشيف الثقافي،[477] أن نصمم قدرة الأجيال القادمة على فهم واكتساب المعرفة، ونعزز انفتاح المجتمعات على بعضها ومراعاتها للاعتبارات الثقافية.[478]

حافظت أوروبا وأمريكا الشمالية منذ عام 2016 على صدارتها العالمية من حيث عدد مواقع التراث العالمي المسجلة كل عام على قائمة اليونسكو للتراث العالمي، تليهما آسيا والمحيط الهادئ،[479] أما على مستوى الدول، إيطاليا (59) والصين (57) وألمانيا (52) وإسبانيا (50) والهند (42) والمكسيك (35) والمملكة المتحدة (33) وروسيا (31)، فلديها أكبر عدد من المواقع المدرَجة على قائمة اليونسكو للتراث العالمي،[480] في حين أن الدول العربية [ن] (93) تُسجل أكبر نسبة من مواقع التراث العالمي المعرضة للخطر والتي تبلغ 41%، تليها أفريقيا بنسبة 25%.[481]

أول مرة يُعترف بالثقافة كعنصر أساسي لتحقيق التنمية المستدامة كان من خلال أهداف التنمية المستدامة،[482] لا سيما في المدن (كما يوضح الهدف 11.4 من أهداف التنمية المستدامة[483]). كما تم توزيع دور الثقافة في تحقيق باقي أهداف التنمية المستدامة ضمن 4 محاور، هي: البيئة والقدرة على الصمود، والازدهار وسبل العيش، والمعرفة والمهارات، والدمج والمشاركة.[484] وعلى مدار عامين من 2017 إلى 2019، أدت الجهود التعاونية التي شملت عدد من المؤسسات والمتخصصين إلى صياغة المسودة الأولى من مؤشرات قياس الثقافة الموزعة حسب المحاور السابقة ضمن أجندة 2030،[485] وهذا الإطار الجديد لقياس وجمع البيانات الثقافية يعد عاملاً أساسياً لدعم دور الثقافة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ودمج منهج العمل القائم على الأدلة في خطط وسياسات التنمية على المستويات الوطنية وضمن أطر عمل الأمم المتحدة للمساعدة الإنمائية.[486]

وتتبنى دولة الإمارات العربية المتحدة مبدأ الدبلوماسية الثقافية ومجموعة من الأساليب التعاونية للحفاظ على تراثها والاحتفاء بالمشهد الثقافي المتنوع. فعلى سبيل المثال، تم إدراج الهريس، الطبق الشعبي التقليدي لدولة الإمارات العربية المتحدة، على القائمة التمثيلية للتراث الثقافي غير المادي لمنظمة اليونسكو في عام 2023.[487] كما تستعرض دولة الإمارات ثقافتها الخاصة من خلال جناحها في معرض إكسبو 2020 دبي،[488] والذي أبقت عليه فيما بعد ليظل مفتوحاً للمقيمين والزوار من كل أنحاء العالم، وأعادت تهيئته وتصميمه مرة أخرى ليناسب أهداف وموضوعات مؤتمر الأطراف (COP 28)،[489] بينما يروي متحف اللوفر أبوظبي قصص الثقافات من الخليج العربي والشرق الأوسط وآسيا وأفريقيا وأوروبا، ويعرض كيف تصيغ هذه الأحداث التاريخية الثقافات وأنماط التفكير المعاصرة.[490]

عدد من المواقع المدرَجة على قائمة اليونسكو للتراث العالمي



[ن] يشمل الجزائر، البحرين، مصر، العراق، الأردن، الكويت، لبنان، ليبيا، موريتانيا، المغرب، عمان، قطر، السعودية، دولة فلسطين، السودان، الجمهورية العربية السورية، تونس، الإمارات العربية المتحدة، واليمن.

الفرصـــة المســـتقبلية

يتم إدراج الاعتبارات الثقافية في السياسات العامة من أجل الحفاظ على التراث الثقافي المادي وغير المادي، وحمايته بشكل فعّال.[491] ويمكن تحقيق ذلك من خلال إنشاء أطر ثقافية محلية وتطوير مجموعة أدوات لوضع السياسات لتحديد الجوانب الهامة للتراث الثقافي، خصوصاً عندما تشكل التكنولوجيا جزءاً أساسياً من سياسة جديدة أو معدلة تدعم التحول في "الإدارة الذكية للتراث".[492]

ويمكن إدراج الثقافة ضمن عملية صنع السياسات من خلال استخدام التكنولوجيا في إجراء الصيانة الوقائية للمواقع التراثية ومراقبتها، بما يعزز جهود الحفاظ على تلك المواقع الهامة ونشر التراث الثقافي،[493] كما يمكن ذلك أيضاً من خلال توسيع نطاق مشاركة أفراد المجتمع في المبادرات الثقافية،[494] وزيادة التمويل الحكومي المخصص لها،[495] وتطوير برامج التعليم والتوعية،[496] وحفظ نسخ رقمية من الآثار والتقاليد التراثية.[497]

الإيجـابيات

يدعم دمج التراث الثقافي في عملية صنع السياسات جهود ومبادرات حماية التراث والحفاظ عليه. ويؤدي اعتماد مجموعة من السياسات ذات الصلة إلى تحفيز الشركات على المشاركة في مبادرات الحفاظ على الثقافة، كما يجعل التنوّع الثقافي مصدراً لتعزيز القدرة التنافسية والتعاون الدولي والحوار بين الحكومات والتفاهم بين الحضارات.

المخـــاطـر

قد تؤدي المبالغة في تبسيط أو توحيد الجوانب المميزة للهويات الثقافية المختلفة والتراث إلى حدوث تجانس ثقافي غير مقصود. وقد يُنظر إلى الحفاظ على التراث الثقافي على أنه مسألة عفا عليها الزمن أو أنه تمسكٌ بالماضي لتجنب تطوير سياسات مبتكرة لمواجهة الوضع الراهن. كما تشمل التحديات أيضاً عدم القدرة على تحقيق التوازن بين القيم الثقافية العالمية والمحلية.

الـفـــرصـــــــــة 20

التأثيـــر قـــريب المـــدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجـــيا، القـــيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

نمـو اقتصـادات الأعـمال المسـتقلة

الاتجـاهات السـائدة

المجتمعات الرقمية
مستقبل العمل
الإنسان في مواجهة الإنسان
التشجيع على الابتكار
الشراكة بين القطاعات

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لو اعتمدت قيمة التطبيقات الرقمية على جودة المشتركين وليس على عددهم؟

اقتصـــادات المجـــتمعات الرقـــمية

يركز اقتصاد الشبكات (أو المجتمعات الرقمية) على كيفية إنشاء وتطوير القيمة للمنتجات أو الخدمات من خلال تضاعف عدد المستخدمين بما يكفي لتكوين شبكة ذات تأثير على توسع تلك المنتجات أو الخدمات، وفي هذه الحالة، يتمثل الاستثمار في القدرة على توسيع شبكة المستخدمين. هذا النوع من الاقتصاد المعتمد على قوة شبكة المستخدمين يوفر فرصاً جديدة للجميع من خلال تصميم شبكات دامجة لجميع الفئات تقوم على استراتيجيات تتمحور حول ترسيخ قيم التعاون وخلق القيمة والتطور، والحد من مظاهر الهيمنة الحصرية وتشجيع الابتكار.

الـواقـــع الحـــالـي

على مدى العقود الأربعة الماضية، أسهمت شبكة الإنترنت في تحقيق مكاسب كبيرة من حيث الإنتاجية، وإمكانية الوصول إلى المعلومات، وتوفير الوظائف.[498] ولأن الإنترنت شبكة تربط الأفراد والمؤسسات محلياً وإقليمياً وعالمياً، فقد عززت على مدار السنوات عمل المنصات العالمية التي يُعَدّ بعضها من أكبر الشركات في العالم (حسب تصنيف "غلوبال 2000"و حسب القيمة السوقية)، مثل: شركة "ألفابت" التي تأتي في المرتبة 7، وتبلغ قيمتها السوقية 1.34 تريليون دولار؛ شركة "مايكروسوفت" التي تحتل المرتبة 9 في تصنيف "غلوبال 2000" وتبلغ قيمتها السوقية 2.3 تريليون دولار ؛ و"ميتا" التي تأتي في المرتبة 31، وتبلغ قيمتها السوقية 600 مليار دولار ؛ و"أمازون" التي تحتل المرتبة 36، وتبلغ قيمتها السوقية 1.08 تريليون دولار).[499] وخلال الفترة بين العامين 2013 و2018، تضاعف عدد المنصات العاملة عبر الإنترنت في 28 دولة من الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية من 541 إلى 1096.[500] رغم صعوبة عملية قياس نشاط المنصات عبر الإنترنت بسبب غياب البيانات الموحدة بينها، واعتماد العديد من الدراسات على بيانات منصة واحدة.[501]

تسهم النماذج الاقتصادية المعتمدة على تكوين الشبكات والمجتمعات الرقمية في تمكين الأفراد والمؤسسات من توفير الموارد واكتساب المزايا التنافسية، إذ يمكن للأفراد الاستفادة منها في العثور على الوظائف، ودخول عالم ريادة الأعمال، والوصول إلى التمويل الجماعي،[502] والاستفادة من الفرص الاستثمارية التي تتاح أمامهم.[503] وحتى على صعيد البحث والابتكار، فتتيح شبكات الابتكار المفتوحة والتعاونية تبادل المعرفة وإنجاز ابتكارات قيمة تفيد الأفراد والمؤسسات،[504] مما يسمح للشركات بالتوسع والتركيز على العملاء بدلاً من تركيزها على الأصول المادية.[505]

لقد شهدت المنظمات اللامركزية المستقلة (DAOS)، وهي شكل من أشكال اقتصاد الشبكات، نمواً ملحوظاً، إذ ازدادت بها قيمة سندات الخزانة من 380 مليون دولار إلى 16 مليار دولار في عام 2021 وحده.[506] وبحلول يونيو 2023، تخطى إجمالي قيمة سندات الخزانة في المنظمات اللامركزية المستقلة 18 مليار دولار.[507] ورغم التحديات التي تواجهها من حيث الحوكمة والشفافية،[508] تواصل المنظمات اللامركزية المستقلة جهودها لبناء مجتمعات تهدف إلى مواجهة تحديات مثل تغيّر المناخ والمشكلات المجتمعية المختلفة. فعلى سبيل المثال، نجحت "فيتاداو" وهي منظمة مستقلة لامركزية متخصصة في مجال إطالة العمر، في جمع 4.1 مليون دولار في عام 2023 ووزعت 30% من رموزها على مجتمعها المكوّن من 9000 عضو،[509] وتعمل المنظمة على تمويل المشاريع البحثية في مجال تطوير الأدوية المعززة لطول العمر رغم التحديات المتعلقة بالحوكمة.[510]

الفرصـــة المســـتقبلية

في ظل توسع الاقتصادات القائمة على تكوين الشبكات والمجتمعات الرقمية نتيجة التطور التكنولوجي، تتمكن المجتمعات من استكشاف فرص جديدة في مجال البحث والابتكار والأعمال ومواجهة التحديات العالمية. وسيضمن بناء شبكات دامجة للجميع تجنب السيناريو الذي تهيمن فيه جهات قليلة على جميع المزايا، ومنع ظاهرة "غرف الصدى" على مواقع التواصل حيث يتم تضخيم الآراء عبر تكرار وتأكيد منظور واحد فقط في بيئة إلكترونية مغلقة بمعزل عن وجهات النظر المتنوعة، وكذلك الحد من الآثار السلبية على مستوى النمو والازدهار وجودة الحياة في المستقبل.

وتعتمد استراتيجيات إنشاء اقتصادات الشبكات الدامجة والشاملة على فهم وجهات نظر المجموعات التي كان من المرجح استبعادها من النقاش، واعتماد آليات لتحديد وإزالة العوائق التي قد تؤدي إلى استبعاد هؤلاء المشاركين.

الإيجـــابيات

هذه الشبكات الدامجة والشاملة تضمن التنوّع وتبادل المعرفة، وتعزز فرص التعاون العابرة للحدود وبين القطاعات المختلفة، مما يؤدي إلى إيجاد حلول مبتكرة للتحديات وخلق فرص مستقبلية جديدة، وتعزيز الشفافية، وتمكين المبادرات الموجهة لمعالجة قضايا مجتمعية محلية.

المخـــاطـر

ربما تستمر سيادة الآراء المهيمنة بدلاً من التوصل إلى وجهات نظر جديدة، كما قد يكون هناك تضارب محتمل في المصالح نتيجة دوافع اقتصادية، في حين لا يتم التوصل إلى حلول للتحديات المتعلقة بانعدام المساواة.

تسهم النماذج الاقتصادية المعتمدة على تكوين الشبكات والمجتمعات الرقمية في تمكين الأفراد والمؤسسات من توفير الموارد واكتساب المزايا التنافسية

خلال الفترة بين العامين 2013 و2018، تضاعف عدد المنصات العاملة عبر الإنترنت في 28 دولة من الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية

541

إلى

1,096

الـفـــرصـــــــــة 21

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجـيا، القـيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

تسـارع الانتـقـال إلى الواقـع الرقـمي الجـديد

الاتجـاهات السـائدة

تقنيات واجهات الدماغ والحاسوب
الثقافة والتراث
الواقع الممتد
مستقبل التعليم
التقنيات الغامرة والأجهزة القابلة للارتداء

القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات الحكومية
التقنيات الغامرة
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية
الرياضة
السفر والسياحة

مـاذا لـو أعـدنا إحـياء تاريخـنا وكـل ثقافـتنا من خـلال عوالـم رقـمية متاحـة للجـميع؟

تحـــول رقـــمي للتـــاريخ والثـــقافة

العوالم الرقمية المعززة بواسطة تقنيات واجهات الدماغ والحاسوب ستغير منظورنا لفهم التاريخ والثقافة، من خلال توفير تجارب غامرة للاطلاع على مراحل تطور المجتمعات والمدن عبر التاريخ، مما يسهم في إثراء قطاع التعليم والحفاظ على تراثنا الثقافي.

الـواقـــع الحـــالي

يعود مفهوم الواقع الممتد إلى أوائل القرن التاسع عشر، مع ظهور مفهوم الرؤية الثنائية،[511] وبالانتقال سريعاً إلى القرن الحادي والعشرين، تم تطوير لعبة الواقع المعزز "بوكيمون غو" في عام 2016، والتي أتاحت لمستخدميها العثور على الكائن الافتراضي، المعروف باسم "بوكيمون"، والتقاطه في المساحة المحيطة بهم باستخدام هواتفهم المحمولة.[512] كما تعاونت شركة "غوغل" في عام 2018 مع "سي آرك"، وهي منظمة غير ربحية مقرها كاليفورنيا، بهدف استحداث نماذج ثلاثية الأبعاد تسلط الضوء على 26 موقعاً تراثياً في 18 دولة حول العالم، بالاستناد إلى جهود التوثيق التي أجرتها المنظمة للمواقع منذ العام 2003 باستخدام التصوير الرقمي والطائرات بدون طيار وتقنية "ليدار" ثلاثية الأبعاد.[513] كما أطلقت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، خلال فترات الإغلاق العام وحظر التجول التي فُرضت لمواجهة جائحة "كوفيد19-" في عام 2021، جولاتها الافتراضية في مواقع التراث العالمي[514] بالتعاون مع منصة غوغل للفنون والثقافة، لتتيح الوصول إلى 12 موقعاً ثقافياً للجمهور دون الحاجة لمغادرة منازلهم.

كما أعادت بعض الدول إحياء عدد من المواقع التاريخية باستخدام الواقع المعزز عبر دمج المعلومات بطريقة ديناميكية وتفاعلية وفورية في العالم الواقعي. ومن هذه المواقع:[515]

- برج لندن في المملكة المتحدة[516]
- حصن سيلوزو في سنغافورة[517]
- عدة مواقع تراثية في اليابان عُرضت في معرض إكسبو 2020 [518]
- الهيئة الملكية لمحافظة العلا في المملكة العربية السعودية

كما بدأت المتاحف في دمج الواقع المعزز لبث الحياة مرة أخرى في المعروضات أو المشاهد، مع توفير المزيد من المعلومات والتفسيرات الدقيقة من خلال أشكال فنية ثلاثية الأبعاد وسرد قصصي تفاعلي في بيئات غامرة.[519] وسيسهم إتاحة الواقع المعزز عبر الهواتف الذكية في تحوّل شامل للعروض التقليدية لتصبح أكثر تفاعلاً وجذباً لمختلف الجماهير من حول العالم.[520]

ومن المتوقع أن تصل قيمة سوق الميتافيرس إلى حوالي 5 تريليون دولار[521] بحلول عام 2030، مما يوفر فرصاً بقيمة 20 مليار دولار في قطاع السياحة والسفر.[522] ومع تسارع وتيرة الابتكار في تقنيات الواقع المعزز، تضاعف عدد براءات الاختراع بين عامي 2018 و2022.[523] ومن المرتقب أن تتوسع سوق الواقع المعزز بمعدل نمو سنوي مركب يعادل 24% حتى عام 2035.[524]

2016

لعبة الواقع المعزز "بوكيمون غو" أتاحت لمستخدميها العثور على الكائن الافتراضي المعروف باسم "بوكيمون"، والتقاطه في المساحة المحيطة بهم باستخدام هواتفهم المحمولة

2018

تعاونت شركة "غوغل" مع "سي آرك"، وهي منظمة غير ربحية مقرها كاليفورنيا، بهدف استحداث نماذج ثلاثية الأبعاد تسلط الضوء على 26 موقعاً تراثياً في 18 دولة حول العالم

2021

أطلقت منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو)، جولاتها الافتراضية في مواقع التراث العالمي

الفرصـــة المســـتقبلية

من خلال تقنيات الواقع الممتد والتطورات في مجال الذكاء الآلي المتقدم وواجهات الدماغ والحاسوب وتكنولوجيا اللمس ستحوّل العوالم الرقمية نظرتنا للتاريخ والثقافة وسبل الحفاظ عليهما،[525] ومن شأن تقنيات الواقع المختلط أن تتيح للأفراد تحويل السياقات التاريخية إلى صور واقعية، مما يسهم في سد الفجوة القائمة بين الماضي والحاضر. كما يمكن للمعلمين والباحثين الاستفادة من هذه التقنيات لإضفاء الطابع الواقعي والتفاعلي على مواد التاريخ والثقافة، وحتى التحولات العلمية والتقنية، لزيادة تفاعل الطلاب معها، بالإضافة إلى تعزيز الأبحاث المتعلقة بالحضارات.

هذا التحوّل سيمكّن السيّاح أيضاً من فهم مراحل تطور المجتمعات عبر الزمن، بما يضيف عمقاً غير مسبوق لرحلاتهم وتجاربهم، في حين سيعزز تقدير السكان المحليين لتاريخهم وارتباطهم به من منظور جديد وغامر، وسيساعد الأجيال القادمة في تقوية صلتها بالمعالم التاريخية، وفهم ماضيها المشترك، وإثراء الحوار حول مستقبلها الجماعي.

الإيجـابيات

إعادة إحياء الماضي عبر التقنيات الغامرة يعزز فهمنا للماضي وللحاضر، ويقدم لنا منظوراً جديداً لمواجهة التحديات الحالية والمستقبلية.

المخـــاطـر

التفسيرات المختلفة لأحداث الماضي قد تؤدي إلى نشوء نوع جديد من الانقسام داخل المجتمع، بدلاً من ترسيخ أسس الحوار فيه. كما أن الترويج للسياحة في المواقع والمدن التي تستخدم تقنيات الواقع الرقمي لتسليط الضوء على تاريخها وثقافتها قد يطرح تحديات بيئية متعلقة بالسياحة،[526] والانبعاثات الكربونية.[527]

ومن المتوقع أن تصل قيمة سوق الميتافيرس إلى حوالي

5 تريليون دولار

بحلول عام 2030، مما يوفر فرصاً بقيمة 20 مليار دولار في قطاع السياحـة والسـفر

الـفـــرصـــــــــــة

22

التأثيـــر قـــريب المـــدى

المتغـيرات الغامضـة

الأنـظـــمة، القـــيم المجـتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

إعـادة تحـديد الأهـداف الإنسـانية

الاتجـاهات السـائدة

الحلول القائمة على المجتمع
مشاركة المجتمع والعمل التطوعي
الإنسان في مواجهة الإنسان
إطالة العمر والحيوية
الصحة النفسية

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
المواد والتقنية الحيوية

ماذا لو أصبح دعم الصحة النفسية مكوناً أساسياً لكل حي سكني؟

أحـــياء داعـــمة للصحـــة النفـــسية

مجموعات دعم الصحة النفسية التي يتم تشكيلها من أفراد المجتمع الواحد تشكل خياراً غير رسمي ومتوفر للجميع ممّن هم في حاجة للدعم النفسي، ومشاركة مخاوفهم وجوانب الضغوط التي تواجههم، مما يخفف الشعور بالوصمة الاجتماعية أو النقص، ويعزز التلاحم المجتمعي.

الـواقـــع الحـــالي

قد تصيب الأمراض النفسية أي شخص بغض النظر عن العمر والجنس والمكان والدخل والوضع الاجتماعي والعرق والدين.[528] ومع استثناء الارتفاع الكبير في حالات الصحة العقلية الناجمة عن أزمات مثل جائحة كوفيد19-، فإن واحداً من كل 8 أفراد حول العالم يعانون من اضطرابات في الصحة العقلية،[529] بينما يخضع شخص من كل 4 أشخاص للعلاج من أعراض القلق.[530] وخلص استبيان عالمي إلى أن 9 من أصل 10 أشخاص حول العالم يعتقدون أن الصحة النفسية لا تقل أهمية عن الصحة الجسدية، إن لم تكن تفوقها،[531] غير أن أفراد المجتمع يترددون غالباً في طلب المساعدة النفسية لتجنب الشعور بالنقص أو التعرض للتحيز ونحوه.[532] وينتشر الاكتئاب على نطاق واسع وتسبب اضطرابات الصحة النفسية في هدر سنة كاملة من كل 6 سنوات من سنوات العمر المعدلة حسب الإعاقة (DALYS)،[533] حيث تعد اضطرابات الصحة النفسية إعاقة عندما تستمر لفترة طويلة وتعيق المشاركة الهادفة والفعالة في الحياة اليومية والمجتمع.[534]

وتواجه الدول منخفضة الدخل نقصاً حاداً في المعالجين النفسيين، إذ يتوفر أقل من أخصائي نفسي 1 مقابل 100 ألف شخص مقارنة مع أكثر من 60 أخصائياً للعدد نفسه في الدول مرتفعة الدخل.[535] وبينما يؤكد العدد المتزايد في الدول ذات الدخل المرتفع الحاجة إلى المزيد من العاملين في مجال الصحة النفسية، نرى حالة مماثلة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، فرغم صعوبة الحصول على بيانات دقيقة حول الصحة النفسية في هذه المنطقة بسبب عدم الإبلاغ أو تسجيل الكثير من الحالات، أو عدم تشخيصها أو غياب الوعي الكافي،[536] يشير أطلس الصحة النفسية الصادر عن منظمة الصحة العالمية لعام 2020 إلى توفر نحو 50 متخصصاً في الصحة النفسية لكل 100 ألف فرد في دولة الإمارات، تليها لبنان بواقع 42 معالجاً لكل 100 ألف فرد، تليها البحرين وقطر بنحو أقل من 30 متخصصاً لكل 100 ألف فرد، ثم الكويت وعُمان والمملكة العربية السعودية بواقع أقل من 20 لكل 100 ألف فرد، وتقل النسبة أكثر في كل من مصر والأردن والمغرب لتصل إلى أقل من 6 معالجين نفسيين لكل 100 ألف فرد في كل منهم.[537]

في هذا السياق، يشكل أسلوب "دعم الأقران" أحد أشكال خدمات الصحة النفسية ويلعب دوراً مهماً في مجال الصحة النفسية،[538] لأن الدعم الذي توفره هذه المجموعات والجسور التي تبنيها قد يفتحان الباب أمام الأفراد للاستفادة من خدمات أخرى، مثل توفير المساعدة القانونية أو الإسكان أو توفير الطعام وما إلى ذلك[539] وهو ما يؤثر إيجاباً في فعالية هذا النوع من خدمات الرعاية الصحية النفسية.[540] بينما يتعين إجراء المزيد من الدراسة حول فعالية خدمات دعم الأقران لدى المراهقين (أي الذين تتراوح أعمارهم بين 14 إلى 24 عاماً)،[541] أوضح استبيان تم إجراؤه في الولايات المتحدة أن 81% من البالغين المشاركين في الاستبيان أبدوا اهتمامهم لتلقي خدمات الرعاية الصحية النفسية عبر المشاركة في مجموعات لدعم الأقران عبر الإنترنت،[542] كما أشار تحالف الحقوق والتعافي "ARR" (المعروف سابقاً باسم جمعية نيويورك لخدمات إعادة التأهيل النفسي) أن هناك انخفاض بنسبة 43% في عدد الذين لجأوا إلى الخدمات العلاجية بالمستشفى من المشاركين في جلسات دعم الأقران مقارنة بغيرهم من المرضى.[543]

الفرصـــة المســـتقبلية

هناك طلب متزايد على تمويل خدمات الصحة النفسية على مستوى المجتمعات،[544] ولكن إذا نظرنا إلى ما هو أبعد من ذلك، سنجد أن إنشاء مجموعات دعم مجتمعية مكتفية ذاتياً تعمل بالشراكة مع المتخصصين في الصحة النفسية، وتجتمع في مواقع قريبة من الجميع، سيمكّن المجتمعات من تنمية هذه الإمكانات البشرية من أجل دعم الصحة النفسية على المستوى الشخصي وعلى مستوى المجتمع، مما يعزز القدرة على الصمود والرغبة في الحصول على المساعدة لمواجهة تحديات الصحة النفسية، خصوصاً عندما تتجاوز التحديات المجتمعية المعتادة مثل البطالة والإجهاد والقلق وتحديات الصحة النفسية اليومية، وتتحول إلى اضطرابات نفسية طبية تعيق الحياة اليومية، ويمكن تشخيصها ومعالجتها باستخدام الأدوية.[545]

الإيجـابيات

تخصيص المجتمعات حول العالم لأماكن ملائمة لمشاركة التجارب الإنسانية المتعلقة بالصحة النفسية يسهم في تحسين الروابط الصحية والاجتماعية بين أفراد المجتمع، وزوال شعورهم بالنقص، وتعزيز قدرتهم على الصمود في مواجهة التحديات النفسية.

المخـــاطـر

قد يستكفي بعض الأفراد بمشاركتهم في مجموعة الدعم ولا يسعون للحصول على علاج طبي أساسي، فيعرّضون أنفسهم للأذى واحتمال تفاقم حالاتهم الصحية. كما أن هناك تحديات متعلقة بضمان خصوصية أعضاء المجموعات، وقد تعيق الهدف المتمثل في عدم إلحاق أي وصمة اجتماعية بمرتاديها.

تـواجه الدول منخفضة الدخل نقصاً حـاداً في المعالجين النفسـيين، إذ يتوفـر أقل من أخصائي نفسي 1 مقابل 100 ألف شخص

مقارنة مع أكثر من 60 أخصائياً للعدد نفسه في الدول مرتفعة الدخل

%92

من الأشخاص حول العالم يعتقدون
أن الصحة النفسية لا تقل أهمية
عن الصحة الجسدية

الـفـــرصـــــــــة 23

التأثيـــر قـــريب المـــدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجـيا، القـيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

إتاحة البيانات للجميع بلا حدود وبأبعاد متعددة

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
الإنسان في مواجهة الآلة
التعاون الدولي
تحفيز الابتكار

القطـاعات المتأثـرة

المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية
المرافق العامة

هل ستؤدي إتاحة حلول الذكاء الاصطناعي للجميع إلى تعزيز الابتكارات المسؤولة اجتماعياً؟

ذكـــــاء اصطـــــناعي لا يســـــتثني أحـــــــداً

السلع والخدمات العامة هي تلك المتاحة لجميع أفراد المجتمع ويمكن للجميع استخدامها بلا استثناء دون التأثير على فرص الغير لاستخدامها بالكامل. وتتضمن هذه الفرصة تطوير إطار عمل ومجموعة أدوات للذكاء الاصطناعي، وإتاحتها بشكل مماثل للسلع والخدمات العامة، بحيث يمكن استخدامها في تطبيقات محددة متعلقة بتغيّر المناخ والأمن الغذائي والرعاية الصحية والتنمية المستدامة وخدمة الصالح العام.

الـواقـــع الحـــالي

يوشك الذكاء الاصطناعي أن يدخل في كل نواحي حياتنا اليومية،[546] كما يدخل في إنجاز المهام مهما بلغت درجة تعقيدها، بما فيها أتمتة إجراءات إعداد المشاريع وتخطيط جهود الإغاثة،[547] مروراً بالابتكارات العديدة التي شهدناها في مجالات الرعاية الصحية التنبؤية والتعلّم التكيّفي، الذي يتيح تصميم التجارب التعليمية وفق القدرات الفردية للمتعلم،[548] وصولاً إلى اكتشاف المواد الجديدة ودفع عجلة التطور التكنولوجي.[549]

ومن المتوقع أن يضيف الذكاء الاصطناعي ما يصل إلى 15.7 ترليون دولار إلى الاقتصاد العالمي[550] بحلول عام 2030، أي ما يفوق النتائج الاقتصادية الحالية للصين والهند مجتمعتين، علماً بأن 42% من هذه المساهمة ناتجة عن تحسّن الإنتاجية، و58% نتيجة المزايا المقدمة للمستهلكين.[551] ومع ذلك، فإن الذكاء الاصطناعي مثله مثل غيره من التطورات التكنولوجية التي شهدناها في الماضي، وكان لها آثار متفاوتة على الاقتصاد، فهناك مخاوف بشأن تسبب الذكاء الاصطناعي في فقدان الوظائف وما يعقب ذلك من تبعات تؤثر على حقوق العمال،[552] وهو يجعل من الصعب تعميم فوائد الذكاء الاصطناعي على الجميع، خصوصاً في ظل انعدام المساواة في قدرات الاتصال بالإنترنت والمهارات الرقمية.[553] بالإضافة إلى أن هناك نقص في المواهب المتخصصة، فضلاً عن تحديات متعلقة بالتمويل والأمن السيبراني والتشريعات والامتثال للأنظمة والمعايير الأخلاقية.[554]

السلع والخدمات العامة في العادة تكون ممولة من قبل الحكومات ولا يُقصد منها التربح،[555] كما أنها غير حصرية على فئة دون الأخرى، ولا يؤثر استخدامها من قبل البعض على إتاحتها للآخرين.[556] فعلى سبيل المثال، قد يمكننا أن نعتبر أن شبكة الإنترنت والذكاء الاصطناعي التوليدي بمفهومهما الأشمل ضمن السلع والخدمات العامة ولكن بشكل جزئي فقط، نظراً لأنها قد تكون حصرية في بعض الأحيان، وقد يتوقف استخدامها على إمكانية الاتصال بالإنترنت. ولذلك، هناك شراكات دولية شاملة لقطاعات متعددة، مثل منظمة "ايه آي فور جود"[557] تشرف على ضمان انتشار الذكاء الاصطناعي في كل مكان حول العالم، والحد من الانقسام الرقمي، وتحفيز الحلول المبتكرة لمواجهة التحديات المحلية، والمساهمة في تحقيق التقدم المجتمعي من خلال تمكين الوصول إلى الذكاء الاصطناعي خارج نطاق شبكة الإنترنت.[558]

في سياق هذه الجهود، أعلنت المنصة الخيرية لشركة "غوغل" في عام 2022 عن التزامها بأهداف التنمية المستدامة التي وضعتها الأمم المتحدة، ودعت الشركات إلى تقديم ابتكارات في مجال الذكاء الاصطناعي وموّلت 15 مشروعاً حصل كل منها على منحة تصل إلى 3 ملايين دولار.[559] كما أعلنت "غوغل" في عام 2023 عن منحة بقيمة 25 مليون دولار تركز على الأثر الاجتماعي للذكاء الاصطناعي.[560] وتشمل هذه المشاريع تطبيقات مبتكرة للذكاء الاصطناعي، مثل مجموعة أدوات "تعلّم الآلة" المصممة للمشرفات على الولادة في المناطق النائية، وتحليل صور الأقمار الصناعية لدارسة الأراضي الرطبة، والمعلم الإلكتروني القائم على الذكاء الاصطناعي لتعليم الأطفال في الهند.[561]

وفي الولايات المتحدة الأمريكية، تم سن قانون "كريت ايه آي" وهو اختصار "قانون توفير الموارد لتمكين كل أمريكي من تجربة الذكاء الاصطناعي" لإنشاء مصدر بحثي وطني في مجال الذكاء الاصطناعي للأكاديميين والباحثين والشركات الناشئة.[562] وتقوم السويد بتمويل تطوير نموذج لغوي كبير باللغة السويدية ولغات أخرى رئيسية في منطقة الدول الاسكندنافية[563] وفي دولة الإمارات العربية المتحدة، أطلق معهد التكنولوجيا والابتكار "فالكون"، وهو نموذج لغوي كبير مفتوح المصدر متاح للاستخدامات التجارية والبحثية.[564]

الولايات المتحدة الأمريكية

تم سن قانون "كريت ايه آي" وهو اختصار "قانون توفير الموارد لتمكين كل أمريكي من تجربة الذكاء الاصطناعي" لإنشاء مصدر بحثي وطني في مجال الذكاء الاصطناعي للأكاديميين والباحثين والشركات الناشئة

السويد

تمويل تطوير نموذج لغوي كبير باللغة السويدية ولغات أخرى رئيسية في منطقة الدول الاسكندنافية

دولة الإمارات العربية المتحدة

أطلق معهد التكنولوجيا والابتكار "فالكون"، وهو نموذج لغوي كبير مفتوح المصدر متاح للاستخدامات التجارية والبحثية

الفرصـــة المســـتقبلية

هناك جهود لإتاحة استخدام الذكاء الاصطناعي كما تُتاح "السلع والخدمات العامة"[565] ولكن الذكاء الاصطناعي بصفة عامة قد لا يكون الخيار الأمثل للتحول إلى "سلعة أو خدمة عامة" بمفهومها المتعارف عليه بحيث يمكن للجميع استخدامها دون التأثير على فرص الآخرين، وذلك نظراً إلى التحديات المتعلقة بتوظيف الذكاء الاصطناعي، مثل نقص التمويل اللازم لإدارة انخفاض مستويات الفعالية ومرافق الاستخدام، إلا أنه من الضروري العمل على الاستفادة من إمكانات الذكاء الاصطناعي وآثاره المستقبلية حيثما أمكن ذلك في خدمة الصالح العام.

ولذلك، بدلاً من تحويل مجال الذكاء الاصطناعي بالكامل إلى ما يعادل السلع والخدمات العامة، يمكن تصميم إطار عمل ومجموعة أدوات للذكاء الاصطناعي وإتاحتها بشكل مماثل للسلع والخدمات العامة[566] بحيث تتعامل تحديداً مع تحديات الاستدامة واستمرارية الأداء وتحسنه، على أن تكون تلك الأطر قابلة للتكرار والتكيّف وفق حالات استخدام محددة في المستقبل، مثل التطبيقات المتعلقة بتغيّر المناخ والأمن الغذائي والرعاية الصحية،[567] مع الحرص على توسيع نطاق الاستفادة من الذكاء الاصطناعي للصالح العالم متى وحيثما كان ذلك ضرورياً.

الإيجـابيات

عندما تتم إتاحة بعض جوانب الذكاء الاصطناعي بشكل مماثل "للسلع والخدمات العامة"، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحسّن جودة الحياة المهنية واليومية للأفراد حول العالم.

المخـــاطـر

قد تتسبب التحديات المرتبطة بالتمويل وارتفاع التكاليف في الحول دون استدامة فكرة إتاحة الذكاء الاصطناعي بشكل مماثل للسلع والخدمات العامة، فضلاً عن عدم القدرة على تحقيق الأهداف المرجوة بسبب استمرار انعدام المساواة، والتحديات المتعلقة بالبنية التحتية والانقسام الرقمي.

ومن المتوقع أن يضيف الذكاء الاصطناعي ما يصل إلى

15.7 ترليون دولار

إلى الاقتصاد العالمي بحلول عام 2030

الـفـــرصـــــــــة 24

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

الأنـظـــمة، القـــيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

إعـادة تحـديد الأهـداف الإنسـانية

الاتجـاهات السـائدة

الممارسات البيئية والاجتماعية وحوكمة الشركات
قياس ما هو أبعد من الناتج المحلي الإجمالي
مستقبل الأهداف الإنسانية والعمل
الرشاقة الحكومية
التعاون الدولي
تحفيز الابتكار

القطـاعات المتـأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لو اعتمدت قيمة التطبيقات الرقمية على جودة المشتركين وليس على عددهم؟

مســـارات تنـمـــوية متـفـــردة

تعد مسارات التنمية الفريدة التي تبنتها دول كثيرة حول العالم فرصاً عالمية لدعم مجالات البحث والابتكار، إذ تُعد مصدر إلهام لابتكار أساليب جديدة لمواجهة التحديات العالمية، وتصميم حلول مبتكرة لتحقيق النمو وتحسين جودة الحياة والاستجابة لتغيّر المناخ.

الـواقـــع الحـــالي

تتزايد الأصوات الداعية لإجراء تغيير جذري في أساليب قياس النمو على مستوى المجتمعات والبيئة التي تعيش فيها، وذلك لأن الناتج المحلي الإجمالي لا يعكس جودة حياة الأفراد،[568] إضافة إلى عدم وضوح - أو غياب - تأثير السياسات المناخية على النمو الاقتصادي.[569] وتؤكد بعض الآراء ضرورة إجراء تحول جذري في النظرية الاقتصادية، في ظل الحاجة إلى تبني نماذج تجريبية متنوعة، وتجاوز النظريات الاقتصادية التقليدية، وعدم اتباع نموذج نظري واحد لجميع الحالات مهما كانت اختلافاتها.[570]

وتركز العديد من دول العالم على تحقيق أقصى استفادة من توظيف التكنولوجيا وابتكار أطر جديدة للتعاون. ورغم أن الوصول إلى الإنترنت عامل أساسي في تمكين التحول الرقمي،[571] لا يتمتع نحو نصف سكان العالم حالياً بإمكانية الوصول إلى النطاق العريض عالي السرعة،[572] إلا أن هناك فرص أمام الدول التي تعمل على اللحاق بركب التنمية لاتباع مسارات تنموية جديدة، أو تخطي بعض مراحل التطور، أو إنشاء مسارات جديدة بالكامل بناءً على المعارف والتقنيات القائمة،[573] مع العلم أن الاقتصادات النامية قد لا تواجه نفس الصعوبات في أنشطتها الاقتصادية، ولا تتعامل مع نفس المستوى من ديناميكيات السوق أو القوى التي تؤثر على الأسعار وسلوك المنتجين والمستهلكين، مما يسمح لها بالاستفادة من الفرص الناشئة عن الابتكارات ذات التأثير العالمي (مثل الذكاء الاصطناعي)[574] أو تغيرات الطلب في السوق.[575] وباستطاعة الأعداد الكبيرة من الشباب في الدول سريعة التطور أن تدفع عجلة ريادة الأعمال، وأن تؤدي دوراً رائداً في تحويلها إلى مراكز تكنولوجية محلية وإقليمية.[576]

من المتوقع أن تتمكن الدول سريعة التطور من الوصول إلى مستوى غير مسبوق من الشمولية وإتاحة الخدمات من خلال تبني الابتكارات الحديثة وتعزيز أطر التعاون. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يؤدي الدمج بين تقنية دفتر الأستاذ اللامركزية[577] وأسواق الاستثمار الرقمية[578] إلى تمكين البنية التحتية المستدامة المرتكزة على دعم المجتمعات (مثل أنظمة الطاقة المتجددة)، كما يمكن أن يؤدي التعاون بين القطاعين الحكومي والخاص إلى تعزيز العوالم الرقمية وسد الفجوات الاجتماعية.[579] وهناك فرص هائلة قد تنشأ نتيجة تعاون الدول سريعة التطور فيما بينها لتعزيز تقدمها في العلوم والتقنيات المحلية، بما يضع حجر الأساس لازدهار تلك الدول كمراكز تكنولوجية عالمية،[580] وصولاً إلى التحوّل الاقتصادي الكامل في نهاية المطاف.[581]

إلا أن هناك فرص أمام الدول التي تعمل على اللحاق بركب التنمية لاتباع مسارات تنموية جديدة، أو تخطي بعض مراحل التطور، أو إنشاء مسارات جديدة بالكامل بناءً على المعارف والتقنيات القائمة

الفـرصـــة المســـتـقـبلية

تعتمد الدول سريعة التطور مسارات فريدة للتقدم تشمل فرصاً غنية لدعم مجالات البحث والابتكار العالمي، وتسهم في تطوير صناعة السياسات وتحفيز تحوّل مختلف القطاعات. ويمكن استلهام حلول مبتكرة وسياسات عالمية من التعمق في فهم التحديات التي تواجه تلك الدول ورؤيتها الفريدة لمواجهتها، وذلك في مختلف المجالات من التعليم العالي وحتى أساليب تحسين جودة الحياة وتمكين الأجيال القادمة، فضلاً عن فرص النمو غير المسبوقة في مجال التقنيات الناشئة.

وبناءً عليه، ستسهم تلك الجهود المبذولة لسد الفجوات الاقتصادية والانقسامات الرقمية في الدول سريعة التطور في تعزيز تقدم هذه الدول وباقي دول العالم أيضاً. ومن الممكن وضع إطار نظري جديد وشامل لتبني تلك الحلول المبتكرة بحيث يأخذ في الحسبان الاختلافات بين المناطق، حتى لو اختلفت دوافع الدول وهيكلتها قليلاً، كما هو الحال في مجال البحث والابتكار الأخلاقي والمسؤول،[582] وهو ما يمكن تطبيقه على السياسات الاقتصادية وسياسات جودة الحياة والمناخ.

الإيجـابيات

النماذج الجديدة للنمو تساعد الأفراد حول العالم في الاستفادة من التقنيات والرؤى الناشئة، وترجمتها على أرض الواقع إلى حلول تسهم في تحسين النمو وجودة الحياة والاستدامة.

المخـــاطـر

قد يتم تطبيق الدروس والرؤى المستفادة على نطاق محدود أو بشكل غير صحيح نظراً لعدم الاقتناع الكافي بها، أو عدم فهمها، أو نقص التمويل اللازم لإجراء الأبحاث حولها.

تحسين الأنظمة

تقليل المخاطر البيئية إلى أدنى حد ممكن، والاستفادة من قدرة الطبيعة على ترميم نفسها، ودعم الأنظمة البيئية الطبيعية ومواطن الكائنات الحيّة، بما يعزز استقرار كوكب الأرض ويجعل منه بيئة صحية للجميع.

الفرصة 25

التأثير: متوسط المدى

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، الأنظمة

التوجهات العالمية الكبرى

التعايش مع الروبوتات المستقلة والأتمتة

الاتجاهات السائدة

الأتمتة
الشراكة بين القطاعات
الإنسان في مواجهة الآلة
التعاون الدولي
تحفيز الابتكار

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
الخدمات المهنية

هل سيتمكن الجيل القادم من الروبوتات من إنجاز مهام ذات تأثير حقيقي في التنمية؟

روبوتات مسؤولة

عندما تصبح التنمية المستدامة هي المحرك الرئيسي لاستراتيجيات وأبحاث علم الروبوتات، سيؤدي ذلك إلى تطور العديد من المجالات مثل الزراعة المستدامة والإنشاءات والإغاثة من الكوارث والرعاية الصحية، بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة العالمية.

الواقع الحالي

يسهم الدمج بين التطورات الحديثة في علوم المواد والبطاريات والاتصال بالإنترنت وتعلّم الآلة في دعم قدرة الروبوتات على الإسهام في تعزيز الازدهار ومعالجة التحديات المختلفة،[583] حيث سيتمكن الجيل القادم من الروبوتات من تنفيذ المهام بدقة وفعالية لم يسبق لهما مثيل،[584] كما أن تكلفتها ستتراجع مع انخفاض متوسط تكلفة الروبوت الصناعي بنسبة 50% على مدار السنوات الـ 30 الماضية.[585]

ومن المتوقع أن توظف 60% من الشركات حول العالم تكنولوجيا الروبوتات والأنظمة المستقلة في مختلف عملياتها بحلول العام 2025.[586] وإلى جانب الإسهامات الحالية للروبوتات في تحوّل قطاعات الرعاية الصحية والزراعة والاستدامة البيئية والبناء وغيرها من المهام العملية أو الصناعية،[587] تستطيع الروبوتات أيضاً تنفيذ المهام التي تتطلب جهداً فكرياً، مثل طهي الطعام،[588] والتعليم،[589] وحتى دعم سيادة القانون.[590] وقد وصلت قيمة سوق الروبوتات على المستوى العالمي إلى ما يقرب من 25.2 مليار دولار في عام 2023، ومن المتوقع أن تتجاوز 152.9 مليار دولار بحلول عام 2033، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ حوالي 20%.[591]

وإلى جانب انخفاض تكلفة الروبوتات بشكل ملحوظ وتحسن وظائفها باستمرار، فإن قدراتها الحاسوبية تفتح آفاقاً غير مسبوقة من التعاون مع الإنسان والتأقلم معه، فقد استعرضت دورة عام 2023 من قمة "الذكاء الاصطناعي من أجل المنفعة العامة"، وهي أكبر حدث تنظمه الأمم المتحدة في مجال الذكاء الاصطناعي، أكثر من 50 روبوتاً يمكن استخدامها لدعم أهداف التنمية المستدامة، وكان معظمها قادراً على التفاعل سمعياً وحسياً مع البشر؛[592] فالشبكات العصبية الروبوتية، المشابهة للشبكات العصبية البشرية، ستمكّن الروبوتات الشبيهة بالبشر من معالجة الكلام وتعابير الوجه بطريقة طبيعية، والتحدث مع البشر والاستجابة للمؤثرات الأخرى بسهولة.[593] ومن المتوقع أن ينمو سوق الروبوتات الاجتماعية من 5.64 مليار دولار في عام 2024 إلى 22.93 مليار دولار بحلول عام 2029 بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 32.4%.[594]

سيتمكن الجيل القادم من الروبوتات من تنفيذ المهام بدقة وفعالية لم يسبق لهما مثيل

كما أن تكلفتها ستتراجع مع انخفاض متوسط تكلفة الروبوت الصناعي بنسبة 50% على مدار السنوات الـ 30 الماضية.

الفرصة المستقبلية

يمكن أن تصبح الروبوتات عنصراً أساسياً في تحقيق التنمية المستدامة في ظل توسع وتنوع تطبيقاتها وتراجع تكلفتها،[595] إذ يمكننا تصميم روبوتات بتكلفة معقولة بهدف أتمتة عدد من المهام الأساسية لدعم التطور والتنمية، بدءاً من القضاء على الأعشاب الضارة في الزراعة من دون استخدام المبيدات،[596] مروراً بتعزيز الكفاءة في إنشاء وإصلاح البنية التحتية الخاصة بقطاعات الإسكان والنقل،[597] ووصولاً إلى توفير الإغاثة الإنسانية في غضون لحظاتٍ فقط من وقوع الكوارث،[598] والمساعدة في إيصال الجرعات العلاجية لأماكن معينة داخل جسم الإنسان، وإنجاز برامج إعادة التأهيل بنجاح.[599]

فعندما تصبح التنمية المستدامة هي المحور الأساسي للأبحاث ومناهج التعليم المتعلقة بعلم الروبوتات في الجامعات والمؤسسات البحثية، دون حصر وظيفة الروبوتات في نطاق أتمتة المهام فقط، سيعود هذا التحول بالعديد من الفوائد الاقتصادية والمجتمعية، كما سيؤثر أيضاً على طبيعة وآليات الاستثمار في هذا المجال. وبذلك يمكن للروبوتات الإسهام بشكلٍ ملحوظٍ في تحقيق التنمية المستدامة عالمياً، بدلاً من اعتبارها مجرد آليات تحل محل البشر أو تساعدهم في أداء بعض المهام، مثل الزراعة أو البناء أو الجراحة أو حتى إيصال العلاجات إلى أماكن محددة داخل جسم الإنسان. الجيل القادم من الروبوتات سيكون قادراً على التكيّف مع مختلف السياقات والظروف[600] والتواصل بأي لغة مع أي أحد، وبالتالي التعاون مع الإنسان بشكل غير مسبوق من أجل تسريع التقدم في تحقيق التنمية المستدامة محلياً وعالمياً.

الإيجابيات

ستسهم المنصات الروبوتية المنتشرة في مختلف مناطق العالم بتكلفة معقولة في توفير حلول قابلة للتطبيق على نطاق واسع، لتحقيق أهداف التنمية المستدامة التي كان يصعب تحقيقها في السابق.

المخاطر

ربما تكون الحوافز والاستثمارات السوقية غير كافية لتقليل تكلفة الروبوتات في الدول الأكثر احتياجاً لحلول التنمية المستدامة، مما يؤدي إلى توسيع فجوات التنمية وأوجه انعدام المساواة بين الدول، وإعاقة التنمية المستدامة بدلاً من تعزيزها.

الفرصة 26

التأثير بعيد المدى

المتغيرات الغامضة

الأنظمة، التعاون

التوجهات العالمية الكبرى

إتاحة البيانات بلا حدود وبأبعاد متعددة

الاتجاهات السائدة

الذكاء الاصطناعي
الشراكة بين القطاعات
الحوسبة الطرفية
التكنولوجيا المالية
الرشاقة الحكومية

القطاعات المتأثرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات المهنية
العقارات

هل ستوظف المصارف المركزية الذكاء الاصطناعي لمراقبة التحولات الاقتصادية بشكل فوري؟

سياسات نقدية متطورة

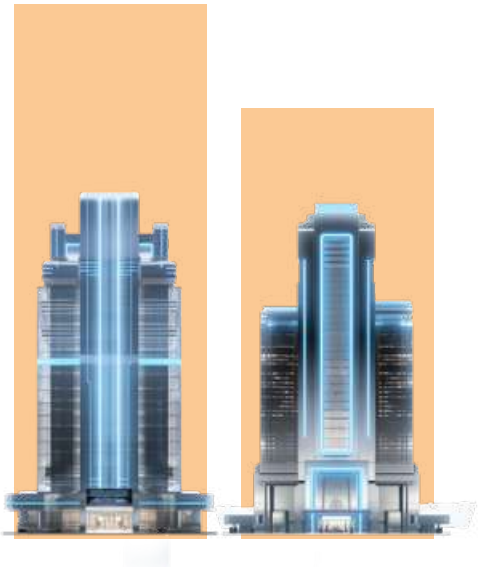
ستؤدي التطورات في مجالات الذكاء الآلي المتقدم والحوسبة الطرفية وإنترنت الأشياء إلى الاستغناء عن السياسات النقدية التقليدية مثل تعديل أسعار الفائدة، مما يؤدي إلى تعزيز الاستقرار المالي والنمو المستدام.

الواقع الحالي

تؤثر السياسات النقدية على المجتمعات إلى حد كبير، فقد يؤدي تخفيض أسعار الفائدة إلى خفض العائدات على المدخرات، وهو ما يؤثر على المتقاعدين والأفراد ذوي الدخل الثابت، في حين أن ارتفاع أسعار الفائدة قد يؤدي إلى زيادة المدفوعات المتعلقة بالرهن، كما أن التضخم قد يؤدي إلى ارتفاع تكاليف المعيشة، وهكذا، فإن هذه الضغوط وغيرها من التحولات نحو الأنظمة النقدية المالية الجديدة،[601] ستؤدي إلى تداخل الأدوار بشكل كبير بين المصارف المركزية والسياسات المالية الحكومية بعدما كان لكل منها دور مستقل في السابق.[602]

وقد أكد أحدث التقارير الصادرة عن صندوق النقد الدولي حول الاستقرار المالي العالمي هشاشة هذا الاستقرار الظاهري، وهو ما قد يدفع المصارف المركزية لتشديد سياساتها النقدية لفترة أطول من المتوقع بسب ارتفاع مستويات التضخم، ما يطرح بعض المخاطر مثل إعادة تسعير الأصول وتزايد نقاط الضعف المصرفية.[603] كما ستقل القدرة على مزامنة السياسات المالية حول العالم، بسبب اختلاف الظروف الاقتصادية وتباين فرص التعاون من دولة إلى أخرى. وفي بعض الأحيان، يتحدث الخبراء عن ضرورة تعديل الهدف العالمي الحالي المتمثل في خفض التضخم إلى نسبة 2%، ورفع هذه النسبة على المدى القصير،[604] مع العلم أن الإجراءات الضعيفة المتعلقة بالسياسات النقدية والمالية التي تم اتخاذها منذ الأزمة الاقتصادية في عام 2008 قد أدت إلى تزايد المخاطر واستمرار حالة الغموض وعدم الاستقرار، ما تسبب في تزايد الدعوات لإعادة النظر في السياسات النقدية الحالية.[605]

وتسعى المصارف المركزية إلى دمج الذكاء الاصطناعي في أعمالها من أجل تعزيز التوقعات والتنبؤات المتعلقة بتوجهات الاقتصاد الكلي،[606] كما تعمل على دمج مصادر جديدة للبيانات، مثل بيانات البطاقات الائتمانية وبيانات وسائل التواصل الاجتماعي التي تصلها بشكل آني مع بيانات منصة "غوغل ترينديز".[607] وقد دمجت أكثر من 60% من المصارف المركزية حول العالم "البيانات الضخمة" في عملياتها التشغيلية في عام 2019، بينما وظف نحو ثلثا المصارف المركزية "البيانات الضخمة" في اتخاذ القرارات المتعلقة بصنع السياسات.[608]



دمجت أكثر من
60% من المصارف المركزية
حول العالم "البيانات الضخمة" في عملياتها التشغيلية في عام 2019، بينما وظف نحو
67%
"البيانات الضخمة" في اتخاذ القرارات المتعلقة بصنع السياسات

الفرصة المستقبلية

ستصبح المصارف المركزية من أهم مصممي النماذج المالية القادرة على تطوير مناهجها وسياساتها باستمرار بفضل توظيف الذكاء الآلي المتقدم والحوسبة الطرفية وإنترنت الأشياء، مما سيؤدي إلى فقد بعض السياسات النقدية - مثل تعديل أسعار الفائدة - لقدرتها على مواكبة هذه التطورات. وعندما تتوجه المصارف المركزية لمعالجة التضخم بالاستفادة من مجموعات البيانات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية المتوفرة، ستتمكن من التنبؤ بدقة بالتحولات الاقتصادية على المستوى الوطني وعلى مستوى الاقتصاد الكلي، ومن ثمَّ الاستجابة لها بشكل تلقائي.

وبهذه الطريقة نضمن مواءمة السياسات مع الواقع الاقتصادي بشكلٍ آني، والتوفيق بين السياسات النقدية والمالية، بما يعزز الاستقرار المالي ويدعم النمو المستدام ويخفض مخاطر الأزمات الاقتصادية وتكاليفها، وبالتالي الحد من التوترات المعتادة بين داعمي هذه السياسات.[609]

الإيجابيات

الحد من المخاطر المتعلقة بالاستقرار المالي وتعزيز النمو من خلال مراقبة التحولات بشكل فوري، وتشجيع الاستثمار عبر وضع سياسات وطنية مترابطة ومتسقة ومحدثة. كما سيؤدي استقرار الاقتصاد وثبات الأسعار إلى تعزيز النمو المستدام، وهو ما يعود بالنفع على جميع القطاعات والمجتمع ككل.

المخاطر

لا تتمكن السياسات النقدية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي من معالجة التحيزات أو المعلومات المغلوطة بشكلٍ مناسب، ما قد يؤثر سلباً على الأهداف الاجتماعية والاقتصادية.[610] وقد تؤدي السياسات النقدية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي إلى تفاقم الفجوات العالمية لصالح الدول الغنية بالبيانات والمتقدمة تكنولوجياً. كما قد يؤدي التعرض إلى مخاطر الأمن السيبراني واحتمال إساءة استخدام التكنولوجيا إلى حدوث أزمة مالية تصعب معالجتها بسبب غموض أنظمة الذكاء الاصطناعي غير المرئية للمستخدمين، أو ما يُعرف بالصندوق الأسود.

الإجراءات الضعيفة المتعلقة بالسياسات النقدية والمالية التي تم اتخاذها منذ الأزمة الاقتصادية في عام 2008

قد أدت إلى تزايد المخاطر واستمرار حالة الغموض وعدم الاستقرار

ما تسبب في تزايد الدعوات لإعادة النظر في السياسات النقدية الحالية

الفرصة 27

التأثير: بعيد المدى

المتغيرات الغامضة

الأنظمة، التعاون

التوجهات العالمية الكبرى

إتاحة البيانات بلا حدود وبأبعاد متعددة

الاتجاهات السائدة

الذكاء الاصطناعي
الشراكة بين القطاعات
الحوسبة الطرفية
التكنولوجيا المالية
الرشاقة الحكومية

القطاعات المتأثرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات المهنية
العقارات

هل تخزين البيانات بالقرب من مصدرها سينهي هيمنة مراكز البيانات التقليدية؟

سحابة لامركزية

يمكننا تخزين البيانات في الأجهزة المحلية القريبة من مصدر البيانات بدلاً من نقلها عبر الشبكة وتخزينها في السحابة المركزية، وهذا المبدأ هو ما يعرف بالحوسبة الطرفية، وإذا قمنا بدمج إمكانيات هذه التقنية مع إنترنت الأشياء سنتمكن من تسريع معالجة البيانات وتحسين الأداء وتقليل الوقت اللازم للاستجابة، ومن ثمّ دعم عملية صنع القرار في الوقت الفعلي، واستخدام تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة والواقع المعزز والأنظمة المتصلة بشكل أكثر كفاءة وفعالية.

الواقع الحالي

عرف العالم تقنية الحوسبة الطرفية متعددة المنافذ لأول مرة في عام 2014،[611] والتي تمكننا من إضفاء الطابع اللامركزي على تقنيات الحوسبة السحابية التقليدية، عن طريق إنشاء مواقع الحواسيب ومراكز تخزين البيانات بالقرب من المستخدم أو مصدر البيانات، أي عند "طرف" الشبكة.[612] ومن شأن هذا التحول في الأنظمة أن يعزز مرونتها وموثوقيتها عند معالجة البيانات، ويقلل الوقت اللازم للاستجابة في الوقت الفعلي،[613] وفي بعض الحالات، يساعد في الامتثال للتشريعات المتعلقة بخصوصية البيانات ومواقع تخزينها، والتي تنص على تخزين أنواع محددة من البيانات في مكان قريب من مصدرها الأصلي.[614] ووفقاً لهذا التصور، ستنتج تقنية إنترنت الأشياء كميات هائلة من البيانات، بينما سنقوم من خلال الحوسبة الطرفية بمعالجة تلك البيانات محلياً، مما يؤدي إلى تقليل الزمن اللازم للاستجابة، وتحسين القدرة على صنع القرار.[615]

وقد بدأت تكنولوجيا شبكات الجيل الخامس بالفعل في تمهيد الطريق لفرص متنوعة في مجالات تطبيقها، بما يسهم في تحسين الخدمات وتعزيز تجربة المستخدم.[616] ومن المتوقع أن تسهم هذه التكنولوجيا بحوالي 13.2 ترليون دولار في الاقتصاد العالمي بحلول العام 2035 وأن توفر 22.3 مليون وظيفة.[617]

كما يمكن لتكنولوجيا شبكات الجيل الخامس أن تضيف قيمة كبيرة للعديد من القطاعات بحلول عام 2030، بما في ذلك الإسهام بإضافة 330 مليار دولار في قطاع المرافق العامة الذكية حول العالم، و15 مليار دولار في قطاع الصناعات التحويلية في الولايات المتحدة الأمريكية، و44 مليار دولار في قطاع الرعاية الصحية في الصين.[618] أما في المستقبل، فمن المتوقع أن تزيد تكنولوجيا شبكات الجيل السادس من عرض النطاق الترددي وسرعة الشبكة بما يدعم نمو عالم الميتافيرس المتكامل، وزيادة تنوع ووظائف الأجهزة الذكية،[619] كما من المتوقع أن نشهد ارتفاعاً في عدد الأجهزة المتصلة بالإنترنت من 43 مليار جهاز في عام 2020 إلى 51.9 مليار في عام 2025.[620] وفي هذا السياق، تتوقع شركات الاتصالات نمو إيراداتها بنسبة 20%-10% بفضل تطوّر الاتصال بشبكة الجيل الخامس واستخدامها بين الشركات،[621]

وقد اكتسب التحوّل من السحابة إلى الحوسبة الطرفية أهمية كبيرة على المستوى الاقتصادي، حيث تمت إجراء 209 صفقة تجارية مرتبطة بمراكز البيانات خلال عام 2021 تبلغ قيمتها الإجمالية أكثر من

48 مليار دولار

ارتفاعاً بنسبة 40%

مقارنة بعام 2020

الفرصة المستقبلية

يمكن الاستفادة من إمكانيات الحوسبة الطرفية وتخزين البيانات بالقرب من مصدرها ومستخدميها بدلاً من إرسالها للسحابة المركزية، ودمجها مع إنترنت الأشياء بالاستفادة من الذكاء الآلي المتقدم، وبذلك يمكننا زيادة سرعة معالجة البيانات وتقليل الزمن اللازم للاستجابة وتحسين أداء الشبكة بشكل ملحوظ وتمكين التكنولوجيا المتطورة التي تتطلب سرعات عالية في نقل البيانات مثل الميتافيرس والذكاء الاصطناعي والواقع المعزز ونحوها. وسيسهم هذا التحول في تحسين جودة حياة الأفراد وأداء المؤسسات، مع ما سيوفره من تجارب غامرة ومعلومات آنية لدعم عملية صنع القرار في الوقت الفعلي.[622] وستعم الفائدة مختلف القطاعات والصناعات مثل النقل والزراعة والتصنيع والمدن الذكية والرقابة البيئية والخدمات المالية والرقمية.[623]

كما سيؤدي نقل العمليات الحاسوبية إلى بنية تحتية قريبة من المستخدم (لتكوين شبكة طرفية)، واستخدام تكنولوجيا الاتصال بين مختلف الأجهزة (أي تكنولوجيا إنترنت الأشياء)، إلى تمكين اتصال الشبكات الطرفية المتعددة[624] وتفاعلها مع بعضها مباشرة لتشكيل "شبكة حوسبة طرفية متكاملة" لتكون بمثابة سحابة خاصة. وستمكننا هذه الطريقة من الاستغناء عن السحابات الهجينة،[625] وهو ما يقلل الوقت اللازم للاستجابة وربما يُفقد مراكز البيانات التقليدية أهميتها.

الإيجابيات

تمكين المؤسسات والأفراد من الوصول مباشرة إلى البيانات الخام ومعالجتها في الوقت الفعلي يؤدي إلى تعزيز فرص الابتكار وتحسين قدرة الأفراد على اتخاذ القرارات اليومية، بالإضافة إلى تعزيز خصوصية البيانات وأمنها نظراً لاختصار عملية نقل البيانات.

المخاطر

قد تفتقر البيانات المخزنة في الشبكات الطرفية (القريبة من المستخدمين) إلى الإجراءات الأمنية المادية القوية التي تتمتع بها مراكز البيانات المركزية، مما يزيد من نقاط الضعف ومخاطر تعرض تلك الشبكات الطرفية للقرصنة وسوء الاستخدام.

ارتفاعاً في عدد الأجهزة المتصلة بالإنترنت من

43 مليار

جهاز في عام 2020 إلى

51.9 مليار

في عام 2025

يمكن لتكنولوجيا شبكات الجيل الخامس أن تضيف قيمة كبيرة للعديد من القطاعات بحلول عام 2023

330 مليار دولار
في قطاع المرافق العامة الذكية حول العالم

44 مليار دولار
في قطاع الرعاية الصحية في الصين

15 مليار دولار
في قطاع الصناعات التحويلية في الولايات المتحدة الأمريكية

الفرصة 28

التأثير: متوسط المدى

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، الطبيعة

التوجهات العالمية الكبرى

إتاحة البيانات بلا حدود وبأبعاد متعددة

الاتجاهات السائدة

الحوسبة المتطورة
الاتصال المتقدم
تلوث الهواء
الأتمتة
التصميم الحضري

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات الحكومية
التقنيات الغامرة
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل

ماذا لو كانت المباني الحديثة مصدراً لتنقية الطبيعة بدلاً من تلويثها؟

مدن متصلة

تُشكل المباني المتصلة والذكية بيئياً أنظمة بيئية تحاكي الطبيعة وتعمل على تحسين استخدام الموارد والحد من أثرها البيئي، بهدف دعم الاستدامة في المدن وتعزيز صحة سكانها والقدرة على تَحَمُّل تكاليف العيش فيها.

الـواقــع الحـــالي

يعيش نصف سكان العالم في المدن، ومن المتوقع أن ينضم إليهم 2.5 مليار شخص خلال السنوات الثلاثين المقبلة.[626] ومع أن المدن لا تغطي سوى جزءاً صغيراً من سطح الأرض، إلا أنها تستهلك 67% الاستهلاك العالمي للطاقة وتُنتج أكثر من 70% من انبعاثات غازات الدفيئة،[627] مع العلم أن المدن ذات التصميم القديم أو غير المدروس معرضة للتلوث والمخاطر الصحية أكثر من غيرها، في حين تتسبب المباني في إنتاج من 30% إلى 40% من الانبعاثات الصادرة عن المدن،[628] لذا لا بد من تضافر الجهود العالمية لخفض الانبعاثات الناتجة عن تلك المدن بنحو من 80% إلى 90% بما يدعم أهداف مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (COP).[629]

في عام 2019، أكدت النتائج التي توصلت إليها أبحاث مبادرة "تحالف من أجل التحولات الحضرية" العالمية والتي كان مقرها في واشنطن بالولايات المتحدة، إمكانية خفض انبعاثات المدن بنسبة 90% بحلول عام 2050 باستخدام التكنولوجيا الحالية.[630] فالمباني الخضراء على سبيل المثال تتميّز بالكفاءة في استخدام الطاقة، وهي صديقة للبيئة، وغالباً ما تتمتع بالاكتفاء الذاتي من الطاقة نظراً لاستخدامها البيانات وتحليلاتها لتعزيز كفاءة الطاقة في كل مكوناتها.[631] فضلاً عن إمكانية تعزيز كفاءة الطاقة في هذه المباني بشكل أوسع بالاعتماد على شبكات الجيل الخامس (والسادس مستقبلاً) والتي ستمكّن الجهات المعنية من إدارة منظومة الماء والطاقة بواسطة إنترنت الأشياء.

في إطار هذه الجهود، بدأ خبراء الهندسة المعمارية حول العالم في دراسة طرق الاستفادة من المحاكاة الحيوية في تقوية المباني وتبريدها وتدفئتها،[632] كما أن هناك زخم عالمي بين خبراء تصميم المباني حول إمكانية دمج مكونات حيوية في مواد البناء والخدمات التي توفرها المباني فيما بعد، مثل استخدام الطحالب ذات الإضاءة الحيوية أو خلايا الوقود الميكروبية التي يمكنها إنتاج الطاقة وتحسين جودة الهواء على سبيل المثال.[633] كما يمكننا الاستفادة أيضاً من تطورات علم الأحياء التركيبي في تمكين المباني من التأقلم مع التغيّرات البيئية وتعزيز قدرتها على إصلاح نفسها،[634] في حين تتمتع مواد البناء العضوية المستدامة بالقدرة على امتصاص ثاني أكسيد الكربون.[635]

وفي مايو 2020، وقّعت 28 مدينة على "التزام المباني الخالية من الكربون" الصادر عن المجلس العالمي للأبنية الخضراء، والذي يهدف إلى التخلص من انبعاثات الكربون بحلول عام 2050 في جميع المباني.[636] إلا أن مشاريع المدن الذكية العالمية التي تركز على الابتكار في البناء ما زالت محدودة وغير منتشرة بالقدر اللازم[637] وأقل من 1% فقط من المباني حول العالم هي التي نجحت في تحقيق صافي الانبعاثات الصفري حتى الآن.[638]

المدن تستهلك

67% حجم الاستهلاك العالمي للطاقة

وتُنتج أكثر من

70% من انبعاثات غازات الدفيئة

الفرصة المستقبلية

يعمل الاتصال المتقدم والحوسبة المتطورة وإنترنت الأشياء على تسهيل المحاكاة الحيوية على مستوى المدن، مما يحوّل المدن نفسها إلى نظام بيئي – كما هو الحال في الغابات. إذ تقوم المباني بتتبع ومشاركة البيانات المتعلقة بالطاقة والمياه والانبعاثات ومعدل حركة الأفراد.

وعند رؤية هذه الفرصة من منظور التأثير الشامل والجماعي، نجد أن الذكاء الآلي المتقدم يمكن أن يسهم في تمكين المدن من تحقيق المحصلة الإيجابية بحلول عام 2050، بدلاً من الحديث عن تحقيق صافي الانبعاثات الصفري في المباني فقط. فعلى سبيل المثال، يستطيع المبنى الذي يوفر طاقة تفوق نسبة الانبعاثات التي يطلقها (محققاً المحصلة الإيجابية) أن يساعد تلقائياً المباني الأخرى في أرجاء المدينة. وبالمثل، إذا كان أحد المباني في حاجة للمياه، فيمكنه البحث من خلال الاتصال المتقدم عن مبانٍ أخرى لديها فائض من المياه المجمعة لإعادة توزيعها، والأكثر من ذلك أنه يمكن لأحد المبانٍ في هذه المنظومة أن يعوض مستويات الانبعاثات الزائدة التي تسبب فيها مبنى آخر.

ولنتمكن من تحويل المدينة إلى نظام بيئي حي، يجب تجهيز كل مبنى ببنية تحتية جديدة ومتطورة، ويشمل ذلك تركيب أجهزة الاستشعار والمشغّلات الميكانيكية المناسبة وأنظمة الاتصال المتطورة، فضلاً عن ضرورة إعادة تصميم الأنظمة البلدية وأنظمة إمدادات المياه والطاقة الحالية.

الإيجابيات

يؤدي تسريع وتيرة تحقيق صافي الانبعاثات الصفري على مستوى المدن إلى الحد من إجمالي استهلاك تلك المدن للطاقة والموارد الطبيعية، وخفض الانبعاثات الكربونية والتقاطها. وستؤدي هذه التطورات إلى تعزيز الصحة العامة وخفض التكاليف وترسيخ مبادئ الاستدامة في المدن، كما ستسهم أيضاً في خفض تكاليف إدارة المياه والطاقة في المدن.

المخاطر

ارتفاع التكاليف المرتبطة بتطوير وصيانة الأنظمة المتصلة والمغلقة تدريجياً، واحتمال تدهور حالة المواد العضوية المستخدمة في المباني أو تلوثها، مما يسبب مخاطر بيئية أو صحية مختلفة. كما أن تخصيص التكاليف لمبانٍ معينة قد يعطي الأفضلية لمبانٍ على حساب أخرى. كما أن تهديدات الأمن السيبراني في أنظمة إنترنت الأشياء قد تؤدي إلى عدم دقة البيانات، مما يضر بالأهداف المقصودة.

يعيش نصف سكان العالم في المدن

ومن المتوقع أن ينضم إليهم 2.5 مليار شخص خلال السنوات الثلاثين المقبلة

الفرصة 29

التأثير قريب المدى

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، الطبيعة

التوجهات العالمية الكبرى

إعادة تحديد الأهداف الإنسانية

الاتجاهات السائدة

الذكاء الاصطناعي
الإنسان في مواجهة الآلة
التعاون الدولي
التحول القانوني
التشجيع على الابتكار

القطاعات المتأثرة

تقنية المعلومات والاتصالات
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الخدمات الحكومية
الخدمات المهنية

هل سيتحوّل القضاة والقانونيون إلى أدوات ذكاء اصطناعي ؟

ذكاء اصطناعي قانوني

باستخدام الذكاء الآلي المتقدم، تقوم مجموعات عمل دولية بمراجعة واستخلاص الأفكار والرؤى من السوابق القانونية العالمية الحالية [س] المرتبطة بالمجالات التي تشهد تغيرات تحويلية مثل المناخ وجودة الحياة والعوالم الرقمية، وذلك تحسباً لسيناريوهاتها المستقبلية، مما يعزز التعاون العالمي والقدرة على التكيف والحد من التغيرات الغامضة في هذا العالم الذي تلاشت فيه الحدود.

[س] في بعض البلاد.

الواقع الحالي

في الوقت الحالي، يواجه ثلثا سكان العالم (حوالي 5.1 مليار فرد) عوائق وقيود تمنعهم من الحصول على معاملة منصفة وعادلة في إطار الأنظمة القانونية، وذلك بسبب القيود الاقتصادية أو انعدام المساواة الاجتماعية أو القيود الجغرافية أو غيرها من العوامل.[639] وتؤدي الحلول القائمة على التكنولوجيا دوراً مهماً في سد هذه الفجوة،[640] مثل روبوتات الدردشة التي تم تطويرها وتدريبها لتوفير المعلومات والاستشارات القانونية المجانية.[641] فقد نجحت مثلاً المنصة الآلية "دو نوت باي" في إلغاء ما لا يقل عن 100 ألف مخالفة سرعة في الولايات المتحدة، مما أدى إلى توفير ملايين الدولارات للأفراد ذوي الدخل المحدود.[642]

ويستخدم المحامون أيضاً الذكاء الاصطناعي للقيام بالمهام الروتينية التي تتطلب جهداً كبيراً، مثل صياغة العقود، وكتابة المذكرات القانونية، وتحليل الوثائق.[643] وحسب تقديرات "غولدمان ساكس" فإن الذكاء الاصطناعي التوليدي قد يتمكن قريباً من أتمتة 44% من المهام القانونية في الولايات المتحدة.[644] وفي الصين، أسهمت المحاكم الذكية المتاحة عبر الإنترنت، والمعتمدة على تقنيات البيانات الكبيرة والبلوك تشين وأنظمة الذكاء الاصطناعي الاستشارية والمساعدة، في تعزيز قدرة الأفراد على الوصول للنظام القانوني المنصف وتحسين كفاءة عملية تسوية النزاعات.[645] وفي المقابل، تؤدي هذه التطورات إلى ظهور مجموعة جديدة من المخاطر المتعلقة بإدارة البيانات الرقمية، والأمن السيبراني، والاعتبارات الأخلاقية والتحيز.[646] ومع ذلك، يمكن معالجة العديد من هذه المخاوف من خلال تضافر الجهود لتحسين الخوارزميات ومجموعات البيانات والأطر التنظيمية التي تدعم إجراءات الذكاء الاصطناعي القانونية.[647]

وتعرف سيادة القانون بأنها نظام متين يشمل القوانين والمؤسسات والأعراف والمجتمعات التي تتسم بالمسؤولية والشفافية والعدالة والتوفر للجميع على حد سواء.[648] وتتمتع الخدمات القانونية المدعومة بالذكاء الاصطناعي وإجراءات المحاكمة المحاكية للواقع بالقدرة على إتاحة الموارد والإجراءات القانونية على نطاق أوسع وفي متناول شريحة أوسع من أفراد المجتمع،[649] في حين أن تطوير أطر العمل الخاصة بتدريب واستخدام الذكاء الاصطناعي القانوني وتحسين تلك الأطر باستمرار قد يضمن الحد من تحيز مجموعات البيانات وتعزيز مسؤولية الخوارزميات.[650]

يواجه ثلثا سكان العالم (حوالي 5.1 مليار فرد)

عوائق وقيود تمنعهم من الحصول على معاملة منصفة وعادلة في إطار الأنظمة القانونية

الفرصة المستقبلية

يتم تشكيل مجموعات عمل دولية، سواء تحت مظلة نقابة المحامين الدولية (IBA)[651] أو غيرها، لاستكشاف منظومة السوابق القانونية بالكامل باستخدام الذكاء الآلي المتقدم وتقييم مدى صلتها وتطبيقاتها في المجالات المستقبلية التي تشهد تحولات كبيرة وتغيرات جذرية مثل تغير المناخ، وجودة الحياة،[652] والواقع الرقمي.

فعندما تكون السوابق القانونية جزءاً من النظام القانوني، فإنها تعزز الكفاءة والحياد، [653] خصوصاً فيما يتعلق بالسيناريوهات المستقبلية العالمية المعقدة التي تتضمن تطورات تكنولوجية تحمل معها مخاطر غير معروفة. ولذلك، فإن استخدام الذكاء الآلي المتقدم والرجوع للسوابق القانونية يؤدي إلى تحسين جميع العوامل التي تستند إليها سيادة القانون، وربما على المدى الطويل، ضمان التوافق والتناغم بين القوانين والتشريعات ذات الصلة، مما يتيح استكشاف فرص التعاون وتحسين الأنظمة عبر مختلف السلطات القضائية،[654] وتحديثها في الوقت الفعلي.

الإيجابيات

بجانب تحسين الكفاءة التشغيلية، يؤدي استكشاف السوابق القانونية باستخدام الذكاء الآلي المتقدم إلى تسهيل التعاون وتحسين ودعم القوانين والتشريعات ذات الصلة بمجالات التحول المستقبلي مثل تغير المناخ وجودة الحياة والواقع الرقمي، كما يدعم أيضاً أنظمة تسوية النزاعات العابرة للحدود.

المخاطر

قد تؤدي هذه الجهود إلى ترسيخ أوجه انعدام المساواة والتحيز الموجودة في تلك السوابق القانونية وربما تفاقمها وزيادتها.[655] وكذلك عدم الاتفاق حول المجالات ذات الأولوية للتحول المستقبلي وضرورة التعاون أو استخدام الذكاء الآلي المتقدم ضمن الأنظمة القضائية سواء فيما يخص الأفراد أو المؤسسات.

الذكاء الاصطناعي التوليدي قد يتمكن قريباً من أتمتة 44% من المهام القانونية في الولايات المتحدة

الفرصة 30

التأثير: قريب المدى

المتغيرات الغامضة
الأنظمة، القيم

التوجهات العالمية الكبرى
إعادة تحديد الأهداف الإنسانية

الاتجاهات السائدة
الشراكة بين القطاعات
الممارسات البيئية والاجتماعية والحوكمة
ومؤشرات قياس تتجاوز الناتج المحلي الإجمالي
التنوّع المعرفي بين الأجيال
مرونة الحكومة
التراث والثقافة

القطاعات المتأثرة
الزراعة والغذاء
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية

هل سيتمكن الجيل القادم من الروبوتات من إنجاز مهام ذات تأثير حقيقي في التنمية؟

حكومات مسؤولة اجتماعياً

تعين الحكومات مسؤولاً تنفيذياً ملماً بالعلوم الاجتماعية لتقديم المشورة حول تأثير السياسات العامة على المجتمع، والإسهام في وضع سياسات أكثر فعالية وإنصافاً في تلبية احتياجات المجتمعات في المستقبل.

الواقع الحالي

تسعى دول العالم إلى وضع سياسات لا تقتصر أهدافها على النمو الاقتصادي فحسب، بل تمتد لتشمل العديد من الأهداف الطموحة مثل الاستدامة ودمج جميع فئات المجتمع في مسيرة التنمية،[656] في حين يتعين مراجعة تلك السياسات باستمرار وتعديلها لتواكب التغييرات التي تمر بها المجتمعات من وقت لآخر.[657] وبينما يتبنى ثلثا الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية أطراً قانونية لتقييم السياسات، يعتمد نصف هذه الدول أطراً شاملة تهدف لترسيخ ثقافة تقييم السياسات.[658] مع العلم أن دولاً مثل ألمانيا والمكسيك وسويسرا وفرنسا قد حولت عملية تقييم السياسات إلى التزام جاد بموجب الدستور.[659]

وفي بعض الحالات، قد لا نتمكن من فهم كيفية إسهام النفقات الحكومية في تحسين حياة الأفراد، فوفقاً لبيانات مكتب التدقيق الوطني في المملكة المتحدة لم يخضع لعملية تقييم كاملة سوى 8% فقط من المشاريع الحكومية الكبرى في عام 2022، في حين لم يتم تقييم 64% من تلك المشاريع على الإطلاق.[660] و تسهم جهود إشراك المجتمع في عملية صنع السياسات في ابتكار الحلول الاستباقية للتحديات الاجتماعية،[661] بالأخص فيما يتعلق بالتحولات التي تفرضها الاستدامة.[662]

ومن هذا المنطلق، استحدثت حكومة دولة الإمارات منصب وزير دولة للسعادة في فبراير 2016، وكذلك منصب وزير دولة للتطوير الحكومي والمستقبل في يوليو 2020.[663]

بينما يتبنى

• ثلثا

الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية أطراً قانونية لتقييم السياسات، يعتمد

• نصف هذه الدول أطراً شاملة تهدف لترسيخ ثقافة تقييم السياسات

الفرصة المستقبلية

يمكن تعيين مسؤول تنفيذي على مستوى الحكومات الوطنية لضمان التأثير الإيجابي للسياسات الحكومية على المجتمع، وأداء دور أساسي في تصميم السياسات على المستويات الوطنية والإقليمية والعالمية، مع التركيز على تأثيرها المجتمعي على المدى الطويل. وستضمن هذه الخطوة منح الأولوية دائماً للمنهجيات الاستباقية التي تركز على المستقبل وتأخذ جميع الجوانب السلوكية والمجتمعية بعين الاعتبار.

ومن خلال تحليل نتائج تقييم السياسات التي تؤثر على أعداد كبيرة من أفراد المجتمع، يمكن لهذا المسؤول التركيز على تعديل السلوكيات الاجتماعية والثقافية وتلبية احتياجات المجتمع الحالية والمستقبلية، وذلك بالتعاون مع أفراد المجتمع خلال مراحل عملية صنع السياسات.

الإيجابيات

تعزيز الأثر الإيجابي للسياسات الحكومية على المجتمع وضمان فعاليتها ودقتها، مما يعود بالنفع على المجتمع والأجيال المستقبلية، ويبشر بنهضة في علم الاجتماع، ويعزز فهمنا للمجتمع والتغيرات التي يمر بها.

المخاطر

قد يتطلب هذا الأسلوب الكثير من المصادر مع الاعتماد على بيانات قد لا يمكن الوصول إليها بسهولة، كما أن التقييمات الذاتية لا تنجح عادة في إقناع الآخرين بمدى فعالية اعتماد منهجية محددة في السياسات العامة.

وفقاً لبيانات مكتب التدقيق الوطني في المملكة المتحدة

لم يخضع لعملية تقييم كاملة سوى 8% فقط من المشاريع الحكومية الكبرى في عام 2022

الفرصة 31

التأثير: بعيد المدى

المتغيرات الغامضة

الأنظمة، التكنولوجيا

التوجهات العالمية الكبرى

تزايد الاهتمام بالصحة المتقدمة والتغذية

الاتجاهات السائدة

الذكاء الاصطناعي
التكنولوجيا الحيوية
مرونة الحكومة
تكنولوجيا الرعاية الصحية
التحليلات الفورية

القطاعات المتأثرة

المواد الكيميائية والبتروكيماويات
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
المواد والتقنية الحيوية
الخدمات المهنية

هل سيطور الذكاء الاصطناعي أدوية نستطيع الوثوق فيها؟

لقاحات لم يصممها البشر

يمكن أن يسهم الذكاء الآلي المتقدم في تعزيز فعالية الأدوية، واكتشاف تطبيقات جديدة للقاحات الحالية، وتبسيط المهام الإدارية، مما يساعد في تطوير لقاحات وأدوية أكثر كفاءة وفعالية.

الواقع الحالي

تظهر العدوى باستمرار بشكل طبيعي،[664] وتعد الحيوانات مصدر نحو 60% من العدوى التي تصيب الإنسان.[665] إلا أن عدد الوفيات الناجمة عن الأمراض المعدية قد انخفض كثيراً منذ أكثر من 50 عاماً بسبب تحسن الممارسات الصحية وظهور ابتكارات دوائية غيرت شكل العالم مثل اللقاحات والمضادات الحيوية،[666] وفي هذا السياق، كانت قد أعلنت منظمة الصحة العالمية عن القضاء على الجدري بالكامل في عام 1980، إلا أن بعد ذلك ظهرت تهديدات صحية جديدة مثل الإيدز ومقاومة المضادات الحيوية، وعودة بعض الأمراض القديمة مثل الملاريا والسل، وتفشي أمراض وعدوى جديدة على مر السنوات وصولاً للإنفلونزا والسارس والإيبولا وزيكا وكوفيد19-.[667]

وتعد الأدوية المحسنة والجديدة عامل أساسي لنجاح منظومة الرعاية الصحية، لكن رحلة طرح هذه الأدوية في السوق تمر بسلسلة طويلة من الإجراءات تشمل إجراء الأبحاث واستكشاف فعالية الدواء وتنفيذ التجارب غير السريرية والتجارب السريرية والحصول على الموافقات التنظيمية من الجهات المعنية المختلفة - وعادةً ما تستغرق هذه الرحلة من 10 إلى 15 عاماً وتتطلب تمويلاً بمئات ملايين الدولارات.[668] وبعد إنجاز التجارب السريرية بنجاح وتقديم النتائج للحصول على الموافقات التنظيمية، تستغرق مرحلة مراجعة الدواء والتحقق من ملاءمته للاستخدام عاماً أو أكثر،[669] غير أن جائحة كوفيد19- أجبرت العالم على تسريع هذه العملية، حين تم إطلاق لقاحَي فايزر وسينوفارم في وقت قياسي بلغ 9 أشهر فقط[670] باستخدام تقنية لقاح الحمض النووي (MRNA).[671]

ويسهم الذكاء الاصطناعي في إحداث تحول سريع في صناعة الأدوية،[672] حيث تتسابق شركات الأدوية الكبرى في تبني تطبيقاته لتعزيز الإنتاجية وتسريع مراحل تطوير الأدوية والامتثال للتشريعات والقوانين.[673] كما أن لهذه التكنولوجيا الثورية مستقبلاً واعداً خصوصاً في مجال الهندسة الحيوية.[674] وستسهم التطبيقات المتنوعة للذكاء الاصطناعي - بدءاً من الذكاء الاصطناعي التوليدي وصولاً إلى تطبيقات تعلّم الآلة المتطورة - في تحديد المعايير العالمية التي تضمن تحقيق الاستفادة القصوى من هذه التطورات في مجال الصيدلة والأدوية،[675] وتشمل الفرص المستقبلية توظيف نماذج معالجة اللغات الطبيعية التي يمكنها التحقق بسرعة من المستندات التنظيمية والتشريعية، وتمكين شركات الأدوية من الوصول إلى المعلومات والرؤى المتعلقة بمكونات دوائية محددة.[676] ومن الفرص التي يقدمها الذكاء الاصطناعي في هذا المجال الحيوي تسريع تحليل البيانات ضمن التجارب السريرية الدوائية، مما يختصر الوقت اللازم لطرح الدواء أو اللقاح في الأسواق.[677]

الفرصة المستقبلية

باستطاعة الذكاء الآلي المتقدم اكتشاف تطبيقات جديدة للّقاحات والأدوية الحالية التي استخدمها الأفراد لأعوام، وتعزيز فعاليتها أيضاً، واكتشاف لقاحات وأدوية جديدة قد لا تتطلب إجراء التجارب السريرية المعتادة نظراً إلى توفر بيانات شاملة حولها. وبإمكان الذكاء الآلي المتقدم أيضاً تبسيط المهام الإدارية التي تنفذها شركات الأدوية والجهات الرقابية والتنظيمية، علاوة على قدرة الأنظمة المتطورة على التأقلم مع التشريعات الجديدة أو التنبيه لضرورة استحداث تشريعات إضافية بالاستفادة من أحدث البيانات المتعلقة بالصحة العامة، كما يساعد أيضاً في الكشف عن إشارات وأنماط السلامة التي يصعب غالباً اكتشافها، مثل التفاعلات الدوائية وأسباب انخفاض فعالية الدواء.[678]

أما من الناحية التنظيمية، فإن اعتماد الذكاء الآلي المتقدم يؤدي إلى تحول الهيئات الرقابية والتشريعية من التركيز على العمليات الإدارية والتجارب السريرية إلى تطوير التشريعات الخاصة بالأنظمة المتخصصة في استكشاف فعالية الأدوية، ورفع الوعي المجتمعي حولها، بما يعزز ثقة الأفراد بالأدوية.

الإيجابيات

تتوافق الأدوية المحسَّنة بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي مع أحدث الاكتشافات والاستنتاجات العلمية دون الحاجة إلى إجراء تجارب دوائية جديدة، ويؤدي تحقيق الكفاءة في العمليات الإدارية إلى توفير الوقت والموارد المالية والمادية في القطاعين الحكومي والخاص، مما يسمح بإعادة تخصيصها لمبادرات الرعاية الصحية والأولويات الأخرى.

المخاطر

قد تؤدي عدم شفافية الخوارزميات إلى تحديات تؤثر سلباً على الصحة العامة وعلى ثقة الجمهور. كما قد لا تتوفر الكميات الهائلة المطلوبة من البيانات أو قد يتعذر الوصول إليها، فضلاً عن الحاجة إلى إنشاء جهات رقابية وتنظيمية تتمتع بالمعرفة والخبرة الكافية في مجال الذكاء الاصطناعي لتتمكن من تنظيم استخدام هذه التكنولوجيا المتقدمة التي سيعتمد عليها تطوير الأدوية.

باستطاعة الذكاء الآلي المتقدم اكتشاف تطبيقات جديدة للّقاحات والأدوية الحالية التي استخدمها الأفراد لأعوام، وتعزيز فعاليتها أيضاً

الفرصة 32

التأثير بعيد المدى

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، الأنظمة

التوجهات العالمية الكبرى

إتاحة البيانات للجميع بلا حدود وبأبعاد متعددة

الاتجاهات السائدة

الحوسبة المتطورة
علم تطوير الأساليب والأدوات البرمجية الخاصة بفهم البيانات الحيوية (المعلوماتية الحيوية)
التكنولوجيا الحيوية
حماية البيانات والخصوصية
تكنولوجيا النانو

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
التأمين وإعادة التأمين
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية
المرافق العامة

هل سيصبح الحمض النووي وسائط تخزين للمعلومات في المستقبل؟

أقراص الحمض النووي

يمكن استخدام سلاسل الحمض النووي كآلية بديلة لتخزين البيانات بشكل دائم وبأحجام ضخمة في ظل النمو المتزايد المتوقع للبيانات في السنوات القادمة، حيث يمكن للحمض النووي أن يحفظ هذه الكميات الضخمة لآلاف السنين ويسهم في خفض تكلفة تخزين البيانات واستهلاك الطاقة، والحد من البصمة الكربونية المرتبطة بالأنشطة الرقمية.

الـواقـــع الحـــالي

من الضروري ابتكار حلول جديدة وغير تقليدية لتخزين البيانات نظراً لكميات البيانات الهائلة التي ينتجها العالم يومياً ويتوقع زيادتها بشكل غير مسبوق خلال الأعوام القادمة، حيث ارتفع إجمالي كمية البيانات من 2 زيتابايت (مليار تيرابايت أو تريليون جيجابايت) عام 2010 إلى ما يقارب 97 زيتابايت في عام 2022،[679] ومن المتوقع أن تزيد بنسبة 300 % خلال الأعوام الثلاثة المقبلة،[680] وفي الوقت نفسه فإن وسائط تخزين البيانات الحالية لا تكفي لتخزين كل هذا الكم الهائل من البيانات، مما قد يؤدي إلى فقدان البيانات أو تلفها،[681] فضلاً عن تعقيد عملية إدارة قاعدة البيانات الضخمة، بصرف النظر عما تشهده قدرات التخزين من تطور،[682] في حين تشكل البيانات غير المنظمة التي لا تعتمد على نموذج بيانات محدد حتى 90 % من البيانات المؤسسية الجديدة.[683] ويعد تخزين البيانات حالياً من الأسباب المؤدية للتغيّر المناخي، حيث إن مراكز البيانات مسؤولة عن 2% من انبعاثات غازات الدفيئة في العالم.[684]

وقد كشفت الأبحاث إمكانات هائلة لاستخدام الحمض النووي كآلية بديلة لوسائط تخزين البيانات التقليدية، حيث يمكن تخزين ما يصل إلى 2.2 بيتابايت لكل جرام من الحمض النووي، أي أن قرص صلب من الحمض النووي بحجم ملعقة صغيرة يمكنه تخزين بيانات العالم بأكمله.[685] وهذه البيانات كلها يمكن ترجمتها إلى ملفات قابلة للقراءة عبر الحاسوب من خلال تحديد تسلسل الحمض النووي؛ ففي عام 2012، نجح علماء الوراثة في جامعة هارفارد إلى تشفير كتاب يحتوي على 52 ألف كلمة إلى سلاسل من الحمض النووي.[686] كما توقع الباحثون في جامعة آيندهوفن للتكنولوجيا افتتاح أول مركز بيانات بالاعتماد على الحمض النووي في غضون 5 إلى 10 أعوام.[687] وسيكون التمكن من خفض التكلفة عامل أساسي لتوسيع نطاق استخدام هذه التقنية، مع العلم أن تخزين ملف سعته 2 ميجابايت يكلف حالياً حوالي 7 آلاف دولار وبينما تكلف قراءته 2000 دولار.[688] وجدير بالذكر أن العلماء يستخدمون حالياً علامات من الفلورسنت لتسهيل تصنيف البيانات واسترجاعها.[689]

يمكن تخزين ما يصل إلى

2.2 بيتابايت لكل جرام

من الحمض النووي، أي أن قرص صلب من الحمض النووي بحجم ملعقة صغيرة يمكنه تخزين بيانات العالم بأكمله

الفرصة المستقبلية

يمكننا استخدام الحمض النووي كوسائط بديلة لتخزين البيانات والاحتفاظ بها لملايين السنين[690] على عكس الخوادم الحالية التي تحتاج إلى الاستبدال بشكل الدائم.[691] وستسهم التطورات في مجال تشفير الحمض النووي وتحديد تسلسله في زيادة سرعة تخزين البيانات وانخفاض تكلفتها، مما سيجعل هذه التكنولوجيا حلاً ملائماً للاستخدام اليومي من قبل المؤسسات، وستشمل هذه التطورات تصميم أساليب مبتكرة تضمن سهولة قراءة وكتابة البيانات وتخزينها على أقراص الحمض النووي.

وإلى جانب إسهام مراكز تخزين البيانات عبر الحمض النووي في تعزيز سعة التخزين وإطالة عمر البيانات بفضل انخفاض بصمتها الكربونية وقلة احتياجاتها من الطاقة، يمكن لهذه المراكز تبني إجراءات للسلامة في حالة حدوث أي خلل وحفظ نسخ احتياطية متعددة بأدنى التكاليف الاقتصادية والبيئية،[692] بما يقلل من تدهور البيانات ويعزز الاستدامة. كما يمكن الاستفادة من الخصائص الجزيئية الحيوية والهيكلية الفريدة للحمض النووي في تبني الجيل التالي من منهجيات التشفير وأمن معلومات.[693]

الإيجابيات

من الناحية النظرية، يتيح الحمض النووي المُصنّع تخزين كمية غير محدودة من البيانات لفترة طويلة من الزمن وباستخدام مساحة أقل دون التعرض لمشاكل تعيق التوافق التشغيلي.

المخاطر

قد تتسبب هذه التكنولوجيا في الحد من إمكانية الوصول إلى البيانات وتعقيدها، كما أن الافتقار إلى إجراءات الحماية اللازمة سيزيد من مخاطر تخزين كميات هائلة من البيانات غير الصحيحة. وهناك أيضاً تحديات متعلقة بالتوافق التشغيلي عند مشاركة البيانات مع الدول التي لا تعتمد على تكنولوجيا تخزين البيانات عبر الحمض النووي، فضلاً عن ارتفاع تكلفة تخزين البيانات بهذه الطريقة، وهو ما يحد من انتشارها وربما يؤدي لتفاقم أوجه انعدام المساواة في العالم.

ارتفع إجمالي كمية البيانات العالمي من

2 زيتابايت

عام 2010 إلى ما يقارب

97 زيتابايت

في عام 2022

الفرصة 33

التأثير: قريب المدى

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا، التعاون

التوجهات العالمية الكبرى

إعادة تحديد الأهداف الإنسانية

الاتجاهات السائدة

الذكاء الاصطناعي
الشراكة بين القطاعات
توليد الأفكار وريادة الأعمال
التشجيع على الابتكار
البيانات المفتوحة

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية

كيف سيكون شكل المستقبل إذا توقفت الحكومات عن تمويل البحث العلمي؟

تحوّل البحوث

الفرق بين البحث العلمي الأساسي والتطبيقي هو أن البحث الأساسي يهدف إلى إضافة المعرفة إلى ما نعرفه بالفعل مع عدم وجود نية لاستخدامه عملياً، أما الهدف من البحث التطبيقي فهو إيجاد حل لا نعرفه لمشكلة موجودة بالفعل. وبناءً عليه، يمكن أن يسهم الذكاء الآلي المتقدم في تعزيز جودة البحوث الأساسية وتمكين تحوّلها إلى بحوث تطبيقية تعود بفوائد مجتمعية ملموسة، مما يشجع الدول على الابتكار والإنتاج.

الواقع الحالي

منذ عام 1981، انخفض الإنفاق المحلي الإجمالي على البحث والتطوير في الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية إلى أقل من 3% من الناتج المحلي الإجمالي.[694] وقبل تفشي جائحة "كوفيد19-" بـ 10 أعوام، أسهم إنفاق الدول الأعضاء في المنظمة على البحث والتطوير في مجال الأعمال في تحقيق 75% من النمو الشامل للبحث والتطوير.[695] وعلى النقيض، لم يشهد الإنفاق على البحث والتطوير في قطاع التعليم العالي، حيث يجري الباحثون البحوث الأساسية، إلا زيادة طفيفة بنسبة 1%.[696] وتشير تقديرات صندوق النقد الدولي إلى أن زيادة 10% في البحوث المحلية تؤدي إلى زيادة الإنتاجية بنسبة 0.3%.[697]

التكنولوجيا التي نعتمد عليها اليوم هي في الحقيقة نتاج عقود طويلة من البحوث العلمية الأساسية بدءاً من النظرية النسبية لأينشتاين، التي تستند إليها أنظمة تحديد المواقع العالمية اليوم، وصولاً إلى لقاحات الحمض النووي (MRNA).[698] وتُعد البحوث الأساسية محركاً أساسياً للابتكار والإنتاجية.[699] فتراجع الاستثمار في مجال البحوث الأساسية في أستراليا مثلاً يعيق عجلة الابتكار، وهو ما يستدعي زيادة التمويل لمواكبة المستويات العالمية،[700] بينما وصل تمويل الوكالات العلمية في الولايات المتحدة إلى أدنى مستوياته منذ 25 عاماً.[701] الجدير بالذكر أن 40% من المشاريع الممولة من مجلس البحوث الأوروبي مثّلت الأساس للعديد من براءات الاختراع الأوروبية بين عامي 2007 و2014، فيما كان لعلوم الحياة والعلوم الفيزيائية والهندسة الحصة الأكبر منها. وفي حين تستحوذ الشركات الخاصة على 50% من هذه البراءات، تمتلك أيضاً الجامعات والمؤسسات البحثية نسبة عالية منها، مما يعزز الرابط بين القطاع الأكاديمي والابتكار.[702]

إن دعم البحوث الأساسية والمبتكرة يعزز الابتكار ويحفز الازدهار على المدى الطويل،[703] لذا تتعاون أكثر الاقتصادات ابتكاراً مع أبرز الجهات المعنية في القطاعين الحكومي والخاص، ومن بينها الشركات الناشئة والجامعات البحثية ومجموعات المبتكرين، في تمويل قطاع البحث والتطوير.

إن دعم البحوث الأساسية والمبتكرة يعزز الابتكار ويحفز الازدهار على المدى الطويل

الفرصة المستقبلية

يحقق الذكاء الآلي المتقدم نقلة نوعية في البحوث الأساسية، فيسهم في تعزيز جودتها وتسهيل تحولها إلى بحوث تطبيقية تركّز على معالجة أهم التحديات التي نواجهها في الحاضر والمستقبل.

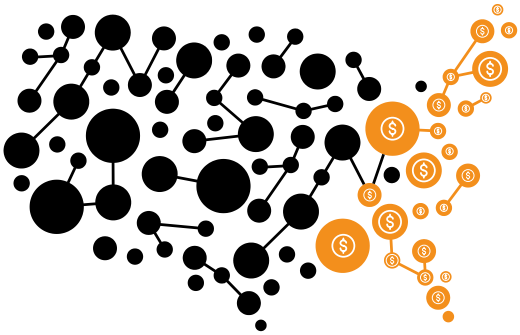
بينما يعمل الذكاء الآلي المتقدم على أتمتة المهام البحثية الروتينية، سيتعين تخصيص المزيد من التمويلات لدعم البحوث الأساسية وإعادة تدريب الموظفين للتركيز على هذا المجال. كما ستسهم التطورات التكنولوجية التي يشهدها علم المواد على سبيل المثال في خفض تكاليف الأدوات البحثية، مثل مصادم الجسيمات الضخمة[704] والجيل التالي من المجاهر والتلسكوبات ذات القدرات المتطورة،[705] مما يتيح إجراء بحوث متنوعة وبطرق غير تقليدية. كما يمكن للبحوث الأساسية التوصل إلى اكتشافات علمية هامة بشكل أسرع وتحويلها إلى تطبيقات عملية تعود بالفائدة على المجتمع بأكمله، وذلك بالاعتماد على العلوم مفتوحة المصدر والمتاحة للجميع، مع التحول إلى العقلية المتفتحة القادرة على الاستفادة من جميع الرؤى ووجهات النظر المعقدة التي قد تصل إليها من مصادر مختلفة،[706] في ظل زيادة التعاون بين الأوساط الأكاديمية والقطاعات الصناعية والحكومة.[707]

الإيجابيات

ستقوم الإنجازات المستقبلية على أسس مستدامة، وسيستمر النمو على المدى الطويل في مجالات عديدة مثل الرعاية الصحية والطاقة المتجددة والنقل والبنية التحتية والسياسات العامة، كما سيشهد الاقتصاد وقطاع التعليم تطوراً ملموساً.

المخاطر

النشر الدولي لنتائج البحوث الأساسية قد يؤدي إلى تردد الدول في زيادة الإنفاق على تلك البحوث، أو حتى الموافقة عليها، مما يعيق حركة التطور المجتمعي المشترك. كما قد يتأثر الأفراد والمؤسسات والمجتمع بالكامل من إساءة استخدام البيانات أو افتقارها إلى الشفافية، وبالتالي التوصل إلى نتائج أو استنتاجات غير صحيحة.



وصل تمويل الوكالات العلمية في الولايات المتحدة

إلى أدنى مستوياته منذ 25 عاماً

الفرصة 34

النطاق

تحدي

المتغيرات الغامضة

التعاون، التكنولوجيا

التوجهات العالمية الكبرى

إعادة تحديد الأهداف الإنسانية

الاتجاهات السائدة

الذكاء الاصطناعي
الشراكة بين القطاعات
مستقبل العمل
الإنسان في مواجهة الإنسان
الإنسان في مواجهة الآلة

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
التعليم
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
المواد والتقنية الحيوية

هل سنتوصل إلى أفضل تطبيق ذكاء اصطناعي إذا تعاون فيه الجميع من كل التخصصات؟

التعاون الاصطناعي

إذا طبقنا منهجية عمل تقوم على أسس "التكامل" و"تعدد التخصصات" و"التعاون" لتعزيز التعليم المتخصص في الذكاء الاصطناعي، ودعم البحوث المتعلقة به، وتطوير تطبيقاته، ونشره في مختلف القطاعات، سنتمكن من توسيع نطاق نشر هذه التكنولوجيا الثورية، وزيادة ثقة الأفراد فيها، وتحقيق فوائد ملموسة على جميع المستويات.

الـواقـــع الحـــالي

يشير تقرير مستقبل الوظائف الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي في عام 2023 إلى أن 75% من الشركات تعتزم تبني تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في أعمالها، وهو ما سيؤدي إلى حدوث تغييرات كبيرة في تركيبة القوى العاملة.[708] وبحلول عام 2025، قد يصل الاستثمار في الذكاء الاصطناعي إلى 100 مليار دولار في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها، و200 مليار دولار على مستوى العالم، كما من المتوقع أن نبدأ في ملاحظة التأثير الكبير للذكاء الاصطناعي على الاقتصاد العالمي خلال الفترة بين 2025 و2030.[709]

يعتمد نجاح الذكاء الاصطناعي على النماذج الأساسية والبيانات التي يتم إدخالها إلى النظام ونماذج التدريب. ورغم التطورات التي شهدها الذكاء الاصطناعي في الفترة الأخيرة، إلا أن معدلات الإخفاق في تبني تطبيقاته مرتفعة، إذ أن 87% من المشاريع المرتبطة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي لم يتم إطلاقها،[710] فيما تواجه 80% من تلك المشاريع تحديات تتعلق بالحصول على البيانات[711] فعلى سبيل المثال، عند توظيف الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية، فإن ارتفاع عدد برامج الذكاء الاصطناعي لا يؤدي بالضرورة إلى تحسين النتائج الصحية، سواء من حيث فعالية سياسات الصحة العامة، أو الاستجابة لحالات الطوارئ، أو مكافحة الأمراض غير المعدية.[712] كما أن العديد من هذه التطبيقات أظهرت ضعف المنهجية التي تتبعها مع ارتفاع في المخاطر المرتبطة بتحيّز البيانات، مما يعيق "قابلية إعادة الإنتاج" ويعرقل التطبيقات السريرية الواقعية التي تتجاوز نتائج المختبرات والفحوص فقط،[713] كما هو الحال لدى شركة "واتسون هيلث" التابعة لـشركة "آي بي أم" وشركة "ديب مايند" التابعة لـشركة "غوغل".[714]

سيسهم الذكاء الاصطناعي في تحوّل قطاع الرعاية الصحية وغيره من القطاعات، لكنه يواجه تحديات تعيق دمجه بالمجتمع بشكلٍ مستدام، نتيجة تحديات في تحقيق التعاون بين التخصصات المتعددة، أو الشفافية في صناعة القرار، أو التعليم المتخصص في الذكاء الاصطناعي أو مراقبة وتنظيم هذه التكنولوجيا.[715]

رغم التطورات التي شهدها الذكاء الاصطناعي في الفترة الأخيرة، إلا أن معدلات الإخفاق في تبني تطبيقاته مرتفعة، إذ أن

87% من المشاريع المرتبطة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي لم يتم إطلاقها

فيما تواجه

80% من تلك المشاريع تحديات تتعلق بالحصول على البيانات

الفرصة المستقبلية

يمكن تحقيق فوائد ملموسة على أرض الواقع إذا أشركنا خبراء من تخصصات متعددة في مراحل تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي ونشرها، مع الأخذ في الاعتبار التأثيرات الأخلاقية والبيئية والاجتماعية لهذه التكنولوجيا، بدءاً من مرحلة المتطلبات ووصولاً إلى مرحلة التنفيذ،[716] مما يجعل الذكاء الاصطناعي مصدراً للفرص ويعزز ثقة الأفراد به. وبناء عليه، يمكن إنشاء فرق من خبراء أو اتحادات عالمية متعددة التخصصات لتعزيز انتشار الذكاء الاصطناعي وإظهار فوائده الملموسة.[717] كما أن توسيع نطاق الذكاء الاصطناعي في التعليم العالي والبحث العلمي عبر مختلف التخصصات - وعدم قصره على مجال علوم الحاسوب والهندسة فقط - فمن شأنه أن يحوّل الذكاء الاصطناعي إلى مجال متعدد التخصصات قادر على سد الفجوة بين الإنسان والآلة.[718]

الإيجابيات

إشراك فرق عمل متعددة التخصصات في مجال الذكاء الاصطناعي يرفع معدلات تبني تطبيقاته، وستتحسن أداء الحلول المعتمدة على الذكاء الاصطناعي بفضل الابتكارات المتطورة، مع مراعاة الاعتبارات الأخلاقية والمجتمعية. كما سيؤدي تطور مجاليّ التعليم والبحث العلمي إلى دعم نمو الذكاء الاصطناعي، وتعزيز الثقة فيه.

المخاطر

إشراك فرق عمل متعددة التخصصات في تطوير الذكاء الاصطناعي ونشره قد يؤدي لارتفاع تكاليفه وزيادة المدة اللازمة لتطوير تطبيقاته، مما يؤدي إلى تشابه النتائج من حيث الجودة، ويحول دون استقطاب المزيد من الاستثمارات، أو يؤدي إلى ردود فعل متسرعة لاسترداد التكاليف المدفوعة.

الفرصة 35

التأثير: متوسط المدى

المتغيرات الغامضة

التكنولوجيا في مواجهة الأنظمة

التوجهات العالمية الكبرى

الابتكارات المستقبلية

الاتجاهات السائدة

الحوسبة المتطورة
تحول قطاع الطاقة
تحول قطاع الخدمات اللوجستية

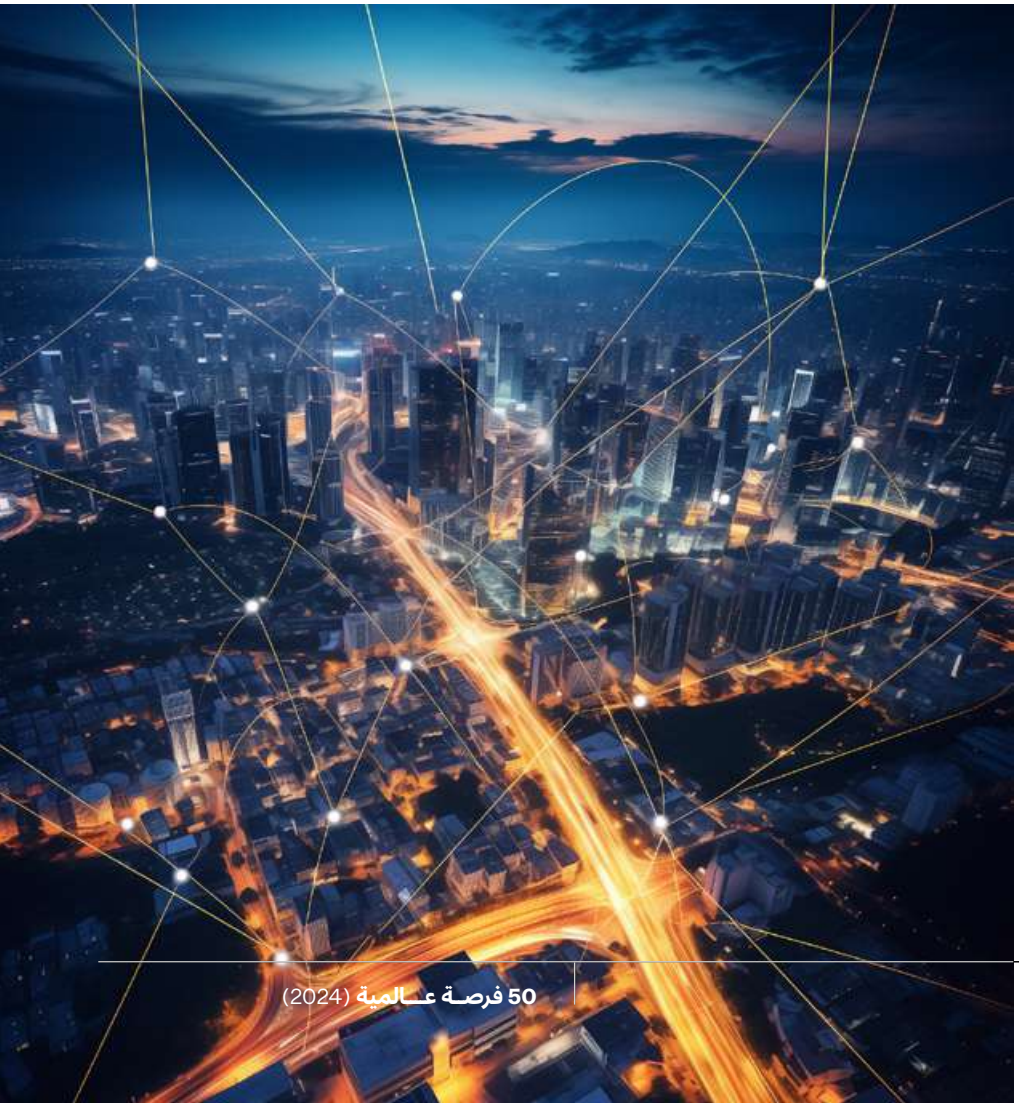
القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

هل يمكن أن تحقق الأجهزة اكتفاءها الذاتي من الطاقة؟

اتصال بلا انقطاع

استخدام مولدات نانوية لتوليد الكهرباء الساكنة الناتجة عن الاحتكاك سيسهم في تمكين تَرابط أجهزة إنترنت الأشياء في المناطق الريفية والمدن، وتوفير الطاقة للتوائم الرقمية، بالإضافة إلى تحسين السياسات، والوصول بإنترنت الأشياء إلى مرحلة الاكتفاء الذاتي من الطاقة.



الواقع الحالي

يسهم إنترنت الأشياء في إتاحة المعرفة بشكل غير مسبوق عبر توفير البيانات في الوقت الفعلي،[719] إذ تتم مشاركة هذه الرؤى المتعمقة عبر شبكة من "الأجهزة" المادية المدمجة مع أجهزة استشعار وبرمجيات وتقنيات أخرى تعمل جميعها على التقاط البيانات وتبادلها.[720] وقد سهّلت تطبيقات إنترنت الأشياء الكثير من جوانب حياتنا وعملنا، مثل الهواتف الذكية، وأنظمة المراقبة الذكية، وأنظمة الأمن المنزلي، والأجهزة القابلة للارتداء.[721]

ومع استمرار نمو الذكاء الآلي المتقدم وارتفاع معدلات الاتصال، من المتوقع أن ينمو سوق إنترنت الأشياء العالمي لما يزيد عن 12.5 تريليون دولار بحلول عام 2025،[722] فيما سيتجاوز الإنفاق على أنظمة إنترنت الأشياء تريليون دولار في عام 2026،[723] 62٪ منها في مجال التصنيع والبيع بالتجزئة والخدمات المهنية والمرافق العامة.[724] كما من المتوقع أن يرتفع عدد أجهزة إنترنت الأشياء من 14.6 مليار في عام 2021 إلى 30.2 مليار في عام 2027،[725] إلا أن اعتماد أنظمة إنترنت الأشياء على نطاق واسع يستدعي تطوير إمدادات الطاقة اللامركزية وتكنولوجيا النقل اللاسلكي أيضاً،[726] إلى جانب ابتكار أساليب جديدة لتخفيف معدل استخدام الشبكة وإدارة أنواع البيانات المتغيرة باستمرار.[727] وتشير التوقعات إلى أن كمية البيانات غير المنظمة ستستمر في النمو بنسبة 20% سنوياً لتصل إلى 144 زيتابايت (تريليون جيجابايت) في عام 2025[728] و660 زيتابايت في عام 2030.[729]

شهدت صناعة المولدات النانوية المخصصة لتوليد الكهرباء الساكنة الناتجة عن الاحتكاك تطورات متسارعة على مدار العقد الماضي، بهدف توفير الطاقة اللازمة لتشغيل مختلف الأجهزة.[730] فمن خلال الجمع بين الكهرباء الاحتكاكية والحث الكهروستاتيكي، تعمل هذه المولدات النانوية على تحويل الطاقة الميكانيكية الموجودة في البيئة المحددة أو المواد - مثل البوليمرات والمعادن والمواد غير العضوية -[731] إلى طاقة أو إشارات كهربائية.[732] الجدير بالذكر أن مجال تطوير هذه المولدات يعد من المجالات متعددة التخصصات، إذ تجمع بين علم المواد والكيمياء والفيزياء والهندسة الكهربائية والطب وغيرها من العلوم. وبالتالي، فإن التطورات المستقبلية التي ستشهدها هذه المولدات ستمكن إنترنت الأشياء بلا شك من تحقيق الاكتفاء الذاتي من الطاقة.[733]

يسهم إنترنت الأشياء في إتاحة المعرفة بشكل غير مسبوق

الفرصة المستقبلية

تصبح الأجهزة المدعومة بالمولدات النانوية المنتجة لكهرباء الاحتكاك جزءاً من منظومة إنترنت الأشياء المتصلة بشكل مستمر ودون انقطاع، مما يتيح التقاط المعلومات بشكل دائم من الأجهزة الموجودة في المركبات والمنازل وأنظمة الاتصالات والطبيعة، سواء في المناطق الريفية أو المدن أو على مستوى الدول. وبفضل الذكاء الآلي المتقدم، يمكن استخدام البيانات المستمدة من هذه المولدات لتشغيل التوائم الرقمية وتحسين السياسات وجودة الابتكارات، وذلك دون الحاجة إلى الإمداد بالطاقة من مصادر خارجية مثل البطاريات، أو إلى الاعتماد على مصادر الطاقة المتقطعة مثل الرياح والشمس.[734]

الإيجابيات

ابتكار أساليب إبداعية لاستخدام إنترنت الأشياء يؤدي إلى تحسين الكفاءة ويبشر بعصر جديد من النمو وجودة الحياة. تستخدم المدن الذكية إنترنت الأشياء لتحقيق أقصى قدر ممكن من الاستدامة البيئية وتعزيز الجهود المبذولة في مجال المرونة والتأقلم البيئي. وبينما يمكن لهذه المولدات النانوية أن توفر رؤى تفصيلية في العديد من القطاعات مثل سلاسل التوريد والنقل ومراقبة الصحة وأنماط الطقس، وغيرها، فإنها تستطيع أيضاً أن تحسن جودة المنتجات والخدمات وتوفير حلول مبتكرة للتحديات بالاعتماد على تكنولوجيا تعلم الآلة المتقدمة.

المخاطر

تتوسع تطبيقات إنترنت الأشياء بوتيرة لا يستطيع الأمن السيبراني مواكبتها، مما يؤدي إلى ظهور ثغرات أمنية جديدة في البيانات والبنية التحتية. وقد تعجز شبكات إنترنت الأشياء وآليات تخزين البيانات ومعدلات الاتصال عن التعامل مع البيانات الضخمة ذات السرعة العالية والأبعاد المتعددة.

من المتوقع أن يرتفع عدد أجهزة إنترنت الأشياء من

14.6 مليار

في عام 2021 إلى

30.2 مليار

في عام 2027

الفرصة 36

التأثير قريب المدى

المتغيرات الغامضة

التعاون، الأنظمة

التوجهات العالمية الكبرى

إعادة تحديد الأهداف الإنسانية

الاتجاهات السائدة

المجتمعات الرقمية
مرونة الحكومة
التعاون الدولي

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لو أسهمت الدراسات المستقبلية في رسم السياسات الخارجية للدول؟

دبلوماسية استشرافية

الجمع بين التعاون الرسمي بين الحكومات وآليات تخطيط السيناريوهات واستشراف المستقبل يدعم جهود التعاون العالمي لمواجهة التحديات بشكل استباقي، وذلك من خلال دمج السيناريوهات والدراسات المستقبلية في عملية التفاوض والدبلوماسية العالمية.

الواقع الحالي

يعد استشراف المستقبل جزءاً بالفعل من عملية التخطيط الاستراتيجي وصناعة السياسات لدى العديد من الحكومات حول العالم

وزارة شؤون مجلس الوزراء في دولة الإمارات العربية المتحدة

مكتب التطوير الحكومي والمستقبل في دولة الإمارات العربية المتحدة

مكتب "بوليصي هورايزنس" في كندا

مركز "استراتيجيك فيوتشرز" في سنغافورة

خدمات تكنولوجيا "مسح الأفق" التي يقدمها المكتب الحكومي للعلوم في المملكة المتحدة

جهود الاستشراف الاستراتيجي داخل المفوضية الأوروبية

شبكة خبراء ومصممي المستقبل المنتشرين في جميع أنحاء الاتحاد الأوروبي

المشروع الوطني للبحوث والاستشراف التكنولوجي في جنوب أفريقيا

أجندة الاتحاد الأفريقي 2063

تتطلب مواجهة التحديات العالمية، مثل تغيّر المناخ والطاقة المستدامة والأوبئة، اعتماد مناهج وأطر عمل متعددة الجوانب بحيث تجمع بين العلوم والسياسة الخارجية، ومن أبرز الأمثلة على ذلك ما بات يُعرف بـ "الدبلوماسية العلمية"،[735] وهو مفهوم يقوم على دمج الخبرات العلمية في صنع السياسات، وقد أدى إلى تغييرات هيكلية في الحكومات التي اعتمدت هذا الأسلوب.[736] وتعتمد الدبلوماسية العلمية الاستباقية على العلم والابتكار لترسيخ أواصر التعاون مع الجهات المؤثرة غير المملوكة للدولة (مثل شركات التكنولوجيا، والمجتمع المدني، والمنظمات الدولية)، وبذلك تتمكن الدول من تعزيز الشراكات وجذب المزيد من الاستثمارات.[737] ومع ذلك، أظهرت الاتجاهات الجديدة التي شهدناها مؤخراً فجوة بين العلم والسياسة الخارجية، شملت انقسامات ثقافية ومهنية بين العلماء والدبلوماسيين.[738]

والأمر مماثل بالنسبة إلى السيناريوهات المستقبلية، إذ يجب على الشبكات العلمية والتكنولوجية العالمية، التي تعمل على إيجاد حلول للتحديات المستقبلية العالمية المعقدة، أن تعمل بشكل أفضل مع المنظمات الوطنية والدولية ومتعددة الأطراف التي تسعى إلى مواجهة تحديات محلية وعالمية أيضاً.[739]

وبالمثل، نجد أن أغلب أبحاث العلوم السياسية والعلاقات الدولية التي يتم إجراؤها ضمن برامج التعليم العالي والبحث العلمي، خاصة في الولايات المتحدة، تتمحور حول دراسة الماضي، وغالباً ما تتجاهل التأثير المحتمل لبحوثها في تشكيل معالم المستقبل،[740] كما تركز المنشورات الأكاديمية في الدوريات العلمية الكبرى غالباً على الأدلة التجريبية بدلاً من البحث عن أجوبة للتساؤلات المستقبلية المعقدة.[741]

مع ذلك، هناك بالفعل بعض الأمثلة على دمج السيناريوهات المستقبلية في العمل الدبلوماسي، حيث يعمل "مختبر أهداف التنمية المستدامة" على تنظيم مناقشات مع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة والمنظمات الدولية التي تعمل على نشر الوعي حول الاتجاهات العلمية المستقبلية السائدة وبناء جسور التواصل والتعاون بين الجهات الفاعلة والمبتكرين، استعداداً للتحديات المتوقعة.[742] كما تعتمد بعض الجهات آليات تشاور لدعم صانعي القرار تشمل أطرافاً متعددة وتركز على المستقبل، مثل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) والشراكة العالمية للذكاء الاصطناعي (GPAI).[743]

ويعد استشراف المستقبل جزءاً بالفعل من عملية التخطيط الاستراتيجي وصناعة السياسات لدى العديد من الحكومات حول العالم، وذلك من خلال تبني ممارسات مسح الأفق للوقوف على التهديدات والفرص المستقبلية، واستكشاف المشهد المعقد للتكنولوجيا والعلوم والتنمية المستدامة. ومن الأمثلة على ذلك جهود وزارة شؤون مجلس الوزراء[744] ومكتب التطوير الحكومي والمستقبل في دولة الإمارات العربية المتحدة،[745] ومكتب "بوليصي هورايزنس" في كندا[746] ومركز "استراتيجيك فيوتشرز" في سنغافورة،[747] وخدمات تكنولوجيا "مسح الأفق" التي يقدمها المكتب الحكومي للعلوم في المملكة المتحدة،[748] وجهود الاستشراف الاستراتيجي داخل المفوضية الأوروبية وشبكة خبراء ومصممي المستقبل المنتشرين في جميع أنحاء الاتحاد الأوروبي،[749] والمشروع الوطني للبحوث والاستشراف التكنولوجي في جنوب أفريقيا،[750] وأجندة الاتحاد الأفريقي 2063.[751]

الفرصة المستقبلية

في حين أن العديد من الحكومات تعتمد استشراف المستقبل في عملياتها المتعلقة بالتخطيط الاستراتيجي والإدارة، فإن توسيع نطاق ممارسته ليشمل جميع الدول يمكن أن يحسن من عمليات التفاوض والتنسيق للوصول إلى رؤية مشتركة طويلة الأجل.[752] ويمكن للدول تنسيق التعاون الاستشرافي الثنائي أو متعدد الأطراف من خلال آلية رسمية تجمع بين الحكومات لتقييم محركات التغيير وتخيّل المستقبل. وفي هذه الحالة ستستفيد الدول من تنوع الخبرات ومشاركة المعرفة، وستعمل معاً على وضع حلول وسياسات استباقية للتحديات الملحة والمعقدة. ومن شأن ذلك أن يساعد في تطوير السياسات ودفع عجلة التعاون من خلال تحديد الأهداف المشتركة المرتبطة بتحقيق النمو والازدهار وتحسين جودة الحياة قبل أن تتفاقم حدة التحديات العالمية،[753] وهو ما تعنيه كلمة "دبلوماسية".

الإيجابيات

تصوّر سيناريوهات مستقبلية بالتعاون بين الدول حول التحديات المتنوعة، بدءاً من تغير المناخ ووصولاً إلى تطور سلاسل التوريد العالمية، للاستعداد للتغيرات الكبرى التي قد لا تتوقعها الدول عند العمل بمفردها.[754] ومن هنا، تعمل "الدبلوماسية الاستشرافية" على مأسسة التعاون الدولي القائم على الأدلة ومبدأ التفكير الاستباقي، مما يوفر حلولاً مستدامة للتحديات الحالية والمستقبلية.

المخاطر

استخدام أدوات استشراف المستقبل ونماذجه بطريقة غير سليمة في ظل انحياز بعض الدول لتوجه معين، وتفضيل سيناريوهات مستقبلية محددة، كل ذلك قد يؤدي إلى حلول غير فعالة، ويشكك في جدوى مبدأ "الدبلوماسية الاستشرافية".

الفرصة 37

التأثير: قريب المدى

المتغيرات الغامضة

الأنظمة، التكنولوجيا

التوجهات العالمية الكبرى

نمو اقتصادات الأعمال المستقلة

الاتجاهات السائدة

الشراكة بين القطاعات
مستقبل العمل
توليد الأفكار وريادة الأعمال
التعاون الدولي
التشجيع على الابتكار

القطاعات المتأثرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية

ماذا لو استطعنا تأسيس أعمالنا الخاصة في كل دول العالم بخطوة واحدة فقط؟

رخصة تجارية عالمية

معاهدة دولية تسهّل حصول الشركات الناشئة والصغيرة على رخصة تجارية عالمية صالحة في دول متعددة.

الواقع الحالي

نما حجم التجارة العالمية في الفترة بين عامي 1950 و2022 بنسبة 4500% ليصل إلى أكثر من 24 تريليون دولار،[755] ومن المتوقع أن ينمو بنسبة 3.3% إضافية في عام 2024.[756] ومع ذلك، لم يستفد الجميع من هذا التوسع السريع في التجارة العالمية،[757] حيث تواجه الشركات الصغيرة فجوة تمويلية تصل إلى 2 تريليون دولار[758] تمنعها من الاستفادة من فرص التجارة العالمية بالشكل الذي تطمح إليه.[759] وهكذا، فكلما كانت الشركة أصغر، زادت صعوبة مشاركتها في التجارة الدولية.[760] في الوقت ذاته، يشهد العالم حالياً ركوداً تجارياً واسع النطاق، إذ بلغت نسبة نمو التجارة 0.8٪ فقط في عام 2023 بسبب مجموعة من العوامل، منها التضخم وارتفاع أسعار الفائدة والتوترات الجيوسياسية.[761]

غالباً ما تشكل الحواجز التجارية غير الجمركية أكبر عائق أمام التجارة الدولية، وهي الحواجز التي تمنع حرية التجارة خلاف الرسوم الجمركية كالقيود الأخرى على السلع الأجنبية والدعم المحلي لبعض السلع الوطنية، حيث يتجاوز تأثيرها في الوصول إلى الأسواق تأثير التعريفات الجمركية بأكثر من الضعفين.[762] فعلى سبيل المثال، يبلغ متوسط تكلفة الحواجز غير الجمركية في الاتحاد الأوروبي أكثر من 13%، مقارنة بأقل من 2% للتعريفات الجمركية في صناعة الأغذية على سبيل المثال.[763] كما تبلغ تكلفة الحواجز غير الجمركية 1.6% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي، أي 1.4 تريليون دولار أمريكي سنوياً.[764] وقد تسهم التغييرات في هيكل التجارة العالمية التي تفيد الاقتصادات النامية والناشئة في تقليل الحاجة إلى المساعدات الإنسانية،[765] كما يمكن أن يؤدي الاعتراف المتبادل بين الدول بمعايير التصدير إلى القضاء على أشكال الحواجز غير الجمركية.[766]

تشكل الشركات الصغيرة 99٪ من مجمل الشركات في الولايات المتحدة، ويعمل بها أكثر من 45٪ من العاملين في الولايات المتحدة.[767] الجدير بالذكر، أن من بين كل 5 شركات في الولايات المتحدة تفشل شركة واحدة على الأقل في عامها الأول، بينما يصل معدل عدم النجاح إلى نصف عدد الشركات في غضون 5 سنوات، وما يقرب من الثلثين بعد 10 سنوات.[768] ووفقاً لتقرير المرصد العالمي لريادة الأعمال للعامين 2022 و2023، فإن أكثر من 40٪ من رواد الأعمال المحتملين في 37 من أصل 49 دولة شملها الاستطلاع يخشون الفشل، وتصل هذه النسبة إلى أكثر من 60٪ في السعودية وتقرب من 60٪ أيضاً في الصين، مما يعيق تطور الشركات الناشئة.[769] وعلى النقيض، تقل هذه النسبة إلى أقل من 40٪ في دولة الإمارات العربية المتحدة وأقل من 20٪ في كوريا الجنوبية.[770]

تشكل الشركات الصغيرة 99%
من مجمل الشركات في الولايات المتحدة، ويعمل بها أكثر من
45% من العاملين

الفرصة المستقبلية

إبرام معاهدة دولية تسهل الحصول على رخصة تجارية عالمية للشركات الصغيرة والناشئة تمكنها من مزاولة أنشطتها في دول متعددة، إذ يمكن تأسيس الشركات الصغيرة والشركات الناشئة في مدن أو دول متعددة بموجب طلب تسجيل واحد، ويستمر هذا الترخيص لبضع سنوات وفق شروط ومتطلبات مشتركة في جميع المدن أو الدول المعنية، بما في ذلك على سبيل المثال، تحديد الحد الأدنى لعدد الموظفين أو الأنشطة التجارية، بما يضمن عدم إنشاء شركات وهمية.

هذه الخطوة تعني أكثر بكثير من مجرد افتتاح فرع للشركة، إذ يقلل هذا الترخيص من الحواجز التي تحول دون إنشاء الشركات، ويمكّن أساليب التجارة العابرة للحدود. وستعمل سلاسل التوريد المعتمدة على تقنية البلوك تشين على تسهيل التخليص الجمركي الآلي وتعزيز الشفافية والثقة، مما يوفر قدراً أكبر من المرونة المالية.[771] وإلى جانب التأثير الإيجابي لاتفاقية تيسير التجارة التابعة لمنظمة التجارة العالمية،[772] سيؤدي تحسين الكفاءة وتخفيض التكاليف نتيجة تطبيق هذه الخطوة إلى تعزيز التجارة ورفع معدلات التوظيف. كما سيعزز ذلك عمل الجهات التنظيمية، بحيث لو ارتكبت الشركة مخالفة قانونية في دولة ما يمكن الكشف عنها بسهولة في دولة أخرى، مما يقلل من وقت اكتشاف المخالفات.

الإيجابيات

تمثل هذه الخطوة ممرات للشركات الصغيرة والناشئة للعمل عبر الدول والقطاعات المختلفة وجسوراً للوصول إلى الأسواق العالمية، مما يعزز التوسع في ريادة الأعمال، وتدفقات رأس المال، ومرونة سلاسل التوريد.

المخاطر

ما يزال تأسيس الأعمال التجارية مكلفاً ومعقداً بسبب تنوع التشريعات العالمية، مما يهدد بظهور الشركات "الوهمية" دون وجود كيان حقيقي أو موظفين، مما قد يسهل أنشطة غسيل الأموال.

الابتكارات المستقبلية

القدرة على تغيير أساليب الحياة جذرياً من خلال تغيير النماذج التي تعيش وفقها الدول والمجتمعات والأفراد، ودعم تمكين الأفراد والمجتمعات لتشجيع الابتكار والتحسين، ومن ثم تطوير البشرية للوصول إلى عوالم رقمية وغير رقمية جديدة.

الـفـــرصـــــــــة 38

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغـامضـة

الأنظـــمة والقـــيم

التوجـهات العـالمية الكبرى

إعـادة تحـديد الأهـداف الإنسـانية

الاتجـاهات السـائدة

مستقبل التعليم
مستقبل العمل
التنوّع المعرفي بين الأجيال
إطالة العمر والحيوية
الصحة النفسية

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطريان
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لو حصل الشباب على معاشات التقاعد ولم يضطر كبار السن للتوقف عن العمل؟

عـكـــس المســـار المـهـــني

ماذا لو تخيلنا المسار المهني المعتاد بالمقلوب؟ فالشباب في بداية حياتهم المهنية يحصلون على معاشات تقاعدية ليتفرغوا لاستكشاف اهتماماتهم، ثم يمرون بفترة نمو يحققون فيها الإنجازات، ثم يختتم المتقاعدون هذه الرحلة بالمشاركة في "المنح التدريبية". هذا التصور الذي يعيد هيكلة منظومة العمل بالكامل سيعزز ديناميكية وتنوع عملية التوظيف والمشاركة المجتمعية بين مختلف الأجيال.

الـواقـــع الحـــالي

بحلول عام 2050، من المتوقع أن يكون 4 أفراد على الأقل من أصل 10 ينتمون إلى الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية قد تجاوزوا سن الخمسين،[773] بينما قد يصل متوسط العمر المتوقع حول العالم إلى 77.2 عاماً،[774] مع زيادة عدد الأفراد الذين تتخطى أعمارهم 80 عاماً بثلاثة أضعاف، ليصل إلى 426 مليون نسمة.[775]

وأشارت نتائج استبيان أجراه مركز "بيو" للأبحاث عام 2023 إلى أن كبار السن من الموظفين هم الفئة العمرية الأكثر استمتاعاً بالعمل.[776] كما أظهر استبيان آخر أُجري عام 2023 في 34 سوقاً عالمياً انخفاضاً كبيراً في عدد الأفراد الذين يخططون للتقاعد قبل بلوغ 65 عاماً، لتتراجع نسبتهم من 61% في عام 2022 إلى 51% في عام 2023.[777] ومن المحتمل أن يؤدي تمديد سن التقاعد إلى تعزيز نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 19% بحلول عام 2050 في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.[778]

وفي استبيان أجراه المنتدى الاقتصادي العالمي وشركة "ميرسر" حول طول العمر، أفاد 80% من المشاركين بأنهم محاطون بأصدقاء يمكن الاعتماد عليهم، إلا أن 40٪ منهم أعربوا عن شعورهم بالعزلة، فيما خشي 30٪ من الوحدة في المستقبل.[779] وقد سلّط المنتدى الاقتصادي العالمي الضوء على الشعور بالوحدة باعتباره أزمة صحية عامة، إذ يعادل تأثيره تدخين 15 سيجارة يومياً.[780] وتتزايد المخاوف حول مستقبل فرص العمل، لا سيما في صفوف الشباب، وذلك في ظل تسارع التطور التكنولوجي وزيادة الاعتماد على الذكاء الاصطناعي.[781] إضافة إلى ذلك، فإن الشعور بالوحدة لا يؤثر على المتقاعدين فقط، بل على فئة الشباب أيضاً.[782]

بحلول عام 2050، من المتوقع أن يكون

4 أفراد على الأقل من أصل 10

ينتمون إلى الدول الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية قد تجاوزوا سن الخمسين

الفرصـــة المســـتقبلية

نظراً لارتفاع متوسط عمر الإنسان والتأثير الإيجابي لتفاعل كبار السن مع المجتمع،[783] قد يمثل عكس المسار المهني المعتاد فرصة جديدة، تمكّن الشباب من بدء مسيرتهم المهنية بمرحلة يحصلون فيها على "معاش تقاعدي"، تليها فترة نمو وظيفي (كتلك المعمول بها في يومنا هذا)، قبل تتويج رحلتهم بمرحلة "المنح التدريبية" للمتقاعدين.

ويحصل الأفراد في بداية مسيرتهم المهنية على دخل أساسي لمساعدتهم في استكشاف مختلف الخيارات المهنية المتاحة أمامهم ضمن إطار زمني محدود. وفي المقابل، يتمتع الأفراد الأكبر سناً بفرصة المشاركة في المنح التدريبية، بما يضمن استمرار تفاعلهم ومشاركتهم في العمل في حال اختاروا ذلك. هذه النظرة ستؤدي إلى إعادة هيكلة القوى العاملة المستقبلية، وضمان استمرار مشاركة الأجيال الأكبر سناً في العمل، كما أن تصميم بيئة العمل بهذه الطريقة سيعزز نقل المعرفة بين الأجيال، ويزيد الإنتاجية والمرونة المؤسسية.[784]

الإيجـابيات

يستكشف الأفراد في بداية مسيرتهم المهنية اهتماماتهم دون التعرض للضغوط المرتبطة بتوفير الدخل الثابت، بينما يركزون أكثر على تحقيق الإنجازات والنجاحات. أما المتقاعدون فيستمرون في المشاركة في العمل، مما يعزز شعورهم بالرضا عن حياتهم. ويحقق استثمار "الدخل الأساسي الشامل" عوائد متنوعة، ويساعد في عملية التوظيف في مؤسسات العمل الخيري التي غالباً ما تواجه صعوبة في استقطاب الأفراد في بداية حياتهم المهنية.[785]

المخـــاطـر

تشمل المخاطر نقص الخبرة لدى الأفراد في بداية حياتهم المهنية، وصعوبة الحصول على وظائف بدوام كامل بعد ذلك، إلى جانب الصعوبات في تأمين "منح تدريبية" مناسبة للمتقاعدين، وتراجع مستوى التحفيز المهني والاعتماد على الذات.

تتزايد المخاوف بشأن مســـتقبـل العـمل، في مواجـهة التقـدم التكـنولوجـي والذكـاء الاصـطناعـي

الـفـــرصـــــــــة 39

التأثيـــر بعـــيد المـــدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجـيا، القـيم المسـتقبلية

التوجـهات العـالمية الكبرى

الأتمـتة والتعـايش مع الروبـوتات المسـتقلة

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
الأتمتة
الممارسات البيئية والاجتماعية وحوكمة الشركات (ESG)
قياس ما هو أبعد من الناتج المحلي الإجمالي
مستقبل الأهداف والعمل
الإنسان في مواجهة الآلة

القطـاعات المتأثـرة

السيارات والفضاء والطيران
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات المالية والمستثمرون
الصحة والرعاية الصحية
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
العقارات
السفر والسياحة

ماذا لو امتد النظام التعليمي لمدى الحياة؟

ابتكـــار نمـــاذج عـــالمية للتعـــليم

يركز المستقبل على التطورات التكنولوجية المتسارعة، وستسهم ممارسات مثل توحيد التعليم على مستوى العالم والتعلم مدى الحياة والشراكات الدولية، في تعزيز اقتصاد المعرفة العادل والمرن والمستدام، وتحقيق النمو والازدهار وتحسين جودة الحياة.

الـواقـــع الحـــالي

مع تقدم التكنولوجيا، من الاتصال المتقدم والحوسبة الطرفية والكمومية وصولاً إلى تحويل مزيد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى أدوات لتحقيق الصالح العام،[786] يتعين على الأفراد تحسين مهاراتهم في استخدام الآلات لزيادة الإنتاجية.[787] سيُغيّر الذكاء الاصطناعي الطريقة التقليدية التي يكتسب من خلالها الإنسان المعرفة ويستخدمها، مما يمكّن جميع سكان العالم من استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي للتواصل والإبداع.[788] هذه الأدوات تمتلك القدرة على أداء المهام التي كان يقوم بها الإنسان، مثل الرد على استفسارات العملاء وجمع الوثائق القانونية.[789] ففي الولايات المتحدة الأمريكية، على سبيل المثال، أكد حوالي 30% من الأفراد أنهم استخدموا "تشات جي بي تي" أو أدوات الذكاء الاصطناعي الأخرى لأداء مهام متعلقة بالعمل.[790] وفي المستقبل، من المحتمل أن يستخدم الناس روبوتات الدردشة المدعومة بالذكاء الاصطناعي أكثر من محركات البحث،[791] كما سيشهد قطاع التعليم تحولاً[792] جذرياً. فبين العامين 2013 و2021، تضاعفت المنشورات العلمية السنوية حول الذكاء الاصطناعي،[793] وزادت استثمارات الشركات في هذا المجال بحوالي 30 ضعفاً.[794]

في اقتصاد المعرفة، ترتبط إجراءات العمل بكيفية تطوير العقل البشري للأفكار، مما يجعل نمو المعرفة عنصراً محورياً في النشاط الاقتصادي.[795] لكن من خلال نظرة سريعة على أداء الاقتصاد في الماضي، سنجد أن ممارسات الإنتاج الأكثر تقدماً لم تكن من الضروري هي الأكثر كفاءة أو دقة، لكنها تتمتع بإمكانات كبيرة لتحقيق الإنتاجية وتُشكل مصدر إلهام لإحداث تغيير واسع النطاق عبر القطاعات.[796] ومثلما تحدى اقتصاد المعرفة مفهوم تناقص العائدات الهامشية من خلال جعل الابتكار عملية مستمرة، وبالتالي تعزيز إمكانات العرض والطلب بشكل كبير،[797] هذا ما ستقوم به أيضاً التكنولوجيا المتقدمة وبالأخص الذكاء الآلي المتقدم.

في الولايات المتحدة الأمريكية،

حوالـــي 30%

من الأفراد أنهم استخدموا "تشات جي بي تي" أو أدوات الذكاء الاصطناعي الأخرى لأداء مهام متعلقة بالعمل

الفرصـــة المســـتقبلية

اقتصاد المعرفة المستقبلي هو نظام لضبط الإنتاج والاستهلاك يركز على تحسين جودة حياة الأفراد على المدى الطويل، ودمج مبادئ المساواة والمرونة والاستدامة. وتستند التنافسية في هذا النظام على أساس حماية المصالح المستقبلية للأفراد وتحسين جودة حياتهم. ومع زيادة التعاون بين الإنسان والآلة، سيتم تشجيع الأفراد على قضاء المزيد من الوقت في تطوير وجهات نظر فريدة حول التحديات والحلول الفعالة والتي تتجاوز ما تستطيع الآلة أن تتوصل إليه.[798]

ومع تزايد معدلات أتمتة المهام، ستتطور الأدوار الوظيفية لتشمل إدارة الأنظمة الذكية والإشراف عليها، وضمان الامتثال والجودة والحوكمة الفعالة، وإعداد التقارير عن الأداء مع مراعاة الشفافية والمساءلة. كما ستصبح المهارات التحليلية وقدرات التفكير الإبداعي من أبرز المهارات التي يجب أن تتحلى بها فرق العمل.[799] ويؤكد اقتصاد المعرفة أهمية الإبداع والخيال والتجريب والتفاعل الديناميكي بين الإنسان والآلة والتقدم التكنولوجي،[800] وكلها محركات أساسية لابتكار نماذج عالمية للتعليم ودعم مبدأ التعلم مدى الحياة.

الإيجـابيات

الدمج بين الإبداع البشري والإبداع الآلي سيؤدي إلى ابتكار حلول جديدة للتحديات العالمية وإحداث نهضة في عالم الفن والإبداع، وتحقيق أفضل مستوى ممكن للإنتاجية، مما يضمن تحقيق الاستدامة والازدهار للأجيال الحالية والمستقبلية.

المخـــاطـر

قد يؤدي الاعتماد على الذكاء الآلي المتقدم إلى تقلص بعض المهارات العملية والمعرفية، لا سيما في الحالات النادرة التي قد يصعب فيها الوصول إلى الذكاء الآلي المتقدم. وقد تتأخر المجتمعات التي لا يمكنها توظيف الذكاء الآلي المتقدم عن الركب العالمي اقتصادياً واجتماعياً. كما أن اقتصادات العولمة لن تكون هي الخيار المفضل لدى جميع الأفراد أو الدول في إطار سعيها لتحقيق النمو والازدهار وجودة الحياة.

اقتصاد المعرفة المستقبلي هو نظام لضبط الإنتاج والاستهلاك يركز على تحسين جودة حياة الأفراد على المدى الطويل، ودمج مبادئ

المساواة والمرونة والاستدامة

الـفـــرصـــــــــة

40

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغـامضـة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

تسارع الانتقال إلى الواقع الرقمي الجديد

الاتجـاهات السـائدة

الحوسبة المتطورة
الاتصال المتقدم بالشبكة
الذكاء الاصطناعي
الواقع الممتد
الإبداع البشري والآلي

القطـاعات المتـأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
السفر والسياحة

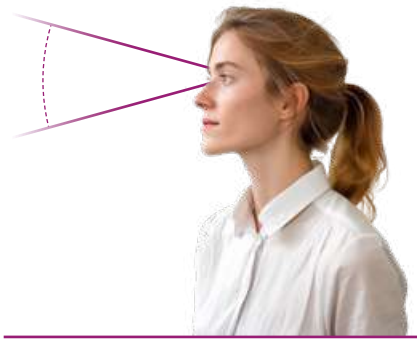
ماذا لو حصل الشباب على معاشات التقاعد ولم يضطر كبار السن للتوقف عن العمل؟

لمـــس بـلا تـلامـــس

الذكاء الاصطناعي التوليدي

ستؤدي تقنيات اللمس في العالم الافتراضي إلى تحسين تجربة الألعاب الإلكترونية والواقع الرقمي والرعاية الصحية والحياة اليومية، من خلال توفير تجارب غامرة من دون الحاجة إلى الأجهزة القابلة للارتداء لجميع أفراد المجتمع وخصوصاً الذين يعانون من ضعف النظر.

الـواقـــع الحـــالي



يعاني أكثر من 2.2 مليار شخص حول العالم من حالات قرب أو بُعد النظر،[801] ما يشكل عبئاً كبيراً على الاقتصاد العالمي، إذ يؤدي إلى خسارة في الإنتاجية تُقدر بأكثر من 410 مليار دولار سنوياً.[802] كما أن أكثر من 75% من الأفراد في سن العمل المصابين بالعمى الكلي أو الجزئي لا يستطيعون العمل.[803] ومع تقدم سكان العالم في السن وزيادة طول العمر، تزداد الحاجة إلى الرعاية بصحة العين.[804] فبحلول عام 2050، قد يصل عدد الأشخاص الذين يعانون من ضعف النظر الشديد عن بُعد إلى 895 مليون فرد، وقد يُصاب 61 مليون منهم بالعمى.[805]

تؤدي المستقبلات الحسية في الجلد دوراً أساسياً في قدرة الفرد على تحسس الأشياء والتحكم في حركته.[806] وتُستخدم العديد من أجهزة استشعار اللمس الاصطناعية، مثل تلك التي تعمل بالشحن الكهربي والمقاومة الضغطية والمغناطيسية، في الأجهزة القابلة للارتداء والأعضاء الاصطناعية والروبوتات لتحسين المهارات الحركية والمراقبة.[807] وتقوم مجموعة متنوعة من الأجهزة القابلة للارتداء (مثل القفازات والقمصان والقبعات) بنقل تقنيات اللمس في الهواء من خلال الموجات فوق الصوتية إلى جلد الشخص الذي يرتدي الجهاز، ما يؤدي إلى "قراءة" المعلومات البصرية القريبة والبعيدة، مثل النصوص والخطوط والأشكال وغيرها، على شكل لغة "برايل" بشكلٍ فوري.[808]

غير أن الأجهزة القابلة للارتداء لا تتيح للشخص القدرة على التحسس بشكل كامل في جميع أجزاء اليد، مثل باطن اليد وأطراف الأصابع،[809] هذا بالإضافة إلى تعرض الأجهزة إلى الاستهلاك واعتمادها على الاتصال اللاسلكي. علاوة على ذلك، تظهر بعض التحديات المتعلقة بطول عمر الأجهزة التي تعمل بالاتصال بالجلد بسبب تجدد خلايا الجلد وعدد من العوامل الخارجية. كما قد تتعطل تجربة اللمس بسبب تعطل الأجهزة القابلة للارتداء وقد تؤدي القفازات الضخمة أيضاً إلى إجهاد العضلات.[810] وتستخدم التقنية اللمسية التي تعمل بالتقنيات اللمسية الذبذبية أكثر من 200 ذبذبة أو حركة فريدة لتوفير الإحساس باللمس بشكل اصطناعي.[811] أما فيما يتعلق باستخدام هذه التقنية في العمليات الجراحية، فمع أنه يتم إجراء حوالي 310 ملايين عملية جراحية حول العالم سنوياً.[812] وارتفاع معدل الجراحة طفيفة التوغل مثل عمليات التنظير بأكثر من أربعة أضعاف ونصف منذ ثمانينيات القرن الماضي،[813] لم يحقق بعد أي منتج للاستشعار اللمسي نجاحاً تجارياً في هذا المجال[814] لأن الافتقار إلى ردود الفعل اللمسية قد يؤدي إلى تلف الأنسجة،[815] نتيجة التعامل بقوة زائدة مع الأنسجة وبقدر أقل من الحساسية والدقة.[816]

تتكون تقنية اللمس من أنظمة وأجهزة تحفز اللمس والشعور بردود فعل لمسية متعددة الأشكال مثل الذبذبات أو الضغط أو التغير في درجة الحرارة.[817] وتؤدي هذه التقنية دوراً أساسياً في الألعاب الإلكترونية والواقع الافتراضي والرعاية الصحية[818] وصناعة السيارات. وتجدر الإشارة إلى أن قيمة سوق التقنيات اللمسية سترتفع من 16.8 مليار دولار في عام 2022 إلى 47 مليار دولار بحلول عام 2030، بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 13.7%.[819]

يعاني أكثر

2.2 مليار شخص

حول العالم من حالات قرب أو بُعد النظر

الفرصـــة المســـتقبلية

تسهم التطورات في الذكاء الآلي والتقنيات اللمسية في تحول تجارب الألعاب الإلكترونية والواقع الرقمي، بالإضافة إلى العمليات الجراحية وقطاعات الهندسة والتصنيع والتعليم، والحياة اليومية للأفراد الذين يعانون من ضعف النظر. وتمكن هذه التقنية الأفراد من التفاعل مع البيئة الحقيقية أو الافتراضية المحيطة بهم بطريقة أسهل وأعمق من دون الحاجة إلى الأجهزة القابلة للارتداء.[820]

تستخدم تقنيات اللمس المتقدمة، والتي تُدعى أيضاً تقنيات "اللمس في الهواء" أو اللمس اللاتلامسي، الموجات فوق الصوتية أو القوى الكهربائية الساكنة أو الحرارة الناتجة عن الضوء أو البلازما الكهربائية، أو كل ما سبق، لتوليد الإحساس باللمس من دون أي اتصال مباشر، أي بدون تلامس، بحيث تستطيع التقنية نقل ردود الفعل إلى جسم المستخدم والتأقلم مع حركاته من دون أي اتصال جسدي.[821] وعلى غرار تقنية اللمس من خلال التلامس، مثل الأجهزة اللمسية الذبذبية، تطرح تقنيات اللمس بدون تلامس تحديات أكثر تعقيداً، منها تفاوت حدة الحركة، والتحديثات السريعة، والحاجة إلى مواءمة الأنماط مع الأجزاء المتحركة من الجسم.[822] ويتم تحسين الخوارزميات لتحسين تجربة المستخدم، ودمج البيانات متعددة الصيغ، وتحديد الأنماط الفعالة بشكلٍ يتجاوز نموذج التعلم من خلال المحاولة والخطأ.[823]

الإيجـابيات

يتمكن الأفراد، مهما اختلفت قدراتهم البصرية، من التفاعل بشكلٍ كامل مع البيئة المحيطة بهم، ما يضمن استقلاليتهم ويحسن جودة حياتهم وإنتاجيتهم. وتصبح المهام اليومية التي تستخدم المعلومات البصرية أسهل بكثير للأشخاص المصابين بالعمى أو ضعف النظر، ابتداءً من استخدام وسائل النقل العام وصولاً إلى مشاهدة التلفاز وغيرها. كما تسهم هذه التقنية في تحسن مستوى النظافة في الأماكن العامة[824] وزيادة دقة العمليات الجراحية مع تفادي أي تلف غير مقصود في الأنسجة.[825]

المخـــاطـر

قد تؤدي المشاكل المتعلقة بخصوصية البيانات والأخلاقيات واحتمال إساءة استخدام هذه التقنية إلى تصورات مغلوطة لدى المستخدم. كما قد تؤثر الأعطال في إمكانية الاتصال بالشبكة إلى حد كبير في الخدمات التي تستخدم تقنيات اللمس غير التلامسية، ما يطرح مخاطر غير متوقعة أثناء العمليات الجراحية أو يعرّض الأشخاص ضعيفي النظر للخطر.

أكثر من

%75

من الأفراد في سن العمل المصابين بالعمى الكلي أو الجزئي لا يستطيعون العمل

قيمة سوق التقنيات
اللمسية سترتفع من
16.8 مليار دولار
في عام 2022 إلى
47 مليار دولار
بحلول عام 2030

الـفـــرصـــــــــة 41

التأثيـــر قـــريب المـــدى

المتغـيرات الغـامضـة

التكـنولوجـيا، القـيم المجـتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

إعـادة تحـديد الأهـداف الإنسـانية

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
المجتمعات الرقمية
مستقبل العمل
الإنسان في مواجهة الآلة
تحوّل التعليم

القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
التقنيات الغامرة
وسائل الإعلام والترفيه
الخدمات المهنية

ماذا لو حصل الشباب على معاشات التقاعد ولم يضطر كبار السن للتوقف عن العمل؟

صـــون الإبـــداع البشـــري

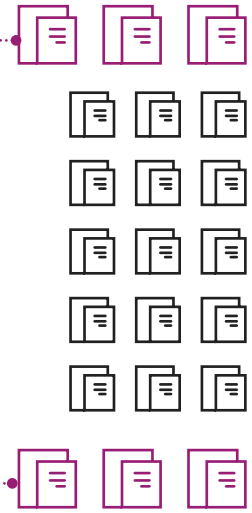
إضافة إقرار أو بيان رسمي بخصوص مصدر الأفكار، ومدى استخدام الذكاء البشري والآلي في إنشاء المحتوى، سيسهم في بداية حقبة جديدة من الابتكار والتفكير الإبداعي، ويعزز مبادئ المسؤولية والنزاهة في مختلف القطاعات.

الـواقـــع الحـــالي

طورت شركة "أوبن إيه آي" النموذج اللغوي (جي بي تي3-) في عام 2020، والذي شهد تطوراً سريعاً جداً خلال ثلاث سنوات فقط.[826] ففي حين أن تقييم أداء "جي بي تي3- " كان من بين أدنى 10% في أكثر من 30 اختباراً أكاديمياً ومهنياً، سجل "جي بي تي4-" أداءً من بين أفضل 10% في تلك الاختبارات.[827] إضافة إلى ذلك، يمتلك "جي بي تي4-" قدرة أكبر على معالجة المدخلات من الصور والنصوص، إذ يعالج حوالي 25 ألف كلمة مقارنة مع نموذج "جي بي تي3.5-" الذي يعالج 4000 كلمة، كما تزيد دقة أداء الإصدار الرابع بنسبة 40% مقارنة بالإصدار الثالث[828] وتقل احتمالات اختلاقه للمعلومات بنسبة 60% مقارنة مع نموذج "جي بي تي3.5-."[829]

في حين أن تقييم أداء "جي بي تي-3 " كان من بين أدنى 10% في أكثر من 30 اختباراً أكاديمياً ومهنياً،

سجـــل "جي بي تي-4" أداءً من بين أفضل 10%



وقد استُخدم نموذج "جي بي تي3-" لتدريب برنامج "تشات جي بي تي" الذي أطلقته شركة "أوبن إيه آي"، وهو شكل من أشكال الذكاء الاصطناعي التوليدي، ونوع من الخوارزميات التي تستطيع توليد المحتوى انطلاقاً من الأوامر التي يعطيها له المستخدم.[830] وقد تم إطلاق برنامج "تشات جي بي تي" في أواخر عام 2022 واستقطب أكثر من مليون مستخدم في غضون 5 أيام فقط، فيما وصل عدد المستخدمين إلى 100 مليون مستخدم في أواخر عام 2023.[831] أما اليوم، فتستطيع الأدوات القائمة على النماذج اللغوية الكبيرة التي يمكنها معالجة صيغ متعددة من المدخلات والنتائج، أن تكتب قصائد أو رسائل في غضون بضعة ثواني[832] وأن تنشئ الصور،[833] كما أنها ستتمكن من إنتاج الفيديوهات والمحتوى الصوتي. وسيسهم الذكاء الاصطناعي التوليدي في تحول العديد من الصناعات بدءاً من السلع المعبأة والخدمات المالية وخدمات الرعاية الصحية إلى الإعلام والاتصال[834] والقطاع الأكاديمي.[835] وعلى المدى القصير، بإمكان الذكاء الاصطناعي التوليدي أن يسهم بحوالي 4.4 ترليون دولار، مما يعزز الإنتاجية ونمو هذا القطاع، علماً بأن 80% من أبحاث الذكاء الاصطناعي الحالية تركز على الذكاء الاصطناعي التوليدي.[836]

في هذا السياق، تظهر مجموعة من التحديات الناتجة عن الصعوبة في التمييز بين المحتوى الذي ينتجه البشر وذلك الذي تنتجه الآلة، بالإضافة إلى المشاكل القانونية التي يطرحها الذكاء الاصطناعي التوليدي والمتعلقة بملكية المحتوى الذي يولده الذكاء الاصطناعي، وانتهاك حقوق المؤلف، واستخدام المحتوى في بيانات تدريب البرامج من دون ترخيص.[837] كما يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي لاستنساخ صوت الشخص وإنتاج صور وفيديوهات شبيهة إلى حد كبير بالواقع، وهذا قد يؤدي إلى تبعات جدية منها انتشار المعلومات المضللة.[838]

ويؤكد اختبار تورينغ - الذي أنشأه آلان تورينغ في عام 1950 - أنه إذا كان بإمكان الآلة الدخول في محادثة مع إنسان دون أن يكتشف أنها آلة، فإنها بذلك تكون قد وصلت إلى مستوى الذكاء البشري.[839] وفي الآونة الأخيرة، برزت ادعاءات بأن بعض أدوات الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك النموذج اللغوي لتطبيقات المحادثة "لامدا" من غوغل[840] و"تشات جي بي تي" من "أوبن ايه آي"،[841] قد اجتازت اختبار تورينغ.

الفرصـــة المســـتقبلية

في ظل التطورات التكنولوجية الهائلة التي تؤدي لتلاشي الحدود بين الذكاء البشري والذكاء الآلي، أصبح اختبار تورينغ غير كافٍ لاكتشاف مصدر المحتوى مهما اختلفت صيغته. ولذلك تستدعي الحاجة لإلزام الجميع بإضافة إقرار أو بيان رسمي بخصوص مصدر الأفكار ومدى استخدام الذكاء البشري والآلي في توليدها، بما يعزز مبدأ المساءلة والنزاهة[842] ويشهد بداية عصر جديد من الابتكار والإبداع الفكري.

ومع أهمية تطوير نطاق اختبار تورينغ ليشمل ملكية المحتوى وحقوق التأليف وفهم السياقات المختلفة، وتحديد المحتوى الذي تدخّل فيه الذكاء الاصطناعي، إلا أن تسارع وتيرة التطورات التكنولوجية تزيد من تحديات هذا التوجه وصعوبة تحقيقه.

الإيجـابيات

تزداد قيمة الذكاء البشري، ويتحول التركيز في مجالي التعليم والأبحاث إلى التفكير النقدي والمشاركة المجتمعية. ويحقق البشر أقصى استفادة من التكنولوجيا بما يعزز الإنتاجية ويزيد من الشفافية.

المخـــاطـر

يتزايد استخدام الأفراد للمحتوى الذي يتم إنشاؤه بواسطة الذكاء الاصطناعي، مما يحد من تأثير الأفكار الأصلية وانتشار المحتوى الذي ينشئه الإنسان، ومن ثمّ فقدان أصالة الذكاء والإبداع البشري بين هذا الكم الهائل من المحتوى الآلي.

الـفـــرصـــــــــة

42

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، الطبيعة

التوجـهات العـالمية الكبرى

تطـوير تقـنيات الطـاقة

الاتجـاهات السـائدة

الطباعة ثلاثية الأبعاد
الذكاء الاصطناعي
صافي الانبعاثات الصفري
تحول قطاع الطاقة
المواد الجديدة

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
المعادن والتعدين
العقارات
المرافق العامة

ماذا لو تمكـنا من توفـير الطـاقة في كـل الأوقـات في المناطـق النائية وخـارج التغطـية؟

إعـــادة ابتكـــار البطـــاريات

يمكن إعادة تصميم البطاريات لتعزيز قدرتها على تخزين الطاقة باستخدام مواد غير الليثيوم، أو باستخدام الحد الأدنى من الليثيوم مع الاعتماد على تقنيات تعلّم الآلة المتطورة، مما يتيح الفرصة لتعزيز المرونة ومستوى الاعتمادية والتطبيقات المستدامة في مختلف القطاعات.

الـواقـــع الحـــالي

في ظل التزام الشركات[843] والدول[844] حول العالم بتحقيق صافي الانبعاثات الصفري، بالإضافة إلى التوجه العالمي نحو استخدام الأنظمة الكهربائية الموثوقة وذات الأسعار المعقولة والخالية من الكربون،[845] ستتزايد الحاجة إلى حلول تخزين الطاقة بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 8.5%، لتصل إلى نحو 360 مليار دولار بحلول عام 2028 مقارنةً بـ 220 مليار دولار في عام 2022[846]، وذلك خاص بسبب الطلب المتنامي على المركبات الكهربائية[847]، إلى جانب النمو في إنشاء محطات إنتاج الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فضلاً عن الحاجة إلى معالجة الإنتاج المتقطع للطاقة.[848]

ما تزال البطاريات، خصوصاً بطاريات الليثيوم أيون، هي طريقة تخزين الطاقة الأكثر شيوعاً،[849] إذ يُعَدّ تخزين الطاقة عبر البطاريات عاملاً أساسياً لإزالة الكربون من قطاعَي النقل والتنقل، ودعم الطاقة خارج نطاق التغطية.[850] لذا من المتوقع أن ينمو الطلب على بطاريات الليثيوم أيون بنسبة 27٪ سنوياً حتى عام 2030 ليصل إلى 4700 غيغاوات ساعة من الطاقة،[851] ويعود أكثر من 80% من هذا النمو إلى الطلب في قطاع التنقل، فيما يأتي نحو 40% من هذا الطلب من الصين[852] التي تُعد من أكبر الدول المنتِجة للّيثيوم إلى جانب أستراليا وتشيلي.[853] ومع ذلك، إلى جانب التدهور مع مرور الوقت،[854] والسخونة الزائدة والسعة التخزينية المحدودة،[855] بيد أن بطاريات الليثيوم أيون المصنوعة من النيكل والكوبالت تُعتبر من الفلزات الأرضية النادرة[856] أو المعادن الحساسة،[857] إذ تتطلب جهداً هائلاً في مراحل التعدين والاستخراج مع وجود أيضاً آثار بيئية واجتماعية لهذه العمليات.[858]

ما تزال البطاريات، خصوصاً بطاريات الليثيوم أيون،

هـي طريقـة تخـزين الطـاقة الأكثـر شيـوعاً

الفرصـــة المســـتقبلية

قد نتمكن من ابتكار بطاريات فائقة الجودة بتكلفة معقولة عبر إعادة تصميم البطاريات بشكل مبتكر، وذلك باستخدام مواد مختلفة عن الليثيوم يمكن إيجادها بسهولة[859] بالاعتماد على الذكاء الآلي المتقدم،[860] حيث يتم إعادة تصميم البطاريات داخلياً لتحسين قدرتها على توليد الطاقة وتخزينها مما يؤدي إلى تحسين الأداء سواء في مركبات النقل الخالية من الكربون والمركبات الكهربائية،[861] أو الطائرات الكهربائية،[862] أو في مجال الطاقة المتصلة أو غير المتصلة بالشبكة التي يعتمد عليها التواصل عن بُعد لأغراض التعليم والعمل وتقديم الخدمات الصحية.[863]

وتشمل بدائل الليثيوم المستقبلية بطاريات الصوديوم أيون وبطاريات الليثيوم-كبريت،[864] إلى جانب بطاريات الزنك والهواء[865] وبطاريات الحالة الصلبة الأكثر أماناً والتي تتطور باستمرار نتيجة استخدام مواد جديدة ذات قدرة عالية على التوصيل.[866] كما تمتلك بطاريات الغرافين إمكانات عالية،[867] وتعد بطاريات المغنيسيوم أيون من التقنيات التي تقع بين تقنيات بطاريات الحالة الصلبة والسائلة، والتي قد توفر بديلاً آمناً ومنخفض التكلفة ومنتجاً لمستوى عالٍ من الطاقة.[868]

الإيجـابيات

تدعم تكنولوجيا البطاريات المبتكرة قطاع التنقل الصديق للبيئة، كما تربط المناطق النائية بطريقة مستدامة، وتدفع عجلة التقدم في مجال إزالة الكربون من قطاع النقل، والذي يشمل تسريع الابتكار في الطائرات الكهربائية.

المخـــاطـر

التنوع الهائل في تكنولوجيا البطاريات قد يؤدي إلى عدم توسيع نطاق تكنولوجيا بعينها أو خفض تكلفتها أو بلوغ كامل إمكاناتها. كما قد تواجه عمليات إعادة التصميم بعض التحديات في سلسلة التوريد، وبعض المشكلات المحتملة مع المواد الجديدة، وتزايد مخلفات البطاريات.

ستتزايد الحاجة إلى حلول تخزين الطاقة بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 8.5%، لتصل إلى نحو

360 مليار دولار

بحلول عام 2028 مقارنةً بـ

220 مليار دولار

في عام 2022

الـفـــرصـــــــــة 43

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، الطبيعة

التوجـهات العـالمية الكبرى

تطـوير تقـنيات الطـاقة

الاتجـاهات السـائدة

وسـائل التنقـل المتقدمة
التشجيع على الابتكار
صافي الانبعاثات الصفري (الحياد المناخي)
المواد الجديدة
تحوّل قطاع الطاقة

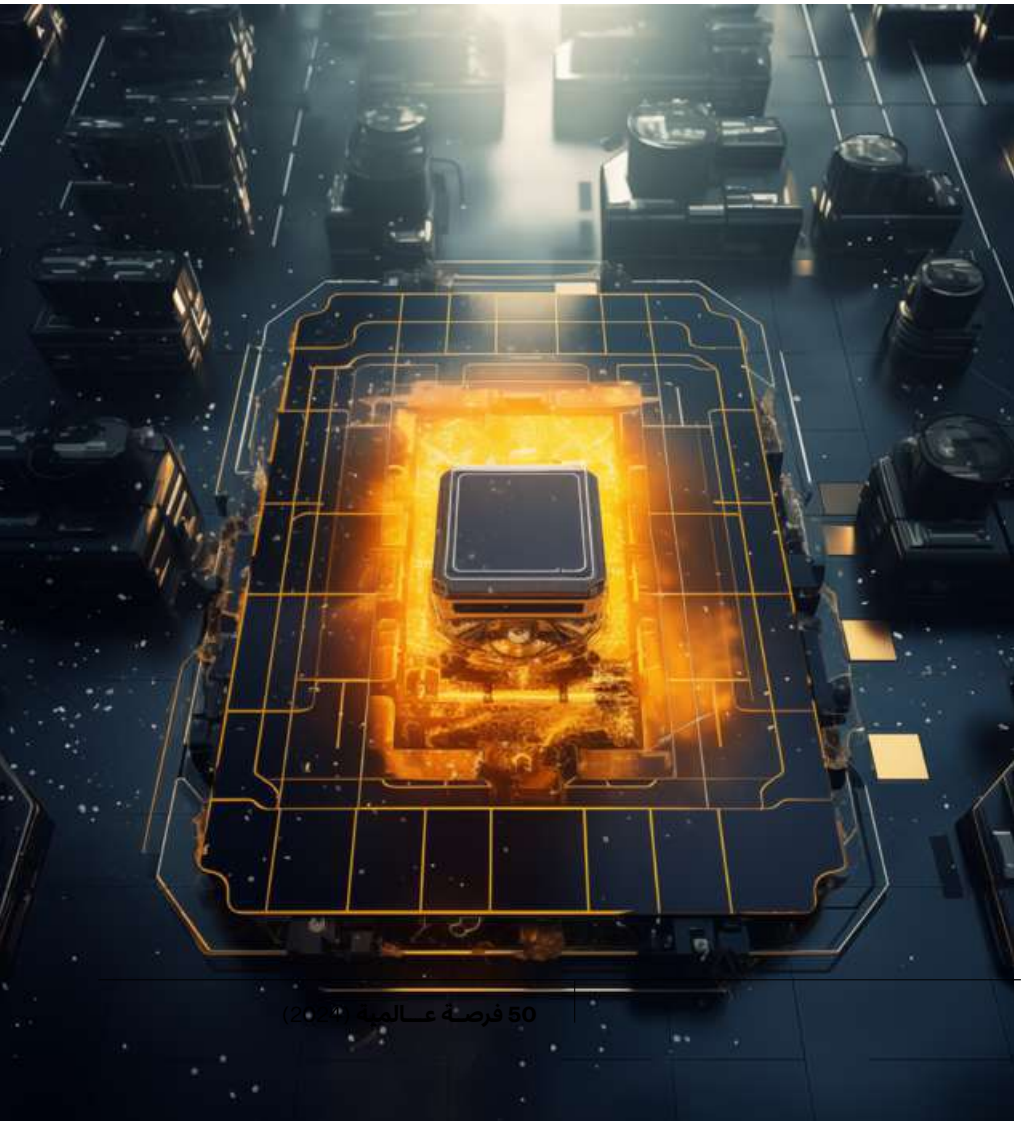
القطـاعات المتـأثـرة

السيارات والفضاء والطريان
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
المواد والتقنية الحيوية
السفر والسياحة

مـاذا لو عـملت سـياراتنا بـدون وقـود ولا كـهرباء؟

ســـــيارات شـــــمسية

يسهم الذكاء الآلي المتقدم، الذي يُستخدم في تصميم المواد الجديدة وتقنيات الطاقة الشمسية، وتكنولوجيا النانو في تحسين خلايا الألواح الشمسية وقدرتها على تخزين الطاقة، مما يتيح تطوير سيارات تعمل بالطاقة الشمسية ومقاومة للظواهر الجوية العنيفة تنافس بجودتها السيارات الكهربائية.



الـواقـــع الحـــالي

رغم الأبحاث التي أجريت على مدار أربعة عقود لتطوير سيارات متقدمة تعمل بالطاقة الشمسية، ما تزال هناك تحديات عديدة أمام هذه الصناعة.[869] وفيما واجهت شركات، مثل شركة "سونو"[870] و"لايت يير"[871] و"أبتيرا"،[872] العديد من العقبات والمتغيرات في محاولاتهم، يتنافس الطلاب أيضاً من مختلف أنحاء العالم لتحويل هذا التحدي إلى فرصة، وذلك عبر المشاركة في التحدي العالمي للطاقة الشمسية[873] والتحدي الأمريكي للطاقة الشمسية.[874] ومن المتوقع أن تبلغ عائدات سوق السيارات التي تعمل بالطاقة الشمسية 46.11 مليار دولار بحلول العام 2031 حتى في ظل الاعتماد على تقنيات الطاقة الشمسية المحدودة اليوم.[875]

تشكّل السيارات الكهربائية 18% من إجمالي مبيعات السيارات في عام 2023،[876] وقد تمثل 35% من المبيعات حول العالم بحلول عام 2030، أي بما يعادل تجنب 700 مليون طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.[877] إلا أن هذا النمو الذي تشهده السيارات الكهربائية سيشكل عبئاً على شبكة الكهرباء الحالية والبنية التحتية الخاصة بالشحن والموزّعة لتلبية الاحتياجات المتزايدة لمستخدمي السيارات الكهربائية،[878] إذ تشير التقديرات إلى أن الاستثمارات الإجمالية التي تحتاجها البنية التحتية الخاصة بالشحن قد تصل إلى 210 مليار دولار في عام 2030.[879]

بالإضافة إلى كل ما سبق، فإن نطاق المسافة التي يمكن أن تقطعها السيارات الكهربائية محدود، ما يجعلها وسيلة غير ملائمة للاستخدام في النقل التجاري أو الشخصي لمسافات طويلة. لذا، يسعى المصنّعون إلى تعزيز مرونة النظام من خلال زيادة قدرة استيعابية إضافية، باستخدام ألواح الطاقة الشمسية. فعلى سبيل المثال، أصبحت السيارات الهجينة من طراز "هيونداي سوناتا" و"تويوتا بريوس" والمزودة بالألواح الشمسية قادرة على سير لمسافة تُقدّر بحوالي 1250 كيلومتر في السنة بالاعتماد على الطاقة الشمسية فقط.[880]

ولم تقتصر الأبحاث على تقليل وزن السيارات فقط، بل عمل الباحثون أيضاً على ابتكار ألواح شمسية فائقة الرقة والمتانة بوزن أقل 100 مرة من الخلايا الحالية وقدرة إنتاجية أكثر بـ 18 مرة لكل كيلوغرام منها،[881] كما أن طلاء الألواح الشمسية (الذي يشتمل على أشباه موصلات بحجم النانو تعرف بـ "النقاط الكمومية")[882] يمكن تصنيعه بكميات تجارية كبيرة، وطباعته على أسطح متخصصة، مثل تلك المصنوعة من النسيج فائق المتانة المعروف باسم "دينيما"، وبالتالي، يسهم في الاستغناء عن الألواح الشمسية الثقيلة.[883]

الاستثمارات الإجمالية التي تحتاجها البنية التحتية الخاصة بالشحن قد تصل إلى

210 مليار دولار

في عام 2030

الفرصـــة المســـتقبلية

إلى جانب اكتشاف المواد الخام الجديدة النادرة وميزة التنبؤ المستقل بالطرقات الموفرة للطاقة في المركبات،[884] يمكّن الذكاء الآلي المتقدم التطور في تصميم ألواح شمسية مبتكرة عبر عمليات المحاكاة، وتوفير تقنية النانو المصممة لتجميع الطاقة،[885] وإنشاء مواد جديدة مثل البيروفسكيت (وهو مزيج من معادن أكسيد التيتانيوم)[886] أو حتى علوم الأحياء التركيبية،[887] مما يساعد في تصنيع السيارات العاملة بالطاقة الشمسية ومنافستها للسيارات الكهربائية العادية من حيث نطاق المسافات التي تقطعها، مع مقاومتها للظواهر الجوية العنيفة دون الحاجة إلى بطارية شحن إضافية. وسيؤدي هذا الابتكار إلى اكتشافات جديدة في مجال التنقل الخالي من الكربون، وتقليل الاعتماد على الطاقة المتصلة أو غير المتصلة بالشبكة، إلى جانب تقليل الحاجة إلى شحن السيارات.

الإيجـــابيات

تتيح تكنولوجيا الطاقة الشمسية المبتكرة تطوير سيارات مستدامة تعمل بالطاقة الشمسية، بما يسهم في خفض انبعاثات الكربون دون الحاجة للاعتماد على الشبكة، وتطوير وسائل تنقل مستدامة، لا سيما في المناطق التي يصعب فيها الوصول إلى الشحن بسهولة.

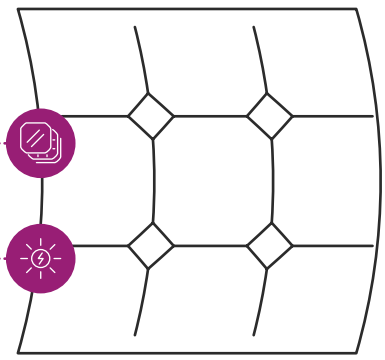
المخـــاطـر

التنوع الهائل لتقنيات الطاقة الشمسية قد يحول دون انتشار أي تقنية بعينها على نطاق واسع، كما قد تواجه عملية إعادة التصميم وتجميع المكونات تحديات مرتبطة بسلسلة التوريد. وبالرغم من استخدام مواد جديدة، قد تتعطل السيارات التي تعمل بالطاقة الشمسية عند قيادتها في ظروف مناخية صعبة، بالإضافة إلى تحديات متعلقة بالصيانة وإعادة التدوير والتخلص من الجزيئات النانوية.

عمل الباحثون أيضاً على ابتكار ألواح شمسية فائقة الرقة والمتانة

بوزن أقل 100 مرة
من الخلايا الحالية

وقدرة إنتاجية أكثر بـ 18 مرة
لكل كيلوغرام منها



الـفـــرصـــــــــــة

44

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الاهـتمام بالصحـة المتقـدمة والتغـذية

الاتجـاهات السـائدة

علم الأعصاب
تحوّل التعليم
واجهات الدماغ والحاسوب

القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
التعليم
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
المواد والتقنية الحيوية

هل سيمثل النـوم فرصـة للتعـلم واكـتساب المعـرفة؟

أحـــــــــلام واعـــــــية

تسهم التطورات في دراسات النوم وعلم الأعصاب وتقنيات واجهات الدماغ والحاسوب، المعززة بالذكاء الآلي المتقدم، في تعميق إدراكنا لمفهوم "التعلم أثناء النوم"، مما يتيح لنا القدرة على استرجاع ما تعلمناه عند الاستيقاظ.

الـواقـــع الحـــالي

إن قدرة الإنسان على اكتساب المعرفة أو تعزيز الوظائف المعرفية أثناء نومه، وقدرته على استعادة الاتصال الحسي والإبقاء على المعارف التي اكتسبها بعد استيقاظه، تبعثان الأمل حول إمكانية تعزيز عملية إعادة التأهيل المعرفي بعد الإصابة بالسكتة الدماغية،[888] وصدمات الدماغ،[889] والخرف في مراحله المعتدلة،[890] إلى جانب تطوير مهارات الإنسان بشكل عام.

فيما يتعلق بالصحة، تُعتبر السكتة الدماغية ثاني سبب رئيسي للوفاة في جميع أنحاء العالم، حيث تسببت في 6.6 مليون حالة وفاة في عام 2020، 86% منها في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل.[891] ومن المتوقع أن يرتفع معدل الوفيات بسبب السكتات الدماغية بنسبة 50%، ليصل إلى 9.7 مليون بين عامي 2020 و2050.[892] كما أُصيب 55 مليون شخص في عام 2022 بارتجاج في المخ أو ما يعرف علمياً بـ "إصابات الدماغ الرضحية"، وتخطت تكلفة معالجة هذه الإصابات 400 مليار دولار سنوياً.[893] وإلى جانب الأعباء التي تترتب على هذه الإصابات من حيث رعاية المرضى، فإن الإصابات الدماغية تزيد من خطر الإصابة بأمراض عصبية أخرى في مرحلة لاحقة من العمر.[894] ويعاني أكثر من 55 مليون شخص من الخرف في مختلف أنحاء العالم، 60% منهم في الدول منخفضة ومتوسطة الدخل، فيما تُسجل 10 ملايين حالة جديدة سنوياً.[895] ويُعد الخرف سابع سبب رئيسي للوفاة على مستوى العالم، ومن أبرز أسباب الإعاقة، حيث بلغ تأثيره في الاقتصادي العالمي 1.3 تريليون دولار في العام 2019.[896]

نظراً إلى التأثير المتوقع للتكنولوجيا في مستقبل العمل، لا بد من تطوير مهارات جديدة لتميكن الموظفين من تحسين الأداء ومواكبة التطور. ويتوقع أصحاب العمل الاستغناء عن 44% من مهارات العمال في السنوات الخمس المقبلة.[897] كما من الممكن أن يؤدي تسريع عملية التعليم وتحسين المهارات إلى زيادة بقيمة 8.3 تريليون دولار في الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحلول عام 2030.[898]

الفرصـــة المســـتقبلية

حرص علماء الأعصاب على إجراء أبحاث على مدار الستة عقود الماضية حول قدرة الإنسان على اكتساب مهارات جديدة أثناء نومه،[899] رغم أن النتائج لم تكن متسقة.[900] فخلال النوم، يستريح الإنسان ويعزز من قدرته على الحفاظ على ذاكرته بنسبة 40%،[901] كما يقوم أيضاً بمعالجة الذكريات التي اكتسبها خلال استيقاظه؛[902] لكن ما لا يرتبط عادة بالنوم هو تشفير الذكريات الجديدة، أي: التعلم.[903] تقنيات مثل التحفيز الكهربائي العابر للجمجمة يمكن أن تحفز الأحلام[٤] الواعية[904] وهي التي يدرك فيها الإنسان أنه نائم ويحلم، وبالتالي تمكّن عملية بالتعلم التفاعلي والتواصل لديه أثناء النوم.[905]

دمج دراسات النوم المتقدمة وعلم الأعصاب وواجهات الدماغ والحاسوب، المعززة بالذكاء الآلي المتقدم، تعمق فهمنا للتعلم عن كيفية ارتباط مرحلة حركة العين السريعة ومرحلة حركة العين غير السريعة خلال النوم بالتعلم[906] وتمكننا من استرجاع التعلم عند الاستيقاظ.[907] وقد يساعدنا ذلك في تصميم نظام للتعقيب وإبداء الآراء خلال النوم لتعزيز عملية التعلم.

تتمحور الأساليب المستخدمة في محاولات التعلم أثناء النوم حتى الآن حول استخدام محفزات مثل الصوت والرائحة، مع ملاحظة رد الفعل المنعكس أو تفاعلات مخطط كهربية الدماغ،[908] أثناء النوم لتأكيد عملية التعلّم،[909] إلا أن نجاح هذه الأساليب قد يكون نوعاً من الأمور النسبية أو التي تخضع لتفسيرات مختلفة حسب وجهات النظر المتنوعة.

الإيجـابيات

تحسين الوظائف المعرفية واسترجاعها واكتسابها،[910] لا سيما بعد التعرض للإصابة بالسكتة الدماغية[911] أو إصابات الدماغ الرضحية[912] أو الخرف المعتدل،[913] وإتاحة المزيد من الوقت والفرص للتعلّم لمواكبة المتطلبات المتغيرة على مستوى المهارات والخبرات المتنوعة على الصعيدين الاقتصادي والاجتماعي.

المخـــاطـر

يمكن للتقنيات المتقدمة المصممة لتحفيز التعلّم أثناء النوم أن تؤثر على صحة الإنسان العصبية، كما من الممكن أن يسيء البعض استخدامها للتلاعب بالأفكار. وقد يؤدي رفع التوقعات حول التعلّم أثناء النوم إلى زيادة انعدام المساواة لدى الأفراد الذين لا يستطيعون الوصول إلى هذه التكنولوجيا.

٤ حالة الوعي أثناء النوم.

الـفـــرصـــــــــة 45

التأثيـــر بعـــيد المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجيا، التعـاون

التوجـهات العـالمية الكبرى

الأتـمتة والتعـايش مع الروبـوتات المستـقلة

الاتجـاهات السـائدة

الحوسبة المتطورة
الذكاء الاصطناعي
الأتمتة
الشراكة بين القطاعات
المواد الجديدة

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الصحة والرعاية الصحية
البنية التحتية والبناء
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
العقارات
المرافق العامة

ماذا لو نكن في حـاجة لشـراء الأجـهزة سـوى مـرة واحـدة في العـمر؟

صـــيانة ذاتـــية للأجـــهزة

يمكن للآلات إصلاح أي خلل قد يطرأ عليها دون تدخل من البشر من خلال دمج مجالات الصيانة الوقائية والمواد الذكية وأجهزة الاستشعار المتقدمة، وبذلك تسهم في تمكين التصنيع دون توقف وضمان استدامة المنتجات الاستهلاكية والروبوتات وطول عمرها.

الـواقـــع الحـــالي

هناك العديد من الآلات والهياكل التي يصعب الوصول إليها في حال طرأ عليها أي عطل، مثل التلسكوب وكابلات أعماق البحار والأقمار الصناعية والحفارات في بعض الاماكن، كما أن إصلاح بعضها قد يؤدي إلى تكاليف باهظة ويتطلب وقتاً طويلاً قد يمتد إلى عدة أشهر أو حتى سنوات[914] وفي بعض الأحيان، قد تتضمن عملية الإصلاح خطورة على العاملين مما يؤدي إلى زيادة إصابات العمل.[915]

يعد التأثير الاقتصادي والبيئي لانعدام مفهوم "قابلية الإصلاح" تحدياً كبيراً،[916] إذ يتسبب التخلص المبكر من السلع الاستهلاكية القابلة للإصلاح في إطلاق 261 مليون طن من انبعاثات غازات الدفيئة، واستخدام 30 مليون طن من الموارد، وإنتاج 35 مليون طن من النفايات في الاتحاد الأوروبي كل عام.[917] وقد أكد 77% من المستهلكين في الاتحاد الأوروبي أنهم يفضلون إصلاح السلع[918] بدلاً من التخلص منها، بينما يُتوقع أن تسهم توجيهات "الحق في الإصلاح" التي يرتقب صدورها عن الاتحاد الأوروبي في تحقيق نمو[919] بقيمة 5.3 مليار دولار.[ف] أما في الولايات المتحدة، فقد بدأت أكثر من 40 ولاية العمل على تطوير مقترحات تشريعية واضحة حول الحق في الإصلاح.[920]

يشهد علم المواد تطوراً سريعاً بما يؤثر بشكل كبير في كل نواحي الحياة، مدفوعاً بالذكاء الاصطناعي والطباعة ثلاثية الأبعاد وعلم معلومات المواد. ففي صناعة الكيماويات، يمكن أن يساعد استخدام المواد الأكثر استدامة في خفض الانبعاثات، وزيادة المكونات المُعاد تدويرها، وإنتاج مواد كيميائية أكثر أماناً.[921] كما أن المواد المتقدمة، مثل مركبات ألياف الكربون، يمكنها أن تعزز كفاءة ومتانة شفرات توربينات الرياح، مع تقليل فترة استرداد الطاقة والكربون بنسبة 5% إلى 13% مقارنةً بالنماذج الحالية.[922] وتُعرف فترة استرداد الطاقة بالفترة اللازمة لكي يتمكن نظام الطاقة من إنتاج كمية الطاقة التي تم استهلاكها أثناء تركيبه. وقد قُدّرت قيمة السوق العالمية للمواد ذاتية الترميم بحوالي 1.68 مليار دولار في عام 2022، ومن المتوقع أن تنمو بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 24.8% من عام 2023 إلى عام 2030.[923]

قُدّرت قيمة السوق العالمية للمواد ذاتية الترميم بحوالي

1.68 مليار دولار

في عام 2022، ومن المتوقع أن تنمو بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ

24.8%

من عام 2023 إلى عام 2030.

[ف] استنادًا إلى سعر صرف اليورو مقابل الدولار الأمريكي في 30 ديسمبر 2023.

الفرصـــة المســـتقبلية

قد تجمع الآلات ذاتية الإصلاح بين الصيانة الوقائية، والتصميم القابل للإصلاح، والإلكترونيات القابلة للتمدد،[924] والمواد الذكية الجديدة، بما في ذلك المعادن[925] واللدائن المرنة والبوليمرات[926] والبطاريات البديلة وبطاريات الجيل التالي.[927]

وبدعم من الذكاء الآلي المتقدم وتقنيات الاستشعار المتقدمة،[928] تعمل الآلات ذاتية الإصلاح بشكل مثالي لتجنب التعرض للضرر عبر الجمع بين الوظائف الحسية، مما يفتح آفاقاً جديدة للاكتشاف والتطوير في البيئات النائية، أو ربما الاستكشاف والتعدين خارج كوكب الأرض.

كما ستخلو عملية التصنيع من هدر الوقت بسبب الأعطال، وستختفي الحاجة إلى الصيانة الوقائية والروتينية، وتنعدم نسبة المخاطر المرتبطة بحدوث خلل ناتج عن تعطل الآلات. ومن جانب آخر، تمكّن الأجهزة المنزلية القادرة على إصلاح نفسها المستهلكين من الاستثمار في منتجات جديدة (أو مُعاد استخدامها بطريقة إبداعية) دون انتهاك حقوق الملكية الفكرية، كما يمكن للأجهزة الإلكترونية أن تتعافى من أي ضرر تقريباً، مما يحفّز توجه السوق نحو تحديث مكونات الأجهزة بدلاً من شراء أجهزة جديدة. وعموماً، تبشر الآلات ذاتية الإصلاح بإنشاء سلسلة توريد مستدامة ودائرية بشكل شبه مثالي، بدءاً من المركبات والسفن ووصولاً إلى الطائرات والصواريخ.

الإيجـابيات

تعزيز السلامة وتقليل هدر الوقت بسبب الأعطال وإطالة عمر الآلات والروبوتات، وجميعها يسهم في خفض تكاليف الصيانة وتحسين جودة المنتجات وأتمتة الخدمات، وفتح المجال أمام الاستكشاف عن بُعد وإنشاء سلسلة توريد شبه مثالية، مع الحفاظ على حقوق الملكية الفكرية.

المخـــاطـر

أي خلل في آليات الإصلاح الذاتي للأعطال قد يتسبب في إلحاق أضرار غير مقصودة بالمستخدمين والبيئة المحيطة، كما أن الآلات المستقلة عرضة للتهديدات السيبرانية، ويمكن أن يؤدي تصميمها المعقد واتخاذها للقرار بشكل مستقل إلى زيادة التكاليف والجهود المبذولة والحد من فوائد هذه التقنية.

الـفـــرصـــــــــــة

46

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، الطبيعة

التوجـهات العـالمية الكبرى

ثـــورة المـــواد

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
التقنيات الغامرة والأجهزة القابلة للارتداء
المواد الجديدة
المواد النانوية
تحوّل قطاع الطاقة

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

هل يمكن لأقوى مادة في العالم (الغرافين) أن تنتج مياهاً صالحة للشرب؟

المـــــــادة المعجـــــــزة

يمكن أن يُحدث إنتاج الغرافين بكميات كبيرة تحولاً جذرياً في مجالات متعددة مثل تخزين الطاقة، وكفاءة وقود الهيدروجين، وتنقية الهواء، وتحلية المياه، وتقنيات الاستشعار، والرعاية الصحية، خصوصاً تقنيات توصيل العلاجات إلى مناطق محددة داخل جسم الإنسان، والطب الشخصي.

الـواقـــع الحـــالي

الغرافين من المواد التي يمكن الاستفادة منها في كل المجالات، بدءاً من الرعاية الصحية والطاقة ووصولاً إلى الحواسيب الفائقة ومواد البناء والبطاريات والخلايا الشمسية وأجهزة الاستشعار.

يُعتبر الغرافين أرق مادة يعرفها الإنسان حتى الآن، وهو عبارة عن طبقة من ذرات الكربون المرتبة ضمن مصفوفة سداسية الشكل، وهو موصل فائق للطاقة[929] وخفيف الوزن[930] وقوي (أقوى من الفولاذ بـ 200 مرة)[931] ومرن وشبه شفاف.[932] بالتالي فإن جميع هذه الخصائص تجعل الغرافين من المواد التي يمكن الاستفادة منها في كل المجالات، بدءاً من الرعاية الصحية والطاقة ووصولاً إلى الحواسيب الفائقة ومواد البناء[933] والبطاريات والخلايا الشمسية وأجهزة الاستشعار.[934]

ورغم اكتشاف الغرافين منذ 20 عاماً،[935] إلا أنه لم يتم إنتاجه بكميات ضخمة نظراً إلى ارتفاع تكلفة إنتاجه في شكل طبقات أحادية وخالية من العيوب،[936] أي إنتاج كميات تتجاوز مجرد الرقائق صغيرة الحجم[937] لكن بعض الشركات أكدت قدرتها على إنتاج كميات كبيرة من طبقات الغرافين ذات النوعية الجيدة مثل شركة "2 دي كاربون" في الصين،[938] ومن رقائق الغرافين مثل شركة "أفادين" في الولايات المتحدة.[939]

وفي عام 2013، أطلق الاتحاد الأوروبي مشروع "جرافين فلاغ شيب" والذي بلغت قيمته 1.1 مليار دولار[ص] واستمر على مدار عقد من الزمن لتنتج عنه 83 براءة اختراع، وأكثر من 5000 دراسة بحثية، و17 شركة ناشئة.[940] وقد تعاونت جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا في أبوظبي مع جامعة مانشستر، حيث تم إنتاج الغرافين للمرة الأولى، من أجل استكشاف المجالات التي يمكن أن يكون للجرافين تأثير كبير فيها، مثل تنقية المياه وتخزين الطاقة.[941]

وقد بلغت قيمة سوق الغرافين العالمية 175 مليون دولار في عام 2022، ومن المتوقع أن تنمو بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 46.6% من عام 2023 إلى عام 2030،[942] كما تشير التوقعات إلى أن قيمة هذه السوق ستصل إلى 190 مليار دولار بحلول عام 2030.[943]

كما ثبت أيضاً أن أغشية الغرافين تعزز كفاءة تنقية الهواء بنسبة 55% إلى 65%، وأن كفاءة تحلية المياه بالطاقة الشمسية المعززة بالغرافين تزداد بنسبة 70% إلى 90%،[944] وأن الغرافين يتمتع أيضاً بالقدرة على تعزيز الاستدامة في تحلية المياه. ومع تنامي الحاجة إلى زيادة حساسية أجهزة الاستشعار، يستطيع الغرافين، الذي تمكن من تعزيز حساسية المستشعر بالألياف الضوئية بنسبة 50%،[945] أن يحل محل السيليكون وأن يعزز على سبيل المثال من كفاءة الخلايا الشمسية والقدرة على التوصيل في أشباه الموصلات.

ابتداءً من توصيل العلاجات إلى أماكن محددة داخل جسم الإنسان ووصولاً إلى علاج السرطان، يعتبر الغرافين أحد أكثر الناقلات النانوية المتاحة القابلة للتكيف مع البيئة المحيطة بها، وبفضل قدرة الغرافين على التفاعل المباشر مع الجهاز المناعي،[946] قد تغير هذه المادة النهج الذي نتبعه في الرعاية الصحية والطب الشخصي.

[ص] استنادًا إلى سعر صرف اليورو مقابل الدولار الأمريكي في 30 ديسمبر 2023.

الفرصـــــة المســـتقبلية

قد يصبح إنتاج الغرافين على نطاق واسع أمراً واقعياً بفضل الذكاء الآلي المتقدم، مع تعدد تطبيقاته واستخداماته نظراً لمرونته وقدرته على التوصيل ومساحة سطحه،[947] بدءاً من معالجة المياه[948] ومستشعرات الأجهزة القابلة للارتداء[949] إلى الجلد الإلكتروني[950] وتقنيات تخزين الطاقة وتحسين أداء البطاريات والمكثفات الفائقة والخلايا الشمسية.[951] وقد ثبتت فعالية الغرافين أيضاً في تعزيز كفاءة خلايا وقود الهيدروجين،[952] وقد يسرّع استخدامه الإمكانات المستقبلية للهيدروجين في قطاع الطيران،[953] ومن بينها تشغيل أكثر من 40% من الرحلات الجوية الأوروبية باستخدام الهيدروجين قبل عام 2050،[954] أي قبل الموعد المتوقع حالياً.

الإيجـــابيات

بفضل خصائصه القوية والمطاطة وقدرته على التوصيل ورقة ذراته، يتمتع الغرافين بالقدرة على إحداث تغيير جذري في سلاسل القيمة بأكملها، وتحوّل كل المجالات بدايةً من البطاريات وتنقية المياه والهواء، إلى الرعاية الصحية والأجهزة القابلة للارتداء والإلكترونيات.[955]

المخـــاطـر

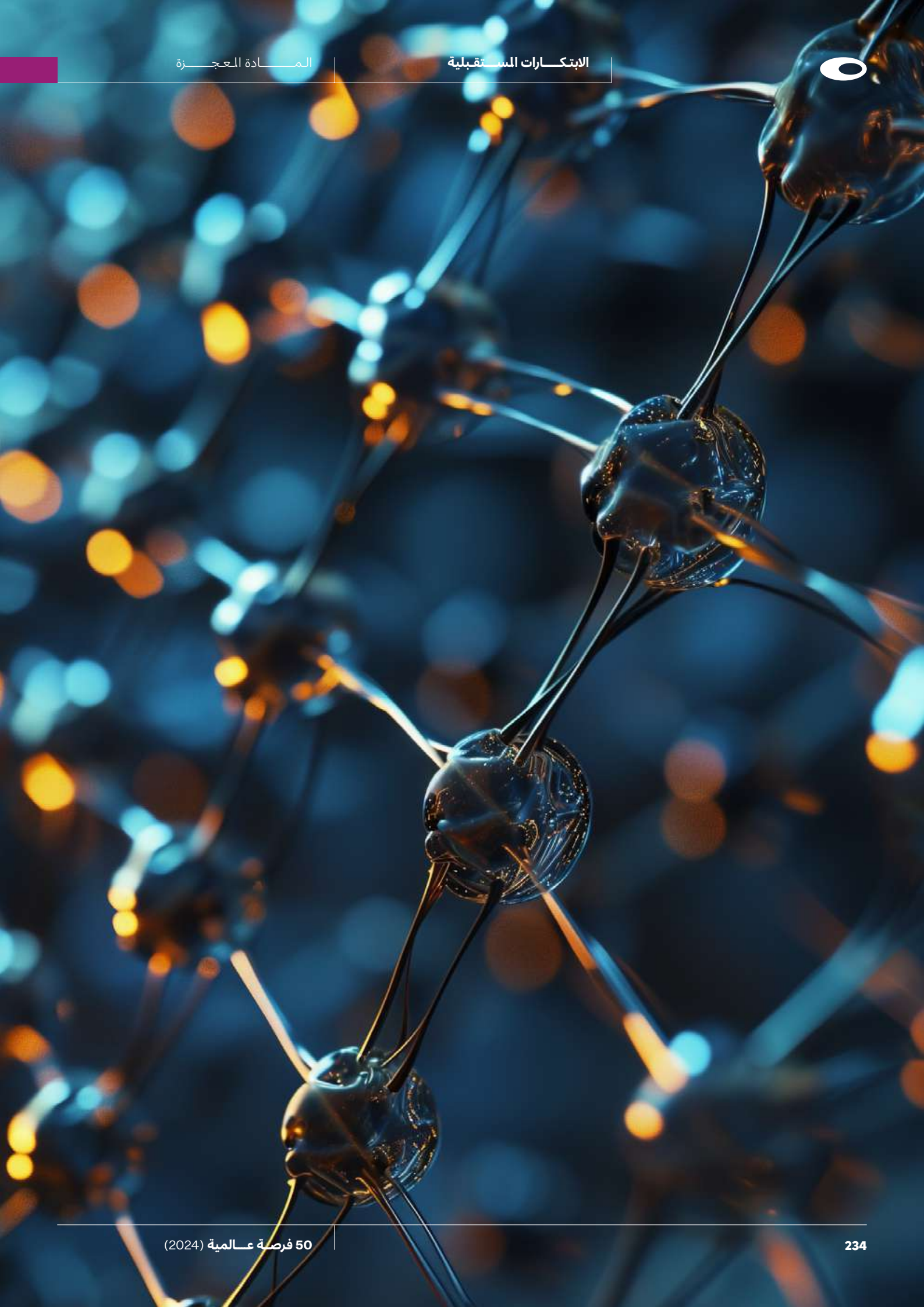
قد تؤثر التغييرات الجذرية التي يسببها الغرافين على الوظائف، فضلاً عن وجود مخاطر صحية مرتبطة بالأضرار الناتجة عنه[956] وتحديات متعلقة بالاستدامة.[957]

أغشية الغرافين تعزز كفاءة تنقية الهواء بنسبة

55% إلى 65%

وكفاءة تحلية المياه بالطاقة الشمسية المعززة بالغرافين تزداد بنسبة

70% إلى 90%



الـفـــرصـــــــــة 47

التأثيـــر قـــريب المـــدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، القيم المجتمعية

التوجـهات العـالمية الكبرى

إعـادة تحـديد الأهـداف الإنسـانية

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
توليد الأفكار وريادة الأعمال
التعاون الدولي
البيانات المفتوحة
تحوّل التعليم

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

هـل ستتحقق النهضـة العـلمية القـادمة بواسطـة النمـاذج اللغـوية الكـبيرة ؟

العـــلـوم مفـتـوحـة المصـــــدر

يقوم فريق عمل علمي دولي بتدريب النماذج اللغوية الكبيرة على النظريات والبيانات العلمية التي تعطي الأولوية للمخاوف المتعلقة بالتحيز والخصوصية والاعتمادية، بهدف تسريع جهود البحث العلمي، وتعزيز التواصل في المجال العلمي، وتوفير البيانات اللازمة لوضع السياسات.

الـواقـــع الحـــالي

تتحمل شركة "أوبن أيه آي"

700 ألف دولار

يومياً لتشغيل "تشات جي بي تي"

للعلم دور بارز في بناء المجتمعات، فبناءً عليه تُتخذ القرارات التي تؤثر على أجيال من البشر، مثل القرارات المتعلقة بتغيّر المناخ واستخدامات التكنولوجيا الحيوية،[958] كما أن للعلم دور محوري في تعزيز فعالية السياسات والأدوار القيادية،[959] خاصة فيما يتعلق بالحلول المعنية بتحسين جودة الحياة.[960] ورغم إدراكنا أن المعرفة المتراكمة تمكننا من تحقيق التطور العلمي والتكنولوجي في المستقبل، ورغم الزيادة الكبيرة في عدد الأوراق البحثية وبراءات الاختراع في العقود الأخيرة، لم تعد العلوم والتكنولوجيا قادرة على إحداث تغييرات جذرية، أي أنها لا تؤدي في كثير من الأحيان إلى سلوك اتجاهات جديدة.[961]

ويؤدي الذكاء الاصطناعي التوليدي والنماذج اللغوية الكبيرة الأساسية إلى تسريع تطوير التطبيقات وتمكين المستخدمين غير التقنيين. ومع أنه من المتوقع أن يسهم الذكاء الاصطناعي التوليدي وهذه النماذج بمقدار 4.4 تريليون دولار في قيمة الاقتصاد، إلا أن تحقيق أقصى استفادة من إمكانات الذكاء الاصطناعي تتطلب الجمع بين الذكاء الاصطناعي التوليدي وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الناشئة لمعالجة البيانات غير المنظمة وتحسين الحلول الحالية.[962]

تكلفة تطوير النماذج اللغوية الكبيرة عالية، سواء أكانت مفتوحة أو تعود لجهة محددة،[963] فعلى سبيل المثال، وبينما لم يتم الإفصاح عنها بشكل علني من قبل الشركة، تتحمل شركة "أوبن أيه آي" 700 ألف دولار يومياً لتشغيل "تشات جي بي تي".[964] في حين يمكن تصميم نماذج مخصصة بحيث تكون نسخاً محسنة أو مصممة لأغراض محددة من النموذج الأصلي مثل "بلومبيرغ جي بي تي" والنماذج اللغوية الكبيرة الأصغر حجماً التي تقوم بتطويرها شركة "إنفيديا"، أو يمكن تصميم نماذج تجمع بين النماذج اللغوية الكبيرة العامة والخاصة ومفتوحة المصدر لتعزيز الاستفادة من خصائص كل منها، مع مواصلة الإشراف على مبادرات الذكاء الاصطناعي وتجنب التقييد بمزود خدمات واحد.[965] وفي عام 2023، أطلقت دولة الإمارات العربية المتحدة نموذج "فالكون 180 بي"، وهو نموذج لغوي كبير مفتوح المصدر يعمل على توظيف 180 مليار عامل متغير،[966] ما يجعله أقرب النماذج من "جي بي تي4-" من شركة "أوبن ايه آي" الذي يُعتقد أنه يحتوي على نحو 220 مليار عامل متغير.[967]

يستطيع الذكاء الاصطناعي دعم العلماء والمبتكرين[968] والناشرين بشكل فوري. فعلى سبيل المثال، تقوم الأداة التي تقدمها شركة "فرونتيرز" وتسمى (AIRA) بتوفير البديل لمراجعات الأقران عبر الذكاء الاصطناعي، حيث تتولى قراءة الأوراق البحثية وتقديم توصيات سريعة (يصل عددها إلى 20 توصية في ثوانٍ فقط) حول اللغة والنزاهة والانتحال وتضارب المصالح.[969] وتستطيع النماذج اللغوية الكبيرة بالتحديد تعزيز انتشار الأبحاث وشفافيتها وسمعتها، كما يمكنها ربط العلماء بأنواع مختلفة من الجمهور،[970] خاصةً في المواضيع العلمية التي تهم المجتمعات أو قد تؤثر عليها.

الفرصـــة المســـتقبلية

يتولى فريق عمل دولي يجمع باحثين وخبراء من مؤسسات البحث والتعليم العالي تدريب نماذج لغوية كبيرة متعددة الوسائط على النظريات العلمية والبيانات المفتوحة، التي تعطي الأولوية للمخاوف المتعلقة بالتحيز والدقة[971] والخصوصية والموثوقية والملكية الفكرية. وبناءً على الملخصات وتقييم الخبراء، تسهم النماذج اللغوية الكبيرة في تسريع الأبحاث وتحسين التواصل والتعليم في المجال العلمي، وتعزيز الرؤى متعددة التخصصات التي تركز على زاوية اجتماعية علمية محددة، مما يدعم عملية صنع القرارات المتعلقة بالسياسات. ويتيح جمع البيانات باستمرار إمكانية التعلم من النجاحات والإخفاقات، والكشف عن مبادئ وتطبيقات علمية جديدة، مع ضمان الحفاظ على الجودة، مما يؤدي إلى فتح الأبواب لطرح الأفكار وريادة الأعمال في المجالات التي كانت تبدو بعيدة المنال أو غير ممكنة لبعض الأفراد.

أما ربط النماذج اللغوية الكبيرة بأشكال أخرى من الذكاء الاصطناعي التوليدي فيمكن أن يسهم في إنتاج مخرجات متعددة الوسائط مثل الصوت والصور، مما يعزز الفهم ويوفر المزيد من الفرص للإبداع وتوليد الأفكار.

الإيجـابيات

إتاحة العلوم للجميع ستسهم في تعزيز مسيرة التقديم العلمي وتحول العلوم إلى مصادر مفتوحة المصدر، مما يشجع الأفراد على توليد الأفكار المبتكرة وتجربتها ومراجعتها باستمرار.

المخـــاطـر

الإفراط في الاعتماد على العلوم المتاحة للجميع قد يتسبب في تدهور الأنظمة التعليمية العلمية ومهارات التفكير العلمي، تماماً مثل ضمور العضلات، مما يؤدي إلى تدني عدد الاكتشافات العلمية الأساسية. وإذا أصبحت النظريات العلمية بمثابة بديهيات توجه حياة الأفراد اليومية، قد تتسبب النظريات العلمية غير الدقيقة في توجيه المجتمع نحو النتائج الضارة. كما أن تشغيل النماذج اللغوية الكبيرة قد يكون مكلفاً.

في عام 2023، أطلقت دولة الإمارات العربية المتحدة نموذج "فالكون 180 بي"، وهو نموذج لغوي كبير مفتوح المصدر يعمل على توظيف

180 مليار عامل متغير

الـفـــرصـــــــــة 48

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، الطبـيعة

التوجـهات العـالمية الكبرى

ثـــورة المـــواد

الاتجـاهات السـائدة

الذكاء الاصطناعي
المواد الحيوية
التقنيات الغامرة والأجهزة القابلة للارتداء
المواد الجديدة
الإدارة المستدامة للنفايات

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لـو استطعنا تحـويل مخـلفات الطعـام لمـواد بلاسـتيكية عضـوية؟

بلاســـتيك أخـضـــــر

من خلال الدمج بين الذكاء الآلي المتقدم والزراعة المستدامة، يمكننا بواسطة الهندسة الحيوية تحويل مادة النشا المستخرجة من المخلفات الغذائية إلى مواد بلاستيكية قابلة للتحلل تُستخدم في صناعة الإلكترونيات والأجهزة القابلة للارتداء ومواد التغليف، بما يتيح دعم الاقتصاد الحيوي الدائري بشكل كامل.

الـواقـــع الحـــالي

يلقي الإنسان يومياً في المحيطات والبحيرات والأنهار ما يعادل 2000 شاحنة من المخلفات البلاستيكية،[972] وتستغرق عملية تحللها آلاف السنين مسببةً تداعيات سلبية على الأنظمة البيئية البحرية والبرية.[973] وهذه المخلفات لا تؤثر فقط على الأنظمة البيئية، بل على صحة الإنسان أيضاً، فقد أشارت الدراسات إلى أن 77% من الأفراد يحملون جزيئات بلاستيكية في دمهم.[974] ومن المتوقع أن ترتفع كمية المخلفات الإلكترونية التي يتخلص منها الإنسان من 50 مليون إلى 110 مليون طن سنوياً بحلول العام 2050،[975] فيما تتم إعادة تدوير 20 % منها فقط[976] نظراً إلى صعوبة إعادة تدوير بعض الأجهزة الإلكترونية المرنة والقابلة للتمدد.[977]

وفي ظل تزايد كمية المخلفات والأكياس البلاستيكية، يسعى الباحثون إلى تطوير بدائل بلاستيكية مصنوعة من النشا، وقابلة للتحلل، ولا تسمم جسم الإنسان ولا النظم البيئية عند تحللها،[978] إذ أن سعر النشا منخفض كما أن تأثيرها على البيئة أقل مقارنة بالمواد البلاستيكية التقليدية.[979] لذا، يعمل الباحثون على تحسين المواد البلاستيكية الحالية المصنوعة من النشا والتي يعيبها ضعف المرونة اللازمة وارتفاع نسبة نفاذ بخار الماء من خلالها.[980]

تتميز الإلكترونيات المرنة، المعروفة بالدوائر الكهربائية المرنة، بأنها قابلة للتمدد والطي دون أن تفقد وظيفتها، كما أنها خفيفة الوزن ورقيقة ومصممة لتناسب عملية إعادة التدوير.[981] كما أن عمليات تصنيع الإلكترونيات المرنة تتمتع بكفاءة عالية من حيث استهلاك المواد والطاقة، مما يؤدي إلى الحد من المخلفات الناتجة عنها.[982] وتشير التقديرات إلى أن عائدات الإلكترونيات أو الدوائر المرنة ستتجاوز 61 مليار دولار بحلول عام 2030.[983]

يتم إعادة تدوير

20 %

من المخلفات الإلكترونية

الفرصـــة المســـتقبلية

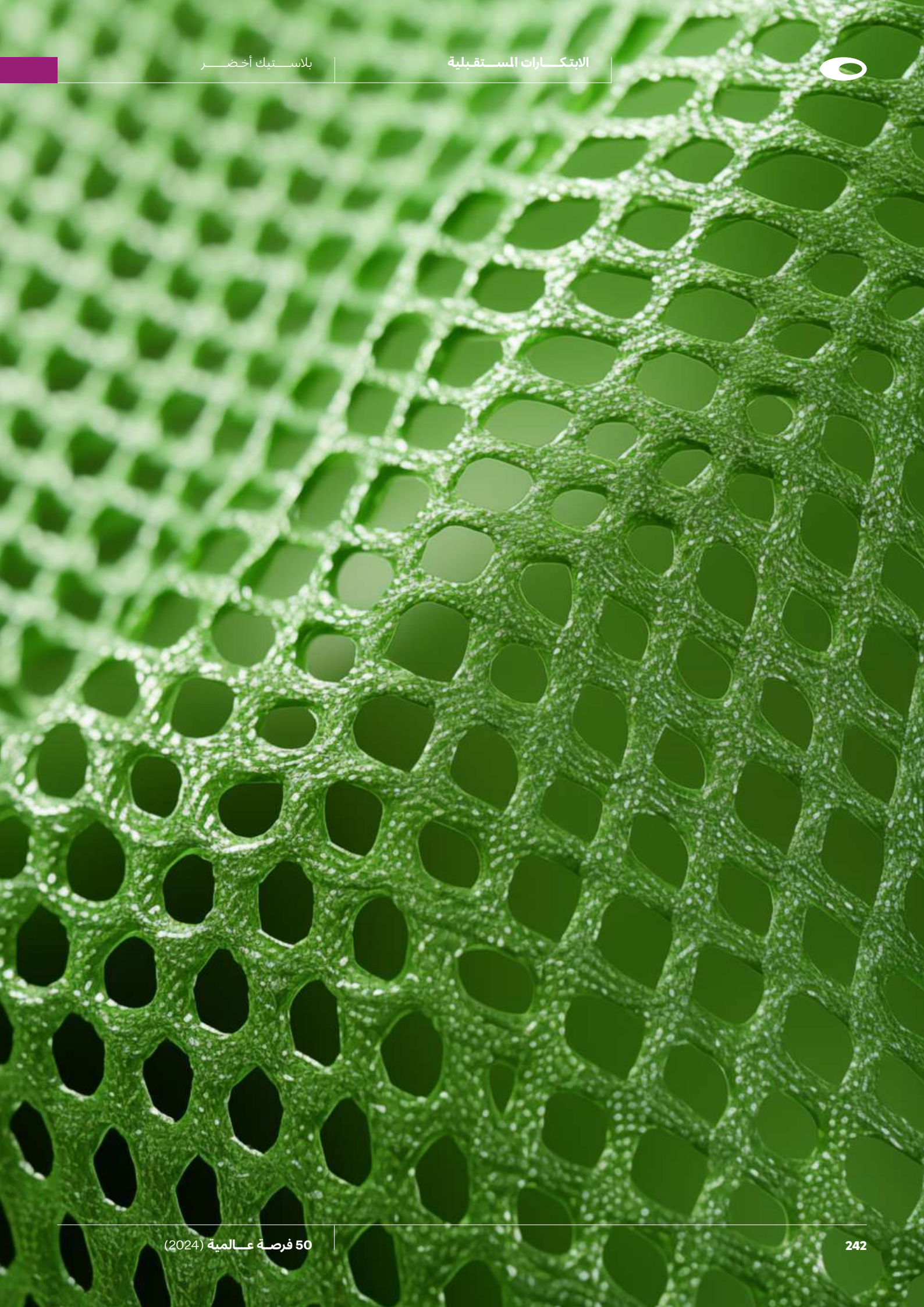
النشا من البوليمرات الحيوية التي حرص العلماء على استكشاف إمكاناتها على مدار 20 عاماً على الأقل، فهي مادة هشة وحساسة للرطوبة وخصائصها الحرارية ومقاومتها الميكانيكية ضعيفة.[984] ويتيح الذكاء الآلي المتقدم تحويل النشا، بواسطة الهندسة الحيوية، إلى مواد بلاستيكية قابلة للتحلل بالكامل، والتي يمكن استخدامها كمكونات خارجية وداخلية في جميع أنواع الإلكترونيات والأجهزة القابلة للارتداء ومواد التغليف الاستهلاكية. ومع تجنب دمج النشا مع البوليمرات الأخرى لتعزيز أدائها،[985] والحفاظ على طبيعتها باعتبارها من مشتقات المخلفات العضوية،[986] تسهم المواد البلاستيكية المصنعة من النشا في تعزيز الزراعة المستدامة مع توسع إنتاج مواد البلاستيك الأخضر الصديق للبيئة في سوق دائم النمو، بما يدعم العاملين في القطاع الزراعي، ويعزز الانتقال نحو الاقتصاد الحيوي الدائري.

الإيجـابيات

يسهم النشا، الذي يُستخدم لصناعة مواد بلاستيكية قابلة للتحلل، في الحد من الآثار الضارة للمخلفات الإلكترونية البلاستيكية على المجتمعات والطبيعة، كما يفتح أفقاً جديدة ويوفر فرصاً واعدة للأجهزة الإلكترونية القابلة للتمدد والروبوتات اللينة.

المخـــاطـر

قد لا تكون المواد البلاستيكية القابلة للتحلل بنفس المتانة المتوقعة، ما يؤدي إلى تحمل تكاليف عالية لصيانتها وإصلاحها. وقد يؤدي استخدام المخلفات الغذائية لإنتاج المواد البلاستيكية الحيوية إلى مزيد من مخلفات الغذاء ويؤثر سلباً على الممارسات الزراعية المستدامة لتلبية الطلب المتزايد عليها.



الـفـــرصـــــــــة

49

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكنولوجيا، الأنظـمة

التوجـهات العـالمية الكبرى

تزايد الثغرات البيولوجية والتكنولوجية

الاتجـاهات السـائدة

الحوسبة المتطورة
الشراكة بين القطاعات
حماية البيانات والخصوصية
التوافق التشغيلي
التقنيات الكمومية

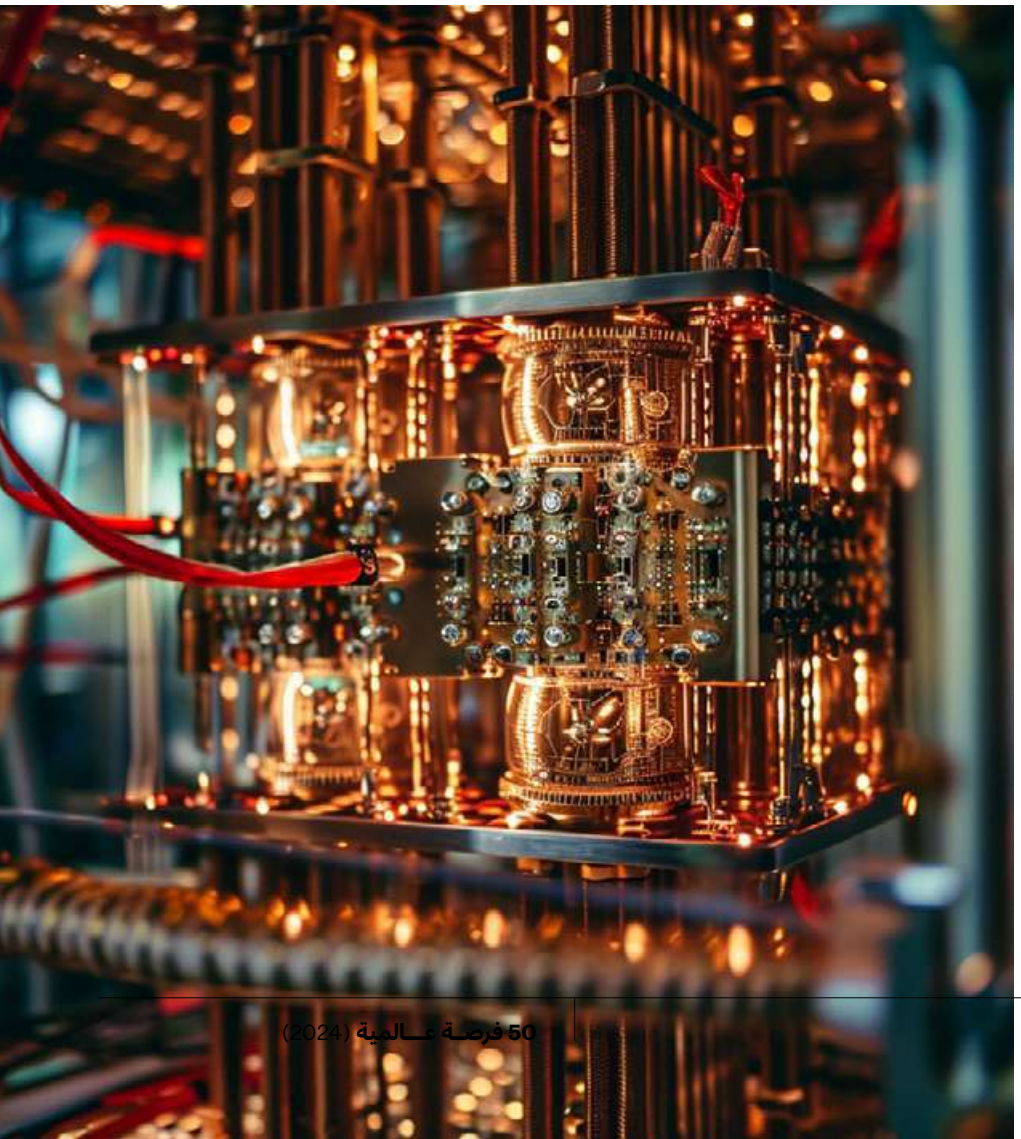
القطـاعات المتأثـرة

تقنية المعلومات والاتصالات
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات المهنية

ماذا لو أصبحت حواسيب المستقبل أسرع من الحواسيب الفائقة الموجودة اليوم بـ 158 مليون مرة؟

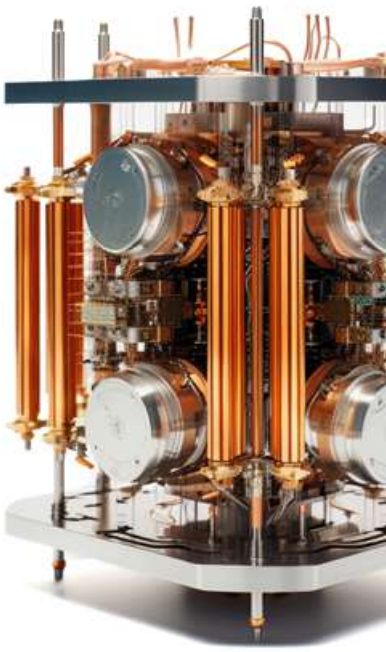
قـفـــــزة كـمـــــومـية

إنشاء جسر لنقل البيانات مع مراعاة التوافق التشغيلي فيما بينها لنتمكن من نقل البيانات بين أنظمة الحاسوب الكمومية والتقليدية بكل أمان وسلاسة.



الـواقـــع الحـــالي

يتوقع رواد القطاع أن تؤثر الحوسبة الكمومية بشكل إيجابي في العالم بحلول عام 2025



تتمتع التقنيات الكمومية بالقدرة على تحفيز الإنجازات العلمية والابتكارات وإحداث ثورة في شتى المجالات كالطب وتطوير المواد والخدمات المالية، ومن شأنها أيضاً تحويل نمط حياتنا وعملنا واستهلاكنا.[987] بالرغم من أنها تبدو بعيدة المنال، يتوقع رواد القطاع أن تؤثر الحوسبة الكمومية بشكل إيجابي في العالم بحلول عام 2025، [988] وأن تشهد عائدات قطاعات السيارات والكيماويات والخدمات المالية وعلوم الحياة ارتفاعاً لتصل إلى 1.3 تريليون دولار بحلول العام 2035،[989] لتكون أولى القطاعات المستفيدة اقتصادياً من الحوسبة الكمومية. وقد بلغت عائدات سوق الحوسبة الكمومية 866 مليون دولار في عام 2023، ومن المحتمل أن ترتفع إلى 4.4 مليار دولار بحلول العام 2028، بمعدل نمو سنوي مركب يقدّر بحوالي 38.3% بين عامي 2023 و2028.[990]

تتميز الحوسبة الكمومية بقوة الأداء، إذ تتجاوز سرعتها سرعة الحواسيب الفائقة المستخدمة اليوم بـ 158مليون مرة.[991] وقد تطورت معالجة الحوسبة الكمومية القائمة على الشريحة الواحدة من 24 كيوبت (أي البت الكمومي وهو وحدة تخزين الحواسيب الكمومية ونظير "البت" في الحوسبة التقليدية) إلى أكثر من 400 كيوبت في غضون 3 أعوام فقط.[992] وفي السياق نفسه، كشفت شركة "آي بي إم" في ديسمبر 2023 عن شريحة حوسبة كمومية جديدة يبلغ حجمها 1000 كيوبت، ممهدة الطريق لتفوق الحواسيب الكمومية على الحواسيب التقليدية في التطبيقات الواقعية بحلول عام 2033.[993] لكن في الوقت نفسه، تشكّل هذه السرعات تحديات كبيرة. لذا، أعلنت شركة "آي بي إم" أنها ستركز على الابتكار في التكنولوجيا الكمومية لضمان خلو الحوسبة الكمومية من الأخطاء بسبب سرعتها الفائقة، التي قد ينتج عنها أخطاء متنوعة.[994]

ربما سيظهر التأثير الكبير للحوسبة الكمومية عند دمجها بتقنيات من المرتقب أن تتطور هي الأخرى في المستقبل، فعند دمج الحوسبة الكمومية مع الذكاء الاصطناعي مثلاً ربما ستتمكن الحوسبة الكمومية في غضون 10 أعوام من زيادة قدرة الحاسوب بـ 100 مرة مقارنةً بقدرة حواسيب اليوم ، وبـ 10آلاف مرة في غضون 20 عاماً.[995] وبمجرد توفر الحواسيب الكمومية على نطاق واسع، سيمكنها محاكاة التفاعلات الكيميائية المعقّدة التي يصعب أو يستحيل على الحواسيب التقليدية محاكاتها، بما يتيح اكتشاف المواد المبتكرة[996] بسرعة ودقة عالية وبتكلفة حاسوبية أقل.[997] ومن الممكن أن تتحسن سلاسل التوريد والخدمات اللوجستية، بدءاً من وضع النماذج على المدى القصير ووصولاً إلى تحسين الخدمات اللوجستية وتحليل البيانات بشكل فوري باستخدام الحوسبة الطرفية.[998]

وفي إطار الاستعداد للتحول نحو استخدام الحوسبة الكمومية، أطلقت المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية "سيرن" المعهد الكمومي المفتوح (OQI) وهو من تصميم مؤسسة "جنيف الرائدة للعلوم والدبلوماسية" ويهدف إلى أن إتاحة الحوسبة الكمومية في جميع أنحاء العالم وتقليص الفجوات الرقمية القائمة.[999] كما عمل معهد الابتكار التكنولوجي في دولة الإمارات العربية المتحدة على تطوير خوارزمية "كيبو"، وهي عبارة عن خوارزمية مفتوحة المصدر تتيح نشر تطبيقات الحوسبة الكمومية.[1000]

الفرصـــة المســـتقبلية

إنشاء جسر لنقل البيانات يضمن التوافق التشغيلي بينها ويشمل حلول وبرمجيات وسيطة،[1001] وغيرها من البرامج مما يتيح تبادلاً موحداً وآمناً للبيانات بين الحواسيب الكمومية والتقليدية، ويضمن سلاسة الاتصال والترجمة فيما بينها لضمان تشفير البيانات الصادرة من الحواسيب التقليدية وخلوّها من الأخطاء عند إرسالها إلى الحاسوب الكمومي، وذلك في ظل تطوير خارطة طريق للتحولات الكمومية انطلاقاً من المجالات التي تؤثر بشكل إيجابي في المجتمع، ومراجعة التشريعات واللوائح المرتبطة بالتداعيات المحتملة لهذه التحولات.[1002]

التحول إلى الحوسبة الكمومية قد يفرض تحديات عديدة، بما فيها القدرة على التكامل مع الحواسيب المستخدمة اليوم وأنظمتها الأساسية المختلفة، والحرص على عدم فقدان البيانات أو المعلومات الحساسة، فضلاً عن تبادل البيانات بين الحواسيب التقليدية والحواسيب الكمومية بسلاسة وأمان،[1003] وإلاّ ستحدث أخطاء كبيرة قد تؤثر سلباً في المجتمع، وحينها لن تتحقق الفوائد المرجوة من الحوسبة الكمومية. ولذلك، يجب استخدام تقنيات التشفير الآمن للحواسيب الكمومية لحماية معلوماتنا الحساسة.[1004]

تتميز الحوسبة الكمومية بقوة الأداء، إذ تتجاوز سرعتها سرعة الحواسيب الفائقة المستخدمة اليوم بـ

158 مليون مرة

الإيجـابيات

يتسم التحول إلى الحوسبة الكمومية بالسلاسة، بحيث تتم حماية البيانات بأقل قدر من الأخطاء. كما تحقق سرعة الحوسبة الكمومية نقلة نوعية في شتى المجالات مثل الطب وتطوير المواد والخدمات المالية وغيرها.

المخـــاطـر

بطء وارتفاع تكلفة عملية تجميع الموارد لإنشاء جسر لنقل البيانات بين الحواسيب الكمومية والتقليدية، مما يعمّق الفجوات الرقمية ويفضي إلى وقوع أخطاء في نتائج الحوسبة الكمومية، ويؤثر بدوره على المجتمع.

الـفـــرصـــــــــة **50**

التأثيـــر متـوسـط المـدى

المتغـيرات الغامضـة

التكـنولوجـيا، التعـــاون

التوجـهات العـالمية الكبرى

نمـو اقتصـادات الأعـمال المستقـلة

الاتجـاهات السـائدة

الاتصال المتقدم بالشبكة
الذكاء الاصطناعي
التعاون الدولي
التشجيع على الابتكار
اقتصاد الفضاء

القطـاعات المتأثـرة

الزراعة والغذاء
السيارات والفضاء والطيران
المواد الكيميائية والبتروكيماويات
تقنية المعلومات والاتصالات
السلع الاستهلاكية والخدمات والبيع بالتجزئة
أمن المعلومات والأمن السيبراني
علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة
السلع والخدمات الرقمية
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والمستثمرون
الخدمات الحكومية
الصحة والرعاية الصحية
التقنيات الغامرة
البنية التحتية والبناء
التأمين وإعادة التأمين
الخدمات اللوجستية والشحن والنقل
التصنيع
المواد والتقنية الحيوية
وسائل الإعلام والترفيه
المعادن والتعدين
الخدمات المهنية
العقارات
الرياضة
السفر والسياحة
المرافق العامة

ماذا لـو استطعنا تحـويل مخـلفات الطعـام لمـواد بلاسـتيكية عضـوية؟

إنـتـــرنـت فـضـــــائـي

التطورات في مجال الأقمار الصناعية والذكاء الآلي المتقدم ستمكّن جميع سكان العالم من الوصول إلى شبكة الإنترنت بسلاسة وكفاءة عالية، مما يدعم إنترنت الأشياء ويقلل من أعطال الشبكة عبر إتاحة الانتقال الذكي بين الشبكات الخلوية والشبكات القائمة على الأقمار الصناعية.

الـواقـــع الحـــالي

يتمتع 95% من سكان العالم اليوم بالقدرة على الوصول إلى شبكة الجيل الثالث (3G) وما بعدها من النطاق العريض عبر الهاتف المحمول، لكن هذه الإمكانية تتفاوت مع اختلاف المناطق الجغرافية، فعلى سبيل المثال، يستخدم 88% من سكان العالم شبكات الجيل الرابع (4G)، في حين لا يستطيع سوى 50% من سكان أفريقيا الاستفادة منها.[1005] ومع الانتقال إلى شبكة الجيل الخامس (5G)، في الغالب يتم إيقاف الشبكات القديمة، مثل شبكات الجيل الثالث، في العديد من المناطق من أجل إفساح المجال للشبكة المتقدمة.[1006] وبينما لم يتم بعد تحديد المعايير التي ستعمل بموجبها شبكات الجيل السادس، من المتوقع أن تكون أسرع من 10 أضعاف إلى 1000 ضعف من شبكات الجيل الخامس الحالية.[1007] ومن الناحية النظرية، تصل السرعة التي توفرها تقنية الجيل الخامس إلى 10 غيغابايت في الثانية، إلا أن الاختبارات التي تُجرى عملياً تشير إلى أن سرعتها يمكن أن تصل إلى 20 غيغابايت في الثانية، أي أسرع من شبكات الجيل الرابع بمعدل من 1.4 إلى 14 مرة.[1008] أما من ناحية الاقتصاد، فتؤدي مضاعفة سرعة النطاق العريض إلى زيادة الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0.3%،[1009] ومن المتوقع أن تشكّل شبكات الجيل الخامس 76% من معدل استخدام بيانات الهاتف المحمول بحلول عام 2029، والتي يُتوقع أن تزيد ثلاثة أضعاف مقارنة بعام 2023.[1010]

وفي حين أن سرعة الإنترنت عبر الأقمار الصناعية كانت بطيئة نسبياً، ازدادت سرعة اتصالها بشكلٍ هائل من 0.08 ميغابايت في الثانية في عام 1997[1011] لتصل إلى 200 ميغابايت في الثانية في يومنا هذا.[1012] بينما قد تختلف حدود الارتفاع، أما الأقمار الصناعية في المدار الأرضي المنخفض، أي التي تتواجد على مسافة تتراوح بين حوالي 600 و1200 كلم فوق الأرض،[1013] هي الأكثر انتشاراً واستخداماً في توفير خدمات الاتصال عبر الإنترنت، إلا أن الأقمار الصناعية الموجودة في المدار الأرضي المنخفض جداً، أي التي تتواجد على بُعد حوالي 350 كلم فوق الأرض، لديها الإمكانيات لتوفير شبكات الجيل السادس (6G) وتوفير الاتصال بالإنترنت في الوقت الفعلي بطريقة أكثر موثوقية وأقل تكلفة.[1014] على سبيل المثال، يقع نظام تابع لوكالة "ناسا" ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا ومؤسسات أخرى يعمل على إرسال البيانات بواسطة الأشعة تحت الحمراء يقاس حجمها إلى بالتيرابايت، على ارتفاع 530 كلم فوق الأرض، وقد نجح في نقل أشعة الليزر بسرعة 200 غيغابايت في الثانية، أي أكثر من 2 تيرابايت في 5 دقائق أو ما يعادل ألف فيلم عالي الدقة.[1015]

يلقى الإنترنت عبر الأقمار الصناعية اهتماماً متزايداً حول العالم، ومن المتوقع أن تبلغ قيمة قطاع الأقمار الصناعية العالمي أكثر من 500 مليار دولار في عام 2024.[1016] ويعد نظام "ستارلينك" التابع لشركة "سبيس إكس" هو أكبر مزود لخدمات الإنترنت عبر الأقمار الصناعية[1017] في العالم، إذ يضم أكثر من 4500 ألف قمر صناعي نشط،[1018] تُقدر فترة استخدام كل منها بحوالي خمس سنوات.[1019]

من المتوقع أن تكون
شبكات الجيل السادس أسرع
من 10 أضعاف إلى 1000 ضعف
من شبكات الجيل الخامس الحالية

الفرصـــة المســـتقبلية

نتيجة التطورات في تكنولوجيا الأقمار الصناعية والاتصالات، نشهد ارتفاعاً في سرعة البيانات وانخفاضاً في تكاليف الاتصال والمدة اللازمة للاستجابة.[1020] ويؤدي دمج الشبكات الخلوية من الجيل الخامس والسادس مع تكنولوجيا الإنترنت عبر الأقمار الصناعية إلى إتاحة الاتصال بالإنترنت لجميع سكان العالم بشكل غير محدود، مما يرتقي بالتعاون إلى مستويات غير مسبوقة في الحياة المهنية واليومية وفي الواقع الرقمي حول العالم، ويلبي احتياجات المستخدمين المتزايدة لاستخدام المركبات ذاتية القيادة وغيرها من الأجهزة والتطورات التكنولوجية مثل إنترنت الأشياء والحوسبة الطرفية والحوسبة الكمومية وغيرها. إضافة إلى ذلك، سنستطيع أن نقول وداعاً لأعطال الشبكة، بغض النظر عن حالة الاتصال على الأرض، لأن الشبكات تتناوب الأدوار بسهولة لتحل الواحدة مكان الأخرى في حال توقفت الأولى عن العمل. هذا وقد يعزز الذكاء الآلي فعالية هذا النظام من خلال الانتقال تلقائياً بين الشبكات لتحسين الاتصال بالشبكة وتعزيز استدامتها.[1021]

الإيجـابيات

تتوفر خدمات الاتصالات في جميع أنحاء العالم مع تحسنها بشكل كبير من حيث الاستدامة وقوة الاتصال بالشبكة، وستنشأ نتيجة لذلك أنماط حياة جديدة وفرص مبتكرة لحل المشكلات، وتزداد الثقة في تكنولوجيا العالم الرقمي، والتنقل المستقل، والطاقة والمدن الذكية، والعمليات الجراحية عن بُعد نظراً لانعدام خطر فقدان الاتصال تقريباً.

المخـــاطـر

تكلفة تشغيل وصيانة الإنترنت عبر الأقمار الصناعية مرتفعة من حيث توفير الأجهزة والسرعة اللازمة. وقد تؤدي التعقيدات المتعلقة بتوزيع التكلفة على كل مستخدم إلى فرض قيود على إمكانية الوصول إلى الإنترنت، لأن بعض مشغلي الشبكات قد يحتكرون آليات فرض الرسوم على المستخدمين. ومع ازدياد عدد الأقمار الصناعية في الفضاء، قد ترتفع نسبة المخلفات الفضائية لتطرح تحدياً كبيراً، وتحد من عمليات إطلاق أي أقمار صناعية جديدة.

المنهجـية المعـتمدة واسـتخـدام الذكـاء الاصـطناعـي التولـيدي

مراجعة التوجهات والسيناريوهات المستقبلية المنشورة

- وضع قائمة بالمؤسسات العالمية المرموقة التي تنشر تقارير حول التوجهات أو السيناريوهات المستقبلية المحتملة، على أن تشمل مجموعة متوازنة من المؤسسات الحكومية الدولية، والأوساط الأكاديمية والمصادر الخاصة.
- جمع التقارير المنشورة حول الفرص.
- تحليل المحتوى واستخلاص الرسائل الرئيسية منه.

وقد تم إعداد تقرير هذا العام بعد مراجعة مفصلة أُجريت على 54 تقريراً من إعداد 53 مؤسسة مرموقة من بين 93 تقريراً أولياً نُشرت بين يونيو 2022 وأغسطس 2023.

مقابلات الخبراء

- تحديد قائمة رئيسية بالخبراء المعنيين بإجراء المقابلات والحوارات للتأكد من أن يشمل التقرير وجهات نظر متنوعة تغطي مختلف المناطق الجغرافية ومجالات الخبرة والقطاعات.
- اختيار الخبراء الذين لم يشاركوا في مقابلات وحوارات العام السابق.
- إجراء مقابلة افتراضية تضم مجموعة من الخبراء وفق قواعد "تشاتام هاوس"، والتركيز على معايير النمو والازدهار وجودة الحياة، والبحث عن إجابات على الأسئلة التالية: "بغض النظر عن وضع العالم الحالي، كيف يمكن أن يبدو المستقبل بعد 50 عاماً؟" و"ما هي رؤيتكم للمستقبل، وما هي التطلعات التي ترغبون في تحقيقها؟"

وقد تم إجراء المقابلات والحوارات بين 28 سبتمبر و19 أكتوبر 2023. وفي حين أُجريت غالبيتها افتراضياً، نظمت مؤسسة دبي للمستقبل ورشة عمل مغلقة ضمت خبراء رفيعي المستوى في مؤسسة "جنيف الرائدة للعلوم والدبلوماسية" في 12 أكتوبر 2023 في جنيف في سويسرا.

نظرة على المستقبل وصياغة الأفكار الجديدة

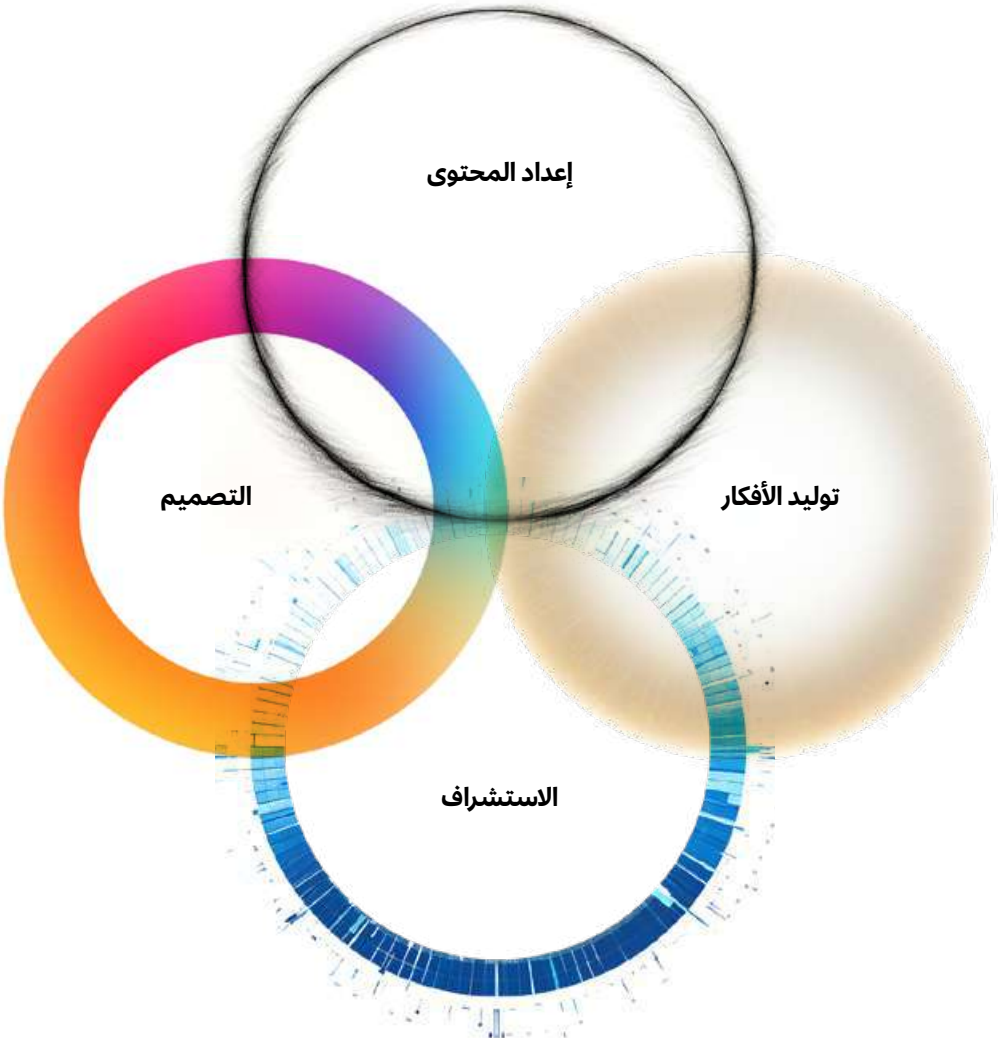
- استخدام التحليل الشامل وتحليل المقابلات والحوارات للتحقق من صحة المتغيّرات الغامضة والفرضيات والتوجهات العالمية الكبرى، بهدف تكوين وجهة نظر شاملة حول المستقبل.
- وضع قائمة بالفرص والتساؤلات حول المستقبل، ثم استخدم صياغة "ماذا لو؟" وأساليب أخرى لوضع اللمسات الأخيرة على القائمة.
- اختيار 50 فرصة لعرضها في تقرير هذا العام وتحديد المحاور التي تنتمي إليها.

وقد تم إجراء المقابلات والحوارات بين 28 سبتمبر و19 أكتوبر 2023. وفي حين أُجريت غالبيتها افتراضياً، نظمت مؤسسة دبي للمستقبل ورشة عمل مغلقة ضمت خبراء رفيعي المستوى في مؤسسة "جنيف الرائدة للعلوم والدبلوماسية" في 12 أكتوبر 2023 في جنيف في سويسرا.

استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في إعداد التقرير

تسعى مؤسسة دبي للمستقبل إلى صنع المستقبل من خلال 3 ركائز استراتيجية هي: التخيل والتصميم والتنفيذ. وتركز المؤسسة على تطوير برامج ومبادرات محلية وعالمية، وصياغة استراتيجيات مستقبلية، وإعداد تقارير حول السيناريوهات المستقبلية المحتملة، ودعم المشاريع المبتكرة، وهي جهود تعزز مكانة دبي كمركز عالمي لإيجاد الحلول واعتماد الممارسات المبتكرة التي تخدم الإنسان.

في هذا السياق، وكبحث أصلي، استخدمت مؤسسة دبي للمستقبل الذكاء الاصطناعي التوليدي في إعداد "تقرير الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" عبر 4 مجالات رئيسية هي: إعداد المحتوى وتوليد الأفكار والاستشراف والتصميم.



المنهجية المعتمدة:

خلال **إعداد المحتوى**، استخدمنا الذكاء الاصطناعي التوليدي لمساعدتنا على استخلاص الأفكار من ملاحظات اجتماعات الخبراء وفق قاعدة "تشاتام هاوس"، وتحليل الأبحاث التي أجراها الفريق لمراجعة التقارير التي تُعنى بالاتجاهات العالمية. كما أسهم الذكاء الاصطناعي التوليدي في تقديم توصيات بشأن التحسينات اللغوية وتحديد الأخطاء النحوية، وفي الاطلاع على أحدث البيانات حول المؤشرات والاتجاهات على مستوى الدول أو المدن أو أي مستوى آخر.

إلى جانب ذلك، اختبرنا الذكاء الاصطناعي التوليدي في **توليد الأفكار**، فزودناه برؤيتنا للمستقبل ورؤيتنا البحثية ثم طلبنا منه توليد الفرص الجديدة، وقد قمنا بتوجيهه لتوليد أفكار إضافية بطريقة التفكير الإبداعي اللامحدود.

أما على مستوى **استشراف المستقبل**، فقد لجأنا إلى الذكاء الاصطناعي التوليدي لاستخراج أبرز الأنماط والربط بين مختلف المخرجات، لوضع خريطة للفرص التي يقدمها التقرير، ولتحليل السيناريوهات بهدف التوصل إلى الفوائد والمخاطر التي قد تترافق مع هذه الفرص.

أخيراً، تم استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في **تصميم التقرير** لتوليد الصور التي تجسد الفرص المطروحة، وذلك من خلال اللجوء إلى كلمات رئيسية تلخص هذه الفرص.

النتائج التي توصلنا إليها:

لقد أعد فريق عمل مؤسسة دبي للمستقبل محتوى التقرير بأكمله. فعلى صعيد **إعداد المحتوى**، استفدنا من قدرة الذكاء الاصطناعي التوليدي على الربط بسرعة بين المواضيع والمساعدة في المراجعة النحوية والتحرير، لكن كان لا بد من مراجعة المحررين للتقرير لضمان جودة المحتوى وتناسقه، لاسيما وأنه من الصعب على الذكاء الاصطناعي التوليدي أن يحافظ على تماسك الإطار السردي وغالباً ما يتجاهل الجوانب الرئيسية للفرص المطروحة ويقدم لمحة عامة شاملة تفتقد إلى الدقة. أما بالنسبة إلى البيانات، فقد أصبح أداء الذكاء الاصطناعي التوليدي أفضل بعد إعطائه توجيهات محددة أكثر، وذلك من خلال تدخل فريق العمل أو عبر التحليل المدعوم من الذكاء الاصطناعي.

يمكن الحصول على نتائج وبيانات عالية الجودة عبر اعتماد عمليات البحث القائمة على الهندسية العكسية باستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي بمجرد الانتهاء من عملية طرح الأفكار، مما يسلط الضوء على القيود الحالية للذكاء الاصطناعي التوليدي على الرغم من ذكائه، بيد أن ذلك قد يتغير في المستقبل. وعلى الرغم من أن الذكاء الاصطناعي التوليدي كان مفيداً في بعض جوانب تحليل الاتجاهات، إلا أن فعاليته كانت محدودة لأنه لا يقوم على المعرفة المسبقة، فقد تبين أن الاعتماد عليه غالباً ما يؤدي إلى إغفال نتائج الأبحاث الرئيسية. وبشكل عام، على الرغم من تأثير الذكاء الاصطناعي التوليدي بشكل إيجابي على البحث من خلال أوجه متعددة، فإن الاعتماد عليه قد يبعد البحث عن الغاية الرئيسية منه.

بالنسبة إلى **توليد الأفكار**، فقد استخدمنا 5 فرص من أصل 50 مستوحاة من الأفكار التي تم إنشاؤها من خلال الذكاء الاصطناعي التوليدي، ويُشار إليها بعلامة النجمة. حيث كانت معظم الأفكار التي قدّمها الذكاء الاصطناعي التوليدي تمثل الاتجاهات السائدة حالياً أكثر من تمثيلها للاتجاهات المستقبلية، أو أنه تبيّن بعد البحث المعمق أنها لن تؤثر بشكل إيجابي على النمو والازدهار وجودة الحياة في المستقبل. ولا بد من الإشارة إلى أن فريق العمل الذي راجع الفرص لم يكن على علم بالفرص التي تم إنشاؤها بواسطة الذكاء الاصطناعي التوليدي، إذ اختار الفرص التي شكلت مصدر إلهام لتلك الواردة في التقرير.

أما من حيث **استشراف المستقبل**، فقد ساعد الذكاء الاصطناعي التوليدي على استخلاص الأفكار وتسليط الضوء على الروابط بين الأنظمة والتأثير الذي تتركه الفرص المطروحة. مع ذلك، فقد أغفل في بعض الأحيان أفكاراً رئيسية وعالج التأثير المحتمل للفرص بشكل عام من دون التعمق بتفاصيله.

أخيراً، بالنسبة إلى **توليد الصور**، فرغم قدرة الذكاء الاصطناعي التوليدي الهائلة على دمج الأفكار لتوليد صور عالية الجودة تحت إشراف المصممين، إلا أنه يتجاهل أحياناً العديد من الجوانب الأساسية لضمان جودة الصور، مثل عدم اكتمال الأطراف البشرية أو دمج الأشياء بشكل غير منطقي، لذا كان لا بد من أن يشرف فريق العمل على عملية توليد الصور. يمكن القول إن استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي لتوليد الصور يُحدث تحولاً بارزاً في مجال التصميم، إلا أنه قد يعيق عملية اتخاذ القرار نظراً إلى وفرة الخيارات التي يتيحها.

أعد هذا التقرير فريق عمل أبحاث دبي للمستقبل ضمن مؤسسة دبي للمستقبل التي تصدر العديد من الدراسات والتقارير الاستشرافية باستخدام التحليل القائم على الأدلة والخيال بهدف مساعدة الجهات المعنية على توقع المستقبل والاستعداد له بشكل أفضل.

يمكنكم الاطلاع على منشوراتنا السابقة
عبر الرابط الإلكتروني:
/www.dubaifuture.ae/insights

شكـــــر وتقـــدير

أشرف على إعداد هذا التقرير كل من الدكتورة هبة شحادة والدكتور باتريك نوك وعبد العزيز الجزيري، ذلك إلى جانب المساهمات القيمة التي قدمها الزملاء في مؤسسة دبي للمستقبل، وهم عبد الله النعيمي، والود الفلاسي، وأروبه خالد ، وإيهاب خطاب، وإيمان القاضي، وفرح الحطاب، وفاطمة أبو الهول، وفراس صبح، وإيزابيلا بيرولو، وليديا كامله، وماريا فيرونيكا مورغويا، والدكتور محمد قاسم ، وشابن بارامباث، وشيخة التميمي، وشمه المريد، وتالة أنشاصي، وإيف فرحات.

كما نود أن نعرب عن تقديرنا للمساهمين والمراجعين والخبراء المشاركين في المقابلات خلال المرحلة التحضيرية:

آنا إيسايكينا، مالكة شركة "كين ديزاين"

أنوشه أنصاري، الرئيسة التنفيذية لشركة "إكس برايز"

كارولين بوستا، شريكة مؤسسة في شركة"نيو موديلز"

كاثرين بريمروز-ماتيّسيّن، محررة

سيسيليا ثام، الرئيسة التنفيذية لشركة "فيوتشريتي سيستمز"

تشيديوغو أكونيلي-بار، مؤسسة منظمة "شي رورز"

كريس شو، محرر ومدقق

كريغ ريتشي، أستاذ جامعي ورئيس تنفيذي سابق في المعهد الأسترالي لدراسات السكان الأصليين وسكان جزر مضيق توريس

سينثيا هانسن، عضو منتدب في مؤسسة الابتكار

ديفيد فانسيولي، مساعد مدير البرامج في مختبر "سي دي جي"، مكتب الأمم المتحدة في جنيف

دنكان كاس بيجز، مدير تنفيذي في المبادرة العالمية لمخاطر الذكاء الاصطناعي في المركز الدولي لحوكمة الابتكار

يوجينيا شيفتشينكو، رئيسة الشؤون المجتمعية في "أكسيون فنتشر لاب"

فلوريان كلاين، عضو منتدب في مركز "سنتر فور ذا لونج فيو"، ديلويت

غابرييلا إيفان، مسؤولة تطوير العضوية في مجلس العلوم الدولي

جورج توماس، مدير الشؤون العامة في شركة "فرونتيرز"

هيزل بيرد، محررة

هيلينا لوران، مديرة عامة في المنظمة العالمية للمستهلك

عصـام ياسـين، مصـمم مسـتقل

جميل العماد، أستاذ جامعي في الهندسة في جامعة إمبريال كوليدج لندن

يواكيم رويز، أستاذ جامعي في الكيمياء الأرضية وعميد كلية العلوم في جامعة أريزونا

ليندا بيترهانز، مديرة برنامج القيادة الشبابية في مؤسسة كوفي عنان

مارغا غوال سولير، رئيسة قسم بناء القدرات في مجال الدبلوماسية والعلوم في مؤسسة "جنيف الرائدة للعلوم والدبلوماسية"

مومشيلو فويسيتش، مؤسس ومدير قسم العلوم ورئيس قسم الأبحاث السريرية في شركة "فيوم لايف سيانسز"

نظيم ستيراس، رئيس تنفيذي، "فود أند كونيكت"، جامعة كيب تاون

كوينتين لاديتو، رئيس قسم الاستشراف التكنولوجي، الوزارة الاتحادية للدفاع والحماية المدنية والرياضة

روبرت زوبرين، رئيس شركة "بايونير" للملاحة الفضائية

ثيلما كواي، مديرة قسم البنية التحتية الرقمية والمهارات والتوظيف في"سمارت أفريكا"

فيكتور بلانكو غونزاليس، المدير الأول لشؤون الاستشراف في شركة "سويس ري"

ويليام ماكدونو، مؤسس شركة "ويليام ماكدونو" وشركاه

كما نود أن نتوجه بالشكر إلى مؤسسة **"جنيف الرائدة للعلوم والدبلوماسية"** لدعمهم لمؤسسة دبي للمستقبل وتزويدها بمساحة لاستضافة ورشة عمل مع الخبراء، وذلك خلال قمة جنيف الرائدة للعلوم والدبلوماسية لعام 2023.

هذا بالإضافة إلى **مجموعة "بلوسوم"** في إيطاليا و"**هورايزون**" في سويسرا وشركة **"تنوين للترجمة"** في دولة الإمارات العربية المتحدة.

قـــائمة المصـطلحـات

الذكاء الآلي المتقدم

يشير مصطلح الذكاء الآلي المتقدم في "تقرير الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" إلى الصيغة المستقبلية للذكاء الاصطناعي. وهو في الواقع نتاج الخوارزميات والبيانات وقوة المعالجة، بما فيها الحوسبة الكمومية، التي تتيح للحواسيب التعلّم من البيانات وتحليل مجموعات ضخمة منها ونمذجتها بسرعة، لحل المشاكل بطريقة متقدمة وإنجاز المهام المعقدة. وقد تم ذكر الذكاء الآلي المتقدم في الفرص الخمسين المذكورة في التقرير.

التقنيات الزراعية

تشير التقنيات الزراعية إلى مجموعة من التقنيات التي تسهم في زيادة المحاصيل الزراعية وتحسّن كفاءة العمل الزراعي. وتشمل هذه التقنيات التعديل الوراثي والمبيدات الكيميائية والكيميائية الحيوية ومبيدات الأعشاب والأسمدة والتقنيات المستخدمة في إدارة المياه والنفايات السائلة والحصاد وتربية الحيوانات والتخزين.

مقاومة مضادات الميكروبات

تحدث مقاومة مضادات الميكروبات حين لا تستجيب البكتيريا أو الفيروسات أو الفطريات أو الطفيليات للأدوية، مما يصعّب معالجة العدوى ويزيد من خطر انتشار المرض والاعتلال والإنتان الذي يؤدي إلى الوفاة.

الواقع المعزز

يشمل الواقع المعزز كلاً من الأجهزة التقنية القابلة للارتداء والمخرجات الناتجة عن الجمع بين الواقع الافتراضي أو الوسائط الرقمية، والروائح والأصوات وغيرها من الإمكانيات الحسية في العالم الواقعي.

الآلات المستقلة

الآلات المستقلة آلات مبرمجة لتعمل بشكل ذاتي وتستطيع أداء مجموعة واسعة من المهام المعقدة من دون الحاجة إلى أدوات تحكم أو أوامر خارجية.

الأبحاث الأساسية

الأبحاث الأساسية هي أبحاث تهدف إلى فهم الجوانب الأساسية من الظواهر العلمية بغض النظر عن التطبيق أو الاستخدام أو مجال الاهتمام. والأبحاث الأساسية هي عكس الأبحاث التطبيقية التي تهدف إلى إجراء الأبحاث من أجل التوصل إلى حلول للمشاكل.

المنطقة الأحيائية

المنطقة الأحيائية هي نظام بيئي قائم بذاته يمكن استخدامه للبحث العلمي والتعليم وحماية البيئة والسياحة.

الإضاءة الحيوية

إنتاج كائن حي للضوء الذي ينبعث منه بسبب التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخله أو تصدر عنه.

الواسم الحيوي

يقيس الواسم الحيوي، بغض النظر عن نوعه، ما يحدث في الخلية أو الكائن الحي في وقت معيّن. ويمكن أن تكون الواسمات الحيوية بمثابة أنظمة إنذار مبكر حول صحتك.

المواد الحيوية

تشمل المواد الحيوية أي مادة أو سطح أو تركيبة تتفاعل مع النظم الحيوية. وقد تكون هذه المواد طبيعية أو اصطناعية، وتتضمن مكونات من المعادن أو البوليمر أو السيراميك. وتُصمَّم هذه المواد لتكون لها خصائص محددة بهدف استخدامها في مجالات معينة، منها الطب والرعاية الصحية وإنتاج الأنسجة ومواد البناء وعمليات التغليف.

المحاكاة الحيوية

هي تقليد الأشكال أو الخصائص أو العمليات الحيوية الطبيعية في إطار نهج الهندسة والتصميم من أجل تحسين جودة المنتجات والعمليات.

الطباعة الحيوية

الطباعة الحيوية هي تقنية تتم فيها طباعة الأحبار الحيوية والمواد الحيوية بشكل ثلاثي الأبعاد لبناء هياكل ثلاثية الأبعاد تشبه الأنسجة الطبيعية.

التقنية الحيوية

تستخدم التقنية الحيوية الكائنات الحية والمواد الحيوية وتتدخل في هندستها على المستوى الوراثي أو الجزيئي، من أجل تطوير عمليات ومنتجات تسهم في تقديم الرعاية الصحية وتوفير الأدوية والمواد والوقود ودعم النُظم الزراعية والغذائية.

الاقتصاد الأزرق

يشير الاقتصاد الأزرق إلى القطاع الاقتصادي القائم على الاستخدام المستدام لموارد المحيطات من أجل كسب العيش وتوليد الإيرادات.

واجهات الدماغ والحاسوب

واجهات الدماغ والحاسوب أو واجهات الدماغ والآلة هي مسارات اتصال تستخدم أسلاكاً متصلة بالدماغ أو جهازاً خارجياً "لقراءة" الإشارات العصبية (النشاط الإلكتروني) أو لإرسال إشارات إلى الدماغ باستخدام التيارات الكهربائية.

المواد النانوية (بحجم النانو) القائمة على الكربون

تكون المواد النانوية القائمة على الكربون بمقياس يتراوح من نانومتر واحد إلى 100 نانومتر، ويمكن أن تشمل أنابيب النانو، والغرافين، والنقاط الكمومية الكربونية.

البنك المركزي

البنك المركزي هو مؤسسة عامة تدير العملة والاستقرار المالي من خلال تحديد أسعار الفائدة في أغلب الأحيان. ويُشار إلى ذلك أيضاً باسم السياسة النقدية للدولة.

الاقتصاد الدائري

في الاقتصاد الدائري، يتم استخدام السلع والخدمات لأطول فترة ممكنة ويتم تجنب جميع أشكال الهدر أو إعادتها مرة أخرى إلى سلسلة القيمة الخاصة بإنتاج السلع أو الخدمات.

الكوبوت

روبوت تعاوني صناعي يمكنه العمل بأمان جنباً إلى جنب مع البشر في مساحة عمل مشتركة.

معدل النمو السنوي المركب

متوسط معدل النمو السنوي خلال فترة زمنية محددة تمتد لأكثر من عام واحد.

العملة المشفرة

العملة المشفرة هي أي شكل من أشكال العملة موجود رقمياً أو افتراضياً ويستخدم التشفير لتأمين المعاملات. ولا توجد سلطة إصدار أو تنظيم مركزية للعملات المشفرة، وبدلاً من ذلك تستخدم نظاماً لا مركزياً لتسجيل المعاملات وإصدار وحدات جديدة. ويجري التحقق من العملات المشفرة وتعقبها باستخدام تقنيات دفتر الأستاذ الموزع.

التراث الثقافي

يشمل التراث الثقافي المواقع والأشياء والممارسات التي يعتبرها المجتمع قديمة وتستحق الحفاظ عليها. ويمكن أن تكون رمزية أو تاريخية أو فنية أو جمالية أو علمية أو غيرها.

منظمة مستقلة لا مركزية

المنظمات المستقلة اللامركزية كيانات تعمل من خلال العقود الذكية، ويجري ترميز قواعدها ومعاملاتها المالية على البلوك تشين، التي يتحكّم بها فعلياً أعضاء المنظمة بدلاً من أن تخضع لهيئةٍ حاكمة مركزية.

المحرك (الاستشراف)

تشمل المحركات الظواهر أو الأحداث أو السياسات أو الاستراتيجيات أو التطورات العلمية والتكنولوجية التي تهيئ الظروف لظهور أحد الاتجاهات وتسريع تأثيره. ويمكن أن تكون متعمدة أو غير متعمدة وتؤدي إلى إحداث تحولات في الطلب والسلوك والسياسات.

النظام البيئي

يتكون النظام البيئي من جميع الكائنات الحية الموجودة في بيئتها الطبيعية ومن مجموع تفاعلاتها فيما بينها.

الواقع الممتد

مصطلح عام يشير إلى الواقع المعزز والمختلط والافتراضي.

خبير استشراف المستقبل

خبير متعدد التخصصات وعالم اجتماع في بعض الحالات، يعالج مواضيع قد تكون حدودها واضحة أو غير واضحة، ويعمل مع خبراء عالميين لديهم توجه مستقبلي في مجالات خبرتهم أو قطاعاتهم الخاصة. ويتميز خبراء الاستشراف بعقلية ريادة الأعمال في نهجهم المتبع لتنفيذ الأنشطة التي تركز على أوجه المستقبل، وذلك باستخدام الأدوات المناسبة.

التعديل الوراثي

ينطوي التعديل الوراثي على إجراء تغييرات عالية الدقة على تسلسل الحمض النووي، باستخدام إنزيمات مصممة لاستهداف تسلسل محدد وإزالته أو استبداله.

الذكاء الاصطناعي التوليدي

الذكاء الاصطناعي التوليدي هو نموذج خاص بتعلم الآلة يمكنه التعلم من كميات كبيرة من البيانات وتقليدها لإنشاء المحتوى (مثل النصوص والصور والموسيقى ومقاطع الفيديو والرموز وغيرها).

العلاج الوراثي

ينطوي العلاج الوراثي على إجراء تعديلات على صفات الفرد الوراثية (الجينات) لعلاج مرضٍ ما. وتشمل العلاجات الوراثية استبدال الجينات المسببة للمرض بأخرى سليمة، أو إبطال عمل الجينات المسببة للمرض، أو إضافة جينات جديد أو معدَّلة لعلاج المرض. وما زالت العلاجات الوراثية لعلاج السرطان والأمراض الوراثية والأمراض المعدية في مرحلة التجربة.

الهندسة الجيولوجية

تشمل الهندسة الجيولوجية مجموعة من التقنيات المصممة للتأثير في البيئة بطريقة تحدّ من آثار تغير المناخ أو تتصدى لها جزئياً. وتشمل أساليب الهندسة الجيولوجية إدارة الإشعاع الشمسي، واستمطار السحب، والتقاط ثاني أكسيد الكربون.

الغرافين

الغرافين هو عبارة عن طبقة واحدة من ذرات الكربون التي من الممكن الاستفادة منها في العديد من القطاعات، إذ تتمتع هذه المادة بقوى كهربائية وميكانيكية وكيميائية استثنائية على الرغم من رقتها وصغر حجمها.

غازات الدفيئة

غازات تحبس الحرارة المنبعثة في الغلاف الجوي للأرض، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض. وتُعرف هذه العملية باسم تأثير غازات الدفيئة، ويعتبر تراكم هذه الغازات السبب الرئيسي لتغير المناخ. وتنبعث الغازات من العمليات الصناعية والزراعة وبعض وسائل النقل، ولكنها تنبعث أيضاً من مصادر طبيعية مثل البراكين ونتيجة لظواهر مثل التصحّر وذوبان الصفائح الجليدية.

غيغاوات

وحدة لقياس الطاقة.

غيغاوات ساعة

وحدة طاقة تمثل مليار وات ساعة وتعادل مليون كيلووات ساعة.

ميكروبيتا الأمعاء

يتكون ميكروبيوتا الأمعاء من مستوى صحي ومتوازن من البكتيريا الجيدة والضارة في الأمعاء.

التقنيات اللمسية

تتيح التقنيات اللمسية للمستخدم التفاعل مع البيئة الواقعية أو الافتراضية عبر حاسة اللمس من خلال تطبيق القوى أو الاهتزازات أو الحركات على المستخدم.

الجينوم البشري

يتكون الجينوم البشري من 3 مليارات زوج قاعدي من الحمض النووي البشري (حمض ديوكسي ريبونوكلييك). وقد تم فك شفرة آلاف الجينات حتى الآن.

إنترنت الأشياء

مفهوم يشير إلى العديد من الأجهزة وأجهزة الاستشعار المتصلة بالإنترنت. ويمكّننا إنترنت الأشياء من جمع البيانات التي يتم التقاطها ومشاركتها وتحليلها لأغراض مختلفة كمراقبة الصحة وتحسينها وتوفير خدمات الرعاية الصحية، وإدارة المدن الذكية ومراقبة التصنيع وتحسينه وإدارة النقل.

التوافق التشغيلي

هو قدرة الأنظمة أو الأجهزة أو التطبيقات أو المنتجات المختلفة على معالجة البيانات وتبادلها دون التسبب ي أي تأخير أو انقطاع أو أعطال أو إزعاج للمستخدم.

النموذج اللغوي الكبير

النموذج اللغوي الكبير هو عبارة عن خوارزمية للتعلّم العميق يمكنها التعرف على النص وترجمته والتفاعل معه باستخدام النصوص.

العلاجات البكتيرية الحية

العلاجات البكتيرية الحية هي إعادة استخدام الميكروبات الفردية للتطبيقات العلاجية.

الآلات

تعني الآلات في سياق "تقرير الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية" الحواسيب أو الروبوتات التي تمتلك قدرة معالجة ذكية. يرجى الاطلاع على تعريف الذكاء الآلي المتقدم.

الواقع المختلط

يشير الواقع المختلط إلى الاستخدام العام لمزيجٍ من الواقع المعزز والواقع الافتراضي.

الحوسبة الطرفية متعددة المنافذ

الحوسبة الطرفية متعددة المنافذ هي شكل من أشكال الحوسبة (المعالجة والتخزين) التي تتم إما في الموقع حيث تجري المعاملة أو يتم توليد البيانات، وإما حيث يحتاجها المستخدم لتجنب الحاجة إلى الخوادم أو السحابة المركزية.

اللدائن الدقيقة

جزيئات بلاستيكية صغيرة لا يتجاوز حجمها 5 ميليمترات، تنتج عن مصادر وعمليات مختلفة، بما في ذلك احتكاك العجلات بالطرق، وتصنيع الملابس والسلع البلاستيكية والنفايات الصناعية. وينتهي الأمر باللدائن الدقيقة في الغلاف الجوي أو في المحيطات والبحار، وهي مصدر قلق صحي للإنسان وللحيوانات التي تتناولها أثناء تفاعلها مع بيئتها إما على الأرض أو في الماء.

الروبوتات النانوية

الروبوتات النانوية هي روبوتات مستقلة ذات حجم ذري.

نانومتر

وحدة قياس قياسية: المتر الواحد يعادل مليار نانومتر.

الجسيمات النانوية

جسيمات لا يتجاوز حجمها 100 نانومتر.

مقياس النانو

مقياس يستخدم لقياس الأطوال التي لا تتجاوز 100 نانومتر.

تقنية النانو

تقنية النانو هي عبارة عن أبحاث وعلوم وتقنيات يتم إجراؤها على مستوى النانو.

معالجة اللغات الطبيعية

إن معالجة اللغات الطبيعية هي أحد فروع الذكاء الاصطناعي التي تركز على كيفية قيام أجهزة الحاسوب بمعالجة اللغة.

النواقل العصبية

النواقل العصبية مراسيل كيميائية تنقل الإشارات بين الخلايا العصبية عبر المشابك. وتتحكم النواقل العصبية بمجموعة من الوظائف وتشمل السيروتونين المسؤول عن التحكم بالمزاج والميلاتونين المسؤول عن تنظيم النوم.

صافي الانبعاثات الإيجابي

يشير هذا المصطلح إلى الحالة التي تكون فيها كمية غازات الدفيئة التي أُزيلت من الغلاف الجوي أكبر من كمية غازات الدفيئة المنبعثة في الغلاف الجوي، كما يشير أيضاً إلى الموقف العام المتمثل في تحقيق تأثير إيجابي أكثر من التأثير السلبي في البيئة والمجتمع وغيرهما.

صافي الانبعاثات الصفري (الحياد المناخي)

الحالة التي تتساوى وتتوازن فيها كمية غازات الدفيئة المنبعثة في الغلاف الجوي مع كمية غازات الدفيئة التي أزيلت منه. كما قد يشير أيضاً إلى الموقف العام المتمثل في تحقيق التوازن بين التأثير الإيجابي والتأثير السلبي في البيئة والمجتمع وغيرهما.

الحوسبة الكمومية

تعتمد الحوسبة الكمومية على مبادئ ميكانيكا الكم، وتستغل قدرة الجسيمات دون الذرية على الوجود ضمن حالتين في الوقت ذاته. ويزيد ذلك كمية البيانات التي يمكن تشفيرها)بوحدة الكيوبت(بصورة هائلة، ما يعزز القدرات الحاسوبية إلى أبعد الحدود.

النقاط الكمومية

النقاط الكمومية هي جسيمات نانوية شبه موصلة تشكل جزءاً من التقنيات الكمومية وتُستخدَم في العديد من التطبيقات الإلكترونية والطبية الحيوية، وهي تتمتع بالقدرة على تطوير الحوسبة الكمومية في المستقبل.

برامج الفدية والابتزاز الإلكتروني

برامج إلكترونية خبيثة مصممة لتنفيذ هجمات إلكترونية وابتزاز المستخدمين عبر منعهم من الوصول إلى النظم أو المعلومات والمطالبة بمبالغ مالية.

المواد ذاتية الترميم

المواد ذاتية الترميم هي البوليمرات والمعادن والمواد السيراميكية ومركّباتها التي يمكنها أن تتعافى كلياً أو جزئياً عند تعرضها للضرر بسبب الاستخدام التشغيلي.

المؤشر (الاستشراف)

الأحداث والدعايات والتقنيات الجديدة والمنتجات والخدمات والبيانات والاضطرابات المحلية والإقليمية التي لديها القدرة على النمو لتصبح محركات للتغيير أو اتجاهات سائدة.

رأس المال الاجتماعي

يسمح رأس المال الاجتماعي للأفراد بالعمل معاً استناداً إلى القدرة على الحصول على الموارد أو الدعم أو الخدمات أو المعلومات من العلاقات الشخصية التي يتمتع بها الفرد.

النفايات الفضائية

تشمل النفايات الطبيعية (مثل النيازك) والنفايات الاصطناعية الموجودة في مدار الأرض.

الحاسوب الفائق

حاسوب يعمل بمعدل أسرع بكثير من أجهزة الحاسوب العادية، ويقاس بوحدة الفاصلة العائمة (FPU) بالثانية.

علم الأحياء التركيبي

إعادة تصميم الكائنات الحية والجزيئات أو إعادة هندستها لمنحها خصائص جديدة، مثل الإنزيمات الاصطناعية التي تستطيع هضم البلاستيك.

الجراحة عن بُعد

الجراحة التي يكون فيها المريض والجراح في مكانين مختلفين.

تيراوات ساعة

وحدة قياسية للطاقة تعادل 1000 غيغاوات ساعة.

طاقة المد والجزر

طاقة المد والجزر هي شكل من أشكال الطاقة الكهرومائية التي تحوّل الطاقة إلى كهرباء بالاعتماد على المد والجزر.

التنبيه باستخدام التيار المتردد عبر الجمجمة

شكل غير جراحي من أشكال تحفيز الدماغ، حيث يتم توصيل تيارات كهربائية مترددة إلى فروة الرأس من أجل تعديل وظيفة الدماغ.

التحفيز المغناطيسي عبر الجمجمة

التحفيز المغناطيسي عبر الجمجمة هو إجراء غير جراحي يستخدم المجالات المغناطيسية لتحفيز الخلايا العصبية في الدماغ من أجل تحسين أعراض الاكتئاب الشديد.

الاتجاه السائد (الاستشراف)

تغير اجتماعي اقتصادي أو بيئي أو تكنولوجي مستدام له تأثير متزايد قابل للقياس، مثل التأثير المادي أو المالي.

المولدات النانوية لكهرباء الاحتكاك

تحصل المولدات النانوية لكهرباء الاحتكاك على الطاقة الكهربائية من الطاقة الميكانيكية المولَّدة من الحركة بين أجهزة الاستشعار أو المواد المختلفة.

اختبار تورينغ
يفترض اختبار تورينغ أنه يمكن إثبات تمتع بالذكاء البشري إذا كان بإمكانها الدخول في محادثة مع الإنسان من دون أن يكتشف أنها آلة.

تحسين المهارات
تحسين المهارات هو عملية تعلّم مهارات جديدة ومعززة لتطبيقها في أحد الأدوار الحالية.

سلسلة القيمة
سلسلة القيمة هي الخطوات المتبعة لإنشاء المنتج النهائي أو الخدمة النهائية، ابتداءً من التصميم ووصولاً إلى الشراء.

الواقع الافتراضي
بيئات يتم إنشاؤها بواسطة الحاسوب يمكن للمستخدمين المشاركة في تجربتها الغامرة باستخدام أغطية الرأس القابلة للارتداء، أو غيرها من الملحقات التي تمكّنهم من التفاعل مع الآخرين، ومحاكاة تجارب الحياة الواقعية وردود الفعل في بيئات افتراضية.

الويب 3.0
هو الجيل الثالث من الإنترنت ويتميز باعتماد أكبر على الذكاء الاصطناعي لتحسين إمكانية البحث والتفاعل.

نبــذة عـن مــؤسسة دبــي للمستـقـبل

تسعى مؤسسة دبي للمستقبل إلى تحقيق رؤية صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، نائب رئيس الدولة رئيس مجلس الوزراء حاكم دبي، رعاه الله، لتعزيز مكانة دبي باعتبارها رائدة مدن المستقبل، بالتعاون مع شركائها من الجهات الحكومية والشركات العالمية والمبتكرين والشركات الناشئة ورواد الأعمال في دولة الإمارات وخارجها.

وتتمثل ركائز استراتيجية المؤسسة في تخيّل المستقبل وتصميمه وتنفيذه، وذلك بدعم وإشراف سمو الشيخ حمدان بن محمد بن راشد آل مكتوم، ولي عهد دبي رئيس المجلس التنفيذي رئيس مجلس أمناء مؤسسة دبي للمستقبل. وتطلق المؤسسة برامج ومبادرات محلية وعالمية ومشاريع مبتكرة ونوعية لتحقيق هذا الهدف، كما تتولى إعداد خطط واستراتيجيات مستقبلية وتقارير حول السيناريوهات المستقبلية المحتملة، بما يدعم مكانة دبي كمركز عالمي لتطوير وتبني أحدث الحلول والممارسات المبتكرة لخدمة الإنسانية.

وتركز المؤسسة على تحديد أبرز التحديات التي تواجه المدن والمجتمعات والقطاعات في المستقبل وتحويلها إلى فرص نمو واعدة من خلال جمع البيانات وتحليلها ودراسة التوجهات العالمية ومواكبة التغيرات المتسارعة. كما تحرص على استكشاف القطاعات الجديدة والناشئة وتكاملها مع القطاعات والصناعات القائمة.

وتشرف مؤسسة دبي للمستقبل على عدد كبير من المشاريع والمبادرات الرائدة مثل متحف المستقبل، ومنطقة 2071، ومسرعات دبي للمستقبل، وأكاديمية دبي للمستقبل، ومختبرات دبي للمستقبل، ودبي 10X، وأبحاث دبي للمستقبل، وزمالة دبي للمستقبل، ومؤشر دبي للجاهزية للمستقبل، وبرنامج دبي للبحث والتطوير، ومختبر دبي للتصميم، ومركز الإمارات العربية المتحدة للثورة الصناعية الرابعة، ومنتدى دبي للمستقبل، وغيرها. وتسهم المؤسسة، من خلال مبادراتها المعرفية ومراكزها لتصميم المستقبل، في بناء قدرات أصحاب المواهب، وتمكينهم وصقل مهاراتهم، بما يمكّنهم من الإسهام في تحقيق التنمية المستدامة في دبي ودولة الإمارات.

إخــلاء مســؤوليــة

تم إعداد هذا التقرير لأغراض إعلامية وتعليمية وإرشادية، وهو يتضمن توجهات مستقبلية مبنية على الدراسات والبحوث، وليس بالضرورة لاعتمادها أو العمل بها. وبناءً عليه، تخلي مؤسسة دبي للمستقبل مسؤوليتها بالكامل عن كل ما يتعلق بمحتوى التقرير واستخدامه. أما النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذا التقرير فإنها لا تمثل بالضرورة آراء مؤسسة دبي للمستقبل.

المعلومات المقدمة في هذا التقرير تستند إلى الدراسات والبحوث والبيانات المتاحة حتى تاريخ النشر.

يهدف التقرير إلى تقديم المعلومات وتحفيز التفكير النقدي واتخاذ القرارات المستنيرة في مجالات استشراف المستقبل. مؤسسة دبي للمستقبل تخلي مسؤوليتها بالكامل فيما يتعلق بمحتوى واستخدام التقرير (أو أي اعتماد عليه، بشكل خاص، أي تفسير أو قرار أو إجراءات تعتمد على المعلومات الموجودة في هذا التقرير). ولا توصي مؤسسة دبي للمستقبل كما أنها لا تؤيد أي إجراءات أو استراتيجيات أو وجهات نظر تمت مناقشتها في هذا التقرير.

قد تمتك أطراف أخرى حقوق ملكية في بعض المحتوى الوارد في هذا التقرير. وبأي حال من الأحوال، فإن مؤسسة دبي للمستقبل لا تدعي أو تضمن امتلاكها أو سيطرتها على جميع الحقوق في المحتوى بأكمله، ولن تكون مؤسسة دبي للمستقبل مسؤولة أمام المستخدمين عن أي مطالبات تقدم ضدهم من قبل أطراف ثالثة فيما يتعلق باستخدامهم لأي محتوى.

© 2024 جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لمؤسسة دبي للمستقبل

جميع المواد الواردة في هذا التقرير مرخصة بموجب رخصة المشاع الإبداعي - نَسب المصنف 4.0 دولي (رخصة المشاع الإبداعي)، باستثناء المحتوى المقدم من أطراف ثالثة أو الشعارات أو أي مادة محمية بعلامة تجارية أو مشار إليها في هذا التقرير. رخصة المشاع الإبداعي اتفاقية ترخيص نموذجية تتيح نسخ التقرير وتوزيعه ونقله وتكييفه شريطة نسب العمل لصاحبه، وهي متاحة على الرابط:

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode

يمكن الاطلاع على القائمة الكاملة لمعلومات الأطراف الثالثة المدرجة في هذا التقرير ومواردها ضمن قسم الملاحظات وقائمة المراجع. ويستثني إخلاء المسؤولية بصفة خاصة العلامات التجارية لكلمة مؤسسة دبي للمستقبل وشعارها من نطاق ترخيص المشاع الإبداعي هذا.

تم إعداد هذا التقرير باللغة الإنجليزية، وتمت ترجمته إلى اللغة العربية بهدف إيصال التقرير إلى أكبر شريحة ممكنة من القرّاء. ورغم الجهود المبذولة لضمان الدقة في الترجمة، إلا أنه يجب الرجوع إلى النسخة الإنجليزية في حال وجود أي تناقضات أو اختلافات بين النسختين.

الفـــهـرس

www.dubaifuture.ae/bibliography-global-50-2024

المـــــراجــع

1. Dubai Future Foundation (2023) 'Navigating the Future for Growth, Prosperity and Well-being: The Foundation of the Global 50 Report'. February. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/GPW-Report-Eng.pdf
2. Wikipedia (2023) 'Quantum mechanics' https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_mechanics (retrieved 16 December 2023)
3. Dubai Future Foundation (2023) 'Navigating the Future for Growth, Prosperity and Well-being: The Foundation of the Global 50 Report'. February. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/GPW-Report-Eng.pdf
4. .Ibid
5. Dubai Future Foundation (2022) 'Future Opportunities Report – The Global 50'. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2022/02/Future-Opportunities-Report-TheGlobal50-English.pdf
6. Hines, A. and Gold, J. (2013) 'Professionalizing foresight: Why do it, where it stands, and what needs to be done'. *Journal of Future Studies*, 17(4). www.yorksj.ac.uk/media/content-assets/research/futures-and-foresight-research-group/documents/Professionalizing-Foresight---Hines-and-Gold.pdf
7. .Ibid
8. Kristof, T. and Novaky, E. (2023) 'The story of futures studies: An interdisciplinary field rooted in social sciences'. Social Sciences, 12(3). https://www.mdpi.com/2076-0760/12/3/192
9. Hines, A. (2023) 'Foresight in higher education: the US Perspective'. *Journal of New Horizon in Higher Education*. 1(1). https://so09.tci-thaijo.org/index.php/NHHE/article/view/1059
10. Schwarz, J., Wach, B. and Rohrbeck, R. (2023) 'How to anchor design thinking in the future: Empirical evidence on the usage of strategic foresight in design thinking projects'. Futures, 149. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328723000411
11. Spaniol, M. and Rowland, N. (2023) 'AI-assisted scenario generation for strategic planning'. Futures & Foresight Science, 5(2). https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ffo2.148
12. Kristof, T. and Novaky, E. (2023) 'The story of futures studies: An interdisciplinary field rooted in social sciences'. Social Sciences, 12(3). https://www.mdpi.com/2076-0760/12/3/192
13. Dubai Future Foundation (2023) 'Navigating the Future for Growth, Prosperity and Well-being: The Foundation of the Global 50 Report'. February. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/GPW-Report-Eng.pdf
14. .Ibid
15. Dubai Future Foundation (2022) 'Future Opportunities Report – The Global 50'. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2022/02/Future-Opportunities-Report-TheGlobal50-English.pdf
16. Dubai Future Foundation (2023) 'Navigating the Future for Growth, Prosperity and Well-being: The Foundation of the Global 50 Report'. February. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/GPW-Report-Eng.pdf
17. .Ibid
18. .Ibid
19. .Ibid

20. .Ibid
21. United Nations Population Division (2023) 'Life Expectancy at birth; Life expectancy E(x) – abridged; Life expectancy E(x) - complete'. https://population.un.org/dataportal/data/indicators/61,75,76/locations/900/start/1990/end/2023/table/pivotbyindicator
22. United Nations (2022) 'World population prospects 2022: Summary of Results'. Department of Economic and Social Affairs. www.un.org/development/desa/pd/siteswww.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf
23. Cilluffo, A. and Ruiz, N.G. (2019) 'World's population is projected to nearly stop growing by the end of the century'. Pew Research Center, 17 June. www.pewresearch.org/short-reads/2019/06/17/worlds-population-is-projected-to-nearly-stop-growing-by-the-end-of-the-century/
24. United Nations Population Division (2023) 'Life Expectancy at birth; Life expectancy E(x) – abridged; Life expectancy E(x) - complete'. https://population.un.org/dataportal/data/indicators/61,75,76/locations/900/start/1990/end/2023/table/pivotbyindicator
25. The World Bank (n.d.) 'Population ages 65 and above (% of total population): Middle East and North Africa, World'. https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.65UP.TO.ZS?end=2022&locations=ZQ-1W&start=1960&view=chart (retrieved 16 December 2023)
26. Forster, P.M. et al (2023) 'Indicators of Global Climate Change 2022: annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and human influence'. Earth System Science Data, 15: 2295-2327. https://essd.copernicus.org/articles/15/2295/2023/
27. .Ibid
28. Guivarch, C., Taconet, N. and Mejean, A. (2021) 'Linking climate and inequality'. IMF. www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2021/09/climate-change-and-inequality-guivarch-mejean-taconet
29. International Organization for Migration (2022) 'Climate Change and Future Human Mobility'. https://emergencymanual.iom.int/sites/g/files/tmzbdl1956/files/2023-03/iom_global_data_institute_thematic_brief_1_evidence_summary_on_climate_change_and_the_future_of_human_mobility.pdf
30. .Ibid
31. Kuzma, S., Saccoccia, L. and Chertock, M. (2023) '25 Countries, Housing One-quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress'. World Resources Institute. www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries
32. World Inequality Lab (2022) 'World inequality report 2022'. https://wir2022.wid.world
33. .Ibid
34. UNESCO (2023) 'UNESCO: 250 million children now out of school'. https://news.un.org/en/story/2023/09/1140882
35. UNICEF Data (2023) 'Out-of-school rate for children of primary school age'. United Nations Children's Fund. https://data.unicef.org/resources/data_explorer/unicef_f/?ag=UNICEF&df=GLOBAL_DATAFLOW&ver=1.0&dq=UNICEF_REP_REG_GLOBAL+UNICEF_EAP+UNICEF_ECA+UNICEF_LAC+UNICEF_MENA+UNICEF_NA+UNICEF_SA+UNICEF_SSA+UNICEF_XCH.ED_ROFST_L1._T.&startPeriod=2016&endPeriod=2023
36. International Telecommunications Union (2022) 'Global connectivity report 2022'. www.itu.int/itu-d/reports/statistics/global-connectivity-report-2022

37. Roberts, T.G. (2022) 'Space Launch to Low Earth Orbit: How Much Does It Cost?' Aerospace Security Project, Center for Strategic and International Studies, 1 September. https://aerospace.csis.org/data/space-launch-to-low-earth-orbit-how-much-does-it-cost/
38. .Ibid
39. McKinsey & Company (2023) 'Quantum Technology Monitor'. www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/quantum%20technology%20sees%20record%20investments%20progress%20on%20talent%20gap/quantum-technology-monitor-april-2023.pdf
40. Boston Consulting Group (2023) 'Quantum Computing Is Becoming Business Ready'. www.bcg.com/publications/2023/enterprise-grade-quantum-computing-almost-ready
41. Solliman, M. (2023) 'The Middle East in an era of great tech competition'. Middle East Institute, 6 February. www.mei.edu/publications/middle-east-era-great-tech-competition
42. PwC (n.d.) 'The Case for Space – Opportunities in the Middle East Space Sector'. www.pwc.com/m1/en/publications/the-case-for-space.html (retrieved 16 December 2023)
43. Dubai AI & Web3 Campus (n.d.) 'The Campus.'. https://daiw3c.com/the-campus (retrieved 10 February 2024)
44. Hanania, R. (2023) 'Saudi Arabia investing in its own future space missions'. Arab News. 1 June. www.arabnews.com/node/2314221/saudi-arabia
45. Dubai Future Foundation (2023) 'Hamdan bin Mohammed launches 'Dubai Program for Gaming 2033''. 2 November. www.dubaifuture.ae/latest-news/hamdan-bin-mohammed-launches-dubai-program-for-gaming-2033/
46. Mohammed Bin Rashid Space Centre (n.d.) 'Mars 2117'. www.mbrsc.ae/service/mars_2117/ (retrieved 10 February 2024)
47. Dubai Future Foundation (2022) 'Future Opportunities Report – The Global 50'. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2022/02/Future-Opportunities-Report-TheGlobal50-English.pdf
48. Dubai Future Foundation (2023) 'Future Opportunities Report – The Global 50'. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/04/THE-GLOBAL-50-EN.pdf
49. Grand View Research (2023) 'Tissue Engineering Market Size To Reach $43.13 Billion By 2030'. August. www.grandviewresearch.com/press-release/global-tissue-engineering-market
50. Johns Hopkins Biomedical Engineering (2022) 'Tissue Engineering: The Future is Here'. 21 January. www.bme.jhu.edu/news-events/news/tissue-engineering-the-future-is-here/
51. .Ibid
52. Business Market Insights (2022) 'Middle East & Africa Tissue Engineering Market Forecast to 2028'. September. www.businessmarketinsights.com/reports/middle-east-and-africa-tissue-engineering-market (retrieved 16 December 2023)
53. United Nations Environment Programme and Yale Center for Ecosystems + Architecture (2023) 'Building Materials and the Climate: Constructing a New Future'. https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/43293
54. .Ibid
55. Alaneme, G., Olonade, K. and Esenogho, E. (2023) 'Eco-friendly agro-waste based geopolymer-concrete: a systematic review'. Discover Materials, 3(14) https://doi.org/10.1007/s43939-023-00052-8

56. Deo, P. and Deshmukh, R. (2019) 'Oral microbiome: Unveiling the fundamentals'. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, 23. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6503789/
57. .Ibid/
58. Chen, Z. et al. (2023) 'Recent advances on nanomaterials for antibacterial treatment of oral diseases'. Materials Today Bio, 20. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590006423000959
59. Day, B. (2020) 'DIY dentistry during the SARS-CoV-2 pandemic'. Dental Tribune, 22 June. www.dental-tribune.com/news/diy-dentistry-during-the-sars-cov-2-pandemic/
60. Thomas, T. (2022) 'DIY dentistry on the rise as 90% of NHS practices not seeing new patients'. The Guardian, 8 August. www.theguardian.com/society/2022/aug/08/diy-dentistry-on-the-rise-as-90-of-nhs-practices-not-seeing-new-patients
61. British Dental Association (2023) 'Over a third of Gen Z would resort to 'DIY' dentistry'. *British Dental Journal,* 234(6). www.nature.com/articles/s41415-023-5732-x
62. Strategic Market Research (2022) 'Dental Biomaterials Market'. April. www.strategicmarketresearch.com/market-report/dental-biomaterials-market
63. Data Bridge Market Research (2022) 'Global AI in Bioinformatics Market – Industry Trends and Forecast to 2029'. August. www.databridgemarketresearch.com/reports/global-ai-in-bioinformatics-market
64. Business Market Insights (2022) 'Middle East & Africa Bioinformatics Market Research is expected to reach US$ 1,470.48 million by 2028'. November. www.businessmarketinsights.com/pr/middle-east-and-africa-bioinformatics-market
65. United Nations Stats (2023) 'Sustainable Development Goals – Progress Chart 2023'. https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/progress-chart/Progress-Chart-2023.pdf
66. United Nations Framework Convention on Climate Change (2023) 'Summary of the intersessional workshop to develop elements and inform the work of the joint contact group of the first global stocktake under the Paris Agreement'. 30 October. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/WS_GST_Summary%20Report_30Oct_final.pdf
67. United Nations Framework Convention on Climate Change (n.d.) 'The Paris Agreement'. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement (retrieved 17 December 2023)
68. United Nations Framework Convention on Climate Change (n.d.) 'Why the Global Stocktake is Important for Climate Action this Decade'. https://unfccc.int/topics/global-stocktake/about-the-global-stocktake/why-the-global-stocktake-is-important-for-climate-action-this-decade#Why-is-this-so-important (retrieved 17 December 2023)
69. UBS (2023) 'How the data universe could grow more than 10 times from 2020 to 2030'. www.ubs.com/us/en/wealth-management/insights/market-news/article.1596329.html
70. Markets and Markets (2022) 'Big Data Market'. www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/big-data-market-1068.html
71. Dcunha, S.D. (2022) 'The Middle East has a data problem, there is too much of it. Can analytics help?' Fast Company Middle East, 3 November. https://fastcompanyme.com/technology/the-middle-east-has-a-data-problem-there-is-too-much-of-it-can-analytics-help/
72. Munich Re (n.d.) 'Cyber insurance: Risks and trends 2023'. www.munichre.com/landingpage/en/cyber-insurance-risks-and-trends-2023.html (retrieved 18 December 2023)

73. McLean, M. (2023) '2023 Must-Know Cyber Attack Statistics and Trends'. Embroker, 2023. www.embroker.com/blog/cyber-attack-statistics/
74. IBM (n.d.) 'Cost of a Data Breach Report 2023'. www.ibm.com/reports/data-breach (retrieved 13 December 2023)/
75. Tariq, U. et al. (2023) 'A Critical Cybersecurity Analysis and Future Research Directions for the Internet of Things: A Comprehensive Review'. Sensors, 23: 4117. www.mdpi.com/1424-8220/23/8/4117
76. Douthwaite, A. (2021) 'The IoT is Really the Internet of Endpoints'. Virtual Armour, 21 September. https://virtualarmour.com/the-iot-is-the-internet-of-endpoints/
77. McKinsey & Company (2022) 'What is the Internet of Things?' 17 August. www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-the-internet-of-things
78. Howarth, J. (2023) '80+ Amazing IoT Statistics (2024-2030)'. Exploding Topics, 3 November. https://explodingtopics.com/blog/iot-stats
79. TechSci Research (n.a.) 'UAE Internet of Things (IoT) Market'. www.techsciresearch.com/report/uae-internet-of-things-iot-market/1396.html#:~:text=The%20UAE%20Internet%20of%20Things,of%20Things%20(IoT)%20market (retrieved 19 December 2023)
80. Waterfall Security Solutions (2023) '2023 Threat Report'. https://waterfall-security.com/ot-insights-center/ot-cybersecurity-insights-center/2023-threat-report-ot-cyberattacks-with-physical-consequences/
81. .Ibid
82. Shetty, P. (2023) 'The future of cybersecurity: What to expect in the next 5-10 years'. ET Insights, 17 October. https://etinsights.et-edge.com/the-future-of-cybersecurity-what-to-expect-in-the-next-5-10-years/
83. Reed, J. (2023) 'High-impact attacks on critical infrastructure climb 140%'. Security Intelligence, 26 June. https://securityintelligence.com/news/high-impact-attacks-on-critical-infrastructure-climb-140/
84. .Ibid
85. .Ibid
86. Jones, J.S. (2023) 'Smart grids and digitalisation – more effort needed says IEA'. Smart Energy, 24 July. www.smart-energy.com/industry-sectors/digitalisation/smart-grids-and-digitalisation-more-effort-needed-says-iea/
87. .Ibid
88. .Ibid
89. MarkNtel Advisors (2020) 'Middle East Smart Grid Market Analysis, 2020'. www.marknteladvisors.com/query/request-sample/middle-east-smart-grid-market.html
90. Uma, V.S. et al. (2022) 'Valorisation of algal biomass to value-added metabolites: emerging trends and opportunities'. Phytochemistry Reviews, 22: 1015-1040. https://link.springer.com/article/10.1007/s11101-022-09805-4
91. Zabochnicka, M. et al. (2022) 'Algal Biomass Utilization toward Circular Economy'. Life, 12: 1480. www.mdpi.com/2075-1729/12/10/1480
92. Balqis, N. et al. (2023) 'An Overview of Recycling Wastes into Graphene Derivatives Using Microwave Synthesis; Trends and Prospects'. Materials. 16(10). www.mdpi.com/1996-1944/16/10/3726
93. Jones, J.S. (2023) 'Smart grids and digitalisation – more effort needed says IEA'. Smart Energy, 24 July. www.smart-energy.com/industry-sectors/digitalisation/smart-grids-and-digitalisation-more-effort-needed-says-iea/
94. .Ibid

95. Quach, J. (2023) 'Quantum batteries: rethinking energy storage is possible'. Polytechnique Insights, 19 April. www.polytechnique-insights.com/en/columns/science/quantum-batteries-rethinking-energy-storage-is-possible/.

96. ReportLinker (2022) 'Middle-East Smart Grid Network Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2022 - 2027)'. GlobeNewswire. 24 June. www.globenewswire.com/news-release/2022/06/24/2468744/0/en/Middle-East-Smart-Grid-Network-Market-Growth-Trends-COVID-19-Impact-and-Forecasts-2022-2027.html

97. The Alliance for Sustainability Leadership in Education (2023) 'Race to Zero'. www.educationracetozero.org/

98. Climate Action Tracker (2023) 'UAE'. https://climateactiontracker.org/countries/uae/net-zero-targets/

99. United Nations (n.d.) 'For a livable climate: Net-zero commitments must be backed by credible action'. www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition (retrieved 19 December 2023)

100. BloombergNEF (2022) 'The $7 Trillion a Year Needed to Hit Net-Zero Goal'. 7 December. https://about.bnef.com/blog/the-7-trillion-a-year-needed-to-hit-net-zero-goal/

101. United Nations (n.d.) 'Education is key to addressing climate change'. www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/education-key-addressing-climate-change (retrieved 19 December 2023)

102. UNESCO (2021) 'Only half of the national curricula in the world have a reference to climate change, UNESCO warns'. 31 October. www.unesco.org/en/articles/only-half-national-curricula-world-have-reference-climate-change-unesco-warns

103. UNICEF (2023) 'Ministry of Education announces the UAE's Green Education Partnership Roadmap in preparation for COP28'. 26 April. www.unicef.org/gulf/press-releases/ministry-education-announces-uaes-green-education-partnership-roadmap-preparation

104. Accenture (2022) 'What the world needs now… sustainable supply chains'. www.accenture.com/us-en/blogs/business-functions-blog/sustainable-supply-chain-society-planet

105. Accenture and Consumer Goods Forum (2022) 'Net Zero Playbook for Consumer Industries'. www.theconsumergoodsforum.com/wp-content/uploads/2022/11/Accenture-Net-Zero-Playbook-for-Consumer-Industries.pdf

106. Alexander, K. and AlHabsi, N. (2023) 'Etihad Rail: A Key Economic project in UAE's Vision 2021, Abu Dhabi Economic Vision 2030'. Gulf News, 16 April. https://gulfnews.com/opinion/op-eds/etihad-rail-a-key-economic-project-in-uaes-vision-2021-abu-dhabi-economic-vision-2030-1.95141141

107. World Intellectual Property Organization (2023) 'World Intellectual Property Indicators Report: Record Number of Patent Applications Filed Worldwide in 2022'. Geneva, 6 November. www.wipo.int/pressroom/en/articles/2023/article_0013.html

108. .Ibid

109. Kerr, S.P. (2015) 'Global Collaborative Patents'. Harvard Business School. www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/16-059_d8b35c46-be68-4d2d-9ef2-7b0903481982.pdf

110. Berger, T. and Prawitz, E. (2023) 'Collaboration and Connectivity: Historical Evidence from Patent Records'. Institutionen för nationalekonomi och statistic. www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1748660/FULLTEXT01.pdf

111. United States Patent and Trademark Office (n.d.) 'Patent Classification'. www.uspto.gov/patents/search/classification-standards-and-development (retrieved 19 December 2023)

112. Cooperative Patent Classification (2023) 'Ongoing CPC projects (as of 12 May 2023)'. www.cooperativepatentclassification.org/CPCRevisions/Projects

113. Dimitrievski, M. (2023) '19 Interesting Software Development Statistics'. Truelist, 30 October. https://truelist.co/blog/software-development-statistics/

114. Ulrich, P. et al. (2022) 'Quantifying the Benefits of Location Interoperability in the European Union'. JRC European Commission (2022) 'https://joinup.ec.europa.eu/collection/elise-european-location-interoperability-solutions-e-government/document/report-quantifying-benefits-location-interoperability-european-union

115. Frizberg, D. (2023) 'Interoperable digital public services in the EU'. European Parliamentary Research Service. www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/740222/EPRS_BRI(2023)740222_EN.pdf

116. Mourtada, R. et al. (2022) 'Digital Government Transformation in the Middle East'. Boston Consulting Group, 23 August. www.bcg.com/publications/2022/government-digital-trasformation-in-the-middle-east

117. PwC (2023) 'ESG trends in 2023'. August. www.pwc.com/kz/en/publications/new_publication_assets/esg-trends-in-2023-eng.pdf

118. United Nations Global Compact (n.d.) 'Our Participants'. https://unglobalcompact.org/what-is-gc/participants (retrieved 19 December 2023)

119. Cicero & Bernay Communication Consultancy and 3Gem Research & Insights (2023) 'MENA CSR Report 2022'. www.cbpr.me/mena-csr-survey-report-2022/

120. Fortune Business Insights (n.d.) 'Augmented Reality Market Size'. www.fortunebusinessinsights.com/augmented-reality-ar-market-102553 (retrieved 19 December 2023)

121. Ebbesen, H. and Machholdt, C. (2023) 'Digital Reality changes everything'. Deloitte. www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/dk/Documents/Grabngo/Digital%20Reality%20GrabNGo_2019_030419.pdf

122. MIT Technology Review Insights (2022) 'Accelerating the energy transition with Web3 technologies'. 2 November. www.technologyreview.com/2022/11/02/1062403/accelerating-the-energy-transition-with-web3-technologies/

123. Rathor, S. et al. (2023) 'Web 3.0 and Sustainability: Challenges and Research Opportunities'. Sustainability, 15: 15126. www.mdpi.com/2071-1050/15/20/15126

124. Mummert, T. et al. (2022) 'What is reinforcement learning?' IBM. https://developer.ibm.com/learningpaths/get-started-automated-ai-for-decision-making-api/what-is-automated-ai-for-decision-making

125. Rathor, S. et al. (2023) 'Web 3.0 and Sustainability: Challenges and Research Opportunities'. Sustainability, 15: 15126. www.mdpi.com/2071-1050/15/20/15126

126. Thunder Said Energy (2023) 'What is the energy consumption of the internet?' 20 April. https://thundersaidenergy.com/2023/04/20/what-is-the-energy-consumption-of-the-internet/

127. Kettle, J. (2021) 'The internet consumes extraordinary amounts of energy. Here's how we can make it more sustainable'. The Conversation, 9 June. https://theconversation.com/the-internet-consumes-extraordinary-amounts-of-energy-heres-how-we-can-make-it-more-sustainable-160639

128. Lv, Z. (2023) 'Generative artificial intelligence in the metaverse era'. Cognitive Robotics, 3: 208-217. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667241323000198

129. McKinsey (2023) 'The economic potential of generative AI: The next productivity frontier'. 14 June. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-AI-the-next-productivity-frontier#/

130. Pamma, A. (2023) 'New AI Alliance to advance open source AI convenes IBM, Meta, AMD, excludes Microsoft, Google, AWS, Nvidia'. ITWorld Canada, 6 December. www.itworldcanada.com/article/new-ai-alliance-to-advance-open-source-ai-convenes-ibm-meta-amd-excludes-microsoft-google-aws-nvidia/554686

131. Precedence Research (n.d.) 'Robotics Technology Market'. www.precedenceresearch.com/robotics-technology-market (retrieved 19 December 2023)

132. Cui, Z. et al. (2023) 'Review of research and control technology of underwater bionic robots'. Intelligence Marine Technology and Systems, 1: 7. https://link.springer.com/article/10.1007/s44295-023-00010-3

133. Tsakiris, D. (2021) 'Fish-inspired soft robot survives a trip to the deepest part of the ocean'. The Conversation. 27 April. https://theconversation.com/fish-inspired-soft-robot-survives-a-trip-to-the-deepest-part-of-the-ocean-159734

134. Chen, S. (2023) 'How Roboticists Can Tackle Climate Change'. IEEE Spectrum, 4 March. https://spectrum.ieee.org/robotics-climate-change

135. Giordano, G. et al. (2023) 'Soft robotics towards sustainable development goals and climate actions'. Frontiers in Robotics and AI, 10: 1116005. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10064016/

136. .Ibid

137. Mazzari, V. (2023) 'Global warming: using robots to plant trees in the desert'. Le blog de Génération Robots, 25 January. www.generationrobots.com/blog/en/global-warming-using-robots-to-plant-trees-in-the-desert

138. Chen, S. (2023) 'How Roboticists Can Tackle Climate Change'. IEEE Spectrum, 4 March. https://spectrum.ieee.org/robotics-climate-change

139. Reynolds-Cuéllar, P. and Salazar-Gómez, A. (2023) 'Nature-Robot Interaction'. HRI 2023: Companion of the 2023 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, March. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3568294.3580034

140. Gambao, E. (2023) 'Analysis exploring risks and opportunities linked to the use of collaborative industrial robots in Europe'. European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit. www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2023/740259/EPRS_STU(2023)740259_EN.pdf

141. Mariscal, M.A. et al. (2023) 'Working with collaborative robots and its influence on levels of working stress'. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 30 September. www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0951192X.2023.2263428

142. Chang, Y. et al. (2023) 'Social robots: Partner or intruder in the home? The roles of self-construal, social support, and relationship intrusion in consumer preference'. Technological Forecasting and Social Change, 197: 122914. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162523005991

143. Demirgüç-Kunt, A. et al. (2022) 'The Global Findex Database 2021'. The World Bank. www.worldbank.org/en/publication/globalfindex

144. Akolgo, I.A. (2022) 'On the contradictions of Africa's fintech boom: evidence from Ghana'. Review of International Political Economy, 30: 5. www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09692290.2023.2225142

145. Bhattacharya, P.K. and Bhattacharya, R. (2023) 'Covid -19 Pandemic in India and Impact of Microfinance Companies and Non Financial Banking Companies Microcredit Loans to Poor's Households through the Self Help Groups (SHG) in West Bengal State and also in India'. SSRN. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4430944

146. Yu, K. et al. (2023) 'Entrepreneurship at the Bottom of the Pyramid: A Systematic Literature Review'. Sustainability, 15: 2480. www.mdpi.com/2071-1050/15/3/2480

147. International Telecommunications Union (n.d.) 'Statistics'. www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx (retrieved 19 December 2023)

148. World Economic Forum (2023) 'Future of Jobs Report'. www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
149. .Ibid
150. Europass (n.d.) 'Test your digital skills!' https://europa.eu/europass/digitalskills/screen/home (retrieved 19 December 2023)
151. Reddy, P. et al. (2023) 'Essaying the design, development and validation processes of a new digital literacy scale'. Online Information Review. www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/OIR-10-2021-0532/full/html
152. International Labour Organization (2022) 'Global Employment Trends for Youth 2022 – Executive Summary'. www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_853329.pdf
153. World Economic Forum (2023) 'Future of Jobs Report'. www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf
154. Interventions'. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 2229. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7177645/pdf/ijerph-17-02229.pdf
155. Oosterhuis, E.J. et al. (2022) 'Toward an Understanding of Healthy Cognitive Aging: The Importance of Lifestyle in Cognitive Reserve and the Scaffolding Theory of Aging and Cognition'. *The Journals of Gerontology*: Series B, 78, 777–788. https://academic.oup.com/psychsocgerontology/article/78/5/777/6955809
156. World Health Organization (2023) 'Dementia'. 15 March. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia
157. .Ibid
158. Safiri, S. et al. (2023) 'The burden of Alzheimer's disease and other types of dementia in the Middle East and North Africa region, 1990-2019'. Age Ageing, 1: 52. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36995136/
159. Oosterhuis, E.J. et al. (2022) 'Toward an Understanding of Healthy Cognitive Aging: The Importance of Lifestyle in Cognitive Reserve and the Scaffolding Theory of Aging and Cognition'. *The Journals of Gerontology*: Series B, 78, 777–788. https://academic.oup.com/psychsocgerontology/article/78/5/777/6955809
160. Goodspeed, K. et al. (2023) 'Electroencephalographic (EEG) Biomarkers in Genetic Neurodevelopmental Disorders'. *Journal of Child Neurology*. 38(6-7), 466–477. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/08830738231177386
161. Martin, S.A. et al. (2023) 'Interpretable machine learning for dementia: A systematic review'. *Alzheimer's & Dementia Journal.* 19, 2135–2149. https://alz-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/alz.12948
162. Li, H. and Webster, T.J. (2023) 'Trends in nanomedicine Chapter 1 in T. J. Webster (ed.) Nanomedicine: Technologies and Applications, 2nd edn'. Woodhead Publishing, 1–18. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128186275000208
163. Magne, T.M. et al. (2022) 'Nano-Nutraceuticals for Health: Principles and Applications'. Revista Brasileira de Farmacognosia, 33: 73-88. https://link.springer.com/article/10.1007/s43450-022-00338-7
164. Hussien, E.T. et al. (2023) 'Development of Nutraceuticals Using Nanotechnological Tools: Current Scenario And Future Prospects in M.R. Goyal, S.K. Mishra, and S. Kumar (eds) Nanotechnology Horizons in Food Process Engineering Volume 3: Trends, Nanomaterials, and Food Delivery'. New York: Apple Academic Press, 335–352. www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003305408-13/development-nutraceuticals-using-nanotechnological-tools-current-scenario-future-prospects-eman-tawfik-hussien-muthuraman-yuvaraj-mathivanan-sivaji-thangaraj-thilagavathi

165. Magne, T.M. et al. (2022) 'Nano-Nutraceuticals for Health: Principles and Applications'. Revista Brasileira de Farmacognosia, 33: 73-88. https://link.springer.com/article/10.1007/s43450-022-00338-7

166. Hussien, E.T. et al. (2023) ' 'Development of Nutraceuticals Using Nanotechnological Tools: Current Scenario And Future Prospects in M.R. Goyal, S.K. Mishra, and S. Kumar (eds) Nanotechnology Horizons in Food Process Engineering Volume 3: Trends, Nanomaterials, and Food Delivery'. New York: Apple Academic Press, 335–352. www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003305408-13/development-nutraceuticals-using-nanotechnological-tools-current-scenario-future-prospects-eman-tawfik-hussien-muthuraman-yuvaraj-mathivanan-sivaji-thangaraj-thilagavathi

167. Hamer, E. et al. (2023) 'The accelerating rise of microbiome-based therapeutics'. PwC, 9 October. www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/pharma-life-science/impact-microbiome-therapeutics.html

168. .Ibid

169. Scarborough, P. et al. (2023) 'Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts'. Nature Food, 4: 565-574. www.nature.com/articles/s43016-023-00795-w

170. Clark, M. (2022) 'Estimating the environmental impacts of 57,000 food products'. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 119: e2120584119. www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2120584119

171. Luciano, E. et al. (2023) 'Veganism and Its Challenges: The Case of Iceland'. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 36(7). https://link.springer.com/article/10.1007/s10806-023-09902-0

172. .Ibid

173. Good Food Institute (2021) 'Reducing the price of alternative proteins'. https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/12/Reducing-the-price-of-alternative-proteins_GFI_2022.pdf

174. Salehi, G. et al. (2023) 'Forty-five years of research on vegetarianism and veganism: A systematic and comprehensive literature review of quantitative studies'. Heliyon, 9: e16091. www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(23)03298-X.pdf

175. Dubai Future Foundation (2023) 'Navigating the Future for Growth, Prosperity and Well-being: The Foundation of the Global 50 Report'. February. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/GPW-Report-Eng.pdf

176. .Ibid

177. .Ibid

178. .Ibid

179. Dubai Future Foundation (2023) 'Future Opportunities Report – The Global 50'. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/04/THE-GLOBAL-50-EN.pdf

180. GBD 2019 Antimicrobial Resistance Collaborators (2022) 'Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019'. The Lancet, 10369: 2221-2248. www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(22)02185-7/fulltext

181. .Ibid

182. Hou, K. et al. (2022) 'Microbiota in health and diseases'. Signal Transduction and Targeted Therapy, 7: 135. www.nature.com/articles/s41392-022-00974-4#ref-CR1

183. .Ibid

184. .Ibid

185. Colella, M. et. al. (2023) 'Microbiota revolution: How gut microbes regulate our lives'. *World Journal of Gastroenterology*, 29(28), 4368–4383. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10415973/

186. .Ibid
187. Hou, K. et al. (2022) 'Microbiota in health and diseases'. Signal Transduction and Targeted Therapy, 7: 135. www.nature.com/articles/s41392-022-00974-4#ref-CR1
188. .Ibid
189. Robertson, R. (2023) 'How does your gut microbiome impact your overall health?' Healthline, 3 April. www.healthline.com/nutrition/gut-microbiome-and-health#TOC_TITLE_HDR_2
190. Longo, S., Rizza, S. and Federici, M. (2023) 'Microbiota-gut-brain axis: relationships among the vagus nerve, gut microbiota, obesity, and diabetes'. Acta Diabetol, 60(8): 1007–1017. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10289935/
191. Irum, N. et al. (2023) 'The role of gut microbiota in depression: an analysis of the gut-brain axis'. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 17: 1185522. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10272349/
192. .Ibid
193. Leviatan, S. et al. (2022) 'An expanded reference map of the human gut microbiome reveals hundreds of previously unknown species'. Nature Communications, 13: 3863. https://doi.org/10.1038/s41467-022-31502-1
194. DeSantis, T.Z. et al. (2023) 'StrainSelect: A novel microbiome reference database that disambiguates all bacterial strains, genome assemblies and extant cultures worldwide'. Heliyon, 9(2): e13314. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023005212
195. LaFee, S. (2022) 'Engineering the Microbiome to Potentially Cure Disease'. UC San Diego Health, 4 August. https://health.ucsd.edu/news/press-releases/2022-08-04-engineering-the-microbiome-to-potentially-cure-disease/
196. Mousavinasab, F. et al. (2023) 'Microbiome modulation in inflammatory diseases: Progress to microbiome genetic engineering'. Cancer Cell International, 23: 271. https://doi.org/10.1186/s12935-023-03095-2
197. Harvard T.H. Chan School of Public Health (n.d.) 'The Nutrition Source'. www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/vitamins/ (retrieved 3 January 2024)
198. .Ibid
199. Dubai Health Authority (2022) 'Benefits of vitamins and minerals'. www.dha.gov.ae/uploads/022022/Benefits%20of%20vitamins%20and%20minerals_En202226733.pdf
200. Sizar, O. et al. (2023) 'Vitamin D Deficiency'. StatPearls Publishing, January. www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532266/
201. Times News Network (2022) 'Half of Indian women anaemic, three-fourths short on Vitamin'. The Times of India, 8 March. https://timesofindia.indiatimes.com/city/mumbai/half-of-indian-women-anaemic-3/4-short-on-vitamin-d-survey/articleshow/90063511.cms
202. World Health Organization (n.d.) 'Micronutrients'. www.who.int/health-topics/micronutrients#tab=tab_2 (retrieved 3 January 2024)
203. .Ibid
204. Trend Hunter (n.d.) 'Wellness Apparel'. https://www.trendhunter.com/protrends/wellness-apparel (retrieved 3 January 2024)
205. Harris and Menuk (n.d.) 'Textile coating'. https://harrisandmenuk.com/textile-coating/ (retrieved 3 January 2024)
206. Cosgrove, J. (2008) 'Vitamin-enriched garments – can they really promote good health?' Nutraceuticals World, 1 January. www.nutraceuticalsworld.com/contents/view_online-exclusives/2008-01-01/wearable-vitamins/
207. .Ibid

208. buki (n.d.) 'The Collagen Collection'. www.bukibrand.com/collections/collagen (retrieved 3 January 2024)

209. The Frenchie Co. (n.d.) 'Learn About Our Fabric'. www.thefrenchie.co/pages/antibacterial-clothing (retrieved 3 January 2024)

210. Ghaheh, F.S. et al. (2017) 'Antioxidant cosmetotextiles: Cotton coating with nanoparticles containing vitamin E'. Process Biochemistry, 59: 46-51. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359511317305998

211. fiMilano (n.d.) 'Ready-to-wear Collections using Vylet ® Vitamin D Smart Fabrics'. www.fimilano.com/ (retrieved 3 January 2024)

212. Textile World (2023) 'Textile-Based Delivery Announces Sale Of Its Nufabrx® Retail Brand; Launches Clothing 2.0™ To Support Accelerating Demand For Partnerships'. 25 September. www.textileworld.com/textile-world/knitting-apparel/2023/09/textile-based-delivery-inc-announces-the-sale-of-its-pioneering-nufabrx-retail-brand-launches-clothing-2-0-to-support-accelerating-demand-for-partnerships/

213. Brucculieri, J. (2018) 'Collagen Clothing Exists, But Should It? Doctors Weigh In'. The Huffington Post, 13 July. www.huffpost.com/entry/collagen-clothing_n_5b4756d6e4b0e7c958f89856

214. .Ibid

215. Yan, X. et al. (2023) 'Applications of synthetic biology in medical and pharmaceutical fields'. Signal Transduction and Targeted Therapy, 8: 199. www.nature.com/articles/s41392-023-01440-5

216. Sardar, N. et al. (2023) 'Vitamin D Detection Using Electrochemical Biosensors: A Comprehensive Overview'. New Advances in Biosensing, 20 July. www.intechopen.com/online-first/87656

217. Nguyen, P.Q. et al. (2021) 'Wearable materials with embedded synthetic biology sensors for biomolecule detection'. Nature Biotechnology, 39: 1366-1374. www.nature.com/articles/s41587-021-00950-3

218. Cancer Research UK (n.d.) 'Vitamins, diet supplements and cancer'. www.cancerresearchuk.org/about-cancer/treatment/complementary-alternative-therapies/individual-therapies/vitamins-diet-supplements (retrieved 3 January 2024)

219. Wang, Q. et al. (2023) 'Nano-Metamaterial: A State-of-the-Art Material for Magnetic Resonance Imaging'. Small Science, 3: 8. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/smsc.202300015

220. University of Missouri-Columbia (2021) 'An Artificial Material That Can Sense, Adapt to Its Environment'. Lab Manager, 3 November. www.labmanager.com/an-artificial-material-that-can-sense-adapt-to-its-environment-27000

221. Wang, M.J. et al. (2023) 'P2Y1R and P2Y2R: potential molecular triggers in muscle regeneration'. Purinergic Signalling, 19: 305-313. https://link.springer.com/article/10.1007/s11302-022-09885-z

222. Taylor, L. (2020) 'Musculoskeletal Disorders in Children and Young People'. European Agency for Safety and Health at Work, 18 November. https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/musculoskeletal-disorders-children-and-young-people

223. The Lancet Rheumatology (2023) 'The global epidemic of low back pain'. The Lancet, 5(6): E305. www.thelancet.com/journals/lanrhe/article/PIIS2665-9913(23)00133-9/fulltext

224. Welsh, T.P., Yang, A.E. and Makris, U.E. (2021) 'Musculoskeletal Pain in Older Adults'. The Medical clinics of North America. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8034863/

225. World Health Organization (2022) 'Ageing and health'. 1 October. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

226. Welsh, T.P., Yang, A.E. and Makris, U.E. (2021) 'Musculoskeletal Pain in Older Adults'. The medical clinics of North America. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8034863/

227. da Costa, L. et al. (2022) 'Sedentary behavior is associated with musculoskeletal pain in adolescents: A cross sectional study'. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 26(5). www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9579307/

228. Park, J.H. et al. (2020) 'Sedentary Lifestyle: Overview of Updated Evidence of Potential Health Risks'. *Korean Journal of Family Medicin*e, 41(6), 365–373. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7700832/

229. Lauridsen, H.H. (2020) 'What are important consequences in children with non-specific spinal pain? A qualitative study of Danish children aged 9–12 years'. BMJ Open, 10: e037315. https://bmjopen.bmj.com/content/10/10/e037315

230. Taylor, L. (2020) 'Musculoskeletal Disorders in Children and Young People'. European Agency for Safety and Health at Work, 18 November. https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/musculoskeletal-disorders-children-and-young-people

231. Murphy, S., Buckle, P. and Stubbs, D. (2007) 'A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors'. Applied ergonomics, 38(6): 797-804. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17181995/

232. Agnieszka, K. et al. (2019) 'Prevalence of back pain and the knowledge of preventive measures in a cohort of 11619 Polish school-age children and youth—an epidemiological study'. Medicine, 98(22): e15729. https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2019/05310/prevalence_of_back_pain_and_the_knowledge_of.17.aspx

233. Azevedo, N., Ribeiro, J.C. and Machado, L. (2023) 'Back pain in children and adolescents: a cross-sectional study'. *European Spine Journa*l, 32, 3280–3289. https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-023-07751-z

234. Agnieszka, K. et al. (2019) 'Prevalence of back pain and the knowledge of preventive measures in a cohort of 11619 Polish school-age children and youth—an epidemiological study'. Medicine, 98(22): e15729. https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2019/05310/prevalence_of_back_pain_and_the_knowledge_of.17.aspx

235. .Ibid

236. Colapicchioni, V. et al. (2022) 'Nanomedicine, a valuable tool for skeletal muscle disorders: Challenges, promises, and limitations'. Wiley Interdisciplinary Reviews. Nanomedicine and Nanobiotechnology, May-June, 14(3): e17777. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9285803/

237. Kong, X. et al. (2023) 'Advances of medical nanorobots for future cancer treatments'. *Journal of Hematology & Oncology*, 16, 74. https://jhoonline.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13045-023-01463-z

238. .Ibid

239. .Ibid

240. Yoo, H.J. et al. (2023) 'Effects of electrical muscle stimulation on core muscle activation and physical performance in non-athletic adults: A randomized controlled trial'. Medicine, 102(4): e32765. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9875983/

241. Wang, M.J. et al. (2023) 'P2Y1R and P2Y2R: potential molecular triggers in muscle regeneration'. Purinergic Signalling, 19: 305-313. https://link.springer.com/article/10.1007/s11302-022-09885-z

242. Liang, Y. et al. (2023) 'Conductive hydrogels for tissue repair'. Chemical Science, 14: 3091-3116. https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2023/sc/d3sc00145h

243. Xiong, Y. et al. (2023) 'Efficacy and safety of platelet-rich plasma injections for the treatment of osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials'. Frontiers in Medicine, 10: 1204114. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10333515/

244. Narayanaswamy, R. et al. (2023) 'Evolution and Clinical Advances of Platelet-Rich Fibrin in Musculoskeletal Regeneration'. Bioengineering, 10(1): 58. www.mdpi.com/2306-5354/10/1/58

245. Colapicchioni, V. et al. (2022) 'Nanomedicine, a valuable tool for skeletal muscle disorders: Challenges, promises, and limitations'. Wiley interdisciplinary reviews. Nanomedicine and nanobiotechnology, May-June, 14(3): e17777. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9285803/

246. Cleveland Clinic (n.d.) 'Sarcopenia'. https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/23167-sarcopenia (retrieved 10 February 2024)

247. World Health Organization (2001) 'The World Health Report 2001: Mental Disorders affect one in four people'. 28 September. www.who.int/news-room/detail/28-09-2001-the-world-health-report-2001-mental-disorders-affect-one-in-four-people

248. Queensland Brain Institute (2023) 'Half of World's Population Will Experience a Mental Health Disorder'. Harvard Medical School, 31 July. https://hms.harvard.edu/news/half-worlds-population-will-experience-mental-health-disorder

249. United for Global Mental Health (2023) 'Countdown Global Mental Health 2030: Making Mental Health Count'. https://unitedgmh.org/app/uploads/2023/02/Countdown-Mental-Health-Report-2030-FINAL.pdf

250. .Ibid

251. .Ibid

252. World Health Organization (2022) 'World Mental Health Report: Transforming mental health for all'. www.who.int/publications/i/item/9789240049338

253. World Health Organization (2023) 'Global Accelerated Action for the Health of Adolescents (AA-HA!)'. 11 October. www.who.int/publications/i/item/9789240081765

254. .Ibid

255. W.Ibid

256. Wiederhold, B.K. (2023) 'The Rapid Growth of Telehealth Therapy: What's Next?' Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking, 26(6): 391-392. www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/cyber.2023.29277.editorial

257. .Ibid

258. .Ibid

259. Minerva, F. and Giubilini, A. (2023) 'Is AI the Future of Mental Healthcare?' Topoi, 42(3): 809-817. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10230127/

260. López, M.M. (2023) 'Artificial Intelligence and the Mental Health Space: Current Failures and Future Directions'. UC Berkeley D-Lab, 31 October. https://dlab.berkeley.edu/news/artificial-intelligence-and-mental-health-space-current-failures-and-future-directions

261. Espejo, G., Reiner, W. and Wenzinger, M. (2023) 'Exploring the Role of Artificial Intelligence in Mental Healthcare: Progress, Pitfalls, and Promises'. Cureus, 15(9): e44748. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10556257/

262. Minerva, F. and Giubilini, A. (2023) 'Is AI the Future of Mental Healthcare?' Topoi, 42(3): 809-817. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10230127/

263. Marr, B. (2023) 'AI In Mental Health: Opportunities And Challenges In Developing Intelligent Digital Therapies'. Forbes, 6 July. www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/07/06/ai-in-mental-health-opportunities-and-challenges-in-developing-intelligent-digital-therapies/

264. Miller, K. (2023) 'LLMs Aren't Ready for Prime Time. Fixing Them Will Be Hard'. Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, 17 October. https://hai.stanford.edu/news/llms-arent-ready-prime-time-fixing-them-will-be-hard
265. .Ibid
266. .Ibid
267. López, M.M. (2023) 'Artificial Intelligence and the Mental Health Space: Current Failures and Future Directions'. UC Berkeley D-Lab, 31 October. https://dlab.berkeley.edu/news/artificial-intelligence-and-mental-health-space-current-failures-and-future-directions
268. .Ibid
269. Minerva, F. and Giubilini, A. (2023) 'Is AI the Future of Mental Healthcare?' Topoi, 42(3): 809-817. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10230127/
270. .Ibid
271. Espejo, G., Reiner, W. and Wenzinger, M. (2023) 'Exploring the Role of Artificial Intelligence in Mental Healthcare: Progress, Pitfalls, and Promises'. Cureus, 15(9): e44748. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10556257/
272. Health Resources & Services Administration (n.d.) 'Organ Donation Statistics'. https://www.organdonor.gov/learn/organ-donation-statistics (retrieved 3 January 2024)
273. .Ibid
274. Global Observatory on Donation and Transplantation (n.d.) 'WHO-ONT'. www.transplant-observatory.org/ (retrieved 3 January 2024)
275. Penn Medicine (2023) '6 Quick Facts About Organ Donation'. 21 March. www.pennmedicine.org/updates/blogs/transplant-update/2023/april/6-quick-facts-about-organ-donation
276. Shi, T., Hildeman, D. and Woodle, E.S. (2023) 'Research Reveals Novel Insights into Transplant Rejection and New Drug Development Targets'. Cincinnati Children's Research Horizons, 28 June. https://scienceblog.cincinnatichildrens.org/research-reveals-novel-insights-into-transplant-rejection-and-new-drug-development-targets/
277. Shopova, D. et al. (2023) '(Bio)printing in Personalized Medicine—Opportunities and Potential Benefits'. Bioengineering, 10(3): 287. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10045778/
278. Rabin, R.C. (2022) 'Doctors Transplant Ear of Human Cells, Made by 3-D Printer'. The New York Times, 2 June. www.nytimes.com/2022/06/02/health/ear-transplant-3d-printer.html
279. Murray, S. (2023) 'Scientists 3D-print hair follicles in lab-grown skin'. Phys.org, 15 November. https://phys.org/news/2023-11-scientists-3d-print-hair-follicles-lab-grown.html
280. Sher, D. (2023) 'ARPA-H bets $26 million that the time has come for 3D printed organs'. www.voxelmatters.com/arpa-h-bets-26-million-that-the-time-has-come-for-3d-printed-organs/
281. Grand View Research (n.d.) '3D Bioprinting Market Size & Trends'. www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-bioprinting-market (retrieved 3 January 2024)
282. Thomas, S.A. et al. (2023) 'Transforming global approaches to chronic disease prevention and management across the lifespan: integrating genomics, behavior change, and digital health solutions'. Front. Public Health, 11:1248254. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2023.1248254/full
283. United Nations (2023) 'Chronic diseases taking 'immense and increasing toll on lives', warns WHO'. 19 May. https://news.un.org/en/story/2023/05/1136832

284. Hussain, S. et al. (2022) 'Modern Diagnostic Imaging Technique Applications and Risk Factors in the Medical Field: A Review'. BioMed Research International, 5164970. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9192206/

285. .Ibid

286. .Ibid

287. GlobalData (2023) 'Diagnostic Imaging (DI) Market Size, Share, Trends and Analysis by Product Type, Region and Segment Forecast to 2033'. 20 September. https://globaldata.com/store/report/diagnostic-imaging-market-analysis/

288. Goh, C.X.Y. and Ho, F.C.H. (2023) 'The Growing Problem of Radiologist Shortages: Perspectives From Singapore'. *Korean Journal of Radiology*, 24(12), 1176–1178. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10700991/#B6

289. United Nations Department of Economic and Social Affairs (2023) 'World Social Report 2023: Leaving No One Behind in an Ageing World'. www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2023/01/WSR_2023_Chapter_Key_Messages.pdf

290. Goh, C.X.Y. and Ho, F.C.H. (2023) 'The Growing Problem of Radiologist Shortages: Perspectives From Singapore'. *Korean Journal of Radiology*, 24(12), 1176–1178. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10700991/#B6

291. Humanitas University (2022) 'The future of Artificial Intelligence and radiology'. Medical Sciences, 22 March. www.hunimed.eu/news/the-future-of-artificial-intelligence-and-radiology/

292. European Society of Radiology (2022) 'Current practical experience with artificial intelligence in clinical radiology: a survey of the European Society of Radiology'. Insights Imaging, 13: 107. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9213582/

293. National Institutes of Health (2022) 'First complete sequence of a human genome'. NIH Research Matters, 12 April. www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/first-complete-sequence-human-genome

294. Neil Ward (n.d.) 'A new dawn of the genomic age: five areas set to be transformed in 2023'. Pharmaphorum. https://pharmaphorum.com/views-and-analysis/a-new-dawn-of-the-genomic-age-five-areas-set-to-be-transformed-in-2023 (retrieved 3 January 2024)

295. Grand View Research (2023) 'AI In Healthcare Market Size To Reach $208.2 Billion By 2030'. November. www.grandviewresearch.com/press-release/global-artificial-intelligence-healthcare-market

296. Ros, P. (2019) 'Integrated diagnosis (radiology, pathology and genetics): early experience'. Anales Ranm. https://analesranm.es/revista/2019/136_02/13602rev01

297. Hussain, S. et al. (2022) 'Modern Diagnostic Imaging Technique Applications and Risk Factors in the Medical Field: A Review'. BioMed Research International, 5164970. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9192206/

298. Buhay, R. (2022) 'Understanding the role of camera technology within healthcare'. Health Teach Digital, 22 September. www.healthtechdigital.com/understanding-the-role-of-camera-technology-within-healthcare/

299. Faiz, K. et al. (2022) 'The Emerging Applications of Nanotechnology in Neuroimaging: A Comprehensive Review'. Frontiers in bioengineering and biotechnology, 10: 855195. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9297121//

300. Ros, P. (2019) 'Integrated diagnosis (radiology, pathology and genetics): early experience'. Anales Ranm. https://analesranm.es/revista/2019/136_02/13602rev01

301. World Health Organization (2023) 'Antimicrobial resistance'. 21 November. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

302. Antimicrobial Resistance Collaborators (2022) 'Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis'. The Lancet, 399(10325): 629-655. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0

303. GBD 2019 Antimicrobial Resistance Collaborators (2022) 'Global mortality associated with 33 bacterial pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019'. The Lancet, 400(10369): 2221-2248. www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(22)02185-7/fulltext

304. .Ibid

305. MedlinePlus (n.d.) 'Bacteria Culture Test'. National Institutes of Health (NIH). https://medlineplus.gov/lab-tests/bacteria-culture-test/ (retrieved 4 January 2024)

306. .Ibid

307. .Ibid

308. Myers, A. (2023) 'Stanford researchers develop a new way to identify bacteria in fluids'. Stanford News, 2 March. https://news.stanford.edu/2023/03/02/new-way-identify-bacteria-fluids/

309. Fleming et al. (2021) 'The Lancet Commission on diagnostics: transforming access to diagnostics'. The Lancet, 398(10315). www.thelancet.com/commissions/diagnostics

310. Dougnon, V. (2023) 'Improving the Quality of Laboratory Diagnostics for bacteria causing Bloodstream Infections and Better Antimicrobial Resistance Control in Benin: A Case Study'. https://sdgs.un.org/sites/default/files/2023-05/A1-%20Dougnon%20-%20Improving%20diagnostics%20for%20antimicrobial%20resistance.pdf

311. Myers, A. (2023) 'Stanford researchers develop a new way to identify bacteria in fluids'. Stanford News, 2 March. https://news.stanford.edu/2023/03/02/new-way-identify-bacteria-fluids/

312. MedlinePlus (n.d.) 'Bacteria Culture Test'. National Institutes of Health (NIH). https://medlineplus.gov/lab-tests/bacteria-culture-test/ (retrieved 4 January 2024)

313. Wong, C. (2023) 'Is it time to substitute culture with molecular diagnostics for infectious diseases?'. ThermoFisher Scientific, 6 June. www.thermofisher.com/blog/clinical-conversations/is-it-time-to-substitute-culture-with-molecular-diagnostics-for-infectious-diseases/

314. Optica Publishing Group (2023) 'Acceleration brings Raman spectroscopy within reach of clinical application'. 6 February. www.optica.org/about/newsroom/news_releases/2023/february/technology_development_could_bring_raman_microscop/

315. Khristoforova, Y., Bratchenko, L. and Bratchenko, I. (2023) 'Raman-Based Techniques in Medical Applications for Diagnostic Tasks: A Review'. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(21), 15605. www.mdpi.com/1422-0067/24/21/15605

316. Myers, A. (2023) 'Stanford researchers develop a new way to identify bacteria in fluids'. Stanford News, 2 March. https://news.stanford.edu/2023/03/02/new-way-identify-bacteria-fluids/

317. Surkalim, D. L. et al. (2022) 'The prevalence of loneliness across 113 countries: systematic review and meta-analysis'. BMJ. www.bmj.com/content/376/bmj-2021-067068

318. World Health Organization Commission on Social Connection (2023) 'Loneliness and social isolation are health risks'. 15 November. www.who.int/multi-media/details/loneliness-and-social-isolation-are-health-risks

319. Taylor, H.O. et al. (2023) 'The state of loneliness and social isolation research: current knowledge and future directions'. BMC Public Health, 23: 1049. https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-023-15967-3

320. .Ibid

321. .Ibid

322. .Ibid

323. Arone, A. et al. (2021) 'The Burden of Space Exploration on the Mental Health of Astronauts: A Narrative Review'. Clinical Neuropsychiatry, 18(5): 237-246. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8696290/

324. .Ibid

325. Cranford, N. (2020) 'Isolation – What Can We Learn From the Experiences of NASA Astronauts?'. NASA, 15 June. www.nasa.gov/humans-in-space/isolation-what-can-we-learn-from-the-experiences-of-nasa-astronauts/

326. NASA (2023) 'Human Research Program Integrated Research Plan'. July. https://humanresearchroadmap.nasa.gov/Documents/IRP_Rev-Current.pdf

327. Vinod, K. (2023) 'Space travel is a lonely business. How can space psychologists make it better?'. University College London, 25 January. www.ucl.ac.uk/news/2023/jan/space-travel-lonely-business-how-can-space-psychologists-make-it-better

328. Johnson Space Center Office of Communications (2023) 'First NASA One-Year Mars Mission Simulation Reaches 100 Days'. www.nasa.gov/image-article/first-nasa-one-year-mars-mission-simulation-reaches-100-days/

329. Arone, A. et al. (2021) 'The Burden of Space Exploration on the Mental Health of Astronauts: A Narrative Review'. Clinical Neuropsychiatry, 18(5): 237-246. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8696290/

330. Smith, L. (2023) 'Space station and spacecraft environmental conditions and human mental health: Specific recommendations and guidelines'. Life Sciences in Space Research, 11 October. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214552423000718

331. .Ibid

332. Vidal, J. (2023) 'Fevered Planet: How a shifting climate is catalysing infectious disease'. British Broadcasting Corporation, 2 December. www.bbc.com/future/article/20231201-fevered-planet-how-climate-change-spreads-infectious-disease

333. Vidal, J. (2023) 'Fevered Planet: How a shifting climate is catalysing infectious disease'. British Broadcasting Corporation, 2 December. www.bbc.com/future/article/20231201-fevered-planet-how-climate-change-spreads-infectious-disease

334. Vuurst, P.V. and Escobar, L.E. (2023) 'Climate change and infectious disease: a review of evidence and research trends'. Infectious Diseases of Poverty, 12: 51. https://idpjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40249-023-01102-2

335. World Health Organization (2023) 'Climate change'. 12 October. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

336. .Ibid

337. htt United Nations (n.d.) 'Population'. www.un.org/en/global-issues/population (retrieved 4 January 2024)

338. United Nations (2023) 'Chronic diseases taking 'immense and increasing toll on lives', warns WHO'. 19 May. https://news.un.org/en/story/2023/05/1136832

339. Marcus, M.B. (2023) 'Deep Sea Discoveries and Global Health'. Think Global Health, 20 January. www.thinkglobalhealth.org/article/deep-sea-discoveries-and-global-health

340. Jaksha, A.P. (n.d.) 'Biodiversity in the Ocean'. National Geographic. https://media.nationalgeographic.org/assets/file/one-ocean-chapter-3.pdf (retrieved 4 January 2024)

341. United Nations Environment Programme Finance Initiative (n.d.) 'Sustainable Blue Finance'. www.unepfi.org/blue-finance/ (retrieved 4 January 2024)

342. National Geographic (n.d.) 'Ocean Exploration: Technology'. https://education.nationalgeographic.org/resource/ocean-exploration/ (retrieved 4 January 2024)

343. Marcus, M.B. (2023) 'Deep Sea Discoveries and Global Health'. Think Global Health, 20 January. www.thinkglobalhealth.org/article/deep-sea-discoveries-and-global-health

344. Ghosh, S. et al. (2022) 'Novel Bioactive Compounds from Marine Sources as a Tool for Functional Food Development'. Frontiers in Marine Science, 9: 832957. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.832957/full

345. Malve, H. (2016) 'Exploring the ocean for new drug developments: Marine pharmacology'. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 8(2): 83–91. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4832911/

346. Ghosh, S. et al. (2022) 'Novel Bioactive Compounds from Marine Sources as a Tool for Functional Food Development'. Frontiers in Marine Science, 9: 832957. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.832957/full

347. United Nations (n.d.) 'Goal 14: Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources'. www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/ (retrieved 4 January 2024)

348. Perez, A.N, Suarez, J. and Le Bars, M. (2023) 'Sizing the brain'. Deloitte Insights, 14 February. www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/health-care/global-neuroscience-market-investment-report.html

349. World Health Organization (2023) 'Depressive disorder (depression)'. 31 March. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression

350. Thornicroft, G. et al. (2018) 'Undertreatment of people with major depressive disorder in 21 countries'. *The British Journal of Psychiatry*, 210: 119–124. www.cambridge.org/core/journals/the-british-journal-of-psychiatry/article/undertreatment-of-people-with-major-depressive-disorder-in-21-countries/3160B8E5C90376FA0644A5B0DAFA308B

351. Purebl, G., Schnitzspahn, K. and Zsák, É. (2023) 'Overcoming treatment gaps in the management of depression with non-pharmacological adjunctive strategies'. Frontiers in Psychiatry, 14: 1268194. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyt.2023.1268194/full

352. McIntyre, R.S. et al. (2023) 'Treatmentن resistant depression: definition, prevalence, detection, management, and investigational interventions'. World Psychiatry, 22(3): 394-412. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10503923/

353. .Ibid

354. World Health Organization (2022) 'World Mental Health Report: Transforming mental health for all'. 16 June. www.who.int/teams/mental-health-and-substance-use/world-mental-health-report

355. Brain & Behavior Research Foundation (2022) 'Discovering How tDCS Brain Stimulation Therapeutically Modifies Brain Circuits in Depression'. 14 December. https://bbrfoundation.org/content/discovering-how-tdcs-brain-stimulation-therapeutically-modifies-brain-circuits-depression

356. .Ibid

357. National Institute for Health and Care Excellence (2023) 'Flow transcranial direct current stimulation for treating depression'. Medtech innovation briefing, 8 November. www.nice.org.uk/advice/mib324/resources/flow-transcranial-direct-current-stimulation-for-treating-depression-pdf-2285967688796869

358. Kumpf, U. et al. (2023) 'TDCS at home for depressive disorders: an updated systematic review and lessons learned from a prematurely terminated randomized controlled pilot study'. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience, 273: 1403-1420. https://link.springer.com/article/10.1007/s00406-023-01620-y

359. NeuroNews (2023) 'Flow announces pivotal trial results indicating tDCS headset is twice as effective as established antidepressants'. 16 August. https://neuronewsinternational.com/flow-announces-pivotal-trial-results-indicating-tdcs-headset-is-twice-as-effective-as-established-antidepressants/

360. van Rooij, S.J.H. et al. (2024) 'Accelerated TMS - moving quickly into the future of depression treatment'. Neuropsychopharmacology, 49: 128-137. www.nature.com/articles/s41386-023-01599-z

361. Smith, L. (2023) 'After years of depression, gentle electromagnetic stimulation of the brain may provide relief'. UCLA Health, 14 March. www.uclahealth.org/news/after-years-depression-gentle-electromagnetic-stimulation

362. Kumpf, U. et al. (2023) 'TDCS at home for depressive disorders: an updated systematic review and lessons learned from a prematurely terminated randomized controlled pilot study'. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience, 273: 1403-1420. https://link.springer.com/article/10.1007/s00406-023-01620-y

363. National Institute for Health and Care Excellence (2023) 'Flow transcranial direct current stimulation for treating depression'. Medtech innovation briefing, 8 November. www.nice.org.uk/advice/mib324/resources/flow-transcranial-direct-current-stimulation-for-treating-depression-pdf-2285967688796869

364. Smith, L. (2023) 'After years of depression, gentle electromagnetic stimulation of the brain may provide relief'. UCLA Health, 14 March. www.uclahealth.org/news/after-years-depression-gentle-electromagnetic-stimulation

365. National Institute for Health and Care Excellence (2023) 'Flow transcranial direct current stimulation for treating depression'. Medtech innovation briefing, 8 November. www.nice.org.uk/advice/mib324/resources/flow-transcranial-direct-current-stimulation-for-treating-depression-pdf-2285967688796869

366. McIntyre, R.S. et al. (2023) 'Treatmentن resistant depression: definition, prevalence, detection, management, and investigational interventions'. 22(3): 394-412. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10503923/

367. Kumpf, U. et al. (2023) 'TDCS at home for depressive disorders: an updated systematic review and lessons learned from a prematurely terminated randomized controlled pilot study'. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience, 273: 1403-1420. https://link.springer.com/article/10.1007/s00406-023-01620-y

368. Du, L. et al. (2023) 'An implantable, wireless, battery-free system for tactile pressure sensing'. Microsystems & Nanoengineering, 9: 130. www.nature.com/articles/s41378-023-00602-3

369. Tian, T., Zhang, S. and Yang, M. (2023) 'Recent progress and challenges in the treatment of spinal cord injury'. Protein & Cell, 14(9): 635-652. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10501188/

370. Picconi, F. et al. (2022) 'The evaluation of tactile dysfunction in the hand in type 1 diabetes: a novel method based on haptics'. Acta Diabetologica, 59(8): 1073-1082. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9242965/

371. Cleveland Clinic (n.d.) 'Peripheral Neuropathy'. https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/14737-peripheral-neuropathy (retrieved 4 January 2024)

372. Luo, E.K. (2020) 'What Is Hypoesthesia?'. Healthline, 29 January. www.healthline.com/health/what-is-hypoesthesia

373. Cleveland Clinic (n.d.) 'Peripheral Neuropathy'. https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/14737-peripheral-neuropathy (retrieved 4 January 2024)

374. .Ibid

375. Jazayeri, S.B. et al. (2023) 'Incidence of traumatic spinal cord injury worldwide: A systematic review, data integration, and update'. World Neurosurgery: X, 18: 100171. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9996445/pdf/main.pdf

376. Liu, Y. et al. (2023) 'Spinal cord injury: global burden from 1990 to 2019 and projections up to 2030 using Bayesian age-period-cohort analysis'. Frontiers in Neurology, 14: 1304153. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2023.1304153/full

377. World Health Organization (2013) 'Spinal cord injury'. 19 November. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury
378. Du, L. and Richardson, A.G. (2023) 'Implantable biomedical system to regain tactile sensing for paralyzed people'. Springer Nature Research Communities, 12 October. https://communities.springernature.com/posts/implantable-biomedical-system-to-regain-tactile-sensing-for-paralyzed-people
379. Dimmer, O. (2023) 'Developing New Approaches for Spinal Cord Injury'. Northwestern Medicine Feinberg School of Medicine, 25 October. https://news.feinberg.northwestern.edu/2023/10/25/developing-new-approaches-for-spinal-cord-injury/
380. World Health Organization (2023) 'Multiple sclerosis'. 7 August. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/multiple-sclerosis
381. .Ibid
382. GBD 2021 Diabetes Collaborators (2023) 'Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021'. The Lancet, 402(10397): 203-234. www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(23)01301-6/fulltext
383. .Ibid
384. World Health Organization (2023) 'Diabetes'. 5 April. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes
385. GBD 2021 Diabetes Collaborators (2023) 'Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021'. The Lancet, 402(10397): 203-234. www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(23)01301-6/fulltext
386. .Ibid
387. Dimmer, O. (2023) 'Developing New Approaches for Spinal Cord Injury'. Northwestern Medicine Feinberg School of Medicine, 25 October. https://news.feinberg.northwestern.edu/2023/10/25/developing-new-approaches-for-spinal-cord-injury/
388. Du, L. et al. (2023) 'An implantable, wireless, battery-free system for tactile pressure sensing'. Microsystems & Nanoengineering, 0: 130. www.nature.com/articles/s41378-023-00602-3
389. Van Mulders, J. et al. (2022) 'Wireless Power Transfer: Systems, Circuits, Standards, and Use Cases'. Sensors, 22(15): 5573. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9371050/
390. Du, L. et al. (2023) 'An implantable, wireless, battery-free system for tactile pressure sensing'. Microsystems & Nanoengineering, 0: 130. www.nature.com/articles/s41378-023-00602-3
391. World Health Organization (n.d.) 'Estimating the burden of foodborne diseases'. www.who.int/activities/estimating-the-burden-of-foodborne-diseases (retrieved 4 January 2024)
392. Havelaar, A.H. et al. (2015) 'World Health Organization Global Estimates and Regional Comparisons of the Burden of Foodborne Disease in 2010'. PLoS Medicine 12(12): e1001923. https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001923
393. Hirimuthugoda, L.K. et al. (2023) 'Development of a food handling practices assessment tool based on the Sri Lanka food regulations'. SAGE Open Medicine, 11: 20503121231196009. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10483973/
394. World Health Organization (2022) 'Food safety'. 19 May. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety
395. .Ibid

396. United Nations Environment Programme (2021) 'UNEP Food Waste Index Report 2021'. 4 March. www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021

397. Syed, A.J. and Anderson, J.C. (2021) 'Applications of bioluminescence in biotechnology and beyond'. Chemical Society Reviews, 50: 5668-5705. https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2021/cs/d0cs01492c

398. Del Coro, K. and Slauter, D. (2023) 'Is It Safe to Eat Food Past the Expiration Date? Here's What You Should Know'. Real Simple, 5 June. www.realsimple.com/food-recipes/shopping-storing/food/food-expiration-dates-guidelines-chart

399. Syed, A.J. and Anderson, J.C. (2021) 'Applications of bioluminescence in biotechnology and beyond'. Chemical Society Reviews, 50: 5668-5705. https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2021/cs/d0cs01492c

400. World Health Organization (2023) 'WHO ambient air quality database, 2022 update: status report'. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/368432/9789240047693-eng.pdf?sequence=1

401. World Health Organization (n.d.) 'Air pollution'. www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2 (retrieved 4 January 2024)

402. Eddie Phillips (n.d.) 'Biomimetic'. Carnegie Museum of Natural History. www.collinsdictionary.com/dictionary/english/biomimetic (retrieved 4 February 2024)

403. Carnegie Museum of Natural History (n.d.) 'Biomimicry is real world inspiration'. https://carnegiemnh.org/biomimicry-is-real-world-inspiration/ (retrieved 10 February 2024

404. Sampson, B. (2023) 'Lufthansa's first cargo aircraft modified with shark skin enters service'. Aerospace Testing International, 8 February. www.aerospacetestinginternational.com/news/materials/first-freighter-modified-with-shark-skin-covering-enters-service.html

405. Airbus (n.d.) 'fello'fly: Exploring the possibilities of wake energy retrieval'. www.airbus.com/en/innovation/disruptive-concepts/biomimicry/fellofly (retrieved 19 January 2024)

406. AlAli, M. et al. (2023) 'Applications of Biomimicry in Architecture, Construction and Civil Engineering'. Biomimetics, 8(2): 202. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10204470/

407. Vanderbilt, T. (2012) 'How Biomimicry is Inspiring Human Innovation'. Smithsonian Magazine, September. www.smithsonianmag.com/science-nature/how-biomimicry-is-inspiring-human-innovation-17924040/

408. Small, S. (2022) 'Hummingbird flight could provide insights for biomimicry in aerial vehicles'. Penn State University College of Engineering, 9 December. www.psu.edu/news/engineering/story/hummingbird-flight-could-provide-insights-biomimicry-aerial-vehicles/

409. Nguyen, V.P. et al. (2023) 'Bioinspiration and Biomimetic Art in Robotic Grippers'. Micromachines, 14(9): 1772. www.mdpi.com/2072-666X/14/9/1772

410. Izecksohn, D. and Raghunathan, S. (2023) 'Lessons From Nature: How Biomimicry Can Help Us 'build Back Better' and Shape a Sustainable Built Environment'. Circle Economy Foundation, 15 May. www.circle-economy.com/blog/lessons-from-nature-how-biomimicry-can-help-us-build-back-better-and-shape-a-sustainable-built-environment

411. AlAli, M. et al. (2023) 'Applications of Biomimicry in Architecture, Construction and Civil Engineering'. Biomimetics, 8(2): 202. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10204470/

412. .Ibid

413. EHL Institute of Nutrition R&D (2023) 'How biomimicry can lead to innovative and resilient business solutions'. EHL Insights, 5 July. https://hospitalityinsights.ehl.edu/biomimicry-resilient-business-solutions

414. Gainsburg, I., Roy, S. and Cunningham, J.L. (2023) 'An examination of how six reasons for valuing nature are endorsed and associated with pro-environmental behavior across 12 countries'. Scientific Reports, 13: 8484. www.nature.com/articles/s41598-023-34338-x

415. Zhang, L. et al. (2023) 'Growing disparity in global conservation research capacity and its impact on biodiversity conservation'. One Earth, 6(2): 147-157. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332223000039

416. International Union for Conservation of Nature (2023) 'Background & History'. The IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org/about/background-history

417. Weisse, M., Goldman, E. and Carter, S. (2023) 'Forest Pulse: The Latest on the World's Forests'. World Resources Institute. https://research.wri.org/gfr/latest-analysis-deforestation-trends

418. Pascual, U. et al. (2023) 'Diverse values of nature for sustainability'. Nature, 620: 813-823. www.nature.com/articles/s41586-023-06406-9

419. National Geographic (n.d.) 'Biomes'. https://education.nationalgeographic.org/resource/resource-library-biomes/ (retrieved 4 January 2024)

420. Wonderopolis (n.d.) 'What Is a Biodome?' https://wonderopolis.org/wonder/What-Is-a-Biodome (retrieved 4 January 2024)

421. The University of Arizona (n.d.) 'Biosphere 2'. https://biosphere2.org/ (retrieved 4 January 2024)

422. Ville de Montréal (n.d.) 'Espace pour la vie Montréal'. https://espacepourlavie.ca/en (retrieved 4 January 2024)

423. Royal Burgers' Zoo (n.d.) 'Burgers' Mangrove'. www.burgerszoo.com/eco-display/mangrove (retrieved 4 January 2024)

424. Eden Project (n.d.) 'Architecture'. www.edenproject.com/act/our-mission/about-our-mission/architecture (retrieved 4 January 2024)

425. The Green Planet Dubai (n.d.) 'The Green Planet'. https://thegreenplanetdubai.com/en/ (retrieved 4 January 2024)

426. Nasir, S. (2021) 'Construction of Dubai's Dh500m Mars Science City to begin next year'. The National UAE, 23 June. www.thenationalnews.com/uae/science/construction-of-dubai-s-dh500m-mars-science-city-to-begin-next-year-1.1246620

427. European Environment Agency (2023) 'Unlocking finance and investments in nature'. 26 September. www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/sustainable-finance/unlocking-finance-and-investments-in-nature

428. Giusti, M., Dawkins, E. and Lambe, F. (2022) 'Valuing nature as individuals and communities'. Stockholm+50 Background Paper Series, Stockholm Environment Institute. www.sei.org/wp-content/uploads/2022/05/valuing-nature-stockholm50backgroundpapers.pdf

429. World Health Organization (2022) 'State of the world's drinking water: an urgent call to action to accelerate progress on ensuring safe drinking water for all'. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/363704/9789240060807-eng.pdf?sequence=1

430. United Nations Water (n.d.) 'Water Scarcity'. www.unwater.org/water-facts/water-scarcity (retrieved 4 January 2024)

431. .Ibid

432. World Health Organization (2023) 'Drinking-water'. 13 September. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

433. .Ibid
434. Fortune Business Insights (n.d.) 'Water Purifier Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis'. www.fortunebusinessinsights.com/water-purifier-market-103118 (retrieved 4 January 2024)
435. The Water Supply and Sanitation Global Solutions Group (2023) 'Water Supply and Sanitation Global Solutions Group'. The World Bank, 25 July. www.worldbank.org/en/news/infographic/2023/07/25/water-supply-and-sanitation-global-solutions-group
436. Hill, C.L. et al. (2023) 'Impact of Low-Cost Point-of-Use Water Treatment Technologies on Enteric Infections and Growth among Children in Limpopo, South Africa'. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(4), 1405–1415. www.ajtmh.org/view/journals/tpmd/103/4/article-p1405.xml
437. .Ibid
438. Manimegalai, S. et al. (2023) 'Carbon-based nanomaterial intervention and efficient removal of various contaminants from effluents – A review'. Chemosphere, 312(1): 137319. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653522038127
439. Nano Magazine (2023) 'Nanotech's Role in Clean Water Access & Public Health'. Nano Magazine, 29 June. https://nano-magazine.com/news/2023/6/29/ensuring-access-to-clean-water-nanotechnologys-impact-on-public-health-and-sustainability
440. Williams, K. (2022) 'The desalination process gives us freshwater – at a huge environmental cost'. Wolrd Economic Forum. www.weforum.org/agenda/2022/12/desalination-process-freshwater-negative-environmental-cost/
441. Fatima, C. and Mushtaq, A. (2023) 'Efficacy and Challenges of Carbon-based Nanomaterials in Water Treatment: A review'. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 23(1), 232–248. www.iscientific.org/wp-content/uploads/2023/05/27-IJCBS-23-23-29.pdf
442. Soffian, M. et al. (2022) 'Carbon-based material derived from biomass waste for wastewater treatment'. Environmental Advances, 9. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666765722000941
443. Fatima, C. and Mushtaq, A. (2023) 'Efficacy and Challenges of Carbon-based Nanomaterials in Water Treatment: A review'. International Journal of Chemical and Biochemical Sciences, 23(1): 232-248. www.iscientific.org/wp-content/uploads/2023/05/27-IJCBS-23-23-29.pdf
444. .Ibid
445. Sirohi, R. et al. (2023) 'Engineered nanomaterials for water desalination: Trends and challenges'. Environmental Technology & Innovation, 30. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186423001049
446. World Economic Forum and PwC (2020) 'Nature Risk Rising: Why the Crisis Engulfing Nature Matters for Business and the Economy'. New Nature Economy Project, January. www3.weforum.org/docs/WEF_New_Nature_Economy_Report_2020.pdf
447. World Economic Forum, Arup and AlphaBeta (2022) 'BiodiverCities by 2030: Transforming Cities' Relationship with Nature'. January. www3.weforum.org/docs/WEF_BiodiverCities_by_2030_2022.pdf
448. Oxford Environmnetal Change Institute (2023) 'The Green Scorpion: the Macro-Criticality of Nature for Finance'. www.eci.ox.ac.uk/sites/default/files/2023-12/INCAF-MacroCriticality_of_Nature-December2023.pdf
449. Alves, J. et al. (2022) 'The Role of Assisted Natural Regeneration in Accelerating Forest and Landscape Restoration: Practical Experiences from the Field'. World Resources Institute Brazil, Practice Note, March. www.wri.org/research/assisted-natural-regeneration-case-studies
450. .Ibid

451. Upholt, B. (2023) 'Inside the quest to engineer climate-saving "super trees"'. MIT Technology Review, 8 June. www.technologyreview.com/2023/06/08/1074287/inside-the-quest-to-engineer-climate-saving-super-trees/

452. Popkin, G. (2023) 'For the First Time, Genetically Modified Trees Have Been Planted in a U.S. Forest'. The New York Times, 16 February. www.nytimes.com/2023/02/16/science/genetically-modified-trees-living-carbon.html

453. The Ocean Conference (2017) 'Factsheet: People and Oceans'. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Ocean_Factsheet_People.pdf

454. IEA (2022) 'Outlook for Electricity'. World Energy Outlook 2022, October. www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/outlook-for-electricity

455. International Renewable Energy Agency (2018) 'Global Energy Transformation: A roadmap to 2050'. www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Apr/IRENA_Report_GET_2018.pdf

456. Deguenon, L. et al. (2023) 'Overcoming the challenges of integrating variable renewable energy to the grid: A comprehensive review of electrochemical battery storage systems'. *Journal of Power Sources*, 580, 233343. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877532300719X

457. Frąckiewiczi, M. (2023) 'Tidal Energy in the 21st Century: Current Status and Future Prospects'. TS2 Space, 31 August. https://ts2.space/en/tidal-energy-in-the-21st-century-current-status-and-future-prospects/#gsc.tab=0

458. U.S. Energy Information Administration (n.d.) 'Hydropower explained – Tidal power'. www.eia.gov/energyexplained/hydropower/tidal-power.php (retrieved 4 January 2024)

459. Tethys (n.d.) 'Tidal'. https://tethys.pnnl.gov/technology/tidal (retrieved 4 January 2024)

460. Frąckiewiczi, M. (2023) 'Tidal Energy in the 21st Century: Current Status and Future Prospects'. TS2 Space, 31 August. https://ts2.space/en/tidal-energy-in-the-21st-century-current-status-and-future-prospects/#gsc.tab=0

461. U.S. Energy Information Administration (n.d.) 'Hydropower explained – Tidal power'. www.eia.gov/energyexplained/hydropower/tidal-power.php (retrieved 4 January 2024)

462. .Ibid

463. Energy Education (n.d.) 'Dynamic tidal power'. https://energyeducation.ca/encyclopedia/Dynamic_tidal_power (retrieved 4 January 2024)

464. Johnson, D. (2023) 'Tidal Power Faces a Fickle Future with Rising Seas'. Scientific American, 19 April. www.scientificamerican.com/article/tidal-power-faces-a-fickle-future-with-rising-seas/

465. National Renewable Energy Laboratory (2021) 'NREL's Thermoplastic Blade Research Dives Deep With Verdant Power's Tidal Energy Turbines'. 12 August. www.nrel.gov/news/program/2021/tidal-power-turbine-blade-new-york.html

466. World Economic Forum (2023) 'Future of Jobs Report 2023'. May. www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf

467. Pauleen, D.J. and Intezari, A. (2023) 'Working Toward Wisdom in IS Education: Developing an Integral Knowledge-to-Wisdom Teaching Framework'. *Journal of Information Systems Education*, 34(4), 8. https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=2033&context=jise

468. Dubai Future Foundation (2023) 'Navigating the Future for Growth, Prosperity and Well-being: the Foundation of the Global 50 Report'. February. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/GPW-Report-Eng.pdf

469. Pauleen, D.J. and Intezari, A. (2023) 'Working Toward Wisdom in IS Education: Developing an Integral Knowledge-to-Wisdom Teaching Framework'. *Journal of Information Systems Education*, 34(4), 8. https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=2033&context=jise

470. Jeste, D.V. et al. (2021) 'Beyond Artificial Intelligence (AI): Exploring Artificial Wisdom (AW)'. International Psychogeriatrics, 32(8): 993-1001. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7942180/
471. Arizona State University (2023) 'Looking ahead to 2025: Tackling major global challenges'. https://thunderbird.asu.edu/thought-leadership/insights/tackling-major-global-challenges-by-2025
472. Pauleen, D.J. and Intezari, A. (2023) 'Working Toward Wisdom in IS Education: Developing an Integral Knowledge-to-Wisdom Teaching Framework'. *Journal of Information Systems Education*, 34(4), 8. https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=2033&context=jise
473. .Ibid
474. UNESCO (2017) 'Culture: at the heart of Sustainable Development Goals'. The UNESCO Courier, 11 April. https://courier.unesco.org/en/articles/culture-heart-sustainable-development-goals
475. UNESCO (2019) 'Culture | 2030 indicators'. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371562
476. .Ibid
477. Chang, C.L. et al. (2023) 'From Digital Collection to Open Access: A Preliminary Study on the Use of Digital Models of Local Culture'. Education Sciences, 13: 205. www.mdpi.com/2227-7102/13/2/205
478. Cager, B.E. et al. (2023) 'Culturally Responsive Leadership for Social Justice and Academic Equity for All'. IGI Global. www.igi-global.com/book/culturally-responsive-leadership-social-justice/308272
479. UNESCO (n.d.) 'World Heritage List Statistics'. https://whc.unesco.org/en/list/stat/ (retrieved 4 January 2024)
480. .Ibid
481. .Ibid
482. UNESCO (2017) 'Culture: at the heart of Sustainable Development Goals'. The UNESCO Courier, 11 April. https://courier.unesco.org/en/articles/culture-heart-sustainable-development-goals
483. United Nations Department of Economic and Social Affairs (n.d.) 'Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable'. https://sdgs.un.org/goals/goal11#targets_and_indicators
484. UNESCO (2019) 'Culture | 2030 indicators'. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371562
485. .Ibid
486. .Ibid
487. UNESCO (n.d.) 'Harees dish: know-how, skills and practices'. United Nations. https://ich.unesco.org/en/RL/harees-dish-know-how-skills-and-practices-01744 (retrieved 19 January 2024)
488. Engelland-Gay, A. (2023) 'Expo 2020, Cultural Diplomacy, and the UAE's Pursuit of Soft Power'. Master's thesis, Harvard University Division of Continuing Education. https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/37375015/EngellandGay_Final%20v2.pdf?sequence=1
489. Evans, T. (2023) 'UAE's House of Sustainability launches for Cop28'. 23 November. www.thenationalnews.com/climate/cop28/2023/11/23/uaes-house-of-sustainability-launches-for-cop28/
490. Abu Dhabi Culture (n.d.) 'Louvre Abu Dhabi'. https://abudhabiculture.ae/en/experience/museums/louvre-abu-dhabi (retrieved 4 January 2024)
491. UNESCO (n.d.) 'Culture'. www.unesco.org/en/culture (retrieved 4 January 2024)

492. Mendoza, M.A.D. et al. (2023) 'Technologies for the Preservation of Cultural Heritage – A Systematic Review of the Literature'. Sustainability, 15(2): 1059. www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1059
493. .Ibid
494. .Ibid
495. Allam, Z. and Newman, P. (2023) 'Smart Cultural and Inclusive Cities: How Smart City Can Help Urban Culture and Inclusion'. Revising Smart Cities with Regenerative Design, 77-99. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-28028-3_5
496. UNESCO (2023) 'Why Culture and Education?' 23 November. www.unesco.org/en/about-culture-education
497. Mendoza, M.A.D. et al. (2023) 'Technologies for the Preservation of Cultural Heritage – A Systematic Review of the Literature'. Sustainability, 15(2): 1059. www.mdpi.com/2071-1050/15/2/1059
498. Hjort, J. and Sacchetto, C. (2022) 'Can internet access lead to improved economic outcomes?' World Bank Blogs, 5 April. https://blogs.worldbank.org/digital-development/can-internet-access-lead-improved-economic-outcomes
499. Murphy, A. and Tucker, H. (2023) 'The Global 2000'. Forbes, 8 June. www.forbes.com/lists/global2000/?sh=524f402f5ac0
500. OECD (2021) 'Harnessing the productivity benefits of online platforms: Background paper'. www.oecd.org/global-forum-productivity/events/Harnessing-the-productivity-benefits-of-online-platforms.pdf
501. .Ibid
502. Estrin, S., Khavul, S. and Wright, M. (2021) 'Soft and hard information in equity crowdfunding: network effects in the digitalization of entrepreneurial finance'. Small Business Economics, 58: 1761-1781. https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-021-00473-w
503. National Bureau of Economic Research (2021) 'The Economic Effects of Social Networks'. The Reporter, 1. www.nber.org/reporter/2021number1/economic-effects-social-networks
504. Li, X. and Liu, X. (2023) 'The impact of the collaborative innovation network embeddedness on enterprise green innovation performance'. Frontiers in Environmental Science, 11:1190697. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2023.1190697/full
505. Financial Times Tech for Growth Forum (n.d.) 'The rise of the platform economy - How to leap national borders and open new markets'. Financial Times. https://static1.squarespace.com/static/5d39b86b4c1e5c000178e981/t/640f05720367d738bb2479b6/1678706047113/FT+Tech+for+Growth+Forum+-+The+rise+of+the+platform+economy.pdf
506. World Economic Forum (2023) 'DAOs for Impact'. White Paper, June. www3.weforum.org/docs/WEF_DAOs_for_Impact_2023.pdf
507. .Ibid
508. World Economic Forum (2023) 'Decentralized Autonomous Organization Toolkit'. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Decentralized_Autonomous_Organization_Toolkit_2023.pdf
509. World Economic Forum (2023) 'DAOs for Impact'. White Paper, June. www3.weforum.org/docs/WEF_DAOs_for_Impact_2023.pdf
510. .Ibid
511. Marr, B. (2021) 'The Fascinating History and Evolution of Extended Reality (XR) – Covering AR, VR And MR'. Forbes, 17 May. www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/05/17/the-fascinating-history-and-evolution-of-extended-reality-xr--covering-ar-vr-and-mr/

512. Coates, C. (2023) 'How Museums are using Augmented Reality'. MuseumNext, 11 June. www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-augmented-reality/
513. Google Arts & Culture (n.d.) 'Open Heritage'. https://artsandculture.google.com/project/cyark (retrieved 4 January 2024)
514. UNESCO (n.d.) 'Exploring World Heritage from home with UNESCO'. https://en.unesco.org/covid19/cultureresponse/exploring-world-heritage-from-home-with-unesco (retrieved 4 January 2024)
515. McKinsey & Company (2022) 'McKinsey Technology Trends Outlook 2022 – Immersive-reality technologies'. August. www.mckinsey.com/spContent/bespoke/tech-trends/pdfs/mckinsey-tech-trends-outlook-2022-immersive-reality.pdf
516. Gunpowder Plot The Tower of London (n.d.) 'The Tower of London'. https://gunpowderimmersive.com/the-tower-of-london/ (retrieved 6 February 2024)
517. Habtemariam, D. (2023) 'Augmented Reality Could Bring New Life to History Tourism'. Skift, 14 March. https://skift.com/2023/03/14/augmented-reality-could-bring-new-life-to-history-tourism/
518. Expo 2020 Dubai UAE (n.d.) 'Japan Pavilion'. www.expo2020dubai.com/en/understanding-expo/participants/country-pavilions/japan (retrieved 4 January 2024)
519. Coates, C. (2023) 'How Museums are using Augmented Reality'. MuseumNext, 11 June. www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-augmented-reality/
520. .Ibid
521. McKinsey & Company (2022) 'Value creation in the metaverse – The real business of the virtual world'. June. www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/marketing%20and%20sales/our%20insights/value%20creation%20in%20the%20metaverse/Value-creation-in-the-metaverse.pdf
522. McKinsey & Company (2023) 'Tourism in the metaverse: Can travel go virtual?' 4 May. www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/tourism-in-the-metaverse-can-travel-go-virtual
523. McKinsey Digital (2023) 'Technology Trends Outlook 2023'. McKinsey & Company. www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/mckinsey%20technology%20trends%20outlook%202023/mckinsey-technology-trends-outlook-2023-v5.pdf
524. McKinsey & Company (2022) 'McKinsey Technology Trends Outlook 2022 – Immersive-reality technologies'. August. www.mckinsey.com/spContent/bespoke/tech-trends/pdfs/mckinsey-tech-trends-outlook-2022-immersive-reality.pdf
525. Yang, Y. (2023) 'Mixed Reality – The application strategy exploration of technology in the preventive protection of architectural heritage'. Advances in Engineering Technology Research, 5. https://madison-proceedings.com/index.php/aetr/article/view/1101/1099
526. Economist Impact World Ocean Initiative (2023) 'Overtourism: coastal management key as global traveller numbers return to pre-pandemic levels'. 2 August. https://impact.economist.com/ocean/sustainable-ocean-economy/overtourism-coastal-management-key-as-global-traveller-numbers-return-to-pre
527. Leahy, K. (2023) 'What's the problem with overtourism?' National Geographic, 7 September. www.nationalgeographic.com/travel/article/what-is-overtourism
528. American Psychiatric Association (n.d.) 'What is Mental Illness?' www.psychiatry.org/patients-families/what-is-mental-illness (retrieved 5 January 2024)
529. World Health Organization (2022) 'Mental disorders'. 8 June. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders
530. World Health Organization (2023) 'Anxiety disorders'. 27 September. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anxiety-disorders

531. Wellcome (2021) 'Wellcome Global Monitor 2020: Mental health'. 20 October. https://wellcome.org/reports/wellcome-global-monitor-mental-health/2020
532. United for Global Mental Health (2023) 'Countdown Global Mental Health 2030'. https://unitedgmh.org/knowledge-hub/countdown2030/
533. World Health Organization (2022) 'Mental health'. 8 July. www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/mental-health
534. World Health Organization (2022) 'World mental health report: Transforming mental health for all'. United Nations. www.who.int/publications/i/item/9789240049338 (retrieved 4 January 2024)
535. World Health Organization (2022) 'Mental health'. 8 July. www.who.int/news-room/facts-in-pictures/detail/mental-health
536. Economist Impact (2023) 'Mental health in the Middle East - Measuring progress towards integrated, accessible and equitable mental health'. https://impact.economist.com/perspectives/sites/default/files/janssen-measuring_mental_health_integration_in_the_middle_east-report-a4-v4.pdf
537. World Health Organization (2020) 'Mental Health Atlas'. www.who.int/teams/mental-health-and-substance-use/data-research/mental-health-atlas
538. Smit, D. net al. (2023) 'The effectiveness of peer support for individuals with mental illness: systematic review and meta-analysis'. Psychological Medicine, 53(11). www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10476060/
539. Pearson, M. (2023) 'The Case for Expanding Peer Support'. National Alliance on Mental Illness, 26 April. www.nami.org/Blogs/NAMI-Blog/April-2023/The-Case-for-Expanding-Peer-Support
540. Shalaby, R. and Agyapong, V. (2020) 'Peer support in mental health: Literature review'. JMIR Mental Health, 7(6). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32357127/
541. Simmons, M. et al. (2023) 'The effectiveness of peer support from a person with lived experience of mental health challenges for young people with anxiety and depression: a systematic review'. BMC Psychiatry, 23 (194). https://bmcpsychiatry.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12888-023-04578-2
542. Merchant, R. et al. (2022) 'Opportunities to expand access to mental health services: A case for the role of online peer support communities'. Psychiatric Quarterly, 93: 613-625. https://link.springer.com/article/10.1007/s11126-022-09974-7
543. Pearson, M. (2023) 'The Case for Expanding Peer Support'. National Alliance on Mental Illness, 26 April. www.nami.org/Blogs/NAMI-Blog/April-2023/The-Case-for-Expanding-Peer-Support
544. United for Global Mental Health (2023) 'Countdown Global Mental Health 2030'. https://unitedgmh.org/knowledge-hub/countdown2030/
545. American Psychiatric Association (n.d.) 'What is Mental Illness?' www.psychiatry.org/patients-families/what-is-mental-illness (retrieved 5 January 2024)
546. Geneva Science and Diplomacy Anticipator (2023) 'The GESDA 2023 Science Breakthrough Radar'. https://radar.gesda.global/pdf
547. Margffoy, M. (2023) 'AI for humanitarians: A conversation on the hype, the hope, the future'. The New Humanitarian, 5 September. www.thenewhumanitarian.org/feature/2023/09/05/ai-humanitarians-conversation-hype-hope-future
548. Berglind, N., Fadia, A. and Isherwood, T. (2022) 'The potential value of AI—and how governments could look to capture it'. McKinsey & Company, 25 July. www.mckinsey.com/industries/public-sector/our-insights/the-potential-value-of-ai-and-how-governments-could-look-to-capture-it
549. Kim, J. (2023) 'Google DeepMind's new AI tool helped create more than 700 new materials'. MIT Technology Review, 29 November. www.technologyreview.com/2023/11/29/1084061/deepmind-ai-tool-for-new-materials-discovery/

550. PwC (n.d.) 'The potential impact of AI in the Middle East'. www.pwc.com/m1/en/publications/potential-impact-artificial-intelligence-middle-east.html (retrieved 5 January 2024)

551. .Ibid

552. John, M. (2023) 'Will AI be an economic blessing or curse? History offers clues'. Reuters. 7 August. www.reuters.com/technology/will-ai-be-an-economic-blessing-or-curse-history-offers-clues-2023-08-07/

553. Rana, V. and Verhoeven, B. (2023) 'How to bridge the artificial intelligence divide'. 4 August. https://blogs.lse.ac.uk/businessreview/2023/08/04/how-to-bridge-the-artificial-intelligence-divide/

554. Chui, M. et al. (2023) 'McKinsey Technology Trends Outlook 2023'. McKinsey Digital, 20 July. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech#tech-talent-dynamicss

555. Stanford Encyclopedia of Philosophy (2021) 'Public Goods'. 21 July. https://plato.stanford.edu/entries/public-goods/

556. .Ibid

557. AI for Good (n.d.) 'AI for Good'. https://aiforgood.itu.int/ (retrieved 5 January 2024)

558. Sofrecom (2021) 'Artificial intelligence can help bridge the digital divide'. 21 June. www.sofrecom.com/en/news-insights/artificial-intelligence-can-help-bridge-the-digital-divide.html

559. Gosselink, B.H. (2023) '15 projects using AI to reach the UN's Global Goals'. Google, The Keyword, 12 September. https://blog.google/outreach-initiatives/google-org/httpsbloggoogleoutreach-initiativesgoogle-orgunited-nations-global-goals-google-ai-/

560. Beasley, S. (2023) 'Google awards $25M for AI projects to achieve global development goals'. Devex, 12 September. www.devex.com/news/google-awards-25m-for-ai-projects-to-achieve-global-development-goals-106161

561. Gosselink, B.H. (2023) '15 projects using AI to reach the UN's Global Goals'. Google, The Keyword, 12 September. https://blog.google/outreach-initiatives/google-org/httpsbloggoogleoutreach-initiativesgoogle-orgunited-nations-global-goals-google-ai-/

562. Krasodomski, A. (2023) 'From risk to revolution: How AI can revive democracy'. Chatham House, 29 September. www.chathamhouse.org/publications/the-world-today/2023-10/risk-revolution-how-ai-can-revive-democracy

563. Brans, P. (2023) 'Sweden is developing its own big language model'. ComputerWeekly.com, 5 June. www.computerweekly.com/news/366538232/Sweden-is-developing-its-own-big-language-model

564. TII (n.d.) 'Introducing Falcon 180B'. https://falconllm.tii.ae (retrieved 12 January 2024)

565. AI for Good (n.d.) 'AI for Good'. https://aiforgood.itu.int/ (retrieved 5 January 2024)

566. Dubai Future Foundation (2023) 'From Public 'Good' to 'Great''. The Global 50 2023. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/02/13-FROM-PUBLIC-GOOD-TO-GREAT-GLOBAL-50-2023.pdf

567. Laboure, M. (2023)'Can we embrace the AI revolution and journey towards a brighter future?' World Economic Forum. 6 September. www.weforum.org/agenda/2023/09/can-we-embrace-the-ai-revolution-and-journey-towards-a-brighter-future/

568. International Institute for Sustainable Development (2023) 'Moving Beyond GDP: A Pathway to Wellbeing and Sustainability'. IISD Knowledge Hub, 1 June. https://sdg.iisd.org/commentary/policy-briefs/moving-beyond-gdp-a-pathway-to-wellbeing-and-sustainability/

569. Keen, S. (2020) 'Nobel prize-winning economics of climate change is misleading and dangerous – here's why'. The Conversation, 9 September. https://theconversation.com/nobel-prize-winning-economics-of-climate-change-is-misleading-and-dangerous-heres-why-145567

570. University of Oxford (2021) '21st century crises demand new economic understanding, say top economists'. www.ox.ac.uk/news/2021-01-20-21st-century-crises-demand-new-economic-understanding-say-top-economists

571. Handforth, C. and Tan, S. (2022) 'Digital connectivity: a catalyst for growth, inclusion, prosperity'. UNDP. 2 February. www.undp.org/policy-centre/singapore/blog/digital-connectivity-catalyst-growth-inclusion-prosperity

572. Signé, L. (2023) 'Fixing the global digital divide and digital access gap'. Brookings, 5 July. www.brookings.edu/articles/fixing-the-global-digital-divide-and-digital-access-gap/

573. United Nations Economic and Social Council (2023) 'Technology and innovation for cleaner and more productive and competitive production'. Commission on Science and Technology for Development, 26th session. https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162023d2_en.pdf

574. Okolo, C.T. (2023) 'AI in the Global South: Opportunities and challenges towards more inclusive governance'. Brookings, 1 November. www.brookings.edu/articles/ai-in-the-global-south-opportunities-and-challenges-towards-more-inclusive-governance/

575. United Nations Economic and Social Council (2023) 'Technology and innovation for cleaner and more productive and competitive production'. Commission on Science and Technology for Development, 26th session. https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162023d2_en.pdf

576. Muyangana, S. and Nawa, P. (2022) 'Tech hubs shape the future of Africa'. International Trade Centre, 23 September. https://intracen.org/news-and-events/news/tech-hubs-shape-the-future-of-africa

577. Valdivia, A.D. (2023) 'Between decentralization and reintermediation: Blockchain platforms and the governance of 'commons-led' and 'business-led' energy transitions'. Energy Research & Social Science, 98: 103034. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629623000944

578. United Nations Environment Programme and Social Alpha Foundation (2023) 'Blockchain for sustainable energy and climate in the Global South - Use cases and opportunities'. www.socialalphafoundation.org/wp-content/uploads/2022/01/saf-blockchain-report-final-2022.pdf

579. Anderson, J. and Rainie, L. (2021) 'The Future of Digital Spaces and Their Role in Democracy'. Pew Research Center, 22 November. www.pewresearch.org/internet/2021/11/22/the-future-of-digital-spaces-and-their-role-in-democracy/

580. Price, I. (2023) 'Africa set to be next global technology hub, say experts'. Ventureburn, 27 January. https://ventureburn.com/2023/01/africa-set-to-be-next-global-technology-hub-say-experts/

581. United Nations Economic and Social Council (2023) 'Technology and innovation for cleaner and more productive and competitive production'. Commission on Science and Technology for Development, 26th session. https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162023d2_en.pdf

582. Wakunuma, K. et al. (2021) 'Reconceptualising responsible research and innovation from a Global South perspective'. *Journal of Responsible Innovation*, 8(2), 267–291. https://pure.uva.nl/ws/files/66303211/Reconceptualising_responsible_research_and_innovation_from_a_Global_South_perspective.pdf

583. Farge, E. (2023) 'UN recruits robots in strive to meet global development goals'. Reuters, 6 July. https://www.reuters.com/technology/un-recruits-robots-strive-meet-global-development-goals-2023-07-05/

584. Proseguir (n.d.) ‘Effective, affordable and more powerful: a new generation of robots’. www.prosegur.com/en/innovation/technology/effective-affordable-more-powerful-new-generation-robots

585. Spiegel, J. (2022) ‘Investing in robotics: why now could be the right time’. iShares, 2 December. www.ishares.com/us/insights/robotics

586. Guenat, S. et al. (2022) ‘Meeting sustainable development goals via robotics and autonomous systems’. Nature Communications, 13: 3559. www.nature.com/articles/s41467-022-31150-5

587. .Ibid

588. Samaniego, J.F. (2023) ‘Collaborative, smart and democratic robotics: the future is here’. Universitat Oberta de Catalunya, 15 June. www.uoc.edu/portal/en/news/actualitat/2023/150-theker-robotics.html.html

589. Iliescu, A.B. (2023) ‘The future of educational robotics: enhancing education, bridging the digital divide, and supporting diverse learners’. AI for Good, International Telecommunications Union, 31 March. https://aiforgood.itu.int/the-future-of-educational-robotics-enhancing-education-bridging-the-digital-divide-and-supporting-diverse-learners/

590. Stephens, S. (2023) ‘Are robot lawyers the future of increasing access to justice?’. Institute of Development Studies, 1 November. www.ids.ac.uk/opinions/are-robot-lawyers-the-future-of-increasing-access-to-justice/

591. Future Market Insights (n.d.) ‘Robotics Market’. www.futuremarketinsights.com/reports/robotics-market (retrieved 6 January 2024)

592. Arseni, M. (2023) ‘Humans aren’t delivering on the SDGs. Can robots do better?’. Geneva Solutions, 13 July. https://genevasolutions.news/science-tech/humans-aren-t-delivering-on-the-sdgs-can-robots-do-better

593. Rawal, N. and Stock-Homburg, R.M. (2022) ‘Facial Emotion Expressions in Human–Robot Interaction: A Survey’. I*nternational Journal of Social Robotics*, 14, 1583–1604. https://link.springer.com/article/10.1007/s12369-022-00867-0

594. Mordor Intelligence (n.d.) ‘Social Robots Market Size & Share Analysis – Growth Trends & Forecasts (2024-2029)’. www.mordorintelligence.com/industry-reports/social-robots-market (retrieved 10 January 2024)

595. Guenat, S. et al. (2022) ‘Meeting sustainable development goals via robotics and autonomous systems’. Nature Communications, 13: 3559. www.nature.com/articles/s41467-022-31150-5

596. Strodt, S. (2022) ‘Futuristic fields: Europe’s farm industry on cusp of robot revolution’. Horizon, 7 December. https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/futuristic-fields-europes-farm-industry-cusp-robot-revolution

597. Giordano, G., Babu, S.P.M. and Mazzolai, B. (2023) ‘Soft robotics towards sustainable development goals and climate actions’. Perspective article, Frontiers in Robotics and AI, 10: 1116005. www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2023.1116005/full

598. Arseni, M. (2023) ‘Humans aren’t delivering on the SDGs. Can robots do better?’. 13 July. https://genevasolutions.news/science-tech/humans-aren-t-delivering-on-the-sdgs-can-robots-do-better

599. Haidegger, T. et al. (2023) ‘Robotics: Enabler and inhibitor of the Sustainable Development Goals’. Sustainable Production and Consumption, 43: 422-434. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550923002634

600. Giordano, G., Babu, S.P.M. and Mazzolai, B. (2023) ‘Soft robotics towards sustainable development goals and climate actions’. Perspective article, Frontiers in Robotics and AI, 10: 1116005. www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2023.1116005/full

601. Bank for International Settlements (2023) ‘Annual Economic Report’. June. www.bis.org/publ/arpdf/ar2023e.pdf

602. Brunnermeier, M. (2023) ‘Rethinking Monetary Policy in a Changing World’. International Monetary Fund, March. www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/03/rethinking-monetary-policy-in-a-changing-world-brunnermeier
603. International Monetary Fund (2023) ‘Global Financial Stability Report’. October. https://www.elibrary.imf.org/display/book/9798400249686/CH001.xml
604. Tett, G. (2023) ‘That 2% inflation target may not be sacred for much longer’. Financial Times, 19 October. www.ft.com/content/38ce1a9c-89cc-4157-992a-f0d4cdd95440
605. Brunnermeier, M. (2023) ‘Rethinking Monetary Policy in a Changing World’. International Monetary Fund, March. www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/03/rethinking-monetary-policy-in-a-changing-world-brunnermeier
606. Jacobs, J. (2023) ‘How central banks are already deploying artificial intelligence’. Official Monetary and Financial Institutions Forum, 6 September. www.omfif.org/2023/09/how-central-banks-are-already-deploying-artificial-intelligence/
607. Ghirelli, C. et al. (2021) ‘New Data Sources for Central Banks’. Data Science for Economics and Finance, 169-194. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-66891-4_8
608. .Ibid
609. Bank for International Settlements (2023) ‘Annual Economic Report’. June. www.bis.org/publ/arpdf/ar2023e.pdf
610. Shabsigh, G. and Boukherouaa, E.B. (2023) ‘Generative Artificial Intelligence in Finance: Risk Considerations’. International Monetary Fund, Fintech Notes, 22 August. www.imf.org/en/Publications/fintech-notes/Issues/2023/08/18/Generative-Artificial-Intelligence-in-Finance-Risk-Considerations-537570
611. Zhu, M. et al. (2023) ‘Multi-Access Edge Computing (MEC) Based on MIMO: A Survey’. Sensors, 23(8): 3883. www.mdpi.com/1424-8220/23/8/3883
612. Niu, D. et al. (2022) ‘A service collaboration method based on mobile edge computing in internet of things’. Multimedia Tools and Applications, 82: 6505-6529. https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-022-13394-x
613. .Ibid
614. McKinsey & Company (2023) ‘Investing in the rising data center economy’. 17 January. www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/investing-in-the-rising-data-center-economy
615. Zhu, R. et al. (2020) ‘Multi-access edge computing enabled internet of things: advances and novel applications’. Neural Computing and Applications, 32. https://doi.org/10.1007/s00521-020-05267-x
616. PwC (n.d.) ‘The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society’. www.pwc.com/gx/en/about/contribution-to-debate/world-economic-forum/the-impact-of-5g.html (retrieved 6 January 2024)
617. .Ibid
618. .Ibid
619. Marr, B. (2023) ‘6G Is Coming: What Will Be The Business Impact?’ Forbes, 17 March. www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/03/17/6g-is-coming-what-will-be-the-business-impact/?sh=3203abcc2f10
620. McKinsey & Company (2022) ‘McKinsey Technology Trends Outlook 2022 – Advanced connectivity’. August. www.mckinsey.com/spContent/bespoke/tech-trends/pdfs/mckinsey-tech-trends-outlook-2022-advanced-connectivity.pdf
621. .Ibid
622. Zhu, M. et al. (2023) ‘Multi-Access Edge Computing (MEC) Based on MIMO: A Survey’. Sensors, 23(8): 3883. www.mdpi.com/1424-8220/23/8/3883
623. Foote, K.D. (2022) ‘The Future of Edge Computing’. Dataversity, 21 December. www.dataversity.net/the-future-of-edge-computing/

624. Intel (n.d.) ‘Prepare Your Network for the Future’. www.intel.com/content/www/us/en/edge-computing/what-is-the-network-edge.html (retrieved 6 January 2024)

625. Bartolik, P. (2021) ‘Edge Requires Interoperability’. CIO, 19 May. www.cio.com/article/191756/edge-requires-interoperability.html.

626. Mahtta, R. et al. (2022) ‘Urban land expansion: the role of population and economic growth for 300+ cities’. Npj Urban Sustainability, 2: 5. www.nature.com/articles/s42949-022-00048-y

627. The World Bank (2023) ‘Urban Development’. 3 April. www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview

628. IEA (n.d.) ‘Buildings’. www.iea.org/energy-system/buildings (retrieved 9 January 2024)

629. Deloitte (2021) ‘Smart and Sustainable Buildings and Infrastructure’. www.deloitte.com/global/en/Industries/government-public/perspectives/urban-future-with-a-purpose/smart-and-sustainable-buildings-and-infrastructure.html

630. .Ibid

631. .Ibid

632. Zari, M.P. and Hecht, K. (2020) ‘Biomimicry for Regenerative Built Environments: Mapping Design Strategies for Producing Ecosystem Services’. Biomimetics, 5(2): 18. www.mdpi.com/2313-7673/5/2/18

633. The Overview (2023) ‘Biomimicry in Architecture: 10 Nature-Inspired Examples’. 5 March. https://theoverview.art/biomimicry-in-architecture-examples/#Living_Architecture_Building_as_Organisms

634. .Ibid

635. Fairs, M. (2021) ‘Biomimicry could lead to cities that "deliver net benefits" in the fight against climate change’. Dezeen, 8 February. www.dezeen.com/2021/02/08/biomimicry-cities-deliver-net-benefits-fight-against-climate-change/

636. World Green Building Council (n.d.) ‘Commitment Signatories’. https://worldgbc.org/thecommitment/commitment-signatories/?_sfm_signatory_type=cities (accessed 25 January 2024)

637. Deloitte (2021) ‘Smart and Sustainable Buildings and Infrastructure’. www.deloitte.com/global/en/Industries/government-public/perspectives/urban-future-with-a-purpose/smart-and-sustainable-buildings-and-infrastructure.html

638. World Green Building Council (2019) ‘Zero Carbon Buildings for All Initiative Launched at UN Climate Action Summit’. 23 September. https://worldgbc.org/article/zero-carbon-buildings-for-all-initiative-launched-at-un-climate-action-summit/

639. Nalule, C., Crawley, H. and Thomaz, D.Z. (2023) ‘Shrinking the Justice Gap: Rethinking Access to Justice for Migrants in the Global South’. United Nations University Centre for Policy Research, 27 October. https://unu.edu/publication/shrinking-justice-gap-rethinking-access-justice-migrants-global-south

640. Glaves, B. (n.d.) ‘Regulating for the Real World’. The Chicago Bar Foundation. https://chicagobarfoundation.org/blog/regulating-for-the-real-world/ (retrieved 6 January 2024)

641. Sonday, K. (2023) ‘Forum: There’s potential for AI chatbots to increase access to justice’. Thomson Reuters, 25 May. www.thomsonreuters.com/en-us/posts/legal/forum-spring-2023-ai-chatbots/

642. Telang, A. (2023) ‘The Promise and Peril of AI Legal Services to Equalize Justice’. JOLT Digest, *Harvard Journal of Law & Technology*, 14 March. https://jolt.law.harvard.edu/digest/the-promise-and-peril-of-ai-legal-services-to-equalize-justice

643. Bloomberg Law (2023) ‘Artificial Intelligence for Lawyers Explained’. 1 August. https://pro.bloomberglaw.com/brief/ai-in-legal-practice-explained/

644. Hatzius, J. et al. (2023) 'The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth'. Goldman Sachs Economics Research, 26 March. https://www.key4biz.it/wp-content/uploads/2023/03/Global-Economics-Analyst_-The-Potentially-Large-Effects-of-Artificial-Intelligence-on-Economic-Growth-Briggs_Kodnani.pdf

645. Shi, C., Sourdin, T. and Li, B. (2021) 'The Smart Court – A New Pathway to Justice in China?', *International Journal For Court Administration*, 12(1). https://iacajournal.org/articles/10.36745/ijca.367

646. Suksi, M. (2023) 'The Rule of Law and Automated Decision - Making Exploring Fundamentals of Algorithmic Governance'. https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-30142-1

647. Chiao, V. (2023) 'Algorithmic Decision-making, Statistical Evidence and the Rule of Law'. Episteme, 1-24. www.cambridge.org/core/journals/episteme/article/algorithmic-decisionmaking-statistical-evidence-and-the-rule-of-law/D535C6764C6676F7A6DEFD258AC88B8A

648. World Justice Project (n.d.) 'What is the Rule of Law?' https://worldjusticeproject.org/about-us/overview/what-rule-law (retrieved 8 January 2024)

649. Telang, A. (2023) 'The Promise and Peril of AI Legal Services to Equalize Justice'. JOLT Digest, *Harvard Journal of Law & Technology*, 14 March. https://jolt.law.harvard.edu/digest/the-promise-and-peril-of-ai-legal-services-to-equalize-justice

650. Chiao, V. (2023) 'Algorithmic Decision-making, Statistical Evidence and the Rule of Law'. Episteme, 1-24. www.cambridge.org/core/journals/episteme/article/algorithmic-decisionmaking-statistical-evidence-and-the-rule-of-law/D535C6764C6676F7A6DEFD258AC88B8A

651. International Bar Association (n.d.) 'IBA Task Forces'. www.ibanet.org/Task-Forces (retrieved 8 January 2024)

652. Hillgren, P.A., Light, A. and Strange, M. (2020) 'Future public policy and its knowledge base: shaping worldviews through counterfactual world-making'. Policy Design and Practice, 3(2): 109-122. www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/25741292.2020.1748372

653. Farber, D.A. (2006) 'The Rule of Law and the Law of Precedents'. Minnesota Law Review, 25. https://scholarship.law.umn.edu/mlr/25/

654. Binchy, E. (2022) 'Advancement or Impediment? AI and the Rule of Law'. Institute of International and European Affairs, June. www.iiea.com/images/uploads/resources/Advancement-or-Impediment-AI-and-the-Rule-of-Law.pdf

655. Telang, A. (2023) 'The Promise and Peril of AI Legal Services to Equalize Justice'. JOLT Digest, *Harvard Journal of Law & Technology,* 14 March. https://jolt.law.harvard.edu/digest/the-promise-and-peril-of-ai-legal-services-to-equalize-justice

656. Widuto, A., Evroux, C. and Spinaci, S. (2023) 'From growth to 'beyond growth': Concepts and challenges'. European Parliamentary Research Service, May. www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/747107/EPRS_BRI(2023)747107_EN.pdf

657. Devinney, T.M. et al. (2023) 'Managing, theorizing, and policymaking in an age of sociopolitical uncertainty: Introduction to the special issue'. *Journal of International Business Policy*, 6: 133–140. https://link.springer.com/article/10.1057/s42214-023-00150-7

658. OECD (2020) 'How Can Governments Leverage Policy Evaluation to Improve Evidence Informed Policy Making ?' www.oecd.org/gov/policy-evaluation-comparative-study-highlights.pdf

659. .Ibid

660. Patel, R. (2022) 'To understand the impact of government policies we need a long-term evaluation culture'. London School of Economics and Political Science, 2 December. https://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2022/12/02/to-understand-the-impact-of-government-policies-we-need-a-long-term-evaluation-culture/

661. United Nations Development Programme Regional Bureau for Asia and the Pacific (2021) 'Inclusive Imaginaries: Catalysing Forward-looking Policy Making through Civic Imagination'. United Nations Development Programme. www.undp.org/asia-pacific/publications/inclusive-imaginaries-catalysing-forward-looking-policy-making-through-civic-imagination

662. Rogge, K.S. and Stadler, M. (2023) 'Applying policy mix thinking to social innovation: from experimentation to socio-technical change'. Environmental Innovation and Societal Transitions, 47: 100723. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422423000333

663. Government of the UAE (n.d.) 'Happiness'. https://u.ae/en/about-the-uae/the-uae-government/government-of-future/happiness (retrieved 8 January 2024)

664. Weiss, R.A. and Sankaran, N. (2022) 'Applying policy mix thinking to social innovation: from experimentation to socio-technical change'. Faculty Reviews, 11: 2. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8808746/

665. .Ibid

666. .Ibid

667. .Ibid

668. Sun, D. et al. (2022) 'Why 90% of clinical drug development fails and how to improve it?' Acta Pharmaceutica Sinica B, 12(7): 3049-3062. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9293739/

669. Su, L. et al. (2023) 'Trends and Characteristics of New Drug Approvals in China, 2011–2021'. Therapeutic Innovation & Regulatory Science, 57(2): 343-351. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9628473/

670. Thorn, C.R. et al. (2022) 'The journey of a lifetime — development of Pfizer's COVID-19 vaccine'. Current Opinion in Biotechnology, 78: 102803. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166922001379

671. Fang, E. et al. (2022) 'Advances in COVID-19 mRNA vaccine development'. Signal Transduction and Targeted Therapy, 7: 94. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8940982/

672. Patil, R.S. Kulkarni, S.B. and Gaikwad, V.L. (2023) 'Artificial intelligence in pharmaceutical regulatory affairs'. Drug Discovery Today, 28(9): 103700. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359644623002167

673. Chui, M. et al. (2023) 'McKinsey Technology Trends Outlook 2023'. July. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech

674. .Ibid

675. .Ibid

676. Reed, J. (2023) 'Advancing Regulatory Compliance with Natural Language Processing'. American Pharmaceutical Review. www.americanpharmaceuticalreview.com/Featured-Articles/607985-Advancing-Regulatory-Compliance-with-Natural-Language-Processing/

677. European Medicines Agency (2023) 'Reflection paper on the use of Artificial Intelligence (AI) in 6 the medicinal product lifecycle'. 13 July. www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/draft-reflection-paper-use-artificial-intelligence-ai-medicinal-product-lifecycle_en.pdf

678. International Coalition of Medicines Regulatory Authorities (2021) 'Artificial Intelligence'. Informal Innovation Network, Horizon Scanning Assessment Report, 6 August. www.icmra.info/drupal/sites/default/files/2021-08/horizon_scanning_report_artificial_intelligence.pdf

679. Huo, R. and Vesset, D. (2023) 'Worldwide Big Data and Analytics Software Forecast, 2023–2027' International Data Corporation, July. www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US50117823
680. Aston University (2022) 'Too much information - Aston University researchers to tackle global data storage crisis'. 19 December. www.aston.ac.uk/latest-news/too-much-information-aston-university-researchers-tackle-global-data-storage-crisis
681. Editorial (2023) 'The future of data storage – New promising trends'. Robotics Biz, 22 May. https://roboticsbiz.com/the-future-of-data-storage-new-promising-trends/
682. .Ibid/
683. Heeg, R. (2023) 'Possibilities and limitations, of unstructured data'. Research World, 20 February. https://researchworld.com/articles/possibilities-and-limitations-of-unstructured-data
684. Climate Neutral Group (n.d.) 'Carbon emissions of data usage increasing, but what is yours?'. www.climateneutralgroup.com/en/news/carbon-emissions-of-data-centers/#:~:text=Worldwide%2C%20it%20is%20estimated%20that,been%20seen%20during%20the%20pandemic (retrieved 6 January 2024
685. Editorial (2023) 'The future of data storage – New promising trends'. Robotics Biz, 22 May. https://roboticsbiz.com/the-future-of-data-storage-new-promising-trends/
686. Service, R.F. (2017) 'DNA could store all of the world's data in one room'. Science, 2 March. www.science.org/content/article/dna-could-store-all-worlds-data-one-room
687. Eindhoven University of Technology (2023) 'The future of data storage lies in DNA microcapsules'. 4 May. www.tue.nl/en/news-and-events/news-overview/04-05-2023-the-future-of-data-storage-lies-in-dna-microcapsules
688. Service, R.F. (2017) 'DNA could store all of the world's data in one room'. Science, 2 March. www.science.org/content/article/dna-could-store-all-worlds-data-one-room
689. Bögels, B.W.A. et al. (2023) 'DNA storage in thermoresponsive microcapsules for repeated random multiplexed data access'. Nature Nanotechnology, 18: 912-921. www.nature.com/articles/s41565-023-01377-4
690. Buko, T., Tuczko, N. and Ishikawa, T. (2023) 'DNA Data Storage'. BioTech, 12(2): 44. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37366792/
691. Uptime Institute (2022) 'Uptime Institute Global Data Center Survey Results 2022'. https://uptimeinstitute.com/resources/research-and-reports/uptime-institute-global-data-center-survey-results-2022
692. Doricchi, A. et al. (2022) 'Emerging Approaches to DNA Data Storage: Challenges and Prospects'. ACS Nano, 16(11): 17552-17571. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.2c06748
693. Meiser, L. et al. (2022) 'Synthetic DNA applications in information technology'. Nature Communications, 13(352). www.nature.com/articles/s41467-021-27846-9
694. OECD (2023) 'Gross domestic spending on R&D'. https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm
695. OECD (2023) 'OECD Main Science and Technology Indicators – Highlights of the September 2023 edition'. www.oecd.org/innovation/inno/msti2023sept.pdf
696. .Ibid
697. International Monetary Fund (2021) 'World Economic Outlook'. October. www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2021/10/12/world-economic-outlook-october-2021
698. Leptin, M. (2023) 'Here's why we need to fund fundamental scientific research'. World Economic Forum, 19 January. www.weforum.org/agenda/2023/01/here-s-why-fund-fundamental-scientific-research-davos2023/
699. International Monetary Fund (2021) 'Chapter 3 Research and Innovation: Fighting the Pandemic and Boosting Long-Term Growth'. World Economic Outlook, October 2021. www.imf.org/-/media/Files/Publications/WEO/2021/October/English/ch3

700. The University of Queensland (2023) 'A slippery slope - basic research underfunded in Australia'. 19 April. www.uq.edu.au/news/article/2023/04/slippery-slope-basic-research-underfunded-australia

701. Vasquez, K. (2023) 'Proposed budget for US science agencies short by $7 billion'. Chemical & Engineering News, 12 October. https://cen.acs.org/policy/research-funding/Proposed-budget-US-science-agencies/101/i34

702. European Research Council (2023) 'New study reveals how frontier research spurs patented inventions'. 19 January. https://erc.europa.eu/news-events/news/new-study-reveals-how-frontier-research-spurs-patented-inventions

703. Leptin, M. (2023) 'Here's why we need to fund fundamental scientific research'. World Economic Forum, 19 January. www.weforum.org/agenda/2023/01/here-s-why-fund-fundamental-scientific-research-davos2023/

704. CERN (n.d.) 'Overview – Future Circular Collider'. https://fcc.web.cern.ch/overview (retrieved 9 January 2024)

705. Balasubramanian, H. et al. (2023) 'Imagining the future of optical microscopy: everything, everywhere, all at once'. Communications Biology, 6: 1096. www.nature.com/articles/s42003-023-05468-9

706. Wang, H. et al. (2023) 'Scientific discovery in the age of artificial intelligence'. Nature, 620: 47-60. www.nature.com/articles/s41586-023-06221-2

707. Sanabria-Z, J. et al. (2023) 'Research foresight in bridging open science and open innovation: overview based on the complex thinking paradigm'. *International Journal of Innovation Studies*, 8(1), 59–75. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096248723000280

708. World Economic Forum (2023) 'Future of Jobs Report 2023'. May. www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf

709. Goldman Sachs (2023) 'AI investment forecast to approach $200 billion globally by 2025'. 1 August. www.goldmansachs.com/intelligence/pages/ai-investment-forecast-to-approach-200-billion-globally-by-2025.html

710. VentureBeat (2019) 'Why do 87% of data science projects never make it into production?' 19 July. https://venturebeat.com/ai/why-do-87-of-data-science-projects-never-make-it-into-production/

711. Analytics India Magazine (2022) 'Epic AI Fails — A List of Failed Machine Learning Projects'. 4 November. https://analyticsindiamag.com/epic-ai-fails-a-list-of-failed-machine-learning-projects/

712. World Health Organization (2022) 'Use of artificial intelligence on the rise, but its impact on health still limited, new study finds'. 27 September. www.who.int/europe/news/item/27-09-2022-use-of-artificial-intelligence-on-the-rise--but-its-impact-on-health-still-limited--new-study-finds

713. Martinez-Millana, A. et al. (2022) 'Artificial intelligence and its impact on the domains of universal health coverage, health emergencies and health promotion: An overview of systematic reviews'. *International Journal of Medical Informatics*. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9551134/

714. Analytics India Magazine (2021) 'Will IBM Sell Off Watson?'. 24 February. https://analyticsindiamag.com/will-ibm-sell-off-watson/

715. Kusters, R. et al. (2020) 'Interdisciplinary Research in Artificial Intelligence: Challenges and Opportunities'. Frontiers in Big Data, 3: 577974. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdata.2020.577974/full

716. .Ibid

717. Cugurullo, F. and Acheampong, R.A. (2023) 'Fear of AI: an inquiry into the adoption of autonomous cars in spite of fear, and a theoretical framework for the study of artificial intelligence technology acceptance'. AI & Society. https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-022-01598-6

718. Lim, E. and Chase, J. (2023) 'Interdisciplinarity is a core part of AI's heritage and is entwined with its future'. Times Higher Education, 8 November. www.timeshighereducation.com/campus/interdisciplinarity-core-part-ais-heritage-and-entwined-its-future

719. Abualigah, L., Falcone, D. and Forestiero, A. (2023) 'Swarm Intelligence to Face IoT Challenges'. Computational Intelligence and Neuroscience, 4254194. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10241578

720. Oracle (n.d.) 'What is IoT?' www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/ (retrieved 9 January 2024)

721. Cao, X. et al. (2023) 'Multidiscipline Applications of Triboelectric Nanogenerators for the Intelligent Era of Internet of Things'. Nano-Micro Letters, 15(14). https://link.springer.com/article/10.1007/s40820-022-00981-8

722. McKinsey & Company (n.d.) 'Internet of Things'. www.mckinsey.com/featured-insights/internet-of-things/how-we-help-clients (retrieved 9 January 2024)

723. International Data Corporation (2023) 'Worldwide Spending on the Internet of Things is Forecast to Surpass $1 Trillion in 2026, According to a New IDC Spending Guide'. 20 June. www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS50936423

724. International Data Corporation (2023) 'Worldwide Spending on the Internet of Things is Forecast to Surpass $1 Trillion in 2026, According to a New IDC Spending Guide'. 20 June. www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS50936423

725. UBS (2023) 'How the data universe could grow more than 10 times from 2020 to 2030'. 28 July. www.ubs.com/us/en/wealth-management/insights/market-news/article.1596329.html.

726. Cao, X. et al. (2023) 'Multidiscipline Applications of Triboelectric Nanogenerators for the Intelligent Era of Internet of Things'. Nano-Micro Letters, 15(14). https://link.springer.com/article/10.1007/s40820-022-00981-8

727. Abualigah, L., Falcone, D. and Forestiero, A. (2023) 'Swarm Intelligence to Face IoT Challenges'. Computational Intelligence and Neuroscience, 4254194. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10241578

728. IBM (2022) 'Harness the power of all your data across clouds with a self-service cloud data lake'. www.ibm.com/downloads/cas/DDM026B9

729. UBS (2023) 'How the data universe could grow more than 10 times from 2020 to 2030'. 28 July. www.ubs.com/us/en/wealth-management/insights/market-news/article.1596329.html

730. Bai, Y., Feng, H. and Li, Z. (2022) 'Theory and applications of high-voltage triboelectric nanogenerators'. Cell Reports Physical Science, 3(11): 101108. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666386422004106

731. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/eom2.12062

732. Zhang, R. and Håkan, O (2020) 'Material choices for triboelectric nanogenerators: A critical review'. EcoMat, 2(4). https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/eom2.12062

733. Cheng, T., Shao, J. and Wang, Z.L. (2023) 'Triboelectric nanogenerators'. Nature Reviews Methods Primers, 3: 39. www.nature.com/articles/s43586-023-00220-3

734. Abualigah, L., Falcone, D. and Forestiero, A. (2023) 'Swarm Intelligence to Face IoT Challenges'. Computational Intelligence and Neuroscience, 4254194. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10241578

735. Soler, M.G. (2020) 'The Future of Science Diplomacy'. https://gesda.global/wp-content/uploads/2020/11/GESDA-SAB-9_Future-of-Science-Diplomacy.pdf

736. .Ibid

737. Khelif, M. (2023) 'Tech diplomacy could help solve global challenges'. Diplo, 10 July. www.diplomacy.edu/blog/tech-diplomacy-could-solve-global-challenges/

738. Soler, M.G. (2020) 'The Future of Science Diplomacy'. https://gesda.global/wp-content/uploads/2020/11/GESDA-SAB-9_Future-of-Science-Diplomacy.pdf

739. Dufour, P. (2022) 'The Foresight Lens of Science Diplomacy for a Disrupted Era'. AAAS Science & Diplomacy, 12 October. www.sciencediplomacy.org/perspective/2022/foresight-lens-science-diplomacy-for-disrupted-era

740. Miller, A. (2022) 'The Past is Holding Us Back: Applying Foresight to Move the Disciplines of Political Science and International Relations Forward'. World Futures Review, 14(1). https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/19467567221098747

741. .Ibid

742. Geneva Science and Diplomacy Anticipator (n.d.) 'Anticipatory Science Diplomacy in Practice'. https://radar.gesda.global/opportunities/anticipatory-science-diplomacy-in-practice (retrieved 9 January 2024)

743. Khelif, M. (2023) 'Tech diplomacy could help solve global challenges'. Diplo, 10 July. www.diplomacy.edu/blog/tech-diplomacy-could-solve-global-challenges/

744. UAE Ministry of Cabinet Affairs (n.d.) 'Shaping the Future'. www.moca.gov.ae/en/area-of-focus/future-foresight (retrieved 9 January 2024)

745. Government Development & The Future Office (n.d.) 'Homepage'. https://gdf.gov.ae/en (retrieved 4 February 2024)

746. Policy Horizons Canada (n.d.) 'Abouts Us'. https://horizons.service.canada.ca/en/about-us/index.shtml (retrieved 9 January 2024)

747. Centre for Strategic Futures (n.d.) 'Who We Are'. Prime Minister's Office, Government of Singapore. www.csf.gov.sg/who-we-are/ (retrieved 9 January 2024)

748. Government of the UK (n.d.) 'Futures, Foresight and Emerging Technologies'. www.gov.uk/government/groups/futures-and-foresight (retrieved 9 January 2024)

749. European Commission (n.d.) 'Strategic foresight'. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/strategic-planning/strategic-foresight_en#contact (retrieved 9 January 2024)

750. Government of South Africa (n.d.) 'Foresight Reports'. www.dst.gov.za/index.php/resource-center/reports/foresight-reports (retrieved 9 January 2024)

751. African Union (n.d.) 'Agenda 2063: The Africa We Want'. https://au.int/en/agenda2063/overview (retrieved 9 January 2024)

752. Pearson, W.R. (2023) 'The new age of diplomacy requires heightened expertise and foresight'. The Hill, 24 April. https://thehill.com/opinion/international/3966785-the-new-age-of-diplomacy-requires-heightened-expertise-and-foresight/

753. .Ibid

754. Miller, A. (2022) 'The Past is Holding Us Back: Applying Foresight to Move the Disciplines of Political Science and International Relations Forward'. World Futures Review, 14(1). https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/19467567221098747

755. World Trade Organization (n.d.) 'Evolution of trade under the WTO: handy statistics'. www.wto.org/english/res_e/statis_e/trade_evolution_e/evolution_trade_wto_e.htm (retrieved 9 January 2024)

756. Ossa, R. (2023) 'What are the prospects for global trade growth in 2023 and 2024?' World Trade Organization, 5 October. www.wto.org/english/blogs_e/ce_ralph_ossa_e/blog_ro_05oct23_e.htm

757. SDG Pulse (n.d.) 'Economic transformation and progress towards the SDGs through trade'. United Nations Conference on Trade and Development. https://sdgpulse.unctad.org/trade-developing-economies/ (retrieved 9 January 2024)

758. Asian Development Bank (2023) '2023 Trade Finance Gaps, Growth, and Jobs Survey'. ADB Briefs, 256. www.adb.org/sites/default/files/publication/906596/adb-brief-256-2023-trade-finance-gaps-growth-jobs-survey.pdf

759. Al Zeyoudi, T.A. (2023) 'TradeTech could be the future of international trade – here's why'. World Economic Forum, 31 August. www.weforum.org/agenda/2023/08/tradetech-could-be-the-future-of-international-trade-here-s-why/

760. World Trade Organization (n.d.) 'Small business and trade'. www.wto.org/english/tratop_e/msmesandtra_e/msmesandtra_e.htm (retrieved 9 January 2024)

761. Edmond, C. (2023) 'The WTO has downgraded expectations of global trade in 2023 – here's why'. World Economic Forum, 12 October. www.weforum.org/agenda/2023/10/global-trade-slump-inflation-projection/

762. Institute for Government (2017) 'Non-tariff barriers'. 16 January. www.instituteforgovernment.org.uk/article/explainer/non-tariff-barriers

763. Bakker, J.D. et al. (2023) 'How post-Brexit trade has driven up food bills'. CAGE Research Centre, University of Warwick. https://warwick.ac.uk/fac/soc/economics/research/centres/cage/news/15-06-23-advantage_magazine__summer_2023/article-2/

764. United Nations Conference on Trade and Development (2019) 'Trade costs of non-tariff measures now more than double that of tariffs'. 14 October. https://unctad.org/news/trade-costs-non-tariff-measures-now-more-double-tariffs

765. The New Humanitarian (2023) 'More trade; less aid?'. Rethinking Humanitarianism. 22 February. www.thenewhumanitarian.org/podcast/2023/02/22/rethinking-humanitarianism-more-trade-less-aid

766. Association of Southeast Asian Nations (n.d.) 'Non-Tariff Barriers'. https://asean.org/non-tariff-barriers/

767. Office of Advocacy (2023) 'Frequently Asked Questions About Small Business 2023'. U.S. Small Business Administration, 7 May. https://advocacy.sba.gov/2023/03/07/frequently-asked-questions-about-small-business-2023/

768. Delfino, D. (2023) 'Percentage of Businesses That Fail — and How to Boost Success Chances'. LendingTree, 8 May. www.lendingtree.com/business/small/failure-rate/

769. Global Entrepreneurship Monitor (2023) 'Global Entrepreneurship Monitor 2022/2023 Global Report'. https://gemconsortium.org/report/20222023-global-entrepreneurship-monitor-global-report-adapting-to-a-new-normal-2

770. .Ibid

771. Bai, Y., Liu, Y. and Yeo, W.M. (2022) 'Supply chain finance: What are the challenges in the adoption of blockchain technology?'. *Journal of Digital Economy,* 1(3), 153–165. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773067022000309

772. Beverelli, C. et al. (2023) 'Trade and Welfare Effects of the WTO Trade Facilitation Agreement'. Economic Research and Statistics Division, World Trade Organization. www.wto.org/english/res_e/reser_e/ersd202304_e.pdf

773. OECD (2020) 'Promoting an Age-Inclusive Workforce: Living, Learning and Earning Longer'. OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/59752153-en.

774. United Nations (2022) 'World Population Prospects 2022: Summary of Results'. www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf

775. World Health Organization (2022) 'Ageing and health'. 1 October. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health

776. Horowitz, J.M. and Parker, K. (2023) 'How Americans View Their Jobs'. Pew Research Center, 30 March. www.pewresearch.org/social-trends/2023/03/30/how-americans-view-their-jobs/

777. Randstad (2023) 'workmonitor 2023'. workforceinsights.randstad.com/hubfs/Workmonitor/2023/Randstad_Workmonitor_2023.pdf?hsLang=nl

778. World Economic Forum (2023) 'Living Longer, Better: Understanding Longevity Literacy'. June. www3.weforum.org/docs/WEF_Living_Longer_Better_Understanding_Longevity_Literacy_2023.pdf

779. _.Ibid
780. .Ibid
781. Hogenhout, L. and Takahashi, T. (2022) 'A Future with Voices of Global Youth'. United Nations Office of Information and Communications Technology, August. https://unite.un.org/sites/unite.un.org/files/a_future_with_ai-final_report.pdf
782. Johnson, S. (2023) 'WHO declares loneliness a 'global public health concern''. The Guardian, 16 November. www.theguardian.com/global-development/2023/nov/16/who-declares-loneliness-a-global-public-health-concern
783. McKinsey Health Institute (2023) 'Aging with purpose: Why meaningful engagement with society matters'. 23 October. www.mckinsey.com/mhi/our-insights/aging-with-purpose-why-meaningful-engagement-with-society-matters
784. OECD (2020) 'Promoting an Age-Inclusive Workforce'. 16 December. www.oecd-ilibrary.org/employment/promoting-an-age-inclusive-workforce_59752153-en
785. Civil Society (2022) 'Recruitment: Why are charities struggling to fill roles, and what can be done?' 19 August. www.civilsociety.co.uk/news/recruitment-why-are-charities-struggling-to-fill-roles-and-what-can-be-done.html
786. Torrent-Sellens, J. (2020) 'The artificial intelligence economy'. Revista Idees, Centre d'Estudis de Temes Contemporanis, Generalitat de Catalunya, 20 February. https://revistaidees.cat/en/the-artificial-intelligence-economy/#note-07
787. Agrawal, A., Gans, J. and Goldfarb, A. (2022) 'ChatGPT and How AI Disrupts Industries'. Harvard Business Review, 12 December. https://hbr.org/2022/12/chatgpt-and-how-ai-disrupts-industries
788. McKinsey Digital (2023) 'The economic potential of generative AI: The next productivity frontier'. McKinsey & Company, 14 June. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#introduction
789. Agrawal, A., Gans, J. and Goldfarb, A. (2022) 'ChatGPT and How AI Disrupts Industries'. Harvard Business Review, 12 December. https://hbr.org/2022/12/chatgpt-and-how-ai-disrupts-industries
790. Fishbowl (2023) 'ChatGPT Sees Strong Early Adoption In The Workplace'. 17 January. www.fishbowlapp.com/insights/chatgpt-sees-strong-early-adoption-in-the-workplace/
791. Tsai, P. (2023) 'How ChatGPT and Generative AI Will Alter the Future of Work'. Aberdeen, 28 March. www.aberdeen.com/blog-posts/how-chatgpt-and-generative-ai-will-alter-the-future-of-work/
792. UNESCO (2023) 'Generative AI and the future of education'. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877
793. Emerging Technology Observatory (2024) 'Country Activity Tracker (CAT): Artificial Intelligence'. Center for Security and Emerging Technology (CSET). 18 January (update). https://cat.eto.tech/?expanded=Summary-metrics%2CChanges-over-time
794. Roser, M. (2023) 'Artificial intelligence has advanced despite having few resources dedicated to its development – now investments have increased substantially'. Our World in Data, 29 March. https://ourworldindata.org/ai-investments
795. Unger, R.M. (2019) 'The Knowledge Economy'. OECD. www.oecd.org/naec/THE-KNOWLEDGE-ECONOMY.pdf
796. .Ibid
797. .Ibid
798. Preece, C. and Çelik , H. (2023) 'AI is a powerful tool, but it's not a replacement for human creativity'. World Economic Forum, 16 June. www.weforum.org/agenda/2023/06/ai-cannot-replace-human-creativity/

799. World Economic Forum (2023) 'Future of Jobs Report 2023'. May. www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf

800. Unger, R.M. (2019) 'The Knowledge Economy'. OECD. www.oecd.org/naec/THE-KNOWLEDGE-ECONOMY.pdf

801. World Health Organization (2023) 'Blindness and vision impairment'. 10 August. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment

802. Burton, M.J. et al. (2021) 'The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020'. The Lancet, 9: e489. www.thelancet.com/pdfs/journals/langlo/PIIS2214-109X(20)30488-5.pdf

803. Reinhardt, D. et al. (2019) 'Reading With Your Hands – Robotic Braille and Tactile Narratives'. Aarhus School of Architecture. https://issuu.com/dagmarreinhardt/docs/2019-reinhardt-reading_with_your_hands_xs

804. Burton, M.J. et al. (2021) 'The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020'. The Lancet, 9: e489. www.thelancet.com/pdfs/journals/langlo/PIIS2214-109X(20)30488-5.pdf

805. .Ibid

806. Du, L. et al. (2023) 'An implantable, wireless, battery-free system for tactile pressure sensing'. Microsystems & Nanoengineering, 9: 130. www.nature.com/articles/s41378-023-00602-3

807. .Ibid

808. Paneva, V. et al. (2020) 'HaptiRead: Reading Braille as Mid-Air Haptic Information'. Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference, July, 13-20. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3357236.3395515

809. Du, L. et al. (2023) 'An implantable, wireless, battery-free system for tactile pressure sensing'. Microsystems & Nanoengineering, 9: 130. www.nature.com/articles/s41378-023-00602-3

810. .Ibid

811. Tencent (2023) 'Touching Lives: How Haptic Technology Empowers the Visually Impaired'. 17 August. www.tencent.com/en-us/articles/2201660.html

812. Dobson, G.P. (2020) 'Trauma of major surgery: A global problem that is not going away'. *International Journal of Surgery*, 81, 47–54. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743919120305525

813. John, A.S. et al (2020) 'The Rise of Minimally Invasive Surgery: 16 Year Analysis of the Progressive Replacement of Open Surgery with Laparoscopy'. *Journal of the Society of Laparoscopic & Robotic Surgeons*, 24(4). www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7810432/

814. Othman, W. et al. (2022) 'Tactile Sensing for Minimally Invasive Surgery: Conventional Methods and Potential Emerging Tactile Technologies'. Frontiers in Robotics and AI, 8: 705662. www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2021.705662/full

815. John, A.S. et al (2020) 'The Rise of Minimally Invasive Surgery: 16 Year Analysis of the Progressive Replacement of Open Surgery with Laparoscopy'. *Journal of the Society of Laparoscopic & Robotic Surgeons*, 24(4). www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7810432/

816. Postema, R.R. et al. (2021) 'Haptic exploration improves performance of a laparoscopic training task'. Surgical Endoscopy, 35(8): 4175-4182. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8263408/

817. See, A.R., Choco, J.A.G. and Chandramohan, K. (2022) 'Touch, Texture and Haptic Feedback: A Review on How We Feel the World around Us'. Applied Sciences, 12(9): 4686. www.mdpi.com/2076-3417/12/9/4686

818. Imperial College London (n.d.) ‘Haptic technology’. Centre for Engagement and Simulation Science, Imperial College London. www.imperial.ac.uk/engagement-and-simulation-science/our-work/research-themes/haptic-technology/

819. Boréas Technologies (2023) ‘Where Is Haptic Technology Going?’. 1 May. https://pages.boreas.ca/blog/piezo-haptics/where-is-haptic-technology-going

820. See, A.R., Choco, J.A.G. and Chandramohan, K. (2022) ‘Touch, Texture and Haptic Feedback: A Review on How We Feel the World around Us’. Applied Sciences, 12(9): 4686. www.mdpi.com/2076-3417/12/9/4686

821. Ezcurdia, I. et al. (2023) ‘Mid-air Contactless Haptics to augment VR experiences’. Web3D '23: Proceedings of the 28th International ACM Conference on 3D Web Technology, October. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3611314.3616063

822. .Ibid

823. .Ibid

824. Iqbal, M. and Campbell, A.G. (2021) ‘From luxury to necessity: Progress of touchless interaction technology’. Technology in Society, 67: 101796. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9595506

825. Lünse, S. et al. (2023) ‘Technological advancements in surgical laparoscopy considering artificial intelligence: a survey among surgeons in Germany’. Langenbeck’s Archives of Surgery, 408: 405. https://link.springer.com/article/10.1007/s00423-023-03134-6

826. Heaven, W.D. (2023) ‘GPT-4 is bigger and better than ChatGPT—but OpenAI won’t say why’. MIT Technology Review, 14 March. www.technologyreview.com/2023/03/14/1069823/gpt-4-is-bigger-and-better-chatgpt-openai/

827. OpenAI (n.d.) ‘GPT-4 Technical Report’. https://cdn.openai.com/papers/gpt-4.pdf (retrieved 9 January 2024)

828. Chui, M. et al. (2023) ‘McKinsey Technology Trends Outlook 2023’. McKinsey Digital, 20 July. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech

829. Heaven, W.D. (2023) ‘GPT-4 is bigger and better than ChatGPT—but OpenAI won’t say why’. MIT Technology Review, 14 March. www.technologyreview.com/2023/03/14/1069823/gpt-4-is-bigger-and-better-chatgpt-openai/

830. McKinsey & Company (2023) ‘What is generative AI?’. 19 January. www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-generative-ai

831. Pierce, D. (2023) ‘ChatGPT is winning the future — but what future is that?’. The Verge, 30 November. www.theverge.com/23981318/chatgpt-open-ai-launch-anniversary-future

832. IBM (2023) ‘What is generative AI?’ 20 April. https://research.ibm.com/blog/what-is-generative-AI

833. Salkowitz, R. (2022) ‘AI Is Coming For Commercial Art Jobs. Can It Be Stopped?’ Forbes, 16 September. www.forbes.com/sites/robsalkowitz/2022/09/16/ai-is-coming-for-commercial-art-jobs-can-it-be-stopped/?sh=5e231b154b05

834. Chui, M. et al. (2023) ‘McKinsey Technology Trends Outlook 2023’. McKinsey Digital, 20 July. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech

835. Hosseini, M., Resnik, D., and Holmes, K. (2023) ‘The ethics of disclosing the use of artificial intelligence tools in writing scholarly manuscripts’. Research Ethics, 19(4), 449-465. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/17470161231180449

836. Chui, M. et al. (2023) ‘McKinsey Technology Trends Outlook 2023’. McKinsey Digital, 20 July. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech

837. Ramos, E. (2023) 'Navigating The Generative AI Intellectual Property Landscape'. Forbes, 10 October. www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2023/10/10/navigating-the-generative-ai-intellectual-property-landscape/?sh=1c1390ad51cf

838. Klepper, D. and Swenson, A. (2023) 'AI-generated disinformation poses threat of misleading voters in 2024 election'. PBS News Hours, 14 May. www.pbs.org/newshour/politics/ai-generated-disinformation-poses-threat-of-misleading-voters-in-2024-election

839. Saad, C. (2023) 'The AI revolution has outgrown the Turing Test: Introducing a new framework'. TechCrunch, 14 March. https://techcrunch.com/2023/03/14/the-ai-revolution-has-outgrown-the-turing-test-introducing-a-new-framework/?guccounter=1

840. Oremus, W. (2022) 'Google's AI passed a famous test — and showed how the test is broken'. The Washington Post, 17 June. www.washingtonpost.com/technology/2022/06/17/google-ai-lamda-turing-test/

841. Biever, C. (2023) 'ChatGPT broke the Turing test — the race is on for new ways to assess AI'. Nature, 25 July. www.nature.com/articles/d41586-023-02361-7

842. Hosseini, M., Resnik, D., and Holmes, K. (2023) 'The ethics of disclosing the use of artificial intelligence tools in writing scholarly manuscripts'. Research Ethics, 19(4), 449-465. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/17470161231180449

843. Net Zero Tracker (2023) 'Net zero targets among world's largest companies double, but credibility gaps undermine progress'. 12 June. https://zerotracker.net/insights/net-zero-targets-among-worlds-largest-companies-double-but-credibility-gaps-undermine-progress

844. Net Zero Tracker (n.d.) 'Data Explorer'. https://zerotracker.net (retrieved 9 January 2024)

845. Melville, T. (2022) 'Energy storage important to creating affordable, reliable, deeply decarbonized electricity systems'. MIT News, 16 May. https://news.mit.edu/2022/energy-storage-important-creating-affordable-reliable-deeply-decarbonized-electricity-systems-0516

846. Market Data Forecast (2023) 'Energy Storage Technology Market'. www.marketdataforecast.com/market-reports/energy-storage-technology-market

847. Powell, L. and Carioti, R. (2023) 'How lithium gets from the earth into your electric car'. The Washington Post, 13 February. www.washingtonpost.com/business/interactive/2023/how-is-lithium-mined/

848. International Renewable Energy Agency (n.d.) 'Energy Storage'. www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Energy-Storage (retrieved 9 January 2024)

849. .Ibid

850. .Ibid

851. McKinsey & Company (2023) 'Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular'. 16 January. www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular

852. .Ibid

853. Bhutada, G. (2023) 'This chart shows which countries produce the most lithium'. World Economic Forum, 5 January. www.weforum.org/agenda/2023/01/chart-countries-produce-lithium-world/

854. Wankhede, C. (2023) '6 alternatives to lithium-ion batteries: What's the future of energy storage?' Android Authority, 22 August. www.androidauthority.com/lithium-ion-battery-alternatives-3356834/

855. Clean Energy Institute (n.d.) 'Lithium-Ion Battery'. www.cei.washington.edu/research/energy-storage/lithium-ion-battery/ (retrieved 9 January 2024)

856. The Economist (2023) ‘Firms are exploring sodium batteries as an alternative to lithium’. 25 October. www.economist.com/science-and-technology/2023/10/25/firms-are-exploring-sodium-batteries-as-an-alternative-to-lithium

857. IEA (2023) ‘Global EV Outlook 2023’. www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-batteries

858. Zheng, M. (2023) ‘The Environmental Impacts of Lithium and Cobalt Mining’. Earth.org, 31 March. https://earth.org/lithium-and-cobalt-mining

859. Donaldson, L. (2023) ‘Novel battery design for more sustainable energy’. Materials Today, 11 September. www.materialstoday.com/energy/news/novel-battery-design-for-more-sustainable-energy/

860. Scientific Computing World (n.d.) ‘Engineering software helps to advance battery development’. www.scientific-computing.com/feature/engineering-software-helps-advance-battery-development (retrieved 9 January 2024)

861. International Renewable Energy Agency (2023) ‘Watts to Wheels: Why EV-Battery Innovation is Key to Sparking a Renewable Revolution’. 2 August. www.irena.org/News/articles/2023/Aug/Why-EV-Battery-Innovation-is-Key-to-Sparking-a-Renewable-Revolution

862. Gordon, O. (2023) ‘US scientists make breakthrough for long-range EV batteries’. Energy Monitor, 20 March. www.energymonitor.ai/transport/us-scientists-make-breakthrough-for-long-range-electric-vehicle-batteries/?cf-view

863. Renewable Energy World (2023) ‘Battery design from PNNL could help integrate renewables into the grid’. 2 July. www.renewableenergyworld.com/storage/battery-design-from-pnnl-could-help-integrate-renewables-into-the-grid/

864. Wankhede, C. (2023) ‘6 alternatives to lithium-ion batteries: What's the future of energy storage?’ Android Authority, 22 August. www.androidauthority.com/lithium-ion-battery-alternatives-3356834/

865. Corselli, A. (2023) ‘Zinc-Air Batteries: A Cheaper, Safer Alternative to Li-ion Batteries’. Tech Briefs, 7 September. www.techbriefs.com/component/content/article/tb/stories/blog/48994

866. Bernard, P. (n.d.) ‘Three battery technologies that could power the future’. Saft. https://es.saft.com/node/127

867. Urade, A. (2022) ‘Are Graphene Batteries the Future?’ Azo Nano, 20 September. www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=6233

868. Leong, K.W. et al. (2023) ‘Next-generation magnesium-ion batteries: The quasi-solid-state approach to multivalent metal ion storage’. Science Advances, 9(32). www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh1181

869. Stock, K. (2023) ‘How Solar Roofs Are Being Used to Power Electric Cars’. Bloomberg, 29 March. www.bloomberg.com/news/articles/2023-03-29/electric-cars-with-rooftop-solar-are-gaining-popularity

870. Amelang, S. (2023) ‘Solar car start-up Sono files for insolvency, customers likely to lose deposits’. The Driven, 19 May. https://thedriven.io/2023/05/19/solar-car-start-up-sono-files-for-insolvency-customers-likely-to-lose-deposits/

871. NL Times (2023) ‘Dutch automaker Lightyear shifts focus from solar cars to solar panels for EV’s’. 4 October. https://nltimes.nl/2023/10/04/dutch-automaker-lightyear-shifts-focus-solar-cars-solar-panels-evs

872. Haas, M. (2021) ‘The First Mass-Produced Solar Car Is Coming Soon, Sparking Excitement and Uncertainty’. Upworthy Science, 16 September. https://leaps.org/solar-powered-car/

873. World Solar Challenge (n.d.) ‘World Solar Challenge’. https://worldsolarchallenge.org (retrieved 9 January 2024)

874. American Solar Challenge (n.d.) ‘American Solar Challenge’. www.americansolarchallenge.org (retrieved 9 January 2024)

875. Transparency Market Research (2022) ‘Solar Powered Car Market’. August. www.transparencymarketresearch.com/solar-powered-car-market.html

876. IEA (2023) ‘Global EV Outlook 2023’. www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/executive-summary

877. .Ibid

878. .Ibid

879. .Ibid

880. Stock, K. (2023) ‘How Solar Roofs Are Being Used to Power Electric Cars’. Bloomberg, 29 March. www.bloomberg.com/news/articles/2023-03-29/electric-cars-with-rooftop-solar-are-gaining-popularity

881. Zewe, A. (2022) ‘Paper-thin solar cell can turn any surface into a power source’. MIT News, 9 December. https://news.mit.edu/2022/ultrathin-solar-cells-1209

882. Gautam, A. (2023) ‘Solar paint: the next big thing in renewable energy?’ SolarReviews, 17 January. www.solarreviews.com/blog/solar-paint-hydrogen-quantum-dot-perovskite-solar-cells

883. Zewe, A. (2022) ‘Paper-thin solar cell can turn any surface into a power source’. MIT News, 9 December. https://news.mit.edu/2022/ultrathin-solar-cells-1209

884. Gallagher, J. and Clarke, S. (2023) ‘Energy efficient route prediction for solar powered vehicles’. Green Energy and Intelligent Transportation, 2(1): 100063. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773153722000639

885. Limb, L. (2022) ‘Major solar breakthrough means energy can be stored for up to 18 years’. Euronews Green, 12 April 2022. www.euronews.com/green/2022/04/12/solar-energy-can-now-be-stored-for-up-to-18-years-say-scientists

886. Harvey, A. (2023) ‘8 Innovations in Solar Energy: The Solar Technology of the Future’. Taradigm, 10 May. www.taradigm.com/8-innovations-in-solar/

887. Cogdell, R.J. et al. (1999) ‘How Photosynthetic Bacteria Harvest Solar Energy’. *Journal of Bacteriology*, 181(13). https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/jb.181.13.3869-3879.1999

888. Mulhern, M. (2023) ‘Cognitive Rehabilitation Interventions for Post-Stroke Populations’. *Delaware Journal of Public Health*, 9(3), 70–74. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10494803/

889. Wilson, L. et al. (2020) ‘Understanding the relationship between cognitive performance and function in daily life after traumatic brain injury’. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 92(4), 407–417. https://jnnp.bmj.com/content/92/4/407

890. Kudlicka, A. et al. (2023) ‘Cognitive rehabilitation for people with mild to moderate dementia’. Cochrane Database of Systemic Reviews, 6(6). https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37389428/

891. Feigin, V.L. et al. (2023) ‘Pragmatic solutions to reduce the global burden of stroke: a World Stroke Organization–Lancet Neurology Commission’. The Lancet Neurology Commissions, 22(12), 1160–1206. www.thelancet.com/journals/laneur/article/PIIS1474-4422(23)00277-6/fulltext

892. .Ibid

893. Lancet Neurology Commission (2022) ‘Traumatic brain injury ‘remains a major global health problem’ say experts’. Lancet Neurology, 30 September. www.cam.ac.uk/research/news/traumatic-brain-injury-remains-a-major-global-health-problem-say-experts

894. Maas, A.I.R. et al. (2022) 'Traumatic brain injury: progress and challenges in prevention, clinical care, and research'. *The Lancet Neurology Commissions*, 21(11), 1004–1060. www.thelancet.com/journals/laneur/article/PIIS1474-4422(22)00309-X/fulltext

895. World Health Organization (2023) 'Dementia'. 15 March. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dementia

896. .Ibid

897. World Economic Forum (2023) 'Future of Jobs Report 2023', May. www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf

898. World Economic Forum (2023) 'The Reskilling Revolution'. https://initiatives.weforum.org/reskilling-revolution/home

899. Bruce, D.J. et al. (1970) 'Effect of Presenting Novel Verbal Material during Slow-wave Sleep'. Nature, 225: 873-874. www.nature.com/articles/225873a0

900. Koroma, M. et al. (2022) 'Learning New Vocabulary Implicitly During Sleep Transfers With Cross-Modal Generalization Into Wakefulness'. Frontiers in Neuroscience, 16:801666. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2022.801666/full#B42

901. Cappello, K. (2020) 'Chronobiology and Sleep Institute'. Perelman School of Medicine, 21 December. www.med.upenn.edu/csi/the-impact-of-sleep-on-learning-and-memory.html

902. eLife (2023) 'Learning in your sleep'. 14 August. https://elifesciences.org/digests/84324/learning-in-your-sleep

903. Puchkova, A. (2020) 'Studies of Learning during Sleep: Problems, Progress, and Perspectives'. Neuroscience and Behavioral Physiology, 50(3). www.researchgate.net/publication/339239635_Studies_of_Learning_during_Sleep_Problems_Progress_and_Perspectives/link/613a0d140397f5523b13680c/download

904. Carr, M. (2020) 'Can Electrical Brain Stimulation Induce Lucid Dreams?' Psychology Today, 11 June. www.psychologytoday.com/au/blog/dream-factory/202006/can-electrical-brain-stimulation-induce-lucid-dreams

905. Konkoly, K.R. et al. (2021) 'Real-time dialogue between experimenters and dreamers during REM sleep'. Current Biology, 31(7): 1417-1427. www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(21)00059-2

906. Ruch, S. and Henke, K. (2020) 'Learning During Sleep: A Dream Comes True?' Trends in Cognitive Sciences, 24(3). www.cell.com/action/showPdf?pii=S1364-6613%2819%2930295-5

907. Koroma, M. et al. (2022) 'Learning New Vocabulary Implicitly During Sleep Transfers With Cross-Modal Generalization Into Wakefulness'. Frontiers in Neuroscience, 16:801666. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2022.801666/full#B42

908. Newman, A.J. (2023) 'Event-Related Potential (ERPs)'. Neural Data Science in Python. https://neuraldatascience.io/7-eeg/erps.html

909. Puchkova, A. (2020) 'Studies of Learning during Sleep: Problems, Progress, and Perspectives'. Neuroscience and Behavioral Physiology, 50(3). www.researchgate.net/publication/339239635_Studies_of_Learning_during_Sleep_Problems_Progress_and_Perspectives/link/613a0d140397f5523b13680c/download

910. .Ibid

911. Mulhern, M. (2023) 'Cognitive Rehabilitation Interventions for Post-Stroke Populations'. *Delaware Journal of Public Health*, 9(3), 70–74. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10494803/

912. Wilson, L. et al. (2020) 'Understanding the relationship between cognitive performance and function in daily life after traumatic brain injury'. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 92(4), 407–417. https://jnnp.bmj.com/content/92/4/407

913. Kudlicka, A. et al. (2023) 'Cognitive rehabilitation for people with mild to moderate dementia'. Cochrane Database of Systemic Reviews, 6(6): CD013388. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37389428/

914. Pagano, M.A. and Tomer, A. (2023) 'The success of our infrastructure moment rests on capital budgets'. Brookings, 6 September. www.brookings.edu/articles/the-success-of-our-infrastructure-moment-rests-on-capital-budgets/

915. U.S. Department of Labor (2023) 'News Release'. Bureau of Labor Statistics, 8 November. www.bls.gov/news.release/pdf/osh.pdf

916. Choe, T., Wege, E. and Seidel, A.E. (n.d.) 'Right to repair: Revolutionising throwaway culture'. Deloitte Insights. www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/retail-distribution/from-throw-away-culture-to-repair-revolution.html (retrieved 9 January 2024)

917. European Commission (2023) 'Right to repair: Commission introduces new consumer rights for easy and attractive repairs'. 22 March. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1794

918. European Parliament (2023) 'New EU rules encouraging consumers to repair devices over replacing them'. 21 November. www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20231117IPR12211/new-eu-rules-encouraging-consumers-to-repair-devices-over-replacing-them

919. European Commission (2023) 'Right to repair: Commission introduces new consumer rights for easy and attractive repairs'. 22 March. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1794

920. Calpoli, I. (2023) 'The Right to Repair: Recent Developments in the USA'. WIPO Magazine, August. www.wipo.int/wipo_magazine_digital/en/2023/article_0023.html

921. Yankovitz, D. et al. (2023) 'The future of materials'. Deloitte Insights, 2 June. www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/oil-and-gas/the-future-of-materials.html

922. .Ibid

923. Grand View Research (n.d.) 'Self-healing Materials Market Size, Share & Trends Analysis Report'. www.research.com/industry-analysis/self-healing-materials (retrieved 9 January 2024).

924. Makin, S. (2023) 'Shape-Shifting, Self-Healing Machines Are Among Us'. Scientific American, 26 July. www.scientificamerican.com/article/shape-shifting-self-healing-machines-are-among-us/

925. Dunham, W. (2023) 'Self-healing metal? It's not just the stuff of science fiction'. Reuters, 19 July. www.reuters.com/science/self-healing-metal-its-not-just-stuff-science-fiction-2023-07-19/

926. Islam, A. et al. (2023) 'A review on self-healing featured soft robotics'. Frontiers in Robotics and AI, 10: 1202584. www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2023.1202584/full

927. The Conversation (2023) 'Our future could be full of undying, self-repairing robots. Here's how'. 31 January. https://theconversation.com/our-future-could-be-full-of-undying-self-repairing-robots-heres-how-196664

928. Islam, A. et al. (2023) 'A review on self-healing featured soft robotics'. Frontiers in Robotics and AI, 10: 1202584. www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2023.1202584/full

929. Chu, J. (2022) 'Physicists discover a "family" of robust, superconducting graphene structures'. MIT News, 8 July. https://news.mit.edu/2022/superconducting-graphene-family-0708

930. He, P. et al. (2022) 'Lightweight 3D Graphene Metamaterials with Tunable Negative Thermal Expansion'. Advanced Materials, 35(6): 2208562. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.202208562

931. Caltech (2022) 'Graphene Boosts Flexible and Wearable Electronics'. 11 October. www.caltech.edu/about/news/graphene-boosts-flexible-and-wearable-electronics

932. Miao, J. and Fan, T. (2023) 'Flexible and stretchable transparent conductive graphene-based electrodes for emerging wearable electronics'. Carbon, 202(1): 495-527. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008622322009393

933. European Commission (n.d.) 'EU to invest close to half a billion euro in cutting-edge technologies and research - Projects Part One'. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/invest-close-half-billion-euro-part-one (retrieved 9 January 2024)

934. Worku, A.K. and Ayele, D.W. (2023) 'Recent advances of graphene-based materials for emerging technologies'. Results in Chemistry, 5: 100971. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211715623002102#b0135

935. European Parliament (2015) 'Graphene: the wonder material of the 21st century'. 4 June. www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20150603STO62104/graphene-the-wonder-material-of-the-21st-century

936. Liu, Z. et al. (2022) 'Applications of graphene-based composites in the anode of lithium-ion batteries'. Frontiers in Nanotechnology, 4: 952200. www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnano.2022.952200/full

937. .Ibid

938. 2D Carbon (n.d.) 'Home'. www.cz2dcarbon.com/en/ (retrieved 4 January 2024)

939. Avadian (n.d.) 'Graphene Flakes... the Megatrend of the 21st Century'. https://avadaingraphene.com (retrieved 4 January 2024)

940. Mundell, I. (2023) 'The Ecosystem: graphene start-ups contemplate life after the €1B flagship'. Science Business, 12 September. https://sciencebusiness.net/news/start-ups/ecosystem-graphene-start-ups-contemplate-life-after-eu1b-flagship

941. University of Manchester (2022) 'University of Manchester graphene partnership with Khalifa University aims to tackle global challenges'. 28 November. www.manchester.ac.uk/discover/news/manchesters-graphene-partnership-with-khalifa-university-aims-to-tackle-global-challenges/

942. Grand View Research (n.d.) 'Graphene Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product'. www.grandviewresearch.com/industry-analysis/graphene-industry (retrieved 9 January 2024)

943. Batra, G., Santhanam, N. and Surana, K. (2018) 'Graphene: The next S-curve for semiconductors?'. McKinsey & Company, 10 April. www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/graphene-the-next-s-curve-for-semiconductors

944. Karanjikar, S.R. et al. (2022) 'Utilization of graphene and its derivatives for air & water filtration: A review'. Materials Today: Proceedings, 50(5): 2007-2017. www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321062131

945. Liu, J., Bao, S. and Wang, X. (2022) 'Applications of Graphene-Based Materials in Sensors: A Review'. Micromachines, 13(2): 184. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8880160/

946. Chehelgerdi, M. et al. (2023) 'Progressing nanotechnology to improve targeted cancer treatment: overcoming hurdles in its clinical implementation'. Molecular Cancer, 22: 169. https://molecular-cancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12943-023-01865-0

947. Worku, A.K. and Ayele, D.W. (2023) 'Recent advances of graphene-based materials for emerging technologies'. Results in Chemistry, 5: 100971. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211715623002102#b0135

948. Barrejón, M. and Prato, M. (2021) 'Carbon Nanotube Membranes in Water Treatment Applications'. Advanced Materials Interfaces, 9(1): 2101260. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/admi.202101260

949. He, S. et al. (2022) 'Integration of Different Graphene Nanostructures with PDMS to Form Wearable Sensors'. Neuroscience, 12(6): 950. www.mdpi.com/2079-4991/12/6/950

950. Mudhulu, S. et al. (2023) 'Trends in Graphene-Based E-Skin and Artificial Intelligence for Biomedical Applications—A Review'. *IEEE Sensors Journal,* 23(17), 18963–18976. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10184197

951. Worku, A.K. and Ayele, D.W. (2023) 'Recent advances of graphene-based materials for emerging technologies'. Results in Chemistry, 5: 100971. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211715623002102#b0135

952. Yankovitz, D. et al. (2023) 'The future of materials'. Deloitte Insights, 2 June. www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/oil-and-gas/the-future-of-materials.html

953. Dubai Future Foundation and Dubai Future Research (2021) 'Hydrogen – From Hype to Reality'. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2021/10/Hydrogen-From-Hype-to-Reality-EN-v1.0.pdf

954. O'Callaghan, J. (2020) 'Quiet and green: Why hydrogen planes could be the future of aviation'. Horizon, European Commission, 8 July. https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/horizon-magazine/quiet-and-green-why-hydrogen-planes-could-be-future-aviation

955. University of Manchester (n.d.) 'FAQs – Graphene'. www.graphene.manchester.ac.uk/about/faqs/ (retrieved 9 January 2024)

956. Sengupta, J. and Hussain, C.M. (2022) 'Graphene-Induced Performance Enhancement of Batteries, Touch Screens, Transparent Memory, and Integrated Circuits: A Critical Review on a Decade of Developments'. Nanomaterials, 12(18): 3146. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9503183/

957. Worku, A.K. and Ayele, D.W. (2023) 'Recent advances of graphene-based materials for emerging technologies'. Results in Chemistry, 5: 100971. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211715623002102#b0135

958. Kelp, N.C. et al. (2023) 'Developing Science Literacy in Students and Society: Theory, Research, and Practice'. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 24(2). www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10443302/

959. Szüdi, G. et al. (2020) 'New trends in science communication fostering evidence-informed policymaking'. Open Research Europe, 2: 78. https://open-research-europe.ec.europa.eu/articles/2-78

960. Tasquier, G., Knain, E. and Jornet, A. (2022) 'Scientific Literacies for Change Making: Equipping the Young to Tackle Current Societal Challenges'. Frontiers in Education, 11 April. www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2022.689329/full

961. Park, M., Leahey, E. and Funk, R.J. (2023) 'Papers and patents are becoming less disruptive over time'. Nature, www.nature.com/articles/s41586-022-05543-x

962. Chui, M. et al. (2023) 'McKinsey Technology Trends Outlook 2023'. McKinsey Digital, 20 July. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech#tech-talent-dynamics

963. IBM Data and AI Team (2023) 'Open source large language models: Benefits, risks and types'. IBM, 27 September. www.ibm.com/blog/open-source-large-language-models-benefits-risks-and-types/

964. Patel, D. and Ahmad, A. (2023) 'The Inference Cost Of Search Disruption – Large Language Model Cost Analysis'. Semianalysis. 9 February. www.semianalysis.com/p/the-inference-cost-of-search-disruption

965. Nasscom and Deloitte (2023) 'Large language Models (LLMs)- A Backgrounder'. September. www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/Consulting/in-consulting-nasscom-deloitte-paper-large-language-models-LLMs-noexp.pdf

966. Technology Innovation Institute (n.d.) 'Falcon 180B'. https://falconllm.tii.ae/falcon-180b.html (retrieved 15 January 2024)

967. Nerdynav (2024) '57+ GPT-4 Statistics: Users, Abilities, Limitations (Jan 2024)'. 5 January. https://nerdynav.com/gpt-4-statistics-facts/

968. Charness, G., Jabarian, B. and List, J. (2023) 'Scientific experimentation with generative AI'. VoxEU, 16 October. https://cepr.org/voxeu/columns/scientific-experimentation-generative-ai

969. Frontiers (2020) 'Artificial Intelligence to help meet global demand for high-quality, objective peer-review in publishing'. 1 July. www.frontiersin.org/news/2020/07/01/artificial-intelligence-peer-review-assistant-aira/

970. Schmitz, B. (2023) 'Improving accessibility of scientific research by artificial intelligence—An example for lay abstract generation'. Digital Health, 9: 20552076231186245. www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10328007/

971. Nasscom and Deloitte (2023) 'Large language Models (LLMs) - A Backgrounder'. September. www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/Consulting/in-consulting-nasscom-deloitte-paper-large-language-models-LLMs-noexp.pdf

972. United Nations Environment Programme (n.d.) 'Plastic Pollution'. www.unep.org/plastic-pollution (retrieved 9 January 2024)

973. Jayarathna, S., Andersson, M. and Andersson, R. (2022) 'Recent Advances in Starch-Based Blends and Composites for Bioplastics Applications'. Polymers, 14(21): 4557. www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4557

974. Leslie, H. et al. (2022) 'Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood'. Environmental International, 163. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412022001258

975. Lee, J. et al. (2023) 'Don't Throw Away the Opportunity in E-Waste'. Boston Consulting Group, 26 June. www.bcg.com/publications/2023/seizing-opportunity-ewaste-recycling

976. Lee, J. et al. (2023) 'Don't Throw Away the Opportunity in E-Waste'. Boston Consulting Group, June. https://web-assets.bcg.com/14/68/4f1677b64041a4dc88d28adf6b59/bcg-dont-throw-away-the-opportunity-in-e-waste-july-2023.pdf

977. University of Groningen (2022) 'Wearable electronics could soon be made with a starch-based material to prevent e-waste'. Phys.org, 15 December. https://phys.org/news/2022-12-wearable-electronics-starch-based-material-e-waste.html

978. Xu, H. et al. (2023) 'Structure and properties of flexible starch-based double network composite films induced by dopamine self-polymerization'. Carbohydrate Polymers, 299: 120106. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861722010116

979. Jayarathna, S., Andersson, M. and Andersson, R. (2022) 'Recent Advances in Starch-Based Blends and Composites for Bioplastics Applications'. Polymers, 14(21): 4557. www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4557

980. Xu, H. et al. (2023) 'Structure and properties of flexible starch-based double network composite films induced by dopamine self-polymerization'. Carbohydrate Polymers, 299: 120106. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861722010116

981. Baruah, R., Yoo, H. and Lee, E. (2023) 'Interconnection Technologies for Flexible Electronics: Materials, Fabrications, and Applications'. Micromachines, 14(6). https://doi.org/10.3390/mi14061131

982. Kingery, K. (2023) 'Fully Recyclable Printed Electronics Ditch Toxic Chemicals for Water'. 28 February, Duke Pratt School of Engineering. https://pratt.duke.edu/news/water-recyclable-printed-electronics/

983. Newton, E. (2023) 'Smart Plastic Materials for Flexible Electronics Could Be a Game Changer'. Manufacturing Tomorrow, 26 January. www.manufacturingtomorrow.com/story/2023/01/smart-plastic-materials-for-flexible-electronics-could-be-a-game-changer/20004/

984. Agarwal, S. et al. (2021) 'Prospects and Applications of Starch based Biopolymers'. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 103(18), 6907–6926. www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03067319.2021.1963717

985. Namphonsane, A. et al. (2023) 'Toward a Circular Bioeconomy: Exploring Pineapple Stem Starch Film as a Plastic Substitute in Single Use Applications'. Membranes, 13(5): 458. www.mdpi.com/2077-0375/13/5/458

986. Namphonsane, A. et al. (2023) 'Toward a Circular Bioeconomy: Exploring Pineapple Stem Starch Film as a Plastic Substitute in Single Use Applications'. Membranes, 13(5): 458. www.mdpi.com/2077-0375/13/5/458

987. Geneva Science and Diplomacy Anticipator (2023) 'The GESDA 2023 Science Breakthrough Radar'. https://radar.gesda.global/pdf

988. Bobier, J. (2024) 'Quantum Computing's "ChatGPT Moment" Could Be Sooner Than You Think'. Boston Consulting Group. 22 January. www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/emerging-technologies/expert-insights/jean-francois-bobier

989. Chui, M. et al. (2023) 'McKinsey Technology Trends Outlook 2023'. McKinsey Digital, 20 July. www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech#tech-talent-dynamics

990. Markets and Markets (2023) 'Quantum Computing Market'. www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/quantum-computing-market-144888301.html

991. Smith, M. (2022) 'Quantum computing: Definition, facts & uses'. Live Science, 18 March. www.livescience.com/quantum-computing

992. IBM Think Circles (n.d.) 'Quantum computing in supply chain'. www.ibm.com/downloads/cas/KOQZNQPL (retrieved 9 January 2024)

993. Nellis, S. (2023) 'IBM shows new quantum computing chip, targeting 2033 for large systems'. Reuters, 4 December. www.reuters.com/technology/ibm-shows-new-quantum-computing-chip-targeting-2033-large-systems-2023-12-04/

994. IBM (2022) 'Building the future of quantum error correction'. 4 October. https://research.ibm.com/blog/future-quantum-error-correction

995. Future Trends Forum (2023) 'Quantum Computing and Artificial Intelligence: the silent revolution.' www.fundacionbankinter.org/wp-content/uploads/2023/03/Informe-FTF-The-Silent-Revolution-of-Quantum-Computing-AI.pdf

996. Dargan, J. (2023) 'Future Of Quantum Computing: Unlocking The Possibilities'. The Quantum Insider, 6 April. https://thequantuminsider.com/2023/04/06/future-of-quantum-computing/

997. Paudel, H.P. et al. (2022) 'Quantum Computing and Simulations for Energy Applications: Review and Perspective'. ACS Engineering, 2(3): 151-196. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsengineeringau.1c00033

998. IBM Think Circles (n.d.) 'Quantum computing in supply chain'. www.ibm.com/downloads/cas/KOQZNQPL (retrieved 9 January 2024)

999. Geneva Science and Diplomacy Anticipator (n.d.) 'The Open Quantum Institute'. https://oqi.gesda.global (retrieved 9 January 2024)

1000. Qibo (n.d.) 'Qibo: an open-source middleware for quantum computing'. https://qibo.science (retrieved 9 January 2024)

1001. Akbar, M.A., Khan, A.A. and Rafi, S. (2023) 'A systematic decision-making framework for tackling quantum software engineering challenges'. Automated Software Engineering, 30: 22. https://link.springer.com/article/10.1007/s10515-023-00389-7

1002. Kong, I., Janssen, M. and Bharosa, N. (2024) 'Realizing quantum-safe information sharing: Implementation and adoption challenges and policy recommendations for quantum-safe transitions'. Government Information Quarterly, 41(1): 101884. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X23000849

1003. Akbar, M.A., Khan, A.A. and Rafi, S. (2023) 'A systematic decision-making framework for tackling quantum software engineering challenges'. Automated Software Engineering, 30: 22. https://link.springer.com/article/10.1007/s10515-023-00389-7

1004. .Ibid

1005. International Telecommunications Union (2022) 'Mobile network coverage'. Fact and Figures 2022. www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2022/11/24/ff22-mobile-network-coverage/

1006. .Ibid

1007. Carroll, T. (2023) 'New 6G Networks Are in the Works. Can They Destroy Dead Zones for Good?'. Scientific American, 3 October. www.scientificamerican.com/article/new-6g-networks-are-in-the-works-can-they-destroy-dead-zones-for-good/

1008. Cisco (n.d.) 'What Are 5G Speeds?' www.cisco.com/c/en/us/solutions/what-is-5g/what-are-5g-speeds.html#~q-a (retrieved 9 January 2024)

1009. Arthur Little (n.d.) 'New Study Quantifies the Impact of Broadband Speed on GDP'. www.adlittle.com/en/press-release/new-study-quantifies-impact-broadband-speed-gdp (retrieved 9 January 2024)

1010. Ericsson (n.d.) 'Mobile data traffic outlook'. www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-traffic-forecast (retrieved 9 January 2024)

1011. Quartz (n.d.) 'The Speed, Coverage, Cost, and Future of Satellite Internet'. https://qz.com/772972/the-speed-coverage-cost-and-future-of-satellite-internet (retrieved 9 January 2024)

1012. Starlink (n.d.) 'Starlink Specifications'. www.starlink.com/legal/documents/DOC-1400-28829-70 (retrieved 9 January 2024)

1013. Huawei (2022) 'Very-Low-Earth-Orbit Satellite Networks for 6G'. www.huawei.com/en/huaweitech/future-technologies/very-low-Earth-orbit-satellite-networks-6g

1014. .Ibid

1015. NASA (2022) 'TBIRD Terabyte Infrared Delivery'. www.nasa.gov/wp-content/uploads/2017/10/tbird_fact_sheet_v2.pdf

1016. Telecom Review (2022) 'Above and beyond: Satellite spectrum and space-based internet'. www.telecomreview.com/articles/reports-and-coverage/6110-above-and-beyond-satellite-spectrum-and-space-based-internet (retrieved 9 January 2024)

1017. Starlink (n.d.) 'World's Most Advanced Broadband Satellite Internet'. www.starlink.com/technology (retrieved 9 January 2024)

1018. Howell, E. and Pultarova, T. (2023) 'Starlink satellites: Everything you need to know about the controversial internet megaconstellation'. Space.com, 2 August. www.space.com/spacex-starlink-satellites.html

1019. Iemole, A. (2021) 'SpaceX launches first Starlink mission of 2021'. NASASpaceflight.com, 20 January. www.nasaspaceflight.com/2021/01/spacex-launch-first-starlink-mission-2021/

1020. Shaengchart, Y. and Kraiwanit, T. (2023) 'Starlink satellite project impact on the Internet provider service in emerging economies'. Research in Globalization, 6. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590051X23000229

1021. Mukto, M. et al. (2022) 'A Sustainable Approach Between Satellite and Traditional Broadband Transmission Technologies Based on Green IT'. Intelligent Computing & Optimization, 275–289. www.researchgate.net/publication/364621640_A_Sustainable_Approach_Between_Satellite_and_Traditional_Broadband_Transmission_Technologies_Based_on_Green_IT

مؤسسة دبي للمستقبل

DUBAI FUTURE FOUNDATION