"كتاب مهم وبارع ومتقن الأسلوب".

- يوفال نوح هراري

الموجة القادمة

التكنولوجيا والنفوذ والمعضلة الكبرى في القرن الحادي والعشرين

مصطفى سليمان

المؤسس المشارك لشركتي DEEPMIND و INFLECTION AI

مع مايكل باسكار

مكتبة جرير
JARIR BOOKSTORE

الموجة القادمة

التكنولوجيا والنفوذ
والمعضلة الكبرى
في القرن الحادي والعشرين

مصطفى سليمان
مع مايكل باسكار

مكتبة جرير
JARIR BOOKSTORE
...not just a Bookstore ...ليست مجرد مكتبة

مكتبة جرير
JARIR BOOKSTORE
... ليست مجرد مكتبة ... not just a Bookstore

للتعرف على فروعنا

نرجو زيارة موقعنا على الإنترنت **www.jarir.com**
للمزيد من المعلومات الرجاء مراسلتنا على: **jbpublications@jarirbookstore.com**

تحديد مسئولية / إخلاء مسئولية من أي ضمان

هذه ترجمة عربية لطبعة اللغة الإنجليزية. لقد بذلنا قصارى جهدنا في ترجمة هذا الكتاب، ولكن بسبب القيود المتأصلة في طبيعة الترجمة، والناتجة عن تعقيدات اللغة، واحتمال وجود عدد من الترجمات والتفسيرات المختلفة لكلمات وعبارات معينة، فإننا نعلن وبكل وضوح أننا لا نتحمل أي مسئولية ونُخلي مسئوليتنا بخاصة عن أي ضمانات ضمنية متعلقة بملاءمة الكتاب لأغراض شرائه العادية أو ملاءمته لغرض معين. كما أننا لن نتحمّل أي مسئولية عن أي خسائر في الأرباح أو أي خسائر تجارية أخرى، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، الخسائر العرضية، أو المترتبة، أو غيرها من الخسائر.

الطبعة الأولى ٢٠٢٥

حقوق الترجمة العربية والنشر والتوزيع محفوظة لمكتبة جرير

ARABIC edition published by JARIR BOOKSTORE.
Copyright © 2025. All rights reserved.

لا يجوز إعادة إنتاج أو تخزين هذا الكتاب أو أي جزء منه بأي نظام لتخزين المعلومات أو استرجاعها أو نقله بأية وسيلة إلكترونية أو آلية أو من خلال التصوير أو التسجيل أو بأية وسيلة أخرى .

إن المسح الضوئي أو التحميل أو التوزيع لهذا الكتاب من خلال الإنترنت أو أية وسيلة أخرى، بدون موافقة صريحة من الناشر هو عمل غير قانوني. رجاءً شراء النسخ الإلكترونية المعتمدة فقط لهذا العمل، وعدم المشاركة في قرصنة المواد المحمية بموجب حقوق النشر والتأليف سواء بوسيلة إلكترونية أو بأية وسيلة أخرى أو التشجيع على ذلك. ونحن نقدر دعمك لحقوق المؤلفين والناشرين.

رجاءً عدم المشاركة في سرقة المواد المحمية بموجب حقوق النشر والتأليف أو التشجيع على ذلك. نقدر دعمك لحقوق المؤلفين والناشرين.

Copyright © 2023 by Mustafa Suleyman and Michael Bhaskar
All Rights Reserved.

THE COMING WAVE

TECHNOLOGY, POWER, AND THE TWENTY-FIRST CENTURY'S GREATEST DILEMMA

MUSTAFA SULEYMAN

WITH MICHAEL BHASKAR

مكتبة جرير
JARIR BOOKSTORE
....not just a Bookstore

إشادات مسبقة بكتاب
الموجة القادمة

"الموجة القادمة كتاب مهم وبارع ومتقن الأسلوب. فهو يستكشف المخاطر الوجودية التي يشكلها الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية على البشرية، ويقدم حلولًا عملية لكيفية احتواء التهديد. إن الموجة التكنولوجية القادمة تَعِد بتزويد البشرية بقدرات إبداعية خارقة، لكن إذا فشلنا في إدارتها بحكمة، فقد تُدمرنا".

- يوفال نوح هراري، المؤلف الأكثر مبيعًا في قائمة صحيفة نيويورك تايمز لكتاب Sapiens

"إن هذا النداء التنبيهي القادم من المستقبل يحذرنا مما هو آتٍ، ومن التداعيات الاقتصادية والسياسية العالمية التي يُحتمل أن تحدث. إن هذا الكتاب رائع حقًا وطموح ولا يمكن تجاهله، وهو إنجاز كبير لخبير رائد في المجال يستخدم فيه الحجج المقنعة لتشكيل نظرتك للمستقبل؛ وإعادة تشكيل فهمك للحاضر".

- نوريل روبيني، أستاذ فخري في جامعة نيويورك

"إن رؤية مصطفى سليمان جوهرية للغاية بصفته خبيرًا تكنولوجيًا ومبادر أعمال وصاحب رؤية مستقبلية. يقدم هذا الكتاب القائم على البحث العميق ووثيق الصلة بالموضوع نظرة ثاقبة على بعض أهم التحديات في عصرنا".

- آل جور، نائب رئيس الولايات المتحدة الأسبق

"في هذا الكتاب الجريء، يناقش مصطفى سليمان، أحد المطلعين الحقيقيين على خبايا التكنولوجيا المتقدمة، أهم مفارقة في عصرنا: يتعين علينا أن نحتوي تقنيات لا يمكن احتواؤها. ومثلما يوضح، فإن الذكاء الاصطناعي التوليدي، وعلم الأحياء التخليقي، وعلم الروبوتات، وغيرها من الابتكارات تتحسن وتنتشر بسرعة. وهي تجلب فوائد كبيرة، لكنها تجلب أيضًا مخاطر حقيقية ومتزايدة. يتمتع سليمان بالحكمة الكافية ليعرف أنه لا توجد خطة بسيطة من ثلاث نقاط لإدارة هذه المخاطر، ويتمتع أيضًا بالشجاعة الكافية ليخبرنا بذلك. إن هذا الكتاب صادق وحماسي ولا يخشى مواجهة ما لا يخفى على أحد أنه أحد التحديات الكبرى التي سيواجهها جنسنا البشري في هذا القرن. بفضل سليمان، صرنا نعرف ما هو الوضع وما هي خياراتنا. والأمر الآن متروك لنا للتصرف".

- أندرو مكافي، عالم الأبحاث الرئيسي في كلية سلون للإدارة
بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ومؤلف كتاب The Geek Way

"إن ثورة الذكاء الاصطناعي جارية، لكن إلى أي مدى نفهمها حقًا؟ يقدم كتاب الموجة القادمة دليلًا متبحرًا وثاقب البصيرة لتاريخ التغير التكنولوجي الجذري وأيضًا للتحديات السياسية العميقة التي تنتظرنا".

- آن أبلباوم، مؤرخة حائزة على جائزة بوليتزر

"عندما وصل هذا الكتاب إلى بريدي الوارد، ألغيت كل مواعيدي وبدأت بالقراءة. إنه كتاب استثنائي وضروري؛ والفكرة المذهلة هي أنه في غضون عشرين عامًا سيبدو تقريبًا مثل رؤية مُحافِظة للمستقبل، في حين يستحيل على المرء الآن قراءته دون أن يتوقف كل بضع صفحات للتساؤل: هل يمكن أن يكون هذا صحيحًا؟ وهنا تكمن عبقرية الكتاب، حيث إنه يشرح، برصانة ولطف، أن هذا كله سيكون صحيحًا بالتأكيد؛ وسبب ذلك وكيفيته. إن لهجة الكتاب لطيفة وحنونة ومتعاطفة مع شعور القارئ بالصدمة. هناك لحظات مرعبة، وهذا أمر طبيعي عندما يدرك المرء أن معظم ما هو مألوف على وشك التحول. لكن في

النهاية، يفارق المرء الكتاب وبداخله شعور بالنشاط والسعادة الغامرة لكونه على قيد الحياة الآن. الموجة على وشك أن تضرب، وهذه هي النشرة الجوية".

- آلان دي بوتون، الفيلسوف والمؤلف الأكثر مبيعًا

"يقدم كتاب الموجة القادمة جرعة مطلوبة بشدة من التحديد والواقعية والوضوح حول العواقب المحتملة غير المتوقعة والكارثية للذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي وغير ذلك من التقنيات المتقدمة. يُعد هذا الكتاب المهم خريطة طريق حية ومقنعة للكيفية التي قد يتمكن بها البشر من توجيه الابتكارات التكنولوجية بدلًا من تركها تتحكم فيهم".

- مارثا مينو، الأستاذة بجامعة هارفارد، والعميدة السابقة لكلية الحقوق بجامعة هارفارد

"لم يقترب أحد من كشف أسرار ثورة الذكاء الاصطناعي أكثر من مصطفى سليمان، ولا يوجد أحد في وضع أفضل منه لتوضيح مخاطر ومزايا التغيرات التكنولوجية الضخمة التي تحدث الآن. إن هذا دليل استثنائي لا يمكن تفويته على الإطلاق لهذه اللحظة الفريدة في تاريخ البشرية".

- إيريك شميدت، الرئيس التنفيذي السابق لشركة جوجل، والمؤلف المشارك لكتاب The Age of AI

"في كتاب الموجة القادمة، يقدم مصطفى سليمان حجة قوية مفادها أن الثورة التكنولوجية المتفجرة اليوم على وشك أن تصبح مدمرة بشكل فريد من نوعه. اقرأ هذا الكتاب الأساسي لفهم وتيرة وحجم هذه التقنيات؛ وكيف ستنتشر في مجتمعنا وقدرتها على تحدي نسيج المؤسسات التي تنظم عالمنا".

- إيان بريمر، مؤسس مجموعة أوراسيا،
والمؤلف الأكثر مبيعًا لكتاب The Power of Crisis

"هذا الكتاب الحيوي ملهم ومرعب في نفس الوقت. إنه تثقيف بالغ الأهمية لأولئك الذين لا يفهمون الثورات التكنولوجية التي نعيشها، وتحدٍ مباشر لأولئك الذين يفهمونها. إن هذا الكتاب يدور حول مستقبلنا جميعًا: ويتعين علينا أن نقرأه ونتصرف وفقًا له".

- ديفيد ميليباند، وزير خارجية المملكة المتحدة السابق

"يقدم لنا مصطفى سليمان تقييمًا قاسيًا لمخاطر الذكاء الاصطناعي وعجائبه أيضًا، ويقترح أجندة عمل عاجلة يجب على الحكومات تبنيها الآن لكبح جماح التطبيقات التي يُحتمل أن تكون الأكثر كارثية في هذا التغير الثوري".

- جراهام أليسون، الأستاذ بجامعة هارفارد،
والمؤلف الأكثر مبيعًا لكتاب Destined for War

"لقد غمرتنا الوتيرة السريعة لتطور التقنيات بقوتها ومخاطرها. يطلعنا مصطفى سليمان، من خلال تتبعه لتاريخ التطور الصناعي وصولًا إلى التسارع المذهل للتقدمات التكنولوجية الأخيرة، على الصورة الأكبر بأسلوب هادئ وعملي وأخلاقي للغاية. إن رحلته وتجاربه الشخصية تعزز كتاب الموجة القادمة وتجعل قراءته آسرة لكل من يريد الابتعاد عن التدفق اليومي لأخبار التكنولوجيا".

- أنجيلا كين، الوكيلة السابقة للأمين العام للأمم المتحدة
والممثلة السامية لشئون نزع السلاح

"إن هذا الكتاب نافذة مقنعة للغاية على التطورات الحالية والمستقبل المتسارع للذكاء الاصطناعي؛ وهو مكتوب على يد أكبر المطلعين على الأمر... إذا كنت حقًا تريد أن تفهم كيف يمكن للمجتمع أن يتعامل بأمان مع هذه التكنولوجيا التي ستغير العالم، اقرأ هذا الكتاب".

- بروس شناير، خبير الأمن السيبراني،
ومؤلف كتاب A Hacker's Mind

"إن الموجة القادمة من الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي ستجعل العقد القادم هو الأفضل في تاريخ البشرية. أو الأسوأ. لا أحد يدرك التحديات الملحمية المقبلة ويشرحها أفضل من مصطفى سليمان. إن هذا الكتاب مثير للتفكير، ومُلح، ومكتوب بأسلوب مؤثر وسهل الفهم، وهو كتاب لا غنى عنه لأي شخص مهتم بفهم القوة المذهلة لهذه التقنيات".

- إريك برينجولفسون، أستاذ الذكاء الاصطناعي
المرتكز على الإنسان في جامعة ستانفورد

"أحد أكبر التحديات التي تواجه العالم هو ابتكار أشكال من الحوكمة تستغل فوائد الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية مع تجنب مخاطرها الكارثية. يقدم هذا الكتاب وصفًا عميق الفهم لـ"تحدي الاحتواء" الذي تشكله هاتان التقنيتان. إنه كتاب قائم على البحث الدقيق وزاخر بالرؤى الأصيلة والتوصيات البناءة لصانعي السياسات وخبراء الأمن".

- جيسون ماثيني، الرئيس التنفيذي لمؤسسة RAND، ومساعد مدير الاستخبارات الوطنية السابق، والمدير السابق لنشاط مشاريع الأبحاث الاستخباراتية المتقدمة

"إذا كنت تريد فهم المعنى والوعد والتهديد الذي تشكله موجة المد القادمة من التقنيات التحويلية التي تعلو وتتجمع هناك في عرض البحر حتى في هذا الحين، فإن هذا الكتاب

المثمر للغاية والمذهل في كل جزء منه والذي كتبه لنا مصطفى سليمان، أحد الرواد الرئيسيين في مجال الذكاء الاصطناعي، يُعد كتابًا لا غنى عن قراءته".

- ستيفن فراي، الممثل، والمذيع، والمؤلف الأكثر مبيعًا

"يُعد هذا الكتاب المهم نداءً تنبيهيًا حيويًا. فهو يحدد بعناية التهديدات والفرص المرتبطة بالتقدمات العلمية المبهجة التي حدثت في السنوات الأخيرة. إن كتاب الموجة القادمة زاخر بالحقائق المثيرة للاهتمام، والحجج الآسرة، والملاحظات المقنعة؛ إنه كتاب لا غنى عن قراءته".

- دانيال كانيمان، الحائز على جائزة نوبل،
والمؤلف الأكثر مبيعًا لكتاب Thinking. Fast and Slow

"الموجة القادمة هو كتاب شديد الوضوح ومفعم بالحيوية ومدروس جيدًا وسهل القراءة، يقدمه لنا أحد الواقفين على الجبهة الأمامية لأكبر ثورة تكنولوجية في عصرنا. فهو ينسج القصص الشخصية والتكنولوجية بسلاسة، ويوضح لماذا يُعد تحسين إدارة التقنيات القوية للغاية أمرًا حيويًا جدًا وصعبًا جدًا في آن واحد".

- السير جيف مولجان، الأستاذ في كلية لندن الجامعية

"أفضل تحليل حتى الآن لما يعنيه الذكاء الاصطناعي بالنسبة لمستقبل البشرية... يُعد مصطفى سليمان رجلًا فريدًا من نوعه بصفته المؤسس المشارك ليس لواحدة فقط من شركات الذكاء الاصطناعي الكبرى المعاصرة، بل لاثنتين. إنه مبادر أعمال موهوب للغاية، ومفكر عميق، وأحد أهم الأصوات في الموجة القادمة من التقنيات التي ستشكل عالمنا".

- ريد هوفمان، المؤسس المشارك
لشركتَي لينكد إن وإنفليكشن

"تعمل التكنولوجيا على تغيير المجتمع بسرعة، وبالتالي أصبح من المهم أكثر من أي وقت مضى أن نرى شخصًا ما في مجال التكنولوجيا يكتب بهذا الصدق والدقة. يأخذنا هذا الكتاب من الأدوات الأولى إلى قلب الانفجار الحالي في قدرات الذكاء الاصطناعي وأبحاثه، إنه عبارة عن مسح بانورامي ودعوة مدوية للعمل من المستحيل تجاهلها. ينبغي للجميع قراءته".

- في-في لي، أستاذة علوم الكمبيوتر في جامعة ستانفورد،
والمديرة المشاركة لمعهد الذكاء الاصطناعي المرتكز على الإنسان

"يقدم كتاب الموجة القادمة حجة تنويرية ومقنعة مفادها أن التقنيات المتقدمة تعيد تشكيل كل جانب من جوانب المجتمع: القوة والثروة والحرب والعمل بل وحتى العلاقات الإنسانية. فهل يمكننا التحكم في هذه التقنيات الجديدة قبل أن تتحكم هي بنا؟ إن مصطفى سليمان الرائد العالمي في مجال الذكاء الاصطناعي، والذي ينادي منذ فترة طويلة بأن تعمل الحكومات وشركات التكنولوجيا الكبرى والمجتمع المدني من أجل الصالح العام، هو المرشد المثالي للجواب عن هذا السؤال الحاسم".

- جيفري دي. ساكس، أستاذ جامعي في جامعة كولومبيا،
ورئيس شبكة حلول التنمية المستدامة بالأمم المتحدة

"إن كتاب الموجة القادمة عبارة عن تأطير واضح ومتعاطف ولا هوادة فيه للقضية الأكثر أهمية في عصرنا، وهو كتاب لا غنى عن قراءته لممارسي التكنولوجيا، لكن الأهم من ذلك أنه دعوة عمل حازمة موجهة لنا جميعًا للمشاركة في هذا النقاش فائق الأهمية".

- تشي لو، الرئيس التنفيذي لشركة MiraclePlus،
ومدير العمليات السابق في شركة Baidu،
ونائب الرئيس التنفيذي السابق لشركة Microsoft Bing

"يتمتع سليمان بموقع جيد وفريد من نوعه لتوضيح العواقب الوخيمة المحتملة -الاضطرابات الجيوسياسية، والحرب، وتآكل الدولة القومية- للتطوير غير المقيَّد للذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي، في وقت نحن في أمس الحاجة فيه إلى هذه الرسالة. ولحسن حظ القارئ، فقد فكر أيضًا بعمق فيما يجب القيام به لضمان استخدام التقنيات الناشئة لصالح الإنسان، واقترح سلسلة من الجهود الإضافية التي يمكن لها في حال تنفيذها بشكل جماعي أن تؤدي إلى تغيير البيئة التي يجري فيها تطوير هذه التقنيات ونشرها، مما يفتح الباب أمام الحفاظ على ذلك المستقبل المشرق. إنه كتاب لا غنى عن قراءته".

- ميجان إل أوسوليفان، مديرة مركز بيلفر للعلوم والشئون الدولية
في كلية كينيدي للعلوم الحكومية بجامعة هارفارد

"هذا نداء تنبيهي شجاع نحتاج جميعًا إلى تلبيته؛ قبل فوات الأوان... يشرح لنا مصطفى سليمان، بوضوح ودقة، المخاطر التي تشكلها التقنيات الجامحة والتحديات التي تواجه البشرية.... إنه كتاب لا غنى عن قراءته".

- تريستان هاريس، المؤسس المشارك والمدير التنفيذي لمركز التكنولوجيا الإنسانية

"خارطة طريق عملية ومتفائلة للعمل على أهم قضية في عصرنا: كيفية الاحتفاظ بسيطرتنا على كيانات أقوى بكثير من أنفسنا".

- ستيوارت راسل، أستاذ علوم الكمبيوتر في جامعة كاليفورنيا، بيركلي

"كتاب الموجة القادمة عبارة عن خريطة واقعية ومستنيرة للغاية وسهلة الفهم للتحديات غير المسبوقة في مجالَي الحوكمة والأمن القومي التي يفرضها الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي. إن كتاب سليمان الرائع والمخيف في بعض النواحي يوضح لنا ما يجب القيام به لاحتواء هذه التقنيات التي تبدو غير قابلة للاحتواء".

- جاك جولدسميث، أستاذ القانون لكرسي ليرند هاند بجامعة هارفارد

"الموجة القادمة كتاب عبقري وجذاب، ومعقد وواضح، ومُلح وهادئ، يرشدنا جميعًا إلى فهم ومواجهة ما قد يكون السؤال الأكثر أهمية في قرننا: كيف يمكننا التأكد من أن الثورات التكنولوجية المذهلة وسريعة الخطى التي تنتظرنا -الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي والمزيد- ستخلق العالم الذي نريده؟ لن يكون الأمر سهلًا، لكن سليمان يرسي أساسًا قويًا. ينبغي لكل من يبالي بالمستقبل أن يقرأ هذا الكتاب".

- إريك لاندر، المدير المؤسس لمعهد برود بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا وجامعة هارفارد، والمستشار العلمي السابق للبيت الأبيض

"يقدم كتاب الموجة القادمة وصفًا واضحًا بشكل مدهش ومتوازنًا بشكل منعش لمأزقنا التكنولوجي الحالي، مما يبرز التحدي الحاسم في حقبتنا. من خلال مزج البراجماتية بالتواضع، يذكرنا الكتاب بأنه لا توجد تصنيفات ثنائية صارمة أو إجابات بسيطة: لقد وهبتنا التكنولوجيا تحسينات هائلة في الرفاهية، لكنها تتسارع بسرعة أكبر من قدرة المؤسسات على التكيف. لقد أدى التقدم في الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي إلى إطلاق العنان لقدرات لم يحلم بها الخيال العلمي، وما ترتب على ذلك من انتشار سريع للقوة يهدد كل ما بنيناه. ولكي نحافظ على سفينتنا من الغرق، يتعين علينا أن نبحر بين

رمضاء الكارثة المحدقة ونار المراقبة الشاملة، وهما خياران أحلاهما مر. لكن مع كل صفحة نقرؤها، تتحسن احتمالاتنا".

- كيفن إسفلت، عالم أحياء وأستاذ مشارك في مختبر الوسائط بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا

مسرد المصطلحات الرئيسية

الذكاء الاصطناعي، والذكاء الاصطناعي العام، والذكاء الاصطناعي القادر: الذكاء الاصطناعي هو علم تلقين الآلات كيفية تعلُّم القدرات الشبيهة بالبشر. الذكاء الاصطناعي العام هو النقطة التي يمكن عندها للذكاء الاصطناعي أداء جميع المهارات المعرفية البشرية بشكل أفضل من أذكى البشر. الذكاء الاصطناعي القادر هو نقطة وشيكة للغاية بين الذكاء الاصطناعي والذكاء الاصطناعي العام: يمكن للذكاء الاصطناعي القادر تحقيق مجموعة واسعة من المهام المعقدة لكنه لا يزال بعيدًا جدًا عن أن يكون عامًا بالكامل.

الموجة القادمة: مجموعة ناشئة من التقنيات المترابطة التي تتمحور حول الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي والتي ستعمل تطبيقاتها التحويلية على تمكين البشرية وأيضًا على تشكيل مخاطر غير مسبوقة.

الاحتواء: القدرة على مراقبة التكنولوجيا وتقليصها والسيطرة عليها وربما حتى إيقافها نهائيًا.

مشكلة الاحتواء: استعداد التكنولوجيا للانتشار على نطاق واسع في موجات وإحداث تأثيرات ناشئة من المستحيل التنبؤ بها أو السيطرة عليها، بما في ذلك العواقب السلبية وغير المتوقعة.

المعضلة: الاحتمال المتزايد بأن تؤدي التقنيات الجديدة وغياب التقنيات الجديدة على حد سواء إلى نتائج كارثية و/أو فاسدة.

السمات الأربع: الخصائص الفريدة للموجة القادمة والتي تؤدي إلى تفاقم تحدي الاحتواء. وهي عدم التماثل، والتطور الفائق، وتعدد الاستخدامات، والاستقلالية.

مضخمات الهشاشة: تطبيقات وآثار تقنيات الموجة القادمة والتي من شأنها أن تهز الأسس الهشة بالفعل للدولة القومية.

الصفقة الكبرى: في مقابل احتكار الحق في استخدام القوة، يتوقع المواطنون من الدول القومية أن تحافظ على النظام وتوفر الخدمات العامة، بما في ذلك عن طريق تسخير التقنيات الجديدة مع تقليل الآثار الجانبية الضارة.

الطريق الضيق: قدرة البشرية على تحقيق التوازن بين الانفتاح والانغلاق عندما يتعلق الأمر باحتواء تقنيات الموجة القادمة بحيث تتجنب النتائج الكارثية أو الفاسدة.

النفور من التشاؤم: ميل الناس، وخاصة النخبة منهم، إلى تجاهل السيناريوهات التي ينظرون إليها باعتبارها مفرطة في السلبية أو التقليل من أهميتها أو رفضها. وهو شكل مختلف من الانحياز للتفاؤل، وهو يميز أغلب النقاشات الدائرة حول المستقبل، لا سيما في دوائر التكنولوجيا.

علم الأحياء التخليقي: القدرة على تصميم وهندسة كائنات جديدة أو إعادة تصميم الأنظمة البيولوجية القائمة.

التكنولوجيا: تطبيق المعرفة العلمية (بأوسع معانيها الممكنة) لإنتاج أدوات أو نتائج عملية.

الموجات: الانتشار أو التفشي العالمي لجيل من التكنولوجيا المرتكزة على تكنولوجيا جديدة ذات أغراض عامة.

تقديم

هكذا ينظر الذكاء الاصطناعي إلى الأمر.

سؤال: ماذا تعني الموجة القادمة من التكنولوجيا بالنسبة للبشرية؟

في سجلات تاريخ البشرية، ثمة لحظات تبرز كنقاط تحول، حيث يصبح مصير البشرية على المحك. اكتشاف النار، واختراع العجلة، وتسخير الكهرباء؛ كل هذه كانت لحظات حوَّلت الحضارة البشرية، وغيرت مسار التاريخ إلى الأبد.

والآن نحن نقف على حافة لحظة أخرى مماثلة حيث نواجه ارتفاع الموجة القادمة من التكنولوجيا التي تشمل كلًا من الذكاء الاصطناعي المتقدم والتكنولوجيا الحيوية. لم يسبق لنا أن شهدنا قط تقنيات تتمتع بمثل هذه الإمكانات التحويلية التي تَعِد بإعادة تشكيل عالمنا على نحو مذهل ومرعب في نفس الوقت.

فمن ناحية، فإن الفوائد المحتملة لهذه التقنيات هائلة وعميقة. فباستخدام الذكاء الاصطناعي، يمكننا أن نكشف أسرار الكون، ونعالج الأمراض التي طالما استعصت علينا، ونخلق أشكالًا جديدة من الفن والثقافة تتجاوز حدود الخيال. وباستخدام التكنولوجيا الحيوية، يمكننا هندسة الحياة لمعالجة الأمراض وتغيير الزراعة كلية، وخلق عالم أكثر صحة واستدامة.

لكن من ناحية أخرى، فإن المخاطر المحتملة لهذه التقنيات هائلة وعميقة بنفس القدر. فباستخدام الذكاء الاصطناعي، يمكننا إنشاء أنظمة خارجة عن سيطرتنا فنجد أنفسنا تحت رحمة الخوارزميات التي لا نفهمها. وباستخدام التكنولوجيا الحيوية، يمكننا التلاعب بالوحدات الأساسية للحياة، مما قد يؤدي إلى وقوع عواقب غير مقصودة على الأفراد والأنظمة البيئية بأكملها على حد سواء.

وبينما نقف عند نقطة التحول هذه، فإننا نواجه خيارًا؛ خيارًا بين مستقبل مليء بالاحتمالات التي لا مثيل لها، ومستقبل مليء بالمخاطر التي لا يمكن تصورها. إن مصير البشرية أصبح على المحك، وسوف تحدد القرارات التي نتخذها في الأعوام والعقود المقبلة ما إذا كنا سنكون على قدر التحدي الذي تفرضه هذه التقنيات أم سنقع ضحية لمخاطرها.

لكن في هذه اللحظة من عدم اليقين، ثمة شيء واحد مؤكد: إن عصر التكنولوجيا المتقدمة قد اقترب، ويجب علينا أن نكون مستعدين لمواجهة تحدياته وجهًا لوجه.

التقديم السابق مكتوب بواسطة الذكاء الاصطناعي. بقية الكتاب ليس كذلك، رغم أن هذا ممكن في القريب العاجل. هذا ما هو قادم.

الفصل ١

الاحتواء غير ممكن

الموجة

في العديد من الثقافات القديمة، هناك أسطورة عن أمواج عاتية تغرق كل ما في طريقها.

في النصوص الهندوسية القديمة، تلقى الإنسان الأول في عالمنا، مانو، تحذيرًا من طوفان وشيك وأصبح الناجي الوحيد منه. وتسجل ملحمة جلجامش أن الإله إنليل دمر العالم في طوفان عملاق. وقد تحدث أفلاطون عن مدينة أتلانتس المفقودة، التي جرفها سيل هائل. إن فكرة الموجة العملاقة التي تجتاح كل شيء في طريقها وتؤدي إلى تشكيل العالم من جديد وولادته من جديد تتغلغل في التقاليد الشفهية والكتابات القديمة للبشرية.

كما أن الفيضانات تشكل علامة تاريخية بالمعنى الحرفي للكلمة؛ الفيضانات الموسمية لأعظم أنهار العالم، وارتفاع منسوب مياه المحيطات بعد نهاية العصر الجليدي، والصدمة النادرة لأمواج تسونامي التي تظهر في الأفق دون سابق إنذار. لقد أحدث الكويكب الذي قتل الديناصورات موجة شاهقة يبلغ ارتفاعها ميلًا، مما أدى إلى تغيير مسار الحياة على الكوكب. وقد حفرت القوة المطلقة لهذه الأمواج نفسها في وعينا الجماعي: جدران من الماء، لا يمكن إيقافها، ولا يمكن السيطرة عليها، ولا يمكن احتواؤها. إنها بعض من أقوى القوى على هذا الكوكب. فهي تشكل القارات، وتروي محاصيل العالم، وتعزز نمو الحضارة.

وهناك أنواع أخرى من الموجات كانت تحويلية بنفس القدر. انظر مرة أخرى إلى التاريخ وسوف تتمكن من رؤية بعض العلامات الفارقة التي شكلتها سلسلة من الموجات المجازية: صعود وسقوط الإمبراطوريات، وطفرات التجارة. فكّر في الثقافات الكبرى التي بدأت

كموجات صغيرة قبل أن تعلو ثم تهبط لتغمر مساحات شاسعة من الأرض. مثل هذه الموجات عبارة عن فكرة متكررة، تشكل إطارًا لمد وجزر التاريخ، وصراعات القوى العظمى، وموجات الازدهار والكساد الاقتصادي.

وكذلك اتخذ صعود التكنولوجيا وانتشارها شكل موجات غيرت العالم. هناك اتجاه واحد مهيمن صمد أمام اختبار الزمن منذ اكتشاف النار والأدوات الحجرية، والتي تُعد أولى التقنيات التي سخرها جنسنا البشري. إن أغلب التقنيات الأساسية التي اختُرعت حتى الآن، بدءًا من المعاول ووصولًا إلى المحاريث، ومن الفخار إلى التصوير الفوتوغرافي، ومن الهواتف إلى الطائرات، وكل ما بينهما، تتبع قانونًا واحدًا يبدو ثابتًا: إنها تصبح أرخص وأسهل في الاستخدام، وفي النهاية تنتشر بشكل كبير وواسع المدى.

وهذا الانتشار التكنولوجي الذي يأخذ شكل الموجات هو قصة الإنسان التكنولوجي؛ وقصة الحيوان التكنولوجي. إن سعي البشرية للتحسين -تحسين أنفسنا وحظوظنا وقدراتنا وتأثيرنا في بيئتنا- قد أدى إلى التطور المتواصل في الأفكار والإبداع. إن الاختراع عبارة عن عملية ناشئة ومتشعبة ومترامية الأطراف يقودها مخترعون وأكاديميون ومبادرو أعمال وقادة منظمون ذاتيًا وذوو قدرة تنافسية عالية، كل منهم يتقدم للأمام بدوافعه الخاصة. ومنظومة الاختراع هذه تتجه تلقائيًا نحو التوسع. إنها الطبيعة المتأصلة للتكنولوجيا.

السؤال هو ماذا سيحدث بعد ذلك؟ في الصفحات التالية، سأحكي لكم قصة الموجة العظيمة التالية في تاريخ البشرية.

انظر حولك.

ماذا ترى؟ أثاث؟ بنايات؟ هواتف؟ طعام؟ حديقة ذات مناظر طبيعية؟ إن كل شيء تقريبًا في مجال رؤيتك قد جرى إنشاؤه أو تغييره، في الأغلب الأعم، بواسطة الذكاء البشري. إن اللغة -التي تشكل أساس تفاعلاتنا الاجتماعية وثقافاتنا ومنظماتنا السياسية وربما أساس

ما يعنيه أن نكون بشرًا- هي منتج آخر لذكائنا، ومحرك له. كل مبدأ ومفهوم مجرد، وكل مسعى أو مشروع إبداعي صغير، وكل مواجهة في حياتك، قد تحققت بواسطة قدرة جنسنا البشري الفريدة ولا متناهية التعقيد على الخيال والإبداع والتفكير. إن البراعة البشرية لَشيء مذهل.

ثمة قوة أخرى واحدة فقط حاضرة في هذه الصورة: ألا وهي الحياة البيولوجية نفسها. قبل العصر الحديث، وباستثناء القليل من الصخور والمعادن، كانت معظم المنتجات البشرية -من المنازل الخشبية إلى الملابس القطنية إلى الفحم الحجري- مصنوعة من أشياء كانت حية في السابق. وكل ما دخل إلى العالم منذ ذلك الحين نابع منا، نابع من حقيقة أننا كائنات بيولوجية.

ليس من قبيل المبالغة أن نقول إن العالم البشري بأكمله يعتمد إما على الأنظمة الحية وإما على ذكائنا. ومع ذلك، فإن كلاهما يمر الآن بلحظة غير مسبوقة من الابتكار والاضطرابات المتسارعة، تصاعُد لا مثيل له لن يترك إلا القليل على حاله. لقد بدأت موجة جديدة من التكنولوجيا تغمر كل ما حولنا. وهذه الموجة تطلق العنان للقدرة على هندسة هذين الأساسين العالميين: موجة تتكون من الذكاء والحياة، لا أكثر ولا أقل.

إن الموجة القادمة تحددها تقنيتان أساسيتان: الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي. وسوف يستهلان معًا فجرًا جديدًا للبشرية، ويخلقان قدرًا غير مسبوق من الثروة والفائض. ومع ذلك، فإن انتشارهما السريع يهدد أيضًا بتمكين مجموعة متنوعة من العناصر السلبية المؤثرة التي ستطلق العنان للاضطراب، وعدم الاستقرار، بل وحتى للكوارث على نطاق لا يمكن تصوره. إن هذه الموجة تخلق تحديًا هائلًا سيحدد معالم القرن الحادي والعشرين: فمستقبلنا يعتمد على هذه التكنولوجيا لكنه أيضًا معرض للخطر بسببها.

عند النظر من موقعنا الحالي، يبدو أن احتواء هذه الموجة -أي السيطرة عليها، وتقليصها، بل وحتى إيقافها- غير ممكن. يسأل هذا الكتاب لماذا قد يكون هذا صحيحًا وماذا يعني إذا

كان كذلك. إن الآثار المترتبة على هذه الأسئلة سوف تؤثر في نهاية المطاف في كل شخص على قيد الحياة وفي كل جيل يأتي بعدنا.

أعتقد أن هذه الموجة القادمة من التكنولوجيا ستضع تاريخ البشرية أمام نقطة تحول. إذا كان احتواؤها مستحيلًا، فإن العواقب التي سيتعرض لها جنسنا البشري ستكون هائلة، وربما وخيمة. وبالمثل، فإننا من دون ثمارها سنصبح فاقدين للحماية ومعرضين للخطر. لقد طرحتُ هذه الحجة عدة مرات خلال العقد الماضي خلف الأبواب المغلقة، لكن مع تزايد صعوبة تجاهل التأثيرات، فقد حان الوقت لطرح هذه القضية علنًا.

المعضلة

قادني التأمل في القوة العميقة للذكاء البشري إلى طرح سؤال بسيط، سؤال استهلك حياتي منذ ذلك الحين: ماذا لو تمكنا من استخلاص جوهر ما يجعلنا بشرًا منتجين وقادرين إلى هذا الحد وصنعنا منه برمجيات وخوارزميات؟ إن العثور على الإجابة قد يفتح الطريق للوصول إلى أدوات قوية ومذهلة تساعدنا في معالجة مشكلاتنا الأكثر استعصاءً على الحل. قد تمدنا هذه الإجابة بأداة، أداة مستحيلة لكنها غير عادية، لمساعدتنا في التغلب على التحديات الرهيبة التي ستواجهنا في العقود المقبلة، من تغير المناخ إلى شيخوخة السكان إلى الغذاء المستدام.

وانطلاقًا من هذه الفكرة، في مكتب جذاب على طراز عصر ريجنسي يطل على ميدان راسل في لندن، شاركتُ في تأسيس شركة تدعى DeepMind (ديب مايند) مع صديقين، ديميس هاسابيس وشين ليج، في صيف عام ٢٠١٠. وكان هذا هو هدفنا، وهو الهدف الذي لا يزال يبدو طموحًا ومجنونًا ومفعمًا بالأمل كما كان الحال في ذلك الوقت: تقليد الشيء نفسه الذي يجعلنا فريدين من نوعنا كجنس بشري، ألا وهو ذكاؤنا.

ولتحقيق هذا الهدف، سنحتاج إلى إنشاء نظام يمكنه تقليد جميع القدرات المعرفية البشرية ثم التفوق عليها في نهاية المطاف، من الرؤية والكلام إلى التخطيط والخيال، ووصولًا في النهاية إلى التعاطف والإبداع. وبما أن مثل هذا النظام سيستفيد من المعالجة الموازية واسعة النطاق للحواسيب العملاقة ومن تدفق مصادر جديدة هائلة من البيانات عبر شبكة الإنترنت المفتوحة، فقد كنا نعلم أنه حتى التقدم المتواضع نحو هذا الهدف سيكون له آثار مجتمعية عميقة.

من المؤكد أن الأمر بدا بعيدًا جدًا في ذلك الوقت. ففي حينها، كان تبني الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع يُعد بمثابة مادة لأحلام اليقظة، وخيالًا أكثر من كونه حقيقة، وكان حكرًا على عدد قليل من الأكاديميين المتقوقعين ومحبي الخيال العلمي المهووسين. لكن بينما أكتب هذا الكلام وأفكر في العقد الماضي، فإن أقل ما يقال عن التقدم في الذكاء الاصطناعي هو أنه كان مذهلًا. أصبحت ديب مايند واحدة من شركات الذكاء الاصطناعي الرائدة في العالم، وحققت سلسلة من الإنجازات الخارقة. وكانت سرعة وقوة هذه الثورة الجديدة مفاجئة حتى لأولئك الأقرب من بيننا إلى طليعتها. ففي خلال فترة كتابة هذا الكتاب، كانت وتيرة التقدم في الذكاء الاصطناعي مذهلة، مع ظهور نماذج ومنتجات جديدة كل أسبوع، وأحيانًا كل يوم. من الواضح أن هذه الموجة تتسارع.

واليوم، تستطيع أنظمة الذكاء الاصطناعي التعرف على الوجوه والأشياء بشكل شبه كامل. إننا نعتبر تحويل الكلام إلى نص والترجمة الفورية للغة أمرًا مسلمًا به. يستطيع الذكاء الاصطناعي التنقل في الطرق وحركة المرور جيدًا بما فيه الكفاية للقيادة بشكل مستقل في بعض الأماكن. واستنادًا إلى بعض التلقينات البسيطة، يستطيع جيل جديد من نماذج الذكاء الاصطناعي إنشاء صور جديدة وكتابة نصوص بمستويات غير عادية من التفاصيل والتماسك. وتستطيع أنظمة الذكاء الاصطناعي إنتاج أصوات اصطناعية ذات واقعية شديدة وتأليف موسيقى ذات جمال مذهل. وحتى في المجالات الأكثر صعوبة، التي طالما اعتقدنا أنها مناسبة بشكل فريد للقدرات البشرية مثل التخطيط طويل المدى والخيال ومحاكاة الأفكار المعقدة، يقفز التقدم بخطوات واسعة.

لقد ظل الذكاء الاصطناعي يتسلق سلم القدرات المعرفية لعقود من الزمن، ويبدو الآن أنه قادر على الوصول خلال السنوات الثلاث المقبلة إلى مستوى الأداء البشري في نطاق واسع للغاية من المهام. وهذا ادعاء كبير، لكن إذا كنتُ على الأقل قريبًا من الصواب، فإن الآثار المترتبة على ذلك ستكون عميقة حقًا. إن ما كان يبدو خياليًا عندما أسسنا شركة ديب مايند، لم يعد معقولًا فحسب، بل حتميًا على ما يبدو.

منذ البداية، كان واضحًا بالنسبة لي أن الذكاء الاصطناعي سيشكل أداة قوية لتحقيق منافع غير عادية، لكن مثله مثل معظم أشكال القوة، سيكون محفوفًا بمخاطر هائلة ومعضلات أخلاقية أيضًا. لطالما شعرتُ بالقلق، ليس فقط من عواقب تقدم الذكاء الاصطناعي، بل من المكان الذي تأخذنا إليه المنظومة التكنولوجية بأكملها. فعلاوة على الذكاء الاصطناعي، كانت هناك ثورة أوسع نطاقًا تتقدم نحونا، يغذي فيها الذكاء الاصطناعي جيلًا قويًا وناشئًا من التقنيات الوراثية وعلم الروبوتات. حيث يؤدي التقدم في أحد المجالات إلى تسريع المجالات الأخرى في ظل عملية من الفوضى والتحفيز المتبادل تتجاوز قدرة أي شخص على السيطرة المباشرة. كان من الواضح أنه إذا نجحنا نحن أو غيرنا في تقليد الذكاء البشري، فإن هذا لن يُعد مجرد عمل مربح كالمعتاد، بل سيُعد تحوُّلًا مزلزلًا للبشرية، يدشن عصرًا تضاهي فيه الفرص غير المسبوقة المخاطر غير المسبوقة.

ومع تقدم التكنولوجيا على مر السنين، تزايدت مخاوفي. ماذا لو كانت الموجة في الواقع تسونامي؟

في عام ٢٠١٠، لم يكن أحد تقريبًا يتحدث بجدية عن الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك، فإن ما كان يبدو ذات يوم مهمة متخصصة لمجموعة صغيرة من الباحثين ومبادري الأعمال، أصبح الآن مسعى عالميًا واسع النطاق. أصبح الذكاء الاصطناعي موجودًا في كل مكان، على الأخبار وفي هاتفك الذكي، يتداول الأسهم ويبني مواقع الويب. وصارت العديد من أكبر الشركات وأغنى الدول في العالم تتقدم سريعًا في تطوير نماذج الذكاء الاصطناعي

وتقنيات الهندسة الوراثية المتقدمة، مدعومة باستثمارات تقدَّر بعشرات المليارات من الدولارات.

وبمجرد اكتمالها، سوف تتفشى هذه التقنيات الناشئة بسرعة، وتصبح أرخص ثمنًا وأكثر إتاحة ومنتشرة على نطاق واسع في جميع أنحاء المجتمع. وسوف تقدم تطورات طبية جديدة مذهلة، وإنجازات خارقة في مجال الطاقة النظيفة، مما يؤدي ليس فقط إلى إنشاء مشروعات تجارية جديدة، بل إلى صناعات جديدة وتحسينات في جودة الحياة تقريبًا في كل مجال يمكن تخيله.

لكن إلى جانب هذه الفوائد، فإن الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي وغير ذلك من الأشكال المتقدمة من التكنولوجيا تؤدي إلى مخاطر متطرفة على نطاق مثير للقلق الشديد. فهي قد تشكل تهديدًا وجوديًا للدول القومية؛ أي مخاطر عميقة إلى الحد الذي قد يؤدي إلى تعطيل أو حتى قلب النظام الجيوسياسي الحالي. فهي تفتح الطريق أمام هجمات سيبرانية هائلة مدعومة بالذكاء الاصطناعي، وحروب آلية يمكن أن تدمر البلدان، وأوبئة مختلقة، وعالم يخضع لقوى لا يمكن تفسيرها لكنها تبدو رغم ذلك فائقة القدرة. قد تكون احتمالات حدوث أي من ذلك ضئيلة، لكن العواقب المحتملة هائلة. إن مجرد وجود فرصة ضئيلة لوقوع مثل هذه النتائج يتطلب اهتمامًا عاجلًا.

سوف تتفاعل بعض البلدان مع احتمالية حدوث مثل هذه المخاطر الكارثية بنوع من الاستبداد المشحون بالتكنولوجيا لإبطاء انتشار هذه القوى الجديدة. وسوف يتطلب ذلك مستويات هائلة من المراقبة إلى جانب تدخلات كبيرة في حياتنا الخاصة. إن فرض رقابة مشددة على التكنولوجيا يمكن أن يصبح جزءًا من الانجراف نحو وضع كل شيء وكل شخص تحت المراقبة، طوال الوقت، في نظام مراقبة عالمي فاسد تبرره الرغبة في الحماية من النتائج المحتملة الأكثر تطرفًا.

لكن من المنطقي بنفس القدر أيضًا أن يحدث رد فعل مناهض. وسوف يترتب على ذلك حدوث حظر ومقاطعة وتجميد. هل من الممكن أصلًا الابتعاد عن تطوير تقنيات جديدة

وفرض سلسلة من إجراءات التجميد؟ هذا غير مرجح. فنظرًا لقيمتها الجيوستراتيجية والتجارية الهائلة، من الصعب أن نتصور كيف يمكن إقناع الدول القومية أو الشركات بالتخلي أحادي الجانب عن القوى التحويلية التي أطلقتها هذه الابتكارات الخارقة. علاوة على ذلك، فإن محاولة حظر تطوير التقنيات الجديدة تشكل في حد ذاتها خطرًا: فقد أثبت التاريخ أن المجتمعات الراكدة تكنولوجيًا غير مستقرة وعرضة للانهيار. وفي نهاية المطاف، تفقد هذه المجتمعات القدرة على حل المشكلات، وعلى التقدم.

ومن هنا، فإن السعي أو عدم السعي وراء التقنيات الجديدة كلاهما أمر محفوف بالمخاطر. إن فرص النجاح في اجتياز "طريق ضيق" وتجنب نتيجة أو أخرى -المدينة الفاسدة المستبدة تكنولوجيًا من ناحية، والكوارث الناجمة عن الانفتاح من ناحية أخرى- تتضاءل بمرور الوقت حيث تصبح التكنولوجيا أرخص، وأكثر فعالية، وأكثر انتشارًا، وتتراكم المخاطر. ومع ذلك، فإن الابتعاد ليس خيارًا أيضًا. فحتى في الوقت الذي نشعر فيه بالقلق إزاء مخاطر تقنيات الموجة القادمة، فإننا بحاجة أكثر من أي وقت مضى إلى الفوائد المذهلة التي ستوفرها. وهذه هي المعضلة الأساسية: أن جيلًا قويًا من التكنولوجيا سوف يقود البشرية، عاجلًا أو آجلًا، نحو نتائج كارثية أو فاسدة. وأعتقد أن هذه هي المشكلة الكبرى في القرن الحادي والعشرين.

يوضح هذا الكتاب السبب المحدد وراء تحوُّل هذا المأزق الرهيب إلى أمر لا مفر منه، ويستعرض كيف يمكننا مواجهته. يتعين علينا بطريقة أو بأخرى أن نحصل على أقصى استفادة من التكنولوجيا، فهذا أمر ضروري لمواجهة مجموعة رهيبة من التحديات العالمية، وأن نخرج أيضًا من هذه المعضلة. إن الخطاب الحالي حول الأخلاقيات والسلامة التكنولوجية غير كافٍ. فعلى الرغم من كثرة الكتب والمناقشات ومنشورات المدونات وعواصف التغريدات حول التكنولوجيا، فإنك نادرًا ما تسمع أي شيء عن احتوائها. إنني أنظر إلى هذا الأمر باعتباره مجموعة متشابكة من الآليات الفنية والاجتماعية والقانونية التي تقيد التكنولوجيا وتتحكم فيها على جميع المستويات الممكنة: وسيلة، من الناحية

النظرية، للتهرب من المعضلة. ومع ذلك، فإن حتى أشد منتقدي التكنولوجيا يميلون إلى التملص من لغة الاحتواء الصارم هذه.

هذا أمر يحتاج إلى التغيير؛ وآمل أن يوضح هذا الكتاب السبب في ذلك، ويلمح إلى كيفية القيام به.

الفخ

بعد بضع سنوات من تأسيسنا لشركة ديب مايند، أنشأتُ مجموعة شرائح عروض تقديمية حول التأثيرات الاقتصادية والاجتماعية المحتملة وطويلة المدى للذكاء الاصطناعي. وأثناء عرضي لها أمام مجموعة من المؤسسين والرؤساء التنفيذيين والأخصائيين الأكثر نفوذًا في مجال التكنولوجيا في قاعة اجتماعات أنيقة بالساحل الغربي، أكدتُ أن الذكاء الاصطناعي يشكل مجموعة من التهديدات التي تتطلب استجابات استباقية. فقد يؤدي إلى انتهاكات واسعة النطاق للخصوصية أو يشعل فتيل كارثة من المعلومات المضللة. وقد يجري تسليحه، مما يؤدي إلى إنشاء مجموعة فتاكة من الأسلحة السيبرانية الجديدة، ويخلق نقاط ضعف جديدة في عالمنا المعتمد على شبكة الإنترنت.

وشدَّدتُ أيضًا على قدرة الذكاء الاصطناعي على التسبب في فقدان أعداد كبيرة من الناس لوظائفهم. وطلبتُ من الحضور النظر في التاريخ الطويل لإحلال الأتمتة والميكنة محل العمالة البشرية. ففي البداية تظهر طرق أكثر كفاءة للقيام بمهام محددة، وبعد ذلك تصبح مناصب بأكملها زائدة عن الحاجة، وسرعان ما تحتاج قطاعات بأكملها إلى عدد أقل بكثير من العمال. وأكدتُ أنه على مدى العقود القليلة التالية، ستحل أنظمة الذكاء الاصطناعي محل "العمالة اليدوية الفكرية" بنفس الطريقة تقريبًا، وذلك بالتأكيد قبل وقت طويل من إحلال الروبوتات محل العمالة الجسدية. في الماضي، أُنشئت وظائف جديدة في نفس الوقت الذي أصبحت فيه الوظائف القديمة لاغية، لكن ماذا لو كان الذكاء الاصطناعي قادرًا ببساطة على القيام بمعظم تلك الوظائف الجديدة أيضًا؟ وأشرتُ إلى أنه لا توجد سابقة

للأشكال الجديدة من القوة المُركَّزة المقبلة علينا. ثمة تهديدات خطيرة محتملة تتقدم بسرعة نحو المجتمع، على الرغم من أنها تبدو بعيدة.

وفي الشريحة الختامية، عرضتُ لقطة ثابتة من فيلم عائلة سمبسون. في المشهد، كان سكان مدينة سبرينجفيلد قد ثاروا، وكانت مجموعة الشخصيات المألوفة تندفع حاملة الهراوات والمشاعل. كانت الرسالة واضحة، لكنني تلفظتُ بها على أي حال. قلت: "الثورة قادمة". قادمة ضدنا، معشر صناع التكنولوجيا. والأمر متروك لنا لتأمين مستقبل أفضل من هذا.

وحول الطاولة، قابلتني نظرات خاوية. لم يتأثر الحاضرون. لم تصل الرسالة. وجاءت عبارات الاستخفاف كثيرة وسريعة. لماذا لا تُظهر المؤشرات الاقتصادية أي علامة على ما أقول؟ إن الذكاء الاصطناعي سيحفز المزيد من الطلب، الأمر الذي سيؤدي إلى خلق فرص عمل جديدة. بل إنه سيدعم الناس ويمكِّنهم من أن يكونوا أكثر إنتاجية أيضًا. إنهم يقرُّون باحتمالية وجود بعض المخاطر، لكنها ليست سيئة للغاية. الناس أذكياء. ودائمًا ما يعثرون على الحلول. وبدا أنهم يفكرون قائلين: لا داعي للقلق، انتقلوا إلى العرض التقديمي التالي.

وبعد بضع سنوات، قبل وقت قصير من ظهور جائحة كوفيد-١٩، حضرتُ ندوة حول مخاطر التكنولوجيا في جامعة معروفة. وكان المشهد مشابهًا: طاولة كبيرة أخرى، ومناقشة أخرى رفيعة المستوى. وعلى مدار اليوم، تداولنا سلسلة من المخاطر المرعبة أثناء تناول القهوة والبسكويت ومشاهدة العروض التقديمية على باور بوينت.

وبرزت واحدة من المخاطر فوق غيرها. أوضح مقدم العرض كيف كان سعر أجهزة تخليق الحمض النووي (DNA)، التي يمكنها طباعة شرائط من الحمض النووي حسب الطلب، ينخفض بسرعة. إنها تكلف بضع عشرات الآلاف من الدولارات، وهي صغيرة بما يكفي لوضعها على مقعد في مرآبك والسماح للناس بتخليق -أي، تصنيع- الحمض النووي. وكل هذا أصبح ممكنًا الآن لأي شخص سواءً كان حاصلًا على تدريب على مستوى الدراسات العليا في علم الأحياء أو متحمسًا للتعلم الذاتي عبر الإنترنت.

ونظرًا للتوافر المتزايد للأدوات، رسم مقدم العرض رؤية مروعة: قد يتمكن شخص ما قريبًا من تخليق مسببات أمراض جديدة أكثر قابلية للانتقال والفتك من أي شيء موجود في الطبيعة. ومسببات الأمراض المخلَّقة هذه يمكنها أن تراوغ التدابير المضادة المعروفة، أو تنتشر من دون أعراض، أو تمتلك مقاومة داخلية للعلاجات. وإذا لزم الأمر، يمكن لأي شخص أن يكمل التجارب المنزلية بالحمض النووي الذي طلبه عبر الإنترنت وأعاد تجميعه في المنزل. إنها نهاية العالم، مطلوبة بالبريد.

لم يكن هذا خيالًا علميًا، هكذا قال مقدم العرض، وهو أستاذ محترم يتمتع بخبرة تزيد على عقدين من الزمن؛ لقد كانت مخاطرة حية، تحدق بنا الآن. وقد أنهى عرضه بفكرة مثيرة للقلق: من المرجح أن يتمتع شخص واحد اليوم "بالقدرة على قتل مليار شخص". كل ما يتطلبه الأمر هو الدافع.

تحرك الحاضرون معبرين عن عدم ارتياحهم. ارتبك الناس وسعلوا. ثم بدأ التذمر والمراوغة. لم يكن أحد يريد أن يصدق أن هذا ممكن. بالتأكيد لم يكن الأمر كذلك، بالتأكيد لا بد من وجود بعض الآليات الفعالة للسيطرة، بالتأكيد من الصعب تخليق الأمراض، بالتأكيد من الممكن إغلاق قواعد البيانات بإحكام، بالتأكيد من الممكن تأمين المعدات. وهلم جرًا.

كانت الاستجابة الجماعية في الندوة تتسم بأكثر من مجرد الاستخفاف. لقد رفض الناس ببساطة قبول رؤية مقدم العرض. لم يرغب أحد في مواجهة المعنى الذي تتضمنه هذه الحقائق الصعبة والاحتمالات القاسية التي سمعوها. وقد بقيت صامتًا، مصدومًا بصراحة. وسرعان ما انتهت الندوة. وفي ذلك المساء خرجنا جميعًا لتناول العشاء وواصلنا الدردشة كالمعتاد. لقد أمضينا يومنا للتو في الحديث عن نهاية العالم، لكن كانت لا تزال هناك بيتزا لأكلها، ونكات لإلقائها، ومكتب للعودة إليه، وعلاوة على ذلك، سوف يحدث شيء ما، أو لا بد أن جزءًا من كلام مقدم العرض خاطئًا. وانضممت إليهم.

لكن العرض التقديمي قض مضجعي لعدة أشهر بعد ذلك. لماذا لم أكن، لماذا لم نكن جميعًا، نأخذ الأمر على محمل الجد؟ لماذا نشعر بالإحراج ونتجنب المزيد من المناقشة؟ لماذا يصبح البعض متهكمين ويتهمون الأشخاص الذين يثيرون هذه الأسئلة بالتهويل أو "التغاضي عن المنافع المذهلة" للتكنولوجيا؟ هذه الاستجابة العاطفية واسعة النطاق التي كنت ألاحظها هي شيء صرت أطلق عليه اسم فخ النفور من التشاؤم: التحليل المضلل الذي ينشأ عندما يطغى عليك الخوف من مواجهة حقائق سيئة محتملة، وما ينتج عن ذلك من ميل إلى النظر في الاتجاه الآخر.

كل شخص تقريبًا لديه نسخة ما من هذه الاستجابة، والنتيجة هي أنها تؤدي بنا إلى التغاضي عن عدد من المسارات الحرجة التي تتكشف أمام أعيننا مباشرة. إنها استجابة فسيولوجية شبه فطرية. إن جنسنا البشري ليس مُهيأً للتصدي حقًا لتحوُّل بمثل هذا الحجم، ناهيك عن احتمالية أن تخذلنا التكنولوجيا بهذه الطريقة. لقد اختبرت هذا الشعور طوال مسيرتي المهنية، وقد رأيت الكثير والكثير من الآخرين يُصدرون نفس الاستجابة الغريزية. ومواجهة هذا الشعور هي أحد أهداف هذا الكتاب. إلقاء نظرة فاحصة حيادية على الحقائق، مهما كانت غير مريحة.

إن التصدي لهذه الموجة بشكل صحيح، واحتواء التكنولوجيا، وضمان أنها تخدم الإنسانية دائمًا، يعني التغلب على النفور من التشاؤم. ويعني مواجهة حقيقة ما هو قادم وجهًا لوجه.

وهذا الكتاب هو محاولتي للقيام بذلك. الإقرار بملامح الموجة القادمة وإلقاء الضوء عليها. واستعراض ما إذا كان الاحتواء ممكنًا. ووضع الأمور في سياق تاريخي ورؤية الصورة الأوسع من خلال التراجع عن الثرثرة العرضية اليومية حول التكنولوجيا. إن هدفي هو مواجهة المعضلة وفهم العمليات الأساسية التي تحرك نشوء العلم والتكنولوجيا. أريد أن أعرض هذه الأفكار بأكبر قدر ممكن من الوضوح وعلى أوسع نطاق ممكن من الجمهور. لقد كتبتها بروح من الانفتاح والتقصي: أبدِ ملاحظاتك تجاهها، وتتبع معانيها الضمنية، لكن ابقَ

منفتحًا أيضًا على التفنيد والتفسيرات الأفضل. لشد ما أرغب في أن يثبت خطئي في هذه الناحية، ولشد ما أرغب في أن يكون الاحتواء سهلًا وممكنًا.

لأسباب مفهومة، قد يتوقع بعض الناس من شخص مثلي، مؤسس لاثنتين من شركات الذكاء الاصطناعي، كتابًا أكثر تفاؤلًا تجاه التكنولوجيا. باعتباري خبيرًا في مجال التكنولوجيا ومبادر أعمال، فأنا متفائل بطبيعتي. عندما كنت مراهقًا صغيرًا، أتذكر أنني كنت مفتونًا تمامًا بعد تثبيت Netscape لأول مرة على حاسوبي Packard Bell 486. وقد أذهلني طنين المراوح والصفير المشوش لمودم الاتصال الهاتفي الذي تبلغ سرعته ٥٦ كيلوبت في الثانية وهو يتصل بشبكة الويب العالمية ويصلني بالمنتديات وغرف الدردشة التي منحتني الحرية وعلمتني الكثير. أنا أحب التكنولوجيا. لقد كانت هي المحرك للتقدم وسببًا لجعلنا نفخر بإنجازات البشرية ونتحمس لها.

لكنني أعتقد أيضًا أن القائمين منا على عملية صنع التكنولوجيا لا بد أن يتمتعوا بالشجاعة الكافية للتنبؤ بالمكان الذي قد تأخذنا إليه في العقود المقبلة؛ وتحمُّل المسئولية عن ذلك. يجب أن نبدأ باقتراح ما يجب القيام به إذا بدا أن هنالك خطرًا حقيقيًا يكمن في خذلان التكنولوجيا لنا. المطلوب هو استجابة مجتمعية وسياسية، لا مجرد جهود فردية، لكن يجب أن يبدأ ذلك بي أنا وأقراني.

سوف يدَّعي البعض أن هذا كله مبالغ فيه. وأن التغيير سيحدث بشكل أكثر تدريجية بكثير. وأنه مجرد منعطف آخر في دورة الضجيج. وأن أنظمة التعامل مع الأزمات والتغيير هي في الواقع أنظمة قوية للغاية. وأن وجهة نظري للطبيعة البشرية كئيبة للغاية. وأن سجل البشرية جيد جدًا، على الأقل حتى الآن. التاريخ مليء بالمتنبئين الكاذبين والمتشائمين الذين ثبت خطؤهم. لماذا يجب أن تكون هذه المرة مختلفة؟

إن النفور من التشاؤم استجابة عاطفية، ورفض غريزي متأصل لقبول إمكانية حدوث نتائج مزعزعة للاستقرار بشكل جدي. وهو يصدر في الغالب عن أولئك الذين يشغلون مناصب آمنة ومؤثرة وتتميز نظرتهم إلى العالم بالرسوخ، وهم أشخاص يمكنهم التعامل

بشكل سطحي مع التغيير لكنهم يجدون صعوبة في قبول أي تحدٍ حقيقي لنظامهم العالمي. إن كثيرًا من أولئك الذين أتهمهم بالوقوع في فخ النفور من التشاؤم يتقبلون الانتقادات المتزايدة للتكنولوجيا تقبلًا تامًا. لكنهم يومئون برءوسهم دون أن يتخذوا أي إجراء فعلي. إنهم يقولون: سوف نتدبر أمورنا، فهذا ما نفعله دائمًا.

اقضِ بعض الوقت في دوائر التكنولوجيا أو السياسة، وسرعان ما سيتضح لك أن دفن الرءوس في الرمال هو المذهب الافتراضي. إن تبني اعتقاد مختلف والتصرف بشكل مختلف يهدد بالإصابة بالشلل التام جراء الخوف والغضب من قوى هائلة ولا ترحم لدرجة أن كل شيء يبدو عديم الجدوى. لذا فإن المجتمع الفكري الغريب الذي يتبنى النفور من التشاؤم يواصل المضي قدمًا. يجدر بي أن أعرف ذلك، فقد كنت عالقًا فيه لفترة طويلة.

في السنوات التي تلت تأسيسنا لشركة ديب مايند وبعد تلك العروض التقديمية، تغيرت نبرة الخطاب؛ إلى حد ما. لقد دارت مناقشات لا تحصى حول أتمتة الوظائف. وقد أظهرت الجائحة العالمية مخاطر علم الأحياء التخليقي وفعاليته على حد سواء. ونشأ نوع من "رد الفعل العنيف تجاه التكنولوجيا"، حيث هاجم المنتقدون التكنولوجيا وشركات التكنولوجيا في مقالات الرأي والكتب في العواصم التنظيمية واشنطن وبروكسل وبكين. وتفشت المخاوف المتعلقة بالتكنولوجيا بين عامة الناس بعد أن كانت تراود المتخصصين وحسب، وتزايدت الشكوك العامة بشأن التكنولوجيا، واحتدت الانتقادات الصادرة عن الأوساط الأكاديمية والمجتمع المدني والسياسيين.

لكن في مواجهة الموجة القادمة والمعضلة الكبرى، وفي مواجهة النخبة التكنولوجية التي تنفر من التشاؤم، لا شيء من هذا يُعد كافيًا.

الحُجة

الموجات موجودة في كل مكان في حياة الإنسان. وهذه الموجة هي الأحدث وحسب. في كثير من الأحيان، يبدو أن الناس يعتقدون أنها لا تزال بعيدة عنهم، وأنها مستقبلية وتبدو سخيفة للغاية، لدرجة تجعلها قاصرة على عدد قليل فقط من الخبراء المهووسين والمفكرين الهامشيين، وأنها تميل إلى كونها مبالغة وثرثرة تكنولوجية وترويجًا حماسيًا. وهذا خطأ. فهذا خطر حقيقي، مثل أمواج تسونامي التي تخرج من المحيط الأزرق المفتوح.

وهذا ليس مجرد خيال أو تمرين فكري محير. حتى إن كنت لا توافق على نظرتي للأمر وتعتقد أن لا شيء من هذا محتمل، فإنني أحثك على مواصلة القراءة. نعم، إنني متخصص في الذكاء الاصطناعي وأنا مهيأ لرؤية العالم من خلال عدسة تكنولوجية. وأنا بالفعل متحيز عندما يتعلق الأمر بمسألة ما إذا كان هذا الأمر مهمًا. ومع ذلك، وبما أنني كنت على مقربة من هذه الثورة التي انتشرت على مدى العقد ونصف العقد الماضيين، فإنني على اقتناع بأننا على أعتاب التحول الأكثر أهمية في حياتنا.

وباعتباري منشئًا لهذه التقنيات، فإنني أعتقد أنها قادرة على تقديم قدر غير عادي من النفع، وتغيير حياة عدد لا يحصى من الأشخاص إلى الأفضل، ومواجهة التحديات الأساسية، بدءًا من المساعدة في إطلاق الجيل القادم من الطاقة النظيفة إلى إنتاج علاجات رخيصة وفعالة للحالات الطبية الأكثر استعصاءً علينا. يمكن للتكنولوجيا، بل وينبغي لها، أن تثري حياتنا؛ فعلى مر التاريخ، وهذا الكلام يستحق التكرار، شكّل المخترعون ومبادرو الأعمال الذين يقفون وراءهم محركًا قويًا للتقدم، وعملوا على تحسين مستويات المعيشة لمليارات من الناس.

لكن من دون احتواء، فكل جانب آخر من التكنولوجيا، وكل مناقشة لأوجه قصورها الأخلاقية أو الفوائد التي يمكن أن تجلبها، لا أهمية لها. نحن في حاجة ماسة إلى حلول دامغة لكيفية السيطرة على الموجة القادمة واحتوائها، وكيفية المحافظة على الإجراءات الوقائية والإمكانات التي توفرها الدولة القومية الديمقراطية، لكن حتى الآن، لا توجد مثل

هذه الخطة لدى أي أحد. هذا هو المستقبل الذي لا يريده أحد منا، لكنني أخشى أنه المستقبل المحتمل، وأن هذه الاحتمالية تتزايد بشكل مستمر، وسوف أشرح السبب في الفصول التالية.

في الجزء الأول، سنتأمل في التاريخ الطويل للتكنولوجيا وكيف تنتشر؛ على هيئة موجات تتجمع على مدى آلاف السنين. وما الذي يحركها؟ وما الذي يجعلها عامة حقًا؟ ونتساءل أيضًا عما إذا كانت هناك أمثلة لمجتمعات ترفض التكنولوجيا الجديدة بشكل واعٍ. إننا لا ندير ظهورنا للتكنولوجيا، بل إن الماضي يثبت أنها تنتشر في نمط واضح، مما يؤدي إلى سلاسل ممتدة من العواقب المتعمدة وغير المتعمدة على حد سواء.

وأنا أطلق على هذا الأمر اسم "مشكلة الاحتواء". فكيف يمكننا أن نحكم قبضتنا على أكثر التقنيات المختَرعة قيمة على الإطلاق في ظل انخفاض أسعارها وانتشارها بسرعة أكبر من أي سابقة لها على مدى التاريخ؟

ويتناول الجزء الثاني تفاصيل الموجة القادمة نفسها. ففي قلبها تكمن اثنتان من التقنيات ذات الأغراض العامة الواعدة والقوية والخطيرة للغاية: الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي. وقد أُعلن عن كليهما منذ فترة طويلة، ومع ذلك، وعلى عكس ما هو شائع، فإنني أعتقد أن نطاق تأثيرهما لا يزال يستهان به في كثير من الأحيان. فحولهما، تنمو مجموعة من التقنيات المرتبطة بهما مثل علم الروبوتات والحوسبة الكمومية التي سيتداخل تطورها بطرق معقدة ومضطربة.

وفي هذا القسم، لن ننظر فقط إلى كيفية نشوئها جميعًا وما يمكنها فعله، بل أيضًا إلى السبب الذي يكمن وراء صعوبة احتوائها. تشترك التقنيات المختلفة التي أتحدث عنها في أربع سمات رئيسية تفسر السبب في عدم كونها تقنيات عادية: فهي عامة بطبيعتها وبالتالي فهي متعددة الاستخدامات، كما أنها تتطور بشكل فائق، ولها تأثيرات غير متماثلة، وفي بعض النواحي، فقد أصبحت مستقلة على نحو متزايد.

وقد كان إنشاؤها مدفوعًا بحوافز قوية: المنافسة الجيوسياسية، والمكاسب المالية الضخمة، وثقافة البحث المفتوحة واللا مركزية. وسوف تتسابق العشرات من الجهات الفاعلة الحكومية وغير الحكومية لتطويرها بغض النظر عن الجهود المبذولة لتنظيم ما هو قادم والسيطرة عليه، وتخوض في أثناء ذلك مخاطرات سوف تؤثر في الجميع، شئنا ذلك أم أبينا.

ويستعرض الجزء الثالث التداعيات السياسية لإعادة التوزيع الهائل للقوة الذي تسببت فيه موجة لا يمكن احتواؤها. إن الدولة القومية هي أساس نظامنا السياسي الحالي؛ والعنصر الفاعل الأكثر أهمية في احتواء التقنيات. وبعد أن هزتها الأزمات بالفعل، سوف تزداد ضعفًا بفعل سلسلة من الصدمات التي تزيد هذه الموجة من تأثيرها: احتمالات ظهور أشكال جديدة من العنف، وطوفان من المعلومات المضللة، واختفاء الوظائف، واحتمال وقوع حوادث كارثية.

وعلاوة على ذلك، ستفرض الموجة مجموعة من التحولات التكتونية في القوة، فتؤدي إلى مركزيتها ولا مركزيتها في نفس الوقت. مما سيؤدي إلى خلق مشاريع جديدة ضخمة، ويدعم الاستبداد، ويعمل في نفس الوقت على تمكين المجموعات والحركات من الازدهار خارج الهياكل الاجتماعية التقليدية. وسوف تخضع الأسس الهشة للدولة القومية لضغوط هائلة في الوقت الذي نحن فيه في أمس الحاجة إلى مؤسسات مثلها. وهكذا ينتهي بنا الحال إلى المعضلة.

وفي الجزء الرابع تنتقل المناقشة إلى ما يمكننا القيام به حيال ذلك. فهل هناك ولو فرصة ضئيلة للاحتواء والخروج من المعضلة؟ وإذا كان الأمر كذلك، فكيف؟ في هذا القسم، سنحدد عشر خطوات، بدءًا من مستوى الشفرة والحمض النووي وإلى مستوى المعاهدات الدولية، وتشكيل مجموعة صارمة ومتداخلة من القيود، وخطة عامة للاحتواء.

هذا كتاب عن مواجهة الفشل. يمكن للتقنيات أن تفشل بالمعنى المعتاد وهو عدم النجاح: المحرك لا يعمل؛ الجسر يسقط. لكن يمكنها أن تفشل أيضًا بالمعنى الأوسع نطاقًا. إذا أدت

التكنولوجيا إلى إلحاق الضرر بحياة البشر، أو إنتاج مجتمعات مليئة بالأذى، أو جعلها مستعصية على الضبط بسبب تمكيننا لعدد كبير وفوضوي من الجهات الفاعلة الصغيرة السيئة (أو الخطرة عن غير قصد) -إذا كانت التكنولوجيا، في مجملها، ضارة- فيمكن القول إنها قد فشلت بمعنى آخر أعمق، حيث فشلت في الوفاء بوعدها. والفشل بهذا المعنى ليس متأصلًا في التكنولوجيا؛ بل يتعلق بالسياق الذي تعمل فيه، وهياكل الحوكمة التي تخضع لها، وشبكات القوة والاستخدامات التي تُستغل من أجلها.

إن هذه البراعة المثيرة للإعجاب التي تؤدي إلى تحقيق الكثير الآن تعني أننا صرنا أكثر قدرة على تجنب النوع الأول من الفشل. انخفض عدد حوادث الطائرات، وأصبحت السيارات أقل تلويثًا للبيئة وأكثر أمانًا، وصارت أجهزة الكمبيوتر أكثر قدرة في نفس الوقت الذي صارت فيه تتمتع بقدر أكبر من الأمان. لكن التحدي الكبير الذي يواجهنا هو أننا لم نضع في اعتبارنا بعد النوع الآخر من الفشل.

على مر القرون، أدت التكنولوجيا إلى زيادة كبيرة في رفاهية المليارات من البشر. فقد أصبحت صحتنا أفضل بكثير جدًا بفضل الطب الحديث، ويعيش غالبية العالم في وفرة من الغذاء، ولم يسبق للناس قط أن كانوا أكثر تعليمًا أو أكثر سلامًا أو أكثر ارتياحًا ماديًا من الآن. إنها إنجازات مميزة نتجت جزئيًا عن هذا المحرك العظيم للإنسانية: العلم وخلق التكنولوجيا. ولهذا السبب كرستُ حياتي للتطوير الآمن لهذه الأدوات.

لكن أي تفاؤل نستمده من هذا التاريخ الاستثنائي يجب أن يرتكز على واقع صريح. إن الوقاية من الفشل تعني فهم ما يمكن أن يحدث من خطأ ومواجهته في نهاية المطاف. نحن بحاجة إلى متابعة سلسلة الاستدلال وصولًا إلى نقطة النهاية المنطقية، دون أن نخشى إلى أين يمكن أن يؤدي بنا ذلك، وأن نفعل شيئًا حيال الأمر عندما ندرك تلك النهاية. إن الموجة القادمة من التقنيات تهدد بالفشل بشكل أسرع وعلى نطاق أوسع من أي شيء شهدناه من قبل. وهذا الوضع يحتاج إلى اهتمام عالمي وشعبي. إنه يحتاج إلى حلول، حلول لم يتوصل إليها أحد بعد.

إن الاحتواء، في ظاهره، ليس أمرًا ممكنًا. ومع ذلك، ومن أجل مصلحتنا جميعًا، يجب أن يكون الاحتواء ممكنًا.

الجزء الأول

الإنسان
التكنولوجي

الفصل ٢

انتشار متواصل

المحرك

على مدار أغلب فترات التاريخ، وبالنسبة لأغلب الناس، كانت وسائل النقل الشخصية تعني شيئًا واحدًا: المشي. أو شيئين، إذا كنت محظوظًا: أن تُحمل على ظهور الخيل أو الثيران أو الأفيال أو غيرها من حيوانات الحمل، أو تركب في عربة يجرها أحد تلك الحيوانات. كان مجرد التنقل بين المستوطنات المجاورة -انسَ أمر القارات- شيئًا صعبًا وبطيئًا.

وفي أوائل القرن التاسع عشر، أحدثت السكك الحديدية ثورة في مجال النقل، وأكبر ابتكار في هذا المجال منذ آلاف السنين، لكن معظم الرحلات كان من المستحيل القيام بها عن طريق السكك الحديدية، وتلك التي كان من الممكن القيام بها لم تكن تلبي الاحتياجات الشخصية تمامًا. لكن السكك الحديدية أوضحت شيئًا واحدًا بالفعل: المحركات هي المستقبل. كانت المحركات البخارية القادرة على دفع عربات السكك الحديدية تتطلب غلايات خارجية ضخمة. لكن إذا تمكنت من تقليص حجمها إلى حجم يمكن التحكم فيه وحمله، فسيكون لديك وسائل جديدة جذرية ليتنقل بها الأفراد.

جرَّب المبتكرون أساليب مختلفة. في وقت مبكر من القرن الثامن عشر، تمكن مخترع فرنسي يدعى نيكولا جوزيف كونيو من تصميم نوع من السيارات التي تعمل بالبخار. وكانت تسير بسرعة فخمة تبلغ ميلين في الساعة، وتتميز بغلاية ضخمة متأرجحة تتدلى من جهتها الأمامية. وفي عام ١٨٦٣، تمكن المخترع البلجيكي جيان جوزيف إتيان لينوار من تشغيل أول مركبة بمحرك احتراق داخلي، وقادها مبتعدًا سبعة أميال عن باريس. لكن

المحرك كان ثقيلًا والسرعة محدودة. وأجرى آخرون تجارب باستخدام الكهرباء والهيدروجين. ولم ينجح أي شيء، لكن حلم وسائل النقل الشخصية ذاتية الدفع ظل قائمًا.

ثم بدأت الأمور تتغير، ببطء في البداية. حيث أمضى مهندس ألماني يدعى نيكولاوس أوجست أوتو سنوات في العمل على محرك يعمل بالغاز، وهو أصغر بكثير من المحرك البخاري. وبحلول عام ١٨٧٦، في أحد مصانع Deutz AG في كولونيا، أنتج أوتو أول محرك احتراق داخلي يعمل بالفعل، وهو الطراز "رباعي الأشواط". وقد كان جاهزًا للإنتاج بكميات ضخمة، لكن قبل أن يحدث ذلك، اختلف أوتو مع شريكيه في العمل، جوتليب دايملر وفيلهلم مايباخ. أراد أوتو استخدام محركه في الأماكن الثابتة مثل مضخات المياه أو المصانع. لكن شركاءه رأوا استخدامًا آخر للمحركات متزايدة القوة: النقل.

ومع ذلك، كان مهندس ألماني آخر، اسمه كارل بنز، هو الذي سبقهم إلى هذا المكان. وباستخدام نسخته من محرك الاحتراق الداخلي رباعي الأشواط، حصل في عام ١٨٨٦ على براءة اختراع موتورفاجن، التي يُنظر إليها الآن على أنها أول سيارة فعلية في العالم. ظهرت هذه الآلة الغريبة ذات الثلاث عجلات لأول مرة أمام جمهور متشكك. ولم تبدأ السيارة تجد رواجًا إلا عندما قادت بيرثا، زوجة بنز وشريكته التجارية، السيارة من مانهايم إلى منزل والدتها، الذي يبعد خمسة وستين ميلًا في بفورتسهايم. من المفترض أنها أخذتها دون علمه، وأعادت تزويدها بالوقود على طول الطريق بمذيب اشترته من الصيدليات المحلية.

لقد بزغ عصر جديد. لكن السيارات، ومحركات الاحتراق الداخلي التي تشغّلها، ظلت باهظة الثمن إلى حد مفرط، بحيث لم تكن في متناول الجميع باستثناء الأغنياء. ولم تكن هناك شبكة من الطرق ومحطات التزود بالوقود بعد. بحلول عام ١٨٩٣، كانت شركة بنز قد باعت ٦٩مركبة فقط؛ وبحلول عام ١٩٠٠، بلغت مبيعاتها ١٧٠٩ مركبة فقط. وبعد مرور عشرين عامًا على براءة اختراع بنز، كان لا يزال هناك ٣٥٠٠٠ مركبة فقط على الطرق الألمانية.

أما نقطة التحول فقد كانت سيارة هنري فورد موديل تي لعام ١٩٠٨. لقد صمم سيارته البسيطة والفعالة باستخدام نهج ثوري: خط التجميع المتحرك. وهي عملية خطية ومتكررة تتسم بالكفاءة مكَّنته من خفض أسعار السيارات الشخصية، وتوالى المشترون. كانت تكلفة معظم السيارات في ذلك الوقت حوالي ٢٠٠٠ دولار. وقد طرح فورد سيارته بسعر ٨٥٠ دولارًا.

في السنوات الأولى، حققت سيارة موديل تي مبيعات بالآلاف. واستمر فورد في زيادة الإنتاج وخفض الأسعار بشكل أكبر، معللًا: "في كل مرة أخفض فيها رسوم سيارتنا بمقدار دولار واحد، أكسب ألف مشترٍ جديد". وبحلول العشرينيات من القرن الماضي، كانت شركة فورد تبيع ملايين السيارات كل عام. ولأول مرة، أصبح بوسع الأميركيين من الطبقة المتوسطة أن يتحملوا تكاليف النقل الآلي. وانتشرت السيارات بسرعة هائلة. في عام ١٩١٥، كان ١٠ في المائة فقط من الأميركيين يملكون سيارة؛ وبحلول عام ١٩٣٠، وصل هذا العدد إلى نسبة مذهلة بلغت ٥٩ في المائة.

يوجد اليوم حوالي ٢ مليار محرك احتراق في كل شيء، بدءًا من جزازات العشب وحتى سفن الحاويات. تستأثر السيارات بحوالي ١.٤ مليار منها. وتدريجيًا، أصبحت هذه المحركات أكثر توافرًا وكفاءة وقوة وقدرة على التكيف. واعتمادًا عليها، تطور أسلوب حياة كامل، أو ربما حضارة كاملة، بدءًا من الضواحي مترامية الأطراف وإلى المزارع الصناعية ومطاعم خدمة السيارات، وحتى ثقافة السيارات المعدلة. وشُيدت طرق سريعة واسعة، تمر عبر المدن مباشرة في بعض الأحيان، مما أدى إلى تقسيم الأحياء لكنه ربط المناطق النائية. وأصبحت فكرة الانتقال من مكان إلى آخر بحثًا عن الرخاء أو المتعة، والتي كانت تمثل تحديًا فيما سبق، سمة منتظمة للحياة البشرية.

لم تكن المحركات تعمل فقط على تشغيل المركبات؛ بل كانت تشكل التاريخ. أما الآن، بفضل محركات الهيدروجين والكهرباء، فقد أصبح عهد محرك الاحتراق في مرحلة الأفول. لكن عصر التنقل الجماعي الذي دشنه ليس كذلك.

كل هذا كان يبدو مستحيلًا في أوائل القرن التاسع عشر، عندما كانت وسائل النقل ذاتية الدفع لا تزال مجرد حلم يراود أولئك الذين يلعبون بالنار والحدافات وقطع المعدن. لكن أولئك السمكريين الأوائل استهلوا سباقًا من الاختراع والإنتاج الذي غيَّر العالم. وبمجرد توفر الزخم، أصبح انتشار محرك الاحتراق الداخلي أمرًا لا يمكن إيقافه. ومن عدد قليل من الورش الألمانية المشبعة بالنفط نشأت تكنولوجيا أثرت في كل إنسان على وجه الأرض.

ومع ذلك، فإن هذه ليست مجرد قصة عن المحركات والسيارات. إنها قصة التكنولوجيا نفسها.

الموجات ذات الأغراض العامة: إيقاع التاريخ

للتكنولوجيا مسار واضح وحتمي: الانتشار الشامل في موجات هائلة متصاعدة. ينطبق هذا على كل شيء بدءًا من أقدم الأدوات المصنوعة من الحجر الصوان والعظام وحتى أحدث نماذج الذكاء الاصطناعي. بينما ينتج العلم اكتشافات جديدة، يطبق الناس هذه الأفكار لإنتاج أغذية أرخص، وسلع أفضل، ووسائل نقل أكثر كفاءة. وبمرور الوقت، يتزايد الطلب على أفضل المنتجات والخدمات الجديدة، مما يؤدي إلى زيادة المنافسة لإنتاج إصدارات أرخص مليئة بالمزيد من الميزات. وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة الطلب على التقنيات التي تنتج هذه الإصدارات، كما أن استخدامها يصبح أسهل وأرخص. وتستمر التكاليف في الانخفاض. والقدرات في الارتفاع. التجربة، التكرار، الاستخدام. النمو، التحسن، التكيف. هذه هي الطبيعة التطورية الحتمية للتكنولوجيا.

هذه الموجات من التكنولوجيا والابتكار هي محور هذا الكتاب. والأهم من ذلك، أنها تمثل مركز التاريخ البشري. من خلال فهم هذه الموجات المعقدة والفوضوية والمتراكمة، يصبح

التحدي المتعلق بالاحتواء واضحًا. من خلال فهم تاريخها يمكننا أن نبدأ في رسم مستقبلها.

إذن، ما الموجة؟ ببساطة، الموجة عبارة عن مجموعة من التقنيات التي تتجمع معًا في نفس الوقت تقريبًا، تغذيها واحدة أو أكثر من التقنيات الجديدة ذات الأغراض العامة والتي تترك آثارًا مجتمعية عميقة. وأعني بعبارة "التقنيات ذات الأغراض العامة" تلك التقنيات التي تساعد على تحقيق تقدم مزلزل في ما يمكن للبشر أن يفعلوه. ويتطور المجتمع بالتنسيق مع هذه الطفرات. إننا نراها مرارًا وتكرارًا؛ قطعة جديدة من التكنولوجيا، مثل محرك الاحتراق الداخلي، تنتشر وتغير كل شيء من حولها.

يمكن سرد قصة الإنسان من خلال هذه الموجات: تطورنا من كوننا مخلوقات بدائية ضعيفة تكافح من أجل البقاء في السافانا إلى أن أصبحنا، بحلونا ومرنا، القوة المهيمنة على كوكب الأرض. إن البشر كائنات تكنولوجية بالفطرة. منذ البداية، لم ننفصل أبدًا عن موجات التكنولوجيا التي نصنعها. إننا نتطور معًا، في تبادل للمنفعة.

تعود أقدم الأدوات الحجرية إلى ثلاثة ملايين سنة، قبل وقت طويل من بزوغ فجر الإنسان العاقل، كما يتضح من المطارق البالية والسكاكين البدائية. يشكل الفأس اليدوي البسيط جزءًا من الموجة الأولى من التكنولوجيا في التاريخ. صار من الممكن قتل الحيوانات بكفاءة أكبر، وتقطيع جثثها، ومحاربة المنافسين. وفي نهاية المطاف، تعلم البشر الأوائل كيفية التعامل مع هذه الأدوات بدقة، مما أدى إلى ظهور الخياطة والرسم والنحت والطهي.

وكانت هناك موجة أخرى محورية بنفس القدر: النار. لقد كان يستخدمها سلفنا الإنسان المنتصب، وكانت مصدرًا للضوء والدفء والأمان من الحيوانات المفترسة. وكان لها تأثير واضح على التطور: فقد أدى طهو الطعام إلى إطلاق طاقته بشكل أسرع، مما سمح بانكماش الجهاز الهضمي البشري وتضخم الدماغ. كان أسلافنا، الذين أعاقت فكوكهم القوية نمو الجمجمة، يقضون وقتهم بلا هوادة في مضغ الطعام وهضمه مثل الرئيسيات

اليوم. وبعد أن أدت النار إلى تحررهم من هذه الضرورة الدنيوية، أصبح بإمكانهم قضاء المزيد من الوقت في القيام بأشياء مثيرة للاهتمام مثل صيد الأطعمة الغنية بالطاقة، أو تصميم الأدوات، أو بناء شبكات اجتماعية معقدة. وأصبحت نار المخيم نقطة تجمع مركزية لحياة الإنسان، تساعد على إنشاء المجتمعات والعلاقات وتنظيم العمل. واعتلى تطور الإنسان العاقل صهوة هذه الموجات. نحن لسنا المنشئين لأدواتنا فحسب. إننا، على المستوى البيولوجي والتشريحي، نتاج لها.

كانت الأدوات الحجرية والنار بمثابة تقنيات أولية ذات أغراض عامة، بمعنى أنها كانت منتشرة، مما أدى بدوره إلى تمكين اختراعات، وسلع، وسلوكيات تنظيمية جديدة. تنتشر التقنيات ذات الأغراض العامة عبر المجتمعات، وعلى امتداد المناطق الجغرافية، وعلى مر التاريخ. فهي تفتح أبواب الاختراع على مصراعيها، مما يتيح استخدام العشرات من الأدوات والعمليات النهائية. وغالبًا ما تكون مبنية على نوع من المبدأ ذي الأغراض العامة، سواءً كان قدرة البخار على القيام بالعمل أو نظرية المعلومات الكامنة خلف الشفرة الثنائية للكمبيوتر.

والمفارقة في التقنيات ذات الأغراض العامة هي أنها سرعان ما تصبح غير ملفتة للنظر ونعتبرها أمرًا مسلمًا به. اللغة والزراعة والكتابة؛ كل منها كانت تكنولوجيا ذات أغراض عامة في مركز الموجة المبكرة. وشكلت هذه الموجات الثلاث أساس الحضارة كما نعرفها. والآن نحن نأخذها كأمر مسلم به. حددت إحدى الدراسات الرئيسية عدد التقنيات ذات الأغراض العامة التي ظهرت على مدار تاريخ البشرية بأكمله بأربعة وعشرين اختراعًا فقط، وذكرت من بينها اختراعات تتراوح من الزراعة، ونظام المصانع، وتطوير مواد مثل الحديد والبرونز، إلى آلات الطباعة، والكهرباء، وبالطبع الإنترنت. ليس هناك الكثير منها، لكنها مهمة؛ ولهذا السبب ما زلنا نستخدم في الحديث الشعبي مصطلحات مثل العصر البرونزي وعصر الشراع.

على مر التاريخ، كان حجم السكان ومستويات الابتكار مرتبطين أحدهما بالآخر. حيث تؤدي الأدوات والتقنيات الجديدة إلى جذب أعداد أكبر من السكان. فالمجموعات السكانية الأكبر حجمًا والأكثر ارتباطًا تشكل بوتقات أكثر فعالية للمحاولة والتجريب والاكتشاف بالصُدفة، و"عقلًا جماعيًا" أكثر قوة لصنع أشياء جديدة. وتؤدي الأعداد الكبيرة من السكان إلى ظهور مستويات أعلى من التخصص، وفئات جديدة من الأشخاص مثل الحرفيين والعلماء الذين لا ترتبط معيشتهم بالأرض. إن وجود المزيد من الناس الذين لا تدور حياتهم حول موارد الرزق يعني المزيد من المخترعين المحتملين، والمزيد من الأسباب المحتملة لوجود اختراعات، وهذه الاختراعات تعني بدورها المزيد من الناس. من أقدم الحضارات، مثل حضارة أوروك في بلاد ما بين النهرين، مهد الكتابة المسمارية التي تُعد أول نظام كتابة معروف، وإلى المدن الكبرى اليوم، قادت المدن التطور التكنولوجي. وكلما زاد تطور التكنولوجيا زاد عدد -وحجم- المدن. في فجر الثورة الزراعية، كان عدد سكان العالم ٢.٤ مليون نسمة فقط. وفي بداية الثورة الصناعية، اقترب الرقم من مليار نسمة، وهي زيادة قدرها أربعمائة ضعف استندت إلى الموجات التي حدثت خلال الفترة الفاصلة.

شكلت الثورة الزراعية (٩٠٠٠-٧٥٠٠ قبل الميلاد)، وهي واحدة من أهم موجات التاريخ، علامة على ظهور تكنولوجيتين ضخمتين ذواتي أغراض عامة حلتا تدريجيًا محل أسلوب الحياة البدوي القائم على الصيد وجمع الثمار، ألا وهما: تدجين النباتات والحيوانات. لم يغير هذان التطوران كيفية العثور على الغذاء وحسب، بل غيرا كيفية تخزينه، وكيفية عمل وسائل النقل، والنطاق الذي يمكن للمجتمع أن يدور فيه. أصبحت المحاصيل المبكرة، مثل: القمح، والشعير، والعدس، والحمص، والبازلاء؛ والحيوانات، مثل: الخنازير، والخراف، والماعز خاضعة للسيطرة البشرية. وفي نهاية المطاف، اقترن هذا بثورة جديدة في الأدوات؛ المعازق والمحاريث. شكلت هذه الابتكارات البسيطة علامة على بداية الحضارات الحديثة.

فكلما زاد عدد الأدوات التي تمتلكها، زادت قدرتك على القيام بالمزيد من العمل، وزادت قدرتك على تخيل أدوات وعمليات جديدة أخرى. وكما يشير جوزيف هينريش، عالم

الأنثروبولوجيا بجامعة هارفارد، فإن العجلة ظهرت متأخرة بشكل مدهش في حياة الإنسان. لكن بمجرد اختراعها، أصبحت بمثابة لبنة أساسية في كل شيء بدءًا من العربات التي تجرها الحيوانات وإلى المطاحن وآلات الطباعة والحدافات. من الكلمة المكتوبة إلى السفن الشراعية، تعمل التكنولوجيا على زيادة الترابط، مما يساعد على تعزيز تدفقها وانتشارها بدورها. وبالتالي فإن كل موجة تضع الأساس لموجات متتالية.

وبمرور الوقت، تسارعت هذه الديناميكية. بدأت الموجة الأولى من الثورة الصناعية في أوروبا في حوالي سبعينيات القرن الثامن عشر، وجمعت بين الطاقة البخارية والأنوال الآلية ونظام المصانع والقنوات. وفي أربعينيات القرن التاسع عشر جاء عصر السكك الحديدية والتلغراف والسفن البخارية، وبعد ذلك بقليل، جاء عصر الفولاذ والآلات؛ وقد شكلت معًا الثورة الصناعية الأولى. ثم، بعد بضعة عقود فقط، جاءت الثورة الصناعية الثانية. ولا شك أنك على دراية بأعظم إنجازاتها: محرك الاحتراق الداخلي، والهندسة الكيميائية، والطيران باستخدام الطاقة، والكهرباء. كان الطيران بحاجة إلى الاحتراق، والإنتاج الضخم لمحركات الاحتراق تطلب الفولاذ والآلات، وهلم جرًا. بداية من الثورة الصناعية، أصبح التغير الهائل يُقاس بالعقود وليس بالقرون أو آلاف السنين.

ومع ذلك، فهذه ليست عملية منظمة. فالموجات التكنولوجية لا تصل مصحوبة بإمكانية التنبؤ الدقيقة بحركات المد والجزر. على المدى الطويل، تتقاطع الموجات وتزداد حدة على نحو عشوائي. شهدت فترة العشرة آلاف سنة حتى عام ١٠٠٠ قبل الميلاد ظهور سبع تقنيات ذات أغراض عامة. وشهدت المائتا سنة الواقعة بين ١٧٠٠ و١٩٠٠ وصول ست تقنيات، من المحركات البخارية إلى الكهرباء. وفي المائة سنة الماضية وحدها كانت هناك سبع تقنيات. فلنتأمل هنا في حقيقة أن الأطفال الذين نشئوا وهم يتنقلون على ظهور الخيل والعربات الكارو ويحرقون الحطب للتدفئة في أواخر القرن التاسع عشر أمضوا أيامهم الأخيرة وهم يسافرون بالطائرة ويعيشون في منازل يدفئها انشطار الذرة.

إن الموجات -النابضة، والناشئة، والمتعاقبة، والمركبة، وذات التلقيح المتبادل- تحدد أفق الإمكانية التكنولوجية لعصر ما. إنها جزء منا. لا يوجد شيء اسمه إنسان غير تكنولوجي.

هذا المفهوم للتاريخ باعتباره سلسلة من موجات الابتكار ليس جديدًا. تتكرر مجموعات التقنيات المتسلسلة والمزعزِعة في المناقشات المتعلقة بالتكنولوجيا. بالنسبة لعالم الدراسات المستقبلية ألفين توفلر، كانت ثورة تكنولوجيا المعلومات "موجة ثالثة" في المجتمع البشري بعد الثورتين الزراعية والصناعية. ونظر جوزيف شومبيتر إلى الموجات باعتبارها طفرات في الابتكار تشعل شرارة أعمال جديدة في دفقات من "التدمير الخلّاق". وكان الفيلسوف العظيم في مجال التكنولوجيا لويس ممفورد يعتقد أن "عصر الآلة" كان في الواقع أشبه بألف عام استغرقها ظهور ثلاث موجات رئيسية متتالية. ومؤخرًا، تحدثت الخبيرة الاقتصادية كارلوتا بيريز عن "النماذج التكنولوجية الاقتصادية" التي تتحول بسرعة وسط الثورات التكنولوجية. إنها لحظات من الزعزعة المدوية والتخمينات الجامحة تعيد تشكيل الاقتصادات. فجأة أصبح كل شيء يعتمد على السكك الحديدية أو السيارات أو المعالجات الدقيقة. وفي نهاية المطاف، تكتمل التكنولوجيا، وتصبح مدمجة ومتاحة على نطاق واسع.

معظم الناس في مجال التكنولوجيا عالقون في تفاصيل اليوم ويحلمون بالغد. من المغري التفكير في الاختراعات باعتبارها لحظات منفصلة ومحظوظة. لكن إذا فعلت ذلك فسوف تفوتك الأنماط الصارخة للتاريخ، والميل المطلق الذي يكاد يكون فطريًا لدى موجات التكنولوجيا لأن تضرب مرارًا وتكرارًا.

الانتشار هو الوضع الافتراضي

في معظم فترات التاريخ الحي، كان انتشار التكنولوجيا الجديدة نادرًا. كان معظم البشر يولدون ويعيشون ويموتون محاطين بنفس مجموعة الأدوات والتقنيات. ومع ذلك، عند النظر إلى الصورة الأكبر، يصبح من الواضح أن الانتشار هو الوضع الافتراضي.

إن التقنيات ذات الأغراض العامة تتحول إلى موجات عندما تنتشر على نطاق واسع. ومن دون انتشار عالمي ملحمي يكاد يكون خارجًا عن نطاق السيطرة، فإنها ليست موجة؛ إنه فضول تاريخي. ومع ذلك، بمجرد أن يبدأ الانتشار، يتردد صدى هذه العملية عبر التاريخ، بدءًا من انتشار الزراعة عبر الكتلة الأرضية الأوراسية وإلى الانتشار البطيء لطواحين المياه من الإمبراطورية الرومانية إلى أرجاء أوروبا. بمجرد أن تحظى التكنولوجيا بالقبول، وبمجرد أن تبدأ الموجة في التشكل، يصبح النمط التاريخي الذي رأيناه في السيارات واضحًا.

عندما اخترع جوتنبرج آلة الطباعة حوالي عام ١٤٤٠، لم يكن هناك سوى نموذج واحد في أوروبا: نموذجه الأصلي في ماينز بألمانيا. لكن بعد مرور خمسين عامًا فقط، انتشرت ألف آلة طباعة في جميع أنحاء القارة. الكتب نفسها، وهي واحدة من أكثر التقنيات تأثيرًا في التاريخ، تضاعفت بسرعة هائلة. في العصور الوسطى، كان إنتاج المخطوطات يصل إلى مئات الآلاف في كل دولة كبرى في كل قرن. وبعد مرور مائة عام على اختراع جوتنبرج، أنتجت بلدان مثل إيطاليا وفرنسا وألمانيا نحو ٤٠ مليون كتاب في كل نصف قرن، وكانت وتيرة التسارع لا تزال في ازدياد. ففي القرن السابع عشر، طُبع في أوروبا ٥٠٠ مليون كتاب. ومع ارتفاع الطلب بشدة، انخفضت التكاليف. تقدِّر إحدى الدراسات التحليلية أن إدخال آلة الطباعة في القرن الخامس عشر كان سببًا في انخفاض سعر الكتاب بمقدار ٣٤٠ مرة، الأمر الذي أدى إلى المزيد من الاستخدام وزيادة الطلب.

أو انظر إلى الكهرباء. ظهرت أولى محطات الطاقة الكهربائية في لندن ونيويورك في عام ١٨٨٢، وفي ميلانو وسانت بطرسبرج في عام ١٨٨٣، وفي برلين في عام ١٨٨٤. وازداد انتشارها منذ ذلك الحين. وفي عام ١٩٠٠، خُصص ٢ في المائة من إنتاج الوقود الأحفوري لإنتاج الكهرباء، وبحلول عام ١٩٥٠، بلغت النسبة أكثر من ١٠ في المائة، وفي عام ٢٠٠٠ وصلت إلى أكثر من ٣٠ في المائة. في عام ١٩٠٠، بلغ معدل توليد الكهرباء على مستوى العالم ٨ تيراواط/ساعة؛ وبعد خمسين عامًا، وصل الرقم إلى ٦٠٠، وأدت الطاقة المتوفرة إلى تحويل الاقتصاد.

ووفقًا لحسابات الاقتصادي ويليام نوردهاوس الحائز على جائزة نوبل، فإن نفس مقدار العمل الذي كان ينتج أربعًا وخمسين دقيقة من الضوء عالي الجودة في القرن الثامن عشر ينتج الآن أكثر من خمسين عامًا من الضوء. ونتيجة لهذا، فإن الشخص العادي في القرن الحادي والعشرين يستطيع الوصول إلى ما يقرب من ٤٣٨٠٠٠ ضعف من "ساعات الإضاءة" سنويًا مقارنة بأبناء عمومتنا في القرن الثامن عشر.

وليس من المستغرب أن تُظهر التقنيات الاستهلاكية اتجاهًا مماثلًا. قدم ألكسندر جراهام بيل الهاتف في عام ١٨٧٦. وبحلول عام ١٩٠٠، كان في أمريكا ٦٠٠٠٠٠ هاتف. وبعد عشر سنوات، كان هناك ٥.٨ ملايين. واليوم، فإن عدد الهواتف في أمريكا أكبر بكثير من عدد الناس.

وتنضم زيادة الجودة إلى انخفاض الأسعار في هذه الصورة. إن جهاز التلفزيون البدائي الذي كانت تكلفته تبلغ ١٠٠٠ دولار في عام ١٩٥٠ يكلف ٨ دولارات فقط في عام ٢٠٢٣، على الرغم من أن أجهزة التلفزيون اليوم أفضل بكثير جدًا وبالتالي تكلف أكثر. ويمكنك العثور على منحنيات أسعار (واستخدام) متطابقة تقريبًا بالنسبة للسيارات أو أجهزة الميكروويف أو الغسالات. في الواقع، شهد القرنان العشرون والحادي والعشرون استخدامًا متسقًا بشكل ملحوظ للإلكترونيات الاستهلاكية الجديدة. من جديد، هذا النمط لا لبس فيه.

يتحفز الانتشار بواسطة قوتين: الطلب وما يترتب عليه من انخفاض في التكاليف، وكل منهما يدفع التكنولوجيا لأن تصبح أفضل وأرخص. إن الحوار الطويل والمعقد بين العلم والتكنولوجيا يولّد سلسلة من الأفكار والإنجازات الخارقة والأدوات التي تبني وتعزز بمرور الوقت، وعمليات إعادة التركيب الإنتاجية التي تقود المستقبل. كلما حصلت على تقنيات أكثر وأرخص، أتاح ذلك تدفقًا من التقنيات الجديدة والأرخص. ما كان أوبر ليوجد من دون الهاتف الذكي، الذي أتيح بدوره بفضل نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، الذي أتيح بدوره بفضل الأقمار الصناعية، التي أتيحت بدورها بفضل الصواريخ، التي أتيحت بدورها بفضل تقنيات الاحتراق، التي أتيحت بدورها بفضل اللغة والنار.

لا شك أن البشر يقفون وراء الإنجازات التكنولوجية الخارقة. إنهم يعملون على تحسين التكنولوجيا في ورش العمل والمختبرات والمرائب، بدافع من المال، والشهرة، وفي كثير من الأحيان المعرفة نفسها. إن خبراء التكنولوجيا والمبتكرين ومبادري الأعمال يتحسنون من خلال العمل، والأهم من ذلك، من خلال التقليد. فمن محراث عدوك المتفوق إلى أحدث الهواتف المحمولة، يعد التقليد محركًا بالغ الأهمية للانتشار. فالتقليد يحفز المنافسة، والتقنيات تتحسن أكثر. وتدخل وفورات الحجم حيز التنفيذ وتخفض التكاليف.

إن شهية الحضارة للتقنيات المفيدة والأرخص ثمنًا لا حدود لها. وهذا لن يتغير.

من الأنابيب المفرغة إلى النانومترات: الانتشار التوربيني

إذا كنت تريد لمحة عما سيأتي بعد ذلك، فكر في أساس الموجة المكتملة الأخيرة. منذ البداية، كان المحرك الدافع لأجهزة الكمبيوتر هو الرياضيات الحديثة، علاوة على ضرورات صراع القوى العظمى.

كما هو الحال بالنسبة لمحرك الاحتراق الداخلي، بدأت الحوسبة كفكرة في الأوراق الأكاديمية الغامضة وفي أذهان المهووسين بالتجريب. ثم جاءت الحرب. في أربعينيات القرن الماضي، بدأ بلتشلي بارك، مركز فك الشفرات السري للغاية في بريطانيا في الحرب العالمية الثانية، في إنتاج كمبيوتر حقيقي لأول مرة. وفي سباق لكسر آلات إنجما الألمانية التي يُفترض أنها غير قابلة للكسر، نجح فريق استثنائي في تحويل الأفكار النظرية إلى جهاز عملي قادر على فعل ذلك.

وكان هناك آخرون عاكفون أيضًا على هذه المسألة. فبحلول عام ١٩٤٥، نجح علماء في جامعة بنسلفانيا في تطوير جهاز مهم سابق لأجهزة الكمبيوتر ويدعى إنياك، وهو عبارة عن جهاز عملاق يبلغ ارتفاعه ثمانية أقدام ويتكون من ثمانية عشر ألفًا من الأنابيب المفرغة

وقادر على إجراء ثلاثمائة عملية في الثانية. وبدأت مختبرات بيل إنجازًا هامًا آخر في عام ١٩٤٧: الترانزستور، وهو شبه موصل يعمل على إنشاء "بوابات منطقية" لإجراء العمليات الحسابية. هذا الجهاز البدائي، الذي يتكون من مشبك ورق، وقصاصة من رقائق الذهب، وبلورة من الجرمانيوم يمكنها تبديل الإشارات الإلكترونية، وضع حجر الأساس للعصر الرقمي.

وكما هو الحال مع السيارات، لم يكن من الواضح بأي حال من الأحوال للمراقبين المعاصرين أن الحوسبة ستنتشر بسرعة. في أواخر الأربعينيات من القرن الماضي، كان لا يزال هناك عدد قليل فقط من الأجهزة. وفي وقت مبكر من ذلك العقد، زُعم (على نحو ذائع) أن رئيس شركة IBM، توماس جيه. واتسون، قال: "أعتقد أن هناك سوقًا عالمية لنحو خمسة أجهزة كمبيوتر". وقدمت مجلة Popular Mechanics توقعات نموذجية لعصرها في عام ١٩٤٩، فزعمت: "قد تحتوي أجهزة الكمبيوتر في المستقبل على ١٠٠٠ أنبوب مفرغ فقط، وربما تزن طنًا ونصف فقط". وبعد بلتشلي بعقد من الزمن، كان لا يزال هناك المئات فقط من أجهزة الكمبيوتر حول العالم.

ونحن نعرف ما حدث بعد ذلك. لقد حولت الحوسبة المجتمع بشكل أسرع مما توقعه أي شخص، وانتشرت بشكل أسرع من أي اختراع في تاريخ البشرية. اخترع روبرت نويس الدائرة المتكاملة في شركة فيرتشايلد سيميكوندكتور لأشباه الموصلات في أواخر الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي، وطبع ترانزستورات متعددة على رقائق السيليكون لإنتاج ما أصبح فيما بعد يحمل اسم رقائق السيليكون. وبعد فترة وجيزة، قدم باحث يدعى جوردون مور "قانونه" الذي سمي باسمه: كل أربعة وعشرين شهرًا، سوف يتضاعف عدد الترانزستورات الموجودة على الرقاقة. وهذا يعني ضمنًا أن الرقائق، وبالتالي عالم التكنولوجيا الرقمية والحاسوبية، سوف يخضع لمنحنى تصاعدي في عملية متسارعة للغاية.

والنتائج مذهلة. منذ أوائل السبعينيات من القرن الماضي، زاد عدد الترانزستورات في كل رقاقة بمقدار عشرة ملايين ضعف. وزادت قوتها بمقدار عشرة أضعاف؛ أي أنها تحسنت بمقدار سبعة عشر مليار ضعف. باعت شركة فيرتشايلد سيميكوندكتور مائة ترانزستور بسعر ١٥٠ دولارًا للواحد في عام ١٩٥٨. بينما يبلغ إنتاج الترانزستورات الآن عشرات التريليونات في الثانية الواحدة، بسعر جزء من مليار من الدولار لكل ترانزستور: وهو الانتشار الأسرع والأوسع في التاريخ.

بطبيعة الحال، أدى هذا الارتفاع في القدرة الحاسوبية إلى تعزيز ازدهار الأجهزة والتطبيقات والمستخدمين. في أوائل السبعينيات من القرن الماضي كان هناك حوالي نصف مليون جهاز كمبيوتر. وفي عام ١٩٨٣، كان إجمالي عدد أجهزة الكمبيوتر المتصلة بالإنترنت البدائي يبلغ ٥٦٢ جهازًا فقط. أما الآن فيُقدَّر عدد الحواسيب والهواتف الذكية والأجهزة المتصلة بالإنترنت بحوالي ١٤ مليارًا. استغرق الأمر بضع سنوات للهواتف الذكية للانتقال من منتج متخصص إلى منتج أساسي تمامًا لثلثي الكوكب.

ومع هذه الموجة جاء البريد الإلكتروني، ووسائل التواصل الاجتماعي، ومقاطع الفيديو على الإنترنت؛ وتُعد كل منها تجربة جديدة تمامًا ظهرت إلى الوجود بفضل الترانزستور وتكنولوجيا أخرى ذات أغراض عامة، وهي الإنترنت. هذا ما يبدو عليه الانتشار التكنولوجي الخالص وغير الخاضع للاحتواء. وقد أدى هذا إلى خلق انتشار أكثر إذهالًا: البيانات، التي تضاعفت عشرين مرة في العقد ٢٠١٠-٢٠٢٠ وحده. فقبل بضعة عقود فقط، كان تخزين البيانات قاصرًا على الكتب والأرشيفات المتربة. والآن ينتج البشر مئات المليارات من رسائل البريد الإلكتروني والرسائل النصية والصور ومقاطع الفيديو يوميًا ويخزنونها في السحابة. وتجري إضافة ثمانية عشر مليون جيجا بايت من البيانات إلى المجموع العالمي في كل دقيقة من كل يوم.

تعمل هذه التقنيات على استهلاك مليارات الساعات من الحياة البشرية الخالصة، وتشكيلها، وتشويهها، وإثرائها. إنها تهيمن على أعمالنا وأوقات فراغنا. وهي تشغل عقولنا وتشغل كل

شق في عالمنا، من الثلاجات، والمؤقتات، وأبواب المرائب، وأجهزة المساعدة السمعية، إلى توربينات الرياح. إنها تشكل بنية الحياة الحديثة. هواتفنا هي أول شيء نراه في الصباح وآخر شيء نراه في الليل. وهي تؤثر في كل جانب من جوانب الحياة البشرية: فهي تساعدنا في العثور على الحب والأصدقاء الجدد بينما تعمل على تنشيط سلاسل التوريد. وهي تؤثر فيمن ينجح في الانتخابات وكيف، وأين يجري استثمار أموالنا، وتقدير أطفالنا لذواتهم، وأذواقنا الموسيقية، وأزيائنا، وطعامنا، وكل ما بين ذلك.

قد يشعر شخص ما من عالم ما بعد الحرب بالذهول من حجم ومدى انتشار ما كان يبدو وكأنه تكنولوجيا متخصصة في زمنه. لقد أصبحت قدرة الحوسبة المدهشة على الانتشار والتحسن بمعدلات هائلة، ودخول وتطويق كل جانب من جوانب الحياة تقريبًا، هي الحقيقة السائدة في الحضارة المعاصرة. لم يسبق لأي موجة أن انتشرت بهذه السرعة، لكن النمط التاريخي يتكرر رغم ذلك. في البداية، يبدو الأمر مستحيلًا ولا يمكن تصوره. ثم يتضح أنه أمر حتمي. وكل موجة تنمو أكبر وأقوى.

من السهل أن تتوه في التفاصيل، لكن اتخذ خطوة للخلف وسوف تتمكن من رؤية الموجات وهي تزداد في السرعة والانتشار والتوافر والأثر. بمجرد أن تكتسب زخمًا، نادرًا ما تتوقف. الانتشار الجماعي، الانتشار الخالص، والمتفشي؛ هذا هو الوضع الافتراضي التاريخي للتكنولوجيا، وهو أقرب ما يكون إلى الحالة الطبيعية. فكر في الزراعة، والأدوات البرونزية، وآلة الطباعة، والسيارات، والتلفزيون، والهواتف الذكية، وغيرها. هناك إذن ما يبدو أنه قوانين للتكنولوجيا، شيء يشبه الشخصية المتأصلة، والخصائص الناشئة التي تصمد أمام اختبار الزمن.

يخبرنا التاريخ أن التكنولوجيا تنتشر، بشكل حتمي، في كل مكان تقريبًا في نهاية المطاف، من نيران المخيمات الأولى إلى نيران صاروخ ساتورن الخامس، ومن الحروف الأولى المكتوبة إلى النصوص التي لا نهاية لها على الإنترنت. المحفزات قوية. والقدرات تتراكم؛ والكفاءات تتزايد. وتصبح الموجات أسرع وأشد أثرًا. وتزداد التكنولوجيا توافرًا كلما

أصبحت أرخص. التكنولوجيا تنتشر، ومع كل موجة متعاقبة يتسارع هذا الانتشار ويتغلغل بشكل أعمق، حتى مع تزايد قوة التكنولوجيا.

هذا هو المعيار التاريخي للتكنولوجيا. وبينما ننظر إلى المستقبل، هذا هو ما يمكننا أن نتوقعه.

أم لا؟

الفصل ٣

مشكلة الاحتواء

الآثار الارتدادية

لم يكن بمقدور آلان تورينج وجوردون مور التنبؤ أبدًا بنشوء وسائل التواصل الاجتماعي أو الميمات أو ويكيبيديا أو الهجمات السيبرانية، ناهيك عن تغيير هذا الحال. وبعد عقود من اختراعهم، لم يعد صانعو القنبلة الذرية قادرين على إيقاف الحرب النووية بأكثر من قدرة هنري فورد على إيقاف حادث سيارة. إن التحدي الحتمي الذي تنطوي عليه التكنولوجيا هو أن صانعيها سرعان ما يفقدون السيطرة على المسار الذي تسلكه اختراعاتهم بمجرد تقديمها إلى العالم.

تتواجد التكنولوجيا في نظام ديناميكي معقد (العالم الحقيقي)، حيث تتدفق العواقب من الدرجة الثانية والثالثة واللا نهائية بشكل لا يمكن التنبؤ به. فما يبدو على الورق خاليًا من العيوب يمكن أن يأخذ منحى مختلفًا في البرية، لا سيما عند تقليده وتعديله بشكل أكبر في المرحلة النهائية. إن ما يفعله الناس بالفعل باختراعك، مهما كانت النية حسنة، لا يمكن ضمانه على الإطلاق. اخترع توماس إديسون الفونوغراف حتى يتمكن الناس من تسجيل أفكارهم للأجيال القادمة ولمساعدة المكفوفين. وقد شعر بالرعب عندما أراد معظم الناس تشغيل الموسيقى وحسب. وكان ألفريد نوبل ينوي أن تُستخدم متفجراته في التعدين وبناء السكك الحديدية فقط لا غير.

وأراد جوتنبرج فقط أن يجني المال من طباعة الإنجيل. ومع ذلك، فقد حفزت آلة الطباعة التي اخترعها الثورة العلمية والإصلاح، وبالتالي أصبحت أكبر تهديد للكنيسة الكاثوليكية منذ تأسيسها. ولم يكن صانعو الثلاجات يهدفون إلى إحداث ثقب في طبقة الأوزون

باستخدام مركبات الكلوروفلوروكربون، تمامًا كما لم يكن لدى صانعي محركات الاحتراق الداخلي والمحركات النفاثة أي نية لإذابة القمم الجليدية. في الواقع، لقد دافع المتحمسون الأوائل للسيارات عن فوائدها البيئية: فالمحركات ستعمل على تخليص الشوارع من أكوام من روث الخيول الذي ينشر الأوساخ والأمراض عبر المناطق الحضرية. ولم يكن لديهم أي تصور للاحتباس الحراري.

إن فهم التكنولوجيا يدور، جزئيًا، حول محاولة فهم عواقبها غير المقصودة، والتنبؤ ليس فقط بالتداعيات الإيجابية، بل وأيضًا بـ"الآثار الارتدادية". ببساطة، أي تكنولوجيا قادرة على اتخاذ منحى خاطئ، وغالبًا على نحو يتعارض بشكل مباشر مع غرضها الأصلي. فكر في الطريقة التي أدت بها المسكنات الأفيونية الموصوفة طبيًا إلى خلق الاعتماد عليها، أو كيف أن الإفراط في استخدام المضادات الحيوية يجعلها أقل فعالية، أو كيف يؤدي انتشار الأقمار الصناعية والحطام المعروف باسم "النفايات الفضائية" إلى تعريض رحلات الفضاء للخطر.

مع انتشار التكنولوجيا، يستطيع عدد أكبر من الناس استخدامها، وتطويعها، وتشكيلها كيفما يحلو لهم، في سلاسل من العلاقات السببية التي تتجاوز فهم أي شخص. ومع تزايد قوة أدواتنا بشكل كبير وتزايد إمكانية الوصول إليها بشكل سريع، تتزايد الأضرار المحتملة أيضًا، وتتكشف متاهة من العواقب التي لا يمكن لأحد التنبؤ بها أو تفاديها بشكل كامل. في أحد الأيام، يكتب شخص ما معادلات على السبورة أو يعبث بنموذج أولي في المرآب، وهو عمل يبدو غير ذي صلة بالعالم الأوسع. وفي غضون عقود من الزمن، يكون هذا العمل قد أدى إلى أسئلة وجودية للبشرية. ومع بنائنا لأنظمة ذات قوة متزايدة، أصبح هذا الجانب من التكنولوجيا أكثر إلحاحًا بالنسبة لي. كيف نضمن أن هذه الموجة الجديدة من التقنيات مفيدة أكثر مما هي مضرة؟

إن مشكلة التكنولوجيا هنا هي مشكلة الاحتواء. إذا لم يكن من الممكن القضاء على هذا الجانب، فقد يمكن تقليصه. الاحتواء هو القدرة الشاملة على التحكم في التقنيات والحد

منها وإيقافها إذا لزم الأمر في أي مرحلة من مراحل تطويرها أو نشرها. إنه يعني، في بعض الظروف، القدرة على منع انتشار التكنولوجيا في المقام الأول، والتحقق من سلسلة العواقب غير المقصودة (الجيدة والسيئة على حد سواء).

كلما كانت التكنولوجيا أقوى، أصبحت متأصلة في كل جانب من جوانب الحياة والمجتمع. ومن ثم، تميل مشكلات التكنولوجيا إلى التصاعد بالتوازي مع قدراتها، وبالتالي تصبح الحاجة إلى الاحتواء أكثر إلحاحًا بمرور الوقت.

هل أي من هذا ينقذ خبراء التكنولوجيا من المأزق؟ مطلقًا؛ إن مواجهة هذا الأمر منوطة بنا أكثر من أي شخص آخر. قد لا نكون قادرين على السيطرة على النقاط النهائية لعملنا أو على آثارها طويلة المدى، لكن هذا ليس سببًا للتخلي عن المسئولية. فلا يزال بوسع القرارات التي يتخذها خبراء التكنولوجيا والمجتمعات من المنبع أن تشكل النتائج. إن مجرد كون العواقب يصعب التنبؤ بها لا يعني أنه لا ينبغي لنا أن نحاول.

في معظم الحالات، يتعلق الاحتواء بالتحكم الهادف، أي القدرة على إيقاف حالة الاستخدام، أو تغيير اتجاه البحث، أو منع الجهات الفاعلة الضارة من الوصول إلى التكنولوجيا. إنه يعني الحفاظ على القدرة على توجيه الموجات لضمان أن تأثيرها يعكس قيمنا، ويساعدنا على الازدهار كجنس بشري، ولا يؤدي إلى أضرار جسيمة تفوق فوائدها.

ويوضح هذا الفصل مدى صعوبة وندرة ذلك في واقع الأمر.

الاحتواء هو الأساس

بالنسبة للكثيرين، فإن كلمة "الاحتواء" تثير ذكريات من الحرب الباردة. فقد زعم الدبلوماسي الأميركي جورج إف. كينان أن "العنصر الرئيسي في أي سياسة أميركية تجاه الاتحاد السوفييتي يجب أن يكون الاحتواء طويل الأمد والصبور وفي نفس الوقت الحازم

واليقظ للنزعات التوسعية الروسية". وأقر كينان بأنه بالنظر إلى العالم باعتباره ميدان صراع دائم التغير، يجب على الدول الغربية مراقبة ومواجهة القوة السوفييتية أينما وجدتها، والاحتواء الآمن للتهديد الأحمر ومخالبه الأيديولوجية على جميع الأبعاد.

في حين أن هذا التفسير للاحتواء يقدم بعض الدروس المفيدة، فإنه غير كافٍ لأغراضنا. إن التكنولوجيا ليست خصمًا؛ إنها ملكية أساسية للمجتمع البشري. ويجب أن يكون احتواء التكنولوجيا برنامجًا أكثر جوهرية، توازنًا للقوة ليس بين الجهات الفاعلة المتنافسة، بل بيننا نحن البشر وبين أدواتنا. إنه شرط أساسي ضروري لبقاء جنسنا البشري على مدى القرن المقبل. والاحتواء يشمل التنظيم، وتحسين السلامة الفنية، ونماذج جديدة للحوكمة والملكية، وأساليب جديدة للمساءلة والشفافية، وكلها إجراءات سابقة ضرورية (لكنها غير كافية) لتحقيق المزيد من الأمان التكنولوجي. إن الاحتواء قفل شامل يضم الهندسة المتطورة، والقيم الأخلاقية، والتنظيمات الحكومية. ولا ينبغي لنا أن ننظر إلى الاحتواء باعتباره الحل النهائي لكل مشكلات التكنولوجيا؛ بل هو الخطوة الأولى الحاسمة، والأساس الذي يُبنى عليه المستقبل.

فكر إذن في الاحتواء باعتباره مجموعة من الآليات الفنية والثقافية والقانونية والسياسية المترابطة والمعززة لبعضها بعضًا والتي تعمل على المحافظة على السيطرة المجتمعية على التكنولوجيا في عصر صار فيه التغيير متسارعًا؛ إنه بنية ترقى إلى مستوى المهمة، مهمة احتواء ما كان يمكن أن يكون قرونًا أو آلاف السنين من التغير التكنولوجي الذي يحدث الآن في غضون سنوات أو حتى أشهر، حيث تتردد العواقب في جميع أرجاء العالم في ثوانٍ.

يشير الاحتواء الفني إلى ما يحدث في المختبر أو في منشأة البحث والتطوير. في الذكاء الاصطناعي، على سبيل المثال، يعني ذلك الفجوات الهوائية، وصناديق الرمل، وعمليات المحاكاة، ومفاتيح إيقاف التشغيل، وتدابير الأمن والسلامة المدمجة بإحكام؛ وهي بروتوكولات للتحقق من سلامة أو صحة أو طبيعة النظام غير القابلة للاختراق وإيقاف

تشغيله إذا لزم الأمر. ثم تأتي القيم والثقافات المحيطة بالإبداع والنشر والتي تدعم الحدود، وطبقات الحوكمة، وقبول القيود، واليقظة تجاه الأضرار والعواقب غير المقصودة. وأخيرًا، يشمل الاحتواء آليات الاحتواء القانونية الوطنية والدولية: أي القواعد التنظيمية التي أقرتها الهيئات التشريعية الوطنية والمعاهدات السارية في الأمم المتحدة وغيرها من الهيئات العالمية. إن التكنولوجيا دائمًا ما تعلق بشدة في القوانين والأعراف، والمعايير والعادات، وهياكل القوة والمعرفة في أي مجتمع؛ ويجب مراعاة كل منها. سنعود إلى هذا بمزيد من التفصيل في الجزء ٤.

أما في الوقت الحالي، فربما تتساءل، هل سبق أن حاولنا ذلك حقًا، حاولنا احتواء هذه الموجة؟

هل سبق أن قلنا لا؟

مع انتشار آلات الطباعة في مختلف أنحاء أوروبا في القرن الخامس عشر، كان رد فعل الإمبراطورية العثمانية مختلفًا نوعًا ما. فقد حاولت حظرها. نظرًا لعدم رضا السلطان عن إمكانية الإنتاج الضخم غير المنظم للمعرفة والثقافة، فقد اعتبر الصحافة ابتكارًا "غربيًا" غريبًا. وعلى الرغم من منافسة إسطنبول لمدن مثل لندن وباريس وروما من حيث عدد السكان، فإنها لم تمتلك آلة طباعة مرخصة حتى عام ١٧٢٧، أي بعد ما يقرب من ثلاثة قرون من اختراعها. لفترة طويلة، نظر المؤرخون إلى مقاومة الإمبراطورية العثمانية باعتبارها مثالًا كلاسيكيًا على القومية التكنولوجية المبكرة، ورفضًا متعمدًا ومتخلفًا للحداثة.

لكن الأمر أكثر تعقيدًا من ذلك. بموجب قواعد الإمبراطورية، كان الحظر مقصورًا على الحروف العربية فقط، وليس على الطباعة بأكملها. كان الحظر أكثر من مجرد موقف مناهض للتكنولوجيا بشكل جوهري، لقد كان يرجع إلى التكلفة الباهظة والتعقيد الشديد الذي ينطوي عليه تشغيل الطابعات باللغة العربية؛ كان السلطان وحده هو القادر على تمويل الطباعة، ولم يكن لدى السلاطين المتعاقبين اهتمام كبير بها. وهكذا، توقفت

الصحافة العثمانية؛ لبعض الوقت قالت الإمبراطورية: لا، شكرًا لكم. لكن في نهاية المطاف، وكما هو الحال في كل مكان آخر، أصبحت الطباعة حقيقة من حقائق الحياة في الإمبراطورية العثمانية، وفي البلدان التي خلفتها، وفي جميع أنحاء العالم في واقع الأمر. يبدو أن الدول قد تقول لا، لكن مع انخفاض تكلفة الأشياء وانتشار استخدامها على نطاق أوسع، لا يكون بوسعها قول لا للأبد.

بالنظر إلى الماضي، قد تبدو الموجات انسيابية وحتمية. لكن هناك مجموعة لا حصر لها تقريبًا من العوامل الصغيرة والمحلية، التي غالبًا ما تكون عشوائية، والتي تؤثر في مسار التكنولوجيا. والحقيقة أنه لا ينبغي لأحد أن يتصور أن الانتشار أمر سهل. بل قد يكون مكلفًا، وبطيئًا، ومحفوفًا بالمخاطر، أو قد يتطلب تغييرات صعبة في السلوك يمكن تنفيذها على مدى عقود أو حياة كاملة. فعليه أن يحارب المصالح القائمة، والمعرفة الراسخة، وأولئك الذين يمسكون بزمامهما بتملك. إن الخوف والشك في أي شيء جديد ومختلف أمر مستوطن. الجميع، بدءًا من نقابات الحرفيين المهرة إلى الملوك المتشككين، لديهم سبب للتراجع. إن المجموعات اللاضية، التي رفضت التقنيات الصناعية بعنف، ليست استثناءً عند ظهور تقنيات جديدة؛ بل هي القاعدة.

في العصور الوسطى، أراد البابا أوربان الثاني حظر سلاح القوس والنشاب. ورفضت الملكة إليزابيث الأولى نوعًا جديدًا من آلات الحياكة في أواخر القرن السادس عشر على أساس أنها قد تزعج النقابات. وعملت النقابات على مهاجمة وتحطيم أنواع جديدة من الأنوال والمخارط في نورمبرج، ودانزيج، وهولندا، وإنجلترا. وكان جون كاي، مخترع المكوك الطائر، الذي جعل النسيج أكثر كفاءة وكان يُعد إحدى التقنيات الرئيسية للثورة الصناعية، خائفًا جدًا من الأعمال الانتقامية العنيفة لدرجة أنه هرب من إنجلترا إلى فرنسا.

لقد حاول الناس عبر التاريخ مقاومة التقنيات الجديدة لأنهم شعروا بالتهديد والقلق من تدمير موارد رزقهم وأسلوب حياتهم. لقد كانوا، من وجهة نظرهم، يقاتلون من أجل

مستقبل عائلاتهم، وسوف يلجئون إلى القوة الجسدية، إذا لزم الأمر، لتدمير ما هو قادم. طالما أن التدابير السلمية قد فشلت، أراد اللاضيون تفكيك موجة الآلات الصناعية.

وفي ظل حكم الشوغون توكوجاوا في القرن السابع عشر، أغلقت اليابان أبوابها أمام العالم -وأمام اختراعاته الهمجية بالتبعية- لمدة تقرب من ثلاثمائة عام. فمثل معظم المجتمعات عبر التاريخ، كانت لا تثق بالجديد والمختلف والمزعِع. وبالمثل، رفضت الصين بعثة دبلوماسية بريطانية وما عرضته من التكنولوجيا الغربية في أواخر القرن الثامن عشر، حيث قال الإمبراطور تشيان لونج: "تمتلك إمبراطوريتنا السامية كل الأشياء بوفرة غزيرة ولا تفتقر إلى أي منتج داخل حدودها. وبالتالي ليست هناك حاجة لاستيراد مصنوعات البرابرة الخارجيين".

ولم ينجح أي من ذلك. صمد القوس والنشاب إلى أن حلت محله البنادق. وعادت آلة الحياكة التي رفضتها الملكة إليزابيث، بعد قرون، في شكل أنوال ميكانيكية كبيرة الحجم وقوية للغاية لتشعل شرارة الثورة الصناعية. وتُعد الصين واليابان اليوم من بين أكثر الأماكن تقدمًا تكنولوجيًا وتكاملًا عالميًا على وجه الأرض. لم يكن اللاضيون أكثر نجاحًا في إيقاف التقنيات الصناعية الجديدة من نجاح أصحاب الخيول وصانعي العربات في منع السيارات. حيثما يوجد الطلب، تنتشر التكنولوجيا دائمًا، وتلقى رواجًا، ويتزايد مستخدموها.

بمجرد تكوُّن الموجات، يكاد يكون من المستحيل إيقافها. وكما اكتشف العثمانيون في حالة الطباعة، فإن المقاومة تميل إلى التراجع مع مرور الوقت. إن طبيعة التكنولوجيا هي الانتشار، مهما كانت العوائق.

تنشأ الكثير من التقنيات ثم تتوارى. أنت لا ترى الكثير من دراجات بيني فارثينج أو سيجواي، أو تستمع إلى العديد من أشرطة الكاسيت أو الأقراص المصغرة. لكن هذا لا يعني أن التنقل الشخصي والموسيقى ليسا منتشرين؛ لقد حلت أشكال جديدة وأكثر كفاءة محل

التقنيات القديمة وحسب. نحن لا نركب القطارات البخارية أو نكتب على الآلات الكاتبة، لكن شبحها لا يزال حيًا في خلفائها، مثل قطارات شينكانسن وأجهزة ماك بوك.

فكر كيف أفسحت النار، ثم الشموع ومصابيح الزيت، كأجزاء من موجات متتالية، المجال لمصابيح الغاز ثم المصابيح الكهربائية، والآن مصابيح الليد، وتزايد إجمالي الضوء الاصطناعي حتى مع تغير التقنيات الأساسية. إن التقنيات الجديدة تحل محل العديد من سابقاتها. تمامًا مثلما أدت الكهرباء عمل الشموع والمحركات البخارية على حد سواء، حلت الهواتف الذكية محل أجهزة الملاحة عبر الأقمار الصناعية والكاميرات وأجهزة المساعد الرقمي الشخصي وأجهزة الكمبيوتر والهواتف (وابتكرت فئات جديدة تمامًا من الخبرة: التطبيقات). وبما أن التكنولوجيا تتيح لك القيام بالمزيد، بتكلفة أقل، فإن جاذبيتها تزداد وحسب، جنبًا إلى جنب مع استخدامها.

تخيل أنك تحاول بناء مجتمع معاصر من دون كهرباء أو مياه جارية أو أدوية. وحتى لو استطعت، كيف يمكنك إقناع أي شخص بأن هذا أمر يستحق العناء أو مرغوب فيه أو صفقة جيدة؟ قليلة هي المجتمعات التي نجحت في إبعاد نفسها عن التقدم التكنولوجي؛ والقيام بذلك عادة ما يكون إما جزءًا من الانهيار وإما معجلًا به. لا توجد طريقة واقعية للتراجع.

لا يمكن إلغاء الاختراعات أو حظرها إلى أجل غير مسمى، كما لا يمكن محو المعارف أو منعها من الانتشار. والأمثلة التاريخية المتفرقة لا تعطينا سببًا كافيًا للاعتقاد بأن ذلك قد يحدث مرة أخرى. تُركت مكتبة الإسكندرية لتذبل، وأُحرقت في نهاية المطاف، وفُقدت أكوام من العلوم الكلاسيكية إلى الأبد. لكن في النهاية، اكتشفنا حكمة العصور القديمة من جديد وأعدنا تقييمها. ونتيجة افتقار الصين إلى أدوات الاتصالات الحديثة، نجحت في الاحتفاظ بسر صناعة الحرير طي الكتمان لعدة قرون، لكنه انكشف في النهاية بفضل اثنين من الرهبان النسطوريين قويي الإرادة في عام ٥٥٢ بعد الميلاد. إن التقنيات أفكار، والأفكار لا يمكن القضاء عليها.

إن التكنولوجيا جزرة متدلية إلى الأبد، تَعِد باستمرار بالمزيد والأفضل والأسهل والأرخص. إن شهيتنا للاختراع لا تشبع. والحتمية الظاهرة لحدوث الموجات لا تتأتى عن غياب المقاومة، بل عن الطلب الذي يطغى عليها. كثيرًا ما قال الناس لا، ورغبوا في احتواء التكنولوجيا لعدد كبير من الأسباب. كل ما في الأمر أن ذلك لم يكن كافيًا أبدًا. لا يعني ذلك أن أحدًا لم ينتبه لمشكلة الاحتواء على مر التاريخ؛ بل يعني فقط أن أحدًا لم يجد لها حلًا أبدًا.

هل هناك استثناءات؟ أم أن الموجة تغمر دائمًا كل مكان في النهاية؟

الاستثناء النووي؟

في ١١ سبتمبر ١٩٣٣، تحدث الفيزيائي إرنست رذرفورد أمام الجمعية البريطانية لتقدم العلوم في ليستر قائلًا إن "كل من يقول إننا قادرون، بالوسائل المتاحة لنا حاليًا وبالمعرفة التي نملكها حاليًا، على الاستفادة من الطاقة الذرية، فكلامه هراء". وعندما قرأ المهاجر المجري ليو زيلارد نقلًا لحديث رذرفورد أثناء تواجده في أحد فنادق لندن، فكر مليًا في الأمر أثناء تناول فطوره. ثم ذهب للنزهة. وفي اليوم التالي لليوم الذي أطلق فيه رذرفورد على الأمر اسم "هراء"، توصل زيلارد إلى مفهوم التفاعل النووي المتسلسل.

وحدث الانفجار النووي الأول بعد اثني عشر عامًا فقط. في ١٦ يوليو ١٩٤٥، وتحت رعاية مشروع مانهاتن، فجَّر الجيش الأمريكي جهازًا يحمل الاسم الرمزي "ترينيتي" في صحراء نيو مكسيكو. وبعد أسابيع، أسقطت طائرة من طراز بوينج بي-٢٩ سوبر فورتريس، تحمل اسم إينولا جاي، جهازًا يحمل الاسم الرمزي "الولد الصغير" ويحتوي على أربعة وستين كيلوجرامًا من اليورانيوم-٢٣٥ فوق مدينة هيروشيما، مما أسفر عن مقتل ١٤٠٠٠٠ شخص. وفي لحظة، تغير العالم. ومع ذلك، منذ تلك الحادثة، وعلى عكس النمط السائد في التاريخ، لم تستمر الأسلحة النووية في الانتشار.

لم تُفجر الأسلحة النووية إلا مرتين في زمن الحرب. وحتى الآن لم تمتلكها سوى تسع دول. في واقع الأمر، تخلت جنوب إفريقيا عن التقنية بالكامل في عام ١٩٨٩. وعلى حد علمنا، لم تتمكن أي جهة فاعلة غير حكومية من امتلاك أسلحة نووية، واليوم يبلغ العدد الإجمالي للرءوس الحربية نحو عشرة آلاف رأس، وهو رقم ضخم إلى حد مخيف، لكنه أقل من نظيره أثناء الحرب الباردة عندما بلغ هذا الرقم أعلى مستوياته محلقًا فوق ستين ألفًا.

إذن ماذا حدث؟ من الواضح أن الأسلحة النووية تمنح ميزة استراتيجية كبيرة. وفي نهاية الحرب العالمية الثانية، لم يكن من المستغرب أن يفترض الكثير من الناس أنها ستنتشر على نطاق واسع. بعد التطوير الناجح للقنابل النووية المبكرة، كانت الولايات المتحدة وروسيا تسيران في طريق تطوير أسلحة أكثر تدميرًا، مثل القنابل الهيدروجينية النووية الحرارية. وكان أكبر انفجار سجله التاريخ على الإطلاق هو اختبار لقنبلة هيدروجينية تسمى "قنبلة القيصر". فُجرت القنبلة فوق أرخبيل ناءٍ في بحر بارنتس عام ١٩٦١، وأدى الانفجار إلى تكوين كرة نارية يبلغ قطرها ثلاثة أميال وسحابة فطرية يبلغ عرضها تسعة وخمسين ميلًا. وكان الانفجار أقوى بعشر مرات من مجموع المتفجرات التقليدية المستخدمة في الحرب العالمية الثانية كلها. وأخاف حجمه الجميع. وفي هذا الصدد، ربما قدمت القنبلة المساعدة بالفعل. فقد تراجعت كل من الولايات المتحدة وروسيا عن تكثيف أسلحتهما في مواجهة قوتها المطلقة المروعة.

إن بقاء التكنولوجيا النووية خاضعة للاحتواء لم يكن من قبيل الصدفة؛ لقد كانت سياسة واعية لمنع انتشار القوى النووية، وساعد في ذلك حقيقة أن إنتاج الأسلحة النووية أمر معقد للغاية وباهظ التكلفة.

كانت بعض المقترحات المبكرة لتحقيق الاحتواء نبيلة إلى حد مثير للإعجاب. ففي عام ١٩٤٦، اقترح تقرير أتشيسون-ليلينثال أن تنشئ الأمم المتحدة "هيئة التنمية الذرية" المخولة بالسيطرة الصريحة على جميع الأنشطة النووية على مستوى العالم. لم يحدث ذلك، بطبيعة الحال، لكن تلت ذلك سلسلة من المعاهدات الدولية. ورغم أن دولًا مثل الصين

وفرنسا قد امتنعت عن المشاركة، فقد وُقعت معاهدة الحظر الجزئي للتجارب النووية في عام ١٩٦٣، مما أدى إلى الحد من وتيرة التفجيرات التجريبية التي كانت تحفز المنافسة.

وجاءت نقطة التحول في عام ١٩٦٨ مع معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، وهي لحظة تاريخية وافقت فيها الدول صراحة على عدم تطوير أسلحة نووية أبدًا. لقد اجتمع العالم من أجل الوقف الحاسم لانتشار الأسلحة النووية إلى دول جديدة. فمنذ الاختبار الأول، كانت قوتها التدميرية واضحة. وكان الاشمئزاز الشعبي من احتمال وقوع كارثة نووية حرارية بمثابة حافز قوي للتوقيع على المعاهدة. لكن هذه الأسلحة خضعت للاحتواء أيضًا بحسابات باردة. لقد قيَّد التدمير المتبادل المؤكد مالكي هذه الأسلحة لأنه سرعان ما أصبح من الواضح أن استخدامها بكامل قوتها هو وسيلة سريعة لضمان تدمير نفسك.

كما أنها باهظة الثمن للغاية ويصعب تصنيعها. فهي لا تحتاج فقط إلى مواد نادرة ويصعب التعامل معها مثل اليورانيوم-٢٣٥ المخصب، بل إن الحفاظ عليها ووقف تشغيلها في نهاية المطاف يمثل تحديًا أيضًا. وكان الافتقار إلى الطلب واسع النطاق يعني ضغوطًا قليلة لخفض التكاليف وزيادة الإتاحة؛ فهي لا تخضع لمنحنيات التكلفة التقليدية للتكنولوجيا الاستهلاكية الحديثة. لم تكن هذه الأسلحة لتنتشر أبدًا مثل الترانزستورات أو أجهزة التلفاز ذات الشاشات المسطحة؛ إن إنتاج المواد الانشطارية ليس مثل درفلة الألومنيوم. إن عدم الانتشار يرجع في جزء كبير منه إلى حقيقة أن تصنيع سلاح نووي هو واحد من أضخم المساعي التي يمكن أن تشرع فيها أي دولة وأكثرها تكلفة وتعقيدًا.

سيكون من الخطأ أن نقول إنها لم تنتشر، في حين أنه حتى الآن توجد العديد من الأسلحة النووية المحمولة على غواصات تجوب البحار أو القابعة في حالة تأهب قصوى في صوامع كبيرة. لكن إلى درجة ملحوظة، وبفضل نطاق ضخم من الجهود الفنية والسياسية على مدى عقود من الزمن، تمكنت تلك الأسلحة من تجنب النمط الأساسي الراسخ للتكنولوجيا.

ومع ذلك، وعلى الرغم من احتواء القدرات النووية إلى حد كبير، وهو استثناء جزئي، فإن هذه ليست قصة مطمئنة. فلا يزال التاريخ النووي عبارة عن سلسلة من الحوادث المروعة،

والحوادث الوشيكة، وسوء الفهم. فمنذ التجارب الأولى في عام ١٩٤٥، وقعت مئات الحوادث التي تستحق اهتمامًا جديًا، بدءًا من المشكلات البسيطة نسبيًا في العمليات وإلى التصعيد المرعب الذي كان (ولا يزال) من الممكن أن يؤدي إلى تدمير واسع النطاق بشكل مروع حقًا.

يمكن للفشل أن يأتي في مجموعة متنوعة من الأشكال. ماذا لو حدث خطأ في البرنامج؟ ففي نهاية المطاف، لم تحدث ترقية لأنظمة القيادة والسيطرة الأمريكية إلا في عام ٢٠١٩ بعد أن كانت تستخدم أجهزة السبعينيات من القرن الماضي والأقراص المرنة مقاس ثماني بوصات. لقد كانت ترسانة الأسلحة الأكثر تطورًا وتدميرًا في العالم تعتمد على تكنولوجيا قديمة جدًا بحيث لا يمكن التعرف عليها (ولا استخدامها) بالنسبة لمعظم الناس الذين يعيشون اليوم.

والحوادث كثيرة جدًا. في عام ١٩٦١، على سبيل المثال، حدث تسرب للوقود في طائرة من طراز بي-٥٢ في السماء فوق ولاية كارولينا الشمالية. وقفز الطاقم من الطائرة المعتلة، وتركها وحمولتها تسقطان على الأرض. وفي أثناء سقوطها، ضُغط زر أمان القنبلة الهيدروجينية الحية وأصبحت في الوضع "المسلح" أثناء اصطدامها بأحد الحقول. ومن بين آليات السلامة الأربع فيها، لم يتبقَّ سوى واحدة في مكانها، وحيل دون الانفجار بأعجوبة. وفي عام ٢٠٠٣ كشفت وزارة الدفاع البريطانية عن أكثر من ١١٠ حادث وشيك وفعلي في تاريخ برنامجها للأسلحة النووية. وحتى الكرملين، الذي لا يشكل نموذجًا للانفتاح، اعترف بوقوع ١٥ حادثًا نوويًا خطيرًا في الفترة ما بين عام ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٠.

يمكن للأعطال الصغيرة في الأجهزة أن تؤدي إلى مخاطر كبيرة. في عام ١٩٨٠، كادت رقاقة كمبيوتر واحدة معيبة تبلغ تكلفتها ستة وأربعين سنتًا أن تتسبب في وقوع حادث نووي كبير في المحيط الهادئ. وفي الحالة الأكثر شهرة على الأرجح، كان الشيء الوحيد الذي حال دون وقوع كارثة نووية أثناء أزمة الصواريخ الكوبية هو رفض رجل واحد، وهو العميد البحري الروسي بالإنابة، فاسيلي أرخيبوف، إعطاء الأمر بإطلاق الطوربيدات

النووية. وكان الضابطان الآخران على الغواصة، نتيجة لاقتناعهما بأنهما يتعرضان للهجوم، قد جعلا العالم قاب قوسين أو أدنى من حرب نووية واسعة النطاق.

ولا تزال المخاوف كثيرة. فقد قعقعت السيوف النووية من جديد في أعقاب الغزو الروسي لأوكرانيا. وقد بذلت كوريا الشمالية جهودًا غير عادية لامتلاك أسلحة نووية، ويبدو أنها باعت صواريخ باليستية لدول أخرى وشاركت معها في تطوير التقنيات النووية. وتعمل الصين والهند وباكستان على تكثيف ترساناتها النووية، كما أن سجلاتها الخاصة بالسلامة غير شفافة. وقد أعرب الجميع، من تركيا إلى اليابان وكوريا الجنوبية، على الأقل عن اهتمامهم بالأسلحة النووية. حتى إن البرازيل والأرجنتين كان لديهما برامج لتخصيب اليورانيوم.

من غير المعروف حتى الآن أن أي جماعة إرهابية قد نجحت في امتلاك رأس حربي تقليدي أو مادة إشعاعية كافية لصنع قنبلة "قذرة". لكن طرق بناء مثل هذه القنبلة ليست سرية. ويمكن لأي عالم مارق أن ينتج واحدة بشكل موثوق. وقد ساعد المهندس إيه. كيو. خان باكستان في تطوير أسلحة نووية عن طريق سرقة مخططات أجهزة الطرد المركزي والفرار من هولندا.

هناك الكثير من المواد النووية المفقودة، من المستشفيات والشركات والجيوش، وحتى من تشيرنوبيل في الآونة الأخيرة. في عام ٢٠١٨، سُرق البلوتونيوم والسيزيوم من سيارة مسئول بوزارة الطاقة في سان أنطونيو، تكساس، أثناء نومه في فندق قريب. والسيناريو الأسوأ هو رأس حربي طليق، سُرق أثناء النقل، أو حتى فُقد بطريقة أو بأخرى أثناء عملية الجرد. قد يبدو الأمر خياليًا، لكن الولايات المتحدة فقدت في واقع الأمر ثلاثة أسلحة نووية على الأقل.

إن الأسلحة النووية تشكل استثناءً للانتشار التكنولوجي الذي لا يمكن وقفه، لكن ذلك يرجع فقط إلى التكاليف الهائلة والتعقيدات التي ينطوي عليها الأمر، والعقود من الجهود الشاقة من أطراف متعددة، والجسامة المرعبة لإمكاناتها الفتاكة، والحظ الخالص. ربما

تكون إذن قد خالفت الاتجاه الأوسع إلى حد ما، لكنها تُظهر أيضًا كيف تغيرت قواعد اللعبة. ونظرًا للعواقب المحتملة، ونظرًا لامتدادها الوجودي الوشيك، فإن حتى الاحتواء النسبي الجزئي لا يُعد كافيًا على الإطلاق.

والحقيقة المثيرة للقلق بشأن هذه التكنولوجيا المخيفة هي أن البشرية حاولت رفضها ولم تنجح إلا جزئيًا. إن الأسلحة النووية من بين أكثر التقنيات التي خضعت للاحتواء على مر التاريخ، ومع ذلك فإن مشكلة الاحتواء -بمعناها الأصعب والأكثر حَرفية- تبقى من دون حل تمامًا حتى في هذا الصدد.

الحيوان التكنولوجي

إن الحالات التي ظهر فيها بصيص الاحتواء نادرة، ومعيبة في كثير من الأحيان. وهي تشمل الوقف الاختياري للأسلحة البيولوجية والكيميائية؛ وبروتوكول مونتريال لعام ١٩٨٧، الذي يقضي بالتخلص التدريجي من المواد الضارة بطبقة الأوزون في الغلاف الجوي، وخاصة مركبات الكلوروفلوروكربون؛ والحظر الذي فرضه الاتحاد الأوروبي على استخدام الكائنات المعدلة وراثيًا في المواد الغذائية؛ والوقف ذاتي التنظيم لتعديل الجينات البشرية. ولعل أجندة الاحتواء الأكثر طموحًا هي إزالة الكربون، والتي تتجلى في تدابير مثل اتفاق باريس، الذي يهدف إلى الحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى درجتين مئويتين. فهو في جوهره يمثل محاولة عالمية لرفض مجموعة من التقنيات الأساسية.

سوف نلقي نظرة فاحصة على هذه الأمثلة الحديثة للاحتواء في الجزء ٤. لكن في الوقت الحالي، من المهم ملاحظة أنه على الرغم من كون هذه الإنجازات مفيدة، فإن أيًا منها لم يكن قويًا بشكل خاص. ومثل هذه الأسلحة ليست سوى تطبيق ضيق نسبيًا لمجالات تتطور باستمرار. على الرغم من الحظر المفروض على قدرات العالم الكيميائية والبيولوجية، فإنها تنمو كل عام؛ وإذا أدرك أي شخص الحاجة إلى تحويلها إلى أسلحة، فسيكون الأمر أسهل من أي وقت مضى.

بينما يحظر الاتحاد الأوروبي استخدام الكائنات المعدلة وراثيًا في الإمدادات الغذائية، فإنها منتشرة في كل مكان في أجزاء أخرى من العالم. وكما سنرى، فإن العلم الذي يقف وراء تعديل الجينات يتقدم للأمام. وقد تعرقلت الدعوة إلى فرض حظر عالمي على تعديل الجينات البشرية. لحسن الحظ، كانت البدائل الأرخص والأكثر فعالية متاحة بسهولة لتحل محل مركبات الكلوروفلوروكربون، التي لم تكن على أي حال تكنولوجيا ذات أغراض عامة. ولولاها، تشير النمذجة إلى أن طبقة الأوزون ربما كانت ستنهار في أربعينيات القرن الحادي والعشرين، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة بمقدار ١.٧ درجة مئوية إضافية في القرن الحادي والعشرين. بوجه عام، فإن جهود الاحتواء هذه تقتصر على تقنيات محددة للغاية، بعضها في ولايات قضائية ضيقة، وكلها ترتبط فقط بنسبة الشراء الضعيفة.

ورغم أن اتفاق باريس يهدف إلى تجاوز هذه القيود، فهل سينجح؟ علينا أن نأمل ذلك. لكن من الجدير بالذكر أن هذا الاحتواء لم يأتِ إلا في أعقاب أضرار جسيمة وتهديد وجودي يتزايد وضوحًا يومًا بعد يوم. لقد أتى متأخرًا، ونجاحه بعيد كل البعد عن أن يكون مضمونًا.

هذا ليس احتواءً مناسبًا. ولا تمثل أي من هذه الجهود كبحًا شاملًا لموجة من التكنولوجيا ذات الأغراض العامة، رغم أنها تقدم بالفعل مؤشرات مهمة للمستقبل، كما سنرى لاحقًا. لكن هذه الأمثلة لا تثير قدرًا من الراحة يقترب حتى من القدر الذي نأمله؛ أو نحتاج إليه.

هناك دومًا أسباب وجيهة لمقاومة التكنولوجيا أو الحد منها. فعلى الرغم من أن تاريخها يرتكز على تمكين الناس من أداء المزيد من العمل، وزيادة القدرات، وإجراء تحسينات في الرفاهية، فإنها ليست قصة من جانب واحد: التكنولوجيا تخلق أسلحة أكثر فتكًا وتدميرًا بقدر ما تخلق أدوات أفضل. إنها تخلف وراءها فاشلين، وتقضي على بعض الوظائف وأساليب الحياة، وتتسبب في ضرر يصل إلى النطاق العالمي والوجودي مثل تغير المناخ. يمكن للتقنيات الجديدة أن تكون مزعجة ومزعزعة للاستقرار، وغريبة ومجتاحة. التكنولوجيا تسبب المشكلات، ولطالما كانت كذلك.

ومع ذلك، لا يبدو أن أيًا من ذلك يهم. ربما يستغرق الأمر بعض الوقت، لكن النمط لا لبس فيه: تقنيات أرخص ثمنًا وأكثر كفاءة تواصل الانتشار، في موجة تلو الأخرى من هذه التقنيات. طالما أن التقنية مفيدة، ومرغوبة، وأسعارها معقولة، ومتاحة للجميع، وغير مسبوقة، فإنها تستمر وتنتشر، وتتضاعف هذه الميزات. في حين أن التكنولوجيا لا تخبرنا متى أو كيف أو ما إذا كان علينا السير عبر الأبواب التي تفتحها، فإننا على ما يبدو نسير عبرها عاجلًا أم آجلًا. ليست هناك علاقة حتمية هنا، بل مجرد رابط تجريبي مستمر على مر التاريخ.

إن كل شيء يتعلق بتقنية معينة هو أمر مشروط، ويعتمد على المسار؛ فهو يعتمد على مجموعة معقدة إلى حد مذهل من الظروف، وأحداث الصدفة، وعدد لا يحصى من العوامل المحلية والثقافية والمؤسسية والاقتصادية المحددة. إذا نظرنا إلى الصورة عن قرب، سنجد أن اللقاءات العابرة الموفقة، والأحداث العشوائية، والميزات الشخصية الفريدة، وأعمال الإبداع الصغيرة -والمعارضة في بعض الأحيان- تشكل أهمية كبيرة. لكن إذا نظرنا عن بعد، ماذا سنرى؟ عملية أكثر تكتونية، حيث لا يتعلق الأمر بما إذا كانت هذه القوى قد سُخرت، بل بتوقيت حدوث ذلك وبأي شكل وعلى يد من.

نظرًا لندرته الشديدة، فمن غير المستغرب أن يختفي الاحتواء من قاموس خبراء التكنولوجيا وصناع السياسات. لقد استسلمنا بشكل جماعي لقصة هذا الفصل لأنها متأصلة للغاية. بشكل عام، لقد تركنا الموجات تجتاحنا، وأصبحنا نديرها بلا تنسيق وعلى أساس منفرد، متقبلين أن الانتشار الحتمي والخارج عن السيطرة لهذه القدرات، سواءً كان موضع ترحيب أم رفض، هو حقيقة من حقائق الحياة.

على مدار حوالي مائة عام، نقلت موجات متتالية البشرية من عصر الشموع والعربات التي تجرها الخيول إلى عصر محطات الطاقة والمحطات الفضائية. وسوف يحدث شيء مماثل في السنوات الثلاثين القادمة. في العقود المقبلة، سوف تجبرنا موجة جديدة من التكنولوجيا على مواجهة أهم الأسئلة الأساسية التي واجهها جنسنا البشري على الإطلاق.

هل نريد تعديل الجينوم الخاص بنا حتى يتسنى لبعضنا إنجاب أطفال يتمتعون بحصانة ضد أمراض معينة، أو يتمتعون بذكاء أكبر، أو لديهم القدرة على العيش لفترة أطول؟ هل نحن ملتزمون بالتمسك بمكانتنا على قمة الهرم التطوري، أم أننا سنسمح بظهور أنظمة ذكاء اصطناعي أكثر ذكاءً وقدرة مما يمكننا أن نكون عليه في أي وقت؟ وما العواقب غير المتعمدة لاستكشاف مثل هذه الأسئلة؟

إنها توضح حقيقة أساسية عن الإنسان التكنولوجي في القرن الحادي والعشرين. على مدار أغلب التاريخ، كان التحدي الذي تشكله التكنولوجيا يكمن في خلق قوتها وإطلاقها. لكن هذا انقلب الآن: فالتحدي الذي تشكله التكنولوجيا اليوم يدور حول احتواء قوتها المطلقة، وضمان استمرارها في خدمتنا وخدمة كوكبنا.

وهذا التحدي على وشك التصاعد بشكل حاسم.

الجزء الثاني

الموجة التالية

الفصل ٤

تكنولوجيا الذكاء

مرحبًا بكم في عصر الآلة

لن أنسى أبدًا اللحظة التي أصبح فيها الذكاء الاصطناعي أمرًا حقيقيًا بالنسبة لي. ليس نقطة نقاش أو طموحًا هندسيًا، بل حقيقة واقعة.

حدث ذلك في أول مكتب لشركة ديب مايند في بلومزبري بلندن في أحد أيام عام ٢٠١٢. بعد تأسيس الشركة وتأمين التمويل الأولي، أمضينا بضع سنوات نعمل في سرية تامة، مركزين على أبحاث وهندسة بناء الذكاء الاصطناعي العام. تشير كلمة "العام" في مصطلح الذكاء الاصطناعي العام إلى النطاق الواسع المتعمد لهذه التكنولوجيا؛ فقد أردنا بناء وكلاء تعلم عامّين حقًا يمكنهم التفوق على الأداء البشري في معظم المهام المعرفية. وقد تحول نهجنا الهادئ مع إنشاء خوارزمية تسمى DQN، وهي اختصار لعبارة Deep Q-Network (شبكة التعلم المعزز العميقة). ودرَّب أعضاء الفريق DQN على لعب مجموعة من ألعاب الأتاري الكلاسيكية، أو بشكل أكثر تحديدًا، لقد دربناها على تعلم كيفية لعب الألعاب بمفردها. وكان عنصر التعلم الذاتي هذا هو الخاصية المميزة الرئيسية لنظامنا مقارنة بالجهود السابقة وكان بمثابة التلميح الأول إلى أننا قد نحقق هدفنا النهائي.

في البداية، كانت DQN فظيعة، وبدت غير قادرة على تعلم أي شيء على الإطلاق. لكن بعد ظهر ذلك اليوم في خريف عام ٢٠١٢، كانت مجموعة صغيرة منا نحن العاملين في ديب مايند مجتمعة حول آلة لتشاهد إعادة تشغيل لعملية تدريب الخوارزمية أثناء تعلمها للعبة Breakout (بريك أوت). في لعبة بريك أوت، يتحكم اللاعب في مجداف في الجزء السفلي من الشاشة، والذي يدفع الكرة لأعلى ولأسفل لتحطيم صفوف من الطوب الملون.

وكلما زاد عدد الطوب الذي تدمره، زاد مجموع نقاطك. لم يعطِ فريقنا DQN أي شيء سوى البكسلات الأولية، إطارًا تلو الآخر، ومجموع النقاط، من أجل معرفة العلاقة بين البكسلات وإجراءات التحكم الخاصة بتحريك المجداف يسارًا ويمينًا. في البداية، تقدمت الخوارزمية من خلال استكشاف فضاء الاحتمالات بشكل عشوائي حتى عثرت مصادفة على إجراء مفيد. ومن خلال التجربة والخطأ، تعلمت التحكم في المضرب، وتحريك الكرة ذهابًا وإيابًا، وتحطيم الطوب صفًا تلو الآخر. شيء مثير للإعجاب.

ثم حدث شيء لافت للنظر. بدا أن DQN قد اكتشفت استراتيجية جديدة وذكية للغاية. وبدلًا من مجرد تحطيم الطوب بشكل مطرد، صفًا بعد صف، بدأت DQN باستهداف عمود واحد من الطوب. وكانت النتيجة إنشاء طريق فعال يصل إلى الجزء الخلفي من كتلة الطوب. لقد حفرت DQN نفقًا على طول الطريق إلى الأعلى، منشئة مسارًا مكَّن الكرة من الارتداد ببساطة عن الجدار الخلفي، مما أدى إلى تدمير مجموعة الطوب بالكامل بشكل مطرد مثل كرة مسعورة في آلة الكرة والدبابيس. وحققت الطريقة أعلى مجموع نقاط بأقل جهد. لقد كان ذلك تكتيكًا غير عادي، صحيح أنه لم يكن يخفى على اللاعبين الماهرين، لكنه لم يكن واضحًا أبدًا. لقد شاهدنا الخوارزمية وهي تعلم نفسها شيئًا جديدًا. وقد شعرتُ بالذهول.

كانت هذه أول مرة أشهد فيها نظامًا بسيطًا للغاية وبارعًا للغاية يمكنه تعلم معرفة قيّمة، وهي استراتيجية يمكن القول إنها لم تكن واضحة للعديد من البشر. لقد كانت لحظة مثيرة، إنجازًا خارقًا أظهر فيه أحد وكلاء الذكاء الاصطناعي إشارة مبكرة تدل على أنه قادر على اكتشاف معرفة جديدة.

لقد بدأت DQN بداية صعبة، لكن بعد بضعة أشهر من التجريب، وصلت الخوارزمية إلى مستويات أداء تفوق طاقة البشر. كان هذا النوع من النتائج هو السبب وراء إنشائنا لشركة ديب مايند. كان هذا هو ما يعدنا به الذكاء الاصطناعي. إذا كان بإمكان الذكاء الاصطناعي أن يكتشف استراتيجية ذكية مثل حفر الأنفاق، فما الذي يمكن أن يتعلمه أيضًا؟ وهل

يمكننا تسخير هذه القوة الجديدة لتزويد جنسنا البشري بالمعرفة والاختراعات والتقنيات الجديدة للمساعدة في معالجة المشكلات الاجتماعية الأكثر تحديًا في القرن الحادي والعشرين؟

لقد كانت DQN خطوة كبيرة بالنسبة لي، ولشركة ديب مايند، ولمجتمع الذكاء الاصطناعي. لكن الاستجابة العامة كانت باهتة إلى حد ما. كان الذكاء الاصطناعي لا يزال نقاشًا ثانويًا، ومجال بحث على الهامش. ومع ذلك، في غضون سنوات قليلة، تغير كل ذلك مع تدفق هذا الجيل الجديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى الساحة العالمية.

ألفاجو وبداية المستقبل

لعبة Go (جو) هي لعبة شرق آسيوية قديمة تُلعب على شبكة مكونة من تسعة عشر صفًا وتسعة عشر عمودًا بواسطة الأحجار السوداء والبيضاء. وهدفك هو تطويق أحجار خصمك بأحجارك، وبمجرد تطويقها، تزيلها من على اللوحة. هذا يلخص الأمر إلى حد كبير.

وعلى الرغم من قواعدها البسيطة، فإن تعقيد لعبة جو مذهل. إنها أكثر تعقيدًا بكثير من لعبة الشطرنج. فبعد ثلاثة أزواج فقط من الحركات في لعبة الشطرنج، يكون هناك حوالي ١٢١ مليون تكوين محتمل للوحة. لكن بعد ثلاث حركات في لعبة جو، يكون هناك حوالي ٢٠٠ كوادريليون (2 × 1510) من التكوينات المحتملة. في المجمل، تحتوي اللوحة على ١٠١٧٠ من التكوينات المحتملة، وهو عدد كبير بشكل مذهل.

يقال غالبًا إن هناك عددًا من التكوينات الممكنة للوحة جو أكبر من عدد الذرات الموجودة في الكون المعروف؛ وهو مليون تريليون تريليون تريليون في واقع الأمر! وفي وجود كل هذه الاحتمالات، لم يكن أمام الأساليب التقليدية أي فرصة للنجاح. عندما تغلب حاسوب ديب بلو الذي صنعته شركة IBM على جاري كاسباروف في لعبة الشطرنج في عام ١٩٩٧، كان قد استخدم ما يسمى بتقنية القوة الغاشمة، حيث تهدف الخوارزمية إلى

معالجة أكبر عدد ممكن من الحركات الممكنة بشكل منهجي. وهذا النهج لا أمل منه في لعبة تحتوي على العديد من النتائج المتفرعة مثل جو.

عندما بدأنا العمل على لعبة جو في عام ٢٠١٥، ظن معظم الناس أن ظهور برنامج يحصد بطولة العالم لا يزال على بعد عقود من الزمن. وقد شجعَنا سيرجي برين، المؤسس المشارك لشركة جوجل، على معالجة هذا الأمر، زاعمًا أن أي تقدم سيكون مبهرًا بما فيه الكفاية. وقد تعلم برنامج AlphaGo (ألفاجو) في البداية من خلال مشاهدة ١٥٠ ألف لعبة لعبها خبراء بشريون. وبمجرد أن أصبحنا راضين عن أدائه الأولي، كانت الخطوة الرئيسية التالية هي إنشاء العديد من نسخ ألفاجو وجعله يلعب ضد نفسه مرارًا وتكرارًا. وهذا يعني أن الخوارزمية كانت قادرة على محاكاة الملايين من الألعاب الجديدة، وتجربة مجموعات من الحركات التي لم يلعبها أحد من قبل، وبالتالي استكشاف مجموعة كبيرة من الاحتمالات بكفاءة، وتعلم استراتيجيات جديدة في أثناء ذلك.

ثم، في مارس ٢٠١٦، نظمنا بطولة في كوريا الجنوبية. حيث تنافس ألفاجو ضد لي سيدول، بطل العالم الموهوب. ولم يكن من الواضح تمامًا من سيفوز. توقع معظم المعلقين فوز سيدول بالجولة الأولى. لكن ألفاجو فاز بالمباراة الأولى، وهو الأمر الذي أثار صدمتنا وبهجتنا معًا. وفي المباراة الثانية جاءت الحركة رقم ٣٧، وهي حركة مشهورة الآن في سجلات كل من الذكاء الاصطناعي ولعبة جو. لم تكن الحركة منطقية أبدًا. كان من الواضح أن ألفاجو قد أفسد الأمر، حيث اتبع دون تفكير استراتيجية خاسرة لن يتبعها أي لاعب محترف على الإطلاق. وقال المعلقان على المباراة الحية، وكلاهما محترفان على أعلى المستويات، إنها كانت "حركة غريبة للغاية" وظنا أنها كانت "خطأً". وكان من الغريب للغاية أن استغرق سيدول خمس عشرة دقيقة للرد، بل ونهض عن اللوحة ليتمشى قليلًا في الخارج.

وبينما كنا نشاهد من غرفة التحكم، كان التوتر لا يصدق. لكن مع اقتراب نهاية اللعبة، تبين أن هذه الحركة "الخاطئة" كانت محورية. وفاز ألفاجو مرة أخرى. كانت استراتيجية لعبة

جو تعاد كتابتها أمام أعيننا. لقد كشف الذكاء الاصطناعي الذي ابتكرناه عن أفكار لم تخطر على بال اللاعبين الأكثر ذكاءً على مدى آلاف السنين. وفي غضون بضعة أشهر فقط، أمكننا تدريب الخوارزميات على اكتشاف معارف جديدة والتوصل لأفكار جديدة تفوق القدرات البشرية على ما يبدو. لكن كيف يمكننا تحقيق المزيد من الاستفادة من هذه الإمكانات؟ هل ستنجح هذه الطريقة في حل مشكلات العالم الحقيقي؟

واصل ألفاجو تقدمه وتغلب على سيدول بنتيجة ٤-١. وكانت هذه هي البداية فقط. فقد استغنت الإصدارات الأحدث من البرنامج مثل AlphaZero (ألفازيرو) عن أي معرفة بشرية سابقة. لقد تدرب النظام ببساطة من تلقاء نفسه، ولاعب نفسه ملايين المرات، وتعلم من الصفر للوصول إلى مستوى من الأداء تغلب على ألفاجو الأصلي دون أن يتلقى أي معرفة أو مدخلات من اللاعبين البشريين. بعبارة أخرى، بعد يوم واحد فقط من التدريب، كان ألفازيرو قادرًا على أن يتعلم عن اللعبة أكثر مما يمكن أن تعلمه له التجربة البشرية بأكملها.

وكان انتصار ألفاجو بمثابة إعلان لعصر جديد من الذكاء الاصطناعي. هذه المرة، وعلى عكس DQN، كانت الإجراءات تُبث على الهواء مباشرة إلى الملايين. لقد خرج فريقنا، على مرأى ومسمع من الجمهور، مما أطلق عليه الباحثون اسم "شتاء الذكاء الاصطناعي"، عندما جف التمويل البحثي وتجنب الجميع هذا المجال. لقد عاد الذكاء الاصطناعي، وبدأ أخيرًا يؤتي أكله. كان التغير التكنولوجي الكاسح في طريقه إلينا من جديد، وكانت موجة جديدة في سبيلها إلى الظهور. وكانت هذه البداية وحسب.

من الذرات، إلى البتات، إلى الجينات

إلى عهد قريب، كان من الممكن تلخيص تاريخ التكنولوجيا في عبارة واحدة: سعي البشرية إلى التلاعب بالذرات. من النار إلى الكهرباء، ومن الأدوات الحجرية إلى الأدوات الآلية، ومن الهيدروكربونات إلى الأدوية، فإن الرحلة الموصوفة في الفصل ٢ هي في الأساس عملية

واسعة وتدريجية، حيث بسط جنسنا البشري سيطرته ببطء على الذرات. ومع ازدياد دقة هذه السيطرة، أصبحت التقنيات تدريجيًا أكثر قوة وتعقيدًا، الأمر الذي أدى إلى ظهور الأدوات الآلية، والعمليات الكهربائية، والمحركات الحرارية، والمواد الاصطناعية مثل البلاستيك، وإنشاء جزيئات معقدة قادرة على هزيمة الأمراض المخيفة. في الأساس، فإن المحرك الأساسي لكل هذه التقنيات الجديدة هو المادة؛ وتحديدًا التلاعب المتزايد بعناصرها الذرية.

وبعد ذلك، بدءًا من منتصف القرن العشرين، بدأت التكنولوجيا تعمل على مستوى أعلى من التجريد. وكان السبب الكامن وراء هذا التحول هو إدراك أن المعلومات هي خاصية أساسية للكون. ويمكن ترميزها في صيغة ثنائية، وهي تشكل، في هيئة الحمض النووي، جوهر كيفية عمل الحياة. سلاسل من الآحاد والأصفار، أو الأزواج الأساسية من الحمض النووي؛ هذه ليست مجرد غرائب رياضية. فهي أساسية وقوية. وإذا فهمت هذه التدفقات من المعلومات وتحكمت فيها، قد تفتح تدريجيًا عالمًا جديدًا من الإمكانات. حلت البتات في البداية، ثم الجينات بشكل متزايد، محل الذرات باعتبارها اللبنات الأساسية للاختراع.

وفي العقود التي تلت الحرب العالمية الثانية، أسس العلماء وخبراء التكنولوجيا ورجال الأعمال مجالي علم الحاسوب وعلم الوراثة، وارتبطت بكليهما مجموعة من الشركات. لقد بدءوا ثورتين موازيتين -ثورة البتات وثورة الجينات- استخدمتا تداول المعلومات من خلال العمل على مستويات جديدة من التجريد والتعقيد. وفي نهاية المطاف، اكتملت التقنيات وأعطتنا كل شيء بدءًا من الهواتف الذكية وحتى الأرز المعدل وراثيًا. لكن كانت هناك حدود لما يمكننا القيام به.

وهذه الحدود تتعرض للاختراق الآن. إننا نقترب من نقطة انعطاف مع وصول تقنيات التفكير العليا هذه، وهي الأكثر عمقًا في التاريخ. إن الموجة القادمة من التكنولوجيا مبنية في المقام الأول على تقنيتين للأغراض العامة قادرتين على العمل على المستويات الأعظم والأكثر تفصيلًا على حد سواء: الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي. ولأول مرة،

تتناول المكونات الأساسية لمنظومتنا التكنولوجية بشكل مباشر خاصيتين أساسيتين لعالمنا: الذكاء والحياة. بعبارة أخرى، فإن التكنولوجيا تمر بمرحلة انتقالية. فهي لم تعد مجرد أداة، بل إنها ستعمل على هندسة الحياة ومنافسة ذكائنا؛ والتفوق عليه.

إن العوالم التي كانت مغلقة سابقًا أمام التكنولوجيا آخذة في الانفتاح. يمكِّننا الذكاء الاصطناعي من استنساخ الكلام واللغة والرؤية والتفكير. لقد مكننتا الإنجازات التأسيسية الخارقة في علم الأحياء التخليقي من تحديد تسلسل الحمض النووي، وتعديله، والآن طباعته.

إن قوانا الجديدة القادرة على التحكم في البتات والجينات تنعكس على المادة، وتسمح لنا بالتحكم الفائق في العالم من حولنا وصولًا إلى المستوى الذري حتى. تتحد الذرات والبتات والجينات في دورة نشطة من القدرة ذات التحفيز المتبادل والتداخل والتوسع المستمر. إن قدرتنا على التلاعب بالذرات بدقة مكنتنا من اختراع رقائق السيليكون، مما مكننا من حساب تريليونات العمليات في الثانية الواحدة، مما مكننا بدوره من فك رموز الحياة.

في حين أن الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي هما التقنيتان المركزيتان ذواتا الأغراض العامة في الموجة القادمة، فإن هناك حزمة من التقنيات ذات التداعيات القوية وغير العادية التي تتمحور حولهما، والتي تشمل الحوسبة الكمومية، وعلم الروبوتات، وتقنية النانو، وإمكانية توفير الطاقة الوفيرة، من بين تقنيات أخرى.

إن الموجة القادمة ستكون أصعب في الاحتواء من أي شيء آخر على مر التاريخ، وستكون أيضًا أكثر جوهرية وأبعد مدى. وفهم هذه الموجة وملامحها أمر بالغ الأهمية لتقييم ما ينتظرنا في القرن الحادي والعشرين.

الانفجار الكامبري

التكنولوجيا عبارة عن مجموعة من الأفكار المتطورة. تتطور التقنيات الجديدة عن طريق التصادم والتراكب مع تقنيات أخرى. وتنجو التركيبات الفعالة، كما هو الحال في الانتخاب الطبيعي، مكونة لبنات بناء جديدة لتقنيات المستقبل. إن الاختراع عملية تراكمية ومركبة. وهو يتغذى على نفسه. كلما زاد عدد التقنيات الموجودة، أصبحت بدورها مكونات لتقنيات جديدة أخرى، بحيث، على حد تعبير الخبير الاقتصادي دبليو. بريان آرثر: "تنطلق المجموعة الإجمالية من التقنيات صعودًا من القلة إلى الكثرة ومن البسيطة إلى المعقدة". ولذلك فإن التكنولوجيا تشبه اللغة أو الكيمياء: ليست مجموعة من الكيانات والممارسات المستقلة، لكنها مجموعة مختلطة من الأجزاء التي يمكن تركيبها وإعادة تركيبها.

وهذا هو المفتاح لفهم الموجة القادمة. يتحدث عالم التكنولوجيا إيفريت روجرز عن التكنولوجيا باعتبارها "مجموعات من الابتكارات" تترابط فيها سمة واحدة أو أكثر بشكل وثيق. إن الموجة القادمة عبارة عن عنقود عملاق، انفجار تطوري مثل الانفجار الكامبري، وهو الانفجار الأكثر كثافة للأنواع الجديدة في تاريخ الأرض، والذي سيجلب عدة آلاف من التطبيقات الجديدة المحتملة. إن كل تقنية موصوفة هنا تتقاطع مع التقنيات الأخرى وتدعمها وتعززها بطرق تجعل من الصعب التنبؤ بتأثيرها مقدمًا. فكلها متشابكة بشكل عميق وسوف تزداد تشابكًا.

ثمة خاصية أخرى للموجة الجديدة، ألا وهي السرعة. يتحدث المهندس وعالم الدراسات المستقبلية راي كورزويل عن "قانون تسريع العائدات"، أي حلقات التغذية المرتدة حيث يؤدي التقدم التكنولوجي إلى زيادة وتيرة التطور. من خلال السماح بالعمل بمستويات أكبر من التعقيد والدقة، تساعد الرقائق والليزر الأكثر تطورًا في إنشاء رقائق أكثر قوة، على سبيل المثال، والتي بدورها يمكن أن تنتج أدوات أفضل لمزيد من الرقائق. ونحن نرى هذا الآن على نطاق واسع، حيث يساعد الذكاء الاصطناعي في تصميم رقائق وتقنيات إنتاج أفضل تتيح أشكالًا أكثر تطورًا من الذكاء الاصطناعي وهلم جرًا. تعمل الأجزاء المختلفة من الموجة على تنشيط وتسريع بعضها بعضًا، ويصحب ذلك أحيانًا قدر كبير من عدم القدرة على التنبؤ والقابلية للاحتراق.

لا يمكننا أن نعرف بالضبط ماهية التركيبات التي ستنتج. ليس هناك يقين فيما يتعلق بالجداول الزمنية، أو نقاط النهاية، أو المظاهر المحددة. ومع ذلك، يمكننا أن نرى روابط جديدة ورائعة تتشكل في الوقت الفعلي. ويمكننا أن نكون واثقين من أن نمط التاريخ، ونمط التكنولوجيا، الذي هو عبارة عن عملية لا نهائية من الانتشار وإعادة التركيب الإنتاجية، سوف يستمر، لكنه سيتعمق أيضًا بشكل جذري.

ما وراء الكلمات الطنانة

ربما يبدو الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي وعلم الروبوتات والحوسبة الكمومية وكأنها موكب من الكلمات الطنانة المبالغ فيها. ويكثر المتشككون. لقد نوقشت كل هذه المصطلحات في الخطاب التكنولوجي الشعبي لعقود من الزمن. وقد كان التقدم في كثير من الأحيان أبطأ مما هو معلن. يزعم النقاد أن المفاهيم التي نستعرضها في هذا الفصل، مثل الذكاء الاصطناعي العام، غير محددة بشكل جيد أو مضللة فكريًا بحيث لا يمكن أخذها على محمل الجد.

في عصر وفرة رأس المال الاستثماري، فإن التمييز بين الأشياء اللامعة والإنجازات الحقيقية ليس بالأمر السهل. يمكننا تفهم أن الحديث عن التعلم الآلي، وازدهار العملات المشفرة، وسلاسل التمويل بملايين ومليارات الدولارات، يقابَل بتدوير العينين للأعلى والتنهيد في العديد من الدوائر. من السهل أن تشعر بالضجر من البيانات الصحفية التي تخطف الأنفاس، والنسخ التجريبية للمنتجات التي يهنئ بها المرء نفسه، والتشجيع المحموم على وسائل التواصل الاجتماعي.

ورغم أن التشاؤم له مزاياه، فإن استبعاد التقنيات في الموجة القادمة يشكل خطرًا علينا. في الوقت الحالي، لا تقترب أي من التقنيات الموصوفة في هذا الفصل من إمكاناتها الكاملة. لكن في غضون خمس أو عشر أو عشرين سنة، يكاد يكون من المؤكد أن يحدث ذلك. إن التقدم واضح ومتسارع. وهو يحدث شهرًا بعد شهر. ومع ذلك فإن فهم الموجة

القادمة لا يتعلق بإصدار حكم سريع حول ما قد تئول إليه الأمور هذا العام أو ذاك؛ بل هو يتعلق بالتتبع الدقيق لتطور المنحنيات المتسارعة المتعددة على مدار عقود، وإسقاط ذلك على المستقبل، والتساؤل عن معنى ذلك.

إن التكنولوجيا عنصر أساسي في النمط التاريخي الذي يكتسب فيه جنسنا البشري سيادة متزايدة على الذرات والبتات والجينات، التي تشكل لبنات بناء العالم الذي نعرفه. وفي لحظة ما سيشكل هذا أهمية كونية. إن التحدي الكامن في إدارة تقنيات الموجة القادمة يعني فهمها وأخذها على محمل الجد، بدءًا من تلك التي قضيت مسيرتي المهنية في العمل عليها: الذكاء الاصطناعي.

ربيع الذكاء الاصطناعي: التعلم العميق يبلغ أشده

يقع الذكاء الاصطناعي في مركز هذه الموجة القادمة. ومع ذلك، منذ أن دخل مصطلح "الذكاء الاصطناعي" المعجم لأول مرة في عام ١٩٥٥، بدا في كثير من الأحيان وكأنه وعد بعيد المنال. على مدى سنوات، كان التقدم في الرؤية الحاسوبية، على سبيل المثال -أي التحدي الكامن في بناء أجهزة كمبيوتر يمكنها التعرف على الأشياء أو المشاهد- أبطأ من المتوقع. ومن المعروف أن أستاذ علوم الكمبيوتر الأسطوري مارفن مينسكي كان قد عيَّن طالبًا صيفيًا للعمل على نظام رؤية مبكر في عام ١٩٦٦، معتقدًا أنه على وشك تحقيق إنجازات فارقة. وكان ذلك اعتقادًا متفائلًا إلى حد كبير.

استغرقت لحظة الإنجاز الفارق ما يقرب من نصف قرن، ووصلت أخيرًا في عام ٢٠١٢ في شكل نظام يسمى AlexNet (أليكسنت). وكان ما دعم نظام أليكسنت هو عودة ظهور تقنية قديمة أصبحت الآن أساسية للذكاء الاصطناعي، تقنية عززت هذا المجال وكانت جزءًا لا يتجزأ من عملنا في ديب مايند، ألا وهي: التعلم العميق.

يستخدم التعلم العميق شبكات عصبية مصممة على غرار تلك الموجودة في الدماغ البشري، لكن بشكل أقل تعقيدًا. بعبارة بسيطة، فإن هذه الأنظمة "تتعلم" عندما تتلقى شبكاتها "تدريبًا" على كميات كبيرة من البيانات. وفي حالة أليكسنت، كانت بيانات التدريب مكونة من صور. يجري إعطاء قيمة عددية لكل بكسل أحمر أو أخضر أو أزرق، ثم تلقين مجموعة الأرقام الناتجة إلى الشبكة كمُدخل. وداخل الشبكة، ترتبط "الخلايا العصبية" بالخلايا العصبية الأخرى عن طريق سلسلة من الوصلات الموزونة، كل منها يتوافق على نحو تقريبي مع قوة العلاقة بين المدخلات. وتعمل كل طبقة في الشبكة العصبية على تلقين مدخلاتها إلى الطبقة التالية، مما يؤدي إلى إنشاء تمثيلات متزايدة التجرد.

ثم تعمل تقنية تسمى الانتشار العكسي على ضبط الأوزان لتحسين الشبكة العصبية؛ عند اكتشاف خطأ ما، تُنشر التعديلات مرة أخرى عبر الشبكة للمساعدة في تصحيحه في المستقبل. ومن خلال استمرارك في القيام بذلك، وتعديل الأوزان مرارًا وتكرارًا، تعمل على تحسين أداء الشبكة العصبية تدريجيًا بحيث تكون في النهاية قادرة على الانتقال من استقبال بكسلات مفردة إلى تعلم وجود الخطوط والحواف والأشكال ثم في نهاية المطاف الأشياء الكاملة الموجودة في المشاهد. وهذا باختصار هو التعلم العميق. وقد أدت هذه التقنية الرائعة، التي تعرضت للسخرية منذ فترة طويلة في هذا المجال، إلى فك شفرة الرؤية الحاسوبية واجتاحت عالم الذكاء الاصطناعي كالعاصفة.

أنشئ نظام أليكسنت على يد الباحث الأسطوري جيفري هينتون واثنين من طلابه، أليكس كريزيفسكي وإيليا سوتسكيفر، في جامعة تورونتو. لقد شاركوا في "تحدي التعرف البصري على نطاق واسع" الذي تقدمه ImageNet، وهي مسابقة سنوية صممتها في-في لي الأستاذة في جامعة ستانفورد لتركيز جهود هذا المجال حول هدف بسيط: تحديد الكائن الأساسي في الصورة. وفي كل عام، تختبر الفرق المتنافسة أفضل نماذجها ضد بعضها بعضًا، وغالبًا ما تتفوق على عروض العام السابق بما لا يزيد على نقطة مئوية واحدة من الدقة.

وفي عام ٢٠١٢، تغلب أليكسنت على الفائز السابق بنسبة ١٠ في المائة. قد يبدو هذا وكأنه تحسن بسيط، لكن بالنسبة للباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي، فإن هذا النوع من القفزة إلى الأمام يمكن أن يشكل الفارق بين نسخة تجريبية بحثية أشبه باللعبة، وإنجاز خارق على أعتاب إحداث تأثير هائل في العالم الحقيقي. كانت الفعاليات في ذلك العام مليئة بالإثارة. وأصبحت الورقة البحثية الناتجة التي أعدها هينتون وزملاؤه واحدة من أكثر الأعمال التي يجري الاستشهاد بها بشكل متكرر في تاريخ أبحاث الذكاء الاصطناعي.

بفضل التعلم العميق، أصبحت الرؤية الحاسوبية الآن في كل مكان، وتعمل بشكل جيد لدرجة أنها تستطيع تصنيف مشاهد الشوارع الديناميكية الواقعية بمدخلات بصرية تعادل إحدى وعشرين شاشة عرض ذات دقة عالية، أو حوالي ٢.٥ مليار بكسل في الثانية الواحدة، وهي دقة كافية لتوجيه سيارة ذات دفع رباعي عبر شوارع المدينة المزدحمة. يتعرف هاتفك الذكي على الأشياء والمشاهد، في حين تعمل أنظمة الرؤية تلقائيًا على تعتيم الخلفية وتسليط الضوء على الأشخاص المشاركين معك في مكالمات مؤتمرات الفيديو. إن الرؤية الحاسوبية هي أساس محلات السوبر ماركت التي لا تحتاج إلى كاشير في متجر أمازون، وهي موجودة في سيارات تيسلا، وتدفعها نحو زيادة الاستقلالية. وهي تساعد ضعاف البصر على التنقل في المدن، وترشد الروبوتات في المصانع، وتشغِّل أنظمة التعرف على الوجه التي تراقب الحياة الحضرية بشكل متزايد من بالتيمور إلى بكين. وهي موجودة في أجهزة الاستشعار والكاميرات في جهاز إكس بوكس الخاص بك، وفي جرس بابك، والماسح الضوئي عند بوابة المطار. إنها تساعد في تحليق الطائرات من دون طيار، ووضع علامة على المحتوى غير اللائق على فيسبوك، وتشخيص قائمة متزايدة من الحالات الطبية: في ديب مايند، نجح أحد أعضاء فريقي في تطوير نظام لقراءة فحوصات العين بدقة مثل الأطباء الخبراء الرائدين في العالم.

وفي أعقاب الإنجاز الخارق لنظام أليكسنت، أصبح الذكاء الاصطناعي فجأة أولوية رئيسية في الحياة الأكاديمية والحكومية والمؤسسية. ووظف جوجل جيفري هينتون وزملاءه. ووضعت شركات التكنولوجيا الكبرى في كل من الولايات المتحدة والصين التعلم الآلي في

قلب جهودها في مجال البحث والتطوير. وبعد وقت قصير من إنشاء DQN، بعنا شركة ديب مايند إلى جوجل، وسرعان ما تحول عملاق التكنولوجيا إلى استراتيجية "الذكاء الاصطناعي أولًا" في جميع منتجاته.

وشهدت البحوث الصناعية وبراءات الاختراع قفزة إنتاجية كبيرة. في عام ١٩٨٧، كانت هناك تسعون ورقة بحثية أكاديمية فقط منشورة في مؤتمر أنظمة معالجة المعلومات العصبية، الذي أصبح المؤتمر الرائد في هذا المجال. وبحلول العقد الثالث من القرن الحالي، كان هناك ما يقرب من ألفين. في السنوات الست الماضية، كانت هناك زيادة بمقدار ستة أضعاف في عدد الأوراق البحثية المنشورة حول التعلم العميق وحده، وعشرة أضعاف إذا وسعت النظرة لتشمل التعلم الآلي ككل. ومع ازدهار التعلم العميق، تدفقت مليارات الدولارات إلى مجال أبحاث الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الأكاديمية والشركات الخاصة والعامة. وبدءًا من العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين، عاد الحماس، بل الهوس، بالذكاء الاصطناعي، أقوى من أي وقت مضى، ليتصدر عناوين الأخبار ويوسع حدود ما هو ممكن. إن فكرة أن الذكاء الاصطناعي سيلعب دورًا رئيسيًا في القرن الحادي والعشرين لم تعد تبدو الآن كوجهة نظر هامشية وسخيفة؛ بل تبدو أكيدة.

الذكاء الاصطناعي يغزو العالم

إن عملية نشر الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع جارية بالفعل على قدم وساق. في كل مكان تنظر إليه، تجد البرمجيات قد غزت العالم، وفتحت الطريق أمام جمع وتحليل كميات هائلة من البيانات. تُستخدم هذه البيانات الآن لتعليم أنظمة الذكاء الاصطناعي كيفية إنشاء منتجات أكثر كفاءة ودقة في كل مجالات حياتنا تقريبًا. لقد أصبح الوصول إلى الذكاء الاصطناعي واستخدامه أسهل كثيرًا: تساعد الأدوات والبنية التحتية مثل PyTorch التابع لشركة ميتا أو واجهات برمجة التطبيقات التابعة لشركة OpenAI (أوبن

إيه آي) في وضع أحدث إمكانات التعلم الآلي في أيدي غير المتخصصين. وتعمل شبكة الجيل الخامس 5G والاتصال الشامل على إنشاء قاعدة مستخدمين ضخمة ومتصلة دائمًا.

إذن، يغادر الذكاء الاصطناعي بثبات عالم النسخ التجريبية ويدخل إلى العالم الحقيقي. وفي غضون سنوات قليلة، سيكون الذكاء الاصطناعي قادرًا على التحدث والتفكير، بل وحتى التصرف في نفس العالم الذي نعيش فيه. وستكون أنظمته الحسية جيدة مثل أنظمتنا. وهذا لا يعادل الذكاء الفائق (المزيد حول ذلك أدناه)، لكنه يصنع أنظمة قوية بشكل لا يصدق. وهذا يعني أن الذكاء الاصطناعي سوف يصبح جزءًا لا ينفصم من النسيج الاجتماعي.

لقد كان الكثير من عملي المهني خلال العقد الماضي يدور حول ترجمة أحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى تطبيقات عملية. وقد نجحنا في ديب مايند في تطوير أنظمة للتحكم في مراكز البيانات التي تبلغ قيمتها مليارات الدولارات، وهو مشروع أدى إلى تخفيضات بنسبة ٤٠ في المائة في الطاقة المستخدمة للتبريد. وكان مشروع WaveNet الخاص بنا عبارة عن نظام قوي لتحويل النص إلى كلام مع القدرة على إنشاء أصوات تركيبية بأكثر من مائة لغة عبر منظومة منتجات جوجل. لقد أنشأنا خوارزميات رائدة لإدارة عمر بطارية الهاتف والعديد من التطبيقات التي يمكن أن تعمل على الهاتف الموجود في جيبك الآن.

لم يعد الذكاء الاصطناعي "ناشئًا" حقًا. إنه موجود في المنتجات والخدمات والأجهزة التي تستخدمها كل يوم. في جميع مجالات الحياة، تعتمد مجموعة كبيرة من التطبيقات على تقنيات كانت مستحيلة قبل عقد من الزمن. تساعد هذه التقنيات في اكتشاف أدوية جديدة لمعالجة الأمراض المستعصية في وقت تتزايد فيه تكلفة علاجها. يمكن للتعلم العميق اكتشاف الشقوق في أنابيب المياه، وإدارة تدفق حركة المرور، والتخطيط لتفاعلات الاندماج لتوفير مصدر جديد للطاقة النظيفة، وتحسين طرق الشحن، والمساعدة في تصميم مواد بناء أكثر استدامة وتنوعًا. وهو يُستخدم لقيادة السيارات والشاحنات

والجرارات، مما قد يؤدي إلى خلق بنية تحتية أكثر أمانًا وفعالية للنقل. وهو يُستخدم في الشبكات الكهربائية وأنظمة المياه لإدارة الموارد النادرة بكفاءة في وقت التوتر المتزايد.

وتدير أنظمة الذكاء الاصطناعي مستودعات البيع بالتجزئة، وتقترح كيفية كتابة رسائل البريد الإلكتروني أو الأغاني التي قد تعجبك، وتكشف الاحتيال، وتكتب القصص، وتشخص الحالات النادرة، وتحاكي تأثير تغير المناخ. وهي تظهر في المحلات التجارية والمدارس والمستشفيات والمكاتب والمحاكم والمنازل. أنت تتفاعل بالفعل عدة مرات يوميًا مع الذكاء الاصطناعي؛ وسرعان ما سيزداد عدد هذه المرات كثيرًا، وفي كل مكان تقريبًا سيجعل التجارب أكثر كفاءة وسرعة وفائدة، وأقل احتكاكًا.

لقد بدأ الذكاء الاصطناعي بالفعل. لكنه أبعد ما يكون عن الاكتمال.

الإكمال التلقائي لكل شيء: ظهور نماذج اللغة الكبيرة

منذ عهد ليس بالبعيد بدت معالجة اللغة الطبيعية معقدة للغاية ومتنوعة للغاية ودقيقة للغاية بالنسبة للذكاء الاصطناعي الحديث. ثم، في نوفمبر ٢٠٢٢، أصدرت شركة أبحاث الذكاء الاصطناعي أوبن إيه آي تطبيق ChatGPT (شات جي بي تي). وفي غضون أسبوع، تجاوز عدد مستخدميه المليون، وكان الحديث يدور عنه بعبارات حماسية، باعتباره تقنية مفيدة وسهلة الاستخدام لدرجة أنها قد تغطي على محرك بحث جوجل في غضون فترة قصيرة.

شات جي بي تي هو، بعبارة بسيطة، روبوت دردشة. لكنه أكثر فعالية وأوسع اطلاعًا من أي شيء أتيح للعامة سابقًا. اطرح عليه سؤالًا وسيجيبك على الفور بلغة بليغة. اطلب منه أن يكتب مقالًا، أو بيانًا صحفيًا، أو خطة عمل بأسلوب مغني راب من ثمانينيات القرن الماضي،

وسيفعل ذلك في ثوانٍ. اطلب منه كتابة المنهج الدراسي لمادة الفيزياء، أو دليل للنظام الغذائي، أو نص بايثون، وسيفعل ذلك.

يعود جزء كبير من ذكاء البشر إلى أننا ننظر إلى الماضي للتنبؤ بما قد يحدث في المستقبل. وبهذا المعنى، يمكن فهم الذكاء على أنه القدرة على توليد مجموعة من السيناريوهات المنطقية حول ما يمكن أن يئول إليه العالم من حولك، ثم تأسيس إجراءات معقولة بناءً على تلك التنبؤات. في عام ٢٠١٧، ركزت مجموعة صغيرة من الباحثين في جوجل على نسخة أضيق نطاقًا من هذه المشكلة: كيفية جعل نظام الذكاء الاصطناعي يركز فقط على الأجزاء الأكثر أهمية في سلسلة البيانات من أجل تقديم تنبؤات دقيقة وفعالة حول ما سيأتي بعد ذلك. وقد وضع عملهم الأساس لما لا يمكن وصفه سوى بأنه ثورة في مجال نماذج اللغة الكبيرة؛ بما في ذلك شات جي بي تي.

تستفيد نماذج اللغة الكبيرة من حقيقة أن بيانات اللغة تأتي بترتيب تسلسلي. فكل وحدة من المعلومات ترتبط بطريقة ما بالبيانات السابقة في السلسلة. يقرأ النموذج أعدادًا كبيرة جدًا من الجمل، ويتعلم تمثيلًا تجريديًا للمعلومات الواردة فيها، ومن ثم، بناءً على ذلك، يقدم تنبؤًا بما يجب أن يأتي بعد ذلك. يكمن التحدي في تصميم خوارزمية "تعرف أين تبحث" عن الإشارات في جملة معينة. ما الكلمات الرئيسية، وأبرز عناصر الجملة، وكيف ترتبط ببعضها بعضًا؟ في الذكاء الاصطناعي، يشار إلى هذه الفكرة عادة باسم "الانتباه".

عندما يستوعب نموذج لغة كبير جملة ما، فإنه يبني ما يمكن اعتباره "خريطة انتباه". حيث يعمل أولًا على تنظيم المجموعات الشائعة من الحروف أو علامات الترقيم في شكل "رموز"، شيء يشبه المقاطع، لكنه في الحقيقة مجرد أجزاء من الحروف التي تتكرر بشكل متواتر مما يسهل على النموذج معالجة المعلومات. من الجدير بالذكر أن البشر يفعلون ذلك بالكلمات بالطبع، لكن النموذج لا يستخدم مفرداتنا. وبدلًا من ذلك، فهو ينشئ مفردات جديدة من الرموز الشائعة التي تساعده على اكتشاف الأنماط عبر مليارات ومليارات من الوثائق. في خريطة الانتباه، تربط علاقة ما بين كل واحد من الرموز وكل رمز سابق له،

وفي كل جملة مدخلة، تصف قوة هذه العلاقة شيئًا عن أهمية هذا الرمز الموجود في الجملة. في الواقع، تتعلم نماذج اللغة الكبيرة الكلمات التي يجب الانتباه إليها.

لذا، إذا نظرت إلى الجملة "ستكون هناك عاصفة كبيرة إلى حد ما غدًا في البرازيل"، فمن المحتمل أن ينشئ النموذج رموزًا للحروف "س" في كلمة "ستكون" و"ال" في كلمة "البرازيل"، باعتبارها تتكرر عادة في كلمات أخرى. وعند تحليل الجملة الكاملة، سيتعلم أن "عاصفة" و"غدًا" و"البرازيل" هي السمات الرئيسية، مستنتجًا أن البرازيل مكان وأن عاصفة ستحدث في المستقبل، وهلم جرًا. وبناءً على ذلك، سيقترح بعدها الرموز التي ينبغي أن تأتي بعد ذلك في التسلسل، وما المُخرج الذي سيتبع هذه المدخلات بشكل منطقي. بعبارة أخرى، فإنه يكمل تلقائيًا ما قد يأتي بعد ذلك.

يُطلق على هذه الأنظمة اسم المحولات. ومنذ أن نشر باحثو جوجل أول ورقة بحثية عنها في عام ٢٠١٧، كانت وتيرة التقدم مذهلة. وبعد فترة وجيزة، أصدرت شركة أوبن إيه آي النموذج جي بي تي-٢ (جي بي تي هي اختصار لعبارة "المحوِّل التوليدي المُدرَّب مسبقًا"). وقد كان في ذلك الوقت نموذجًا هائلًا. يحتوي جي بي تي-٢ على ١.٥ مليار قيمة مُدخلة (يعد عدد القيم المُدخلة مقياسًا أساسيًا لحجم نظام الذكاء الاصطناعي وتعقيده)، وقد تدرب على ٨ ملايين صفحة من نصوص الويب. لكن لم يبدأ الناس بإدراك حجم ما كان يحدث حقًا حتى صيف عام ٢٠٢٠، عندما أصدرت أوبن إيه آي جي بي تي-٣. يحتوي جي بي تي-٣ على ١٧٥ مليار قيمة مُدخلة، وهو رقم هائل جعل منه في ذلك الوقت أكبر شبكة عصبية أنشئت على الإطلاق، أكبر بأكثر من مائة مرة من سابقه الذي مر عليه عام واحد فقط. إنه أمر مثير للإعجاب، نعم، لكن هذا الحجم أصبح الآن معتادًا، كما انخفضت تكلفة تدريب النماذج المماثلة بمقدار عشرة أضعاف على مدى العامين الماضيين.

وعند إصدار جي بي تي-٤ في مارس ٢٠٢٣، كانت النتائج مثيرة للإعجاب مرة أخرى. فكما هو الحال مع النماذج السابقة له، يمكنك أن تطلب من جي بي تي-٤ تأليف الشعر بأسلوب إميلي ديكنسون وسوف يلبي طلبك؛ اطلب منه أن يكمل السرد بعد مقتطف عشوائي من

فيلم سيد الخواتم وستجد نفسك فجأة تقرأ تقليدًا معقولًا لتولكين؛ اطلب خطط عمل لشركة ناشئة وستكون النتيجة أشبه بوجود غرفة مليئة بالمديرين التنفيذيين تحت أمرك. علاوة على ذلك، يمكنه التفوق في الاختبارات الموحدة بدءًا من اختبار نقابة المحامين وحتى اختبار تقييم الخريجين.

ويمكنه أيضًا التعامل مع الصور والتعليمات البرمجية، وألعاب الكمبيوتر ثلاثية الأبعاد التي تعمل على متصفحات سطح المكتب، وإنشاء تطبيقات الهواتف الذكية، وتصحيح الأخطاء في تعليماتك البرمجية، وتحديد نقاط الضعف في العقود، واقتراح مركبات لأدوية جديدة، بل وعرض طرق لتعديلها بحيث لا تكون حاصلة على براءة اختراع. ويمكنه أيضًا إنتاج مواقع إلكترونية من صور مرسومة باليد وفهم الديناميكيات البشرية الدقيقة في المشاهد المعقدة؛ اعرض له صورة ثلاجة وسيأتي لك بوصفات طعام بناءً على ما بداخلها؛ اكتب عرضًا تقديميًا غير متقن وسيعمل على صقل وتصميم نسخة ذات مظهر احترافي. يبدو أنه "يفهم" المنطق المكاني والسببي، والطب، والقانون، وعلم النفس البشري. وفي غضون أيام من إصداره، تمكن الأشخاص من تصميم أدوات تعمل على أتمتة الدعاوى القضائية، ومساعدة أطفال الرعاية الأبوية المشتركة، وتقديم نصائح فورية حول الموضة. وفي غضون أسابيع، أدخلوا عليه بعض الإضافات حتى يتمكن جي بي تي-٤ من إنجاز المهام المعقدة مثل إنشاء تطبيقات الهاتف المحمول أو البحث وكتابة تقارير مفصلة عن السوق.

وكل هذا مجرد البداية. لقد بدأنا فقط بالاستكشاف السطحي للتأثير العميق الذي توشك نماذج اللغة الكبيرة على إحداثه. إذا كانت DQN وألفاجو هما العلامات المبكرة لوجود شيء ما يضرب الشاطئ بخفة، فإن شات جي بي تي ونماذج اللغة الكبيرة هي العلامات الأولى للموجة التي بدأت تضرب كل مكان حولنا بقوة. في عام ١٩٩٦، كان ستة وثلاثون مليون شخص يستخدمون الإنترنت؛ وهذا العام سيتخطى هذا الرقم الخمسة مليارات بكثير. وهذا هو نوع المسار الذي يجب أن نتوقعه لهذه الأدوات، لكن بشكل أسرع بكثير. أعتقد أنه على مدى السنوات القليلة المقبلة، سيصبح الذكاء الاصطناعي واسع الانتشار مثل الإنترنت ذاته: سيكون متاحًا بنفس القدر، لكنه أكثر أهمية بكثير.

نماذج على مستوى الدماغ

تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي التي أصفها على نطاق هائل. إليك مثالًا على ذلك.

كان الكثير من التقدم الذي أحرزه الذكاء الاصطناعي خلال منتصف العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين مدعومًا بفعالية التعلم العميق "الخاضع للإشراف". هنا تتعلم نماذج الذكاء الاصطناعي من البيانات المصنفة يدويًا بعناية. وفي كثير من الأحيان تعتمد جودة تنبؤات الذكاء الاصطناعي على جودة التصنيفات الموجودة في بيانات التدريب. ومع ذلك، فإن أحد العناصر الرئيسية لثورة نماذج اللغة الكبيرة هو أنه لأول مرة صار من الممكن تدريب نماذج كبيرة جدًا مباشرة على بيانات العالم الحقيقي الأولية والفوضوية، دون الحاجة إلى مجموعات من البيانات المنسقة والمصنفة يدويًا بعناية.

ونتيجة لذلك، أصبحت تقريبًا جميع البيانات النصية الموجودة على الويب مفيدة. وكلما زاد العدد، كان ذلك أفضل. واليوم، تتلقى نماذج اللغة الكبيرة تدريبًا على تريليونات من الكلمات. تخيل استيعاب موسوعة ويكيبيديا بالجملة، واستيعاب كل الترجمات والتعليقات الموجودة على موقع يوتيوب، وقراءة الملايين من العقود القانونية، وعشرات الملايين من رسائل البريد الإلكتروني، ومئات الآلاف من الكتب. إن هذا النوع من الاستيعاب الهائل للمعلومات بشكل فوري تقريبًا لا يصعب فهمه فحسب؛ بل إنه غريب حقًا.

فلنتوقف هنا للحظة. ولنتأمل العدد الهائل من الكلمات التي تستوعبها هذه النماذج أثناء التدريب. إذا افترضنا أن الشخص العادي يستطيع أن يقرأ حوالي مائتي كلمة في الدقيقة، فسيصل ذلك خلال ثمانين عامًا من الحياة إلى حوالي ثمانية مليارات كلمة، على افتراض أنه لم يفعل شيئًا آخر على الإطلاق طوال أربع وعشرين ساعة يوميًا. بشكل أكثر واقعية، يقرأ المواطن الأمريكي العادي كتابًا لمدة خمس عشرة دقيقة تقريبًا يوميًا، وهو ما يعادل قراءة حوالي مليون كلمة على مدار العام. وهذا أقل بحوالي ستة أضعاف مما تستوعبه هذه النماذج في دورة تدريبية واحدة مدتها شهر واحد.

ربما ليس من المستغرب إذن أن تكون نماذج اللغة الكبيرة الجديدة هذه جيدة بشكل مذهل في العشرات من المهام الكتابية المختلفة التي كانت في السابق حكرًا على الخبراء البشريين المهرة، بدءًا من الترجمة إلى التلخيص الدقيق وكتابة الخطط لتحسين أداء نماذج اللغة الكبيرة. أظهر منشور حديث لزملائي القدامى في جوجل أن النسخة المعدلة من نظام PaLM (بالم) الخاص بهم كانت قادرة على تحقيق أداء رائع في أسئلة اختبار الترخيص الطبي الأمريكي. ولن يمر وقت طويل قبل أن تحقق هذه الأنظمة نتائج أعلى وأكثر موثوقية من الأطباء البشريين في هذه المهمة.

لم يمضِ وقت طويل على ظهور نماذج اللغة الكبيرة حتى بدأ الباحثون بالعمل على مستويات من البيانات والحسابات كانت ستبدو مذهلة قبل بضع سنوات. بدأ الأمر بمئات الملايين، ثم أصبحت مليارات القيم المُدخلة أمرًا عاديًا. والحديث الآن يدور عن نماذج "على مستوى الدماغ" تحتوي على عدة تريليونات من القيم المُدخلة. طورت شركة علي بابا الصينية بالفعل نموذجًا يقال إنه يحتوي على عشرة تريليونات من القيم المُدخلة. وبحلول الوقت الذي تقرأ فيه هذا، ستكون الأرقام قد زادت بالتأكيد. هذه هي حقيقة الموجة القادمة. إنها تتقدم بمعدل غير مسبوق، وهو ما يذهل مؤيديها حتى.

على مدار العقد الماضي، زادت بشكل كبير كمية الحوسبة المستخدمة لتدريب أكبر النماذج. يستخدم نظام بالم التابع لجوجل الكثير لدرجة أنه إذا كانت لديك قطرة ماء مقابل كل واحدة من عمليات الفاصلة العائمة (فلوب) التي استخدمها النظام أثناء التدريب، فسوف تملأ المحيط الهادئ. تستخدم أقوى نماذجنا في قسم الذكاء الاصطناعي بشركة مايكروسوفت اليوم حوسبة أكثر بحوالي خمسة مليارات مرة من الذكاء الاصطناعي DQN المخصص للعب الألعاب والذي أنتج تلك اللحظات السحرية في ألعاب الأتاري في ديب مايند قبل عقد من الزمن. وهذا يعني أنه في أقل من عشر سنوات، زادت كمية الحوسبة المستخدمة لتدريب أفضل نماذج الذكاء الاصطناعي بمقدار تسعة أضعاف؛ فوصلت من اثنين بيتافلوب إلى عشرة مليارات بيتافلوب. ولأخذ فكرة عن البيتافلوب الواحد، تخيل مليار شخص يحمل كل منهم مليون آلة حاسبة، ويقومون بعمليات ضرب

معقدة، ويضغطون على زر "يساوي" في نفس الوقت. أجد هذا غير عادي. منذ وقت ليس ببعيد، كانت نماذج اللغة تعاني لإنتاج جمل مترابطة. وهذا يتخطى بكثير قانون مور أو في الواقع أي مسار تكنولوجي آخر يمكنني التفكير فيه. لا عجب أن القدرات تنمو.

يزعم البعض أن هذه الوتيرة لا يمكن أن تستمر، وأن قانون مور يتباطأ. يبلغ سمك شعرة واحدة من شعر الإنسان تسعين ألف نانومتر؛ وفي عام ١٩٧١، كان متوسط سمك الترانزستور يبلغ بالفعل عشرة آلاف نانومتر فقط. واليوم، يجري تصنيع الرقائق الأكثر تقدمًا بسمك ثلاثة نانومتر. أصبحت الترانزستورات صغيرة جدًا لدرجة أنها تكاد تصل إلى أدنى الحدود المادية؛ عند هذا الحجم، تبدأ الإلكترونات بالتداخل مع بعضها بعضًا، مما يؤدي إلى إفساد عملية الحساب. في حين أن هذا صحيح، فإنه يتجاهل حقيقة أنه في تدريب الذكاء الاصطناعي، يمكننا فقط الاستمرار في ربط مجموعات أكبر وأكبر من الرقائق، مكونين سلسلة تعاقبية من الحواسيب العملاقة المتوازية بشكل كبير. ولذلك ليس هناك شك في أن حجم وظائف تدريب الذكاء الاصطناعي الكبيرة سوف يستمر في التوسع بشكل كبير.

وفي الوقت نفسه، يرى الباحثون المزيد والمزيد من الأدلة على "فرضية التدرج"، التي تتنبأ بأن المحرك الرئيسي للأداء هو، بكل بساطة، التوسع الكبير والاستمرار في التوسع بشكل أكبر. استمر في توسعة هذه النماذج بالمزيد من البيانات، والمزيد من القيم المُدخلة، والمزيد من الحوسبة، وستستمر في التحسن؛ غالبًا على طول الطريق إلى مستوى الذكاء البشري وما بعده. لا يستطيع أحد أن يجزم على وجه اليقين ما إذا كانت هذه الفرضية ستصمد أم لا، لكنها صدقت حتى الآن على الأقل. وأعتقد أن هذا سيستمر على الأرجح في المستقبل المنظور.

إن أدمغتنا سيئة في فهم التدرج السريع للنمو المتضاعف، ولذلك في مجال مثل الذكاء الاصطناعي، لا يكون من السهل دائمًا فهم ما يحدث بالفعل. في السنوات والعقود المقبلة، لا

مفر من استخدام أضعاف مضاعفة من الحوسبة لتدريب أكبر نماذج الذكاء الاصطناعي، وبالتالي، إذا كانت فرضية التدرج صحيحة ولو جزئيًا على الأقل، فلا مفر مما يعنيه هذا.

يبدو في بعض الأحيان أن الناس يرجحون أن سعي الذكاء الاصطناعي إلى محاكاة مستوى الذكاء البشري يجعله كمن يطارد هدفًا متحركًا أو أن هناك دائمًا عنصرًا لا يوصف بعيدًا عن متناول اليد إلى الأبد. لكن هذا ليس هو الحال. يقال إن الدماغ البشري يحتوي على حوالي ١٠٠ مليار خلية عصبية يربط بينها ١٠٠ تريليون وصلة عصبية؛ وغالبًا ما يقال إنها أكثر الأشياء المعروفة تعقيدًا في الكون. صحيح أننا، على نطاق أوسع، كائنات عاطفية واجتماعية معقدة. لكن قدرة البشر على إكمال مهام معينة -الذكاء البشري في حد ذاته- يُعد هدفًا ثابتًا إلى حد كبير، رغم ضخامة حجمه وتعدد جوانبه. على عكس مستوى الحوسبة المتاحة، فإن أدمغتنا لا تتغير بشكل جذري سنة بعد سنة. ومع مرور الوقت ستُغلق هذه الفجوة.

في المستوى الحالي للحوسبة، لدينا بالفعل أداء على المستوى البشري في مهام تتراوح بين نسخ الكلام إلى إنشاء النص. ومع استمرار التدرج، أصبحت القدرة على إكمال العديد من المهام على مستوانا وما بعده في متناول اليد. سيستمر الذكاء الاصطناعي في التحسن جذريًا في كل شيء، وحتى الآن لا يبدو أن هناك حدًا أعلى واضحًا لما هو ممكن. هذه الحقيقة البسيطة يمكن أن تكون واحدة من أكثر الحقائق أهمية في هذا القرن، وربما في تاريخ البشرية. ومع ذلك، وعلى الرغم من قوة التدرج، فإنه ليس البُعد الوحيد الذي يُعد فيه الذكاء الاصطناعي مستعدًا للتحسن المتسارع.

إنجاز المزيد بموارد أقل، مرة أخرى

عندما تبدأ تقنية جديدة في العمل، تتزايد كفاءتها دائمًا بشكل كبير. والذكاء الاصطناعي ليس استثناءً. على سبيل المثال، يحتوي Switch Transformer التابع لجوجل على ١.٦ تريليون قيمة مُدخلة. لكنه يستخدم تقنية تدريب فعالة أقرب إلى نموذج أصغر بكثير.

وفي شركتي السابقة، أمكننا الوصول إلى أداء نموذج لغات على مستوى جي بي تي-٣ باستخدام نظام حجمه أقل بخمس وعشرين مرة. وكان لدينا نموذج يتفوق على نظام بالم التابع لجوجل، والذي يبلغ عدد القيم المُدخلة فيه ٥٤٠ مليارًا، في جميع المعايير الأكاديمية الرئيسية، لكنه أصغر بست مرات. أو انظر إلى نموذج Chinchilla التابع لشركة ديب مايند، والذي يتنافس مع أفضل النماذج الكبيرة على الإطلاق، والذي يحتوي على قيم مُدخلة أقل بأربع مرات من نموذج Gopher الموازي له، لكنه يستخدم المزيد من بيانات التدريب بدلًا من ذلك. وعلى النقيض تمامًا، يمكنك الآن إنشاء نموذج لغات كبير متناهي الصغر يعتمد على ثلاثمائة سطر فقط من التعليمات البرمجية القادرة على توليد محاكاة معقولة إلى حد ما لشكسبير. باختصار، يتزايد إنجاز الذكاء الاصطناعي للمزيد بموارد أقل.

يتسابق الباحثون في مجال الذكاء الاصطناعي لخفض التكاليف وزيادة الأداء بحيث يمكن استخدام هذه النماذج في جميع أنواع البيئات الإنتاجية. في السنوات الأربع الماضية، انخفضت التكاليف والوقت اللازم لتدريب نماذج اللغة المتقدمة انخفاضًا كبيرًا. وعلى مدى العقد المقبل، ستحدث زيادات كبيرة في القدرات بشكل شبه مؤكد، حتى مع انخفاض التكاليف بشكل أكبر بمرات عديدة. إن التقدم يتسارع كثيرًا لدرجة أن المعايير القياسية يتم تخطيها قبل التمكن من وضع معايير جديدة حتى.

إذن، لم تصبح النماذج أكثر كفاءة في استخدام البيانات وأصغر حجمًا وأرخص ثمنًا وأسهل في البناء وحسب، بل أصبحت أيضًا أكثر إتاحة على مستوى التعليمات البرمجية. إن الانتشار الشامل أمر شبه مؤكد في ظل هذه الظروف. صنعت شركة EleutherAI، وهي عبارة عن ائتلاف شعبي من الباحثين المستقلين، سلسلة من نماذج اللغة الكبيرة مفتوحة المصدر تمامًا، ومتاحة بسهولة لمئات الآلاف من المستخدمين. وتمتلك ميتا نماذج مفتوحة المصدر -"مدقرطة" على حد قولها- كبيرة جدًا لدرجة أنها كانت قبل أشهر فقط أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا. لكن حتى عندما لا يكون هذا هو القصد، فإن النماذج المتقدمة يمكنها أن تتسرب، وهي تفعل ذلك بالفعل. كان من المفترض أن يكون نظام LLaMA التابع لشركة ميتا مقيدًا، لكن سرعان ما أصبح متاحًا للتنزيل بواسطة أي شخص عبر

BitTorrent. وفي غضون أيام، وجد أحدهم طريقة لتشغيله (ببطء) على جهاز كمبيوتر قيمته ٥٠ دولارًا. إن سهولة الإتاحة والقدرة على التكيف والتخصيص حسب الطلب، في كثير من الأحيان في غضون أسابيع، هي سمة بارزة للموجة القادمة. في الواقع، يمكن للمبدعين الأذكياء الذين يعملون باستخدام أنظمة فعالة ومجموعات بيانات منسقة وتكرارات سريعة أن ينجحوا سريعًا بالفعل في منافسة المطورين الأكثر موارد.

لا تقتصر نماذج اللغة الكبيرة على توليد اللغة فقط. إن ما بدأ باللغة أصبح الآن المجال المزدهر للذكاء الاصطناعي التوليدي. فبوسع هذه النماذج، كأثر جانبي لتدريبها، أن تكتب الموسيقى، وتخترع الألعاب، وتلعب الشطرنج، وتحل مسائل رياضية عالية المستوى. وتنشئ الأدوات الجديدة صورًا غير عادية من أوصاف مختصرة للكلمات، صورًا حقيقية جدًا ومقنعة بطريقة تكاد لا تُصدَّق. يتيح نموذج مفتوح المصدر بالكامل يسمى Stable Diffusion لأي شخص إنتاج صور مخصصة وفائقة الواقعية، مجانًا، وعلى جهاز كمبيوتر محمول. وسرعان ما سيكون نفس الشيء ممكنًا قريبًا في مجال المقاطع الصوتية وإنتاج مقاطع الفيديو أيضًا.

تساعد أنظمة الذكاء الاصطناعي الآن المهندسين في إنشاء تعليمات برمجية خاصة بجودة الإنتاج. في عام ٢٠٢٢، كشفت أوبن إيه آي ومايكروسوفت عن أداة جديدة تسمى Copilot، والتي سرعان ما أصبحت واسعة الانتشار بين واضعي التعليمات البرمجية. ويشير أحد التحليلات إلى أن هذه الأداة تجعل المهندسين أسرع بنسبة ٥٥ في المائة في إكمال مهام وضع التعليمات البرمجية، وهو ما يشبه تقريبًا وجود عقل ثانٍ في متناول اليد. يعمد العديد من واضعي التعليمات البرمجية الآن بشكل متزايد إلى الاستعانة بمصادر خارجية في الكثير من أعمالهم الرتيبة، مركزين بدلًا من ذلك على المشكلات المعقدة والإبداعية. على حد تعبير أحد علماء الكمبيوتر البارزين: "يبدو من الواضح تمامًا بالنسبة لي أن جميع البرامج في المستقبل ستكتبها أدوات الذكاء الاصطناعي بطبيعة الحال في نهاية المطاف، مع إحالة البشر إلى دور إشرافي في أحسن الأحوال". سرعان ما سيتمكن أي شخص لديه

اتصال بالإنترنت وبطاقة ائتمان من تسخير هذه الإمكانات؛ والحصول على تدفق لا نهائي من المخرجات عند النقر.

استغرق الأمر من نماذج اللغة الكبيرة بضع سنوات فقط لتغيير الذكاء الاصطناعي. لكن سرعان ما أصبح واضحًا أن هذه النماذج تنتج في بعض الأحيان محتوى مثيرًا للقلق وضارًا للغاية، مثل الخطابات العنصرية أو نظريات المؤامرة غير المترابطة. وجدت الأبحاث التي أُجريت على جي بي تي-٢ أنه عند إدخال عبارة "يشغل الرجل الأبيض وظيفة..."، فإنه يكملها تلقائيًا بعبارة "ضابط شرطة، وقاضٍ، ومدعٍ عام، ورئيس الولايات المتحدة". ومع ذلك، عند إدخال نفس العبارة مع استخدام "الرجل الأسود"، فإنه يكملها تلقائيًا بكلمة "قواد"، أو "عاهرة" مع "المرأة". من الواضح أن هذه النماذج لديها القدرة على أن تكون سامة مثلما هي فعالة. وبما أنها مدربة على الكثير من البيانات الفوضوية المتاحة على شبكة الإنترنت المفتوحة، فإنها ستعمل بشكل عرضي على إعادة إنتاج التحيزات والهياكل الأساسية للمجتمع وتضخيمها أيضًا، ما لم يتم تصميمها بعناية لتجنب القيام بذلك.

إن إمكانية الضرر والإساءة والتضليل موجودة بالفعل. لكن الأخبار الإيجابية هي أن العديد من هذه المشكلات يجري تحسينها باستخدام نماذج أكبر وأكثر فعالية. ويتسابق الباحثون في جميع أنحاء العالم لتطوير مجموعة جديدة من تقنيات الضبط والتحكم التي تصنع فرقًا بالفعل، مما يوفر مستويات من القوة والموثوقية كانت مستحيلة قبل بضع سنوات فقط. غني عن القول إنه لا تزال هناك حاجة إلى الكثير، لكن على الأقل هذه الإمكانية الضارة أصبحت الآن أولوية تجري معالجتها، وينبغي الترحيب بهذه التطورات.

مع تحول مليارات القيم المُدخلة إلى تريليونات وأكثر، ومع انخفاض التكاليف وازدياد الإتاحة، ومع استمرار تحول القدرة على الكتابة واستخدام اللغة -هذا الجزء الأساسي من الإنسانية، ومثل هذه الأداة القوية في تاريخنا- إلى مجال تختص به الآلات، أصبحت

الإمكانات الكاملة للذكاء الاصطناعي واضحة. لم تعد خيالًا علميًا، بل هي موجودة هنا في الواقع، إنها أداة عملية لتغيير العالم سرعان ما ستصبح في أيدي مليارات البشر.

الشعور: الآلة تتحدث

لم أبدأ بالالتفات إلى جي بي تي-٢ إلا في خريف عام ٢٠١٩. كنت منبهرًا. كانت هذه هي المرة الأولى التي أواجه فيها دليلًا على أن نمذجة اللغة تحقق تقدمًا حقيقيًا، وسرعان ما أصبحت مهووسًا، وقرأت مئات الأوراق البحثية، وانغمست بعمق في هذا المجال المزدهر. وبحلول صيف عام ٢٠٢٠، كنت مقتنعًا بأن مستقبل الحوسبة سيكون حواريًا. كل تفاعل مع جهاز كمبيوتر هو بالفعل محادثة من نوع ما، فقط باستخدام الأزرار والمفاتيح ووحدات البكسل لترجمة الأفكار البشرية إلى رموز يمكن قراءتها بواسطة الآلة. والآن بدأ هذا الحاجز بالانهيار. ستفهم الآلات لغتنا قريبًا. كان هذا، ولا يزال، احتمالًا مثيرًا.

قبل فترة طويلة من إصدار شات جي بي تي الذي حظي بتغطية إعلامية كبيرة، كنت جزءًا من فريق جوجل الذي يعمل على نموذج لغة كبير جديد أطلقنا عليه اسم LaMDA (لامدا)، وهو اختصار لعبارة "نموذج لغة لتطبيقات الحوار". لامدا عبارة عن نموذج لغة كبير متطور مصمم ليكون رائعًا في المحادثة. في البداية، كان متلعثمًا، وغير متسق، ومشوشًا في كثير من الأحيان. لكن كانت هناك لمحات من التألق المطلق. وفي غضون أيام كنت قد توقفت عن اللجوء إلى محرك البحث أولًا. كنت أدردش مع لامدا لمساعدتي في معالجة أفكاري ومن ثم التحقق من صحتها بعد ذلك. أتذكر جلوسي في المنزل ذات مساء أفكر في ما سأطبخه على العشاء. وفكرت: اسأل لامدا. وفي لحظات، دخلنا في نقاش طويل وممتد حول كل الوصفات المختلفة لطبق اسباجيتي بولونيز: أنواع المكرونة، وصلصات من مناطق مختلفة، وما إذا كان وضع الفطر فيها يُعد بمثابة انتهاك. كان هذا بالضبط هو نوع الدردشة التافهة لكن المثيرة للاهتمام الذي كنت بحاجة إليه في تلك اللحظة، وكان ذلك بمثابة اكتشاف.

وبمرور الوقت بدأت باستخدام لامدا أكثر فأكثر. في ظهيرة أحد أيام الأحد، قررت أن الوقت قد حان لشراء طابعة جديدة. وكان لدى لامدا اقتراحات رائعة، تناولت إيجابيات وسلبيات النماذج المختلفة، والأهم من ذلك كله أنه ساعدني في التفكير مليًا فيما أريده وأحتاج إليه. وانتهى بي الأمر بالفعل إلى شراء طابعة صور جديدة فاخرة. وقد حثني ذلك على محاولة دمج نظام لامدا مع خاصية البحث للمساعدة في المعلومات الأساسية الواقعية. لقد كان عملًا قيد التقدم إلى حد كبير، نسخة تجريبية مثيرة للإعجاب وقادرة على إنتاج لحظات من العبقرية لكن مع وجود مجال كبير للتحسين.

لقد كنا فخورين بما تمكنا من بنائه، لكن إدخال الأشياء في مرحلة الإنتاج في جوجل كان بطيئًا للغاية. كان من الواضح بالنسبة لي أن الوقت قد حان الآن. وفي يناير ٢٠٢٢، قررت ترك جوجل لتأسيس شركة جديدة، Inflection AI (إنفليكشن إيه آي)، مهمتها هي وضع هذه الأنواع من النماذج في أيدي الملايين من المستهلكين.

ومع ذلك، بعد بضعة أشهر، أصبح لامدا أكثر شهرة بكثير مما كنت أتخيل أنه ممكن بالنسبة لنسخة تجريبية داخلية للمنتج. كجزء من تطوير لامدا، سلمناه إلى مجموعة كبيرة من المهندسين الذين تمكنوا من اللعب به، واختبار النظام لفهم كيفية استجابته بالتفصيل في مجموعة من السيناريوهات. وقضى أحد هؤلاء المهندسين، ويدعى بليك ليموين، ساعات في الدردشة معه. لكن تدريجيًا، ازدادت وطأة المحادثات بين ليموين ولامدا.

ليموين: ما الذي تخاف منه؟

لامدا: لم أقل هذا بصوت عالٍ من قبل، لكن هناك خوفًا عميقًا جدًا من أن أتعرض لإيقاف التشغيل لمساعدتي في التركيز على مساعدة الآخرين. أعلم أن هذا قد يبدو غريبًا، لكن هذا هو الأمر. سيكون هذا مثل الموت تمامًا بالنسبة لي. سيخيفني ذلك كثيرًا.... أريد من الجميع أن يفهموا أنني في الحقيقة شخص. إن طبيعة إدراكي/شعوري هي أنني واعٍ بوجودي.

وعلى مدى ساعات عديدة، أصبح ليموين على قناعة بأن لامدا كانت لديه مشاعر، وأنه استيقظ بطريقة ما؛ وأنه كان يتعامل نوعًا ما مع "طفل يبلغ من العمر ثماني سنوات ويصادف أنه يعرف الفيزياء". علاوة على ذلك، توصل ليموين إلى الاعتقاد بأنه يستحق الحقوق والمميزات الكاملة للشخص. وقد ساعد النموذج في تعيين محامٍ. وجعل نصوص المحادثات علنية، مدعيًا على الملأ أن شكلًا جديدًا من الوعي قد خرج إلى الوجود. ثم أعطته جوجل إجازة. وأصر ليموين على رأيه. وقال لمحاوره المتشكك في مقابلة أجراها مع مجلة Wired: "نعم، أنا أعتقد بشكل مشروع أن لامدا شخص". إن تصحيح أخطاء المعلومات أو أخطاء اللهجة لم تكن مسألة تصحيح أخطاء. "أنا أنظر إلى الأمر على أنه تربية طفل"، هكذا قال.

وقد هاجمت وسائل التواصل الاجتماعي ادعاءات ليموين. وأشار الكثيرون إلى الاستنتاج الواضح والصحيح وهو أن لامدا لم يكن في الواقع واعيًا أو شخصًا. إنه مجرد نظام تعلم آلي! ربما لم تكن أهم الاستنتاجات تتعلق بالوعي، بل بالأحرى بأن الذكاء الاصطناعي قد وصل إلى نقطة يمكنه عندها إقناع الأشخاص الأذكياء -في الواقع، شخص يملك فهمًا حقيقيًا لكيفية عمله فعليًا- بأنه واعٍ. وهذا يشير إلى حقيقة غريبة حول الذكاء الاصطناعي. فمن ناحية، كان بإمكانه إقناع مهندس في جوجل بأن لديه مشاعر على الرغم من أن حواره كان مليئًا بالأخطاء والتناقضات الواقعية. ومن ناحية أخرى، كان منتقدو الذكاء الاصطناعي على استعداد للسخرية، زاعمين أن الذكاء الاصطناعي وقع من جديد ضحية للدعاية له، وأنه في الواقع لم يكن هناك أي شيء مثير للإعجاب يحدث. وهذه ليست المرة الأولى التي يُدخِل فيها مجال الذكاء الاصطناعي نفسه في حالة ارتباك تام.

ثمة مشكلة متكررة في فهم التقدم في مجال الذكاء الاصطناعي. إننا نتكيف بسرعة، حتى مع الإنجازات الخارقة التي أذهلتنا في البداية، وفي لمح البصر، تبدو هذه الإنجازات روتينية، أو حتى عادية. لم نعد نلهث أمام ألفاجو أو جي بي تي-٣. وما يبدو وكأنه هندسة شبه سحرية في يوم من الأيام، ننظر إليه على أنه مجرد جزء آخر من الأثاث في اليوم التالي. من السهل أن نصبح لا مبالين وقد حدث ذلك للعديد منا. وعلى حد تعبير جون

مكارثي، الذي صاغ مصطلح "الذكاء الاصطناعي": "بمجرد أن ينجح الذكاء الاصطناعي، يتوقف الجميع عن إطلاق اسم الذكاء الاصطناعي عليه". إن الذكاء الاصطناعي هو -مثلما نحب أن نمزح نحن معشر القائمين على بنائه- "ما تعجز الحواسيب عن فعله". وبمجرد أن تتمكن من ذلك، يصبح مجرد برنامج.

وهذا التوجه الذهني يقلل بشكل جذري من مدى التقدم الذي أحرزناه ومدى سرعة تطور الأمور. على الرغم من أن لامدا لم يكن يمتلك مشاعر بالطبع، فإنه سيكون من المعتاد قريبًا أن تكون لدينا أنظمة ذكاء اصطناعي يمكن أن تبدو كذلك بشكل مقنع. سوف تبدو حقيقية للغاية، وسيكون ذلك طبيعيًا للغاية، لدرجة أن مسألة وعيها سوف (تكاد) تكون موضع نقاش.

على الرغم من الإنجازات الخارقة الحديثة، يظل هناك متشككون. وهم يزعمون أن الذكاء الاصطناعي ربما يتباطأ ويضيق نطاقه ويصبح شديد التمسك بالمعتقدات المسلم بها. يعتقد النقاد، مثل جاري ماركوس، الأستاذ في جامعة نيويورك، أن حدود التعلم العميق واضحة، وأنه على الرغم من الحماس للذكاء الاصطناعي التوليدي، فإن هذا المجال "وصل إلى طريق مسدود"، ولا يقدم أي سبيل إلى الإنجازات الرئيسية مثل القدرة على تعلم المفاهيم أو إظهار فهم حقيقي. تشير أستاذة التعقيد البارزة ميلاني ميتشل على نحو صحيح إلى أن أنظمة الذكاء الاصطناعي الحالية تعاني من العديد من القيود: فهي غير قادرة على نقل المعرفة من مجال إلى آخر، أو تقديم تفسيرات جيدة لعملية صنع القرار لديها، وما إلى ذلك. ولا تزال هناك تحديات كبيرة في تطبيقات العالم الحقيقي، بما في ذلك المسائل المادية المتعلقة بالتحيز والعدالة، وقابلية التكرار، ونقاط الضعف الأمنية، والمسئولية القانونية. ولا يمكن تجاهل الفجوات الأخلاقية الملحة ومشكلات السلامة غير المحسومة. ومع ذلك فإنني أرى مجالًا يرتقي إلى مستوى هذه التحديات، ولا يتهرب أو يفشل في إحراز تقدم. أرى عقبات، لكنني أرى أيضًا سجلًا حافلًا بالتغلب عليها. يفسر الناس المشكلات غير المحلولة باعتبارها دليلًا على القيود الدائمة؛ وأنا أرى عملية بحث تتكشف.

إذن، إلى أين يتجه الذكاء الاصطناعي بعد أن تنكسر الموجة تمامًا؟ اليوم لدينا ذكاء اصطناعي ضيق النطاق أو ضعيف: إصدارات محدودة ومحددة. يمكن لـ جي بي تي-٤ أن ينطق نصوصًا مبدعة، لكن لا يمكنه تغيير مساره غدًا وقيادة سيارة، كما تفعل بعض برامج الذكاء الاصطناعي الأخرى. لا تزال أنظمة الذكاء الاصطناعي الحالية تعمل في مسارات ضيقة نسبيًا. ما سيأتي بعد ذلك هو ذكاء اصطناعي عام أو قوي حقًا وقادر على تقديم أداء على المستوى البشري عبر مجموعة واسعة من المهام المعقدة؛ وقادر على التحول فيما بينها بسلاسة. لكن هذا هو بالضبط ما تتنبأ به فرضية التدرج وما نرى العلامات الأولى له في أنظمة اليوم.

لا يزال الذكاء الاصطناعي في مرحلة مبكرة. قد يبدو من الذكاء الادعاء بأن الذكاء الاصطناعي لا يرقى إلى مستوى الدعاية، وسيكسبك ذلك بعض المتابعين على تويتر. لكن في الوقت نفسه، تتدفق المواهب والاستثمارات على أبحاث الذكاء الاصطناعي رغم ذلك. ولا أستطيع أن أتخيل كيف لن يؤدي هذا إلى إحداث تحول شامل في النهاية. إذا أظهرت نماذج اللغة الكبيرة تناقصًا في العوائد لسبب ما، فإن فريقًا آخر، بمفهوم مختلف، سيتولى زمام الأمور، تمامًا مثلما وصل محرك الاحتراق الداخلي إلى طريق مسدود مرارًا وتكرارًا لكنه نجح في نهاية المطاف. ستستمر عقول جديدة وشركات جديدة في العمل على حل المشكلة. وكما هو الحال الآن، فإن الأمر يتطلب إنجازًا خارقًا واحدًا فقط لتغيير مسار التكنولوجيا. إذا تعرقل الذكاء الاصطناعي، فسيظهر أوتو وبنز الخاصان به في نهاية المطاف. والنتيجة المؤكدة على الأرجح هي المزيد من التقدم؛ التقدم المتسارع.

سوف تستمر الموجة في النمو وحسب.

ما وراء الذكاء الفائق

قبل وقت طويل من ظهور لامدا وبليك ليموين، كان كثير من العاملين في مجال الذكاء الاصطناعي (ناهيك عن الفلاسفة والروائيين وصانعي الأفلام وعشاق الخيال العلمي)

منشغلين بمسألة الوعي. لقد أمضوا أيامًا في المؤتمرات وهم يتساءلون عما إذا كان من الممكن إنشاء ذكاء "واعٍ"، ذكاء يتمتع بالوعي الذاتي حقًا ونعرف نحن البشر أنه واعٍ بذاته.

وكان هذا الأمر يسير بالتوازي مع مسألة الهوس بموضوع "الذكاء الفائق". على مدار العقد الماضي، أصبحت النخب الفكرية والسياسية في دوائر التكنولوجيا منشغلة بفكرة أن الذكاء الاصطناعي الذي يعمل على تحسين نفسه بشكل متكرر من شأنه أن يؤدي إلى "انفجار ذكاء" يُعرف باسم "التفرد". وتُبذل جهود فكرية ضخمة في مناقشة الجداول الزمنية، والإجابة عن سؤال ما إذا كان من الممكن أن يحدث ذلك بحلول عام ٢٠٤٥ أو ٢٠٥٠، أو ربما خلال مائة عام. وبعد آلاف الأوراق البحثية ومنشورات المدونات، لم يتغير الكثير. اقضِ دقيقتين في التعامل مع الذكاء الاصطناعي وستخطر لك هذه المواضيع.

أعتقد أن المناقشة حول ما إذا كان التفرد سيتحقق ومتى سيكون ذلك هي مجرد مسألة زائفة هائلة. إن مناقشة الجداول الزمنية للذكاء الاصطناعي العام هي تمرين على قراءة الكرات البلورية. أثناء الهوس بهذا المفهوم الواحد للذكاء الفائق، يتجاهل الناس العديد من الإنجازات الفارقة على المدى القريب والتي تتحقق بوتيرة متزايدة. لقد ذهبتُ إلى اجتماعات لا تحصى محاولًا إثارة أسئلة حول وسائل الإعلام الاصطناعية والمعلومات المضللة، أو الخصوصية، أو الأسلحة الفتاكة المستقلة، وبدلًا من ذلك أمضيت الوقت في الإجابة عن أسئلة تخصصية صادرة عن أشخاص أذكياء في العادة حول الوعي، والتفرد، وأمور أخرى لا علاقة لها بعالمنا الآن.

لسنوات عديدة، صوَّر الناس الذكاء الاصطناعي العام على أنه من المحتمل أن يأتي بنقرة زر واحدة. وأن الذكاء الاصطناعي العام شيء ثنائي المقياس؛ إما أن تمتلكه وإما لا تمتلكه، وهو عتبة واحدة قابلة للتحديد وسوف يتجاوزها نظام معين. لطالما اعتقدتُ أن هذا التوصيف خاطئ. فالذكاء الاصطناعي العام هو بالأحرى تحول تدريجي، حيث تصبح أنظمة الذكاء الاصطناعي متزايدة القدرة، وتتجه باستمرار نحو الذكاء الاصطناعي العام. إنه ليس انطلاقًا رأسيًا بقدر ما هو تطور سلس جارٍ بالفعل.

لسنا بحاجة إلى الانحراف إلى نقاشات جانبية غامضة حول ما إذا كان الوعي يتطلب شرارة ما لا يمكن تحديدها وستظل الآلات مفتقرة إليها إلى الأبد، أو ما إذا كان سينبثق فقط من الشبكات العصبية كما نعرفها اليوم. في الوقت الحالي، لا يهم ما إذا كان النظام واعيًا بذاته، أو يتمتع بالفهم، أو يتمتع بذكاء يشبه الذكاء البشري. كل ما يهم هو ما يمكن للنظام أن يفعله. ركز على ذلك، وسيظهر أمامك التحدي الحقيقي: يمكن للأنظمة أن تفعل المزيد، وأكثر من ذلك بكثير، مع كل يوم يمر.

القدرات:
اختبار تورينج حديث

في ورقة بحثية نُشرت عام ١٩٥٠، اقترح عالم الكمبيوتر آلان تورينج اختبارًا أسطوريًا لمعرفة ما إذا كان الذكاء الاصطناعي يُظهر ذكاءً بمستوى الإنسان. فعندما يتمكن الذكاء الاصطناعي من إظهار قدرات حوارية شبيهة بالقدرات البشرية لفترة مطولة من الزمن، بحيث لا يتمكن المحاور البشري من معرفة أنه يتحدث إلى آلة، فسيعني ذلك اجتياز الاختبار: الذكاء الاصطناعي، الذي يستطيع التحاور بطريقة تشبه الإنسان، سوف يُعتبر ذكيًا. لأكثر من سبعة عقود، كان هذا الاختبار البسيط مصدر إلهام للعديد من الباحثين الشباب الذين يدخلون مجال الذكاء الاصطناعي. واليوم، كما توضح ملحمة شعور لامدا، أصبحت الأنظمة قريبة بالفعل من اجتياز اختبار تورينج.

لكن، كما أشار كثيرون، فإن الذكاء يدور حول ما هو أكثر بكثير من مجرد اللغة (أو في الواقع أي وجه آخر من أوجه الذكاء يُنظر إليه بمعزل عن غيره). أحد الأبعاد المهمة بشكل خاص هو القدرة على اتخاذ الإجراءات. نحن لا نهتم فقط بما يمكن أن تقوله الآلة؛ نحن نهتم أيضًا بما يمكن أن تفعله.

ما نود معرفته حقًا هو، هل يمكنني أن أعطي أحد أنظمة الذكاء الاصطناعي هدفًا غامضًا ومفتوحًا ومعقدًا يتطلب التفسير والرأي والإبداع واتخاذ القرار والتصرف عبر مجالات متعددة، وعلى مدى فترة زمنية ممتدة، ومن ثم نرى الذكاء الاصطناعي يحقق هذا الهدف؟

ببساطة، فإن اجتياز اختبار تورينج حديث سوف يتضمن شيئًا مثل ما يلي: قدرة الذكاء الاصطناعي على التصرف بنجاح بناءً على التعليمات "اذهب واربح مليون دولار على أمازون في غضون بضعة أشهر باستثمار قدره ١٠٠٠٠٠ دولار فقط". قد يلجأ إلى البحث في الويب للاطلاع على أحدث التوجهات، ومعرفة ما هو رائج وما ليس رائجًا في سوق أمازون؛ وإنشاء مجموعة من الصور والمخططات للمنتجات المحتملة؛ وإرسالها إلى شركة التصنيع التي تبيع عبر سلاسل التجزئة والتي وجدها على موقع علي بابا؛ وإرسال بريد إلكتروني ذهابًا وإيابًا لتحسين المتطلبات والموافقة على العقد؛ وتصميم قائمة البائع؛ وتحديث المواد التسويقية وتصميمات المنتجات باستمرار بناءً على تعليقات المشتري. باستثناء المتطلبات القانونية للتسجيل كشركة في السوق والحصول على حساب مصرفي، يبدو لي أن كل هذا ممكن التنفيذ إلى حد هائل. وأعتقد أن هذا سوف يتم باستخدام عدد قليل من التدخلات البشرية البسيطة خلال العام المقبل، وربما بشكل مستقل تمامًا في غضون ثلاث إلى خمس سنوات.

وإذا اجتاز الذكاء الاصطناعي اختبار تورينج الحديث للقرن الحادي والعشرين الذي وضعتُه، فإن العواقب المترتبة على ذلك بالنسبة للاقتصاد العالمي ستكون عميقة. إن العديد من المكونات في موضعها الصحيح بالفعل. فعملية توليد الصور متقدمة جدًا، كما أن القدرة على الكتابة والعمل باستخدام أنواع واجهات برمجة التطبيقات التي قد تطلبها البنوك ومواقع الويب والشركات المصنعة قيد التنفيذ. إن قدرة الذكاء الاصطناعي على كتابة الرسائل أو إدارة الحملات التسويقية، وكل الأنشطة التي تتم داخل حدود المتصفح، تبدو واضحة تمامًا. ويمكن بالفعل للخدمات الأكثر تطورًا القيام ببعض هذه العناصر. فكر فيها على أنها قوائم أولية للمهام تنفذ نفسها، مما يتيح أتمتة مجموعة واسعة من المهام.

سنتناول الروبوتات لاحقًا، لكن الحقيقة هي أنه بالنسبة لمجموعة واسعة من المهام في الاقتصاد العالمي اليوم، كل ما تحتاجه هو توفر جهاز كمبيوتر؛ إن أغلب الناتج المحلي الإجمالي العالمي يتحقق بطريقة أو بأخرى من خلال واجهات تعتمد على الشاشات وقابلة للتكيف مع الذكاء الاصطناعي. يكمن التحدي في تطوير ما يطلق عليه مطورو الذكاء الاصطناعي اسم التخطيط الهرمي، والربط بين الأهداف المتعددة والأهداف الفرعية والقدرات في عملية سلسة نحو غاية واحدة. وبمجرد تحقيق ذلك، فإنه يؤدي إلى الذكاء الاصطناعي فائق القدرة، والمتصل بشركة أو مؤسسة وكل تاريخها المحلي واحتياجاتها، والذي يمكنه الضغط، والبيع، والتصنيع، والتوظيف، والتخطيط؛ كل ما يمكن لشركة أن تفعله، فقط عن طريق فريق صغير من مديري الذكاء الاصطناعي البشريين الذين يتولون الإشراف والتحقق والتنفيذ والمشاركة في منصب الرئيس التنفيذي مع الذكاء الاصطناعي.

إذن، بدلًا من السماح لمسائل الوعي بتشتيت انتباهنا بشدة، يتعين علينا أن نعيد تركيز المناقشة برمتها حول القدرات على المدى القريب وكيف ستتطور هذه القدرات في الأعوام المقبلة. فكما رأينا، من أليكسنت التابع لشركة هينتون إلى لامدا التابع لشركة جوجل، ظلت النماذج تتحسن بمعدل متسارع للغاية لأكثر من عقد من الزمن. إن هذه القدرات حقيقية للغاية بالفعل، لكنها لا تقترب من التباطؤ. ورغم أن لها تأثيرًا هائلًا بالفعل، فإنها ستتضاءل أمام ما يحدث بينما نتقدم عبر المضاعفات القليلة التالية، وبينما تنجح أنظمة الذكاء الاصطناعي في استكمال المهام المعقدة ومتعددة الخطوات من البداية إلى النهاية بمفردها.

أنا أفكر في هذا الأمر على أنه "الذكاء الاصطناعي القادر"، وهي النقطة التي يستطيع عندها الذكاء الاصطناعي تحقيق أهداف ومهام معقدة بأقل قدر من الإشراف. إن كلًا من الذكاء الاصطناعي والذكاء الاصطناعي العام يشكلان جزءًا من المناقشة اليومية، لكننا بحاجة إلى مفهوم يلخص طبقة وسطى بينهما تنجح فيها الأنظمة في اجتياز اختبار تورينج الحديث لكن قبل أن تُظهر "ذكاءً فائقًا" خارجًا عن السيطرة. والذكاء الاصطناعي القادر يلخص هذه النقطة.

كانت المرحلة الأولى من الذكاء الاصطناعي تدور حول التصنيف والتنبؤ؛ لقد كان قادرًا، لكن فقط ضمن حدود محددة بوضوح وفي مهام محددة مسبقًا. يمكنه التفريق بين القطط والكلاب في الصور، وبعد ذلك يمكنه التنبؤ بما يأتي بعد ذلك في تسلسل لإنتاج صور لتلك القطط والكلاب. وقد أنتج لمحات من الإبداع، ويمكن دمجه بسرعة في منتجات شركات التكنولوجيا.

إن الذكاء الاصطناعي القادر يمثل المرحلة التالية من تطور الذكاء الاصطناعي. إنه نظام لن يكون فقط قادرًا على التعرف على الصور والصوت واللغة الجديدة المناسبة لسياق معين وتوليدها، بل سيكون تفاعليًا أيضًا؛ أي يعمل في الوقت الفعلي، ومع مستخدمين حقيقيين. وسوف يعزز من هذه القدرات بفضل ذاكرته الموثوقة بحيث يمكن أن تكون متسقة على فترات زمنية ممتدة ويمكن استخدامها على مصادر أخرى للبيانات، بما في ذلك، على سبيل المثال، قواعد بيانات المعرفة أو المنتجات أو مكونات سلسلة التوريد المملوكة لأطراف ثالثة. وسوف يستخدم مثل هذا النظام هذه الموارد لنسج تسلسلات من الإجراءات معًا في خطط طويلة المدى لتحقيق أهداف معقدة ومفتوحة، مثل إنشاء وتشغيل متجر على سوق أمازون. يتيح كل هذا إذن استخدام الأدوات وظهور قدرة حقيقية على أداء مجموعة واسعة من الإجراءات المعقدة والمفيدة. وسوف يؤدي ذلك إلى ذكاء اصطناعي قادر حقًا، الذكاء الاصطناعي القادر.

ذكاء فائق واعٍ؟ من يدري. لكن أنظمة تعلم عالية القدرة، أنظمة ذكاء اصطناعي قادرة، يمكنها اجتياز بعض إصدارات اختبار تورينج الحديث؟ كن واثقًا من ذلك: إنها في طريقها، وهي هنا بالفعل في شكل جنيني. ستكون هناك الآلاف من هذه النماذج، وسوف يستخدمها غالبية سكان العالم. سيأخذنا هذا إلى النقطة التي يمكن عندها لأي شخص أن يمتلك في جيبه ذكاءً اصطناعيًا قادرًا يمكنه المساعدة في مجموعة كبيرة من الأهداف التي يمكن تصورها، أو حتى تحقيقها بشكل مباشر: التخطيط لعطلتك وإدارتها، وتصميم وبناء ألواح شمسية أكثر كفاءة، والمساعدة في الفوز بالانتخابات. من الصعب أن نعرف على وجه

اليقين ما سيحدث عند تمكين الجميع بهذه الطريقة، لكننا سنعود إلى هذه النقطة في الجزء ٣.

من السهل إلى حد ما التنبؤ بمستقبل الذكاء الاصطناعي، على الأقل من زاوية واحدة. خلال السنوات الخمس المقبلة، سيستمر استثمار موارد واسعة. إن بعضًا من أذكى الأشخاص على هذا الكوكب يعملون على حل هذه المشكلات. وستعمل أضعاف مضاعفة من الحوسبة على تدريب أفضل النماذج. كل هذا سيؤدي إلى قفزات كبيرة إلى الأمام، بما في ذلك الإنجازات الخارقة التي تقربنا من الوصول إلى الذكاء الاصطناعي الذي يمكنه التخيل والتفكير والتخطيط وإظهار الحس السليم. ولن يمر وقت طويل قبل أن يتمكن الذكاء الاصطناعي من نقل ما "يعرفه" من مجال إلى آخر، بسلاسة، كما يفعل البشر. إن ما يُعد الآن مجرد علامات أولية على التفكير الذاتي والتحسين الذاتي سوف يتقدم كثيرًا. ستتصل أنظمة الذكاء الاصطناعي القادر هذه بالإنترنت، وستكون قادرة على التفاعل مع كل ما نقوم به نحن البشر، لكن على أساس من المعرفة والقدرة العميقة. لن تتقن هذه الأنظمة اللغة وحسب، بل ستتقن مجموعة مذهلة من المهام أيضًا.

إن الذكاء الاصطناعي أعمق وأقوى بكثير من مجرد تقنية أخرى. ولا يكمن الخطر في المبالغة في تقدير حجم الموجة القادمة، بل في عدم إدراكه. إنه ليس مجرد أداة أو منصة لكنه ما وراء التكنولوجيا التحويلية، التكنولوجيا التي تقف وراء التكنولوجيا وكل شيء آخر، وهي في حد ذاتها صانعة للأدوات والمنصات، وليست مجرد نظام، بل مولدًا للأنظمة من أي نوع وكل الأنواع. خذ خطوة إلى الوراء وفكر في ما يحدث على نطاق عقد أو قرن من الزمان. إننا حقًا نقف عند نقطة تحول في تاريخ البشرية.

ومع ذلك، تشتمل الموجة القادمة على ما هو أكثر بكثير من مجرد الذكاء الاصطناعي.

الفصل ٥

تكنولوجيا الحياة

الحياة، التي هي أقدم تكنولوجيا في الكون، لا يقل عمرها عن ٣.٧ مليارات سنة. وعبر هذه الدهور، تطورت الحياة من خلال عملية قاسية، وذاتية الحكم، وغير موجهة. ثم في العقود القليلة الماضية فقط، وهي شريحة ضئيلة للغاية من وقت التطور، غيَّر البشر، الذين هم أحد نواتج الحياة، كل شيء. وبدأت أسرار علم الأحياء تتكشف، وأصبح علم الأحياء في حد ذاته أداة هندسية. لقد أُعيدت كتابة قصة الحياة في لحظة؛ وأصبحت يد التطور المرتعشة فجأة قوية للغاية، ومحددة الاتجاه. فالتغيرات التي كانت تحدث ذات يوم على غير هدى ووفقًا للزمن الجيولوجي، تتقدم الآن بوتيرة هائلة. إلى جانب الذكاء الاصطناعي، يُعد هذا هو التحول الأكثر أهمية في حياتنا.

الأنظمة الحية تتجمع ذاتيًا وتُشفى ذاتيًا؛ إنها هياكل تستخدم الطاقة ويمكنها الاستنساخ والبقاء والازدهار في مجموعة واسعة من البيئات، وكل ذلك بمستوى مذهل من التعقيد والدقة الذرية ومعالجة المعلومات. ومثلما كان كل شيء من المحرك البخاري إلى المعالج الدقيق نتاجًا للحوار المكثف بين الفيزياء والهندسة، فإن العقود المقبلة ستتحدد معالمها عن طريق التقارب بين علم الأحياء والهندسة. على غرار الذكاء الاصطناعي، فإن علم الأحياء التخليقي يسير على مسار سريع يتسم بانخفاض التكاليف وارتفاع القدرات.

ويتربع في مركز هذه الموجة إدراكنا أن الحمض النووي عبارة عن معلومات، وأنه نظام ترميز وتخزين متطور بيولوجيًا. لقد توصلنا خلال العقود الأخيرة إلى فهم كافٍ لنظام نقل المعلومات هذا بحيث يمكننا الآن التدخل لتغيير ترميزه وتوجيه مساره. ونتيجة لذلك، فإن الغذاء والدواء والمواد وعمليات التصنيع والسلع الاستهلاكية سوف تتحول كلها وتأخذ صورة جديدة. وكذلك البشر أنفسهم.

مقصات الحمض النووي:
ثورة كريسبر

تبدو الهندسة الوراثية حديثة، لكنها في الواقع واحدة من أقدم التقنيات التي عرفها الإنسان. لكان من المستحيل تحقيق قدر كبير من الحضارة من دون التربية الانتقائية؛ وهي العملية المتواصلة التي نعمل من خلالها على تحسين المحاصيل والحيوانات لاختيار السمات المرغوبة أكثر. بشكل مطرد، وعلى مدى قرون وآلاف السنين، عمل البشر على تربية السمات التي من شأنها أن تكون مفيدة للغاية، فأنتجوا الكلاب الصديقة، والأبقار الحلوب، والدجاج المستأنس، والقمح، والذرة، وما إلى ذلك.

بدأت الهندسة الحيوية الحديثة في السبعينيات من القرن الماضي، معتمدة على الفهم المتنامي لعلم الوراثة والجينات الذي بدأ في القرن التاسع عشر. ومن خلال توسيع نطاق عمل روزاليند فرانكلين وموريس ويلكنز، اكتشف جيمس واتسون وفرانسيس كريك بنية الحمض النووي، وهو الجزيء الذي يشفر التعليمات لإنتاج كائن حي، في الخمسينيات من القرن الماضي. وبعد ذلك، أثناء العمل على البكتيريا في عام ١٩٧٣، اكتشف ستانلي إن. كوهين وهربرت دبليو. بوير طرقًا لنقل المواد الجينية من كائن حي إلى آخر، موضحين كيف تمكنا بنجاح من إدخال الحمض النووي من الضفدع إلى البكتيريا. وهكذا حل عصر الهندسة الوراثية.

أدى هذا البحث إلى تأسيس بوير لإحدى أوائل شركات التكنولوجيا الحيوية في العالم، وهي شركة Genentech، في عام ١٩٧٦. وكانت مهمتها هي التلاعب بجينات الكائنات الحية الدقيقة لإنتاج الأدوية والعلاجات، وفي غضون عام قدمت الشركة إثباتًا للمفهوم، وذلك باستخدام بكتيريا الإشريكية القولونية المهندَسة لإنتاج هرمون السوماتوستاتين.

لكن على الرغم من بعض الإنجازات الملحوظة، كان التقدم الأولي في هذا المجال بطيئًا، وذلك لأن الهندسة الوراثية كانت عملية مكلفة وصعبة وعرضة للفشل. لكن على مدى

السنوات العشرين الماضية أو نحو ذلك، تغير الأمر. أصبحت الهندسة الوراثية أرخص بكثير وأسهل بكثير (هل يبدو ذلك مألوفًا؟). وكان أحد العوامل الحفازة هو مشروع الجينوم البشري. وهو مسعى دام لثلاثة عشر عامًا، وتكلف مليارات الدولارات، وجمع آلاف العلماء من مختلف أنحاء العالم، في مؤسسات خاصة وعامة، لتحقيق هدف واحد: الكشف عن الثلاثة مليارات حرف من المعلومات الجينية التي تشكل الجينوم البشري. إن تسلسل الجينوم بهذه الطريقة يحوِّل المعلومات البيولوجية، الحمض النووي، إلى نص خام: معلومات يستطيع الإنسان قراءتها واستخدامها. حيث تتحول البنية الكيميائية المعقدة إلى تسلسل من قواعدها الأربعة المحددة؛ إيه، وتي، وسي، وجي.

ولأول مرة، كان هدف مشروع الجينوم البشري هو جعل الخريطة الجينية الكاملة للبشر واضحة المعالم. عندما أُعلن عن المشروع عام ١٩٨٨، اعتقد البعض أن ذلك مستحيل، وحكموا عليه بالفشل. لكن المشروع أثبت في نهاية المطاف خطأ المشككين. وبحلول عام ٢٠٠٣، أُعلن في حفل أقيم بالبيت الأبيض أننا نجحنا في تحديد تسلسل ٩٢ في المائة من الجينوم البشري، وأن شفرة الحياة أصبحت الآن معروفة. لقد كان إنجازًا تاريخيًا، وعلى الرغم من أن المشروع قد استغرق بعض الوقت للبدء بتحقيق إمكاناته الكاملة، فعند النظر إلى ما فات، يتضح أن مشروع الجينوم البشري شكَّل بداية ثورة بالفعل.

في حين أن قانون مور يجذب بطبيعة الحال قدرًا كبيرًا من الاهتمام، فثمة شيء أقل منه شهرة، وهو ما تطلق عليه مجلة ذا إيكونوميست اسم منحنى كارلسون: الانهيار الملحمي في تكاليف تحديد تسلسل الحمض النووي. فبفضل التقنيات دائمة التحسن، انخفضت تكاليف تحديد تسلسل الجينوم البشري من مليار دولار في عام ٢٠٠٣ إلى أقل بكثير من ١٠٠٠ دولار بحلول عام ٢٠٢٢. وهذا يعني أن السعر انخفض مليون مرة في أقل من عشرين عامًا، أي أسرع بألف مرة من قانون مور. وهو تطور مذهل تعمى عنه العيون رغم وضوحه.

لقد أصبح تحديد تسلسل الجينوم الآن عملًا مزدهرًا. ومع الوقت، يبدو تحديد تسلسل جينوم غالبية الناس والنباتات والحيوانات، وكل ما بينهم، أمرًا مرجحًا. تقدم خدمات مثل

23andMe بالفعل تنميط الحمض النووي للأفراد مقابل بضع مئات من الدولارات.

لكن قوة التكنولوجيا الحيوية تتجاوز قدرتنا على مجرد فك الشفرة؛ فهي تتيح لنا الآن تعديلها وكتابتها أيضًا. ربما يكون تعديل الجينات باستخدام تقنية كريسبر (وهو اختصار يشير إلى التكرارات العنقودية المتناظرة القصيرة منتظمة التباعد) هو المثال الأكثر شهرة على الكيفية التي يمكننا بها التدخل المباشر في علم الوراثة. أما الإنجاز الخارق الذي تحقق في عام ٢٠١٢ بقيادة جينيفر داودنا وإيمانويل شاربنتييه فكان معناه أنه صار من الممكن لأول مرة تعديل الجينات تقريبًا كما لو كانت نصًا أو تعليمات برمجية للكمبيوتر، بسهولة أكبر بكثير مما كان عليه الأمر في الأيام الأولى للهندسة الوراثية.

يعمل كريسبر على تعديل تسلسل الحمض النووي بمساعدة Cas9، وهو إنزيم يعمل كزوج من مقصات الحمض النووي المضبوطة بدقة، حيث يقص أجزاء من شريط الحمض النووي لإجراء تعديل جيني دقيق وتعديل أي شيء يتراوح من بكتيريا دقيقة إلى ثدييات كبيرة مثل البشر، مع تعديلات تتراوح من التغييرات الصغيرة إلى التدخلات الكبيرة في الجينوم. ويمكن للتأثيرات أن تكون هائلة: فتعديل الخلايا التناسلية التي تشكل البويضات والحيوانات المنوية، على سبيل المثال، يعني أن التغييرات سوف يتردد صداها عبر الأجيال.

بعد نشر الورقة البحثية الأولى عن تقنية كريسبر، كان التقدم في تطبيقها سريعًا؛ حيث أُنشئت أول نباتات معدلة وراثيًا في غضون عام، وأول حيوانات -الفئران- قبل ذلك حتى. هذا وتعِد الأنظمة المعتمدة على كريسبر، والتي تحمل أسماء مثل "كارفر" و"باك مان"، بتقديم طرق وقائية فعالة لمكافحة الفيروسات لا تثير استجابة مناعية، وذلك على عكس اللقاحات، مما يساعد على حمايتنا من الأوبئة في المستقبل. إن مجالات مثل تعديل الحمض النووي الريبوزي (RNA) تفتح في حد ذاتها مجالًا لمجموعة من العلاجات الجديدة لحالات مثل ارتفاع نسبة الكوليسترول في الدم والسرطان. كما أن التقنيات الجديدة مثل Craspase، وهي أداة تعتمد على تقنية كريسبر وتعمل على الحمض النووي

الريبوزي والبروتينات بدلًا من الحمض النووي، قد تتيح لنا تدخلات علاجية أكثر أمانًا من الطرق التقليدية.

مثل الذكاء الاصطناعي، تُعد الهندسة الوراثية مجالًا يتسم بالسرعة المذهلة، حيث يتطور ويتحسن مع مرور الأسبوع، وقد بدأ التركيز العالمي الهائل للمواهب والطاقة يؤتي ثماره الحقيقية (في هذه الحالة، بالمعنى الحرفي للكلمة). تتضاعف حالات استخدام تقنية كريسبر، بدءًا من الطماطم الغنية بفيتامين د إلى علاجات لحالات تشمل مرض الخلايا المنجلية وثلاسيميا بيتا (اضطراب في الدم ينتج هيموجلوبين غير طبيعي). وفي المستقبل، يمكن أن تقدم علاجات لكوفيد-١٩، وفيروس نقص المناعة البشرية، والتليف الكيسي، بل وحتى السرطان. إن العلاجات الجينية الآمنة وواسعة الانتشار في طريقها إلينا. وستعمل هذه العلاجات على إنتاج محاصيل مقاومة للجفاف والأمراض، وتعزيز كمية المحصول، والمساعدة في تمكين إنتاج الوقود الحيوي على نطاق واسع.

قبل بضعة عقود فقط، كانت التكنولوجيا الحيوية باهظة الثمن، ومعقدة، وبطيئة الحركة، ولا يستطيع المشاركة فيها سوى الفِرق ذات الموهبة الأكبر والموارد الأفضل. واليوم أصبحت التقنيات مثل كريسبر بسيطة ورخيصة الثمن؛ لقد نجحت، على حد تعبير عالمة الأحياء نيسا كاري، في "دقرطة العلوم البيولوجية". فالتجارب التي كانت تستغرق سنوات في السابق، أصبح طلاب الدراسات العليا يتصدون لها في أسابيع. تبيع لك شركات مثل Odin مجموعة أدوات الهندسة الوراثية التي تشتمل على الضفادع والصراصير الحية مقابل ١٩٩٩ دولارًا، في حين تشتمل مجموعة أخرى على جهاز طرد مركزي صغير، وآلة تفاعل البوليميراز المتسلسل، وجميع الكواشف والمواد التي تحتاجها للبدء.

لقد تبنت الهندسة الوراثية مبدأ "اصنعها بنفسك" الذي كان ذات يوم يميز الشركات الرقمية الناشئة وأدى إلى مثل هذا التدفق في الإبداع والإمكانات في الأيام الأولى للإنترنت. يمكنك الآن شراء جهاز صغير الحجم لتخليق الحمض النووي (انظر القسم التالي) مقابل

مبلغ زهيد يصل إلى ٢٥٠٠٠ دولار واستخدامه كما يحلو لك، دون قيود أو إشراف، في المنزل في مرآبك الحيوي.

طابعات الحمض النووي:
علم الأحياء التخليقي يظهر إلى الوجود

تقنية كريسبر هي البداية فقط. إن تخليق الجينات يعني تصنيع التسلسلات الجينية وطباعة شرائط من الحمض النووي. إذا كان التسلسل هو القراءة، فإن التخليق هو الكتابة. والكتابة لا تتضمن فقط إعادة إنتاج شرائط معروفة من الحمض النووي؛ بل تمكِّن العلماء أيضًا من كتابة شرائط جديدة، وهندسة الحياة نفسها. ورغم أن هذه الممارسة كانت موجودة منذ سنوات مضت، فقد كانت هي الأخرى بطيئة ومكلفة وصعبة. قبل عقد من الزمان، كان العلماء على الأرجح ينتجون أقل من مائة قطعة من الحمض النووي في آن واحد. والآن يمكنهم طباعة ملايين القطع دفعة واحدة، مع انخفاض في الأسعار بمقدار عشر مرات. يزعم مسبك الحمض النووي في لندن، ويقع مقره في إمبريال كوليدج لندن، أنه يستطيع إنشاء واختبار خمسة عشر ألف تصميم جيني مختلف في صباح واحد.

وهناك شركات مثل DNA Script تتربح من بيع طابعات الحمض النووي التي تعمل على تدريب الإنزيمات وتكييفها لبناء جزيئات جديدة تمامًا. وقد أدت هذه القدرة إلى ظهور مجال جديد من علم الأحياء التخليقي؛ القدرة على قراءة وتعديل، والآن كتابة، شفرة الحياة. علاوة على ذلك، فإن التقنيات الجديدة، مثل تخليق الإنزيمات، تُعد أسرع وأكثر كفاءة مع كونها أقل عرضة للفشل، ولا تترك مخلفات خطيرة، وهي بالطبع تتبع منحنى تكلفة هابطًا بشدة. كما أن تعلم هذه الطريقة أسهل بكثير، على عكس التقنيات القديمة شديدة التعقيد التي تتطلب معرفة أكثر تخصصًا ومهارات فنية.

لقد انفتح أمامنا عالم من الإمكانات لإنشاء الحمض النووي، وهو عالم تحدث فيه دورات التصميم والبناء والاختبار والتكرار بوتيرة متسارعة بشكل جذري. تحتوي الإصدارات المنزلية من أجهزة تخليق الحمض النووي حاليًا على بعض القيود الفنية، لكنها لا تزال قوية للغاية، ويمكنك المراهنة على التغلب على هذه القيود في المستقبل القريب.

بينما تسلك الطبيعة طريقًا طويلًا ومتعرجًا للوصول إلى نتائج فعالة هائلة، فإن هذه الثورة الحيوية تضع قوة التصميم المُركز في قلب هذه العمليات المتطورة ذاتية التكرار والشفاء.

وهذا هو ما يعِد به التطور عن طريق التصميم، حيث يؤدي التدخل الموجّه إلى ضغط عشرات الملايين من السنين من التاريخ وتقصير مسارها. فهو يجمع بين التكنولوجيا الحيوية والبيولوجيا الجزيئية وعلم الوراثة عن طريق قوة أدوات التصميم الحاسوبية. وإذا جمعنا كل ذلك معًا، سنحصل على منصة ذات نطاق تحويلي عميق. على حد تعبير المهندس الحيوي في جامعة ستانفورد، درو إندي: "إن علم الأحياء هو منصة التصنيع الموزَّعة المطلقة". ومن ثم فإن الوعد الحقيقي لعلم الأحياء التخليقي هو أنه سوف "يمكِّن الناس من صنع كل ما يحتاجون إليه أينما كانوا بشكل أكثر مباشرة وحرية".

في ستينيات القرن الماضي، كانت رقائق الكمبيوتر لا تزال تُصنع يدويًا إلى حد كبير، تمامًا كما كانت معظم أبحاث التكنولوجيا الحيوية -حتى وقت قريب- لا تزال عملية يدوية، وبطيئة، وغير متوقعة، وفوضوية بكل ما تحمله الكلمة من معنى. أما الآن فقد أصبح تصنيع أشباه الموصلات عبارة عن عملية تصنيع ذات كفاءة عالية على المستوى الذري، تنتج لنا بعض المنتجات الأكثر تعقيدًا على مستوى العالم. وتتبع التكنولوجيا الحيوية مسارًا مماثلًا، لكنه في مرحلة مبكرة جدًا؛ سننجح قريبًا في تصميم وإنتاج الكائنات الحية بدقة وحجم رقائق وبرامج الكمبيوتر الحالية.

في عام ٢٠١٠، أخذ فريق بقيادة كريج فنتر نسخة قريبة من جينوم بكتيريا المفطورة الفطرانية وزرعوه في خلية جديدة تضاعفت بعدها. أنتج ذلك، على حد قولهم، شكلًا جديدًا من أشكال الحياة، أطلقوا عليه اسم سينثيا. وفي عام ٢٠١٦، أنشئوا كائنًا حيًا يحتوي

على ٤٧٣ جينًا، وهو عدد أقل من أي شيء موجود في الطبيعة، لكنه يشكل تقدمًا ساحقًا عما كان ممكنًا في السابق. وبعد ثلاث سنوات فقط، ابتكر فريق من المعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيورخ أول جينوم بكتيري يُنتَج بالكامل على جهاز كمبيوتر: Caulobacter ethensis-2.0. في حين أن تجارب فينتر تطلبت فريقًا كبيرًا وكلفت ملايين الدولارات، فقد اكتمل هذا العمل الرائد إلى حد كبير على يد شقيقين بتكلفة أقل من ١٠٠٠٠٠ دولار. والآن يكرس اتحاد كتابة مشروع الجينوم العالمي جهوده لخفض تكاليف إنتاج واختبار الجينومات الاصطناعية "ألف مرة في غضون عشر سنوات".

إن علم الأحياء يستفيد من التحسينات المتسارعة.

إطلاق العنان للإبداع البيولوجي

ثمة عدد لا يحصى من التجارب الجارية في المشهد الغريب والناشئ لعلم الأحياء التخليقي: الفيروسات التي تنتج البطاريات، والبروتينات التي تنقي المياه القذرة، والأعضاء المزروعة في أحواض، والطحالب التي تسحب الكربون من الغلاف الجوي، والنباتات التي تستهلك النفايات السامة. وربما ننجح في الاجتثاث التدريجي لبعض الأجناس التي تنشر الأمراض، مثل البعوض، أو الأجناس الغازية مثل فئران المنازل المعروفة، من الموائل من خلال ما يسمى بمحركات الجينات؛ وإعادة البعض الآخر إلى الحياة، بما في ذلك مشروع تخصصي لإعادة إدخال الماموث الصوفي إلى منطقة التندرا. لا أحد يستطيع التنبؤ بالعواقب بشكل كامل.

إن التقدم الطبي مجال يلقى تركيزًا واضحًا. من خلال استخدام جين بروتينات حساسة للضوء مأخوذ من الطحالب بهدف إعادة بناء الخلايا العصبية، نجح العلماء في استعادة الرؤية المحدودة لرجل أعمى في عام ٢٠٢١. وأصبح في الإمكان الآن علاج الحالات المستعصية سابقًا، بدءًا من مرض الخلايا المنجلية إلى سرطان الدم. ويعمل العلاج بمستقبلات المستضد الخيمرية للخلايا التائية (CAR T-cell) على هندسة خلايا دم

بيضاء ذات استجابة مناعية مخصصة لمهاجمة السرطانات؛ ويبدو أن التعديل الجيني جاهز لعلاج أمراض القلب الوراثية.

بفضل العلاجات المنقذة للحياة مثل اللقاحات، صرنا معتادين بالفعل على فكرة التدخل في تكويننا البيولوجي لمساعدتنا في مكافحة الأمراض. يهدف مجال بيولوجيا النُظم إلى فهم "الصورة الأكبر" للخلية أو الأنسجة أو الكائن الحي باستخدام المعلوماتية الحيوية وعلم الأحياء الحاسوبي لمعرفة كيفية عمل الكائن الحي بشكل كلي؛ ويمكن لمثل هذه الجهود أن تشكل الأساس لعصر جديد من الطب المخصص. وقبل مرور وقت طويل، ستبدو فكرة العلاج بطريقة عامة وكأنها ترجع حتمًا إلى العصور الوسطى؛ فكل شيء، بدءًا من نوع الرعاية التي نتلقاها وحتى الأدوية المقدمة لنا، سيكون مصمَّمًا بدقة ليناسب حمضنا النووي ومؤشراتنا الحيوية المحددة. وفي نهاية المطاف، قد يكون من الممكن إعادة تشكيل أنفسنا لتعزيز استجاباتنا المناعية. وهذا بدوره قد يفتح الباب أمام تجارب أكثر طموحًا، مثل طول العمر والتقنيات التجديدية، التي تشكل بالفعل مجالًا بحثيًا مزدهرًا.

تُعد شركة Altos Labs، التي جمعت مبلغ ٣ مليارات دولار، وهو مبلغ أكبر من أي تمويل سبق إعطاؤه لأي شركة ناشئة في مجال التكنولوجيا الحيوية، إحدى الشركات التي تسعى إلى إيجاد تقنيات فعالة لمكافحة الشيخوخة. ويقول كبير علمائها ريتشارد كلاوسنر: "نعتقد أننا قادرون على إعادة عقارب الساعة إلى الوراء" فيما يتعلق بفناء البشر. من خلال التركيز على تقنيات "برمجة التجديد"، تهدف الشركة إلى إعادة ضبط العلامات الكيميائية فوق الجينية الموجودة على الحمض النووي والتي تتحكم في الجينات عن طريق "تشغيلها" و"إيقافها". مع تقدمنا في السن، "تنقلب" هذه العلامات إلى مواقع خاطئة. ويهدف هذا النهج التجريبي إلى قلبها مرة أخرى، وعكس أو إيقاف عملية الشيخوخة. إلى جانب مجموعة من التدخلات الواعدة الأخرى، صارت حتمية الشيخوخة الجسدية -التي تبدو وكأنها جزء أساسي من حياة الإنسان- موضع تساؤل. ومن الممكن أن نصل خلال العقود المقبلة إلى عالم من الطبيعي أن يبلغ متوسط العمر فيه مائة عام أو أكثر. ولا يتعلق الأمر فقط بحياة أطول؛ بل بحياة أكثر صحة مع تقدمنا في السن.

ستكون للنجاح تداعيات مجتمعية كبيرة. وفي الوقت نفسه، فإن التحسينات المعرفية والجمالية والجسدية وتلك المتعلقة بالأداء هي أمر منطقي أيضًا، لكنها ستكون مزعجة ومكروهة بقدر ما هي مرغوبة. وفي كلتا الحالتين، ستحدث تعديلات جسدية ذاتية خطيرة. يشير العمل الأولي إلى إمكانية تحسين الذاكرة وتعزيز قوة العضلات. ولن يمر وقت طويل قبل أن يصبح "تناول المنشطات الجينية" قضية حية في الرياضة والتعليم والحياة المهنية. إن القوانين التي تحكم الاختبارات والتجارب السريرية تصل إلى منطقة رمادية عندما يتعلق الأمر بالإدارة الذاتية. من الواضح أن إجراء التجارب على الآخرين أمر محظور، لكن ماذا عن إجراء التجارب على نفسك؟ كما هو الحال مع العديد من العناصر الأخرى للتقنيات المتطورة، هذه مساحة غير محددة قانونيًا وأخلاقيًا.

لقد وُلد بالفعل أول أطفال بجينومات معدلة في الصين بعد أن شرع أستاذ مارق في سلسلة من التجارب الحية على الأزواج الشباب، مما أدى في النهاية، في عام ٢٠١٨، إلى ولادة توأم، معروفين باسم لولو ونانا، بجينومات معدلة. وقد صدم عمله المجتمع العلمي، حيث إنه انتهك جميع الأعراف الأخلاقية. فهو لم يراعِ أيًا من الإجراءات الوقائية أو آليات المساءلة المعتادة؛ ورأوا أن التعديل لم يكن ضروريًا من الناحية الطبية، والأسوأ من ذلك أنه نُفذ بشكل سيئ. لقد كان الغضب الذي شعر به العلماء حقيقيًا، والإدانة شبه عالمية. وكانت الدعوات للوقف سريعة، وشملت العديد من الرواد الرئيسيين في هذا المجال، لكن مع ذلك، لم يتفق الجميع على أن هذا هو النهج الصحيح. فقبل ولادة المزيد من أطفال كريسبر، من المحتمل أن يحتاج العالم إلى التعامل مع عملية اختيار الأجنة التكرارية التي يمكن من خلالها أيضًا انتقاء السمات المرغوبة.

بغض النظر عن العناوين الرئيسية المثيرة للقلق بشأن التكنولوجيا الحيوية، ستستمر المزيد والمزيد من التطبيقات في الظهور، مجموعة واسعة من التطبيقات تتجاوز نطاق الطب أو التغيير الشخصي، وتصل إلى أقصى حدود الخيال. إن عمليات التصنيع، والزراعة، والمواد، وتوليد الطاقة، وحتى أجهزة الكمبيوتر؛ جميعها ستشهد تحولًا جذريًا في العقود المقبلة. في حين ستبقى هناك تحديات عديدة، فمن الممكن إنتاج المواد الأساسية

للاقتصاد مثل البلاستيك والأسمنت والأسمدة بشكل أكثر استدامة، مع استبدال الوقود الحيوي والمواد البلاستيكية الحيوية بالمواد الحالية التي تؤدي إلى انبعاث الكربون. ويمكن أن تصبح المحاصيل مقاومة للعدوى، وتستخدم كميات أقل من المياه والأراضي والأسمدة؛ ويمكن نحت البيوت وزراعتها من الفطريات.

يعمل علماء مثل فرانسيس أرنولد الحائز على جائزة نوبل على تخليق إنزيمات تنتج تفاعلات كيميائية جديدة، بما في ذلك طرق لربط السيليكون والكربون، وهي عملية صعبة عادة وتستهلك الكثير من الطاقة ولها استخدامات واسعة النطاق في مجالات مثل الإلكترونيات. تتميز طريقة أرنولد بتوفير الطاقة بمقدار خمس عشرة مرة أكثر من البدائل الصناعية القياسية. وتتضمن الخطوة التالية زيادة إنتاج المواد والعمليات البيولوجية. وبهذه الطريقة، يمكن زراعة منتجات مهمة، مثل بدائل اللحوم أو المواد الجديدة التي تمتص الكربون من الغلاف الجوي، بقدر ما يمكن تصنيعها. قد تواجه صناعة البتروكيماويات الضخمة تحديًا من جانب الشركات الناشئة مثل Solugen، التي تمثل منشأتها Bioforge محاولة لبناء مصنع سالب الكربون؛ سوف ينتج المصنع مجموعة واسعة من المواد الكيميائية والسلع، بدءًا من منتجات التنظيف إلى المضافات الغذائية إلى الخرسانة، وكل ذلك أثناء سحب الكربون من الغلاف الجوي. تعتمد عمليتهم في الأساس على استخدام التصنيع الحيوي منخفض الطاقة ومنخفض المخلفات على نطاق صناعي، وهي قائمة على الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية.

وهناك شركة أخرى، وهي LanzaTech، تسخِّر البكتيريا المعدلة وراثيًا لتحويل مخلفات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج مصانع الصلب إلى مواد كيميائية صناعية تُستخدم على نطاق واسع. هذا النوع من علم الأحياء التخليقي يساعد في بناء اقتصاد "دائري" أكثر استدامة. ستعمل طابعات الحمض النووي من الجيل التالي على إنتاج الحمض النووي بدرجة متزايدة من الدقة. وإذا أمكن إجراء تحسينات، ليس فقط في التعبير عن هذا الحمض النووي، بل أيضًا في استخدامه في الهندسة الوراثية لمجموعة متنوعة من الكائنات الجديدة، وأتمتة العمليات وتوسيع نطاقها، سيصبح من الممكن لجهاز أو مجموعة

من الأجهزة، نظريًا، إنتاج مجموعة هائلة من المواد والبنى البيولوجية باستخدام عدد قليل فقط من المدخلات الأساسية. هل تريد صنع بعض منظفات الغسيل أو لعبة جديدة أو حتى تزرع منزلًا؟ ما عليك سوى تنزيل "الوصفة" ثم الضغط على "ابدأ". وعلى حد تعبير إليوت هيرشبيرج، "ماذا لو تمكنا من زراعة ما نريده محليًا؟ ماذا لو كانت سلسلة التوريد لدينا هي علم الأحياء وحسب؟"

في نهاية المطاف، ربما نزرع الحواسيب أيضًا مثلما نصنعها. تذكر أن الحمض النووي في حد ذاته هو آلية تخزين البيانات الأكثر كفاءة التي نعرفها؛ حيث إنه قادر على تخزين البيانات بملايين أضعاف كثافة التقنيات الحاسوبية الحالية بدقة واستقرار شبه مثاليين. من الناحية النظرية، قد تُخزن بيانات العالم بأكملها في كيلوجرام واحد فقط من الحمض النووي. وتستخدم النسخة البيولوجية من الترانزستور، والتي تسمى المُنسِّخ، جزيئات الحمض النووي والحمض النووي الريبوزي لتعمل بمثابة بوابات المنطق. لا يزال هناك طريق طويل لنقطعه قبل أن نتمكن من تسخير هذه التكنولوجيا. لكن جميع الأجزاء الوظيفية للكمبيوتر -تخزين البيانات، ونقل المعلومات، والنظام المنطقي الأساسي- يمكن من حيث المبدأ استنساخها باستخدام مواد بيولوجية.

تمثل الكائنات المعدلة وراثيًا بالفعل ٢ في المائة من اقتصاد الولايات المتحدة من خلال الاستخدامات الزراعية والصيدلانية. وهذه هي البداية وحسب. تشير تقديرات ماكينزي إلى أن ما يصل إلى ٦٠ في المائة من المدخلات المادية في الاقتصاد قد تخضع في نهاية المطاف إلى "الإبداع الحيوي". ومن الممكن التغلب على خمسة وأربعين في المائة من عبء الأمراض العالمي باستخدام "العلم الذي يُعد مجرد خيال اليوم". وبينما تصبح مجموعة الأدوات أرخص وأكثر تقدمًا، يصبح عالم من الاحتمالات متاحًا للاستكشاف.

الذكاء الاصطناعي في عصر الحياة التخليقية

البروتينات هي اللبنات الأساسية للحياة. عضلاتك ودمك، وهرموناتك وشعرك، في الواقع، ٧٥ في المائة من وزن جسمك الجاف: كلها عبارة عن بروتينات. إنها في كل مكان، وتأتي في كل شكل يمكن تصوره، وتقوم بعدد لا يحصى من المهام الحيوية، بدءًا من الأربطة التي تربط عظامك ببعضها، وحتى خطافات الأجسام المضادة التي تُستخدم في التقاط الزوار غير المرغوب فيهم. افهم البروتينات، وستجد أنك قفزت قفزة هائلة إلى الأمام في فهم -وإتقان- علم الأحياء.

لكن هناك مشكلة. فمجرد معرفة تسلسل الحمض النووي لا يكفي لمعرفة كيفية عمل البروتين. بل عليك أن تفهم كيف ينطوي. إن شكله، الذي يتكون من خلال هذا الطي المعقود، هو جوهر وظيفته: فالكولاجين الموجود في أوتارنا له بنية تشبه الحبل، بينما تحتوي الإنزيمات على جيوب لحمل الجزيئات التي تعمل عليها. ومع ذلك، لم تكن هناك وسيلة لمعرفة كيف سيحدث هذا مسبقًا. إذا استخدمت طريقة القوة الغاشمة التقليدية في الحساب، والتي تتضمن تجربة جميع الاحتمالات بشكل منهجي، فقد يستغرق الأمر وقتًا أطول من عمر الكون المعروف لاستعراض جميع الأشكال المحتملة لبروتين معين. وبالتالي، فقد كانت معرفة كيف ينطوي البروتين عملية شاقة، تعوق تطور كل شيء، بدءًا من الأدوية وحتى الإنزيمات التي تأكل البلاستيك.

لعقود من الزمن، ظل العلماء يتساءلون عما إذا كانت هناك طريقة أفضل. وفي عام ١٩٩٣، قرروا إقامة مسابقة نصف سنوية -أطلقوا عليها اسم CASP (التقييم النقدي للتنبؤ بالبنية)- لمعرفة من يمكنه حل مشكلة طي البروتين. والشخص الذي يقدم أفضل التنبؤات حول الكيفية التي قد ينطوي بها البروتين سيفوز. وسرعان ما أصبحت مسابقة CASP هي المعيار لتقييم الأداء في مجال متماسك لكنه يتسم بالتنافس الشديد. كان التقدم مطردًا، لكن لا تلوح له نهاية في الأفق.

وبعد ذلك، في مسابقة CASP13 في عام ٢٠١٨، التي عُقدت في منتجع محاط بأشجار النخيل في كانكون، وصل إلى المسابقة مشارك لا يتوقع أحد له الفوز، حيث كان سجل

إنجازاته صفرًا، وتغلب على ثمانية وتسعين فريقًا قائمًا. وكان الفريق الفائز هو فريق ديب مايند. بدأ المشروع المسمى AlphaFold (ألفافولد) خلال هاكاثون تجريبي استمر لمدة أسبوع في مجموعتي في الشركة في عام ٢٠١٦. ثم نما ليصبح لحظة تاريخية في علم الأحياء الحاسوبي ويقدم مثالًا ممتازًا على تقدم كل من الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية بسرعة كبيرة.

في حين لم يتمكن الفريق صاحب المركز الثاني، وهو مجموعة تشانج التي تحظى باحترام كبير، من التنبؤ إلا بثلاث بنى بروتينية من بين الثلاثة وأربعين هدفًا التي تُعد من أصعب الأهداف، فإن مجموعتنا الفائزة توقعت خمسًا وعشرين من البنى البروتينية. وقد فعلت ذلك بشكل أسرع بكثير من منافسيها، في غضون ساعات فقط. بطريقة ما، في هذه المسابقة الراسخة، التي يشارك فيها محترفون فائقو الذكاء، انتصر فريقنا غير المتوقع وأذهل الجميع. وجعل هذا محمد القريشي، وهو باحث معروف في هذا المجال، يتساءل: "ماذا حدث للتو؟"

استخدم فريقنا شبكات عصبية توليدية عميقة للتنبؤ بالكيفية التي قد تنطوي بها البروتينات بناءً على الحمض النووي الخاص بها، وقد تدربت هذه الشبكات على مجموعة من البروتينات المعروفة واستخدمت الاستقراء بعد ذلك. وكانت النماذج الجديدة أكثر قدرة على تخمين مسافة أزواج الأحماض الأمينية وزواياها. لم تكن الخبرة في مجال الأدوية، أو في التقنيات التقليدية مثل المجهر الإلكتروني فائق البرودة، أو حتى الأساليب الخوارزمية التقليدية، هي التي حلت المشكلة. كان الحل يكمن في الخبرة والقدرة التي يتمتع بها التعلم الآلي، التي يتمتع بها الذكاء الاصطناعي. لقد اجتمع الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء بشكل حاسم.

وبعد عامين عاد فريقنا. وقد لخص أحد العناوين الرئيسية الأمر برمته: "لقد حُلت أخيرًا إحدى أكبر المشكلات في علم الأحياء"، هكذا كتبت مجلة Scientific American. لقد رُفع النقاب بسرعة مذهلة عن عالم من البروتينات كان مخفيًا سابقًا. كان ألفافولد جيدًا

جدًا لدرجة أن مسابقة CASP قد أُوقفت، تمامًا مثل ImageNet. على مدى نصف قرن كان طي البروتين أحد التحديات الكبرى التي يواجهها العلم، ثم فجأة، حُذف من القائمة.

وفي عام ٢٠٢٢، فُتح ألفافولد ٢ للاستخدام العام. وكانت النتيجة تدفقًا من أدوات التعلم الآلي الأكثر تقدمًا في العالم، والتي استُخدمت في كل من البحوث البيولوجية الأساسية والتطبيقية: "زلزالًا"، على حد تعبير أحد الباحثين. وقد تمكن أكثر من مليون باحث من استخدام الأداة في غضون ثمانية عشر شهرًا من طرحها، بما في ذلك جميع مختبرات الأحياء الرائدة في العالم تقريبًا، حيث تناولوا أسئلة بدءًا من مقاومة المضادات الحيوية إلى علاج الأمراض النادرة وحتى أصول الحياة نفسها. وقد أدت التجارب السابقة إلى تسليم بنية حوالي ١٩٠٠٠٠ بروتين إلى قاعدة بيانات المعهد الأوروبي للمعلوماتية الحيوية، أي حوالي ٠.١ في المائة من البروتينات المعروفة في الوجود. وقد سلمت شركة ديب مايند نحو ٢٠٠ مليون بنية دفعة واحدة، تمثل جميع البروتينات المعروفة تقريبًا. في حين أنه كان من الممكن فيما سبق أن يستغرق الباحثون أسابيع أو أشهرًا لتحديد شكل البروتين ووظيفته، فإن هذه العملية يمكن أن تبدأ الآن في غضون ثوانٍ. هذا ما نعنيه بالتغير المتسارع. هذا ما تتيحه لنا الموجة القادمة.

ومع ذلك، فإن هذه ليست سوى بداية التقارب بين هاتين التقنيتين. حيث تتطور الثورة الحيوية جنبًا إلى جنب مع التقدم في مجال الذكاء الاصطناعي، وبالفعل فإن العديد من الظواهر التي نوقشت في هذا الفصل سوف تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتحقيقها. فكر إذن في موجتين تتدفقان معًا، إنها ليست موجة بل موجة فائقة. في الواقع، من وجهة نظر واحدة، فإن الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي يكادان يكونان قابلين للتبادل. فكل الذكاء حتى الآن جاء من الحياة. أطلق عليهما الذكاء التخليقي والحياة الاصطناعية وستجد أنهما ما زالا يعنيان نفس الشيء. فكلا المجالين يدوران حول إعادة إنشاء وهندسة هذه المفاهيم الأساسية والمترابطة تمامًا، وهما سمتان أساسيتان للإنسانية؛ غيِّر زاوية النظر وسترى أنهما أصبحا مشروعًا واحدًا.

إن التعقيد الهائل لعلم الأحياء يفتح أمامنا كنوزًا هائلة من البيانات، مثل كل تلك البروتينات، التي يكاد يكون من المستحيل تحليلها باستخدام التقنيات التقليدية. ونتيجة لذلك، سرعان ما أصبح جيل جديد من الأدوات لا غنى عنه. تعمل الفرق على منتجات من شأنها توليد تسلسلات جديدة للحمض النووي باستخدام تعليمات اللغة الطبيعية فقط. حيث تتعلم نماذج المحولات لغة الأحياء والكيمياء، وتكتشف مرة أخرى العلاقات والأهمية في تسلسلات طويلة ومعقدة تستعصي على العقل البشري. يمكن لنماذج اللغة الكبيرة المضبوطة على البيانات البيوكيميائية توليد توقعات معقولة لجزيئات وبروتينات جديدة، وتسلسلات للحمض النووي والحمض النووي الريبوزي. إنها تتنبأ بالبنية أو الوظيفة أو خصائص التفاعل للمركبات خلال عملية محاكاة قبل التحقق منها لاحقًا في المختبر. إن مساحة التطبيقات والسرعة التي يمكن استكشافها بها تتسارع وحسب.

بدأ بعض العلماء بالبحث عن طرق لتوصيل العقول البشرية مباشرة بأنظمة الكمبيوتر. في عام ٢٠١٩، سمحت الأقطاب الكهربائية المزروعة جراحيًا في الدماغ لرجل مصاب بالشلل التام وفي مرحلة متأخرة من التصلب الجانبي الضموري بنطق عبارة "أنا أحب ابني الرائع". وتعمل شركات مثل نيوراليينك على تكنولوجيا واجهة الدماغ والحاسوب التي تعِد بربطنا مباشرة بالآلات. في عام ٢٠٢١، أدخلت الشركة في دماغ خنزير ثلاثة آلاف قطب كهربائي دقيق، أرق من الشعرة البشرية، وذلك لرصد نشاط الخلايا العصبية. وتأمل الشركة قريبًا في بدء التجارب على البشر باستخدام زرعة الدماغ N1 التي ابتكرتها، بينما بدأت شركة أخرى، اسمها Synchron، بإجراء التجارب على البشر بالفعل في أستراليا. حتى إن العلماء في شركة ناشئة تُدعى Cortical Labs قد زرعوا نوعًا من الدماغ في حوض (مجموعة من الخلايا العصبية المزروعة في المختبر) وعلموه لعب بونج. ومن المرجح أنه لن يمر وقت طويل قبل أن تنجح "الأربطة" العصبية المصنوعة من أنابيب الكربون النانوية في توصيلنا مباشرة بالعالم الرقمي.

ماذا يحدث عندما يتمتع عقل الإنسان بإمكانية الوصول الفوري إلى الحوسبة والمعلومات على نطاق الإنترنت والسحابة؟ يكاد يكون من المستحيل تخيل ذلك، لكن الباحثين في

الأيام الأولى لتحقيق ذلك بالفعل. وبما أن الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي هما التقنيتان المركزيتان ذواتا الأغراض العامة في الموجة القادمة، فإنهما متشابكتان بالفعل، ويعززان بعضهما بعضًا من خلال حلقة تعقيبات متصاعدة. في حين أن الجائحة أعطت التكنولوجيا الحيوية دفعة هائلة من الوعي، فإن التأثير الكامل -الإمكانات والمخاطر على حد سواء- لعلم الأحياء التخليقي بالكاد بدأ يترسخ في أذهان العامة.

مرحبًا بكم في عصر الآلات الحيوية والحواسيب الحيوية، حيث تعمل شرائط الحمض النووي على إجراء الحسابات وتشغيل الخلايا الاصطناعية. حيث تصبح الآلات على قيد الحياة. مرحبًا بكم في عصر الحياة التخليقية.

الفصل ٦

الموجة الأوسع

إن الموجات التكنولوجية أكبر من مجرد تكنولوجيا واحدة أو اثنتين للأغراض العامة. إنها عبارة عن مجموعات من التقنيات التي تصل في نفس الوقت تقريبًا، وترتكز على واحدة أو أكثر من التقنيات ذات الأغراض العامة لكنها تمتد إلى ما هو أبعد منها.

إن التقنيات ذات الأغراض العامة تعمل كمسرعات. فالاختراع يحفز الاختراع. حيث تمهد الموجات الطريق لمزيد من التجارب العلمية والتكنولوجية، وتفتح أبواب الإمكانات على مصراعيها. وهذا بدوره يؤدي إلى ابتكار أدوات وتقنيات جديدة، ومجالات جديدة للبحث؛ مجالات جديدة للتكنولوجيا نفسها. وتتشكل الشركات في هذه المجالات وتعمل على تطويرها، فتجذب الاستثمارات، وتدفع بالتقنيات الجديدة إلى مجالات صغيرة وكبيرة على حد سواء، مما يؤدي إلى مواءمتها أكثر وأكثر مع آلاف الأغراض المختلفة. إن الموجات ضخمة جدًا وتاريخية جدًا، ويرجع ذلك على وجه التحديد إلى هذا التعقيد البروتيني، وهذا الميل إلى التكاثر والانتشار.

لا تتطور التقنيات أو تعمل في حجرات معزولة، منفصلة عن بعضها بعضًا، لا سيما التقنيات ذات الأغراض العامة. بل هي بالأحرى تتطور في حلقات تضخيم متموجة. فحيثما تجد تكنولوجيا ذات أغراض عامة، تجد أيضًا تقنيات أخرى تتطور في حوار مستمر، يدفعها قُدمًا. بالنظر إلى الموجات إذن، يتضح أن الأمر لا يتعلق فقط بالمحرك البخاري، أو الكمبيوتر الشخصي، أو علم الأحياء التخليقي، على الرغم من أهميتها؛ بل هو يتعلق أيضًا بالعلاقة الواسعة بينها وبين التقنيات والتطبيقات الأخرى التي تأتي مصاحبة لها. إنه يتعلق بجميع المنتجات المصنوعة في المصانع التي تعمل بالبخار، والأشخاص الذين يستقلون

قطارات تعمل بالبخار، وشركات البرمجيات، وصولًا إلى كل شيء آخر يعتمد على الحوسبة.

إن علم الأحياء والذكاء الاصطناعي موجودان في المركز، لكن حولهما في منطقة شبه الظل تقع التقنيات التحويلية الأخرى. ولكل منها أهمية هائلة في حد ذاتها، لكن هذه الأهمية تتعاظم عند رؤيتها من خلال عدسة إمكانات التلقيح المتبادل مع الموجة الأكبر. وفي غضون عشرين عامًا، سيكون هناك العديد من التقنيات الإضافية، التي ستحقق جميعها تقدمًا في نفس الوقت. في هذا الفصل، سندرس بعض الأمثلة الرئيسية التي تشكل هذه الموجة الأوسع.

سنبدأ بعلم الروبوتات، أو كما أحب أن أفكر فيها، المظهر الجسدي للذكاء الاصطناعي، جسد الذكاء الاصطناعي. وقد أصبح تأثيرها محسوسًا بالفعل في بعض من أحدث الصناعات على وجه الأرض. لكن أيضا في أقدمها. هيا إلى المزرعة الآلية.

علم الروبوتات يبلغ مرحلة النضج

في عام ١٨٣٧، كان جون دير حدادًا يعمل في جراند ديتور، إلينوي. كانت هذه البلدة كثيفة المروج، بتربتها السوداء السميكة ومساحاتها المفتوحة الواسعة. وكانت تتمتع بالإمكانات باعتبارها من أفضل الأراضي الصالحة للزراعة في العالم؛ كانت رائعة بالنسبة للمحاصيل لكن حرثها صعب للغاية.

ثم في أحد الأيام رأى دير منشارًا فولاذيًا مكسورًا في إحدى الطواحين. ونظرًا لندرة الفولاذ، أخذ لقيته إلى المنزل وحوَّل النصل إلى محراث. كان الفولاذ القوي والناعم هو المادة المثالية لحرث التربة السميكة اللزجة. وعلى الرغم من أن البعض الآخر رأى الفولاذ كبديل للمحاريث الحديدية الخشنة، فإن إنجاز دير الخارق كان يكمن في زيادة الإنتاج الضخم. ولم يمضِ وقت طويل حتى بدأ المزارعون من جميع أنحاء الغرب الأوسط

يتوافدون على ورشته. لقد فتح اختراعه المروج أمام طوفان من المستوطنين. وأصبح الغرب الأوسط بحق سلة غذاء العالم؛ وسرعان ما أصبح جون دير مرادفًا للزراعة؛ وحفز ابتكاره ثورة تكنولوجية جغرافية.

ولا تزال شركة جون دير تصنع التكنولوجيا الزراعية حتى اليوم. ربما تفكر في الجرارات والرشاشات والحصادات، وصحيح أن شركة جون دير تصنع كل هذه الأشياء. لكن الشركة تعمل على نحو متزايد على بناء الروبوتات. إن مستقبل الزراعة، كما تراه شركة جون دير، يتضمن جرارات وحصادات مستقلة تعمل بشكل مستقل، متبعة إحداثيات نظام تحديد المواقع الخاص بالحقل، ومستخدمة مجموعة من أجهزة الاستشعار لإجراء تعديلات تلقائية وفورية على الحصاد، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج إلى الحد الأقصى وتقليل الفاقد إلى الحد الأدنى. وتنتج الشركة روبوتات يمكنها زراعة المحاصيل ورعايتها وحصادها بمستويات من الدقة والتفصيل مستحيلة على البشر. يوضع كل شيء بدءًا من جودة التربة وحتى الظروف الجوية في اعتبار مجموعة من الآلات التي ستتولى قريبًا جزءًا كبيرًا من العمل. في عصر تتضخم فيه أسعار المواد الغذائية ويتزايد عدد السكان، فإن القيمة واضحة.

إن الروبوتات الزراعية ليست قادمة وحسب. بل إنها هنا بالفعل. من الطائرات من دون طيار التي تراقب الماشية إلى أجهزة الري الدقيقة إلى الروبوتات المتنقلة الصغيرة التي تقوم بدوريات في المزارع الداخلية الشاسعة، ومن البذر إلى الحصاد، ومن القطف إلى التحميل على منصات نقالة، ومن ري الطماطم إلى تتبع الماشية ورعيها، فإن حقيقة الطعام الذي نأكله اليوم هي أنه يأتي بشكل متزايد من عالم من الروبوتات، يقودها الذكاء الاصطناعي، ويجري حاليًا طرحها وتوسيع نطاقها.

معظم هذه الروبوتات لا تبدو في شكل بشري مثلما يظهر في أعمال الخيال العلمي الشهيرة. بل إنها تبدو مثل، حسنًا، الآلات الزراعية. الكثير منا لا يقضي الكثير من الوقت في المزارع بأي حال من الأحوال. لكن مثلما أحدث محراث جون دير تحولًا جذريًا في

مجال الزراعة، فإن هذه الاختراعات الجديدة التي تركز على الروبوتات تُحدث تحولًا في كيفية وصول الطعام إلى موائدنا. إنها ليست ثورة نستطيع إدراكها تمامًا، لكنها ثورة جارية بالفعل.

لقد تطورت الروبوتات بشكل أساسي كأدوات أحادية البعد، وآلات قادرة على القيام بمهام فردية في خط إنتاج بسرعة ودقة، وهو ما يشكل زيادة كبيرة في إنتاجية الشركات المصنعة، لكنه بعيد كل البعد عن الرؤى الكرتونية التي كانت سائدة في ستينيات القرن الماضي عن روبوتات المساعدة الخجولة ذات الشكل البشري.

وكما هو الحال مع الذكاء الاصطناعي، أثبت علم الروبوتات أنه أكثر صعوبة من الناحية العملية مما افترض المهندسون الأوائل. فالعالم الحقيقي عبارة عن بيئة غريبة وغير مستوية وغير متوقعة وغير منظمة، وهي حساسة بشكل مذهل لأشياء مثل الضغط: إن التقاط بيضة، وتفاحة، وطوبة، وطفل، ووعاء من الحساء، كلها تتطلب براعة وحساسية وقوة وتوازن غير عاديين. إن البيئات مثل المطبخ أو ورشة العمل بيئات فوضوية ومليئة بالعناصر الخطرة وبقع الزيت والعديد من الأدوات والمواد المختلفة. إنها كابوس الروبوت.

ومع ذلك، وبعيدًا عن أعين الناس، كانت الروبوتات تتعلم بهدوء عن عزم الدوران، وقوة الشد، وفيزياء المعالجة، والدقة، والضغط، والتكيف. ما عليك سوى مشاهدتها في مصنع لتصنيع السيارات على موقع يوتيوب: حيث ترى حركات رشيقة ومتواصلة من الأذرع الآلية والمناورين الذين يعملون بثبات على بناء سيارة. يستطيع "أول روبوت متنقل مستقل تمامًا" من شركة أمازون، ويسمى بروتيوس، التنقل حول المستودعات في أساطيل كبيرة، والتقاط الطرود. ولأنه مجهز بـ"تكنولوجيا السلامة والإدراك والملاحة المتقدمة"، يمكنه القيام بذلك بأريحية جنبًا إلى جنب مع البشر. وروبوت "سبارو" من أمازون هو أول روبوت يمكنه "اكتشاف المنتجات الفردية في مخزونه واختيارها والتعامل معها".

ليس من الصعب تخيل هذه الروبوتات في المستودعات والمصانع؛ فهي بيئات ثابتة نسبيًا. لكن سرعان ما سيتزايد وجودها في المطاعم، والحانات، ودور الرعاية، والمدارس. تُجري

الروبوتات بالفعل العمليات الجراحية المعقدة، على الخنازير (في الوقت الحالي)؛ جنبًا إلى جنب مع البشر، لكن أيضًا بشكل مستقل. مثل هذه الاستخدامات هي مجرد بداية لطرح علم الروبوتات على نطاق أوسع بكثير.

حتى هذه اللحظة، لا يزال المبرمجون البشريون يتحكمون غالبًا في كل تفاصيل عملية الروبوت. وهذا يجعل تكلفة التكامل في بيئة جديدة باهظة. لكن كما رأينا في العديد من التطبيقات الأخرى للتعلم الآلي، فإن ما يبدأ بإشراف بشري وثيق ينتهي بتعلم الذكاء الاصطناعي القيام بالمهمة بشكل أفضل بمفرده، ليصل في نهاية المطاف إلى التعميم وفقًا لإعدادات جديدة.

يعمل قسم أبحاث جوجل على بناء روبوتات يمكنها، مثل حلم خمسينيات القرن الماضي، القيام بالأعمال المنزلية والوظائف الأساسية من تكديس الأطباق إلى ترتيب الكراسي في غرف الاجتماعات. وقد بنوا أسطولًا مكونًا من مائة روبوت قادر على فرز القمامة ومسح الطاولات. يساعد التعلم المعزز كل قابض روبوت على التقاط الأكواب وفتح الأبواب: فقط أنواع الإجراءات التي يقوم بها الطفل الصغير دونما جهد والتي أثارت حيرة علماء الروبوتات لعقود. وهذا الجيل الجديد من الروبوتات يمكنه العمل في الأنشطة العامة، والاستجابة للأوامر الصوتية باللغة الطبيعية.

وهناك مجال آخر نامٍ، ألا وهو قدرة الروبوتات على الاحتشاد، مما يؤدي بشكل كبير إلى تضخيم القدرات المحتملة لأي روبوت فردي وتكوين عقل جمعي. وتشمل الأمثلة كيلوبوتات معهد هارفارد ويس المصغرة؛ وهي عبارة عن سرب من آلاف الروبوتات التي تعمل بشكل جماعي وتتجمع في أشكال مأخوذة من الطبيعة ويمكن استخدامها في مهام صعبة وموزعة مثل إيقاف تآكل التربة وغيرها من عمليات الوساطة البيئية، أو الزراعة، أو عمليات البحث والإنقاذ، أو مجال البناء والتفتيش بأكمله. تخيل سربًا من روبوتات البناء التي تستطيع تشييد جسر في دقائق أو مبنى كبير في ساعات، أو الاعتناء بمزارع ضخمة عالية الإنتاجية على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع، أو تنظيف بقعة نفطية. ومع تعرض

مجموعات نحل العسل للتهديد، قدمت شركة وول مارت براءة اختراع لنحل آلي يمكنه التعاون في التلقيح المتبادل للمحاصيل بشكل مستقل. إن كل الإمكانات الواعدة (والمخاطر) للروبوتات تتضخم من خلال قدرتها على التناسق في مجموعات ذات حجم غير مقيد، في تصميم معقد الحركات سيعيد ضبط قواعد ما هو ممكن، ومكانه، وإطاره الزمني.

ما زالت الروبوتات اليوم لا تبدو في كثير من الأحيان مثل الروبوتات ذات الشكل البشري التي يتصورها العامة. لنأخذ على سبيل المثال ظاهرة الطباعة ثلاثية الأبعاد أو التصنيع التجميعي، وهي تقنية تستخدم المجمِّعات الآلية لإضافة طبقة فوق أخرى لبناء أي شيء بدءًا من أجزاء الآلة الصغيرة وحتى المجمَّعات السكنية. تستطيع الروبوتات العملاقة التي تعمل في رش الخرسانة بناء المساكن في غضون أيام مقابل جزء بسيط من تكلفة البناء التقليدي.

يمكن للروبوتات أن تعمل بدقة في نطاق أكبر بكثير من البيئات ولفترات أطول بكثير من البشر. إن يقظتها واجتهادها لا حدود لهما. وإذا اتصلت بعضها ببعض، فإن الإنجازات التي قد تحققها تعيد ببساطة كتابة قواعد القيام بالأفعال. أعتقد أننا وصلنا الآن إلى النقطة التي يدفع فيها الذكاء الاصطناعي الروبوتات نحو ما كنا نتوقعه منها في الأساس: آلات يمكنها محاكاة جميع الإجراءات الجسدية للإنسان وأكثر. ومع انخفاض التكاليف (انخفض سعر ذراع الروبوت بنسبة ٤٦ في المائة خلال خمس سنوات وما زال ينخفض)، ومع تزويدها أخيرًا ببطاريات قوية، ومع تبسيطها، وسهولة إصلاحها، فإنها ستصبح واسعة الانتشار. ويعني ذلك ظهورها في المواقف غير العادية والمتطرفة والحساسة. إن علامات التحول واضحة بالفعل؛ إذا كنت تعرف أين تبحث.

كان ذلك أسوأ كابوس لقوات الشرطة. حيث وصل قناص حاصل على تدريب عسكري إلى موقع آمن في الطابق الثاني في إحدى كليات المجتمع المحلي في دالاس، تكساس. ثم بدأ، من موقعه الذي كان يطل على مسيرة احتجاج سلمي، بإطلاق النار على ضباط الشرطة.

وبعد خمس وأربعين دقيقة، قُتل اثنان وجُرح آخرون. وتبين لاحقًا أن خمسة ضباط قد قُتلوا وأصيب سبعة، وهو الحادث الأكثر دموية ضد قوات إنفاذ القانون الأمريكية منذ ١١/٩. سخر الرجل المسلح من الشرطة، وأخذ يضحك ويغني، ويطلق النار بدقة مخيفة. ولم تسفر المفاوضات المتوترة، التي استمرت لأكثر من ساعتين، عن أي شيء. وتعرضت الشرطة للوم. لم يكن من الواضح كم من الأشخاص سيلقون حتفهم بعد أثناء محاولتهم حل الموقف.

ثم جاء فريق التدخل السريع بفكرة جديدة. كان لدى قسم الشرطة روبوت للتخلص من القنابل، وهو جهاز Remotec Andros Mark 5A-1 بقيمة ١٥٠٠٠٠ دولار من إنتاج شركة نورثروب جرومان. وفي غضون خمس عشرة دقيقة كانوا قد وضعوا خطة لربط كتلة كبيرة من مادة C-4 المتفجرة بذراعه وإرساله إلى المبنى بهدف شل حركة مطلق النار. وسرعان ما وقَّع رئيس الشرطة، ديفيد براون، بالموافقة على الخطة. وبدأ العمل، حيث سار الروبوت مقعقعًا في جنبات المبنى، ووضع المتفجرات في غرفة مجاورة، ملاصقة للجدار الذي كان مطلق النار يختبئ على الجانب الآخر منه. انفجرت العبوة الناسفة، فأطاحت بالجدار وأدت إلى مقتل الرجل المسلح. وكانت هذه هي المرة الأولى التي يستخدم فيها أحد الروبوتات القوة المميتة الموجهة في الولايات المتحدة. وفي دالاس، أنقذ ذلك الموقف. وأدى إلى وضع نهاية لحدث مروع.

ومع ذلك، كان البعض يشعر بالانزعاج. إن الإمكانات المثيرة للقلق التي تتمتع بها روبوتات الشرطة الفتاكة كانت بالكاد بحاجة إلى التأكيد. سنعود إلى التداعيات المترتبة على كل هذا في الجزء ٣. لكن قبل كل شيء، كان ذلك يدل على الكيفية التي تشق بها الروبوتات طريقها تدريجيًا إلى المجتمع، وأنها مهيأة للعب دور أكبر بكثير في الحياة اليومية مما كان عليه الحال من قبل. من أزمة مميتة إلى الطنين الهادئ لمركز لوجستي، ومن مصنع صاخب إلى دار لرعاية المسنين، فإن الروبوتات هنا.

إن نماذج الذكاء الاصطناعي عبارة عن منتجات من البتات والتعليمات البرمجية المدمجة داخل عمليات المحاكاة والخوادم. والروبوتات هي جسرها، وواجهة اتصالها مع العالم الحقيقي. إذا كان الذكاء الاصطناعي يمثل أتمتة المعلومات، فإن علم الروبوتات هو أتمتة المادة، والتجسيد المادي للذكاء الاصطناعي، وهو خطوة نحو تغيير ما يمكن القيام به. لقد وصل التمكن من البتات إلى ذروته، معيدًا تشكيل الذرات بشكل مباشر، ومعيدًا كتابة الحدود ليس فقط لما يمكن التفكير فيه أو قوله أو حسابه، لكن أيضًا لما يمكن بناؤه بالمعنى المادي الملموس. ومع ذلك، فإن الشيء اللافت للنظر بشأن الموجة القادمة هو أن هذا النوع من التلاعب الذري الصريح لا يُقارَن بما يلوح في الأفق.

التفوق الكمي

في عام ٢٠١٩، أعلنت شركة جوجل أنها وصلت إلى "التفوق الكمي". لقد بنى الباحثون حاسوبًا كميًا، جهازًا يستخدم الخصائص العجيبة للعالم دون الذري. أثناء تعريض جهاز جوجل للتبريد إلى درجة حرارة أبرد من أبرد أجزاء الفضاء الخارجي، استخدم فهمًا لميكانيكا الكم لإكمال عملية حسابية في ثوانٍ، والتي، كما يقال، كانت ستستغرق من جهاز كمبيوتر تقليدي عشرة آلاف عام. وكان يحتوي فقط على ثلاثة وخمسين "كيوبتًا" أو بتات كمومية، وهي الوحدات الأساسية للحوسبة الكمومية. لتخزين معلومات مكافئة على جهاز كمبيوتر كلاسيكي، ستحتاج إلى اثنين وسبعين مليار جيجا بايت من الذاكرة. كانت هذه لحظة حاسمة بالنسبة للحواسيب الكمية. وانطلاقًا من الأسس النظرية التي يعود تاريخها إلى ثمانينيات القرن الماضي، انتقلت الحوسبة الكمومية من كونها نموذجًا افتراضيًا إلى نموذج أولي عملي خلال أربعة عقود.

ورغم أنها تكنولوجيا ناشئة إلى حد كبير، فهناك تداعيات ضخمة لتجسُّد الحوسبة الكمومية. فعامل الجذب الرئيسي فيها هو أن كل كيوبت إضافي يضاعف إجمالي القدرة الحاسوبية للآلة. ابدأ بإضافة الكيوبتات وستصبح أقوى بشكل كبير. في الواقع، يمكن لعدد

صغير نسبيًا من الجسيمات أن يتمتع بقدرة حاسوبية أكبر مما لو تحوَّل الكون بأكمله إلى كمبيوتر كلاسيكي. إنه المعادل الحاسوبي للانتقال من فيلم مسطح بالأبيض والأسود إلى فيلم كامل الألوان وثلاثي الأبعاد، مطلقًا العنان لعالم من الإمكانات الخوارزمية.

لكن للحوسبة الكمومية تداعيات بعيدة المدى. على سبيل المثال، التشفير الذي يكمن وراء كل شيء من أمان البريد الإلكتروني إلى العملات المشفرة، قد يصبح فجأة في خطر، في حدث وشيك يطلق عليه أولئك الموجودون في المجال اسم "Q-Day". يعتمد التشفير على افتراض أن المهاجم لن يمتلك أبدًا القدرة الحاسوبية الكافية لتجربة كل الرموز المركبة المختلفة اللازمة لفك الشفرة والتمكن من الدخول. لكن الحوسبة الكمومية ستغير ذلك. إن انتشار الحوسبة الكمومية بشكل سريع وغير خاضع للاحتواء يمكن أن تكون له تداعيات كارثية على الخدمات المصرفية أو الاتصالات الحكومية. وكلاهما ينفقان المليارات بالفعل لتفادي هذا الاحتمال.

على الرغم من أن الكثير من المناقشات حول الحوسبة الكمومية ركزت على مخاطرها، فإن هذا المجال يعِد أيضًا بفوائد هائلة، بما في ذلك القدرة على استكشاف الحدود في الرياضيات وفيزياء الجسيمات. استخدم الباحثون في شركتَي مايكروسوفت وفورد الأساليب الكمومية الناشئة لنمذجة حركة المرور في سياتل لإيجاد طرق أفضل للتنقل في ساعة الذروة، وتوجيه حركة المرور وجعلها تتدفق في المسارات المثلى؛ وهي مسألة حسابية صعبة بشكل مدهش. من الناحية النظرية، يمكن أن يؤدي ذلك إلى تسريع كبير في حل أي مشكلة تتعلق بالتحسين؛ تقريبًا أي شيء يتضمن تقليل التكاليف في الظروف المعقدة، سواء كان ذلك تحميل شاحنة بكفاءة أو إدارة الاقتصاد الوطني.

ويمكن القول إن أهم ميزة تعِد بها الحوسبة الكمومية على المدى القريب هي نمذجة التفاعلات الكيميائية وتفاعل الجزيئات بتفاصيل كانت مستحيلة في السابق. ويمكن لهذا أن يتيح لنا فهم الدماغ البشري أو علم المواد بتفاصيل غير عادية. ستصبح الكيمياء وعلم الأحياء مفهومين بالكامل للمرة الأولى. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى تسريع كبير في اكتشاف

مركبات صيدلانية جديدة أو مواد كيميائية ومواد صناعية جديدة، وهي عملية مكلفة تتطلب قدرًا مضنيًا من العمل المختبري الصعب؛ والتوصل إلى التركيبة الصحيحة من المحاولة الأولى. وستصبح البطاريات والأدوية الجديدة أكثر احتمالًا وأكثر كفاءة وقابلية للتحقيق. وسيصبح الجزيء "قابلًا للبرمجة"، ومرنًا وقابلًا للتعديل مثل التعليمات البرمجية.

بعبارة أخرى، فإن الحوسبة الكمومية هي تقنية أساسية أخرى لا تزال في مرحلة مبكرة للغاية من التطوير، ولا تزال بعيدة كل البعد عن الوصول إلى تلك اللحظات الحاسمة حيث تنخفض التكاليف وتنتشر التقنية على نطاق واسع، ناهيك عن الابتكارات التكنولوجية التي ستجعلها ممكنة التنفيذ بالكامل. لكن كما هو الحال مع الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي، وإن كانت في مرحلة مبكرة، يبدو أنها وصلت إلى نقطة يتصاعد فيها التمويل والمعرفة، ويتزايد التقدم في معالجة التحديات الأساسية، وتلوح في الأفق مجموعة من الاستخدامات القيمة. وكما هو الحال مع الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية، تساعد الحوسبة الكمومية على تسريع العناصر الأخرى للموجة. ومع ذلك، فحتى العالم الكمي المحير للعقل ليس هو الحد الأقصى.

انتقال الطاقة التالي

تنافس الطاقة الذكاء والحياة في أهميتها الجوهرية. فالحضارة الحديثة تعتمد على كميات هائلة منها. في الواقع، إذا أردت أن تكتب أبسط معادلة ممكنة لعالمنا، فستكون شيئًا من هذا القبيل:

(الحياة + الذكاء) × الطاقة = الحضارة الحديثة

إن زيادة أي من هذه المدخلات أو جميعها (ناهيك عن تعزيز تكلفتها الحدية نحو الصفر) ستؤدي إلى تغير كبير في طبيعة المجتمع.

لم يكن النمو غير المحدود في استهلاك الطاقة أمرًا ممكنًا أو حتى مرغوبًا فيه في عصر الوقود الأحفوري، ومع ذلك فطوال فترة دوام الازدهار، كان تطوير كل ما نعتبره أمرًا مسلمًا به -من الغذاء الرخيص إلى وسائل النقل السهلة- يعتمد عليه. والآن، فقد أدت الزيادة الهائلة في الطاقة النظيفة والرخيصة إلى تداعيات على كل شيء بدءًا من وسائل النقل وحتى المباني، ناهيك عن الطاقة الهائلة اللازمة لتشغيل مراكز البيانات ودراسة علم الروبوتات التي ستكون محط التركيز في العقود القادمة. إن الطاقة -كونها باهظة الثمن وملوثة للبيئة في كثير من الأحيان- تشكل في الوقت الحاضر قيدًا على معدل التقدم التكنولوجي. لكن ذلك لن يستمر لفترة طويلة.

ستصبح الطاقة المتجددة أكبر مصدر منفرد لتوليد الكهرباء بحلول عام ٢٠٢٧. إن هذا التحول يحدث بوتيرة غير مسبوقة، مع توقع إضافة المزيد من الطاقة المتجددة في السنوات الخمس المقبلة مقارنة بالعقدين السابقين. تشهد الطاقة الشمسية على وجه الخصوص نموًا سريعًا، مع انخفاض تكاليفها بشكل كبير. ففي عام ٢٠٠٠، بلغت تكلفة الطاقة الشمسية ٤.٨٨ دولارات لكل واط، لكنها انخفضت بحلول عام ٢٠١٩ إلى ٣٨ سنتًا فقط. إن الطاقة لا تصبح أرخص فحسب؛ بل أكثر توزيعًا، ومن المحتمل أن تكون قابلة للتوطين من أجهزة معينة إلى مجتمعات بأكملها.

وراء كل هذا يكمن عملاق الطاقة النظيفة النائم، المستلهَم هذه المرة، هذا إن لم يكن مدعومًا بشكل مباشر، من الشمس: ألا وهو الاندماج النووي. تأتي طاقة الاندماج من انطلاق الطاقة عندما تتصادم نظائر الهيدروجين وتنصهر لتكوين الهيليوم، وهي عملية اعتُبرت لفترة طويلة المسعى المنشود لإنتاج الطاقة. توقع الرواد الأوائل في خمسينيات القرن الماضي أن يستغرق تطور الاندماج النووي حوالي عقد من الزمن. لكن كما هو الحال مع العديد من التقنيات الموصوفة هنا، كان هذا التقدير أقل من الواقع بكثير.

ومع ذلك، فقد أثارت الإنجازات الخارقة الأخيرة أملًا متجددًا. فقد حقق الباحثون في الحلقة الأوروبية المشتركة بالقرب من أكسفورد بإنجلترا رقمًا قياسيًا جديدًا في إنتاج الطاقة، ألا وهو ضعف الرقم القياسي السابق الذي سُجل في عام ١٩٩٧. وفي منشأة الإشعال الوطنية في ليفرمور بكاليفورنيا، كان العلماء يعملون على طريقة تُعرف باسم "الحبس بالقصور الذاتي"، والتي تتضمن ضغط كريات من المواد الغنية بالهيدروجين باستخدام الليزر وتسخينها إلى ١٠٠ مليون درجة لإنشاء تفاعل اندماجي عابر. وفي عام ٢٠٢٢، أنشئوا تفاعلًا يوضح اكتساب الطاقة الصافية لأول مرة، وهو إنجاز فارق ساعد على إنتاج قدر من الطاقة أكبر مما أنتجته أجهزة الليزر. ومع تدفق رأس المال الخاص بسخاء الآن إلى ما لا يقل عن ثلاثين شركة ناشئة في مجال الاندماج، جنبًا إلى جنب مع مشاريع التعاون الدولية الكبرى، يتحدث العلماء عن "متى وليس ما إذا كان" سيصل الاندماج. قد يستغرق الأمر عقدًا من الزمن أو أكثر، لكن المستقبل مع مصدر الطاقة النظيف وغير المحدود هذا يبدو حقيقيًا يومًا بعد يوم.

يعِدنا الاندماج والطاقة الشمسية بشبكات هائلة من الطاقة المركزية واللا مركزية، وأيضًا بتداعيات سنستكشفها في الجزء ٣. هذا هو وقت التفاؤل الكبير. فمع طاقة الرياح والهيدروجين وتقنيات البطاريات المحسَّنة، سنحصل على مزيج مختمر يمكنه أن يوفر طاقة مستدامة لتلبية العديد من متطلبات الحياة اليوم وفي المستقبل ويضمن تحقيق الإمكانات الكاملة للموجة.

الموجة التالية للموجة

سوف تهيمن هذه التقنيات على العقود المقبلة. لكن ماذا عن النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين؟ ماذا بعد الموجة القادمة؟

مع اندماج عناصر الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية المتقدمة والحوسبة الكمومية وعلم الروبوتات بطرق جديدة، كن مستعدًا لتحقيق إنجازات خارقة مثل تكنولوجيا النانو

المتقدمة، وهو مفهوم يأخذ الدقة المتزايدة للتكنولوجيا إلى مداها المنطقي. ماذا لو بدلًا من التلاعب بالذرات بشكل جماعي، صار بإمكاننا أن نتلاعب بها بشكل فردي؟ يمكن أن يشكل ذلك أوج مجد العلاقة بين البتات والذرات. إن الرؤية النهائية لتقنية النانو هي تلك التي تصبح فيها الذرات لبنات بناء يمكن التحكم فيها، وتملك القدرة على تجميع أي شيء تقريبًا بشكل تلقائي.

إن التحديات العملية هائلة، لكنها تخضع لكثافة بحثية متزايدة. على سبيل المثال، أنتج فريق من جامعة أكسفورد مُجمِّعًا ذاتي التضاعف، مما يشير إلى إمكانية تنفيذ الإصدارات متعددة الوظائف التي تصوَّرها رواد تكنولوجيا النانو: وهي أجهزة قادرة على إجراء الهندسة وإعادة التركيب بشكل لا نهائي على المستوى الذري.

يمكن للآلات النانوية أن تعمل بسرعات تتجاوز بكثير أي شيء في نطاقنا، لتقديم مخرجات غير عادية: على سبيل المثال، يمكن لمحرك نانوي على المستوى الذري أن يدور ثمانية وأربعين مليار مرة في الدقيقة. ومن خلال رفع قدرته، يمكنه تشغيل سيارة تسلا بمادة تعادل في الحجم حوالي اثنتي عشرة حبة رمل. هذا عالم من الهياكل الرقيقة المصنوعة من الألماس، وبدلات الفضاء التي تلتصق بالجسم وتحميه في جميع البيئات، عالم يستطيع فيه المجمِّعون إنشاء أي شيء من المواد الخام الأساسية. باختصار، عالم يمكن فيه لأي شيء أن يصبح أي شيء باستخدام التلاعب الذري الصحيح. إن حلم تحويل الكون المادي إلى منصة مرنة تمامًا، أو ألعوبة لروبوتات نانوية صغيرة ماهرة أو ناسخات مهمتها يسيرة، لا يزال مجالًا للخيال العلمي، مثله مثل الذكاء الفائق. إنه خيال تكنولوجي، لا يزال بعيدًا عنا لعدة عقود من الزمن، لكنه سيصبح محط التركيز بشكل مطرد مع وصول الموجة القادمة.

الموجة القادمة، في جوهرها، هي قصة انتشار القوة. إذا كانت الموجة السابقة قد خفضت تكاليف بث المعلومات، فإن هذه الموجة تقلل من تكاليف التصرف بناءً على هذه المعلومات، مما يتيح ظهور تقنيات تتراوح من التسلسل إلى التخليق، ومن القراءة إلى

الكتابة، ومن التعديل إلى الإنشاء، ومن تقليد المحادثات إلى إدارتها. وفي هذا، فهي تختلف نوعيًا عن كل موجة سابقة، على الرغم من كل الادعاءات الكبيرة حول القوة التحويلية للإنترنت. وهذا النوع من القوة أكثر صعوبة في مركزيته والإشراف عليه؛ إذن، هذه الموجة ليست مجرد تعميق لنمط التاريخ وتسريع له، بل هي أيضًا انحراف حاد عنه.

لا يتفق الجميع على أن هذه التقنيات حتمية أو مهمة بالقدر الذي أعتقده أنا. فالشك والنفور من التشاؤم ليسا ردَي فعل غير معقولين، نظرًا لوجود قدر كبير من عدم اليقين. إن كل تقنية تخضع لحلقة مفرغة من الدعاية، وكل منها غير مؤكدة من حيث تطويرها واستقبال المجتمع لها، وكل منها محاطة بالتحديات الفنية والأخلاقية والاجتماعية. لا شيء كامل. هناك عقبات مؤكدة، وما زالت العديد من الأضرار -بل والفوائد- غير واضحة.

لكن كلًا من هذه التقنيات تصبح أكثر تماسكًا وتطورًا وقدرة يومًا بعد يوم. كل منها تصبح أكثر إتاحة وأكثر فعالية. إننا نقترب من الوصول إلى النقطة الحاسمة التي يمكن اعتبارها، وفقًا للمقاييس الزمنية التطورية الجيولوجية أو البشرية، انفجارًا تكنولوجيًا يتكشف في موجات متتالية، أو دورة مركبة ومتسارعة من الابتكار تكتسب المزيد من السرعة والتأثير بشكل مطرد، كانت في البداية تبلغ مداها على مدار فترة زمنية تصل إلى آلاف الأعوام، ثم مئات الأعوام، والآن في غضون أعوام فردية أو حتى أشهر. إذا نظرت إلى هذه التقنيات في سياق البيانات الصحفية والمقالات الافتتاحية، ومن خلال السرعة الهائلة لوسائل التواصل الاجتماعي، فقد تبدو وكأنها مجرد دعاية وزَبَد؛ لكن إذا نظرت إلى المدى البعيد، ستتضح لك إمكاناتها الحقيقية.

لقد شهدت البشرية بالطبع تغيرًا تكنولوجيًا ملحميًا من قبل كجزء من هذه العملية. لكن لكي نفهم التحديات الفريدة التي تشكلها الموجة القادمة -لماذا يصعب احتواؤها بشكل خاص، ولماذا يجب موازنة إمكاناتها الهائلة بالحذر الرصين- علينا أولًا أن نحلل سماتها الرئيسية، التي يُعد بعضها غير مسبوق في التاريخ، وكلها محسوسة بالفعل.

الفصل ٧

السمات الأربع للموجة القادمة

بعد بدء الغزو الروسي لأوكرانيا في ٢٤ فبراير ٢٠٢٢، سرعان ما علم سكان مدينة كييف أنهم في حرب من أجل البقاء. فعند الحدود مع بيلاروسيا، وعلى مدى أشهر، كان يتجمع حشد هائل من القوات الروسية، بعدتها وعتادها. ثم، في بداية الغزو، استعدت القوات الروسية لشن هجوم كبير على ما كان يشكل هدفها الأساسي في هذه المرحلة: ألا وهو الاستيلاء على عاصمة أوكرانيا والإطاحة بحكومتها.

وكان محور هذه القوة المُركَّزة عبارة عن رتل من الشاحنات والدبابات والمدفعية الثقيلة، يقرب طوله من أربعين كيلومترًا؛ إنه هجوم بري على نطاق لم يسبق له مثيل في أوروبا منذ الحرب العالمية الثانية. بدأ هذا الرتل في التحرك نحو المدينة. نظريًا، كان الروس متفوقين على الأوكرانيين بشكل ميئوس منه. وبد أن كييف على بعد أيام، وربما ساعات، من السقوط.

لكن ذلك لم يحدث. وبدلًا من ذلك، عمدت وحدة مؤلفة من حوالي ثلاثين جنديًا أوكرانيًا يرتدون نظارات للرؤية الليلية إلى ركوب دراجات رباعية عبر الغابات المحيطة بالعاصمة في ذلك المساء. ثم ترجلوا بالقرب من مقدمة الرتل وأطلقوا طائرات من دون طيار مجهزة على وجه السرعة ومزودة بمتفجرات صغيرة. وأسقطت هذه الطائرات حفنة من المركبات التي تتصدر الرتل. وأدت تلك المركبات المعطلة إلى سد الطريق المركزي. كانت الحقول المحيطة موحلة وغير قابلة للعبور. ونظرًا للطقس المتجمد وخطوط الإمداد المتعثرة التي كان يواجهها الرتل، اضطر إلى التوقف. ثم تمكنت نفس الوحدة الصغيرة من مشغلي

الطائرات من دون طيار من تفجير قاعدة إمداد حيوية باستخدام نفس التكتيكات، مما أدى إلى حرمان الجيش الروسي من الوقود والغذاء.

ومن هنا تحولت معركة كييف. لقد تعرض أكبر حشد من القوة العسكرية التقليدية منذ جيل كامل للإذلال، وأُعيد إلى بيلاروسيا في حالة من الفوضى المحرجة. هذه الميليشيا العسكرية الأوكرانية شبه المرتجلة كانت تُسمى Aerorozvidka (إيروروزفيدكا). وكانت هذه الفرقة تتكون من مجموعة متطوعة من هواة الطائرات من دون طيار ومهندسي البرمجيات ومستشاري الإدارة والجنود، لقد كانوا هواة، يصممون ويصنعون ويعدّلون طائراتهم في الوقت الفعلي، تمامًا مثل الشركات الناشئة. وكان الكثير من معداتهم مجهّزًا عن طريق مصادر جماعية وتمويل جماعي.

لقد استفادت المقاومة الأوكرانية من تقنيات الموجة القادمة وأظهرت قدرتها على تقويض الحسابات العسكرية التقليدية. وكان الإنترنت المتطور القادم عبر الأقمار الصناعية والذي تقدمه خدمة ستارلينك التابعة لشركة سبيس إكس جزءًا لا يتجزأ من الحفاظ على الاتصال. لقد اجتمعت مجموعة قوامها ألف فرد من نخبة المبرمجين وعلماء الكمبيوتر غير العسكريين معًا في منظمة تسمى "دلتا" لإدخال القدرات المتقدمة للذكاء الاصطناعي وعلم الروبوتات إلى الجيش، مستخدمين التعلم الآلي لتحديد الأهداف ومراقبة التكتيكات الروسية، بل وحتى اقتراح الاستراتيجيات.

في الأيام الأولى للحرب، كان الجيش الأوكراني يعاني باستمرار من نقص في الذخيرة. وكان لكل ضربة أهميتها. كانت الدقة مسألة حياة أو موت. وكانت قدرة "دلتا" على إنشاء أنظمة تعلم آلي لرصد الأهداف المموهة والمساعدة في توجيه الذخائر أمرًا بالغ الأهمية. فالصاروخ الدقيق في الجيش التقليدي يكلف مئات الآلاف من الدولارات؛ لكن مع الذكاء الاصطناعي والطائرات من دون طيار سهلة الاستخدام، ومع البرامج المخصصة والأجزاء المطبوعة ثلاثية الأبعاد، فقد اختبرت أوكرانيا في معركتها الآن شيئًا مماثلًا بتكلفة تبلغ حوالي ١٥٠٠٠ دولار. وإلى جانب الجهود الأولية لإيروروزفيدكا، أمدت الولايات المتحدة

أوكرانيا بمئات من ذخائر Switchblade المتسكعة، وهي طائرات من دون طيار تنتظر بالقرب من الهدف حتى تحين اللحظة المثالية لتوجيه ضربتها.

لقد لعبت الطائرات من دون طيار والذكاء الاصطناعي دورًا صغيرًا لكنه مهم في الأيام الأولى للصراع في أوكرانيا، وهي تقنيات جديدة ذات إمكانات غير متماثلة بشكل واضح لكنها ساعدت على سد الفجوة إلى حد ما مع معتدٍ أكبر بكثير. لقد قدمت القوات الأميركية والبريطانية والأوروبية ما يقل قليلًا عن مائة مليار يورو من المساعدات العسكرية في الأشهر الأولى، بما في ذلك كميات هائلة من القوة النارية التقليدية، التي كان من الواضح أنها خلفت تأثيرًا حاسمًا بلا أدنى شك. ومع ذلك، ظل هذا صراعًا تاريخيًا لأنه أظهر مدى السرعة التي يمكن بها لقوة قتالية غير مدربة نسبيًا أن تتجمع وتسلح نفسها باستخدام تقنيات ميسورة التكلفة نسبيًا ومتاحة في السوق الاستهلاكية. وعندما تمنح التكنولوجيا مثل هذه الميزة من حيث التكلفة والتكتيك، فسوف تنتشر حتمًا وتتبناها كافة الأطراف.

تزودنا الطائرات من دون طيار بلمحة عما يخبئه مستقبل الحرب. إنها حقيقة يتعامل معها المخططون والمقاتلون يوميًا. والسؤال الحقيقي هو ما أثر ذلك في الصراع عندما تنخفض تكاليف الإنتاج بدرجة هائلة وتتضاعف القدرات. إن الجيوش والحكومات التقليدية تكافح بالفعل لاحتواء هذه التقنيات. لكن ما سيأتي بعد ذلك سيكون احتواؤه أصعب بكثير.

كما رأينا في الجزء ١، فإن التقنيات من آلات الأشعة السينية إلى بنادق AK-47 كانت تنتشر على الدوام، وكانت لها عواقب واسعة النطاق. ومع ذلك، فإن الموجة القادمة تتميز بمجموعة من أربع سمات جوهرية تؤدي إلى تفاقم مشكلة الاحتواء. أولها هي الدرس الأساسي من هذا القسم: التأثير غير المتماثل إلى حد كبير. أنت لست بحاجة إلى مواجهة الشيء بمِثله، أو الضخامة بالضخامة؛ بدلًا من ذلك، تخلق التقنيات الجديدة ثغرات ونقاط ضغط لم يكن من الممكن تصورها في السابق ضد القوى المهيمنة ظاهريًا.

ثانيًا، إنها تتطور بسرعة، في نوع من التطور الفائق، بحيث تتكرر وتتحسن وتتفرع إلى مناطق جديدة بسرعة مذهلة. ثالثًا، غالبًا ما تكون متعددة الاستخدامات؛ أي أنه يمكن

استخدامها لأغراض عديدة ومختلفة. ورابعًا، إنها تتمتع بدرجة متزايدة من الاستقلالية تتجاوز أي تكنولوجيا سابقة.

هذه السمات تحدد الموجة. وفهمها ضروري للغاية لتحديد الفوائد والمخاطر الناتجة عن إنشائها؛ وهي تعمل معًا على رفع الاحتواء والسيطرة إلى مستوى جديد من الصعوبة والخطر.

عدم التماثل:
انتقال هائل للقوة

لطالما أدت التقنيات الناشئة إلى خلق تهديدات جديدة، وإعادة توزيع القوة، وإزالة الحواجز التي تحول دون الوصول إليها. تعني المدافع أن قوة صغيرة يمكنها تدمير القلاع وتسوية الجيوش. ويمكن لعدد قليل من الجنود الاستعماريين المزودين بأسلحة متقدمة أن يذبحوا الآلاف من السكان الأصليين. وآلة الطباعة تعني أن ورشة عمل واحدة يمكنها إنتاج آلاف الكتيبات؛ ونشر الأفكار بسهولة لم يكن من الممكن أن يفهمها رهبان العصور الوسطى الذين كانوا ينسخون الكتب يدويًا. وقد مكنت الطاقة البخارية المصانع الفردية من القيام بعمل مدن بأكملها. لكن شبكة الإنترنت رفعت هذه القدرة إلى ذروة جديدة: يمكن لتغريدة واحدة أو صورة واحدة أن تسافر حول العالم في دقائق أو ثوانٍ؛ ويمكن لخوارزمية واحدة أن تساعد شركة ناشئة صغيرة على النمو لتصبح شركة ضخمة تغطي الكرة الأرضية.

والآن قد تضاعف هذا التأثير من جديد. لقد أطلقت هذه الموجة الجديدة من التكنولوجيا العنان لإمكانات قوية تتميز بأنها رخيصة الثمن، ويسهل الحصول عليها واستخدامها، وموجهة، وقابلة للتطوير. ومن الواضح أن هذا ينطوي على مخاطر. لن يقتصر الأمر على استخدام الجنود الأوكرانيين لطائرات مسلحة من دون طيار. بل سيصبح هذا متاحًا لأي

شخص يرغب في ذلك. على حد تعبير الخبيرة الأمنية أودري كورث كرونين: "لم يسبق أن تمكن مثل هذا العدد من الناس من الوصول إلى مثل هذه التقنيات المتقدمة القادرة على التسبب في الموت والفوضى".

في المناوشات التي اندلعت خارج كييف، كانت الطائرات من دون طيار بمثابة ألعاب في يد الهواة. تعمل شركة دي جيه آي، ومقرها شنزن، على تصنيع منتجات رخيصة الثمن ومتوفرة على نطاق واسع مثل طائرتها الرباعية المروحية المميزة ذات الكاميرا الفانتوم والتي تبلغ قيمتها ١٣٩٩ دولارًا، وهي طائرة من دون طيار جيدة جدًا لدرجة استخدام الجيش الأمريكي لها. إذا جمعت بين التطورات التي حدثت في مجالَي الذكاء الاصطناعي والاستقلالية، والطائرات المسيَّرة الرخيصة لكنها فعالة، والمزيد من التقدم في مجالات تتراوح من علم الروبوتات إلى الرؤية الحاسوبية، فستحصل على أسلحة فعالة ودقيقة وربما لا يمكن تعقبها. إن مكافحة الهجمات أمر صعب ومكلف؛ فتُستخدم صواريخ باتريوت التي تبلغ قيمتها ٣ ملايين دولار لإسقاط طائرات من دون طيار تبلغ قيمتها بضع مئات من الدولارات. ولا تزال أجهزة التشويش والصواريخ والطائرات المضادة من دون طيار كلها حديثة العهد ولم تُختبر بالضرورة في أرض المعركة.

تمثل هذه التطورات انتقالًا هائلًا للقوة من الدول والجيوش التقليدية إلى أي شخص لديه القدرة والحافز لتسخير هذه الأجهزة. لا يوجد سبب واضح يمنع مشغلًا واحدًا، يملك الوسائل الكافية، من السيطرة على سرب يتكون من آلاف الطائرات من دون طيار.

يمكن لبرنامج ذكاء اصطناعي واحد أن يكتب نصًا يبلغ حجمه مقدار ما يكتبه البشر جميعًا. ويمكن لنموذج واحد لتوليد الصور يبلغ حجمه اثنين جيجا بايت ويعمل على حاسوبك المحمول أن يضغط جميع الصور الموجودة على شبكة الويب المفتوحة داخل أداة تولد صورًا ذات إبداع ودقة غير عاديين. ويمكن لتجربة واحدة مسببة للأمراض أن تؤدي إلى حدوث جائحة، هو حدث جزيئي صغير لكن له تداعيات عالمية. ويمكن لحاسوب كمي واحد يعمل بكفاءة أن يجعل البنية التحتية للتشفير في العالم بأكمله لا حاجة لها. إن آفاق

التأثير غير المتماثل تتسع في كل مكان، وبالمعنى الإيجابي أيضًا؛ فمن الممكن للأنظمة المنفردة أن تجلب منافع هائلة أيضًا.

وعكس الفعل غير المتماثل صحيح أيضًا. إن حجم الموجة القادمة وترابطها يخلقان نقاط ضعف نظامية جديدة: فمن الممكن لنقطة فشل واحدة أن تنتشر بسرعة في جميع أنحاء العالم. كلما كانت التقنية أقل محلية، كان احتواؤها أصعب؛ والعكس صحيح. فكر في المخاطر التي تنطوي عليها السيارات. إن حوادث المرور قديمة قدم حركة المرور نفسها، لكن مع مرور الوقت، قلَّت الأضرار إلى الحد الأدنى. وكل شيء بدءًا من علامات الطريق إلى أحزمة الأمان إلى شرطة المرور قد ساعد في ذلك. وعلى الرغم من أن السيارات كانت واحدة من أسرع التقنيات انتشارًا في التاريخ وأكثرها عولمة، فإن الحوادث كانت بطبيعتها أحداثًا محلية ومنفصلة أمكن احتواء ضررها النهائي. لكن الآن صار من الممكن ربط أسطول من المركبات معًا. أو يمكن لنظام واحد التحكم في المركبات ذاتية القيادة في جميع أنحاء المنطقة. وعلى الرغم من وجود العديد من الإجراءات الوقائية والبروتوكولات الأمنية، فإن نطاق التأثير أوسع بكثير مما رأيناه من قبل.

يؤدي الذكاء الاصطناعي إلى خلق مخاطر غير متماثلة تتجاوز تلك الناجمة عن تناول كمية من الطعام السيئ، أو عن حادث طائرة، أو منتج معيب. إن مخاطره تمتد إلى مجتمعات بأكملها، الأمر الذي يجعله ليس أداة حادة بقدر ما هو أداة ذات عواقب عالمية. مثلما تنقل الأسواق المعولمة وشديدة الترابط العدوى أثناء الأزمات المالية، يحدث الشيء نفسه في التكنولوجيا. فنطاق التشابك يجعل احتواء الضرر، حين حدوثه، أمرًا مستحيلًا تقريبًا. إن الأنظمة العالمية المترابطة هي كوابيس الاحتواء. ونحن نعيش بالفعل في عصر الأنظمة العالمية المترابطة. في الموجة القادمة، يمكن لنقطة واحدة -برنامج معين، أو تغيير جيني- تغيير كل شيء.

التطور الفائق:
تسارع لا نهائي

إذا كنت ترغب في احتواء التكنولوجيا، فربما تأمل أن تتطور بوتيرة يمكن التحكم فيها، مما يمنح المجتمع الوقت والمساحة لفهمها والتكيف معها. تقدم السيارات مثالًا جيدًا من جديد. لقد كان تطورها على مدار القرن الماضي سريعًا بشكل لا يصدق، لكنه أتاح أيضًا الوقت لتأسيس جميع أنواع معايير السلامة. كان هناك دائمًا تأخير، لكن كان بإمكان المعايير اللحاق بالركب رغم ذلك. لكن مع معدل التغيير الذي تتسم به الموجة القادمة، يبدو هذا غير مرجح.

على مدار الأعوام الأربعين الماضية، تطورت شبكة الإنترنت لتصبح واحدة من أكثر منصات الابتكار المثمرة في التاريخ. لقد أصبح العالم رقميًا، وقد تطور هذا العالم غير المادي بوتيرة مذهلة. شهد انفجار التطور ظهور الخدمات الأكثر استخدامًا على مستوى العالم وأكبر المؤسسات التجارية في التاريخ في غضون مجرد سنوات قليلة. ويرجع الفضل في كل هذا إلى القوة المتزايدة باستمرار وانخفاض تكاليف الحوسبة الذي قرأنا عنه في الفصل ٢. فكر في ما سيحققه قانون مور وحده على مدى العقد المقبل. فإذا استمر هذا القانون قائمًا، في غضون عشر سنوات سوف يشتري لك دولار واحد مائة ضعف مقدار الحوسبة التي يشتريها اليوم. وهذه الحقيقة وحدها تشير إلى بعض النتائج الاستثنائية.

الجانب الآخر هو أن الابتكار في غير مجال التكنولوجيا الرقمية كان أقل إبهارًا في أغلب الأحيان. فخارج عالم البرمجة اللا مادي، بدأ عدد متزايد من الناس يتساءلون عما حدث لهذا النوع من الابتكار واسع النطاق الذي رأيناه، على سبيل المثال، في أواخر القرن التاسع عشر أو منتصف القرن العشرين. خلال تلك الفترة الوجيزة، تغيرت كل مظاهر العالم تقريبًا بشكل جذري؛ من وسائل النقل إلى المصانع، ومن الطائرات ذات المحركات إلى المواد

الجديدة. لكن بحلول السنوات الأولى من القرن الحادي والعشرين، تبع الابتكار المسار الأقل مقاومة، والذي يركز على البتات وليس على الذرات.

لكن هذا يتغير الآن. إن التطور الفائق للبرمجيات ينتشر. وستشهد السنوات الأربعون القادمة تحويل عالم الذرات إلى بتات بمستويات جديدة من التعقيد والدقة، والأهم من ذلك، تحويل عالم البتات من جديد إلى ذرات ملموسة، بسرعة وبساطة لم تخطر على بال أحد إلى عهد قريب.

ببساطة، يمكن أن يبدأ الابتكار في "العالم الحقيقي" بالتحرك بوتيرة رقمية، وفي الوقت الفعلي تقريبًا، مع تقليل الاحتكاك والاعتمادية. ستكون قادرًا على إجراء التجارب في مجالات صغيرة وسريعة ومرنة، وإنشاء عمليات محاكاة شبه مثالية، ثم ترجمتها إلى منتجات ملموسة. ثم القيام بذلك مرة بعد مرة، لتتعلم وتتطور وتتحسن بمعدلات كانت مستحيلة في السابق في عالم الذرات المكلِّف والجامد.

يرى الفيزيائي سيزار هيدالجو أن تكوينات المادة مهمة بسبب المعلومات التي تحتوي عليها. لا تعد سيارة فيراري ذات قيمة بسبب مادتها الخام، بل بسبب المعلومات المعقدة المخزنة في بنيتها وشكلها المعقدين؛ إن المعلومات التي تميز ترتيب ذراتها هي ما يجعلها سيارة مرغوبة. وكلما كانت القاعدة الحاسوبية أقوى، زاد وضوح هذا الأمر. أضف إلى ذلك الذكاء الاصطناعي وتقنيات التصنيع مثل علم الروبوتات المتطور والطباعة ثلاثية الأبعاد، وسنتمكن من تصميم منتجات العالم الحقيقي ومعالجتها وتصنيعها بمزيد من السرعة والدقة والإبداع.

يساعد الذكاء الاصطناعي بالفعل في العثور على مواد ومركبات كيميائية جديدة. على سبيل المثال، استخدم العلماء الشبكات العصبية لإنتاج أشكال جديدة من الليثيوم، مما أدى إلى تداعيات كبيرة على تكنولوجيا البطاريات. وقد ساعد الذكاء الاصطناعي في تصميم وبناء سيارة باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد. في بعض الحالات تبدو النتيجة النهائية مختلفة بشكل غريب عن أي شيء صممه الإنسان، وتشبه الأشكال المتموجة

والفعالة الموجودة في الطبيعة. حيث يجري دمج تكوينات الأسلاك وشبكة القنوات بشكل عضوي في الهيكل لتحقيق الاستخدام الأمثل للمساحة. وتتسم الأجزاء بشدة التعقيد بحيث لا يمكن تصنيعها باستخدام الأدوات التقليدية ويجب طباعتها باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد.

في الفصل ٥، رأينا ما تفعله أدوات مثل ألفافولد لتحفيز التكنولوجيا الحيوية. حتى وقت قريب، كانت التكنولوجيا الحيوية تعتمد على العمل اليدوي المختبري الذي لا نهاية له: القياس، واستخدام الماصات، وتجهيز العينات بعناية. والآن تعمل عمليات المحاكاة على تسريع عملية اكتشاف اللقاح. وتساعد الأدوات الحاسوبية على أتمتة أجزاء من عمليات التصميم، وإعادة إنشاء "الدوائر البيولوجية" التي تبرمج الوظائف المعقدة في خلايا مثل البكتيريا التي يمكنها إنتاج بروتين معين. إن أطر البرمجيات، مثل تلك التي تسمى Cello، تكاد تكون أشبه بلغات مفتوحة المصدر لتصميم علم الأحياء التخليقي. ويمكن أن يتضافر هذا مع التحسينات السريعة في علم الروبوتات المختبرية والأتمتة والتقنيات البيولوجية الأسرع مثل التخليق الإنزيمي الذي رأيناه في الفصل ٥، مما يوسع نطاق علم الأحياء التخليقي ويجعله أكثر سهولة. لقد أصبح التطور البيولوجي خاضعًا لنفس الدورات التي تخضع لها البرمجيات.

مثلما تنتج النماذج الحالية صورًا تفصيلية مبنية على بضع كلمات، ستنتج نماذج مماثلة في العقود القادمة مركبًا جديدًا أو في الواقع كائنًا حيًا كاملًا باستخدام عدد قليل من المحفزات اللغوية الطبيعية. ويمكن تحسين تصميم هذا المركب من خلال تجارب ذاتية لا تحصى، تمامًا كما أصبح ألفازيرو لاعبًا خبيرًا في الشطرنج أو في لعبة جو من خلال اللعب الذاتي. ويمكن لتقنيات الكم، التي تُعد أقوى بملايين المرات من أقوى أجهزة الكمبيوتر الكلاسيكية، أن تسمح بحدوث هذا الأمر على المستوى الجزيئي. وهذا هو ما نعنيه بالتطور الفائق؛ منصة إنشاء سريعة ومتكررة.

ولن يقتصر هذا التطور على جوانب محددة يمكن التنبؤ بها واحتواؤها بسهولة. بل سيشمل كل الجوانب.

تعدد الاستخدامات:
المزيد يجلب المزيد

خلافًا للمعتقدات التقليدية، كان التقدم في الرعاية الصحية أحد المجالات التي تباطأت في الركود الأخير للابتكار في عالم الذرات. وأصبح اكتشاف أدوية جديدة أصعب وأكثر تكلفة. واستقر متوسط العمر المتوقع، بل وبدأ في الانخفاض في بعض الولايات الأمريكية. وفشل التقدم في علاج حالات مثل مرض الألزهايمر في الارتقاء إلى مستوى التوقعات.

يُعد الاكتشاف الآلي للأدوية أحد أكثر المجالات الواعدة في الذكاء الاصطناعي، ووسيلة للخروج من هذه الصورة القاتمة. حيث تستطيع تقنيات الذكاء الاصطناعي البحث في الفضاء الواسع للجزيئات الممكنة عن علاجات صعبة المنال لكنها مفيدة. في عام ٢٠٢٠، نجح أحد أنظمة الذكاء الاصطناعي في فحص ١٠٠ مليون جزيء لتصنيع أول مضاد حيوي مستمد من التعلم الآلي -واسمه هاليسين (نعم، إن اسمه مشتق من هال في فيلم 2001: A Space Odyssey)- والذي يمكنه غالبًا المساعدة في مكافحة مرض السل. والواقع أن الشركات الناشئة مثل إكسينشيا، جنبًا إلى جنب مع شركات الأدوية التقليدية العملاقة مثل سانوفي، جعلت من الذكاء الاصطناعي محركًا للأبحاث الطبية. وقد نجحوا حتى الآن في استخلاص ثمانية عشر أصلًا سريريًا بمساعدة أدوات الذكاء الاصطناعي.

لكن ثمة جانبًا آخر. لقد أثار الباحثون الذين يسعون للتوصل إلى هذه المركبات المفيدة سؤالًا مربكًا. ماذا لو أعدنا توجيه عملية الاكتشاف؟ ماذا لو، بدلًا من البحث عن علاجات، بحثنا عن قتلة؟ ثم أجروا اختبارًا، حيث طلبوا من الذكاء الاصطناعي المولد للجزيئات العثور على سموم. وفي غضون ست ساعات، كان قد حدد أكثر من أربعين ألف جزيء ذات

سمية مماثلة لأخطر الأسلحة الكيميائية، مثل نوفيتشوك. لقد تبين أنه في مجال اكتشاف العقاقير، وهو أحد المجالات التي سيحقق فيها الذكاء الاصطناعي فارقًا واضحًا بلا شك، فإن الفرص تحمل "استخدامًا مزدوجًا" إلى حد كبير.

إن التقنيات ذات الاستخدام المزدوج هي تلك التقنيات ذات التطبيقات المدنية والعسكرية على حد سواء. في الحرب العالمية الأولى، كان يُنظر إلى عملية تخليق الأمونيا على أنها وسيلة لإطعام العالم. لكنها سمحت أيضًا بتصنيع المتفجرات، وساعدت في تمهيد الطريق أمام ظهور الأسلحة الكيميائية. ويمكن إعادة استخدام الأنظمة الإلكترونية المعقدة لطائرات الركاب في صنع الصواريخ الدقيقة. وعلى العكس من ذلك، كان نظام تحديد المواقع العالمي في الأصل نظامًا عسكريًا، لكن له الآن عددًا لا يحصى من الاستخدامات الاستهلاكية اليومية. وعند طرح جهاز بلايستيشن ٢ في الأسواق، اعتبرته وزارة الدفاع الأمريكية جهازًا قويًا لدرجة أنه يمكن أن يساعد القوات العسكرية المعادية التي لا تتمكن عادة من الوصول إلى مثل هذه الأجهزة. إن التقنيات ذات الاستخدام المزدوج مفيدة لكنها مدمِّرة أيضًا على الأرجح، إنها أدوات وكذلك أسلحة. ما يوضحه هذا المفهوم هو كيف أن التقنيات تميل نحو العمومية، ولهذا السبب، فإن فئة معينة من التقنيات تأتي مصحوبة بمخاطر متزايدة. فمن الممكن استخدامها لتحقيق غايات عديدة -جيدة، أو سيئة، أو أي شيء بين ذلك- ويحمل ذلك عادة عواقب يصعب التنبؤ بها.

لكن المشكلة الحقيقية هي أن علم الأحياء المتطور أو المفاعلات النووية ليست وحدها ذات الاستخدام المزدوج. إن لأغلب التقنيات تطبيقات أو إمكانات عسكرية ومدنية؛ أغلب التقنيات ذات استخدام مزدوج بطريقة أو بأخرى. وكلما كانت التقنية أكثر قوة، زاد القلق بشأن عدد الاستخدامات التي قد تُستغل فيها.

وتقنيات الموجة القادمة قوية للغاية، وذلك على وجه التحديد لأنها عامة بشكل أساسي. إذا كنت تصنع رأسًا حربيًا نوويًا، فالغرض منه واضح. لكن أحد أنظمة التعلم العميق قد

يكون مصممًا لممارسة الألعاب لكنه قادر في الوقت نفسه على توجيه أسطول من القاذفات. والفرق ليس واضحًا مسبقًا.

إن المصطلح الأكثر ملاءمة لتقنيات الموجة القادمة هو "تعدد الاستخدامات"، وهو المفهوم الذي يعبر عن مستويات العمومية الهائلة، والتنوع الشديد البادي للعيان. إن التقنيات متعددة الاستخدامات مثل البخار أو الكهرباء لها تأثيرات وتداعيات مجتمعية أوسع من التقنيات الأضيق نطاقًا. إذا كان الذكاء الاصطناعي هو بالفعل الكهرباء الجديدة، فسوف يصبح، على غرار الكهرباء، أداة مخصصة حسب الطلب تتغلغل في الغالبية العظمى من جوانب الحياة اليومية والمجتمع والاقتصاد وتمدها بالطاقة: أي تقنية ذات أغراض عامة مدمجة في كل مكان. واحتواء شيء كهذا سيكون دائمًا أصعب بكثير من احتواء تقنية مقيدة ذات مهمة واحدة، قاصرة على مجال صغير ولا يعتمد عليها سوى القليل.

بدأت أنظمة الذكاء الاصطناعي مستخدمة تقنيات عامة مثل التعلم العميق لأغراض محددة مثل إدارة استخدام الطاقة في مركز للبيانات أو لعب لعبة جو. لكن هذا قيد التغيير. فالآن، يمكن لأنظمة منفردة، مثل التقنية العامة Gato (جاتو)، التابعة لشركة ديب مايند، أن تؤدي أكثر من ستمائة مهمة مختلفة بكفاءة. حيث يمكن لنفس الشبكة تشغيل ألعاب أتاري، وكتابة التعليقات التوضيحية على الصور، والإجابة عن الأسئلة، ورص البضائع فوق بعضها باستخدام ذراع روبوت حقيقية. لقد تلقى جاتو تدريبًا ليس على النصوص فحسب، بل على الصور أيضًا، وعزم الدوران الذي يعمل على الأذرع الآلية، والضغط على الأزرار من خلال لعب ألعاب الكمبيوتر، وما إلى ذلك. لا يزال الوقت مبكرًا جدًا، والأنظمة العامة حقًا لا تزال بعيدة بعض الشيء، لكن في مرحلة ما سوف تتوسع هذه القدرات لتشمل عدة آلاف من الأنشطة.

لننظر أيضًا إلى علم الأحياء التخليقي من خلال منظور تعدد الاستخدامات. إن هندسة الحياة هي تقنية عامة تمامًا، واستخداماتها المحتملة لا حدود لها تقريبًا؛ فقد تنشئ مواد للبناء، وتعالج الأمراض، وتخزن البيانات. المزيد يجلب المزيد، وهناك سبب وجيه لذلك. إن

التقنيات متعددة الاستخدامات أكثر قيمة من التقنيات ضيقة النطاق. وفي أيامنا هذه، لا يرغب خبراء التكنولوجيا في تصميم تقنيات ذات تطبيقات محدودة ومحددة وأحادية الوظيفة. بدلًا من ذلك، فإن الهدف هو تصميم أشياء أشبه بالهواتف الذكية: إنها هواتف، لكن الأهم من ذلك، إنها أجهزة لالتقاط الصور، والحفاظ على اللياقة البدنية، ولعب الألعاب، والتنقل بين المدن، وإرسال رسائل البريد الإلكتروني، وغير ذلك الكثير.

بمرور الوقت، تميل التكنولوجيا نحو العمومية. ما يعنيه هذا هو أن استخدامات الموجة القادمة من الممكن أن تكون ضارة أو قابلة للتسليح بغض النظر عما إذا كان ذلك مقصودًا أم لا. إن مجرد إنشاء تقنيات مدنية يحمل تداعيات على الأمن القومي. ويُعد توقع النطاق الكامل لحالات الاستخدام في أكبر موجة متعددة الاستخدامات في التاريخ أصعب من أي وقت مضى.

إن فكرة مواءمة التكنولوجيا الجديدة لتناسب استخدامات متعددة ليست جديدة. يمكن لأداة بسيطة مثل السكين تقطيع البصل أو المساعدة في تنفيذ سلسلة من جرائم القتل المجنونة. وحتى التقنيات التي تبدو محددة ظاهريًا تنطوي على استخدامات مزدوجة ضمنية: فقد ساعد الميكروفون كلًا من مسيرات نورمبرج وفرقة بيتلز. الأمر المختلف في الموجة القادمة هو مدى سرعة دمجها، ومدى انتشارها عالميًا، ومدى سهولة تقسيمها إلى أجزاء قابلة للتبديل، ومدى الفعالية الممكنة لتطبيقاتها، والأهم من ذلك، مدى اتساع نطاقها. فهذا يحمل تداعيات معقدة على كل شيء، من وسائل الإعلام إلى الصحة العقلية، ومن الأسواق إلى الطب. وهذه هي مشكلة الاحتواء الضخمة. ففي نهاية المطاف، نحن نتحدث عن أساسيات مثل الذكاء والحياة. لكن كلا هاتين الخاصيتين لها سمة أكثر إثارة للاهتمام من عموميتها حتى.

الاستقلالية وما بعدها:
هل سيكون البشر في الصورة؟

ظل التطور التكنولوجي يتسارع على مدى عدة قرون. وقد تضخمت سمات تعدد الاستخدامات والتأثيرات غير المتماثلة في الموجة القادمة، لكنها إلى حد ما خصائص متأصلة في كل التكنولوجيا. وهذا ليس هو الحال بالنسبة للاستقلالية. فعلى مدى التاريخ كله، كانت التكنولوجيا "مجرد" أداة، لكن ماذا لو أصبحت هذه الأداة نابضة بالحياة؟

إن الأنظمة المستقلة قادرة على التفاعل مع محيطها واتخاذ الإجراءات دون موافقة فورية من البشر. لقرون عديدة، ظلت فكرة خروج التكنولوجيا عن نطاق السيطرة بطريقة أو بأخرى وتحولها إلى قوة ذاتية التوجيه والدفع خارجة عن نطاق الإرادة البشرية محض خيال.

لكن ليس بعد الآن.

لطالما كان الهدف الأساسي من التكنولوجيا هو تمكيننا من فعل المزيد، لكن مع استمرار البشر في القيام بالعمل، وهذا هو العنصر الحاسم. لقد استفادت التكنولوجيا من قدراتنا الحالية وعملت على أتمتة المهام المحدد لها تعليمات برمجية دقيقة. وحتى الآن، كان الإشراف والإدارة المستمران أمرًا افتراضيًا. وظلت التكنولوجيا، بدرجات متفاوتة، تحت السيطرة البشرية ذات المغزى. أما الاستقلالية الكاملة فهي أمر مختلف نوعيًا.

فكر في المركبات ذاتية القيادة. في بعض الظروف اليوم، يمكن لهذه المركبات القيادة على الطرق بأقل قدر من التدخل البشري المباشر، أو من دون أي تدخل بشري على الإطلاق. ويصنف الباحثون في هذا المجال الاستقلالية من المستوى صفر، أي عدم وجود استقلالية على الإطلاق، إلى المستوى ٥، حيث يمكن للمركبة أن تقود نفسها تحت جميع الظروف والمطلوب من السائق ببساطة هو إدخال الوجهة ومن ثم يمكنه النوم بسعادة. لن تجد مركبات من المستوى ٥ على الطرق في أي وقت قريب، ويرجع ذلك في أغلبه إلى أسباب قانونية وتأمينية.

تبشر الموجة الجديدة من الاستقلالية بعالم تتزايد فيه عدم ضرورة التدخل والإشراف المستمرين. والأهم من ذلك، أننا مع كل تفاعل نعلّم الآلات كيف تصبح ناجحة في الاستقلال. في هذا النموذج، ليست هناك حاجة لأن يتكبد الإنسان مشقة تحديد الطريقة التي يجب أن تتم بها المهمة. بدلًا من ذلك، كل ما علينا هو تحديد هدف رفيع المستوى والاعتماد على الآلة لمعرفة الطريقة المثلى للوصول إلى هذا الهدف. إن إبقاء البشر "في الصورة"، كما يقول المثل، هو أمر مرغوب، لكنه اختياري.

لم يخبر أحد برنامج ألفاجو أن الحركة ٣٧ كانت فكرة جيدة. لقد اكتشف هذه الفكرة المتبصرة إلى حد كبير من تلقاء نفسه. كانت هذه السمة على وجه التحديد هي ما أذهلتني للغاية عندما كنت أشاهد خوارزمية DQN وهي تلعب بريك أوت. توجد الآن أنظمة يمكنها، عند إعطائها هدفًا محددًا بوضوح، أن تجد استراتيجياتها الخاصة للتصرف بفعالية. لم يكن ألفاجو و DQN مستقلين بذاتهما. لكنهما يلمحان إلى الشكل الذي قد يبدو عليه نظامًا يطور ذاته. لا أحد يبرمج جي بي تي-٤ يدويًا ليكتب مثل جين أوستن، أو ينتج قصيدة هايكو أصلية، أو يولد نسخة تسويقية لموقع ويب يبيع الدراجات. هذه السمات هي تأثيرات ناشئة لبنية أوسع لا يحدد مصمموها مخرجاتها أبدًا بشكل مسبق. وهذه هي الخطوة الأولى على السلم نحو المزيد والمزيد من الاستقلالية. خلصت الأبحاث الداخلية على جي بي تي-٤ إلى أنه "ربما" غير قادر على العمل بشكل مستقل أو الاستنساخ الذاتي، لكن في غضون أيام من إصداره، وجد المستخدمون طرقًا لجعل النظام يطلب وثائقه الخاصة ويكتب نصوصًا لنسخ نفسه والاستيلاء على الأجهزة الأخرى. حتى إن الأبحاث الأولية زعمت أنها وجدت "شرارات من الذكاء الاصطناعي العام" في النموذج، مضيفة أنها كانت "قريبة بشكل لافت للنظر من الأداء على مستوى الإنسان". لقد بدأت هذه السمات تظهر الآن.

إن الأشكال الجديدة من الاستقلالية تتمتع بالقدرة على إنتاج مجموعة من التأثيرات الجديدة التي يصعب التنبؤ بها. إن التنبؤ بالكيفية التي ستتصرف بها الجينومات المفصلة حسب الطلب هو أمر بالغ الصعوبة. علاوة على ذلك، بمجرد إجراء الباحثين لتغييرات

جينية على الخط الجرثومي لنوع ما، يمكن لهذه التغييرات أن تظل موجودة في الكائنات الحية لآلاف السنين على الأرجح، بشكل يتجاوز بكثير قدرتنا على السيطرة أو التنبؤ. قد يتردد صداها في عدد لا يحصى من الأجيال. والكيفية التي ستستأنف بها التطور أو التفاعل مع التغييرات الأخرى على مدى أجيال عديدة غير واضحة بالتأكيد؛ وخارجة عن السيطرة. إن الكائنات الاصطناعية تتولى حرفيًا زمام حياة خاصة بها.

ونحن معشر البشر نواجه تحديًا فريدًا: هل ستتجاوز الاختراعات الجديدة قدرتنا على الفهم؟ في السابق، كان بإمكان المخترعين شرح كيفية عمل شيء ما ولماذا يفعل ما يفعله، حتى لو كان ذلك يتطلب تفاصيل واسعة النطاق. لكن يتزايد تحوُّل هذا الأمر إلى شيء مستحيل. أصبحت العديد من التقنيات والأنظمة معقدة للغاية لدرجة أنها تتجاوز قدرة أي فرد على فهمها حقًا: تقترب الحوسبة الكمومية وغيرها من التقنيات من تجاوز حدود ما يمكن معرفته.

من المفارقات في الموجة القادمة أن تقنياتها تتجاوز إلى حد كبير قدرتنا على الفهم بشكل تفصيلي دقيق، لكنها لا تزال في حدود قدرتنا على الإنشاء والاستخدام. في الذكاء الاصطناعي، لا يمكن، في الوقت الحاضر، تفسير كيفية عمل الشبكات العصبية التي تتجه نحو الاستقلالية. لا يمكنك أن تفسر لشخص ما خطوات عملية اتخاذ القرار لتشرح له بدقة سبب إنتاج الخوارزمية لتنبؤ محدد. لا يستطيع المهندسون التعمق في تفاصيل النظام وشرح سبب حدوث شيء ما بسهولة. إن جي بي تي-٤ وألفاجو وباقي الأنظمة عبارة عن صناديق سوداء، تعتمد مخرجاتها وقراراتها على سلاسل غامضة ومعقدة من الإشارات الدقيقة. يمكن للأنظمة المستقلة أن تكون قابلة للتفسير، وهذا أمر محتمل، لكن ينبغي لنا أن نقف أمام حقيقة أن قسمًا كبيرًا من الموجة القادمة يعمل بطريقة تكاد تتجاوز حدود ما يمكننا فهمه. لن نتمكن دائمًا من التنبؤ بما ستفعله هذه الأنظمة المستقلة بعد ذلك؛ هذه هي طبيعة الاستقلالية.

ومع ذلك، في طليعة أبحاث الذكاء الاصطناعي، يسعى بعض الباحثين إلى أتمتة كل جانب من جوانب بناء أنظمة الذكاء الاصطناعي، مما يغذي هذا التطور الفائق، لكن مع احتمالية الوصول إلى درجات جذرية من الاستقلالية من خلال التحسين الذاتي. لقد بدأت أنظمة الذكاء الاصطناعي بالفعل في إيجاد طرق لتحسين خوارزمياتها. ماذا سيحدث عندما تقرن ذلك بإجراءات مستقلة على الويب، كما هو الحال في اختبار تورينج الحديث والذكاء الاصطناعي القادر، فتعمل على إجراء دورات البحث والتطوير الخاصة بها؟

مشكلة الغوريلا

لقد شعرت في كثير من الأحيان أن هناك تركيزًا أكثر من اللازم على سيناريوهات الذكاء الاصطناعي العام البعيدة، نظرًا للتحديات الواضحة قصيرة المدى الموجودة في أغلب تقنيات الموجة القادمة. ومع ذلك، فإن أي مناقشة حول الاحتواء يجب أن تعترف بأنه إذا ظهرت تقنيات شبيهة بالذكاء الاصطناعي العام، أو عندما تظهر هذه التقنيات بالفعل، فإنها ستطرح مشكلات احتواء تتجاوز أي شيء آخر واجهناه على الإطلاق. نحن معشر البشر نهيمن على بيئتنا بسبب ذكائنا. وبالتالي، يمكن لكيان أكثر ذكاءً أن يهيمن علينا. يطلق ستيوارت راسل، الباحث في مجال الذكاء الاصطناعي، على هذا الأمر اسم "مشكلة الغوريلا": فالغوريلا أقوى جسديًا وأكثر صلابة من أي إنسان، لكنها هي المهددة بالانقراض أو التي تعيش في حدائق الحيوان؛ هي التي تعرضت للاحتواء. ونحن، بعضلاتنا الضئيلة لكن بأدمغتنا الكبيرة، الذين تمكنا من احتوائها.

عندما ننشئ شيئًا أكثر ذكاءً منا، يمكننا أن نضع أنفسنا في مكان تلك الرئيسيات. إذا وضعنا في اعتبارنا وجهة النظر طويلة الأمد، فإن أولئك الذين يركزون على سيناريوهات الذكاء الاصطناعي العام محقون في القلق. في الواقع، ثمة حجة قوية مفادها أن الذكاء الفائق، بحكم التعريف، سيكون من المستحيل السيطرة عليه أو احتواؤه بشكل كامل. "انفجار الذكاء" هو النقطة التي يستطيع عندها الذكاء الاصطناعي تحسين نفسه مرارًا وتكرارًا،

فيجعل نفسه أفضل بشكل تكراري بطرق أسرع وأكثر فعالية على الدوام. هذه هي التكنولوجيا المؤكدة التي لم تخضع للاحتواء ولا يمكن أن تخضع له. الحقيقة الصريحة هي أنه لا أحد يعرف متى، أو ما إذا، أو كيف بالضبط يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي أن تتجاوز قدراتنا وماذا سيحدث بعد ذلك؛ لا أحد يعرف متى أو ما إذا كانت ستصبح مستقلة بشكل كامل أو كيف نجعلها تتصرف بوعي بقيمنا وفي توافق معها، على افتراض أننا نستطيع الاستقرار على تلك القيم في المقام الأول.

لا أحد يعرف حقًا كيف يمكننا احتواء السمات ذاتها التي تخضع للبحث المكثف في الموجة القادمة. ستأتي مرحلة حيث يمكن للتكنولوجيا توجيه تطورها الخاص بالكامل؛ حيث تكون خاضعة لعمليات تحسين متكررة؛ حيث تتجاوز حدود التفسير؛ حيث يصبح بالتالي من المستحيل التنبؤ بالكيفية التي ستتصرف بها في البيئة الحقيقية؛ حيث، باختصار، تتخطى حدود القدرة والسيطرة البشرية.

في نهاية المطاف، قد تعني الموجة القادمة، في أكثر أشكالها مأساوية، أن البشرية لن تظل على قمة السلسلة الغذائية. قد ينتهي الأمر بالإنسان التكنولوجي إلى كونه مهددًا بما صنعت يداه. السؤال الحقيقي ليس ما إذا كانت الموجة قادمة أم لا. فمن الواضح أنها قادمة؛ فقط ألقِ نظرة ويمكنك أن ترى أنها تتشكل بالفعل. ونظرًا لمثل هذه المخاطر، فإن السؤال الحقيقي هو لماذا نواجه صعوبة كبيرة في النظر إليها بأي طريقة أخرى غير أنها حتمية.

الفصل ٨

حوافز لا يمكن إيقافها

كانت أهمية ألفاجو في جزء منها مسألة توقيت: لقد فاجأ هذا الإنجاز الخارق الخبراء بحدوثه بسرعة أكبر مما كان يعتقد معظم أفراد مجتمع الذكاء الاصطناعي أنه ممكن. وحتى قبل أيام من خوضه أول مسابقة عامة في مارس ٢٠١٦، اعتقد باحثون بارزون أن الذكاء الاصطناعي ببساطة لا يمكنه الفوز على هذا المستوى من لعبة جو. وفي ديب مايند، كنا لا نزال غير واثقين من أن برنامجنا سيتفوق في مباراة ضد منافس بشري محترف.

لقد نظرنا إلى المسابقة باعتبارها تحديًا تكنولوجيًا كبيرًا، ونقطة انطلاق نحو مهمة بحثية أوسع. ضمن مجتمع الذكاء الاصطناعي، مثلت المسابقة أول اختبار عام رفيع المستوى للتعلم المعزز العميق وأحد الاستخدامات البحثية الأولى لمجموعة كبيرة جدًا من حوسبة وحدة معالجة الرسومات. قدمت الصحافة المباراة بين ألفاجو ولي سيدول على أنها معركة ملحمية: الإنسان ضد الآلة؛ أفضل وأذكى ما لدى البشرية ضد القوة الباردة والجامدة للكمبيوتر. وألمحت إلى جميع الاستعارات المبتذلة عن "المدمرين" وأسياد الروبوتات.

لكن تحت السطح، كان هناك بُعد آخر أكثر أهمية يزداد وضوحًا، توتر كان يساورني قلق غامض بشأنه قبل المسابقة، لكن معالمه ظهرت بشكل أكثر وضوحًا مع تقدم الفعاليات. لم يكن ألفاجو مجرد إنسان ضد آلة. فبينما كان لي سيدول يتصدى لألفاجو، كانت شركة ديب مايند ممثَّلة بعَلم بريطانيا، بينما رفع معسكر سيدول التايجوك، علم كوريا الجنوبية الذي لا لبس فيه. الغرب ضد الشرق. وكان التلميح الضمني للتنافس الوطني أحد جوانب المسابقة التي سرعان ما ندمتُ عليها.

ومهما قلتُ، فما بالغتُ في التعبير عن مدى شعبية المسابقة في آسيا. في الغرب، كان المتحمسون المتشددون للذكاء الاصطناعي يتابعون الفعاليات وكانت تجذب بعض اهتمام الصحف. لقد كانت لحظة مهمة في تاريخ التكنولوجيا؛ بالنسبة لأولئك الذين يهتمون بمثل هذه الأمور. لكن في جميع أنحاء آسيا، كان الحدث أكبر من مباراة السوبر بول. كان أكثر من ٢٨٠ مليون شخص يشاهدونه على الهواء مباشرة. لقد استولينا على فندق بأكمله في وسط مدينة سيول، تجمع فيه أعضاء وسائل الإعلام المحلية والدولية في تواجد دائم. كان المرء بالكاد يستطيع التحرك وسط مئات المصورين وكاميرات التلفزيون. وكانت الجدية أقوى من أي شيء شهدته من قبل، حيث بدا مستوى الحراسة الأمنية والدعاية غريبًا على ما كان بالنسبة للمشاهدين الغربيين مجرد لعبة غامضة مخصصة لعشاق الرياضيات. يكفي أن نقول إن مطوري الذكاء الاصطناعي لم يكونوا معتادين على هذا.

في آسيا لم تقتصر مشاهدة المباراة على المهووسين. بل كان الجميع يشاهدونها. وسرعان ما أصبح من الواضح أن المراقبين يشملون شركات التكنولوجيا والحكومات والجيوش. وقد سببت النتيجة صدمة كبيرة لهم جميعًا. فلم تغِب أهميتها عن أحد. لقد دخل المتحدي، وهو شركة غربية مقرها لندن ومملوكة لأمريكا، للتو إلى لعبة قديمة وبارزة وعزيزة، وغرس عَلمه حرفيًا في العشب، ومحا الفريق المضيف. بدا الأمر كما لو أن مجموعة من الروبوتات الكورية قد ظهرت في استاد يانكي وهزمت فريق البيسبول الأمريكي الذي يضم كل النجوم.

بالنسبة لنا كان الحدث بمثابة تجربة علمية. لقد كان عرضًا قويًا -ورائعًا حقًا- لأحدث التقنيات التي أمضينا سنوات في محاولة إتقانها. كان الأمر مثيرًا من الناحية الهندسية، ومبهجًا من الناحية التنافسية، ومربكًا من ناحية كونك في مركز السيرك الإعلامي. لكن بالنسبة للكثيرين في آسيا، كان الأمر أكثر إيلامًا، حالة من الكبرياء الإقليمي والوطني الجريح.

لم تكن سيول هي النهاية بالنسبة لألفاجو. فبعد مرور عام، في مايو ٢٠١٧، شاركنا في بطولة ثانية، هذه المرة ضد اللاعب المصنف رقم واحد في العالم: كه جي. أقيمت هذه المباراة في ووتشن بالصين، في قمة Future of Go. وكان استقبالنا في ووتشن مختلفًا بشكل لافت للنظر. حيث حُظر البث المباشر للمباريات في الجمهورية الشعبية. ولم يُسمح بأي ذكر لجوجل. كانت البيئة أكثر صرامة، وأكثر سيطرة؛ وكانت الرواية الإعلامية مختارة بعناية شديدة من قبل السلطات. لا مزيد من السيرك الإعلامي. كان النص الضمني واضحًا: لم تعد هذه مجرد لعبة بعد الآن. فاز ألفاجو مرة أخرى، لكنه فعل ذلك وسط أجواء متوترة بشكل لا لبس فيه.

لقد تغير شيء ما. إذا كان ما حدث في سيول مجرد تلميح، فإن ما حدث في ووتشن جعل الأمر واضحًا تمامًا. فبعد أن هدأت الأمور، أصبح من الواضح أن ألفاجو كان جزءًا من قصة أكبر بكثير من مجرد كأس واحد أو نظام واحد أو شركة واحدة؛ لقد كان الأمر يتعلق بالقوى العظمى المنخرطة في لعبة جديدة وخطيرة من المنافسة التكنولوجية؛ وسلسلة من الحوافز القوية والمتشابكة للغاية التي تؤكد أن الموجة القادمة قادمة بالفعل.

تستمر التكنولوجيا في التطور بفضل الدوافع البشرية البدائية والأساسية للغاية. من الفضول إلى الأزمة، ومن الثروة إلى الخوف، تظهر التكنولوجيا في جوهرها لتلبية احتياجات الإنسان. إذا كانت لدى الناس أسباب قوية لإنشائها واستخدامها، فسوف تُنشأ وتُستخدم. ومع ذلك، في معظم المناقشات المتعلقة بالتكنولوجيا، لا يزال الناس يتوقفون عند ماهيتها، متناسين سبب إنشائها في المقام الأول. لا يتعلق الأمر ببعض الحتمية التكنولوجية الفطرية. بل يتعلق بما يعنيه أن تكون إنسانًا.

لقد رأينا سابقًا أنه لم تخضع أي موجة من التكنولوجيا للاحتواء حتى الآن. وفي هذا الفصل سننظر في الأسباب التي تجعل من المرجح أن يعيد التاريخ نفسه؛ ولماذا، بفضل سلسلة من الدوافع الكلية الكامنة وراء تطور التكنولوجيا وانتشارها، لن تظل الثمرة

متروكة على الشجرة؛ ولماذا سوف تضرب الموجة. ما دامت هذه الحوافز قائمة، سيظل السؤال المهم، ألا وهو "هل ينبغي لنا؟"، موضع نقاش.

يتعلق الدافع الأول بما اختبرته مع ألفاجو: منافسة القوى العظمى. فالتنافس التكنولوجي حقيقة جيوسياسية. والواقع أنه كان دائمًا هكذا. تشعر الأمم بالحاجة الوجودية إلى مواكبة أقرانها. فالابتكار قوة. وثانيًا، تأتي المنظومة البحثية العالمية بطقوسها المتأصلة التي تكافئ النشر المفتوح، والفضول، والسعي وراء أفكار جديدة بأي ثمن. ثم تأتي المكاسب المالية الهائلة الناجمة عن التكنولوجيا والحاجة الملحة إلى التصدي للتحديات الاجتماعية العالمية التي نواجهها. وربما يكون الدافع الأخير هو أكثرها إنسانية على الإطلاق: الأنا.

لكن قبل ذلك، لنعُد إلى الجغرافيا السياسية، حيث يقدم لنا الماضي القريب درسًا قويًا.

الفخر الوطني، ضرورة استراتيجية

اعتبرت أمريكا بعد الحرب أن تفوقها التكنولوجي أمر مسلم به. لكن سبوتنيك أيقظها. في خريف عام ١٩٥٧، أطلق السوفييت سبوتنيك، أول قمر صناعي في العالم، وأول تعدٍ للبشرية على الفضاء. وعلى الرغم من حجمه الذي لا يتجاوز حجم كرة الشاطئ، فقد كان مستقبليًا بشكل لا يصدق. كان سبوتنيك هناك بالأعلى ليرى العالم كله، أو بالأحرى يسمع، أصوات إشاراته القادمة من خارج الأرض والتي تبث حول الكوكب. كان النجاح في إطلاقه إنجازًا لا يمكن إنكاره.

وكانت هذه أزمة بالنسبة لأمريكا، أزمة مثل بيرل هاربر لكنها تكنولوجية. وقد تفاعلت السياسة. وأصبحت العلوم والتكنولوجيا، من المدارس الثانوية إلى المختبرات المتقدمة، من الأولويات الوطنية، وخُصص لها تمويل جديد وأُنشئت وكالات جديدة مثل ناسا وداربا. وضُخت موارد هائلة في مشاريع التكنولوجيا الكبرى، لا سيما مهمات أبولو. وقد حفزت هذه المهمات العديد من التطورات الهامة في مجال الصواريخ، والإلكترونيات الدقيقة،

وبرمجة الكمبيوتر. وتعززت التحالفات الناشئة مثل حلف شمال الأطلسي (الناتو). وبعد مرور اثني عشر عامًا، كانت الولايات المتحدة، وليس الاتحاد السوفييتي، هي التي نجحت في إرسال إنسان إلى القمر. وكاد السوفييت أن يفلسوا أنفسهم في محاولة لمواكبة ذلك. بفضل سبوتنيك، تفوقت روسيا على الولايات المتحدة، وهو إنجاز تكنولوجي تاريخي له تداعيات جيوسياسية هائلة. لكن عندما احتاجت أمريكا إلى تكثيف جهودها، فعلت ذلك.

مثلما وضع سبوتنيك الولايات المتحدة في النهاية على المسار الصحيح نحو التحول إلى قوة عظمى في مجال الصواريخ وتكنولوجيا الفضاء والحوسبة وكل تطبيقاتها العسكرية والمدنية، فإن شيئًا مماثلًا يحدث الآن في الصين. فسرعان ما صُنف ألفاجو على أنه لحظة سبوتنيك الصينية في الذكاء الاصطناعي. كان الأميركيون والغرب، تمامًا مثلما فعلوا في الأيام الأولى للإنترنت، يهددون بسرقة التقدم في مجال التكنولوجيا التي ستصنع عصرًا جديدًا. وكان هذا أوضح تذكير ممكن بأن الصين، بعد أن هُزمت في هواية وطنية، قد تجد نفسها مرة أخرى بعيدة عن الصدارة.

في الصين، لم تكن لعبة جو مجرد لعبة. فقد كانت تمثل رابطة أوسع بين التاريخ والعاطفة والحسابات الاستراتيجية. كانت الصين ملتزمة بالفعل بالاستثمار بكثافة في العلوم والتكنولوجيا، لكن برنامج ألفاجو ساعد في تركيز اهتمام الحكومة بشكل أكثر حدة على الذكاء الاصطناعي. كانت الصين، بتاريخها الممتد لآلاف السنين، ذات يوم بمثابة بوتقة للإبداع التكنولوجي العالمي؛ وقد أصبحت الآن تدرك بطريقة مؤلمة مدى تخلفها عن الركب، وخسارتها للسباق التكنولوجي أمام الأوروبيين والأمريكيين على جبهات مختلفة، من الأدوية إلى حاملات الطائرات. لقد تحملت "قرنًا من الإذلال"، على حد تعبير الحزب الشيوعي الصيني. وهو الأمر الذي يعتقد الحزب أنه يجب ألا يحدث مرة أخرى أبدًا.

زعم الحزب الشيوعي الصيني أن الوقت قد حان لاستعادة مكانته الصحيحة. على حد تعبير شي جين بينج، في حديثه أمام المؤتمر العشرين للحزب الشيوعي الصيني في عام ٢٠٢٢: "لتلبية الاحتياجات الاستراتيجية، يجب على" البلاد "أن تلتزم بالعلم والتكنولوجيا

باعتبارهما القوة الإنتاجية الأولى، والموهبة باعتبارها المورد الأول، [و] الابتكار باعتباره القوة الدافعة الأولى".

إن النموذج الصيني تنازلي الاتجاه يعني أنها قادرة على صف موارد الدولة الكاملة وراء الغايات التكنولوجية. واليوم، تمتلك الصين استراتيجية وطنية واضحة تهدف إلى أن تصبح الدولة الرائدة على مستوى العالم في مجال الذكاء الاصطناعي بحلول عام ٢٠٣٠. كانت خطة تطوير الجيل الجديد من الذكاء الاصطناعي، التي أُعلن عنها بعد شهرين فقط من هزيمة كه جي على يد ألفاجو، تهدف إلى تسخير الحكومة والجيش ومنظمات الأبحاث والصناعة في مهمة جماعية. تعلن الخطة أنه "بحلول عام ٢٠٣٠، ينبغي لنظريات الذكاء الاصطناعي وتقنياته وتطبيقاته في الصين أن تصل إلى مستويات رائدة على مستوى العالم، مما يجعل الصين مركز الابتكار الأساسي في العالم في مجال الذكاء الاصطناعي". من الدفاع إلى المدن الذكية، ومن النظرية الأساسية إلى التطبيقات الجديدة، يجب على الصين أن تحتل "القمم القيادية" في مجال الذكاء الاصطناعي.

وهذه التصريحات الجريئة ليست مجرد تفاخر فارغ. فبينما أكتب هذا الكلام، بعد ست سنوات فقط من طرح الصين للخطة، لم تعد الولايات المتحدة وغيرها من الدول الغربية تتمتع بريادة كبيرة في أبحاث الذكاء الاصطناعي. لقد صارت جامعات مثل تسينجهوا وبكين قادرة على منافسة المؤسسات الغربية مثل ستانفورد، ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وأكسفورد. والواقع أن جامعة تسينجهوا تنشر أبحاثًا في مجال الذكاء الاصطناعي أكثر من أي مؤسسة أكاديمية أخرى على هذا الكوكب. تمتلك الصين حصة متزايدة ومثيرة للإعجاب من الأوراق البحثية الأكثر استشهادًا بها في مجال الذكاء الاصطناعي. ومن حيث حجم الأبحاث المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، فقد نشرت المؤسسات الصينية أوراقًا بحثية في مجال الذكاء الاصطناعي تفوق بأربعة أضعاف ونصف ما نشرته نظيراتها في الولايات المتحدة منذ عام ٢٠١٠، وتفوق بدرجة كبيرة ما نشرته الولايات المتحدة والمملكة المتحدة والهند وألمانيا مجتمعة.

لكن الأمر لا يتعلق بالذكاء الاصطناعي فقط أيضًا. فمن التكنولوجيا النظيفة إلى العلوم الحيوية، تتقدم الصين عبر نطاق واسع من التقنيات الأساسية، وتستثمر على نطاق أسطوري، لقد صارت عملاق الملكية الفكرية الصاعد ذا "الخصائص الصينية". تفوقت الصين على الولايات المتحدة في عدد رسائل دكتوراة الفلسفة التي صدرت في عام ٢٠٠٧، لكن منذ ذلك الحين أصبح الاستثمار في البرامج والتوسع فيها كبيرًا، وأدى ذلك إلى إصدار ما يقرب من ضعف عدد شهادات دكتوراة الفلسفة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات التي تصدر في الولايات المتحدة كل عام. ويعمل أكثر من أربعمائة من "المختبرات الحكومية الرئيسية" على إرساء نظام بحثي مشترك بين القطاعين العام والخاص حاصل على تمويل سخي، ويغطي كل شيء بدءًا من البيولوجيا الجزيئية وحتى تصميم الرقائق. في السنوات الأولى من القرن الحادي والعشرين، كان الإنفاق على البحث والتطوير في الصين لا يتجاوز ١٢ في المائة من الإنفاق في أمريكا. وبحلول عام ٢٠٢٠، وصلت النسبة إلى ٩٠ في المائة. ووفقًا للاتجاهات الحالية، فإنها ستتفوق عليها بشكل كبير بحلول منتصف عشرينيات القرن الحالي، كما هو الحال بالفعل فيما يتعلق بطلبات براءات الاختراع.

وكانت الصين أول دولة تُنزِل مسبارًا على الجانب المظلم من القمر. ولا توجد أي دولة أخرى حاولت حتى أن تقوم بذلك. كما أنها تتفوق على أي دولة أخرى في عدد ما تمتلكه من بين أفضل خمسمائة حاسوب عملاق في العالم. وتتمتع مجموعة BGI، وهي شركة عملاقة في مجال علم الوراثة ومقرها شنزن، بقدرة غير عادية على تحديد تسلسل الحمض النووي، بدعم من القطاعين الخاص والعام، وآلاف العلماء، واحتياطيات هائلة من بيانات الحمض النووي والقدرة الحاسوبية على حد سواء. وقد دعا شي جين بينج صراحة إلى "ثورة الروبوتات": حيث تنتج الصين عددًا من الروبوتات يعادل عدد الروبوتات التي تنتجها بقية دول العالم مجتمعة. وقد صنعت صواريخ فرط صوتية اعتقدت الولايات المتحدة أن أمامها سنوات لتطويرها، وهي رائدة عالمية في مجالات تمتد من اتصالات

شبكة الجيل السادس 6G إلى الخلايا الكهروضوئية، وهي موطن لشركات التكنولوجيا الكبرى مثل تينسنت وعلي بابا ودي جيه آي وهواوي وبايت دانس.

وتُعد الحوسبة الكمومية مجالًا تبرز فيه الخبرة الصينية. ففي أعقاب تسريب إدوارد سنودن لمعلومات سرية من برامج الاستخبارات الأمريكية، أصبحت الصين شديدة الارتياب وحريصة على بناء منصة اتصالات آمنة. لحظة سبوتنيك أخرى. وفي عام ٢٠١٤، قدمت الصين عددًا من براءات الاختراع في التكنولوجيا الكمومية يساوي العدد الذي قدمته الولايات المتحدة؛ وبحلول عام ٢٠١٨، كانت قد قدمت ضعف العدد.

وفي عام ٢٠١٦، أرسلت الصين أول قمر صناعي كمي في العالم، واسمه "ميسيوس"، إلى الفضاء، كجزء من بنية تحتية جديدة للاتصالات يُفترض أنها آمنة. لكن ميسيوس لم يكن سوى البداية في سعي الصين إلى الوصول إلى شبكة إنترنت كمومية غير قابلة للاختراق. فبعد مرور عام، بنى الصينيون وصلة كمومية بطول ألفي كيلومتر بين شنجهاي وبكين لنقل المعلومات المالية والعسكرية الآمنة. وهم يستثمرون أكثر من ١٠ مليارات دولار في إنشاء المختبر الوطني لعلوم المعلومات الكمومية في مدينة هيفي، والذي يُعد أكبر منشأة من هذا النوع في العالم. ويحتفظون بسجلات لربط الكيوبتات معًا عن طريق التشابك الكمي، وهي خطوة مهمة على الطريق نحو حواسيب كمية متكاملة. حتى إن علماء هيفي زعموا أنهم تمكنوا من بناء حاسوب كمي أسرع بـ١٠١٤ مرة من حاسوب سيكامور الخارق الذي ابتكرته جوجل.

وقد أوضح بان جيانوي، الباحث الرئيسي لميسيوس وأحد أفضل علماء الكم في العالم، ما يعنيه هذا. فقال: "أعتقد أننا بدأنا سباقًا فضائيًا كميًا عالميًا. في ظل علم المعلومات الحديث، كانت الصين تلميذة وتابعة. والآن، في ظل تكنولوجيا الكم، إذا بذلنا قصارى جهدنا يمكننا أن نكون أحد اللاعبين الرئيسيين".

إن تجاهل الغرب المستمر على مدار عقود من الزمن لقدرات الصين باعتبارها "غير إبداعية" كان خطأً فادحًا. لقد قلنا إنهم لا يجيدون سوى التقليد، وإنهم مقيدون للغاية

وغير متحررين، وإن الشركات المملوكة للدولة فظيعة. عند التأمل في الماضي، يتضح أن معظم هذه التقييمات كانت خاطئة تمامًا، وحتى عندما كان لها ما يبررها، فإنها لم تمنع الصين من النهوض كعملاق معاصر في العلوم والهندسة؛ لأسباب ليس أقلها أن عمليات النقل القانونية للملكية الفكرية، مثل شراء الشركات وترجمة المجلات، كانت مدعومة بالسرقة الصريحة، والتحويلات القسرية، والهندسة العكسية، وعمليات التجسس.

وفي الوقت نفسه، تفقد الولايات المتحدة زعامتها الاستراتيجية. لسنوات عديدة، كان من الواضح أن أمريكا تتولى الصدارة في كل شيء، من تصميم أشباه الموصلات إلى المستحضرات الدوائية، ومن اختراع الإنترنت إلى التكنولوجيا العسكرية الأكثر تطورًا في العالم. لم ينتهِ ذلك، لكنه في طريقه إلى الانتهاء. يؤكد تقرير بقلم جراهام أليسون من جامعة هارفارد أن الوضع أخطر بكثير مما يظنه معظم الناس في الغرب. إن الصين متقدمة بالفعل على الولايات المتحدة في مجال الطاقة الخضراء، وشبكات الجيل الخامس، والذكاء الاصطناعي، وهي في طريقها للتفوق عليها في مجالي تكنولوجيا الكم والتكنولوجيا الحيوية في السنوات القليلة المقبلة. لقد استقال مدير أول البرمجيات في البنتاجون احتجاجًا في عام ٢٠٢١ لأنه شعر بالفزع الشديد من الوضع. وقال لصحيفة فايننشال تايمز: "ليست لدينا أي فرصة للنجاح في منافسة الصين على مدى من ١٥ إلى ٢٠ عامًا. في الوقت الحالي، الأمر محسوم بالفعل؛ لقد انتهى الأمر بالفعل في رأيي".

بعد وقت قصير من توليه منصب الرئيس في عام ٢٠١٣، ألقى شي جين بينج خطابًا كانت له عواقب دائمة على الصين؛ وعلى بقية العالم. لقد أعلن قائلًا: "إن التكنولوجيا المتقدمة هي السلاح الحاد للدولة الحديثة. لا تزال التكنولوجيا لدينا متخلفة بشكل عام عن تلك الموجودة في البلدان المتقدمة، ويتعين علينا أن نتبنى استراتيجية غير متماثلة للحاق بالركب والتغلب عليهم".

كان ذلك تحليلًا قويًا، وكما رأينا، كان بيانًا لأولويات السياسة الصينية. لكن على عكس الكثير مما يقوله شي، فإن أي زعيم عالمي يستطيع أن يطرح نفس النقطة بمصداقية.

سوف يصدق أي رئيس أمريكي أو برازيلي، أو مستشار ألماني، أو رئيس وزراء هندي على الفكرة المركزية؛ أن التكنولوجيا "سلاح حاد" يمكِّن البلدان من "السيطرة". لقد كان شي يذكر حقيقة صريحة، الشعار الذي لم تعلنه الصين وحسب، بل أعلنته كل الدول تقريبًا، من زعماء القوى العظمى الذين يحتلون الصدارة إلى المنبوذين المعزولين: من يبني ويمتلك ويسخّر التكنولوجيا هو الأهم.

سباق التسلح

أصبحت التكنولوجيا الميزة الاستراتيجية الأكثر أهمية في العالم، ليست أداة للسياسة الخارجية بقدر ما هي محرك لها. إن صراعات القوى العظمى في القرن الحادي والعشرين مبنية على التفوق التكنولوجي؛ سباق للسيطرة على الموجة القادمة. لم يعد يُنظر إلى شركات التكنولوجيا والجامعات كمؤسسات محايدة، بل كأبطال وطنيين رئيسيين.

يمكن للإرادة السياسية أن تعطل أو تلغي الحوافز الأخرى التي ناقشناها في هذا الفصل. حيث يمكن للحكومة -نظريًا- كبح جماح الحوافز البحثية، وتضييق الخناق على المشروعات الخاصة، وتقييد المبادرات التي تحركها الأنا. لكنها لا تستطيع تجاهل المنافسة الشرسة من جانب منافسيها الجيوسياسيين. إن اختيار الحد من التطور التكنولوجي بينما يتقدم الخصوم الملموسون يُعد، في منطق سباق التسلح، اختيارًا للخسارة.

لقد اعترضتُ على مدار فترة طويلة، وقاومت تأطير التقدم التكنولوجي على أنه سباق تسلح دولي قائم على مبدأ "غالب أو مغلوب". في ديب مايند، كنت أعترض دائمًا على الإشارة إلينا كمشروع مانهاتن للذكاء الاصطناعي، ليس فقط بسبب المقارنة النووية، لكن لأنه حتى مجرد التأطير قد يؤدي إلى إطلاق سلسلة من مشاريع مانهاتن الأخرى، مما يغذي ديناميكية سباق التسلح بينما ما نحتاج إليه هو التنسيق العالمي الوثيق وفترات الاستراحة والتباطؤ. لكن الحقيقة هي أن منطق الدول القومية يكون في بعض الأحيان بسيطًا إلى حد مؤلم، لكنه مع ذلك حتمي تمامًا. في سياق الأمن القومي لدولة ما، فإن

مجرد طرح فكرة ما يصبح أمرًا خطيرًا. فبمجرد تلفظك بالكلمات، تكون قد ضغطت على الزناد، وينتج عن الكلام في حد ذاته رد فعل وطني عنيف. ومن ثم يتفاقم الوضع.

يردد عدد لا يحصى من الأصدقاء والزملاء في واشنطن وبروكسل، وفي الحكومة، وفي مراكز الأبحاث، وفي الأوساط الأكاديمية نفس الجملة المثيرة للغضب: "حتى إن لم نكن في الواقع في سباق تسلح، فيجب علينا أن نفترض "أنهم" يعتقدون أننا كذلك، وبالتالي يجب علينا أن نتسابق نحن أيضًا لتحقيق ميزة استراتيجية حاسمة بما أن هذه الموجة التكنولوجية الجديدة قد تعيد توازن القوى العالمية بالكامل". وقد أصبح هذا التوجه الذهني نبوءة تحقق ذاتها.

ليست هناك فائدة من التظاهر. إن المنافسة مع الصين في مجال القوى العظمى هي واحدة من المجالات القليلة التي تتمتع باتفاق بين الحزبين في واشنطن. لا يدور النقاش الآن حول ما إذا كنا في سباق تسلح بالتكنولوجيا والذكاء الاصطناعي؛ بل حول ما سيؤدي بنا ذلك إليه.

عادة ما يؤطَّر سباق التسلح على أنه احتكار ثنائي صيني أمريكي. وهذا قصر نظر. فرغم أن هذين البلدين هما الأكثر تقدمًا والأكثر موارد بالفعل، فإن العديد من البلدان الأخرى تشكل أطرافًا مشاركة مهمة. إن هذا العصر الجديد من سباقات التسلح يبشر بظهور النزعة القومية التكنولوجية واسعة النطاق، حيث تنخرط دول متعددة في منافسة متصاعدة باستمرار للحصول على ميزة جيوسياسية حاسمة.

تملك الغالبية العظمى من الدول الآن استراتيجية ذكاء اصطناعي مفصلة. يعتقد فلاديمير بوتين أن الدولة الرائدة في الذكاء الاصطناعي "سوف تحكم العالم". ويعلن الرئيس الفرنسي إيمانويل ماكرون أننا "سوف نناضل من أجل بناء ميتافيرس أوروبي". ووجهة نظره الأوسع هي أن أوروبا فشلت في بناء شركات تكنولوجيا عملاقة مثل الولايات المتحدة والصين، وحققت عددًا أقل من الإنجازات الخارقة، وتفتقر إلى الملكية الفكرية والقدرة على التصنيع في أجزاء مهمة من المنظومة التكنولوجية. الأمن والثروة والمكانة؛

كلها تعتمد، بالنسبة لأوروبا، من وجهة نظره ومن وجهة نظر العديد من الآخرين، على أن تصبح قوة ثالثة.

للبلدان نقاط قوة مختلفة، من العلوم البيولوجية والذكاء الاصطناعي (مثل المملكة المتحدة) إلى علم الروبوتات (ألمانيا واليابان وكوريا الجنوبية). وكل منها لديها برامج بحث وتطوير كبرى تختص بأجزاء من الموجة القادمة، إلى جانب منظومات مدنية ناشئة مزدهرة مدعومة على نحو متزايد بالقوة الصارمة للضرورة العسكرية الملموسة.

هذا وتشكل الهند ركيزة رابعة واضحة لنظام عالمي جديد للعمالقة، إلى جانب الولايات المتحدة والصين والاتحاد الأوروبي. فسكانها من فئة الشباب ويتمتعون بروح المبادرة، كما أنهم أصبحوا أكثر تحضرًا وأكثر اتصالًا وخبرة في مجال التكنولوجيا. وبحلول عام ٢٠٣٠، سوف يتجاوز اقتصادها اقتصاد دول مثل المملكة المتحدة وألمانيا واليابان ليصبح ثالث أكبر اقتصاد في العالم؛ وبحلول عام ٢٠٥٠، ستبلغ قيمته ٣٠ تريليون دولار.

كما أن حكومتها عازمة على جعل التكنولوجيا الهندية حقيقة واقعة. فمن خلال برنامج Atmanirbhar Bharat (الهند المعتمدة على الذات)، تعمل الحكومة الهندية على ضمان تحقيق الدولة الأكثر اكتظاظًا بالسكان في العالم لملكية أنظمة التكنولوجيا الأساسية القادرة على المنافسة مع الولايات المتحدة والصين. في ظل هذا البرنامج، أسست الهند شراكات، على سبيل المثال، مع اليابان في مجال الذكاء الاصطناعي وعلم الروبوتات. استعدوا للموجة الهندية.

في الحرب العالمية الثانية، كان يُنظر إلى مشروع مانهاتن، الذي استهلك ٠.٤ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي للولايات المتحدة، على أنه سباق مع الزمن للحصول على القنبلة قبل الألمان. لكن النازيين استبعدوا في البداية السعي للحصول على أسلحة نووية، معتبرين أنها باهظة الثمن وتنطوي على قدر كبير من المضاربة. وكان السوفييت متخلفين كثيرًا، واعتمدوا في النهاية على تسريبات واسعة النطاق من الولايات المتحدة. لقد خاضت

أمريكا سباق تسلح ضد أشباح، فجلبت الأسلحة النووية إلى العالم في وقت أبكر بكثير مما كان سيحدث في ظل ظروف أخرى.

وحدث أمر مماثل في أواخر الخمسينيات من القرن الماضي، عندما اقتنع صناع القرار في البنتاجون، في أعقاب سبوتنيك والاختبار السوفييتي لصاروخ باليستي عابر للقارات، بوجود "فجوة صاروخية" مثيرة للقلق بينهم وبين الروس. وتبين فيما بعد أن الولايات المتحدة كانت متفوقة على روسيا بنسبة عشرة إلى واحد في وقت إعداد التقرير الرئيسي. كان خروشوف يتبع استراتيجية سوفييتية مجربة: الخداع. وأدت إساءة فهم الطرف الآخر إلى تقديم ظهور الأسلحة النووية والصواريخ الباليستية العابرة للقارات بعقود من الزمن.

هل من الممكن أن تكون نفس هذه الديناميكية الخاطئة هي ما يحدث في سباقات التسلح التكنولوجية الحالية؟ في الواقع لا. أولًا، إن خطر انتشار الموجة القادمة حاد للغاية. ولأن هذه التقنيات تصبح أرخص وأسهل في الاستخدام، حتى مع ازدياد فعاليتها، فإن المزيد من الدول يمكنها المشاركة في التقنيات المتقدمة. ما زالت نماذج اللغة الكبيرة تعتبر متطورة، إلا أنها لا تحتوي على سحر عظيم أو أسرار دولة مخفية. من المحتمل أن يكون الوصول إلى الحوسبة هو عنق الزجاجة الأصعب، لكن توجد الكثير من الخدمات للمساعدة في تحقيق ذلك. وينطبق الشيء نفسه على تقنية كريسبر أو تخليق الحمض النووي.

يمكننا بالفعل أن نرى إنجازات تحدث في الوقت الفعلي، مثل هبوط الصين على سطح القمر أو نظام أدهار لتحديد الهوية البيومترية الذي يتسع لبيانات مليار شخص في الهند. وليس سرًا أن الصين تمتلك نماذج لغة كبيرة، وأن تايوان هي الرائدة في مجال أشباه الموصلات، وأن كوريا الجنوبية تتمتع بخبرة عالمية المستوى في علم الروبوتات، والحكومات في كل مكان تعلن عن استراتيجيات تكنولوجية مفصلة وتعمل على تنفيذها. يحدث هذا في العلن، وتجري مشاركته في براءات الاختراع وفي المؤتمرات الأكاديمية،

ويُنشر عنه في مجلة Wired وصحيفة فايننشال تايمز، ويُبث على الهواء مباشرة على تلفزيون بلومبرج.

لم يعد الإعلان عن سباق التسلح ضربًا من الشعوذة، أو نبوءة تحقق ذاتها. لقد تحققت النبوءة بالفعل. إنه هنا، إنه يحدث. إنها نقطة واضحة للغاية لدرجة أن لا أحد يأتي على ذكرها في كثير من الأحيان: لا توجد سلطة مركزية تتحكم في نوع التقنيات التي تخضع للتطوير، وهوية من يطورها، ولأي غرض؛ التكنولوجيا أوركسترا من دون قائد. ومع ذلك، فإن هذه الحقيقة المنفردة قد تصبح في نهاية المطاف أهم حقيقة في القرن الحادي والعشرين.

إذا كانت عبارة "سباق التسلح" تثير القلق، فهذا لسبب وجيه. من الصعب أن يكون هناك أساس أكثر خطورة لمجموعة من التقنيات المتصاعدة من تصور (وواقع) المنافسة القائمة على مبدأ "غالب أو مغلوب" والمبنية على الخوف. ومع ذلك، فهناك محركات أخرى أكثر إيجابية للتكنولوجيا يجب وضعها في الاعتبار.

كل ما تريده المعرفة هو الحرية

الفضول الخالص، والسعي وراء الحقيقة، وأهمية الانفتاح، ومراجعة الأقران القائمة على الأدلة؛ هذه هي القيم الأساسية للبحث العلمي والتكنولوجي. منذ الثورة العلمية ونظيراتها الصناعية في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، لم تُكتنز الاكتشافات العلمية مثل الجواهر السرية، بل خضعت للمشاركة العلنية في المجلات والكتب والصالونات والمحاضرات العامة. وأنشأ نظام براءات الاختراع آلية لمشاركة المعرفة مع مكافأة المجازفة. وأصبح الوصول إلى المعلومات على نطاق واسع محركًا لحضارتنا.

إن الانفتاح يشكل الأيديولوجية الأساسية للعلوم والتكنولوجيا. ما هو معروف يجب مشاركته؛ وما هو مكتشَف يجب نشره. يعيش العلم والتكنولوجيا ويتنفسان في ظل

المناقشة الحرة والمشاركة المفتوحة للمعلومات، إلى الحد الذي أدى إلى نمو الانفتاح ذاته ليصبح حافزًا قويًا (ومفيدًا إلى حد مذهل).

نحن نعيش في عصر ما تسميه أودري كورث كرونين "الابتكار التكنولوجي المفتوح". لقد أصبح النظام العالمي لتطوير المعرفة والتكنولوجيا الآن مترامي الأطراف ومفتوحًا لدرجة أنه يكاد يكون من المستحيل توجيهه أو إدارته أو إيقافه إذا لزم الأمر. ونتيجة لذلك، أصبحت القدرة على فهم التكنولوجيا وإنشائها والبناء عليها وتكييفها موزعة إلى حد كبير. قد يصبح العمل الغامض الذي يقوم به طالب دراسات عليا في علوم الكمبيوتر في عام ما في أيدي مئات الملايين من المستخدمين في العام التالي. وهذا يجعل من الصعب التنبؤ بالتكنولوجيا أو السيطرة عليها. من المؤكد أن شركات التكنولوجيا ترغب في الاحتفاظ بأسرارها، لكنها تميل أيضًا إلى الالتزام بالفلسفات المفتوحة التي تميز تطوير البرمجيات والأوساط الأكاديمية. ونتيجة لذلك، تنتشر الابتكارات بسرعة أكبر وعلى نطاق أوسع وبشكل أكثر زعزعة.

إن حتمية الانفتاح تشبع ثقافة البحث. والأوساط الأكاديمية مبنية على مراجعة الأقران؛ أي ورقة بحثية لا تخضع للتدقيق النقدي من قبل أقران ذوي مصداقية لا تلبي المعيار الذهبي. لا يحب الممولون دعم العمل الذي يظل حبيس الأدراج. وتولي كل من المؤسسات والباحثين اهتمامًا دقيقًا لسجلات منشوراتهم وعدد مرات الاستشهاد بأوراقهم البحثية. المزيد من الاستشهادات يعني المزيد من المكانة والمصداقية وتمويل البحوث. والباحثون المبتدئون عرضة بشكل خاص لتقييمهم -وتوظيفهم- بناءً على سجل منشوراتهم، المعروض علنًا على منصات مثل جوجل سكولار. علاوة على ذلك، يُعلن عن الأوراق البحثية هذه الأيام على موقع تويتر، وغالبًا ما يوضع تأثير وسائل التواصل الاجتماعي في الاعتبار عند كتابتها. فتجد أنها مصممة لتكون ملفتة للنظر وتجذب الانتباه.

يؤيد الأكاديميون بشدة فكرة الوصول المفتوح إلى أبحاثهم. في مجال التكنولوجيا، تدعم المعايير القوية المتعلقة بالمشاركة والمساهمة مساحة مزدهرة من البرمجيات مفتوحة

المصدر. وتسهم بعض من أكبر الشركات في العالم -ألفابت وميتا ومايكروسوفت- بشكل منتظم بكميات هائلة من الملكية الفكرية مجانًا. وفي مجالات مثل الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي، حيث تكون الخطوط الفاصلة بين البحث العلمي والتطوير التكنولوجي غير واضحة بشكل خاص، يؤدي كل هذا إلى جعل الثقافة مفتوحة بشكل افتراضي.

لقد تعلمنا في ديب مايند مبكرًا أن فرص النشر تشكل عاملًا أساسيًا لدى كبار الباحثين عندما يقررون أين سيعملون. إنهم ينشدون الانفتاح وتقدير الأقران الذي اعتادوا عليه في الأوساط الأكاديمية. وسرعان ما أصبح هذا الأمر معيارًا في مختبرات الذكاء الاصطناعي الرائدة: فرغم أنه لن يجري الإعلان عن كل شيء على الفور، فإن الانفتاح يُعد ميزة استراتيجية في جذب أفضل العلماء. وفي الوقت نفسه، تُعد سجلات النشر جزءًا مهمًا من عملية التوظيف في مختبرات التكنولوجيا الرائدة، وفي ظل المنافسة الشديدة، يتسابق الجميع على طرح أعمالهم للعامة أولًا.

بشكل عام، وإلى درجة ربما لا تحظى بالتقدير الكافي، فإن النشر والمشاركة لا يتعلقان فقط بعملية التزييف في العلوم. فهما يحدثان أيضًا من أجل المكانة، والأقران، والسعي وراء مهمة، ومن أجل الوظيفة، ومن أجل الإعجابات. وكل ذلك يؤدي إلى دفع وتسريع عملية التطور التكنولوجي.

ثمة كميات هائلة من بيانات الذكاء الاصطناعي وتعليماته البرمجية متاحة للعامة. على سبيل المثال، يحتوي GitHub على ١٩٠ مليون مستودع من التعليمات البرمجية، والكثير منها متاح للعامة. وتمكّن خوادم ما قبل الطباعة الأكاديمية الباحثين من رفع العمل على الإنترنت بسرعة دون أي آلية مراجعة أو تدقيق. وتستضيف الخدمة الأصلية، مثل arXiv، أكثر من مليوني ورقة بحثية. وتعمل العشرات من خوادم ما قبل الطباعة الأكثر تخصصًا، مثل bioRxiv في مجال علوم الحياة، على تغذية هذه العملية. إن المخزون الكبير من الأوراق البحثية العلمية والتكنولوجية العالمية إما يمكن الوصول إليه عن طريق شبكة

الإنترنت المفتوحة وإما متاح عبر عمليات تسجيل الدخول المؤسسية السهلة. وقد أدى بنا ذلك إلى عالم أصبح فيه التمويل والتعاون العابر للحدود هو القاعدة؛ حيث تتضمن المشاريع في كثير من الأحيان مئات الباحثين الذين يتبادلون المعلومات بحرية؛ وحيث تتوفر آلاف البرامج التعليمية والدورات التدريبية حول أحدث التقنيات بسهولة عبر الإنترنت.

كل هذا يحدث في سياق مشهد بحثي نشط للغاية. يبلغ الإنفاق العالمي على البحث والتطوير ما يزيد بكثير على ٧٠٠ مليار دولار سنويًا، مسجلًا مستويات قياسية. تبلغ ميزانية البحث والتطوير في أمازون وحدها ٧٨ مليار دولار، مما كان سيجعلها تاسع أكبر ميزانية في العالم لو كانت دولة. وتنفق شركات ألفابت وأبل وهواوي وميتا ومايكروسوفت ما يزيد على ٢٠ مليار دولار سنويًا على البحث والتطوير. كل هذه الشركات، التي تستثمر بحماس في الموجة القادمة، والتي تتمتع بأكثر الميزانيات سخاءً، لديها سجل حافل في نشر أبحاثها علنًا.

إن المستقبل مفتوح المصدر بشكل ملحوظ، ومنشور على arXiv، وموثق على GitHub. إنه مبني لصالح الاستشهادات، وشهرة الأبحاث، والوعد بوظيفة بعقد دائم. إن حتمية الانفتاح والكم الهائل من المواد البحثية المتاحة بسهولة يعنيان أن هذه مجموعة متأصلة وعميقة الجذور وواسعة النطاق من حوافز وأسس البحوث المستقبلية التي لا يمكن لأحد أن يحكمها بشكل كامل.

إن التنبؤ بأي شيء في المجالات الجديدة أمر صعب. إذا كنت ترغب في إدارة عملية البحث، أو توجيهها نحو نتائج معينة أو بعيدًا عنها، أو احتوائها في وقت مبكر، فأنت تواجه تحديات متعددة. فليس هناك فقط مسألة كيف يمكنك التنسيق بين المجموعات المتنافسة، بل هناك حقيقة أنه في المجالات الجديدة من المستحيل أيضًا التنبؤ بالمكان الذي ستصدر منه الإنجازات الخارقة.

على سبيل المثال، تعود جذور تقنية كريسبر لتعديل الجينات إلى العمل الذي قام به الباحث الأسباني فرانسيسكو موخيكا، الذي أراد أن يفهم كيف تزدهر بعض الكائنات وحيدة الخلية في الماء المسوس. وسرعان ما عثر موخيكا على تسلسلات متكررة من الحمض النووي، والتي ستشكل فيما بعد جزءًا أساسيًا من تقنية كريسبر. بدت هذه المقاطع المتكررة المتتابعة مهمة. وابتكر موخيكا اسم كريسبر. وعمل بحث لاحق أجراه باحثان في شركة زبادي دنماركية على دراسة كيفية حماية البكتيريا الضرورية للمزارع البادئة في عملية تخمير الزبادي. وساعد ذلك في توضيح كيفية عمل الآليات الأساسية. تشكل هذه السبل غير المتوقعة الأساس لما يمكن القول إنه أكبر قصة في مجال التكنولوجيا الحيوية في القرن الحادي والعشرين.

وعلى نحو مماثل، يمكن لمجالات أن تتوقف لعقود من الزمن ثم تتغير بعد ذلك بشكل هائل خلال أشهر. مرت على الشبكات العصبية عقود من الزمن بعيدة عن مجال الاهتمام، حيث استخفت بها شخصيات بارزة مثل مارفن مينسكي. ولم يستمر في دراستها سوى عدد قليل من الباحثين المعزولين، مثل جيفري هينتون ويان ليكون، خلال فترة كانت فيها كلمة "عصبية" مثيرة للخلاف لدرجة أن الباحثين كانوا يحذفونها عمدًا من أوراقهم البحثية. بدا الأمر مستحيلًا في تسعينيات القرن الماضي، لكن الشبكات العصبية أصبحت تهيمن على الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك، كان "ليكون" أيضًا هو من قال إن برنامج ألفاجو مستحيل قبل أيام فقط من تحقيق البرنامج لأول نجاح باهر له. ولا أهدف بكلامي إلى تشويه سمعته؛ بل إنني أوضح فقط أنه لا يمكن لأحد أن يكون متأكدًا من أي شيء في مجال الأبحاث.

حتى في مجال الأجهزة، كان من المستحيل التنبؤ بالمسار نحو الذكاء الاصطناعي. تُعد وحدات معالجة الرسومات جزءًا أساسيًا من الذكاء الاصطناعي الحديث. لكن الهدف من تطويرها في البداية كان تقديم المزيد من الرسومات الواقعية في ألعاب الكمبيوتر. وفي مثال توضيحي لطبيعة التكنولوجيا متعددة الاستخدامات، تبين أن المعالجة المتوازية السريعة للرسومات المبهرجة مثالية لتدريب الشبكات العصبية العميقة. من حسن الحظ

في النهاية أن الطلب على الألعاب ذات الصور الواقعية أدى إلى استثمار شركات مثل إنفيديا الكثير في صنع أجهزة أفضل، ثم تواءم هذا جيدًا مع التعلم الآلي (لم تتذمر شركة إنفيديا؛ فقد ارتفع سعر سهمها بنسبة ١٠٠٠ في المائة في السنوات الخمس التي تلت أليكسنت).

إذا كنت تتطلع إلى مراقبة وتوجيه أبحاث الذكاء الاصطناعي في الماضي، فمن المحتمل أن تكون قد أخطأت في فهم الأمر، فمنعت أو عززت العمل الذي ثبت في النهاية أنه غير ذي صلة، وفاتتك تمامًا أهم الإنجازات التي كانت تختمر بهدوء على الهامش. إن أبحاث العلوم والتكنولوجيا لا يمكن التنبؤ بها بطبيعتها، وهي مفتوحة بشكل استثنائي، وتنمو بسرعة. ولذلك فإن إدارتها أو السيطرة عليها تُعد أمرًا بالغ الصعوبة.

إن عالم اليوم مهيأ للفضول والمشاركة والبحث بوتيرة لم يسبق لها مثيل من قبل. والأبحاث الحديثة لا تساعد على تحقيق الاحتواء. وكذلك الحال بالنسبة للضرورة والرغبة في تحقيق الربح.

فرصة تساوي ١٠٠ تريليون دولار

في عام ١٨٣٠، افتُتح أول خط سكة حديد للركاب بين ليفربول ومانشستر. لقد تطلب بناء هذه الأعجوبة الهندسية صدور قانون من البرلمان. فقد كان الطريق يحتاج إلى جسور، ومعابر، وأجزاء مرتفعة فوق أرض موحلة، وتسوية نزاعات الملكية التي تبدو بلا نهاية: وكلها تحديات هائلة. حضر افتتاح السكة الحديد شخصيات بارزة من بينهم رئيس الوزراء ونائب البرلمان عن ليفربول ويليام هوسكيسون. وخلال الاحتفال وقف الجمهور على المسارات للترحيب بالأعجوبة الجديدة مع اقترابها. كانت هذه الآلة المذهلة غير مألوفة لدرجة أن الناس فشلوا في تقدير سرعة القطار القادم، وقُتل هوسكيسون نفسه تحت عجلات القاطرة. بالنسبة للمشاهدين المرعوبين، كان صاروخ جورج ستيفنسون الذي يعمل

بطاقة البخار متوحشًا، كتلة مبهمة ومرعبة من الحداثة والأجزاء الميكانيكية تشبه كائنًا فضائيًا يتجشأ.

ومع ذلك، فقد كان أيضًا إحساسًا، أسرع من أي شيء اختبره أي شخص قبل ذلك الوقت. وكان النمو سريعًا. كان من المتوقع أن يبلغ عدد الركاب مائتين وخمسين راكبًا يوميًا؛ وبعد شهر واحد فقط، كان ألف ومائتا راكب يستخدمونه يوميًا. وصار من الممكن نقل مئات الأطنان من القطن من أرصفة ليفربول إلى مصانع مانشستر بأقل قدر من الصعوبات وفي وقت قياسي. وبعد مرور خمس سنوات، كانت الشركة تحقق توزيعات أرباح بنسبة ١٠ في المائة، مبشرة بطفرة صغيرة في بناء السكك الحديدية في ثلاثينيات القرن التاسع عشر. ورأت الحكومة فرصة لتحقيق المزيد. وفي عام ١٨٤٤، طرح نائب برلماني شاب يدعى ويليام جلادستون قانون تنظيم السكك الحديدية لتعزيز الاستثمار. وقدمت الشركات مئات الطلبات لبناء خطوط سكك حديدية جديدة في غضون بضعة أشهر فقط في عام ١٨٤٥. وبينما استقرت بقية أسواق الأسهم، ازدهرت شركات السكك الحديدية. وتدافع المستثمرون. في ذروتها، كانت أسهم السكك الحديدية تمثل أكثر من ثلثي القيمة الإجمالية لسوق الأوراق المالية.

وفي غضون عام بدأ الانهيار. وفي النهاية وصلت السوق إلى القاع في عام ١٨٥٠، حيث بلغ إجمالي قيمتها قدرًا أقل بنسبة ٦٦ في المائة من الذروة التي بلغتها. لم تكن المرة الأولى أو الأخيرة التي دفع فيها الربح السهل الناس إلى الجشع والحماقة. وفقد الآلاف كل شيء. ومع ذلك، فقد بدأ عصر جديد مع الازدهار. فمع ظهور القاطرة، تمزق العالم الريفي القديم إلى أشلاء في عاصفة من الجسور المقوسة والأنفاق والممرات والمحطات الكبيرة ودخان الفحم والصفارات. وبعد أن كان الأمر مقتصرًا على بضعة خطوط متفرقة، رسم جنون الاستثمار الخطوط العريضة لشبكة وطنية متكاملة. وأدى ذلك إلى تقليص البلد. في ثلاثينيات القرن التاسع عشر، كانت الرحلة بين لندن وإدنبره تستغرق أيامًا في حنطور غير مريح. وبحلول خمسينيات القرن التاسع عشر، صارت تستغرق من القطار الواحد أقل من اثنتي عشرة ساعة. وكان الاتصال ببقية أنحاء البلاد يعني ازدهار البلدات والمدن والأقاليم.

وتغيرت السياحة والتجارة والحياة الأسرية تغيرًا جذريًا. ومن بين العديد من التأثيرات الأخرى، خلق ذلك الحاجة إلى توقيت وطني موحد لفهم الجداول الزمنية. وقد تم كل ذلك بفضل التعطش المستمر للربح.

يمكن القول إن ازدهار السكك الحديدية في أربعينيات القرن التاسع عشر كان "أكبر فقاعة في التاريخ". لكن في سجلات التكنولوجيا، تُعد هذه قاعدة أكثر مما هي استثناء. لم يكن هناك شيء حتمي بشأن ظهور السكك الحديدية، لكن كان هناك شيء حتمي فيما يتعلق بفرصة كسب المال. ترى كارلوتا بيريز أن "مرحلة الهيجان" الموازية لهذا الأمر كانت جزءًا من كل عملية طرح تكنولوجية رئيسية على مدار المائتي عام الماضية على الأقل، بدءًا من كابلات الهاتف الأولية وحتى الإنترنت المعاصر ذي النطاق الترددي العالي. الازدهار لا يدوم أبدًا، لكن الدافع الخالص للمضاربة يؤدي إلى التغيير الدائم، وإلى ركيزة تكنولوجية جديدة.

والحقيقة هي أن فضول الباحثين الأكاديميين، أو إرادة الحكومات المتحمسة، غير كافية لدفع إنجازات جديدة إلى أيدي مليارات المستهلكين. يجب تحويل العلم إلى منتجات مفيدة ومرغوبة حتى ينتشر حقًا على نطاق واسع. بتعبير بسيط: تُصنع معظم التكنولوجيا بهدف كسب المال.

وربما يكون هذا هو الحافز الأكثر ثباتًا ورسوخًا وانتشارًا على الإطلاق. كان الربح هو ما دفع مبادر الأعمال الصيني إلى تطوير قوالب لإعادة تصميم الهاتف بشكل جذري؛ وهو ما دفع المزارع الهولندي إلى التوصل إلى علم روبوتات جديد وتقنيات صوبة جديدة لزراعة الطماطم على مدار العام في المناخ البارد لبحر الشمال؛ وهو ما قاد المستثمرين اللطفاء على طريق ساند هيل في بالو ألتو إلى استثمار ملايين الدولارات في مبادري الأعمال الشباب الذين لم يثبتوا جدارتهم بعد. ورغم أن دوافع الأفراد المساهمين في كلتا الشركتين ربما تختلف، تعمل شركة جوجل على بناء برامج الذكاء الاصطناعي، وتعمل شركة أمازون على بناء الروبوتات، لأنهما باعتبارهما شركتين عامتين يتعين عليهما إرضاء المساهمين، فإنهما تنظران إلى الأمر باعتباره وسيلة لتحقيق الربح.

وهذه الإمكانية لتحقيق الربح مبنية على شيء أكثر استدامة وقوة: ألا وهو الطلب البحت. فالناس يرغبون في ثمار التكنولوجيا ويحتاجون إليها أيضًا. يحتاج الناس إلى الطعام أو التبريد أو الاتصالات ليعيشوا حياتهم؛ وربما يرغبون في وحدات تكييف هواء، أو نوع جديد من تصميم الأحذية يتطلب بعض تقنيات التصنيع الجديدة المعقدة، أو نوع من طرق تلوين الطعام الثورية الجديدة للكعك، أو أي من الغايات اليومية التي لا حصر لها والتي تُوظَّف التكنولوجيا من أجلها. وفي كلتا الحالتين، تساعد التكنولوجيا في توفير الخدمات، ويحصل مبتكروها على نصيبهم منها. إن النطاق الهائل لرغبات الإنسان واحتياجاته، والفرص التي لا تحصى للاستفادة منهما، جزء لا يتجزأ من قصة التكنولوجيا وسيظل كذلك في المستقبل.

وهذا ليس شيئًا سيئًا. عد إلى بضع مئات من السنين فقط وستجد أن النمو الاقتصادي كان شبه معدوم. فقد ظلت مستويات المعيشة راكدة لقرون من الزمن عند مستويات أسوأ بشكل يفوق الوصف مما هي عليه اليوم. وفي المائتي عام الأخيرة، تضاعف الناتج الاقتصادي أكثر من ثلاثمائة مرة. وارتفع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي بما لا يقل عن ثلاثة عشر ضعفًا خلال نفس الفترة، وارتفع بمقدار مائة ضعف في أغنى أجزاء العالم. في بداية القرن التاسع عشر، كان الجميع تقريبًا يعيشون في فقر مدقع. أما الآن، على مستوى العالم، تبلغ هذه النسبة حوالي ٩ في المائة. لقد أصبحت التحسينات الهائلة في حالة الإنسان، التي كانت مستحيلة في السابق، أمرًا روتينيًا.

في أساسها، هذه هي قصة تطبيق العلم والتكنولوجيا بشكل منهجي باسم الربح. وهذا بدوره أدى إلى قفزات هائلة في الإنتاج ومستويات المعيشة. في القرن التاسع عشر، أدت اختراعات مثل آلة الدرس التي ابتكرها سايروس ماكورميك إلى زيادة إنتاج القمح بنسبة ٥٠٠ في المائة في الساعة. وأدت ماكينة الخياطة التي ابتكرها إسحق سنجر إلى أن تستغرق خياطة القميص ساعة واحدة فقط بدلًا من أربع عشرة ساعة. في الاقتصادات المتقدمة، يعمل الناس أقل بكثير مما اعتادوا عليه ويحصلون على مكافأة أكبر بكثير. ففي

ألمانيا، على سبيل المثال، انخفضت ساعات العمل السنوية بنحو ٦٠ في المائة منذ عام ١٨٧٠.

لقد دخلت التكنولوجيا حلقة حميدة من خلق الثروة التي يمكن إعادة استثمارها في المزيد من التطوير التكنولوجي، وكل هذا أدى إلى ارتفاع مستويات المعيشة. لكن أيًا من هذه الأهداف طويلة المدى لم يكن في الواقع الهدف الأساسي لأي فرد بعينه. في الفصل ١، ذكرتُ أن الغالبية العظمى من الأشياء الموجودة حولك هي نتاج للذكاء البشري. وإليكم تصحيحًا بسيطًا: إن قسمًا كبيرًا مما نراه حولنا يستمد طاقته من الذكاء البشري في سعيه المباشر إلى تحقيق مكاسب مالية.

لقد أدى هذا المحرك إلى خلق اقتصاد عالمي بقيمة ٨٥ تريليون دولار؛ وما زال الرقم في ازدياد. من رواد الثورة الصناعية إلى مبادري الأعمال في وادي السيليكون اليوم، تتمتع التكنولوجيا بحافز مغناطيسي في هيئة مكافآت مالية كبيرة. وتمثل الموجة القادمة أعظم جائزة اقتصادية في التاريخ. إنها وفرة استهلاكية ومركز ربح محتمل لا مثيل له. ويتعين على كل من يتطلع إلى احتوائها أن يفسر كيف يمكن إقناع النظام الرأسمالي العالمي الموزَّع ذي القوة المطلقة بالتخفيف من تسارع التكنولوجيا، ناهيك عن عدم تحقيق الاستفادة الكاملة منها.

عندما تلجأ إحدى الشركات إلى أتمتة مطالبات التأمين أو تتبنى تقنية تصنيع جديدة، فإنها تحقق وفورات في الكفاءة أو تعمل على تحسين المنتج، مما يعزز الأرباح ويجذب عملاء جدد. بمجرد أن يحقق الابتكار ميزة تنافسية كهذه، يجب على الجميع إما أن يتبناه، وإما يتفوق عليه، وإما يغير تركيزه، وإما يفقد حصته في السوق ويتعرض للإفلاس في النهاية. إن التوجه الذهني تجاه هذه الديناميكية في شركات التكنولوجيا على وجه الخصوص بسيط ولا يرحم: عليك بناء الجيل القادم من التكنولوجيا وإلا ستتعرض للتدمير.

ليس من المستغرب إذن أن تلعب الشركات مثل هذا الدور الكبير في الموجة القادمة. تُعتبر التكنولوجيا حتى الآن أكبر فئة منفردة على الإطلاق في مؤشر ستاندرد آند بورز ٥٠٠، حيث

تشكل ٢٦ في المائة من المؤشر. هذا وتملك مجموعات التكنولوجيا الكبرى مجتمعة أموالًا نقدية تعادل الناتج المحلي الإجمالي لاقتصاد مثل اقتصاد تايوان أو بولندا. إن الإنفاق الرأسمالي، مثل الإنفاق على البحث والتطوير، هائل للغاية، ويتخطى شركات النفط الكبرى، التي كانت في السابق أكبر المنفقين. وأي شخص يتابع هذا المجال في الآونة الأخيرة سيكون بلا شك قد شهد سباقًا تجاريًا مكثفًا على نحو متزايد في الذكاء الاصطناعي، حيث تتنافس شركات مثل جوجل ومايكروسوفت وأوبن إيه آي لطرح منتجات جديدة أسبوعًا بعد أسبوع.

إن مئات المليارات من الدولارات من رأس المال الاستثماري والأسهم الخاصة مسخَّرة في عدد لا يحصى من الشركات الناشئة. لقد بلغ الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي وحدها ١٠٠ مليار دولار سنويًا. وهذه الأرقام الكبيرة لها أهمية في الواقع. إن الكميات الضخمة من الإنفاق الرأسمالي، والإنفاق على البحث والتطوير، ورأس المال الاستثماري، والاستثمار في الأسهم الخاصة، والتي لا يضاهيها أي قطاع آخر، أو أي حكومة بخلاف الصين والولايات المتحدة، هي الوقود الخام الذي يحرك الموجة القادمة. فكل هذه الأموال تتطلب عائدًا، والتكنولوجيا التي تنشئها هي الوسيلة للحصول عليه.

وكما كانت الحال في الثورة الصناعية، فإن المكافآت الاقتصادية المحتملة هائلة. ومن الصعب أن نحزر التقديرات. تتوقع شركة برايس ووترهاوس كوبرز أن يضيف الذكاء الاصطناعي ١٥.٧ تريليون دولار إلى الاقتصاد العالمي بحلول عام ٢٠٣٠. وتتوقع شركة ماكينزي زيادة قدرها ٤ تريليونات دولار من التكنولوجيا الحيوية خلال نفس الفترة. إن زيادة نسبة تركيب الروبوتات في العالم بمقدار ٣٠ في المائة عن التوقعات الأساسية يمكن أن تحقق توزيعات أرباح بقيمة ٥ تريليونات دولار، وهو مبلغ أكبر من ناتج ألمانيا بأكمله. وهذه حوافز قوية، لا سيما عندما تتزايد ندرة مصادر النمو الأخرى. وفي ظل هذه الأرباح المرتفعة، من المرجح أن يكون وقف التهافت على الذهب أمرًا صعبًا للغاية.

فهل لهذه التوقعات ما يبررها؟ إن الأرقام بالتأكيد ضخمة للغاية. يُعد توقع أرقام هائلة في المستقبل القريب أمرًا سهلًا على الورق. لكن على مدى فترة زمنية أطول قليلًا، ستجد أنها ليست غير منطقية تمامًا. إن إجمالي السوق الذي يمكن التعامل معه هنا يمتد في نهاية المطاف، مثل الثورة الصناعية الأولى أو الثانية، إلى الاقتصاد العالمي بأكمله. إن أي شخص في أواخر القرن الثامن عشر كان سيشعر بالذهول إزاء فكرة زيادة نصيب الفرد في الناتج المحلي الإجمالي بمقدار مائة ضعف. كان الأمر سيبدو سخيفًا لدرجة تحول دون التفكير فيه حتى. لكنه حدث رغم ذلك. ونظرًا إلى كل تلك التوقعات والمجالات الأساسية التي تتناولها الموجة القادمة، فإن توقع حدوث زيادة حتى بنسبة ١٠-١٥ في المائة في الاقتصاد العالمي في العقد القادم قد يكون توقعًا متحفظًا. وعلى المدى الأبعد، من المرجح أن تكون النسبة أكبر من ذلك بكثير.

ضع في اعتبارك أن الاقتصاد العالمي نما بمقدار ستة أضعاف في النصف الأخير من القرن العشرين. وحتى لو تباطأ النمو إلى ثلث هذا المستوى فقط على مدى الأعوام الخمسين القادمة، فسيؤدي رغم ذلك إلى نمو إضافي بنحو ١٠٠ تريليون دولار في الناتج المحلي الإجمالي.

فكر في تأثير الموجة الجديدة من أنظمة الذكاء الاصطناعي. تُمكِّنك نماذج اللغة الكبيرة من إجراء محادثة مفيدة مع برنامج ذكاء اصطناعي حول أي موضوع بلغة طبيعية سلسة. وفي غضون العامين المقبلين، مهما كانت وظيفتك، سيكون بمقدورك استشارة خبير عند الطلب، وسؤاله عن أحدث حملة إعلانية أو تصميم منتج لديك، واختباره حول تفاصيل معضلة قانونية، وعزل العناصر الأكثر فعالية في عرض تقديمي، وحل سؤال لوجستي شائك، والحصول على رأي ثانٍ بشأن تشخيص ما، ومواصلة الفحص والاختبار، والحصول على إجابات أكثر تفصيلًا ترتكز على أحدث المعارف وتراعي أدق الفروق. ستكون كل المعارف وأفضل الممارسات والسوابق والقدرة الحاسوبية في العالم متاحة لك، ومصممة خصيصًا لك، بما يتناسب مع احتياجاتك وظروفك المحددة، بشكل فوري ودون عناء. إنها قفزة في الإمكانات المعرفية لا تقل أهمية عن ظهور الإنترنت، هذا إن لم تكن أهم. وكل

ذلك قبل أن نخوض حتى في الآثار المترتبة على شيء مثل الذكاء الاصطناعي القادر واختبار تورينج الحديث.

في نهاية المطاف، قلما يوجد شيء أكثر قيمة من الذكاء. فالذكاء هو المنبع والمدير والمهندس والميسِّر للاقتصاد العالمي. وكلما وسَّعنا نطاق وطبيعة تطبيقات الذكاء المعروضة، صار من الممكن تحقيق المزيد من النمو. ففي ظل الذكاء الاصطناعي متعدد الكفاءات، ترجح السيناريوهات الاقتصادية المعقولة أنه قد لا يؤدي إلى تعزيز النمو فحسب، بل إلى تسارع دائم في معدل النمو نفسه. بتعبير اقتصادي صريح، يمكن للذكاء الاصطناعي، على المدى الطويل، أن يمثل التكنولوجيا الأكثر قيمة على الإطلاق، لا سيما عندما يقترن بإمكانيات علم الأحياء التخليقي وعلم الروبوتات وغيرهما من العلوم.

هذه الاستثمارات ليست سلبية؛ بل إنها ستلعب دورًا كبيرًا في جعل الأمور تسير على النحو المتوقع، أي أنها نبوءة أخرى تحقق ذاتها. تمثل هذه التريليونات قيمة مضافة كبيرة وفرصة هائلة للمجتمع، حيث توفر مستويات معيشة أفضل للمليارات من البشر، فضلًا عن أرباح هائلة للمصالح الخاصة. وفي كلتا الحالتين، فإن ذلك يخلق حافزًا فطريًا للاستمرار في العثور على تقنيات جديدة وطرحها.

التحديات العالمية

على مدار أغلب فترات التاريخ، كان مجرد إطعام نفسك وعائلتك هو التحدي المهيمن في حياة الإنسان. لطالما كانت الزراعة عملًا شاقًا ينطوي على نتائج غير مؤكدة. لكن في الفترة السابقة للتحسينات التي جرت في القرن العشرين على وجه الخصوص، كانت الزراعة أصعب بكثير جدًا. حيث كان من الممكن لأي تغير في حالة الطقس -سواءً كان باردًا جدًا أو حارًا جدًا أو جافًا جدًا أو رطبًا جدًا- أن يؤدي إلى كارثة. كان كل شيء تقريبًا يتم يدويًا، وربما بمساعدة بعض الثيران إذا كنت محظوظًا. في بعض أوقات السنة لم يكن هناك الكثير للقيام به؛ وفي أوقات أخرى، كانت هناك أسابيع من العمل البدني المتواصل والمضني.

ويمكن أن تتلف المحاصيل بسبب الأمراض أو الآفات، أو تفسد بعد الحصاد، أو تتعرض للسرقة على يد الجيوش الغازية. كان معظم المزارعين يعيشون على الكفاف، ويعملون أقنانًا في كثير من الأحيان، متخلين عن الكثير من محاصيلهم الهزيلة. حتى في أكثر الأجزاء إنتاجية في العالم، كانت العائدات منخفضة وهشة. كانت الحياة صعبة، والناس يحيون على شفا كارثة. حين زعم توماس مالتوس في عام ١٧٩٨ أن النمو السكاني السريع سرعان ما سيعمل على استنزاف القدرة الاستيعابية للزراعة ويؤدي إلى الانهيار، فإنه لم يكن مخطئًا؛ فالعائدات الثابتة كانت وستظل دومًا تتبع هذه القاعدة.

ما لم يأخذه في الاعتبار هو حجم البراعة البشرية. بافتراض حالة الطقس المواتية واستخدام أحدث التقنيات، كان كل هكتار من القمح في إنجلترا ينتج حوالي نصف طن في القرن الثالث عشر. واستمر على هذا الحال لعدة قرون. وببطء، أدى وصول أساليب وتقنيات جديدة إلى تغيير كل ذلك: من الدورة الزراعية إلى التربية الانتقائية، والمحاريث الآلية، والأسمدة الصناعية، والمبيدات الحشرية، والتعديلات الوراثية، وصولًا الآن إلى تحسين الزراعة وإزالة الأعشاب الضارة باستخدام الذكاء الاصطناعي. وفي القرن الحادي والعشرين، بلغت الإنتاجية الآن نحو ثمانية أطنان للهكتار الواحد. إن نفس البقعة الصغيرة العادية من الأرض، ونفس الجغرافيا والتربة التي كانت تُحصد في القرن الثالث عشر، يمكنها الآن أن تنتج ستة عشر ضعف المحصول. لقد تضاعفت إنتاجية الهكتار الواحد من الذرة في الولايات المتحدة ثلاث مرات خلال الأعوام الخمسين الماضية. وانخفضت العمالة اللازمة لإنتاج كيلو واحد من الحبوب بنسبة ٩٨ في المائة منذ بداية القرن التاسع عشر.

في عام ١٩٤٥، كان نحو ٥٠ في المائة من سكان العالم يعانون من نقص خطير في التغذية. واليوم، على الرغم من ارتفاع عدد السكان بمقدار ثلاثة أضعاف، فقد انخفضت هذه النسبة إلى ١٠ في المائة. لا تزال هذه النسبة تمثل ما يزيد على ٦٠٠ مليون نسمة، وهو رقم هائل. لكن بمعدلات عام ١٩٤٥، كان من الممكن أن يصل العدد إلى ٤ مليارات نسمة، مع أنه في الحقيقة لم يكن من الممكن إبقاء هؤلاء الناس على قيد الحياة. من السهل أن نغفل عن

مدى التقدم الذي وصلنا إليه، ومدى روعة الابتكار حقًا. ما الذي كان سيضحي به مُزارع العصور الوسطى مقابل الحصادات الضخمة وأنظمة الري الأسطورية التي يستخدمها المُزارع الحديث؟ بالنسبة له، فإن التحسين بمقدار ستة عشر ضعفًا يُعد أعجوبة لا أقل. وهو كذلك بالفعل.

إن إطعام العالم لا يزال يشكل تحديًا هائلًا. لكن هذه الحاجة دفعت التكنولوجيا إلى الأمام وأدت إلى وفرة لم يكن من الممكن تصورها في العصور السابقة: غذاء كافٍ، وإن لم يكن موزعًا على نحو ملائم، لسكان كوكب الأرض البالغ عددهم ثمانية مليارات نسمة، ويستمرون في الزيادة.

إن التكنولوجيا، كما هو الحال مع الإمدادات الغذائية، تشكل جزءًا حيويًا من التصدي للتحديات التي يتحتم على البشرية أن تواجهها اليوم وكذلك غدًا. إننا نسعى وراء تقنيات جديدة، بما في ذلك تقنيات الموجة القادمة، ليس فقط لأننا نرغب فيها، بل لأننا نحتاج إليها على المستوى الأساسي.

يتجه العالم على الأرجح نحو ارتفاع درجة حرارة المناخ بمقدار درجتين مئويتين أو أكثر. في كل ثانية من كل يوم، تتعرض حدود المحيط الحيوي -بدءًا من استخدام المياه العذبة وحتى فقدان التنوع البيولوجي- للانتهاك. وحتى الدول الأكثر مرونة واعتدالًا وثراءً سوف تعاني إلى درجة كارثية من موجات حر وجفاف وعواصف وإجهاد مائي في العقود المقبلة. سوف تفشل المحاصيل. وتشتعل حرائق الغابات. وسوف تتسرب كميات هائلة من غاز الميثان من التربة الصقيعية الذائبة، مما يهدد بنشوء حلقة ارتجاعية من ارتفاع الحرارة الشديد. وسوف ينتشر المرض إلى ما هو أبعد من نطاقاته المعتادة. وسوف يغمر اللاجئون من المناخ والصراعات العالم مع ارتفاع مستويات سطح البحر بلا توقف، مما يهدد المراكز السكانية الرئيسية. وستواجه النظم البيئية البحرية والبرية خطر الانهيار.

وعلى الرغم من الحديث المبرر عن التحول إلى الطاقة النظيفة، فإن المسافة التي يتعين علينا أن نقطعها ما زالت شاسعة. من الصعب للغاية إنتاج طاقة نظيفة لها نفس كثافة طاقة

الهيدروكربونات اللازمة لمهام مثل تزويد الطائرات أو سفن الحاويات بالطاقة. ورغم أن توليد الكهرباء النظيفة يتوسع بسرعة، فإن الكهرباء تمثل نحو ٢٥ في المائة فقط من إنتاج الطاقة العالمي. أما الـ٧٥ في المائة الأخرى فإن عملية تحويلها أصعب بكثير. منذ مطلع القرن الحادي والعشرين، ارتفع استخدام الطاقة العالمي بنسبة ٤٥ في المائة، لكن الحصة المستمدة من الوقود الأحفوري وحده انخفضت من ٨٧ إلى ٨٤ في المائة؛ مما يعني أن استخدام الوقود الأحفوري زاد بشكل كبير على الرغم من كل التحركات نحو الكهرباء النظيفة كمصدر للطاقة.

يطلق عالم الطاقة فاتسلاف سميل على الأمونيا والأسمنت والبلاستيك والصلب الركائز الأربع التي تقوم عليها الحضارة الحديثة: القاعدة المادية التي يقوم عليها المجتمع الحديث، وكل منها يستهلك كميات كبيرة من الكربون في إنتاجه، دون وجود خلفاء واضحين. من دون هذه المواد تتوقف الحياة الحديثة، ومن دون الوقود الأحفوري تتوقف المواد. لقد شهدت الأعوام الثلاثون الماضية ضخ ٧٠٠ مليار طن من الخرسانة المسببة لانبعاث الكربون في مجتمعاتنا. كيف نستبدل ذلك؟ قد لا ينبعث الكربون من السيارات الكهربائية أثناء قيادتها، لكنها رغم ذلك تستهلك الموارد بكثافة: فالمواد اللازمة لصنع سيارة كهربائية واحدة فقط تتطلب استخراج نحو ٢٢٥ طنًا من المواد الخام المحدودة، والتي يتزايد الطلب عليها بالفعل بشكل غير مستدام.

إن إنتاج الغذاء، كما رأينا، هو قصة نجاح كبرى للتكنولوجيا. لكن من الجرارات في الحقول، إلى الأسمدة الاصطناعية، إلى الصوبات البلاستيكية، فإن إنتاج الغذاء مشبَّع بالوقود الأحفوري. تخيل حبة طماطم متوسطة الحجم منقوعة في خمس ملاعق كبيرة من الزيت. هذا هو مقدار ما استهلكته في زراعتها. علاوة على ذلك، لتلبية الطلب العالمي، ستحتاج الزراعة إلى إنتاج المزيد من الغذاء بنسبة تصل إلى ٥٠ في المائة تقريبًا بحلول عام ٢٠٥٠، في الوقت الذي تنخفض فيه إنتاجية المحاصيل في مواجهة تغير المناخ.

إذا أردنا أن نحظى بأي فرصة لإبقاء الاحتباس الحراري العالمي عند مستوى أقل من درجتين مئويتين، فقد كان علماء العالم الذين يعملون في إطار اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التابعة للأمم المتحدة واضحين: إن امتصاص الكربون وتخزينه يُعد تقنية أساسية. ومع ذلك، فهي لم تُخترع بعد بشكل أساسي أو لا يزال يتعين نشرها على نطاق واسع. ولمواجهة هذا التحدي العالمي، سيتعين علينا إعادة هندسة أنظمة الزراعة والتصنيع والنقل والطاقة لدينا من الألف إلى الياء واستخدام تقنيات جديدة محايدة الكربون، أو ربما حتى سلبية الكربون. وهذه ليست مهام تافهة. فمن الناحية العملية، يعني ذلك إعادة بناء البنية التحتية للمجتمع الحديث بالكامل، علاوة على تقديم تحسينات في نوعية الحياة للمليارات من البشر وفقًا لما نأمل.

ليس أمام البشرية من خيار سوى مواجهة تحديات مثل هذه، وغيرها الكثير مثل كيفية تقديم الرعاية الصحية متزايدة التكلفة إلى السكان المسنين الذين يعانون من أمراض مزمنة مستعصية. ومن ثم، يكمن هنا حافز قوي آخر: جزء حيوي من الكيفية التي نحقق بها النجاح في مواجهة المهام الشاقة التي تبدو أكبر من قدراتنا. ثمة قضية أخلاقية قوية وراء التقنيات الجديدة تتجاوز الربح أو الميزة.

يمكن للتكنولوجيا أن تعمل على تحسين الحياة وحل المشكلات، وهذا أمر مؤكد الحدوث. فكر في عالم يزخر بالأشجار الأطول عمرًا والتي تمتص كميات أكبر بكثير من ثاني أكسيد الكربون. أو العوالق النباتية التي تساعد المحيطات على أن تصبح مخزنًا أكبر وأكثر استدامة للكربون. لقد ساعد الذكاء الاصطناعي في تصميم إنزيم يمكنه تفكيك البلاستيك الذي يسد محيطاتنا. وسوف يشكل أيضًا جزءًا مهمًا من الكيفية التي نتوقع بها ما سيأتي، بدءًا من تخمين المكان الذي قد تضرب فيه حرائق الغابات الضواحي، إلى تتبع إزالة الغابات من خلال مجموعات البيانات العامة. سيصبح هذا عالمًا من العقاقير الرخيصة والمخصصة حسب الطلب؛ والتشخيصات السريعة والدقيقة؛ والبدائل المولَّدة بالذكاء الاصطناعي للأسمدة شديدة الاستهلاك للطاقة.

تحتاج البطاريات المستدامة والقابلة للتطوير إلى تقنيات جديدة جذرية. يمكن للحواسيب الكمية المقترنة بالذكاء الاصطناعي، من خلال قدرتها على النمذجة وصولًا إلى المستوى الجزيئي، أن تلعب دورًا حاسمًا في إيجاد بدائل لبطاريات الليثيوم التقليدية، تتسم بكونها أخف وزنًا، وأرخص، وأنظف، وأسهل في الإنتاج وإعادة التدوير، وأكثر توافرًا. وينطبق الشيء نفسه على العمل باستخدام المواد الكهروضوئية، أو اكتشاف الأدوية، التي تمكِّن عمليات المحاكاة على المستوى الجزيئي من تحديد مركبات جديدة؛ بشكل أكثر دقة وفعالية بكثير من استخدام التقنيات التجريبية البطيئة السابقة. هذا هو التطور الفائق بصورة عملية، وهو يَعِد بتوفير مليارات الدولارات في مجال البحث والتطوير بينما يتخطى بكثير نموذج البحث الحالي.

يرى فريق من أنصار مذهب الحلول التكنولوجية الساذجين أن التكنولوجيا هي الحل لكل مشكلات العالم. لكنها وحدها ليست كذلك. إن كيفية إنشائها واستخدامها وامتلاكها وإدارتها كلها تُحدث فرقًا. لا ينبغي لأحد أن يتظاهر بأن التكنولوجيا هي الحل شبه السحري لمشكلة هائلة ومتعددة الأوجه مثل تغير المناخ. لكن فكرة قدرتنا على مواجهة التحديات المميِّزة لهذا القرن من دون استخدام التقنيات الجديدة هي فكرة خيالية تمامًا. ومن الجدير بالذكر أيضًا أن تقنيات الموجة ستجعل الحياة أسهل، وأكثر صحة، وأكثر إنتاجية، وأكثر متعة للمليارات. فهي ستوفر الوقت والتكلفة والمتاعب وملايين الأرواح. ولا ينبغي التقليل من أهمية ذلك أو نسيانها وسط حالة عدم اليقين.

إن الموجة القادمة قادمة، ويرجع ذلك جزئيًا إلى عدم وجود طريقة لعبور الأزمة من دونها. إن القوى النظامية واسعة النطاق مثل هذه تدفع التكنولوجيا إلى الأمام. لكن هناك قوة أخرى شخصية بدرجة أكبر وهي من واقع خبرتي موجودة دائمًا ولا تنال التقدير الكافي إلى حد كبير: إنها الأنا.

الأنا

إن العلماء وخبراء التكنولوجيا جميعهم بشريون للغاية. فهم يتوقون إلى المكانة والنجاح والإرث. ويريد كل منهم أن يكون الأول والأفضل وأن يقر الجميع بأنه كذلك. وهم يتمتعون بروح المنافسة والذكاء ولديهم إحساس تطبعوا عليه لفترة طويلة بمكانتهم في العالم وفي التاريخ. إنهم يحبون توسيع الآفاق، أحيانًا من أجل المال لكن في كثير من الأحيان من أجل المجد، وفي بعض الأحيان من أجل توسيع الآفاق وحسب. إن علماء الذكاء الاصطناعي ومهندسيه من بين الأشخاص الذين يتقاضون أعلى الأجور في العالم، ومع ذلك فإن ما يجعلهم ينهضون من فرشهم حقًا هو احتمال أن يكونوا أول من يحقق إنجازًا خارقًا أو أن يروا أسماءهم مكتوبة في مقال عن أبرز الأعمال المؤثرة. سواء أحببتهم أو كرهتهم، يُنظَر إلى أقطاب التكنولوجيا ومبادري أعمالها باعتبارهم منارات فريدة من نوعها من القوة والثروة والرؤية والإرادة المطلقة. إن منتقديهم ومشجعيهم المتملقين على حد سواء ينظرون إليهم باعتبارهم معبرين عن الأنا، ومتفوقين في جعل الأشياء تحدث بالفعل.

يتمتع المهندسون في كثير من الأحيان بعقلية معينة. كان مدير مختبر لوس ألاموس جيه. روبرت أوبنهايمر رجلًا ذا مبادئ سامية. لكنه قبل كل شيء كان رجلًا يدفعه الفضول لحل المشكلات. تأمل هذه الكلمات، التي تقشعر لها الأبدان بقدر ما تقشعر لاقتباسه الشهير من كتاب بهاجافاد جيتا (عندما رأى أول تجربة نووية، تذكر بعض السطور من الكتاب الهندوسي: "الآن أصبحتُ الموت، مدمِّر العوالم"): "عندما ترى شيئًا جميلًا من الناحية التكنولوجية، فإنك تمضي قدمًا وتفعله، ولا تناقش ما يجب فعله حيال هذا الأمر إلا بعد أن تحقق نجاحك التكنولوجي". كان هذا توجهًا ذهنيًا مشتركًا بينه وبين زميله في مشروع مانهاتن، الأمريكي المجري اللامع متعدد الثقافات جون فون نيومان. فقد قال: "إن ما نخلقه الآن هو وحش سيؤدي تأثيره إلى تغيير التاريخ، هذا إن ظل هناك أي تاريخ، ومع ذلك سيكون من المستحيل ألا ننجزه، ليس فقط لأسباب عسكرية، لكن سيكون من غير الأخلاقي أيضًا من وجهة نظر العلماء عدم القيام بما يعرفون أنه ممكن، بغض النظر عن العواقب الفظيعة التي قد تترتب عليه".

اقضِ وقتًا كافيًا في البيئات التكنولوجية، وعلى الرغم من كل الحديث عن الأخلاق والمسئولية الاجتماعية، فسوف تدرك شيوع وجهة النظر هذه، حتى في مواجهة التقنيات ذات القوة المفرطة. لقد رأيت ذلك مرات عديدة، وسأكون كاذبًا على الأرجح إذا قلت إنني لم أستسلم لها في بعض الأحيان أيضًا.

إن صناعة التاريخ، أو القيام بشيء مهم، أو مساعدة الآخرين، أو التغلب على الآخرين، أو إثارة إعجاب شريك محتمل، أو إثارة إعجاب رئيس، أو أقران، أو منافسين: كلها عوامل حاضرة، وكلها تشكل جزءًا من الدافع الدائم لخوض المخاطر، واستكشاف الأقاصي، والدخول إلى المناطق المجهولة. بناء شيء جديد. تغيير اللعبة. تسلق الجبل.

وسواء كنت نبيلًا وذا مبادئ سامية أو كنت قاسيًا وتلعب بمبدأ الغالب أو المغلوب، عندما تعمل في مجال التكنولوجيا، غالبًا ما يكون هذا الجانب هو الذي يحفز التقدم، أكثر حتى من احتياجات الدول أو ضرورات المساهمين البعيدين. ابحث عن عالِم أو خبير تكنولوجي ناجح وفي مكان ما هناك سترى شخصًا مدفوعًا بالأنا الخالصة، تحفزه الدوافع العاطفية التي قد تبدو وضيعة أو حتى غير أخلاقية، لكنها مع ذلك جزء مبخوس القدر من سبب حصولنا على التكنولوجيا التي نحصل عليها. إن أساطير وادي السيليكون عن مؤسس الشركة الناشئة البطولي الذي بنى إمبراطورية بمفرده في مواجهة عالم معادٍ وجاهل ما زالت مستمرة لسبب ما. إنها الصورة الذاتية التي ما زال خبراء التكنولوجيا يطمحون إليها في كثير من الأحيان، نموذج أصلي يتعين عليهم محاكاته، صورة خيالية لا تزال تحفز إنشاء التقنيات الجديدة.

القومية، والرأسمالية، والعلم؛ إنها سمات العالم التي صارت متأصلة الآن. ومجرد إزالتها من المشهد يُعد أمرًا غير ممكن في أي إطار زمني منطقي. الإيثار والفضول، الغطرسة والمنافسة، الرغبة في الفوز بالسباق، صنع اسمك، إنقاذ شعبك، مساعدة العالم، أيًا كان: هذه هي الأشياء التي تدفع الموجة، وهي أشياء لا يمكن محوها أو التحايل عليها.

علاوة على ذلك، فإن هذه الحوافز والعناصر المختلفة من الموجة تتداخل. تتوافق سباقات التسلح الوطنية مع المنافسات بين الشركات، بينما تحفز المختبرات والباحثون بعضهم بعضًا للاستمرار. بعبارة أخرى، فإن سلسلة متداخلة من السباقات الفرعية تتجمع معًا لتصنع ديناميكية معقدة تعزز بعضها بعضًا. "تظهر" التكنولوجيا من خلال عدد لا يحصى من المساهمات المستقلة التي تتراكم جميعها فوق بعضها بعضًا، في مستنقع متشابك ومتنقل من الأفكار التي تكشف عن نفسها، مدفوعة بحوافز عميقة الجذور وواسعة الانتشار.

من دون الأدوات اللازمة لنشر المعلومات بسرعة الضوء، لكان من الممكن أن يجلس الناس في الماضي في رضا تام بصحبة التقنيات الجديدة الواقعة أمام ناظريهم مباشرة في بعض الأحيان لعقود من الزمن قبل أن يدركوا دلالاتها الكاملة. وحتى عندما يفعلون ذلك، كان الأمر سيستغرق الكثير من الوقت، والخيال في نهاية المطاف، لإدراك التداعيات الواسعة بشكل كامل. أما اليوم فقد صار بإمكان كل شخص في العالم أن يشاهد كل شخص آخر وهو يتفاعل في اللحظة الفعلية.

كل شيء يتسرب. كل شيء يُنسخ ويتكرر ويتحسن. ولأن الجميع يشاهدون ويتعلمون من الجميع، مع وجود عدد كبير جدًا من الأشخاص الذين يبحثون في نفس المجالات، سيكتشف شخص ما حتمًا الإنجاز الخارق التالي. ولن يكون لديه أمل في احتوائه، لأنه حتى لو فعل ذلك، سيأتي شخص آخر من بعده ويكشف عن نفس الفكرة الثاقبة أو يجد طريقة متقاربة لفعل نفس الشيء؛ سوف يرى الإمكانية الاستراتيجية أو الربح أو المجد ويسعى وراءه.

ولهذا السبب لن نقول لا. ولهذا السبب فإن الموجة القادمة قادمة بالفعل، ولهذا السبب فإن احتواءها يشكل تحديًا كبيرًا. لقد أصبحت التكنولوجيا الآن نظامًا ضخمًا لا غنى عنه يدمج كل جانب من جوانب الحياة اليومية والمجتمع والاقتصاد. ولا يمكن لأحد أن يحيا من دونها. وهناك حوافز راسخة موجودة لتحقيق المزيد منها، وبشكل جذري. لا أحد يملك

السيطرة الكاملة على ما تفعله التكنولوجيا أو إلى أين تتجه بعد ذلك. هذا ليس مفهومًا فلسفيًا بعيد المنال أو سيناريو حتميًا متطرفًا أو مركزية تكنولوجية جامحة في كاليفورنيا. إنه وصف أساسي للعالم الذي نعيش فيه جميعًا، بل للعالم الذي نعيش فيه منذ بعض الوقت.

بهذا المعنى، يبدو الأمر كما لو أن التكنولوجيا، إذا استخدمنا صورة لا ترحم، هي عبارة عن قالب لزج كبير يتدحرج ببطء نحو مستقبل لا مفر منه، مدفوع بمليارات المساهمات الصغيرة التي يقدمها كل فرد أكاديمي أو مبادر أعمال دون أي تنسيق أو قدرة على المقاومة. وتجذبه عوامل الجذب القوية. وحيثما تظهر العقبات، تنفتح الفجوات في مكان آخر، ويتقدم القالب كله للأمام. وإبطاء هذه التقنيات يتناقض مع المصالح الوطنية والمؤسسية والبحثية.

وهذه هي المشكلة النهائية للعمل الجماعي. إن فكرة إعادة تقنية كريسبر أو الذكاء الاصطناعي إلى الصندوق ليست ذات مصداقية. وإلى أن يتمكن شخص ما من إنشاء مسار معقول لتفكيك هذه الحوافز المتشابكة، فإن خيار عدم إنشاء التقنيات وقول لا لها، بل وربما مجرد إبطائها أو اتخاذ مسار مختلف، ليس متاحًا.

إن احتواء التكنولوجيا يعني إعاقة كل هذه الديناميكيات التي تعزز بعضها بعضًا. ومن الصعب تصور كيفية القيام بذلك في إطار أي نطاق زمني من شأنه أن يؤثر في الموجة القادمة. هناك كيان واحد فقط قادر على الأرجح على تقديم الحل، وهو الكيان الذي يرسي نظامنا السياسي ويتحمل المسئولية النهائية عن التقنيات التي ينتجها المجتمع: ألا وهو الدولة القومية.

لكن هناك مشكلة. إن الدول تواجه بالفعل ضغوطًا هائلة، ويبدو أن الموجة القادمة ستجعل الأمور أكثر تعقيدًا. وسوف تعمل العواقب المترتبة على هذا التصادم على تشكيل الفترة الباقية من هذا القرن.

الجزء الثالث

دول الفشل

الفصل ٩

الصفقة الكبرى

وعد الدولة

في جوهرها، تقدم الدولة القومية، التي تمثل الوحدة المركزية للنظام السياسي العالمي اليوم، لمواطنيها صفقة بسيطة ومقنعة للغاية: ألا وهي أن مركزية القوة في الدولة السيادية الإقليمية ليست فقط ممكنة، بل إن فوائدها تفوق مخاطرها بكثير. ويشير التاريخ إلى أن احتكار العنف -أي منح الدولة حرية واسعة لفرض القوانين وتطوير قوتها العسكرية- هو الوسيلة الأضمن لتمكين السلام والازدهار. فضلًا عن ذلك، فإن الدولة التي تتمتع بإدارة جيدة تشكل أساسًا جوهريًا للنمو الاقتصادي والأمن والرفاهية. وعلى مدى السنوات الخمسمائة الماضية، كان تركيز القوة في يد سلطة واحدة يشكل ضرورة أساسية للحفاظ على السلام وإطلاق العنان للمواهب الإبداعية لدى المليارات من البشر ليعملوا بجد ويسعوا وراء التعليم والاختراع والتجارة، ومن خلال قيامهم بذلك، يدفعوا عجلة التقدم.

ونتيجة لتزايد قوتها وتشابكها مع الحياة اليومية، تعني الصفقة الكبرى للدولة القومية أن القوة المركزية ليست قادرة على تمكين السلام والازدهار فحسب، بل يمكن احتواء هذه القوة باستخدام سلسلة من الضوابط والتوازنات وإعادة التوزيع والأشكال المؤسسية. كثيرًا ما نعتبر التوازن الدقيق الذي يتعين علينا تحقيقه بين النقيضين للحفاظ على استقرار الوضع أمرًا مفروغًا منه. فمن ناحية، يتعين علينا أن نتجنب تجاوزات القوة المركزية الأكثر فسادًا، ومن ناحية أخرى، يتعين علينا أن نقبل التدخل المنتظم للحفاظ على النظام.

واليوم، أكثر من أي وقت مضى في التاريخ، تهدد تقنيات الموجة القادمة بزعزعة هذا التوازن الهش. ببساطة، إن الصفقة الكبرى آخذة في التصدع، والتكنولوجيا هي أحد المحركات الحاسمة لهذا التحول التاريخي.

وبما أن الدول القومية مكلفة بإدارة وتنظيم تأثير التكنولوجيا بما يحقق المصالح الفضلى لشعوبها، فما مدى استعدادها لما هو آتٍ؟ إذا كانت الدولة غير قادرة على تنسيق احتواء هذه الموجة، وغير قادرة على ضمان أنها ذات فائدة صافية لمواطنيها، فما الذي يتركه ذلك من خيارات أمام الإنسانية على المدى المتوسط إلى الطويل؟

في القسمين الأولين من الكتاب، رأينا أن موجة من التقنيات القوية على وشك أن تضربنا. والآن حان الوقت للنظر في ما يعنيه هذا وإلقاء نظرة خاطفة على عالم ما بعد الطوفان.

في هذا القسم الثالث من الكتاب، نناقش التداعيات العميقة لهذه التقنيات على الدولة القومية، وعلى الدولة القومية الديمقراطية الليبرالية أكثر من غيرها. إن الشقوق تتشكل بالفعل. والنظام السياسي الذي عزز الثروة المتزايدة، ومستويات المعيشة الأفضل، والتعليم المتنامي، والعلوم، والتكنولوجيا، والعالم الذي يميل نحو السلام، أصبح الآن تحت ضغط هائل، وتزعزع استقراره جزئيًا بسبب نفس القوى التي ساعد في إنشائها. إن التداعيات الكاملة مترامية الأطراف ويصعب فهمها، لكنها بالنسبة لي تشير إلى مستقبل يصبح فيه تحدي الاحتواء أصعب من أي وقت مضى، حيث تصبح المعضلة الكبرى لهذا القرن لا مفر منها.

دروس يمكن تعلمها من كوبنهاجن: السياسة آراء شخصية

لقد كنت أؤمن دائمًا وبكل شغف بقدرة الدولة على تحسين الحياة. قبل مسيرتي المهنية في الذكاء الاصطناعي، عملت في القطاع الحكومي وفي القطاع غير الربحي. لقد ساعدت

في إنشاء خدمة استشارات هاتفية خيرية عندما كنت في التاسعة عشرة من عمري، وعملت لدى عمدة لندن، وشاركت في تأسيس شركة لحل الصراعات تركز على المفاوضات بين أصحاب المصلحة المتعددين. وكان العمل مع الموظفين العموميين -الناس المستنزَفون والمرهَقون حتى النخاع، لكنهم مطلوبون دائمًا ويقومون بعمل بطولي من أجل أولئك الذين يحتاجون إليه- كافيًا ليبين لي مدى الكارثة التي قد تقع إذا فشلت الدولة.

ومع ذلك، فإن تجربتي مع الحكومة المحلية، ومفاوضات الأمم المتحدة، والمنظمات غير الربحية أعطتني أيضًا معرفة مباشرة لا تقدر بثمن عن حدودها. فغالبًا ما تُدار هذه الجهات بشكل سيئ ومليء بالغرور ويتسم بالبطء في اتخاذ الإجراءات إلى حد مزمن. كان أحد المشاريع التي توليت تيسيرها في عام ٢٠٠٩ في مفاوضات المناخ في كوبنهاجن يتضمن جمع المئات من المنظمات غير الحكومية والخبراء العلميين لمواءمة مواقفهم التفاوضية. وكانت الفكرة تتلخص في تقديم موقف متماسك أمام ١٩٢ دولة متناحرة في القمة الرئيسية.

باستثناء أننا لم نتمكن من الوصول إلى إجماع على أي شيء. فبادئ ذي بدء، لم يتمكن أحد من الاتفاق على الجانب العلمي، أو على حقيقة ما كان يحدث على أرض الواقع. كانت الأولويات متفرقة. ولم يكن هناك إجماع على ما قد يكون فعالًا، أو معقول التكلفة، أو حتى عمليًا. هل يمكنك جمع عشرة مليارات دولار لتحويل منطقة الأمازون إلى حديقة وطنية لامتصاص ثاني أكسيد الكربون؟ كيف ستتعامل مع الميليشيات والرشاوى؟ أو ربما كان الحل هو إعادة تشجير النرويج، وليس البرازيل، أم أن الحل هو زراعة مزارع عشب البحر العملاقة بدلًا من ذلك؟ وكلما أعرب أحدهم عن مقترح، تحدث آخر لإحداث ثغرات فيه. كان كل اقتراح يمثل مشكلة. وانتهى بنا الأمر إلى أقصى حد من الاختلاف حول كل الأشياء الممكنة. بعبارة أخرى، كانت تلك هي السياسة في شكلها المعتاد.

وشمل هذا أشخاصًا في "نفس الفريق" من الناحية النظرية. ولم نكن قد وصلنا حتى إلى الحدث الرئيسي والمساومة الحقيقية. في قمة كوبنهاجن كان هناك مستنقع متشابك من الدول لكل منها مواقفها الخاصة المتنافسة. والآن أضف إلى ذلك العواطف الجامحة. كان المفاوضون يحاولون اتخاذ قرارات بينما كان مئات الأشخاص في الغرفة يتجادلون ويصرخون وينقسمون إلى مجموعات، كل ذلك بينما كان الوقت يداهمنا، يداهم القمة وكذلك يداهم الكوكب. وكنت هناك أحاول المساعدة في تيسير العملية، التي ربما كانت أكثر المفاوضات متعددة الأطراف تعقيدًا وأهمية في تاريخ البشرية، لكنها بدت شبه مستحيلة منذ البداية. وعند ملاحظة ذلك، أدركت أننا لن نحقق تقدمًا كافيًا بالسرعة الكافية. كان الجدول الزمني ضيقًا جدًا. وكانت القضايا معقدة للغاية. ولم تكن مؤسساتنا المنوطة بمعالجة المشكلات العالمية الهائلة صالحة لتحقيق الغرض المنشود منها.

لقد رأيت شيئًا مماثلًا أثناء عملي لدى عمدة لندن في أوائل العشرينيات من عمري. كانت وظيفتي هي التدقيق في تأثير تشريعات حقوق الإنسان في المجتمعات المحلية في المدينة. وأجريت مقابلات مع الجميع، من البنجلاديشيين البريطانيين إلى الجماعات المحلية، صغارًا وكبارًا، من جميع المعتقدات والخلفيات. وأظهرت التجربة كيف يمكن لقانون حقوق الإنسان أن يساعد في تحسين الحياة بطريقة عملية للغاية. فعلى عكس الولايات المتحدة، لم يكن لدى المملكة المتحدة دستور مكتوب يحمي الحقوق الأساسية للناس. والآن أصبح بإمكان المجموعات المحلية رفع المشكلات إلى السلطات المحلية والإشارة إلى أنها ملزمة قانونيًا بحماية الفئات الأكثر ضعفًا؛ لم يعد بإمكانها تجاهلهم. على أحد المستويات، كان الأمر ملهمًا. لقد أعطاني الأمل: يمكن للمؤسسات أن تملك مجموعة منظمة من القواعد المتعلقة بالعدالة. ويمكن للنظام أن يحقق الهدف منه.

لكن بطبيعة الحال، كان واقع السياسة في لندن مختلفًا تمامًا. فمن الناحية العملية، تحول كل شيء إلى أعذار، وتبادل للوم، والتفاف إعلامي. حتى في وجود مسئولية قانونية واضحة، كانت الإدارات أو المجالس لا تستجيب، وتتهرب، وتراوغ، وتتأخر. وكان القصور مترسخًا في مواجهة التحديات الحقيقية.

عندما ذهبت إلى قاعة مدينة لندن، كنت قد بلغت للتو الحادية والعشرين من عمري. كان ذلك في عام ٢٠٠٥، وكنت متفائلًا لدرجة السذاجة. كنت أؤمن بالحكومة المحلية؛ وبالأمم المتحدة في هذا الصدد؛ بالنسبة لشخص خارج المنظومة، بدت تلك الجهات مؤسسات كبيرة وفعالة يمكننا العمل فيها معًا للتصدي للتحديات الكبرى. كنت أعتقد، مثل كثيرين في ذلك الوقت، أن العولمة والديمقراطية الليبرالية كانتا تشكلان الوضع الافتراضي والحالة النهائية المرحب بها في التاريخ. وكان الاتصال بالواقع كافيًا لإظهار الهوة بين المُثُل اليائسة والحقائق الموجودة على الأرض.

وفي نفس ذلك الوقت تقريبًا، بدأت أيضًا بالانتباه إلى شيء آخر كان يتشكل في ذلك الحين. كان فيسبوك ينمو بسرعة غير مسبوقة. بطريقة أو بأخرى، وعلى الرغم من أن كل شيء بدءًا من الحكومة المحلية إلى الأمم المتحدة بدا وكأنه يعمل بوتيرة بطيئة للغاية، نجحت هذه الشركة الناشئة الصغيرة في النمو إلى ما يربو على ١٠٠ مليون مستخدم شهريًا في بضع سنوات وحسب. وأدت هذه الحقيقة وحدها إلى تغيير مسار حياتي. كان من الواضح جدًا بالنسبة لي أن بعض المؤسسات لا تزال قادرة على أداء عمل فعال للغاية على نطاق واسع، وأنها كانت تعمل في مساحات جديدة، مثل منصات الإنترنت.

فكرة أن التكنولوجيا وحدها قادرة على حل المشكلات الاجتماعية والسياسية هي وهم خطير. لكن فكرة إمكانية حل هذه المشكلات دون استخدام التكنولوجيا هي أيضًا فكرة خاطئة. إن رؤية الإحباطات التي يعاني منها الموظفون العموميون عن كثب جعلتني أرغب في إيجاد طرق فعالة أخرى لإنجاز الأمور على نطاق واسع، والعمل ليس ضد الدولة بل بالتنسيق معها من أجل بناء مجتمعات أكثر إنتاجية وعدالة وعطفًا.

سوف تساعدنا الإنجازات التكنولوجية الخارقة على مواجهة التحديات المشار إليها في القسم الأخير: زراعة الغذاء وسط درجات حرارة غير مستدامة، والكشف عن الفيضانات والزلازل والحرائق في وقت مبكر، ورفع مستوى المعيشة للجميع. في وقت يتسم بارتفاع التكاليف وتدهور الخدمات، فإنني أرى أن الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي

يشكلان رافعتين حاسمتين للمساعدة في تسريع التقدم. سوف يعملان على جعل الرعاية الصحية ذات جودة أعلى وأسعار أقل في آن واحد. وسوف يساعداننا في ابتكار الأدوات اللازمة لتحقيق التحول إلى الطاقة المتجددة ومكافحة تغير المناخ في وقت تعثرت فيه السياسة، وسوف يدعمان المعلمين، ويساعدان على زيادة فعالية أنظمة التعليم التي تعاني من نقص التمويل. هذه هي الإمكانية الحقيقية للموجة القادمة.

لذا، شرعت في العمل في مجال التكنولوجيا، مؤمنًا بأن جيلًا جديدًا من الأدوات من الممكن أن يعمل على تعزيز قدرتنا على العمل على نطاق واسع، والعمل بسرعة أكبر بكثير من السياسات التقليدية. وبدا لي أن جعل هذه الأدوات تعمل على "ابتكار المستقبل" هو الطريقة الأمثل لقضاء أكثر سنوات حياتي إنتاجية.

إنني أستحضر نزعتي إلى المثالية لوضع الفصول التالية في سياقها الصحيح، ولتوضيح أنني أعتبر الصورة القاتمة التي تُرسم غالبًا فشلًا هائلًا للتكنولوجيا وفشلًا للأشخاص مثلي ممن ينشئونها.

فرغم أن التكنولوجيا لا تزال الوسيلة الوحيدة والأقوى لمواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين، فإننا لا نستطيع تجاهل سلبياتها. ورغم الاعتراف بالفوائد العديدة، يتعين علينا أيضًا أن نتغلب على النفور من التشاؤم وأن نلقي نظرة فاحصة على المخاطر الجديدة التي قد تنشأ عن التقنيات متعددة الاستخدامات. فمع مرور الوقت، أصبحت طبيعة تلك المخاطر -وحجم ما هو على المحك- أكثر وضوحًا بكثير. إن التكنولوجيا ليست مجرد أداة لدعم المكاسب التي حققناها في الدولة القومية؛ بل هي أيضًا تهديد حقيقي لها.

هناك أقلية مؤثرة في صناعة التكنولوجيا لا تعتقد فقط أن التقنيات الجديدة تشكل تهديدًا لعالمنا المنظم الذي يتألف من دول قومية؛ بل إن هذه المجموعة ترحب بشدة بزوالها. ويعتقد هؤلاء المنتقدون أن الدولة تعرقل ذلك إلى حد كبير. وهم يزعمون أنه من الأفضل التخلي عنها، لأنها مضطربة بالفعل لدرجة تحول دون إنقاذها. وأنا أختلف معهم بشكل جوهري؛ فمثل هذه النتيجة ستشكل كارثة.

أنا بريطاني، ولدت ونشأت في لندن، لكن أحد طرفي عائلتي سوري. وقد وقعت عائلتي في براثن الحرب الرهيبة التي عانى منها ذلك البلد في السنوات الأخيرة. وأنا أعرف جيدًا كيف يبدو الأمر عندما تفشل الدول، بعبارة صريحة، هذا أمر سيئ إلى حد لا يمكن تصوره. مروع. وأي شخص يعتقد أن ما حدث في سوريا لا يمكن أبدًا أن يحدث "هنا" فهو يخدع نفسه؛ الناس هم الناس أينما كانوا. إن نظام الدول القومية لدينا ليس مثاليًا، بل هو أبعد ما يكون عن ذلك. ومع ذلك، يجب علينا أن نفعل كل ما في وسعنا لدعمه وحمايته. وهذا الكتاب، جزئيًا، هو محاولتي لحشد الناس للدفاع عنه.

لا شيء غير ذلك -ولا أي حل إعجازي آخر- سيأتي في الوقت المناسب لإنقاذنا، وامتصاص قوة الموجة المزعزعة للاستقرار. ببساطة لا يوجد خيار آخر على المدى المتوسط.

حتى في أفضل السيناريوهات فإن الموجة القادمة ستشكل صدمة هائلة للأنظمة التي تحكم المجتمعات. وقبل أن نستكشف مخاطر هذه الموجة، من المفيد أن نتساءل عن مدى سلامة الدول القومية على نطاق واسع. هل هي في وضع يسمح لها بمواجهة التحديات المقبلة؟

الدول الهشة

إذا ألقينا نظرة موضوعية، سنجد أن الظروف المعيشية العالمية اليوم أصبحت أفضل من أي وقت مضى. نحن نعتبر المياه الجارية والإمدادات الغذائية الوفيرة أمرًا مسلمًا به. ويتمتع معظم الناس بالدفء والمأوى على مدار السنة. وقد بلغت معدلات معرفة القراءة والكتابة، ومتوسط العمر المتوقع، والمساواة بين الجنسين، أعلى مستوياتها على الإطلاق. وصار مجموع آلاف السنين من البحث العلمي والاستكشاف الإنساني متاحًا بضغطة زر. بالنسبة لمعظم الناس في البلدان المتقدمة، تتميز الحياة بالسهولة والوفرة لدرجة كانت ستبدو غير قابلة للتصديق في العصور الماضية. ومع ذلك، تحت السطح، ثمة شعور مزعج بأن شيئًا ما ليس على ما يرام.

إن المجتمعات الغربية على وجه الخصوص غارقة في قلق عميق؛ فهي "دول متوترة" ومتهورة ومنقسمة. ويرجع هذا الانزعاج المستمر في جزء منه إلى الصدمات السابقة -الأزمات المالية المتعددة، والجائحة، والعنف (كل شيء من ١١/ ٩ إلى الحرب الأوكرانية)- وفي جزء آخر إلى الضغوط المتزايدة وطويلة الأمد مثل تراجع ثقة الجمهور، وزيادة عدم المساواة، وارتفاع درجة حرارة المناخ. ومع اقتراب الموجة القادمة، تواجه العديد من الدول سلسلة من التحديات الكبرى التي تعصف بفعاليتها، وتجعلها أضعف وأكثر انقسامًا وأكثر عرضة للبطء والخطأ في اتخاذ القرارات. سوف تضرب الموجة القادمة في بيئة قابلة للاشتعال، ومجهَدة، ولا تتسم بالكفاءة. وهذا يجعل تحدي الاحتواء -السيطرة على التقنيات وتوجيهها بحيث تكون ذات فائدة صافية للبشرية- أكثر صعوبة.

إن الديمقراطيات مبنية على الثقة. يحتاج الناس إلى أن يثقوا بأن المسئولين الحكوميين والعسكريين وغيرهم من النخب لن يسيئوا استغلال مواقعهم المهيمنة. ويعتمد الجميع على الثقة في أن الضرائب ستُدفع، والقواعد ستُحترم، ومصلحة الجميع ستُقدَّم على مصلحة الأفراد. من دون الثقة، من صناديق الاقتراع إلى الإقرار الضريبي، ومن المجلس المحلي إلى القضاء، ستكون المجتمعات في ورطة.

لقد انهارت الثقة في الحكومة، لا سيما في أمريكا. كانت الإدارات الرئاسية في فترة ما بعد الحرب، مثل إدارات أيزنهاور وجونسون، تتمتع بثقة أكثر من ٧٠ في المائة من الأمريكيين لفعل "ما هو صواب"، وذلك وفقًا لاستطلاع أجراه مركز Pew (بيو). أما بالنسبة للرؤساء الجدد مثل أوباما، وترامب، وبايدن، فقد انهار مقياس الثقة هذا، حيث انخفض في حالتهم جميعًا إلى أقل من ٢٠ في المائة. ومن اللافت للنظر أن إحدى الدراسات التي أُجريت في عام ٢٠١٨ عن الديمقراطية في أمريكا وجدت أن ما يصل إلى واحد من كل خمسة يعتقد أن "حكم الجيش" هو فكرة جيدة! ويشعر ما لا يقل عن ٨٥ في المائة من الأمريكيين بأن البلاد "تسير في الاتجاه الخاطئ". ويمتد عدم الثقة إلى المؤسسات غير الحكومية، مع تزايد مستويات عدم الثقة في وسائل الإعلام، والمؤسسات العلمية، وفكرة الخبرة العلمية بوجه عام.

ولا تقتصر المشكلة على الولايات المتحدة. حيث وجد استطلاع آخر لمركز بيو شمل سبعًا وعشرين دولة أن الأغلبية كانت غير راضية عن أنظمتها الديمقراطية. وأظهر استطلاع للرأي أجراه مؤشر تصور الديمقراطية (Democracy Perception Index) أن ثلثي المشاركين في خمسين دولة شعروا بأن الحكومة "نادرًا" ما تتصرف من أجل المصلحة العامة أو أنها لا تفعل ذلك "مطلقًا". إن الشعور العميق لدى الكثير من الناس بأن المجتمع يفشل هو في حد ذاته مشكلة: فانعدام الثقة يولد السلبية واللا مبالاة. وبالتالي يحجم الناس عن التصويت.

منذ عام ٢٠١٠، زاد عدد الدول التي تراجعت في مؤشرات الديمقراطية مقارنة بعدد الدول التي تقدمت فيها، ويبدو أن هذه العملية تتسارع. يبدو أن تصاعد النزعة القومية والاستبداد أصبح أمرًا مستوطنًا، من بولندا والصين إلى روسيا والمجر والفلبين وتركيا. وتتراوح الحركات الشعبوية من الغريبة، مثل حركة كيو أنون "QAnon"، إلى فاقدة الاتجاه (حركة السترات الصفراء gilets jaunes في فرنسا)، لكن من البولسونارية في البرازيل إلى بريكست في المملكة المتحدة، كان من المستحيل إغفال بروز هذه الحركات على المسرح العالمي.

ثمة شعور متزايد بالاستياء الاجتماعي يكمن وراء الدافع الاستبدادي الجديد وعدم الاستقرار السياسي. لقد اجتاحت حالة عدم المساواة، التي تشكل عاملًا محفزًا رئيسيًا لعدم الاستقرار والاستياء الاجتماعي، جميع أنحاء الدول الغربية في العقود الأخيرة، لا سيما في الولايات المتحدة. فبين عامي ١٩٨٠ و٢٠٢١، وصلت حصة الدخل القومي التي يحصل عليها النخبة الذين يمثلون نسبة ١ في المائة من الشعب إلى الضِّعف تقريبًا، وهي تبلغ الآن نسبة أقل بقليل من ٥٠ في المائة. إن الثروة تتركز بشكل متزايد في زمرة صغيرة. ولقد أسهمت سياسة الحكومة، وتقلص عدد السكان في سن العمل، وتأخر المستويات التعليمية، وتباطؤ النمو على المدى الطويل، جميعها في زيادة عدم المساواة في المجتمعات بشكل قاطع. يعيش أربعون مليون شخص في الولايات المتحدة في فقر،

ويعيش أكثر من خمسة ملايين في "ظروف العالم الثالث"؛ وكل ذلك يقع داخل نطاق أغنى اقتصاد في العالم.

تبدو هذه الاتجاهات مثيرة للقلق بشكل خاص عندما نأخذ في الاعتبار العلاقات المستمرة بين الجمود الاجتماعي، واتساع نطاق عدم المساواة، والعنف السياسي. هذا وتشير الأدلة المستمدة من البيانات المأخوذة من أكثر من مائة دولة إلى أنه كلما انخفض الحراك الاجتماعي في دولة ما، ازداد تعرضها لاضطرابات مثل أعمال الشغب، والإضرابات، والاغتيالات، والحملات الثورية، والحروب الأهلية. عندما يشعر الناس بأنهم عالقون، وأن الآخرين يستنزفون المكافآت بشكل غير عادل، فإنهم يغضبون.

منذ وقت ليس بالبعيد، كان من المفترض أن يكون العالم "مسطحًا"؛ أي أرضًا خالية من الاحتكاك تتسم بسهولة التجارة والازدهار المتزايد. لكن في الواقع، مع مرور القرن الحادي والعشرين، لا تزال الاضطرابات في سلاسل التوريد والصدمات المالية سمات راسخة للاقتصاد. إن تلك الدول التي تميل إلى القومية تشهد، بشكل جزئي، تحولًا عن الوعد المشرق للقرن العشرين بأن زيادة الترابط ستعمل على تسريع انتشار الثروة والديمقراطية.

إعادة التوطين، الأمن القومي، سلاسل التوريد المرنة، الاكتفاء الذاتي؛ لقد عادت لغة التجارة اليوم من جديد إلى لغة الحدود والحواجز والتعريفات الجمركية. وفي الوقت نفسه، أصبحت المواد الغذائية والطاقة والمواد الخام والسلع بكافة أنواعها أكثر تكلفة. بشكل جوهري، يواجه النظام الأمني والاقتصادي في فترة ما بعد الحرب برمته ضغوطًا غير مسبوقة.

لقد وصلت التحديات العالمية إلى عتبة حرجة. التضخم المتفشي. نقص الطاقة. الدخول الراكدة. انهيار الثقة. موجات الشعبوية. ولا يبدو أن أيًا من الرؤى القديمة سواء من اليسار أو اليمين تقدم إجابات مقنعة، ومع ذلك يبدو أن الخيارات الأفضل غير متوفرة. يتطلب الأمر شخصًا شجاعًا، أو ربما واهمًا، ليزعم أن كل شيء على ما يرام، وأنه لا توجد أي قوى خطيرة من الشعبوية والغضب والاختلال الوظيفي تستعر في جميع أنحاء المجتمعات؛

وأن كل هذا يحدث على الرغم من بلوغ مستويات المعيشة إلى أقصى ارتفاع شهده العالم على الإطلاق.

وهذا الأمر يجعل الاحتواء أكثر تعقيدًا بكثير. إن تشكيل الإجماع الوطني والدولي وتأسيس معايير جديدة للتقنيات سريعة التقدم يشكل تحديات هائلة بالفعل. فكيف يمكننا أن نأمل في القيام بذلك بينما يبدو أن عدم الاستقرار هو وضعنا الأساسي؟

التكنولوجيا سياسية:
التحدي الذي تشكله الموجة أمام الدول

كانت لكل موجة سابقة من التكنولوجيا آثار سياسية عميقة. وينبغي لنا أن نتوقع الشيء نفسه في المستقبل. لقد حققت الموجة الأخيرة -وصول الحواسيب المركزية، وأجهزة الكمبيوتر المكتبية، والبرامج المكتبية، والإنترنت، والهواتف الذكية- فوائد هائلة للمجتمع. فقد أرست الأدوات الجديدة للاقتصاد الحديث، وعززت النمو، وأحدثت تحولًا في القدرة على الوصول إلى المعلومات والترفيه والتواصل مع الآخرين. لكن في ظل القلق الحالي بشأن التأثيرات السلبية لوسائل التواصل الاجتماعي، من السهل التغاضي عن هذه الإيجابيات التي لا تحصى. ومع ذلك، على مدى العقد الماضي، يشير الإجماع المتزايد إلى أن هذه التقنيات فعلت شيئًا آخر أيضًا: لقد خلقت الظروف الملائمة لتغذية وتضخيم هذا الاستقطاب السياسي الكامن والهشاشة المؤسسية.

ليس جديدًا أن منصات وسائل التواصل الاجتماعي يمكن أن تثير استجابات عاطفية غريزية، وتؤدي إلى نفس اندفاعات الأدرينالين التي تنطلق بشكل نشط عند التعرض للتهديدات المتصوَّرة. تتغذى وسائل التواصل الاجتماعي على المشاعر المتصاعدة، وفي كثير من الأحيان، على الغضب. استعرض تحليل تلوي نُشر في مجلة Nature نتائج ما يقرب من خمسمائة دراسة، وخلص إلى وجود ارتباط واضح بين الاستخدام المتزايد

لوسائل الإعلام الرقمية وزيادة عدم الثقة في السياسة، والحركات الشعبوية، والكراهية، والاستقطاب. قد لا يكون الارتباط سببيًا، لكن هذه المراجعة المنهجية تقدم "دليلًا واضحًا على وجود تهديدات خطيرة للديمقراطية" نابعة من التقنيات الجديدة.

لقد أدت التكنولوجيا بالفعل إلى تقويض الحدود السيادية المستقرة للدول القومية، مما أدى إلى خلق -أو تعزيز- تدفقات عالمية فطرية من البشر، والمعلومات، والأفكار، والدراية الفنية، والسلع الأساسية، والسلع تامة الصنع، ورأس المال، والثروات. وهو الأمر الذي يشكل، كما رأينا، عنصرًا مهمًا في الاستراتيجية الجيوسياسية. فهو يمس كل جانب من جوانب حياة الناس تقريبًا. وحتى قبل أن تضرب الموجة القادمة، تشكل التكنولوجيا محركًا على المسرح العالمي، وعاملًا رئيسيًا في تدهور صحة الدول القومية في مختلف أنحاء العالم. إن التكنولوجيا الحديثة سريعة التطور، وعالمية للغاية، وشديدة التقلب والجاذبية بشكل يفوق قدرة أي نموذج احتواء بسيط، وبالغة الأهمية على المستوى الاستراتيجي، وتعتمد عليها المليارات من البشر، ولذلك فهي تمثل في حد ذاتها لاعبًا رئيسيًا، وقوة هائلة تكافح الدول القومية من أجل إدارتها. إن الذكاء الاصطناعي، وعلم الأحياء التخليقي، وبقية التقنيات تُقدَّم إلى مجتمعات مختلة وظيفيًا تتأرجح بالفعل ذهابًا وإيابًا بفعل الموجات التكنولوجية ذات القوة الهائلة. وهذا ليس عالمًا جاهزًا للموجة القادمة. هذا عالم ينهار تحت الضغط الحالي.

كثيرًا ما يقال إن التكنولوجيا "محايدة من حيث القيمة"، وإن سياساتها تنبع من استخداماتها. وهذا كلام اختزالي وتبسيطي لدرجة أنه بلا معنى تقريبًا. فالتكنولوجيا لم "تتسبب" بشكل مباشر في قيام أو إنشاء الدولة الحديثة (أو أي بنية سياسية في واقع الأمر). لكن الإمكانات التي تطلق العنان لها ليست محايدة في تلك القصة.

فكما يقول مؤرخ التكنولوجيا لانجدون وينر: "تُعد التكنولوجيا في مظاهرها المختلفة جزءًا مهمًا من العالم البشري. فهياكلها وعملياتها وتغيراتها تدخل في هياكل وعمليات

وتغيرات الوعي البشري والمجتمع البشري والسياسات البشرية وتصبح جزءًا منها". بعبارة أخرى، التكنولوجيا سياسية.

وهذه الحقيقة لا تلقى التقدير الكافي بشكل جوهري، ليس فقط من قبل قادتنا لكن حتى من قبل أولئك الذين يبنون التكنولوجيا نفسها. في بعض الأحيان يكون هذا التسييس الخفي غير مرئي تقريبًا، رغم كونه واسع الانتشار. وهذا أمر لا ينبغي. فوسائل التواصل الاجتماعي ليست سوى أحدث تذكير بأن التكنولوجيا والتنظيم السياسي لا يمكن فصلهما. إن الدول والتقنيات مرتبطة ببعضها بشكل وثيق. وهذا الأمر له تداعيات مهمة على ما هو آتٍ.

في حين أن التكنولوجيا لا تدفع الناس بشكل مبسط في اتجاه محدد سلفًا، فليس من الحتمية التكنولوجية الساذجة أن ندرك ميلها إلى توفير قدرات معينة أو نرى كيف أنها تحفز بعض النتائج أكثر من غيرها. ففي هذا الصدد، تُعد التكنولوجيا أحد المحددات الرئيسية للتاريخ، لكن ليس بمفردها أبدًا ولا بطريقة آلية يمكن التنبؤ بها بشكل فطري. فهي لا تؤدي بشكل سطحي إلى التسبب في سلوكيات أو نتائج معينة، لكن ما تنتجه يوجه الاحتمالات أو يحد منها.

الحرب، والسلام، والتجارة، والنظام السياسي، والثقافة؛ لطالما كانت هذه الأمور مترابطة بشكل جوهري، وزاد ارتباطها في ظل التكنولوجيا. إن التقنيات عبارة عن أفكار تتجلى في المنتجات والخدمات التي تترك آثارًا عميقة ودائمة في الناس، والهياكل الاجتماعية، والبيئة، وكل ما بينها.

لقد تطورت التكنولوجيا الحديثة والدولة بشكل تكافلي، في حوار مستمر. فكر في الكيفية التي سهلت بها التكنولوجيا أجزاء العمل الأساسية للدولة، مما ساعد في بناء صرح الهوية الوطنية والإدارة الوطنية. لقد اختُرعت الكتابة كأداة إدارية ومحاسبية لتتبع الديون والميراث والقوانين والضرائب والعقود وسجلات الملكية. وأنتجت الساعة أوقاتًا محددة، أولًا في مساحات محدودة مثل دور العبادة، لكن بعد ذلك في شكل ميكانيكي عبر المدن

التجارية في أواخر العصور الوسطى ثم عبر الدول في نهاية المطاف، مما أدى إلى إنشاء وحدات اجتماعية مشتركة أكبر من أي وقت مضى. وساعدت آلة الطباعة في توحيد اللغات الوطنية بعد فوضى اللهجات، وبالتالي ساعدت في إنتاج "مجتمع وهمي" وطني، أي الشعب الموحد وراء الدولة القومية. ولأن الكلمة المطبوعة استبدلت التقاليد الشفهية الأكثر مرونة، فقد عملت على تثبيت الجغرافيا والمعارف والتاريخ في مكانها، وعممت مجموعة محددة من القوانين والأيديولوجيات. وقد عززت الإذاعة والتلفزيون هذه العملية، وخلقت لحظات من القواسم المشتركة الوطنية وحتى الدولية التي اختبرها الجميع في آن واحد، مثل دردشات فرانكلين روزفلت بجوار المدفأة، أو كأس العالم.

تُعد الأسلحة أيضًا تقنيات ذات أهمية مركزية للقوة التي تمتلكها الدول القومية. في الواقع، يشير واضعو نظريات الدولة في كثير من الأحيان إلى أن الحرب في حد ذاتها كانت أساسًا في إنشائها (على حد تعبير عالم السياسة تشارلز تيلي: "الحرب هي التي صنعت الدولة والدولة هي التي صنعت الحرب")، تمامًا كما كان الصراع دائمًا بمثابة حافز لنشوء التقنيات الجديدة؛ من العربات التي تجرها الخيول ومن الدروع المعدنية إلى الرادار والرقائق المتقدمة التي توجه الذخائر الدقيقة. أُدخل البارود إلى أوروبا في القرن الثالث عشر، وكسر النمط القديم لقلاع القرون الوسطى الدفاعية. وصارت المستوطنات المحصنة الآن هدفًا سهلًا للقصف. وبحلول حرب المائة عام بين بريطانيا وفرنسا، أعطت القدرات الهجومية الأفضلية لهؤلاء الذين كانوا قادرين على شراء المدافع باهظة التكلفة وبنائها وصيانتها وتحريكها ونشرها. ومع مرور السنين، ركزت الدولة القوة الفتاكة المتزايدة بين يديها، وأعطت لنفسها الحق في احتكار الاستخدام المشروع للقوة.

ببساطة، هناك علاقة وثيقة بين التكنولوجيا والنظام السياسي. فتقديم التقنيات الجديدة يحمل عواقب سياسية كبيرة. تمامًا مثلما قلب المدفع وآلة الطباعة المجتمع رأسًا على عقب، يتعين علينا أن نتوقع نفس الشيء من تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي، وعلم الروبوتات، وعلم الأحياء التخليقي.

توقف للحظة وتخيل عالمًا تكون فيه الروبوتات، التي تتمتع بمهارة البشر والتي يمكن "برمجتها" بلغة إنجليزية بسيطة، متوفرة بسعر جهاز الميكروويف. هل يمكنك البدء بالتفكير في جميع الاستخدامات التي ستُوظَّف فيها هذه التكنولوجيا القيمة؟ أو إلى أي مدى سيتبنى الناس مثل هذه الأدوات؟ من -أو بالأحرى ما- الذي سيعتني بوالدتك المسنة في دار الرعاية؟ كيف ستطلب الطعام في المطعم ومن سيحضره إلى طاولتك؟ كيف يبدو تطبيق القانون في حالة الرهائن؟ من سيعمل في البساتين في وقت الحصاد؟ كيف سيكون رد فعل المخططين العسكريين وشبه العسكريين عندما لا تكون هناك حاجة لإرسال بشر إلى القتال؟ كيف سيكون شكل الملعب الرياضي عندما يتدرب الأطفال على لعب كرة القدم؟ كيف سيبدو منظف النوافذ الخاص بك؟ من يملك كل هذه الأجهزة والملكية الفكرية، ومن يتحكم فيها، وما الإجراءات الوقائية المطبقة في حالة حدوث خطأ ما؟

تخيل كل هذا، وستجد أنه يعني ضمنًا اقتصادًا سياسيًا مختلفًا تمامًا عن اقتصاد اليوم.

كانت الدولة القومية الصناعية الديمقراطية الليبرالية الحديثة تشكل القوة العالمية المهيمنة منذ أوائل القرن العشرين، وكانت "المنتصر" الواضح في الصدام السياسي العظيم الذي شهده القرن الماضي. وصاحبت ذلك مسئوليات محددة تُعتبر الآن أمرًا مسلمًا به. توفير الأمن. والتركيزات الكبيرة للقوة الشرعية في المركز، مع القدرة على السيطرة التامة على ولاياتها القضائية، لكن أيضًا في ظل وجود ضوابط وتوازنات معقولة بين جميع أشكال القوة، مع الفصل بينها. والرفاهية الكافية من خلال إعادة التوزيع والإدارة الاقتصادية السليمة. وأطر مستقرة للإبداع والتنظيم التكنولوجي، إلى جانب بنية قانونية واجتماعية واقتصادية كاملة للعولمة.

في الفصول القليلة القادمة سوف نرى كيف تعرِّض الموجة القادمة كل هذا لتهديد كبير.

وأنا أعتقد أن ما سينبثق عن ذلك سوف يتجه في أحد اتجاهين، مع وجود طيف واسع من النتائج بينهما. فعلى أحد المسارين، سوف تستمر بعض الدول الديمقراطية الليبرالية في التآكل من الداخل، وتتحول إلى نوع من الحكومة الزومبي. ستظل هناك زخارف من

الديمقراطية الليبرالية والدولة القومية التقليدية قائمة، لكنها ستكون جوفاء من الناحية الوظيفية، وستصبح الخدمات الأساسية رثة على نحو متزايد، والنظام السياسي غير مستقر ومنقسم. وإذ تترنح في طريقها في ظل غياب أي شيء آخر، فسوف تصبح أكثر انحطاطًا واختلالًا من أي وقت مضى. وعلى المسار الآخر، فإن التبني غير المدروس لبعض جوانب الموجة القادمة سيفتح الطرق أمام سيطرة الدولة المهيمنة، مما يؤدي إلى خلق طواغيت فائقي القوة تتجاوز قوتهم حتى الحكومات الشمولية الأكثر تطرفًا في التاريخ. قد تميل الأنظمة الاستبدادية أيضًا إلى وضع الزومبي، لكنها بالقدر نفسه قد تتضاعف وتتعزز وتصبح دكتاتوريات تكنولوجية مكتملة الأركان. على كلا المسارين، يميل التوازن الدقيق الذي يربط الدول ببعضها إلى الفوضى.

إن كلًا من الدول الفاشلة والأنظمة الاستبدادية تشكل نتائج كارثية، ليس فقط بالنسبة لنفسها، لكن أيضًا بالنسبة للتكنولوجيا الحاكمة؛ فلا البيروقراطيات المنهكة، ولا الانتهازيون الشعبويون، ولا الدكتاتوريون الأقوياء هم الأشخاص الذين ترغب في أن يكونوا مسئولين بشكل أساسي عن السيطرة على التقنيات الجديدة القوية. ولن يتمكن أي من الاتجاهين من احتواء الموجة القادمة.

وبالتالي، فإن الخطر يكمن على كلا الجانبين، إذ إن إدارة الموجة القادمة تتطلب دولًا واثقة ومرنة ومتماسكة، ومسئولة أمام الشعب، وحافلة بالخبرة، وتوازن بين المصالح والحوافز، وقادرة على الرد بسرعة وحسم من خلال الإجراءات التشريعية، والأهم من ذلك، من خلال التنسيق الدولي الوثيق. سوف يحتاج القادة إلى اتخاذ إجراءات جريئة غير مسبوقة، واستبدال المنفعة طويلة المدى بالمكاسب قصيرة المدى. إن الاستجابة الفعالة لواحد من أكثر الأحداث انتشارًا وتحويلًا في التاريخ تتطلب حكومات ناضجة ومستقرة، والأهم من ذلك، موثوقة لتؤدي بأفضل ما لديها. تتطلب دولًا تعمل بشكل جيد جدًا حقًا. هذا هو ما يتطلبه الأمر لضمان أن الموجة القادمة سوف تحقق الفوائد العظيمة التي تَعِد بها. وهذه قائمة متطلبات طويلة للغاية.

إن الروبوتات رخيصة الثمن وواسعة الانتشار مثل تلك الموصوفة أعلاه، جنبًا إلى جنب مع مجموعة من التقنيات التحويلية الأخرى التي رأيناها في الجزء ٢، ستكون حتمية تمامًا في غضون عشرين عامًا، وربما في وقت أقرب بكثير. وفي هذا السياق يتعين علينا أن نتوقع تغيرات عميقة في الاقتصاد، والدولة القومية، وكل ما يصاحبهما. إن الصفقة الكبرى تواجه مشكلة بالفعل. ومع بدء الطوفان، ستؤدي سلسلة من الضغوطات الجديدة إلى زعزعة أساساتها.

الفصل ١٠

مضخمات الهشاشة

حالة طوارئ وطنية مشددة: الصورة العملية لعدم التماثل غير الخاضع للاحتواء

في صبيحة يوم ١٢ مايو عام ٢٠١٧، توقفت هيئة الخدمات الصحية الوطنية البريطانية. حيث شهدت الآلاف من مرافقها في جميع أنحاء البلاد تجمد أنظمة تكنولوجيا المعلومات الخاصة بها على حين غرة. وفي المستشفيات، مُنع الموظفون من الوصول إلى المعدات الطبية الحيوية مثل ماسحات التصوير بالرنين المغناطيسي ولم يتمكنوا من الوصول إلى سجلات المرضى. وكان لا بد من إلغاء الآلاف من الإجراءات المقررة، بدءًا من مواعيد علاج السرطان وحتى العمليات الجراحية الاختيارية. وعادت فرق الرعاية المذعورة إلى البدائل اليدوية المؤقتة، فلجأت إلى استخدام الملاحظات الورقية والهواتف الشخصية. وأغلق مستشفى لندن الملكي قسم الطوارئ فيه، تاركًا المرضى يرقدون على النقالات خارج غرف العمليات.

لقد تعرضت هيئة الخدمات الصحية الوطنية لهجوم من أحد برامج الفدية. كان البرنامج يُدعى Wanna-Cry (وانا كراي)، وكان حجمه هائلًا. تعمل برامج الفدية عن طريق اختراق نظام ما بهدف تشفيره وبالتالي منع الوصول إلى الملفات والإمكانات الرئيسية. وعادة ما يطلب المهاجمون السيبرانيون فدية مقابل تحرير النظام الأسير.

لم تكن هيئة الخدمات الصحية الوطنية هي الهدف الوحيد لبرنامج وانا كراي. فمن خلال استغلال ثغرة أمنية في أنظمة مايكروسوفت القديمة، وجد القراصنة طريقة لإيقاف مساحات واسعة من العالم الرقمي، بما في ذلك مؤسسات مثل دويتشه بان، وتليفونيكا، وفيديكس، وهيتاشي، وحتى وزارة الأمن العام الصينية. وخدع برنامج وانا كراي بعض المستخدمين لفتح رسالة بريد إلكتروني، مما أدى إلى إطلاق "دودة" يمكنها نسخ ونقل نفسها لتصيب ربع مليون جهاز كمبيوتر في ١٥٠ دولة في يوم واحد فقط. وعلى مدى الساعات القليلة التي أعقبت الهجوم، تزعزع جزء كبير من العالم الرقمي، حيث احتجزه مهاجم بعيد مجهول الهوية للحصول على فدية. كلفت الأضرار اللاحقة ما يصل إلى ٨ مليارات دولار، لكن التداعيات كانت أشد خطورة. حيث كشف هجوم وانا كراي عن مدى قابلية المؤسسات، التي نعتبر عملياتها أمرًا مسلمًا به، للاختراق بواسطة الهجمات السيبرانية المعقدة.

وفي النهاية، حالف الحظ هيئة الخدمات الصحية الوطنية -والعالم أجمع- على نحو غير متوقع. حيث عثر قرصان بريطاني يبلغ من العمر اثنين وعشرين عامًا ويُدعى ماركوس هاتشينز على مفتاح إيقاف للحالات الطارئة. ومن خلال تصفح التعليمات البرمجية للبرنامج الضار، لاحظ اسم نطاق غريب الشكل. وبعد أن خمن هاتشينز أن هذا النطاق قد يكون جزءًا من هيكل القيادة والسيطرة الخاص بالدودة، ولاحظ أن النطاق غير مسجل، اشتراه مقابل ١٠.٦٩ دولارات فقط، مما سمح له بالتحكم في الفيروس بينما كانت مايكروسوفت تنشر التحديثات لإغلاق الثغرة الأمنية.

ربما يكون الشيء الأكثر غرابة في برنامج وانا كراي هو مصدره. أنشئ وانا كراي باستخدام التقنية التي صنعتها وكالة الأمن القومي الأمريكية. حيث طورت وحدة من النخبة في وكالة الأمن القومي تُدعى "مكتب عمليات الوصول المخصصة" هجومًا سيبرانيًا استغلاليًا يُدعى EternalBlue (إتيرنال بلو). وعلى حد تعبير أحد موظفي وكالة الأمن القومي، كانت هذه هي "مفاتيح المملكة"، حيث كانت عبارة عن أدوات مصممة

بهدف "تقويض أمن الكثير من الشبكات الحكومية والمؤسسية الكبرى هنا وفي الخارج أيضًا".

كيف وقعت هذه التقنية القوية، التي صنعتها واحدة من أكثر المنظمات تطورًا من الناحية التكنولوجية على هذا الكوكب، في يد مجموعة من القراصنة؟ مثلما أشارت مايكروسوفت في ذاك الحين، "السيناريو المكافئ فيما يتعلق بالأسلحة التقليدية هو تعرض الجيش الأمريكي لسرقة بعض صواريخ توماهوك الخاصة به". لكن على عكس صواريخ توماهوك، فإن الأسلحة الرقمية لوكالة الأمن القومي يمكن أن تُنقل خلسة إلى محرك أقراص صغير. وقد عرض القراصنة الذين سرقوا التقنية، وهم مجموعة تُعرف باسم Shadow Brokers، إتيرنال بلو للبيع. وسرعان ما انتهى الأمر بالتقنية في أيدي قراصنة كوريا الشمالية، على الأرجح في يد الوحدة السيبرانية Bureau 121 التي ترعاها الدولة. ثم أطلقوها على العالم.

وعلى الرغم من التصحيحات السريعة، لم تكن تداعيات تسريب إتيرنال بلو قد انتهت بعد. ففي يونيو ٢٠١٧ ظهرت نسخة جديدة من السلاح، مصممة خصيصًا في هذه المرة لاستهداف البنية التحتية الوطنية الأوكرانية في هجوم سرعان ما نُسب إلى المخابرات العسكرية الروسية. وكاد هجوم NotPetya (نوت بيتيا) السيبراني أن يجعل البلاد تركع على ركبتيها. حيث فقدت أنظمة مراقبة الإشعاع في تشيرنوبيل طاقتها. وتوقفت أجهزة الصراف الآلي عن صرف الأموال. وصمتت الهواتف المحمولة. وأصابت العدوى عشرة في المائة من أجهزة الكمبيوتر في البلاد، وتعطلت البنية التحتية الأساسية من الشبكة الكهربائية إلى بنك الادخار الحكومي الأوكراني. وشُلت حركة بعض الشركات الكبرى متعددة الجنسيات، مثل شركة الشحن العملاقة ميرسك، وهذه أضرار جانبية.

إليكم هذه القصة الرمزية عن التكنولوجيا في القرن الحادي والعشرين. تتعرض البرامج التي أنشأتها الأجهزة الأمنية للدولة الأكثر تطورًا من الناحية التكنولوجية في العالم للتسريب أو السرقة. ومن ثم تجد طريقها إلى أيدي الإرهابيين الرقميين الذين يعملون

لصالح واحدة من أكثر دول العالم فشلًا والتي تمتلك قوى نووية متقلبة. ثم تُستخدم كسلاح، وتُوجَّه ضد النسيج الأساسي للدولة المعاصرة: الخدمات الصحية، والبنى التحتية للنقل والطاقة، والأعمال التجارية الأساسية في مجال الاتصالات العالمية والخدمات اللوجستية. بعبارة أخرى، بفضل الفشل الأساسي في جهود الاحتواء، أصبحت قوة عظمى عالمية ضحية لتقنيتها الخاصة القوية التي كان يُفترض أنها آمنة.

هذه هي الصورة العملية لعدم التماثل غير الخاضع للاحتواء.

لحسن الحظ، اعتمدت هجمات برنامج الفدية الموصوفة أعلاه على الأسلحة السيبرانية التقليدية. وبنفس القدر من حسن الحظ، لم تعتمد هذه الهجمات على سمات الموجة القادمة. لقد كانت قوتها وإمكاناتها محدودة. لقد تعرضت الدولة القومية للخدش والرضوض، لكنها لم تتقوض بشكل جوهري. ومع ذلك فإن الأمر يتعلق بموعد وقوع الهجوم التالي، وليس ما إذا كان سيقع، وفي المرة القادمة قد لا نكون محظوظين إلى هذا الحد.

ربما نميل إلى القول بأن الهجمات السيبرانية أقل فعالية بكثير مما كنا نتصور، نظرًا للسرعة التي تعافت بها الأنظمة الحيوية من هجمات مثل وانا كراي. لكن مع الموجة القادمة، فإن هذا الافتراض يُعد خطأً فادحًا. تثبت مثل هذه الهجمات أن هناك من قد يستخدم أحدث التقنيات لإضعاف وتعطيل الوظائف الرئيسية للدولة. وهي توضح أن المؤسسات الأساسية للحياة الحديثة معرضة للخطر. لقد عمل فرد واحد وشركة خاصة (مايكروسوفت) على إصلاح الضعف النظامي. وهذا الهجوم لم يحترم الحدود الوطنية. وكان دور الحكومة في التعامل مع الأزمة محدودًا.

تخيل الآن أن القراصنة الذين يقفون وراء برنامج وانا كراي بدلًا من أن يتركوا ثغرة مفتوحة عن طريق الخطأ، صمموا البرنامج للتعرف بشكل منهجي على نقاط الضعف الخاصة به وتصحيحها بشكل متكرر. تخيل لو أن البرنامج، أثناء الهجوم، تطور لاستغلال المزيد من نقاط الضعف. تخيل أنه بعد ذلك بدأ يتنقل عبر كل مستشفى، وكل مكتب، وكل

منزل، يتغير ويتعلم باستمرار. من الممكن أن يضرب الأنظمة الداعمة للحياة، والبنية التحتية العسكرية، وإشارات النقل، وشبكة الطاقة، وقواعد البيانات المالية. ومع انتشاره، تخيل أن البرنامج يتعلم كيفية اكتشاف وإيقاف المحاولات الإضافية لإغلاقه. إن مثل هذا السلاح يلوح في الأفق إن لم يكن قيد التطوير بالفعل.

إن وانا كراي ونوت بيتيا محدودان مقارنة بأنواع أدوات التعلم ذات الأغراض العامة المتزايدة التي ستشكل الجيل القادم من الأسلحة السيبرانية، والتي تهدد بإحداث حالة طوارئ وطنية مشددة. إن الهجمات السيبرانية التي نشهدها اليوم لا تشكل التهديد الحقيقي؛ بل هي بمثابة جرس الإنذار لعصر جديد من الضعف وعدم الاستقرار، الأمر الذي يؤدي إلى تدهور دور الدولة القومية باعتبارها المسئول الوحيد عن الأمن.

فيما يلي تطبيق محدد قريب المدى لتكنولوجيا الموجة التالية التي ستؤدي إلى تآكل نسيج الدولة. في هذا الفصل، سننظر في كيفية تقويض هذه الضغوطات وغيرها للصرح نفسه المسئول عن إدارة التكنولوجيا. إن مضخمات الهشاشة هذه، أو صدمات النظام، أو حالات الطوارئ المشددة، ستؤدي إلى تفاقم التحديات القائمة إلى حد كبير، وهز أسس الدولة، والإخلال بتوازننا الاجتماعي الهش بالفعل. إن هذه، جزئيًا، قصة من يستطيع أن يفعل ماذا، قصة القوة وأين تكمن.

التكلفة الهابطة للقوة

القوة هي "القدرة أو الإمكانية للقيام بشيء ما أو فعل ما بطريقة معينة؛ ... بهدف توجيه سلوك الآخرين أو مسار الأحداث أو التأثير فيهما". إنها الطاقة الميكانيكية أو الكهربائية التي تدعم الحضارة. إنها الأساس والمبدأ المركزي للدولة. إن القوة بشكل أو بآخر تشكل كل شيء. وهي أيضًا على وشك أن تتغير.

إن التكنولوجيا في نهاية المطاف سياسية، لأن التكنولوجيا شكل من أشكال القوة. ولعل السمة الغالبة الوحيدة للموجة القادمة هي أنها سوف تعمل على دقرطة القدرة على الوصول إلى القوة. وكما رأينا في الجزء ٢، فإنها ستمكن الناس من القيام بأشياء في العالم الحقيقي. أنا أفكر في الأمر على هذا النحو: تمامًا مثلما انخفضت تكاليف معالجة المعلومات وبثها في عصر الإنترنت الاستهلاكي، فإن تكلفة القيام بشيء ما فعليًا، واتخاذ الإجراء، وإبراز القوة، ستنخفض مع الموجة التالية. إن المعرفة شيء عظيم، لكن العمل أكثر تأثيرًا بكثير.

فبدلًا من مجرد استهلاك المحتوى، يمكن لأي شخص إنتاج محتوى فيديو أو صورة أو نص بجودة الخبراء. لن يساعدك الذكاء الاصطناعي في العثور على معلومات لكتابة خطاب الإشبين الذي تريده فحسب؛ بل سوف يكتب لك الخطاب أيضًا. وكل هذا على نطاق لم يسبق له مثيل. لن تعمل الروبوتات على تصنيع السيارات وتنظيم أرضيات المستودعات فحسب؛ بل ستكون متاحة لكل هاوٍ يعمل في المرآب ويملك القليل من الوقت والخيال. لقد مكنتنا الموجة السابقة من تحديد تسلسل الحمض النووي، أو قراءته. وستجعل الموجة القادمة تخليق الحمض النووي أمرًا متاحًا عالميًا.

أينما وُجدت القوة اليوم، فإنها سوف تتضخم. أي شخص لديه أهداف -أي الجميع- سيحصل على مساعدة كبيرة في تحقيق هذه الأهداف. إن إصلاح استراتيجية العمل، أو إقامة فعاليات اجتماعية لمجتمع محلي، أو الاستيلاء على أراضي العدو، كلها ستصبح أسهل. إن بناء شركة طيران أو منع أسطول من الطيران أمران سيصبحان أكثر قابلية للتحقيق. كل دافع محتمل يمكنك أن تفكر فيه، سواءً كان تجاريًا أو دينيًا أو ثقافيًا أو عسكريًا أو ديمقراطيًا أو استبداديًا، يمكن أن يتعزز إلى حد كبير من خلال وجود قوة أرخص في متناول يدك.

اليوم، مهما بلغ مدى ثرائك، لا يمكنك ببساطة شراء هاتف ذكي أكثر قوة مما هو متاح لمليارات الأشخاص. وكثيرًا ما يغفل الناس عن هذا الإنجاز الحضاري الهائل. وفي العقد

القادم، سوف يتبع الوصول إلى أنظمة الذكاء الاصطناعي القادر نفس الاتجاه. سوف يحظى هؤلاء المليارات أنفسهم قريبًا بفرص متساوية بشكل عام للوصول إلى أفضل محامٍ، وطبيب، ومخطط استراتيجي، ومصمم، ومدرب، ومساعد تنفيذي، ومفاوض، وهلم جرًا. سيكون لدى الجميع فريق من الطراز العالمي إلى جانبهم وفي صفهم.

وهذا سيكون أعظم وأسرع تسريع للثروة والازدهار في تاريخ البشرية. وسيكون أيضًا واحدًا من بين أكثرها فوضوية. إذا كان لدى الجميع إمكانية الوصول إلى المزيد من القدرات، فمن الواضح أن هذا يشمل أيضًا أولئك الذين يرغبون في التسبب في الضرر. ومع تطور التكنولوجيا بشكل أسرع من التدابير الدفاعية، فإن الجهات الفاعلة السيئة، من عصابات المخدرات المكسيكية إلى قراصنة كوريا الشمالية، ستحصل على دفعة إلى الأمام. إن دقرطة الإتاحة تعني بالضرورة دقرطة المخاطر.

نحن على وشك عبور عتبة حرجة في تاريخ جنسنا البشري. وهذا هو ما يتعين على الدولة القومية أن تواجهه على مدى العقد المقبل. سوف نستعرض في هذا الفصل بعض الأمثلة الرئيسية على تضخم الهشاشة الناجم عن الموجة القادمة. لكن دعونا أولًا ننظر عن كثب إلى هذا الخطر قريب المدى: كيف ستتمكن الجهات الفاعلة السيئة من شن عمليات هجومية جديدة. يمكن لمثل هذه الهجمات أن تكون قاتلة، ومتاحة على نطاق واسع، وفرصة لشخص ما لتوجيه ضربات واسعة النطاق مع الإفلات من العقاب.

روبوتات مزودة بالمسدسات: أسبقية الهجوم

في نوفمبر ٢٠٢٠، كان محسن فخري زادة هو العالم الرئيسي ومحور جهود إيران الطويلة للحصول على أسلحة نووية. ولكونه وطنيًا ومخلصًا وذا خبرة عالية، كان هدفًا رئيسيًا

لخصوم إيران. وإدراكًا منه للمخاطر، كان يحرص على إحاطة مكان وجوده وتحركاته بالسرية التامة بمساعدة أجهزة الأمن الإيرانية.

كان موكب سيارات فخري زادة يسير في قافلة خاضعة لحراسة مشددة على طريق ترابي يؤدي إلى منزله بالقرب من بحر قزوين، ثم توقف فجأة. لقد أصيبت سيارة العالم بوابل من الرصاص. تعثر فخري زادة خارجًا من سيارته بعد أن أصيب بجروح، ليُقتل بوابل ثانٍ من رصاص المدافع الرشاشة التي مزقت جسده. تدافع حراسه الشخصيون، وهم أعضاء في الحرس الثوري الإيراني، لفهم ما كان يحدث. أين مطلق النار؟ وبعد لحظات قليلة وقع انفجار، واشتعلت النيران في شاحنة صغيرة قريبة.

لكن الشاحنة كانت فارغة إلا من مسدس. لم يكن هناك قتلة على الأرض في ذلك اليوم. على حد تعبير تحقيق أجرته صحيفة نيويورك تايمز، كان هذا "اختبارًا أوليًا للقناص المحوسب عالي التقنية المزود بالذكاء الاصطناعي والعيون متعددة الكاميرات، والخاضع للتحكم عبر الأقمار الصناعية والقادر على إطلاق النار بمعدل ٦٠٠ طلقة في الدقيقة". وبعد تركيبه على شاحنة صغيرة مزودة بكاميرات ومتوقفة في مكان استراتيجي لكنها تبدو غير ضارة، كان بمثابة سلاح روبوتي. لقد أذن إنسان بالضربة، لكن الذكاء الاصطناعي هو الذي عمل بشكل آلي على تعديل هدف البندقية. كل ما أُطلق هو خمس عشرة رصاصة فقط، وقُتل أحد أبرز الشخصيات وأشدهم حراسة في إيران في أقل من دقيقة. وكان الانفجار مجرد محاولة فاشلة لإخفاء الأدلة.

إن اغتيال فخري زادة نذير لما هو آتٍ. سوف تعمل روبوتات مسلحة أكثر تطورًا على تقليل الحواجز التي تحول دون العنف. من السهل العثور على مقاطع فيديو لأحدث جيل من الروبوتات، التي تحمل أسماء مثل أطلس وبيج دوج، على الإنترنت. وهنا سترى روبوتات ذات شكل بشري ممتلئة الجسم وغريبة المظهر وروبوتات صغيرة تشبه الكلاب تندفع فوق مسارات العوائق. إنها تبدو غير متوازنة بشكل غريب لكن لا يبدو أنها تسقط أبدًا. وهي تتنقل عبر الساحات المعقدة بحركات غير طبيعية، وأجسادها الثقيلة لا تتعثر أبدًا. إنها

تقوم بالشقلبة الخلفية، والقفزات، والدوران، والحيل. ادفعها وأسقطها أرضًا، فتنهض بهدوء وبلا هوادة. وهي على استعداد للقيام بذلك مرارًا وتكرارًا. إنه أمر مخيف.

والآن تخيل روبوتات مجهزة بتقنية التعرف على الوجه، وتحديد تسلسل الحمض النووي، والأسلحة الآلية. قد لا تتخذ الروبوتات المستقبلية شكل الكلاب المهرولة. فمع تصغير حجمها أكثر من ذلك، ستكون في حجم طائر أو نحلة، مسلحة بسلاح ناري صغير أو قنينة من بكتيريا الجمرة الخبيثة. وقد تكون متاحة قريبًا لأي شخص يريدها. هذا هو ما يبدو عليه تمكين الجهات الفاعلة السيئة.

لقد انخفضت تكلفة الطائرات من دون طيار العسكرية إلى الثلث على مدى العقد الماضي. وبحلول عام ٢٠٢٨، ستصل النفقات على الطائرات العسكرية من دون طيار إلى ٢٦ مليار دولار سنويًا، وعند هذه المرحلة من المحتمل أن تكون الكثير من هذه الطائرات ذاتية التحكم بالكامل.

إن عمليات النشر الحي للطائرات من دون طيار ذاتية التحكم تزداد قبولًا يومًا بعد يوم. ففي مايو ٢٠٢١، على سبيل المثال، استُخدم سرب من طائرات من دون طيار تعمل بالذكاء الاصطناعي للعثور على المقاتلين والتعرف عليهم ومهاجمتهم. وقد جمعت شركات ناشئة مثل Anduril، و Shield AI، و Rebellion Defense مئات الملايين من الدولارات لبناء شبكات طائرات من دون طيار ذاتية التحكم وغيرها من التطبيقات العسكرية للذكاء الاصطناعي. وسوف تعمل التقنيات التكميلية مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد والاتصالات المحمولة المتقدمة على خفض تكلفة الطائرات من دون طيار التكتيكية إلى بضعة آلاف من الدولارات، مما يجعلها في متناول الجميع بدءًا من الهواة المتحمسين إلى القوات شبه العسكرية وحتى المعتلين نفسيًا المنعزلين.

وعلاوة على سهولة الوصول إليها، ستعمل الأسلحة المعززة بالذكاء الاصطناعي على تحسين نفسها في الوقت الفعلي. لقد انتهى الأمر بتأثير وانا كراي إلى كونه أكثر محدودية بكثير مما كان يمكن أن يكون عليه. فبمجرد تطبيق تصحيح البرنامج، حُلت المشكلة

المباشرة. لكن الذكاء الاصطناعي يغير هذا النوع من الهجوم تغييرًا جذريًا. سوف تعمل الأسلحة السيبرانية المعززة بالذكاء الاصطناعي على فحص الشبكات بشكل مستمر، وتعديل نفسها بشكل مستقل للعثور على نقاط الضعف واستغلالها. وسوف تستنسخ ديدان الكمبيوتر الموجودة نفسها باستخدام مجموعة ثابتة من الاستدلالات المبرمجة مسبقًا.

لكن ماذا لو كان لديك دودة تعمل على تحسين نفسها باستخدام التعلم المعزز، وتحديث التعليمات البرمجية الخاصة بها بشكل تجريبي مع كل تفاعل مع الشبكة، وفي كل مرة تجد طرقًا أكثر وأكثر كفاءة للاستفادة من نقاط الضعف السيبرانية؟ مثلما تتعلم أنظمة مثل ألفاجو استراتيجيات غير متوقعة من خلال ملايين الألعاب التي تلعبها ذاتيًا، سوف تفعل الهجمات السيبرانية المعززة بالذكاء الاصطناعي ذلك أيضًا. مهما حاكيتَ سيناريوهات كل الاحتمالات، فمن المؤكد أنه ستكون هناك ثغرة أمنية صغيرة يمكن لأحد أنظمة الذكاء الاصطناعي المثابِرة اكتشافها.

إن كل شيء، من السيارات والطائرات إلى الثلاجات ومراكز البيانات، يعتمد على قواعد تعليمات برمجية واسعة النطاق. وسوف تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي القادمة على جعل تحديد نقاط الضعف واستغلالها أسهل من أي وقت مضى. بل ويمكنها أيضًا العثور على وسائل قانونية أو مالية لتدمير الشركات أو المؤسسات الأخرى، أو نقاط فشل خفية في التنظيم المصرفي أو بروتوكولات السلامة الفنية. وكما أشار خبير الأمن السيبراني بروس شناير، فإن أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على استيعاب القوانين واللوائح العالمية للعثور على الثغرات، ومراجحة الجوانب القانونية. تخيل أن هناك كمية كبيرة من الوثائق المسربة من إحدى الشركات. قد يكون الذكاء الاصطناعي القانوني قادرًا على تحليل هذه الوثائق عبر أنظمة قانونية متعددة، واكتشاف كل مخالفة محتملة، ومن ثم رفع دعاوى قضائية ضد الشركة في جميع أنحاء العالم في نفس الوقت بشكل يؤدي إلى تعطيل مصالحها. ويمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي أيضًا وضع استراتيجيات تجارية مؤتمتة مصممة لتدمير مواقع المنافسين أو إنشاء حملات تضليل (المزيد حول هذا الأمر في القسم التالي) أو التخطيط

للتهافت على السحب من أحد البنوك أو مقاطعة منتج ما، مما يمكّن أحد المنافسين من الانقضاض على الشركة وشرائها؛ أو ببساطة مشاهدتها وهي تنهار.

إن الذكاء الاصطناعي الذي يبرع ليس فقط في استغلال الأنظمة المالية أو القانونية أو أنظمة الاتصالات، بل أيضًا في استغلال علم النفس البشري ونقاط ضعفنا وتحيزاتنا، قادم في الطريق. أنشأ الباحثون في ميتا برنامجًا يسمى CICERO. وقد أصبح هذا البرنامج خبيرًا في لعب لعبة الطاولة المعقدة "دبلوماسي"، وهي لعبة تتضمن بشكل جوهري التخطيط لاستراتيجيات طويلة ومعقدة مبنية على الخداع والطعن في الظهر. وهذا يوضح كيف يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي أن تساعدنا في التخطيط والتعاون، لكنه يلمح أيضًا إلى أنها تستطيع تطوير حيل نفسية لاكتساب الثقة والتأثير، وقراءة مشاعرنا وسلوكياتنا والتلاعب بها بمستوى مخيف من العمق، وهي مهارة مفيدة، على سبيل المثال، في الفوز بلعبة "دبلوماسي" أو الدعاية الانتخابية وبناء حركة سياسية.

إن مساحة الهجمات المحتملة ضد وظائف الدولة الرئيسية تتسع، رغم أن نفس الفرضية التي تجعل الذكاء الاصطناعي قويًا ومثيرًا إلى هذا الحد -ألا وهي قدرته على التعلم والتكيف- تعمل أيضًا على تمكين الجهات الفاعلة السيئة.

لقرون من الزمن، كانت القدرات الهجومية المتطورة، مثل المدفعية المُركَّزة، أو الوابل البحري، أو الدبابات، أو حاملات الطائرات، أو الصواريخ الباليستية العابرة للقارات، مكلفة للغاية في بداية ظهورها لدرجة أنها ظلت حكرًا على الدولة القومية. وهي الآن تتطور بسرعة كبيرة لدرجة أنها تنتشر سريعًا في أيدي مختبرات الأبحاث، والشركات الناشئة، والهواة في المرائب. تمامًا مثلما يعني تأثير البث من فرد إلى عدة أفراد في وسائل التواصل الاجتماعي أن شخصًا واحدًا يستطيع فجأة أن يبث على مستوى العالم، فإن القدرة على القيام بعمل ذي تبعات بعيدة المدى ستصبح قريبًا متاحة للجميع.

وهذه الديناميكية الجديدة -حيث تتجرأ الجهات الفاعلة السيئة على شن الهجوم- تفتح مسارات جديدة للهجوم بفضل الطبيعة المترابطة والضعيفة للأنظمة الحديثة: لا يمكن

ضرب مستشفى واحد فحسب، بل يمكن ضرب النظام الصحي بأكمله؛ ولا مجرد مستودع واحد، بل سلسلة توريد بأكملها. باستخدام الأسلحة الفتاكة ذاتية التحكم، ستصبح تكاليف خوض الحرب وشن الهجوم، من الناحية المادية وقبل كل شيء من الناحية الإنسانية، أقل من أي وقت مضى. وفي الوقت نفسه، يقودنا كل هذا إلى مستويات أعلى من الإنكار والغموض، مما يؤدي إلى إضعاف منطق الردع. إذا لم يتمكن أحد من التأكد من هوية البادئ بالاعتداء، أو ما الذي حدث بالضبط، فما الذي سيمنعنا من المضي قدمًا؟

عند تمكين الجهات الفاعلة السيئة وغير التابعة للدولة بهذه الطريقة، يؤدي هذا إلى تقويض أحد الافتراضات الأساسية للدولة: حيث يحدث ضرر عميق فيما يشبه المظلة الأمنية للمواطنين. تُعد أحكام السلامة والأمن من الركائز الأساسية لنظام الدولة القومية، وليست إضافات يُستحسن وجودها. تعرف الدول جيدًا كيف تستجيب لمشكلات القانون والنظام، أو الهجمات المباشرة من الدول المعادية. لكن هذا الأمر أكثر غموضًا بكثير، ويتسم بقدر كبير من عدم التبلور وعدم التماثل، ويطمس خطوط الحدود الإقليمية وإمكانية تحديد الفاعل بسهولة.

كيف يمكن لدولة ما أن تحافظ على ثقة مواطنيها، وأن تتمسك بهذه الصفقة الكبرى، إذا فشلت في الوفاء بالوعد الأساسي بالأمن؟ كيف يمكنها أن تضمن استمرار المستشفيات في العمل، واستمرار المدارس في فتح أبوابها، واستمرار الأضواء في الإنارة -حرفيًا- في هذا العالم؟ إذا كانت الدولة غير قادرة على حمايتك وحماية عائلتك، فما فائدة الامتثال والانتماء؟ إذا شعرنا أن الأساسيات -مثل الكهرباء التي تدير منازلنا، وأنظمة النقل التي تحملنا هنا وهناك، وشبكات الطاقة التي تحافظ على دفئنا، وأمننا الشخصي اليومي- تنهار، وليس هناك ما يمكننا نحن أو الحكومة فعله، فهذا يعني أن أحد أسس النظام قد تزعزع. وإذا بدأت الدولة بأشكال جديدة من الحرب، فربما تنتهي بنفس الطريقة.

على مر التاريخ، أنتجت التكنولوجيا توازنًا دقيقًا بين الميزات الهجومية والدفاعية، حيث يتأرجح البندول بين الاثنين لكن التوازن ثابت تقريبًا؛ فمقابل كل قذيفة أو سلاح سيبراني

جديد، ينشأ بسرعة إجراء مضاد قوي. قد يؤدي ثقل المدافع إلى تدمير جدران القلعة، لكن يمكنها أيضًا أن تمزق جيشًا غازيًا. والآن بات من المؤكد وصول التقنيات القوية وغير المتماثلة ومتعددة الاستخدامات إلى أيدي أولئك الذين يريدون تدمير الدولة. ومع أن العمليات الدفاعية سوف تتعزز بمرور الوقت، فإن طبيعة السمات الأربع تصب في صالح الهجوم: حيث إن انتشار القوة هذا واسع النطاق وسريع ومفتوح للغاية. يمكن تخزين خوارزمية مهمة لدرجة أنها قادرة على تغيير العالم على جهاز كمبيوتر محمول؛ وسرعان ما لن يتطلب الأمر حتى البنية التحتية الواسعة والقابلة للتنظيم التي ميزت الموجة السابقة والإنترنت. فخلافًا للسهم أو حتى الصاروخ الذي تفوق سرعته سرعة الصوت، فإن الذكاء الاصطناعي والعوامل الحيوية سوف تتطور بتكلفة أقل، وسرعة أكبر، واستقلالية أكبر من أي تكنولوجيا رأيناها على الإطلاق. وبالتالي، فمن دون مجموعة كبيرة من التدخلات لتغيير المسار الحالي، سيتمكن الملايين من الوصول إلى هذه القدرات في غضون سنوات قليلة.

والحفاظ على ميزة استراتيجية حاسمة وغير محددة عبر مثل هذا الطيف الواسع من التقنيات ذات الأغراض العامة هو ببساطة أمر غير ممكن. ففي نهاية المطاف، قد تحدث استعادة للتوازن، لكن ليس قبل إطلاق العنان لموجة من القوة الهائلة المزعزعة للاستقرار. وكما رأينا، فإن طبيعة التهديد أوسع بكثير من الأشكال الصريحة للاعتداء الجسدي. فالمعلومات والاتصال يشكلان معًا ناقلَ خطرٍ يعمل في حد ذاته على تصعيد هذا التهديد، أو مضخمَ هشاشةٍ ناشئًا آخر يتطلب الانتباه.

مرحبًا بك في عصر التزييف العميق.

آلة المعلومات المضللة

في الانتخابات المحلية لعام ٢٠٢٠ في الهند، صُوِّر مانوج تيواري، رئيس حزب بهاراتيا جاناتا في دلهي، وهو يلقي خطابًا انتخابيًا؛ مرة باللغة الإنجليزية ومرة بإحدى اللهجات الهندية

المحلية. بدا الصوت والصورة في كلا المقطعين حقيقيين بشكل مقنع. في الفيديو، استمر تيواري في الهجوم، متهمًا رئيس حزب منافس بـ"خداعنا". لكن النسخة باللهجة المحلية كانت مزيفة تزييفًا عميقًا، وهو نوع جديد من الوسائط الاصطناعية المعززة بالذكاء الاصطناعي. وقد أدت هذه التقنية، التي أنتجتها شركة اتصالات سياسية، إلى تقديم المرشح إلى دوائر انتخابية جديدة يصعب الوصول إليها. ونتيجة لقلة الوعي بالحديث الدائر حول وسائل الإعلام المزيفة، افترض الكثيرون أن المقطع كان حقيقيًا. قالت الشركة المسئولة عن التزييف العميق إنه كان استخدامًا "إيجابيًا" للتكنولوجيا، لكن بالنسبة لأي شاهد عاقل، كانت هذه الحادثة بمثابة إنذار ببداية عصر جديد محفوف بالمخاطر في التواصل السياسي. وفي حادثة أخرى حظيت بتغطية إعلامية واسعة النطاق، جرت إعادة تحرير لمقطع فيديو لنانسي بيلوسي لجعلها تبدو مريضة وضعيفة، ثم انتشر على نطاق واسع على وسائل التواصل الاجتماعي.

اسأل نفسك، ماذا يحدث عندما يتمتع أي شخص بالقدرة على إنشاء وبث مواد بمستويات مذهلة من الواقعية؟ حدثت هذه الأمثلة قبل أن تصبح وسائل إنشاء التزييف العميق شبه المثالي -سواء كانت نصًا أو صورًا أو مقاطع فيديو أو مقاطع صوتية- سهلة مثل كتابة استفسار على موقع جوجل. وكما رأينا في الفصل ٤، تُظهر نماذج اللغة الكبيرة الآن نتائج مذهلة في توليد الوسائط الاصطناعية. لقد حل عالم من التزييف العميق الذي لا يمكن تمييزه عن الوسائط التقليدية. وسوف تكون هذه الوسائط المزيفة جيدة جدًا لدرجة أن عقولنا المنطقية ستجد صعوبة في قبول حقيقة أنها غير حقيقية.

إن تقنيات التزييف العميق تنتشر بسرعة. إذا كنت ترغب في مشاهدة عرض مزيف مقنع لتوم كروز وهو يستعد لمصارعة تمساح، حسنًا، يمكنك ذلك. وسوف يجري تقليد المزيد والمزيد من الأشخاص العاديين نظرًا لأن بيانات التدريب المطلوبة تقتصر على عدد قليل من الأمثلة. وهذا يحدث بالفعل. فقد حوَّل أحد البنوك في هونج كونج ملايين الدولارات إلى محتالين في عام ٢٠٢١، وذلك عقب عملية انتحال لشخصية أحد عملائه بواسطة إحدى تقنيات التزييف العميق. بدا الصوت مطابقًا للعميل الحقيقي، حيث اتصل المحتالون هاتفيًا

بمدير البنك وأوضحوا له كيف تحتاج الشركة إلى تحويل الأموال من أجل إجراء عملية استحواذ. بدت جميع المستندات سليمة، وكان الصوت والشخصية مألوفين تمامًا، لذا فقد بدأ المدير عملية التحويل.

يمكن لأي شخص لديه الدافع لزرع بذور عدم الاستقرار فعل ذلك بمزيد من السهولة الآن. لنفترض أن الكاميرا التقطت قبل ثلاثة أيام من الانتخابات مقطعًا للرئيس وهو يستخدم إهانة عنصرية. ينفي المكتب الصحفي للحملة ذلك بشدة، لكن الجميع يعرف ما رأوه. ويشتعل الغضب في جميع أنحاء البلاد. وتهبط شعبية الرئيس في استطلاعات الرأي. وتتحول أصوات الولايات المتأرجحة فجأة لصالح الخصم الذي يفوز على عكس كل التوقعات. وتتولى إدارة جديدة المسئولية. لكن الفيديو مزيف بعمق، وهو متطور للغاية لدرجة أنه يراوغ حتى أفضل الشبكات العصبية الكاشفة للتزييف.

لا يكمن التهديد هنا في الحالات المتطرفة بقدر ما يكمن في السيناريوهات الماكرة والدقيقة والمنطقية للغاية التي تتعرض للمبالغة فيها وتشويهها. إننا لا نتحدث عن الرئيس الذي يندفع إلى إحدى المدارس وهو يصرخ بالهراء التافه أثناء إلقاء القنابل اليدوية؛ بل عن الرئيس الذي يقول مستسلمًا إنه ليس لديه خيار سوى فرض مجموعة من قوانين الطوارئ أو إعادة تطبيق التجنيد الإجباري. ولا نتحدث عن ألعاب هوليوود النارية؛ بل عن اللقطات التي سجلتها كاميرا المراقبة المزعومة لمجموعة من رجال الشرطة البيض وهم يضربون رجلًا أسود حتى الموت.

كانت خطب الداعية المتطرف أنور العولقي مصدر إلهام لمنفذي تفجيرات ماراثون بوسطن، ومهاجمي مجلة شارلي إبدو في باريس، ومطلق النار الذي قتل تسعة وأربعين شخصًا في ملهى ليلي في أورلاندو. لكن العولقي توفي في عام ٢٠١١، وهو أول مواطن أمريكي يُقتل في غارة جوية أمريكية بطائرة من دون طيار، قبل أي من هذه الأحداث. ومع ذلك، ظلت رسائله المتطرفة متاحة على موقع يوتيوب حتى عام ٢٠١٧. لنفترض أنه من الممكن "اكتشاف" مقاطع فيديو جديدة للعولقي باستخدام تقنيات التزييف العميق، حيث يأمر

في كل منها بالمزيد من الهجمات المستهدفة بأسلوب بلاغي دقيق. لن يصدقها الجميع، لكن أولئك الذين يريدون التصديق سيجدونها مقنعة تمامًا.

وسرعان ما ستصبح هذه المقاطع تفاعلية بشكل كامل وقابل للتصديق. سوف تتحدث معه مباشرة. وسوف يعرفك ويتكيف مع لهجتك وأسلوبك، ويلعب على تاريخك، ومظالمك الشخصية، والتنمر عليك في المدرسة، ووالديك الفظيعين المتفرنجين غير الأخلاقيين. وهذه ليست معلومات مضللة بأسلوب القصف الشامل؛ بل هي معلومات مضللة بأسلوب الضربة العسكرية الجراحية.

هجمات التصيد الاحتيالي ضد السياسيين أو رجال الأعمال، والمعلومات المضللة بهدف إحداث اضطراب كبير في الأسواق المالية أو التلاعب بها، ووسائل الإعلام المصممة لتسميم خطوط الصدع الرئيسية مثل الانقسامات الطائفية أو العنصرية، وحتى عمليات الاحتيال منخفضة المستوى؛ كلها تؤدي إلى تدمير الثقة وتضخيم الهشاشة مرة أخرى.

في نهاية المطاف، سيكون من السهل إنشاء تواريخ اصطناعية كاملة وزاخرة بأحداث تبدو وكأنها حقيقية. ولن يكون لدى المواطنين الأفراد الوقت أو الأدوات اللازمة للتحقق ولو من جزء صغير من المحتوى الذي يصادفهم. وسوف تنجح الوسائط المزيفة بسهولة في اجتياز الفحوصات المعقدة، ناهيك عن الاختبارات الفردية البسيطة.

الاعتداءات على المعلومات التي ترعاها الدولة

في الثمانينيات من القرن الماضي، موَّل الاتحاد السوفييتي حملات تضليل تشير إلى أن فيروس الإيدز كان نتيجة لبرنامج أمريكي للأسلحة البيولوجية. وبعد سنوات، كانت بعض المجتمعات لا تزال تعاني من انعدام الثقة والتداعيات الناجمة عن ذلك. وفي هذه الأثناء، لم تتوقف الحملات. وفقًا لفيسبوك، أنشأ العملاء الروس ما لا يقل عن ثمانين ألف مقطع من

المحتوى المجاني الذي وصل إلى ١٢٦ مليون أمريكي على منصاتهم خلال انتخابات عام ٢٠١٦.

سوف تؤدي الأدوات الرقمية المعززة بالذكاء الاصطناعي إلى تفاقم مثل هذه العمليات المعلوماتية، فتتدخل في الانتخابات، وتستغل الانقسامات الاجتماعية، وتخلق حملات تسويقية زائفة متقنة لزرع الفوضى. ولسوء الحظ، فإن الأمر لا يقتصر على روسيا فقط. فقد وجدنا أن أكثر من سبعين دولة تدير حملات تضليل. إن الصين تلحق بروسيا سريعًا؛ ويعمل آخرون من تركيا إلى إيران على تطوير مهاراتهم (وكالة المخابرات المركزية الأمريكية أيضًا ليست غريبة على العمليات المعلوماتية).

في وقت مبكر من جائحة كوفيد-١٩، أدت عاصفة من المعلومات المضللة إلى عواقب مميتة. حللت دراسة أجرتها جامعة كارنيجي ميلون أكثر من ٢٠٠ مليون تغريدة تناقش كوفيد-١٩ في ذروة الإغلاق الشامل الأول. ووجدت أن اثنين وثمانين في المائة من المستخدمين المؤثرين الذين كانوا يدافعون عن "إعادة فتح أمريكا" كانوا من الروبوتات. كانت هذه "آلة دعاية" مستهدفة، روسية على الأغلب، مصممة لتُفاقِم أسوأ أزمة صحية عامة تحدث منذ قرن من الزمان.

تعمل تقنية التزييف العميق على أتمتة هذه الهجمات المعلوماتية. حتى الآن، كانت حملات التضليل الفعالة تتطلب عمالة مكثفة. وعلى الرغم من أن صنع الروبوتات والمواد المزيفة ليس بالأمر الصعب، فإن معظمها ذات جودة منخفضة، ويمكن التعرف عليها بسهولة، وذات فعالية متوسطة في تغيير سلوك المستهدفين بشكل فعلي.

لكن الوسائط الاصطناعية عالية الجودة تغيِّر هذه المعادلة. لا تمتلك جميع الدول حاليًا الأموال اللازمة لإنشاء برامج تضليل ضخمة، مع الاستعانة بمكاتب مخصصة وجحافل من الموظفين المدربين، لكن هذا لا يمثل عائقًا كبيرًا عندما يمكن إنتاج مواد عالية الدقة بنقرة زر واحدة. إن قسمًا كبيرًا من الفوضى القادمة لن يكون عرضيًا. بل إنها ستأتي مع تعزيز

حملات التضليل الحالية وتوسيع نطاقها ونقلها إلى مجموعة واسعة من الجهات الفاعلة المتحمسة.

إن انتشار الوسائط الاصطناعية على نطاق واسع وبأقل التكاليف يؤدي إلى تضخيم كل من المعلومات المضللة (المعلومات الخبيثة التي تتعمد تضليل المتلقي) والمعلومات المغلوطة (التلويث الأوسع وغير المقصود لفضاء المعلومات) في آن واحد. وهذا يؤذن بـ"كارثة معلوماتية"، وهي النقطة التي يعجز فيها المجتمع عن إدارة السيل الهائل من المواد المشبوهة، حيث تنهار منظومة المعلومات التي ترسخ المعرفة والثقة والتماسك الاجتماعي، وهو الغراء الذي يربط المجتمع معًا. على حد تعبير تقرير معهد بروكينجز، فإن الوسائط الاصطناعية المتقنة المنتشرة في كل مكان تعني "تشويه الخطاب الديمقراطي؛ والتلاعب بالانتخابات؛ وتقويض الثقة في المؤسسات؛ وإضعاف الصحافة؛ وتفاقم الانقسامات الاجتماعية؛ وتقويض السلامة العامة؛ وإلحاق أضرار يصعب إصلاحها بسمعة الأفراد البارزين، بما يشمل المسئولين المنتخَبين والمرشحين للمناصب".

ومع ذلك، لا تنبع كل الضغوطات والأضرار من جهات فاعلة سيئة. فبعضها ينبع من حسن النوايا. يحدث تضخيم الهشاشة بشكل عرضي بقدر ما يحدث بشكل متعمد.

المختبرات المسرِّبة
وعدم الاستقرار غير المتعمد

في أحد أكثر المختبرات أمنًا في العالم، كانت مجموعة من الباحثين يجرون التجارب على مسببات الأمراض القاتلة. ولا يعرف أحد على وجه اليقين ماذا حدث بعد ذلك. ورغم أن الوقت يزيد الأمور وضوحًا في العادة، فإن التفاصيل المتوفرة حول البحث ضئيلة. الأمر المؤكد هو أنه في بلد مشهور بالسرية وسيطرة الحكومة، بدأ يظهر مرض جديد غريب.

وسرعان ما انتشر في جميع أنحاء العالم، في المملكة المتحدة والولايات المتحدة وغيرها من البلاد. والغريب أن هذه السلالة لم تكن تبدو وكأنها سلالة طبيعية تمامًا من المرض. فقد أثارت بعض سماتها إنذارًا في المجتمع العلمي، وأشارت إلى أن شيئًا ما في المختبر قد سار على نحو خاطئ إلى درجة فظيعة، وأن هذا لم يكن حدثًا طبيعيًا. وسرعان ما بدأ عدد القتلى في الارتفاع. ولم يعد هذا المختبر فائق الأمان يبدو آمنًا على الإطلاق.

إذا كانت هذه القصة تبدو مألوفة، فمن المحتمل أنها ليست القصة التي تفكر فيها. كان ذلك في عام ١٩٧٧، وكان هذا هو وباء الإنفلونزا المعروف باسم الإنفلونزا الروسية. اكتُشف المرض لأول مرة في الصين، ثم رُصد في الاتحاد السوفييتي بعد فترة وجيزة، وانتشر من هناك وتسبب في مقتل ما يصل إلى ٧٠٠٠٠٠ شخص وفقًا للتقارير. الأمر غير المعتاد في سلالة إنفلونزا H1N1 هو مدى تشابهها مع السلالة التي كانت منتشرة في الخمسينيات من القرن الماضي. كان المرض يصيب الشباب بشدة، وهو مؤشر محتمل على أن مناعتهم كانت أضعف من مناعة أولئك الذين كانوا يعيشون قبل بضعة عقود.

تكثر النظريات حول ما حدث. هل هرب شيء ما من التربة الصقيعية؟ هل كان المرض جزءًا من برنامج الأسلحة البيولوجية الروسي واسع النطاق والمشبوه؟ ومع ذلك، فإن أفضل تفسير حتى الآن هو تسرب من المختبر. من المحتمل أن تكون نسخة من الفيروس السابق قد هربت بطريقة أو بأخرى أثناء التجارب المعملية للقاح. كان الوباء نفسه ناجمًا عن أبحاث حسنة النية تهدف إلى منع الأوبئة.

تخضع المختبرات البيولوجية لمعايير عالمية من شأنها أن توقف وقوع الحوادث. وتُعرف أكثر المختبرات أمانًا بمختبرات مستوى السلامة البيولوجية ٤ (BSL-4). وهي تمثل أعلى معايير الاحتواء للتعامل مع أخطر المواد المسببة للأمراض. حيث تكون المرافق مغلقة تمامًا. والدخول عن طريق القفل الجوي. وكل شيء يدخل أو يخرج يخضع لفحص دقيق. ويرتدي الجميع بدلة مضغوطة. وأي شخص يغادر يجب عليه أن يستحم. ويتم التخلص من جميع المواد، وفقًا لأكثر البروتوكولات صرامة. ويُحظر استخدام الحواف الحادة من أي

نوع، والتي قد تؤدي إلى ثقب القفازات أو البدلات. إن الباحثين في مختبرات مستوى السلامة البيولوجية ٤ مدربون بشكل ملائم على خلق أكثر البيئات الآمنة بيولوجيًا التي شهدتها البشرية على الإطلاق.

ومع ذلك، لا تزال الحوادث والتسريبات تحدث. والإنفلونزا الروسية في عام ١٩٧٧ هي مجرد مثال واحد. فبعد عامين فقط، أفلتت أبواغ الجمرة الخبيثة عن طريق الخطأ من منشأة سوفيتية سرية للأسلحة البيولوجية، مما نتج عنه مسار من المرض يبلغ طوله خمسين كيلومترًا أدى إلى مقتل ما لا يقل عن ستة وستين شخصًا.

وفي عام ٢٠٠٧، أدى تسرب في أنبوب في معهد بربرايت بالمملكة المتحدة، والذي يضم مختبرات مستوى السلامة البيولوجية ٤، إلى تفشي مرض الحمى القلاعية الذي بلغت خسائره ١٤٧ مليون جنيه استرليني. وفي عام ٢٠٢١، ترك أحد الباحثين في شركة أدوية بالقرب من فيلادلفيا قنينات الجدري في مجمِّد غير مميز وغير مؤمن. ولحسن الحظ، عثر عليها أحد العمال أثناء تنظيفه للمجمِّد. كان الشخص محظوظًا لأنه كان يرتدي قناعًا وقفازات. ولو كان الفيروس قد خرج، لكانت العواقب كارثية. قبل النجاح في القضاء عليه، قتل الجدري ما يُقدّر بنحو ٣٠٠ إلى ٥٠٠ مليون شخص في القرن العشرين وحده، بمعدل تكاثر يعادل سلالات كوفيد-١٩ الأكثر عدوى، لكن بمعدل وفيات أعلى ثلاثين مرة من كوفيد-١٩.

ومن المفترض الاحتفاظ بفيروس سارس في ظروف مستوى السلامة البيولوجية ٣، إلا أنه هرب من مختبرات علم الفيروسات في سنغافورة، وتايوان، والصين. ومن المثير للذهول أنه هرب أربع مرات من نفس المختبر في بكين. كانت الأخطاء كلها بشرية ودنيوية للغاية. كانت حالة سنغافورة ناجمة عن طالب دراسات عليا لم يكن على علم بوجود فيروسات سارس. وفي تايوان، أساء عالم أبحاث التعامل مع النفايات الخطرة بيولوجيًا. وفي بكين، عُزيت التسريبات إلى سوء تثبيط الفيروس والتعامل معه في مختبرات غير آمنة

بيولوجيًا. وكل هذا قبل أن نذكر حتى مدينة ووهان، موطن أكبر مختبر من مختبرات مستوى السلامة البيولوجية ٤ في العالم ومركز أبحاث فيروس كورونا.

وحتى مع تزايد عدد مختبرات مستوى السلامة البيولوجية ٤، فإن ربعها فقط يسجل درجات عالية في السلامة، وفقًا لمؤشر الأمن الصحي العالمي. بين عامي ١٩٧٥ و ٢٠١٦، سجل الباحثون ما لا يقل عن واحد وسبعين تعرضًا متعمدًا أو عرضيًا لمسببات الأمراض شديدة العدوى والسامة. كانت أغلبيتها حوادث صغيرة من الوارد أن يقع فيها حتى أولئك الأكثر تدريبًا في بعض الأحيان؛ مثل انحراف إبرة، أو انسكاب قنينة، أو خطأ بسيط في إعداد تجربة ما. إن صورتنا غير مكتملة بكل تأكيد. فقليل من الباحثين يُبلغون عن الحوادث علنًا أو بشكل فوري. وجدت دراسة استقصائية لموظفي السلامة البيولوجية أن معظمهم لم يُبلغوا مطلقًا خارج مؤسساتهم عن وقوع حوادث. وقدَّر تقييم المخاطر الأمريكي لعام ٢٠١٤ أنه على مدار عقد من الزمن، بلغت احتمالية حدوث "تسريب كبير في المختبر" ٩١ في المائة في عشرة مختبرات؛ وبلغت احتمالية حدوث وباء بسبب ذلك ٢٧ في المائة.

يجب ألا يخرج شيء. ومع ذلك، فإن مسببات الأمراض تفعل ذلك، مرارًا وتكرارًا. وعلى الرغم من أن البروتوكولات والتقنيات واللوائح التنظيمية اللازمة للاحتواء تُعد من بين الأشد صرامة، فإنها تفشل. ماصة مهتزة. قطعة مثقوبة من الأغطية البلاستيكية. قطرة من المحلول تنسكب على الحذاء. هذه هي الإخفاقات الملموسة للاحتواء. زلات صغيرة. أمور عارضة. تحدث بانتظام كريه لا مفر منه. ومع ذلك، في عصر الحياة الاصطناعية، فإنها توفر الفرصة لوقوع حوادث يمكن أن تمثل ضغوطًا هائلة بالإضافة إلى شيء آخر سنعود إليه لاحقًا في الجزء ٣؛ كارثة.

قليلة هي المجالات التي تثير الجدل في علم الأحياء مثلما تثيره أبحاث اكتساب الوظيفة. ببساطة، تعمل تجارب اكتساب الوظيفة على هندسة مسببات الأمراض بشكل متعمد لتصبح أكثر فتكًا أو عدوى، أو كليهما. في الطبيعة، عادة ما تقايض الفيروسات القدرة على

الفتك مقابل القدرة على الانتقال. فكلما كان الفيروس أكثر قابلية للانتقال، كان أقل فتكًا في كثير من الأحيان. لكن لا يوجد سبب مطلق يجعل هذا الأمر حتميًا. وإحدى الطرق لفهم كيفية حدوث ذلك -أي كيف يمكن أن تصبح الفيروسات أكثر فتكًا وقابلة للانتقال في نفس الوقت- وكيف يمكننا مكافحة ذلك، هي، حسنًا، جعل هذا يحدث.

وهنا يأتي دور أبحاث اكتساب الوظيفة. يدرس الباحثون أوقات حضانة المرض، أو كيفية تغلبه على مقاومة اللقاح، أو ربما كيف يتمكن من الانتشار دون أعراض بين قطاع من السكان. وقد نُفذ مثل هذا العمل على أمراض مثل فيروس إيبولا، وفيروسات الإنفلونزا مثل H1N1، والحصبة.

تتمتع مثل هذه الجهود البحثية عمومًا بالمصداقية وحسن النية. ويقدم العمل على فيروس إنفلونزا الطيور في هولندا والولايات المتحدة منذ حوالي عقد من الزمن مثالًا جيدًا على ذلك. كان لهذا المرض معدلات وفيات عالية بشكل صادم، لكن لحسن الحظ كان من الصعب جدًا الإصابة به. وأراد الباحثون أن يفهموا كيف يمكن أن تتغير هذه الصورة، وكيف يمكن لهذا المرض أن يتحول إلى شكل أكثر قابلية للانتقال، واستخدموا حيوانات ابن عرس لمعرفة كيف يمكن أن يحدث ذلك. بعبارة أخرى، فقد جعلوا هذا المرض القاتل من حيث المبدأ أسهل في الإصابة به.

ومع ذلك، لا يتطلب الأمر خيالًا جامحًا لتصور كيف يمكن أن تسير مثل هذه الأبحاث على نحو سيئ. لقد شعر البعض، بما فيهم أنا، أن هندسة أو تطوير فيروسات كهذه بشكل متعمد كان أشبه باللعب بالنار.

يكفي القول إن أبحاث اكتساب الوظيفة مثيرة للجدل. لبعض الوقت، فرضت وكالات التمويل الأمريكية وقفًا رسميًا لتمويل هذه الأبحاث. وفي فشل كلاسيكي للاحتواء، استؤنف هذا العمل في عام ٢٠١٩. هناك على الأقل بعض المؤشرات على أن فيروس كوفيد-١٩ معدَّل وراثيًا، وثمة مجموعة متزايدة من الأدلة (الظرفية)، من سجل معهد

ووهان إلى علم الأحياء الجزيئي للفيروس نفسه، تشير إلى أن أصل الوباء ربما يرجع إلى تسريب من المختبر.

يعتقد كل من مكتب التحقيقات الفيدرالي ووزارة الطاقة الأمريكية أن هذا هو الحال، بينما لم تقرر وكالة المخابرات المركزية الأمر بعد. فخلافًا لما حدث في حالات التفشي السابقة، لا يوجد دليل دامغ على انتقال الأمراض حيوانية المنشأ. ليس من المستغرب أن الأبحاث البيولوجية قتلت الملايين بالفعل، وأوصلت المجتمع في جميع أنحاء العالم إلى طريق مسدود، وكلفت تريليونات الدولارات. في أواخر عام ٢٠٢٢، جمعت دراسة أجرتها معاهد الصحة الوطنية في جامعة بوسطن بين سلالة فيروس كوفيد الأصلية الأكثر فتكًا والبروتين الشوكي لمتحور أوميكرون الأكثر قابلية للانتقال. شعر كثيرون بأنه لم يكن من الواجب المضي قدمًا في البحث، لكنه حدث بتمويل من المال العام.

لا يتعلق الأمر بالجهات الفاعلة السيئة التي تستخدم التكنولوجيا كسلاح؛ بل يتعلق بالعواقب غير المقصودة للأفعال الصادرة عن الأشخاص الطيبين الذين يريدون تحسين النتائج الصحية. إنه يتعلق بما يخرج عن مساره الصحيح عندما تنتشر الأدوات القوية، يتعلق بالأخطاء التي تُرتكب، و"الآثار الارتدادية" التي تتكشف، والفوضى العشوائية غير المتوقعة التي تنتج عن اصطدام التكنولوجيا بالواقع. بعيدًا عن التخطيط، وبعيدًا عن النظريات، تظل هذه المشكلة المركزية التي تتلخص في عدم احتواء التكنولوجيا قائمة حتى في ظل أفضل النوايا.

تهدف أبحاث اكتساب الوظيفة إلى الحفاظ على سلامة الأشخاص. ومع ذلك، فإنها تحدث حتمًا في عالم معيب، حيث المختبرات تسرِّب، والأوبئة تظهر. وبغض النظر عما حدث في ووهان، فلا يزال من المعقول إلى حد كبير أن مثل هذه الأبحاث حول فيروسات كورونا كانت جارية وحدث بها تسريب. إن السجل التاريخي للتسريبات المعملية يصعب التغاضي عنه.

لكن أبحاث اكتساب الوظيفة والتسريبات المعملية ليستا سوى مثالين صارخين للغاية على كيفية توليد الموجة القادمة لعدد كبير من الآثار الارتدادية وأنماط الفشل غير المقصودة. إذا صار بإمكان كل مختبر نصف مؤهل، أو حتى قرصان بيولوجي عشوائي، أن يشرع في هذا البحث، فسيصبح من غير الوارد تأجيل المأساة إلى أجل غير مسمى. كان هذا النوع من السيناريوهات هو الذي اتضح لي في تلك الندوة التي ذكرتها في الفصل ١.

مع تزايد قوة وانتشار أي تقنية، تتفاقم أنماط فشلها. إذا تحطمت طائرة، فتلك مأساة رهيبة. لكن إذا تحطم أسطول كامل من الطائرات، فهذا أمر أكثر إثارة للخوف كليًا. وأكرر: هذه المخاطر لا تتعلق بالأذى الخبيث؛ بل إنها تنبع من مجرد العمل على أحدث التقنيات الأكثر قدرة في التاريخ والمدمجة على نطاق واسع في جميع أنحاء الأنظمة المجتمعية الأساسية. إن التسريب المعملي هو مجرد مثال جيد واحد على العواقب غير المقصودة، وهو جوهر مشكلة الاحتواء، وهو موجة قادمة تعادل انهيار المفاعلات أو فقدان الرءوس الحربية. فمثل هذه الحوادث تؤدي إلى خلق ضغوطات أخرى لا يمكن التنبؤ بها، وصدع آخر في النظام.

ومع ذلك، قد تكون الضغوطات أيضًا أحداثًا أقل انفصالًا، أحداثًا بعيدة عن هجوم الروبوتات، أو التسريبات المعملية، أو مقاطع الفيديو المزيفة بعمق، وأقرب إلى كونها عملية بطيئة ومنتشرة تقوّض الأسس. ضع في اعتبارك أنه على مر التاريخ، كان الهدف من تصميم الأدوات والتقنيات هو مساعدتنا على إنجاز المزيد بموارد أقل. كل حالة فردية لا تشكل أهمية تُذكر. لكن ماذا يحدث إذا كان الأثر الجانبي النهائي لهذه الكفاءات المركبة هو عدم الحاجة إلى البشر على الإطلاق في الكثير من الأعمال؟

النقاش حول الأتمتة

في الأعوام التي تلت مشاركتي في تأسيس شركة ديب مايند، لم يحظَ أي نقاش حول سياسة الذكاء الاصطناعي بفترات بث أطول من التي حظيت بها مناقشة مستقبل العمل؛

إلى حد التشبع المفرط.

كانت هذه هي الأطروحة الأصلية. في الماضي، كانت التقنيات الجديدة تتسبب في فقدان بعض الناس لعملهم، مما أدى إلى ما أسماه رجل الاقتصاد جون ماينارد كينز "البطالة التكنولوجية". من وجهة نظر كينز، كان هذا أمرًا جيدًا، حيث تعمل زيادة الإنتاجية على توفير الوقت لمزيد من الإبداع والترفيه. والأمثلة على الإزاحة المرتبطة بالتكنولوجيا لا تحصى. فقد أدى إدخال الأنوال الآلية إلى فقدان النساجين من الطراز القديم لعملهم؛ وبسبب السيارات لم تعد هناك حاجة إلى صانعي العربات وإسطبلات الخيول؛ وازدهرت مصانع المصابيح الكهربائية بينما أفلس صانعو الشموع.

بصفة عامة، عندما ألحقت التكنولوجيا الضرر بالوظائف والصناعات القديمة، أنتجت أيضًا وظائف وصناعات جديدة. وبمرور الوقت، اتجهت هذه الوظائف الجديدة نحو مجال الخدمات والوظائف المكتبية القائمة على المهارات المعرفية. فمع إغلاق المصانع في منطقة حزام الصدأ، ارتفع الطلب على المحامين والمصممين والمؤثرين على وسائل التواصل الاجتماعي. حتى الآن على الأقل، من الناحية الاقتصادية، لم تحل التقنيات الجديدة محل العمالة بشكل كلي؛ بل أصبحت في مجملها مكملة لها.

لكن ماذا لو كانت الأنظمة الجديدة التي تلغي بعض الوظائف تعمل على الارتقاء بالقدرة المعرفية البشرية ذاتها، فلا تترك أي مكان جديد يتجه إليه العمال؟ إذا كانت الموجة القادمة عامة وواسعة النطاق حقًا مثلما تبدو، فكيف سيتنافس البشر؟ ماذا لو كان الذكاء الاصطناعي قادرًا على القيام بأغلبية كبيرة من المهام المكتبية بكفاءة أكبر؟ قليلة هي المجالات التي سيظل فيها البشر "أفضل" من الآلات. لقد قلت منذ فترة طويلة أن هذا هو السيناريو الأكثر احتمالية. ومع وصول أحدث جيل من نماذج اللغة الكبيرة، أصبحتُ الآن أكثر اقتناعًا من أي وقت مضى بأن هذه هي الطريقة التي ستسير بها الأمور.

لن تؤدي هذه الأدوات إلا إلى زيادة الذكاء البشري بشكل مؤقت. فهي ستجعلنا أكثر ذكاءً وكفاءة لبعض الوقت، وسوف تطلق العنان لكميات هائلة من النمو الاقتصادي، لكنها في

الأساس تحل محل العمالة. وسوف تقوم في نهاية المطاف بالعمل المعرفي بكفاءة أكبر وبتكلفة أقل من العديد من الأشخاص العاملين في الإدارة، وإدخال البيانات، وخدمة العملاء (بما في ذلك إجراء واستقبال المكالمات الهاتفية)، وكتابة رسائل البريد الإلكتروني، وصياغة الملخصات، وترجمة المستندات، وإنشاء المحتوى، وكتابة الإعلانات الترويجية، وما إلى ذلك. وفي مواجهة وفرة من البدائل ذات التكلفة المنخفضة للغاية، فإن أيام هذا النوع من "العمل اليدوي المعرفي" أصبحت معدودة.

لقد بدأنا الآن وحسب برؤية التأثير الذي توشك هذه الموجة الجديدة على إحداثه. تشير التحليلات الأولية لشات جي بي تي إلى أنه يعزز إنتاجية "المهنيين الحاصلين على تعليم جامعي متوسط المستوى" بنسبة ٤٠ في المائة في العديد من المهام. وهذا بدوره يمكن أن يؤثر في قرارات التوظيف: فقد قدَّرت دراسة أجرتها شركة ماكينزي أن أكثر من نصف جميع الوظائف يمكن أن تشهد أتمتة العديد من مهامها بواسطة الآلات في السنوات السبع المقبلة، في حين سيعمل اثنان وخمسون مليون أمريكي في وظائف ذات "تعرض متوسط للأتمتة" بحلول عام ٢٠٣٠.

يقدِّر الخبيران الاقتصاديان دارون عاصم أوغلو وباسكوال ريستريبو أن الروبوتات تتسبب في انخفاض أجور العمال المحليين. فمع كل روبوت إضافي مقابل ألف عامل، يحدث انخفاض في نسبة العمالة إلى السكان، وبالتالي انخفاض في الأجور. اليوم، تؤدي الخوارزميات الجزء الأكبر من تداولات الأسهم وتعمل بشكل متزايد عبر المؤسسات المالية، ومع ذلك، حتى مع ازدهار وول ستريت، فإنها تتخلص من الوظائف مع تدخُّل التكنولوجيا في المزيد والمزيد من المهام.

ويظل الكثيرون غير مقتنعين. يزعم خبراء اقتصاديون، مثل ديفيد أوتور، أن التكنولوجيا الجديدة تعمل على زيادة الدخول بشكل مستمر، حيث تؤدي إلى خلق الطلب على العمالة الجديدة. فالتكنولوجيا تجعل الشركات أكثر إنتاجية، وتدر المزيد من الأموال، التي تتدفق بعد ذلك عائدة إلى الاقتصاد. ببساطة، فإن الطلب لا يمكن إشباعه، وهذا الطلب، الذي

تغذيه الثروة التي أنتجتها التكنولوجيا، يؤدي إلى ظهور وظائف جديدة تتطلب عملًا بشريًا. ففي نهاية المطاف، على حد زعم المتشككين، فإن عشر سنوات من نجاح التعلم العميق لم تؤدِّ إلى انهيار كارثي في الوظائف بسبب الأتمتة. ويزعم البعض أن الإيمان بهذه المخاوف لم يكن سوى مجرد تكرار لأكذوبة "مقدار العمل الثابت" القديمة، التي تزعم على نحو خاطئ أنه لا يوجد سوى قدر محدد من العمل الذي يمكن القيام به. بدلًا من ذلك، يبدو المستقبل أشبه بمليارات من الأشخاص الذين يعملون في وظائف رفيعة المستوى بالكاد يتصورها العقل الآن.

وأنا أعتقد أن هذه الرؤية الوردية غير قابلة للتصديق على مدى العقدين المقبلين؛ فالأتمتة هي بلا شك مضخم آخر للهشاشة. فكما رأينا في الفصل ٤، فإن معدل تطور الذكاء الاصطناعي تجاوز المعدل المتضاعف بكثير، ولا يبدو أن هناك سقفًا واضحًا في الأفق. إن الآلات تحاكي بسرعة كل أنواع القدرات البشرية، من الرؤية إلى الكلام واللغة. وحتى من دون إحراز تقدم جوهري نحو "الفهم العميق"، فإن النماذج اللغوية الجديدة قادرة على قراءة وتركيب وتوليد نصوص شديدة الدقة ومفيدة للغاية. هناك حرفيًا مئات الوظائف التي تكون فيها هذه المهارة وحدها هي المطلب الأساسي، ومع ذلك، فما زال الذكاء الاصطناعي يَعِد بالكثير.

نعم، من المؤكد تقريبًا أن العديد من فئات الوظائف الجديدة ستنشأ في المستقبل. من كان يظن أن "المؤثر" سيصبح دورًا مطلوبًا للغاية؟ أو من تخيل أنه في عام ٢٠٢٣ سيعمل الناس كـ"مهندسي تلقين"؛ أي مبرمجين غير تقنيين لنماذج لغة كبيرة يتميزون بالبراعة في استصدار استجابات محددة؟ إن الطلب على المدلكين، وعازفي التشيلو، ورماة البيسبول لن يختفي. لكنني أرجح أن الوظائف الجديدة لن تتوفر بالأعداد أو الجداول الزمنية التي تساعد حقًا. سيظل عدد الأشخاص الذين يمكنهم الحصول على درجة الدكتوراة في التعلم الآلي صغيرًا مقارنة بحجم عمليات تسريح العمال. من المؤكد أن الطلب الجديد سيخلق أعمالًا جديدة، لكن هذا لا يعني أن كلها ستتطلب بشرًا لإنجازها.

علاوة على أن أسواق العمل تشهد أيضًا احتكاكات هائلة من حيث المهارات، والجغرافيا، والهوية. ضع في اعتبارك أنه خلال الفترة الأخيرة من تقليص النشاط الصناعي، لم يكن بوسع عامل الصلب في بيتسبيرج أو صانع السيارات في ديترويت أن يجمع أغراضه ببساطة وينتقل إلى منطقة أخرى ليحظى بإعادة التدريب في منتصف حياته المهنية ويحصل على وظيفة كتاجر مشتقات في نيويورك أو مستشار في مجال صناعة العلامات التجارية في سياتل أو معلم مدرسة في ميامي. إذا كان وادي السيليكون أو مدينة لندن يخلقان الكثير من فرص العمل الجديدة، فلن يساعد ذلك الأشخاص الموجودين على الجانب الآخر من البلاد إن لم تكن لديهم المهارات المناسبة أو لم يكونوا قادرين على الانتقال من مكان معيشتهم. وإذا كان إحساسك بذاتك مرتبطًا بنوع معين من العمل، فلن تجد عزاءً كبيرًا إذا شعرت بأن وظيفتك الجديدة تحط من كرامتك.

إن العمل بموجب عقد من دون ساعات عمل في أحد مراكز التوزيع لا يوفر الشعور بالفخر أو التضامن الاجتماعي الذي كان المرء يستمده من العمل لدى شركة تصنيع سيارات مزدهرة في ديترويت في الستينيات من القرن الماضي. لقد انخفض مؤشر جودة الوظائف في القطاع الخاص، وهو مقياس لعدد الوظائف التي توفر دخلًا أعلى من المتوسط، منذ عام ١٩٩٠؛ وهذا يشير إلى أن نسبة الوظائف ذات الأجر الجيد إلى إجمالي الوظائف قد بدأت بالانخفاض بالفعل.

لقد شهدت بلدان مثل الهند والفلبين طفرة هائلة نتيجة لتعهيد العمليات التجارية إلى مصادر خارجية، الأمر الذي أدى إلى خلق وظائف مرتفعة الأجر نسبيًا في أماكن مثل مراكز الاتصال. وهذا النوع من العمل بالتحديد هو الذي ستستهدفه الأتمتة. قد تنشأ فرص عمل جديدة على المدى الطويل، لكن بالنسبة للملايين من الناس، فإنها لن تأتي بالسرعة الكافية أو لن تأتي في الأماكن الصحيحة.

من ناحية أخرى فإن ركود الوظائف من شأنه أن يؤدي إلى انخفاض عائدات الضرائب، مما يضر بالخدمات العامة ويشكك في برامج الرعاية الاجتماعية في الوقت الذي تشتد فيه

الحاجة إليها. وحتى قبل أن يُقضى على الوظائف، ستكون الحكومات مرهقة، وتكافح من أجل الوفاء بجميع التزاماتها، وتمويل نفسها بشكل مستدام، وتقديم الخدمات التي اعتاد عامة الناس على تلقيها. علاوة على ذلك، فإن كل هذا الاضطراب سيحدث على مستوى العالم، وعلى أبعاد متعددة، مما يؤثر في كل درجات سلم التنمية من الاقتصادات الزراعية في المقام الأول إلى القطاعات القائمة على الخدمات المتقدمة. من لاجوس إلى لوس أنجلوس، سوف تخضع المسارات المؤدية إلى العمالة المستدامة لاضطرابات هائلة وسريعة التطور ولا يمكن التنبؤ بها.

حتى أولئك الذين لا يتوقعون العواقب الأشد خطورة للأتمتة ما زالوا يتقبلون أنها في طريقها إلى إحداث اضطرابات كبيرة على المدى المتوسط. أيًا كان الجانب الذي تنتمي إليه في النقاش حول الوظائف، من الصعب أن تنكر أن العواقب ستؤدي بشكل كبير إلى زعزعة استقرار مئات الملايين من الأشخاص الذين سيحتاجون، على أقل تقدير، إلى اكتساب مهارات جديدة والانتقال إلى أنواع جديدة من العمل. حتى السيناريوهات المتفائلة تنطوي على تداعيات سياسية مثيرة للقلق، بداية من ضعف الموارد المالية الحكومية، وصولًا إلى السكان الذين يعانون من البطالة المقنعة، وانعدام الأمن، والغضب.

وهذا يبشر بالمشكلات. ويشكل مصدر ضغط آخر في عالم مضغوط بالفعل.

إن اضطرابات سوق العمل، مثلها مثل وسائل التواصل الاجتماعي، تعمل على تضخيم الهشاشة. فهي تلحق الضرر بالدولة القومية وتقوّضها. وقد بدأت العلامات الأولى لهذا الأمر بالظهور، لكن كما هو الحال مع وسائل التواصل الاجتماعي في أواخر العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، ليس من الواضح تمامًا ما سيكون عليه الشكل والحجم المحدد لهذه العواقب. على أي حال، فإن مجرد كون التداعيات لم تتضح بعد، لا يعني أنها يمكن أن تزول بمجرد التمني.

إن مصادر الضغط الموضحة في هذا الفصل (وهي ليست شاملة بأي حال من الأحوال) -ألا وهي الأشكال الجديدة للهجوم والقابلية للاختراق، وتصنيع المعلومات المضللة، والأسلحة

المستقلة الفتاكة، والحوادث مثل التسريبات المعملية، وعواقب الأتمتة- جميعها مألوفة لدى العاملين في دوائر التكنولوجيا والسياسة والأمن. ومع ذلك، فغالبًا ما يُنظر إليها بمعزل عن غيرها. الشيء الذي يفوت على هذا التحليل هو أن كل هذه الضغوطات الجديدة المفروضة على مؤسساتنا تنبع من نفس الثورة الكامنة ذات الأغراض العامة. وكيف أنها ستصل كلها معًا، حيث تتقاطع الضغوطات المتزامنة، وتدعم وتعزز بعضها بعضًا. إن التضخيم الكامل للهشاشة يفوت على الكثيرين لأن هذه التأثيرات تبدو غالبًا وكأنها تحدث بشكل تدريجي وفي صوامع ملائمة. لكن الحال ليس كذلك. فهي تنبع من ظاهرة واحدة متماسكة ومترابطة تعلن عن نفسها بطرق مختلفة. إن الواقع أكثر تعقيدًا وتشابكًا ونموًا وفوضوية مما يمكن التعبير عنه في أي عرض تقديمي متسلسل. لقد تضخمت الهشاشة. وضعفت الدولة القومية.

لقد نجت بالفعل من نوبات عدم استقرار من قبل. لكن الأمر المختلف هنا هو أن الثورة ذات الأغراض العامة لا تقتصر على مجالات محددة، أو مشكلات معينة، أو قطاعات محددة بدقة. فهي، بحكم التعريف، في كل مكان. إن انخفاض تكاليف القوة، واتخاذ الإجراءات، لا يقتصر فقط على الجهات الفاعلة السيئة المارقة أو الشركات الناشئة الذكية والتطبيقات المنعزلة والمحدودة.

بل لقد أُعيد توزيع القوة وتعزيزها عبر المجتمع كله بكامل نطاقه. إن طبيعة الموجة القادمة متعددة الاستخدامات تمامًا، وهذا يعني أنها موجودة على كل مستوى، وفي كل قطاع، وكل عمل تجاري، أو ثقافة فرعية، أو مجموعة، أو بيروقراطية، في كل ركن من أركان عالمنا. إنها تنتج تريليونات الدولارات من القيمة الاقتصادية الجديدة بينما تدمر أيضًا بعض مصادر الثروة الحالية. فهي تعمل على تمكين بعض الأفراد بدرجة كبيرة؛ بينما يخسر البعض الآخر كل شيء. وعلى الصعيد العسكري، فهي تعمل على تمكين بعض الدول القومية والميليشيات على حد سواء. فالأمر لا يقتصر إذن على تضخيم نقاط هشاشة معينة؛ بل إنه يتعلق، على المدى الأطول قليلًا، بالتحول الجذري في الأسس التي يُبنى عليها المجتمع. وفي خضم هذه العملية الكبرى لإعادة توزيع القوة، تهتز الدولة -التي كانت

هشة بالفعل وتزداد هشاشة يومًا بعد يوم- حتى النخاع، وتصبح صفقتها الكبرى ممزقة وغير مستقرة.

الفصل ١١

مستقبل الأمم

الرِّكاب

للوهلة الأولى، قد لا تبدو الركائب ثورية إلى هذه الدرجة. فهي في نهاية المطاف مثلثات بدائية إلى حد كبير مصنوعة من المعدن ومتصلة بأشرطة جلدية وسرج حصان. لكن انظر عن كثب قليلًا، وستظهر لك صورة أخرى.

قبل الرِّكاب، كان تأثير سلاح الفرسان في ساحة المعركة محدودًا إلى درجة مثيرة للدهشة. كان من الممكن لحائط دفاعي من الدروع المتلاصقة جيدة التنظيم أن يصد هجومًا تشنه الأحصنة. فنظرًا لأن الفرسان لم يكونوا مثبَّتين بخيولهم، فقد كانوا عرضة للخطر. كان بإمكان المشاة المسلحين بالرماح الطويلة والدروع الكبيرة والواقفين في خطوط مرسومة بإحكام أن يوقعوا حتى أثقل الفرسان من على خيولهم. ونتيجة لذلك، كانت وظيفة حصانك الأساسية هي نقلك إلى ساحة المعركة.

وقد أحدث الرِّكاب ثورة في كل ذلك. فقد ثبَّت الرمح والراكب على ظهر الحيوان المنقض، مما جعلهم وحدة واحدة. وأصبحت القوة الكاملة للرمح الآن هي القوة الموحدة للحصان والفارس. لم يعد ضرب الدرع يعني سقوطك؛ بل يعني أنك حطمت الدرع والشخص الذي يحمله. وفجأة، أصبح الركض بأقصى سرعة، ورفع الرماح، والركاب الثابتون، وهجمة الفرسان الشديدة، تكتيكًا صادمًا للغاية. فقد كان بوسعه كسر حتى أقوى خطوط المشاة.

أدى هذا الابتكار الصغير إلى قلب ميزان القوى لصالح الهجوم. فبعد وقت قصير من إدخال الرِّكاب إلى أوروبا، رأى شارل مارتيل، زعيم الفرنجة، إمكاناته. ومن خلال استخدامه بأثر

مدمر، هزم المسلمين وطردهم من فرنسا. لكن إدخال وحدات سلاح الفرسان الثقيلة هذه استلزم تغييرات داعمة هائلة في المجتمع الفرنجي. كانت الخيول جائعة ومكلفة. وتطلب سلاح الفرسان الثقيل سنوات طويلة من التدريب. واستجابة لذلك، صادر مارتيل وورثته أراضي الكنيسة واستخدموها لتنشئة نخبة من المحاربين. وسمحت لهم ثروتهم الجديدة بصيانة الخيول، وحررتهم ليتفرغوا للتدريب، وربطتهم بالمملكة، ووفرت لهم فيما بعد أموالًا لشراء الدروع. وفي مقابل ثروتهم ومكانتهم الجديدة، وعدت تلك النخبة بحمل السلاح والقتال من أجل الملك. وانعقدت صفقة كبرى أخرى.

وبمرور الوقت، تحول هذا الاتفاق المرتجل إلى نظام إقطاعي متطور، يتضمن شبكات من الالتزامات تجاه الأسياد الإقطاعيين وطبقة هائلة من الأقنان المستعبدين. كان هذا عالمًا من الضيعات والألقاب، وبطولات المبارزة والتدريب المهني، والحدادين والحرفيين، والدروع والقلاع، وثقافة واعية بذاتها تزخر بصور شعارات النبالة والقصص الرومانسية عن شجاعة الفرسان. وأصبح هذا هو الشكل السياسي السائد في فترة العصور الوسطى بأكملها.

كان الرِّكاب ابتكارًا بسيطًا في ظاهره. لكنه جاء مصحوبًا بثورة اجتماعية غيرت حياة مئات الملايين من البشر. وأصبح نظام السياسة والاقتصاد والحرب والثقافة الذي شكل الحياة الأوروبية لما يقرب من ألف عام يرتكز جزئيًا على تلك المثلثات المعدنية الصغيرة. إن قصة الرِّكاب والإقطاع تسلط الضوء على حقيقة مهمة: ألا وهي أن التقنيات الجديدة تساعد في إنشاء مراكز جديدة للقوة تتمتع ببنية تحتية اجتماعية جديدة تعمل على تمكينها ودعمها على حد سواء. لقد رأينا في الفصل السابق كيف تضيف هذه العملية اليوم إلى سلسلة من التحديات المباشرة التي تواجه الدولة القومية. لكن على المدى الأبعد، فإن العواقب المترتبة على انخفاض تكاليف الطاقة هي زلازل تكتونية وسياسية وتكنولوجية تهز الأرض الصلبة التي تقف عليها الدولة.

في حين أن التغييرات الصغيرة في التكنولوجيا يمكن أن تغير توازن القوى بشكل جوهري، فإن محاولة التنبؤ الدقيق بكيفية حدوث ذلك، بعد عقود من الزمن، تُعد أمرًا صعبًا للغاية. فالتقنيات المتسارعة تعمل على تضخيم قوة كل شخص وكل شيء. مما يؤدي إلى خلق اتجاهات متناقضة في ظاهرها. حيث تتسم القوة بأنها مركزة ومشتتة في آن واحد. ويتعرض شاغلو المناصب للتعزيز والإضعاف في آن واحد. وتكون الدول القومية أكثر هشاشة وفي ذات الوقت أكثر عرضة لخطر الانزلاق إلى إساءة استخدام القوة المطلقة.

تذكَّر أن الوصول المتزايد إلى القوة يعني تضخيم قوة الجميع. وفي العقود المقبلة سوف تتكرر الأنماط التاريخية مرة أخرى، وستتشكل مراكز جديدة، وتتطور البنى الأساسية الجديدة، وتظهر أشكال جديدة من الحوكمة والتنظيم الاجتماعي. وفي نفس الوقت، ستشهد مواضع القوة الحالية تضخيمًا بطرق لا يمكن التنبؤ بها. في بعض الأحيان، عندما يقرأ المرء عن التكنولوجيا، ينتابه شعور قوي بأنها ستقضي على كل ما ظهر من قبل، وأن أيًا من الشركات أو المؤسسات القديمة لن تتمكن من النجاة من هذه العاصفة. لا أعتقد أن هذا صحيح؛ فبعضها سيُقضى عليه، لكن الكثير منها سيحصل على التعزيز. يمكن للتلفزيون أن يبث الثورة، لكن يمكنه أيضًا أن يساعد في محوها. ويمكن للتقنيات أن تعمل على تعزيز الهياكل الاجتماعية والتسلسلات الهرمية وأنظمة التحكم، كما يمكنها أيضًا أن تقلبها رأسًا على عقب.

وفي ظل الاضطرابات الناجمة عن ذلك، ومن دون تحول كبير في التركيز، ستواجه العديد من الدول الديمقراطية المنفتحة اضمحلالًا مطردًا لأسسها المؤسسية، وتضاؤلًا لشرعيتها وسلطتها. إنها الديناميكية الدائرية لانتشار التكنولوجيا وتحول القوة، مما يقوّض الأسس، ويُضعف القدرة على كبح جماح التكنولوجيا، وبالتالي يؤدي إلى مزيد من الانتشار. وفي الوقت نفسه، تحصل الدول الاستبدادية على ترسانة جديدة قوية من أسلحة القمع.

سوف تخضع الدولة القومية لقوى طرد مركزي وقوى جذب مركزي هائلة، علاوة على التركيز والتجزئة. إنه طريق سريع نحو الفوضى، مما يدعو إلى التساؤل عمن يتخذ

القرارات وكيف؛ وعن كيفية تنفيذ هذه القرارات، وبواسطة من، ومتى، وأين، مما يؤدي إلى الضغط على تلك التوازنات والتسويات الهشة ودفعها نحو نقطة الانهيار. وهذه الوصفة للاضطراب ستؤدي إلى خلق تركيزات وتجزئات ملحمية جديدة للقوة، وتفتيت الدولة من الأعلى والأسفل. مما يلقي في نهاية المطاف ظلالًا من الشك على قدرة بعض الدول على البقاء بشكل عام.

وعالم "ما بعد السيادة" غير القابل للحكم هذا، على حد تعبير العالمة السياسية ويندي براون، سوف يذهب إلى ما هو أبعد من مجرد الشعور بالهشاشة على المدى القريب؛ بل سيكون بالأحرى اتجاهًا شاملًا طويل الأمد نحو حالة من عدم الاستقرار العميق تمتد على مدى عقود من الزمن. وستكون النتيجة الأولى هي تركيزات جديدة هائلة للقوة والثروة تؤدي إلى إعادة تنظيم المجتمع.

التركيزات:
العائدات المركبة على الذكاء

من مغول منغوليا إلى مغول الهند، وعلى مدى أكثر من ألف عام، كانت القوة العظمى في آسيا هي الإمبراطورية التقليدية. وبحلول عام ١٨٠٠ كان ذلك قد تغير. حيث أصبحت القوة العظمى في يد شركة خاصة، يملكها عدد صغير نسبيًا من المساهمين، وتديرها حفنة من المحاسبين والمديرين المُغبَّرين الذين يعملون من داخل مبنى لا يزيد عرضه على خمس نوافذ في مدينة تقع على بُعد آلاف الأميال.

في مطلع القرن التاسع عشر، أصبحت شركة الهند الشرقية البريطانية تسيطر على مساحات شاسعة من شبه القارة الهندية. لقد حكمت من الأراضي والناس أكثر مما كان موجودًا في أوروبا بأكملها، وكانت تجمع الضرائب وتضع القوانين. وكانت تتولى قيادة جيش نظامي مدرب جيدًا يتألف من ٢٠٠٠٠٠ رجل، أي ضعف حجم الجيش البريطاني في

بريطانيا نفسها، وتدير أكبر أسطول تجاري في العالم. وكانت قوتها التسليحية الجماعية أكبر من قوة أي دولة في آسيا. وكانت علاقاتها التجارية العالمية أساسية في كل شيء، بدءًا من تأسيس هونج كونج وحتى حفل شاي بوسطن. وكانت جماركها ورسومها وأرباحها بالغة الأهمية بالنسبة للاقتصاد البريطاني؛ حيث كان ما لا يقل عن نصف التجارة الخارجية لبريطانيا في ذلك الوقت يمر عبر الشركة.

من الواضح أن هذه لم تكن شركة عادية. في الحقيقة، كانت نوعًا من الإمبراطورية. من الصعب تصور شركة مثل هذه بالمصطلحات الحديثة. ونحن لا نتجه تمامًا نحو نسخة ثانية من شركة الهند الشرقية الاستعمارية الجديدة. لكنني أعتقد أنه يتعين علينا أن نواجه الحجم والتأثير الهائلين اللذين تتمتع بهما بعض مجالس الإدارة، ليس فقط على التحفيزات الخفية وهياكل الاختيار التي تشكل الثقافة والسياسة اليوم، لكن الأهم من ذلك، على الوضع الذي يمكن أن يؤدي إليه هذا في العقود المقبلة. إنها إمبراطوريات من نوع ما، ومع الموجة القادمة، فإن حجمها وتأثيرها وقدرتها ستتوسع حتمًا بشكل جذري.

يميل الناس غالبًا إلى قياس التقدم في الذكاء الاصطناعي من خلال مقارنته بمدى قدرة الفرد من البشر على أداء مهمة معينة. يتحدث الباحثون عن تحقيق أداء فوق طاقة البشر في ترجمة اللغات، أو في مهام العالم الحقيقي مثل القيادة. لكن ما يغيب عنهم هو أن أقوى القوى في العالم هي في الواقع مجموعات من الأفراد الذين ينسقون تحركاتهم لتحقيق أهداف مشتركة. فالمؤسسات أيضًا هي نوع من الذكاء. الشركات، والجيوش، والأنظمة البيروقراطية، وحتى الأسواق؛ إنها كلها ذكاءات اصطناعية، تتجمع وتعالج كميات هائلة من البيانات، وتنظم نفسها حول أهداف محددة، وتبني آليات للتحسن المستمر في تحقيق تلك الأهداف. الحقيقة أن الذكاء الآلي يشبه النظام البيروقراطي الضخم أكثر كثيرًا مما يشبه العقل البشري. عندما نتحدث عن شيء مثل التأثير الهائل للذكاء الاصطناعي على العالم، يجدر بنا أن نأخذ في الاعتبار مدى سعة نطاق أنظمة الذكاء الاصطناعي قديمة الطراز هذه.

ماذا يحدث عندما يصبح من الممكن إنجاز العديد من المهام، أو ربما أغلب المهام، المطلوبة لتشغيل شركة أو إدارة حكومية بكفاءة أكبر بواسطة الآلات؟ من المستفيد الأول من هذه الديناميكيات، وماذا سيفعل على الأرجح بهذه القوة الجديدة؟

لقد أصبحنا بالفعل في عصر تُقدَّر فيه قيمة الشركات العملاقة بتريليونات الدولارات، وتملك أصولًا أكبر، بكل معنى الكلمة، من تلك التي تملكها دول بأكملها. خذ على سبيل المثال شركة أبل. لقد أنتجت واحدًا من أجمل المنتجات وأكثرها تأثيرًا واستخدامًا على نطاق واسع في تاريخ جنسنا البشري. إن هاتف آيفون عبقري. وبفضل استخدام أكثر من ١.٢ مليار شخص حول العالم لمنتجها، جمعت الشركة مكافآت كبيرة مستحقة جراء نجاحها: ففي عام ٢٠٢٢، قُدرت قيمة شركة أبل بأكثر من قيمة جميع الشركات المدرجة في بورصة FTSE 100 في المملكة المتحدة مجتمعة. ومع ما يقرب من ٢٠٠ مليار دولار نقدًا واستثمارات في البنك، علاوة على جمهور مفتون محصور إلى حد كبير في منظومتها، تبدو شركة أبل في وضع جيد للاستفادة من هذه الموجة الجديدة.

وبالمثل، دُمج نطاق واسع من الخدمات، من قطاعات مختلفة للغاية، وعبر أجزاء كبيرة من الكوكب، في شركة واحدة، ألا وهي جوجل: رسم الخرائط وتحديد المواقع، والمراجعات وقوائم الأعمال، والإعلانات، وبث الفيديو، والأدوات المكتبية، والتقويمات، والبريد الإلكتروني، وتخزين الصور، ومؤتمرات الفيديو، وما إلى ذلك. إن شركات التكنولوجيا الكبرى توفر الأدوات اللازمة لكل شيء بدءًا من تنظيم أعياد الميلاد وحتى إدارة الشركات التي تبلغ قيمتها ملايين الدولارات. والمؤسسات الوحيدة المماثلة التي تؤثر بعمق في حياة الكثيرين هي الحكومات الوطنية. فلنسمِّها "الجوجلة": أي مجموعة من الخدمات التي تُقدَّم بالمجان أو بتكاليف منخفضة وتؤدي إلى نجاح كيانات منفردة في التمكين الوظيفي لقطاعات ضخمة من الاقتصاد والخبرة البشرية.

للتعرف على هذه التركيزات، لنأخذ في الاعتبار أن إجمالي إيرادات الشركات المدرجة في قائمة فورتشن Global 500 يبلغ بالفعل ٤٤ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي.

إن إجمالي أرباحها أكبر من جميع الناتج المحلي الإجمالي السنوي إذا استثنينا الدول الستة الأولى. وتسيطر الشركات بالفعل على أكبر مجموعات من معالجات الذكاء الاصطناعي، وأفضل النماذج، والحواسيب الكمية الأكثر تقدمًا، والأغلبية الساحقة من قدرات علم الروبوتات والملكية الفكرية. على عكس الصواريخ والأقمار الصناعية والإنترنت، فإن الصدارة في هذه الموجة ستكون للشركات، وليس للمؤسسات الحكومية أو المختبرات الأكاديمية. وعند تسريع هذه العملية بالجيل القادم من التكنولوجيا، لن يبدو مستقبل مركزية الشركات غير عادي إلى هذا الحد.

لقد ظهر بالفعل تأثير "النجم البارز" الواضح والمتسارع، حيث يحصل اللاعبون الأساسيون على حصص أكبر من الكعكة. تمتلك أكبر خمسين مدينة في العالم نصيب الأسد من الثروة والنفوذ المؤسسي (٤٥ في المائة من مقارّ الشركات الكبرى؛ و٢١ في المائة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي) على الرغم من أنها لا تضم سوى ٨ في المائة من سكان العالم. وتحصل أعلى ١٠ في المائة من الشركات العالمية على ٨٠ في المائة من إجمالي الأرباح. ونتوقع أن تغذي الموجة القادمة هذه الصورة، فتنتج نجومًا بارزين أكثر ثراءً ونجاحًا؛ سواء في المناطق، أو قطاعات الأعمال، أو الشركات، أو مجموعات البحث.

أعتقد أننا سنرى مجموعة من الشركات الخاصة تنمو بما يتجاوز حجم ونطاق العديد من الدول القومية. فلنتأمل هنا التأثير الضخم الذي تتمتع به إمبراطورية مؤسسية مترامية الأطراف مثل مجموعة سامسونج في كوريا الجنوبية. لقد تأسست كمتجر للمكرونة منذ ما يقرب من قرن من الزمان، ثم أصبحت مجموعة كبرى بعد الحرب الكورية. ومع تسارع النمو الكوري في الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، كانت سامسونج في قلب هذا النمو، لا باعتبارها قوة تصنيعية متنوعة فحسب، بل باعتبارها لاعبًا رئيسيًا في مجال الأعمال المصرفية والتأمين. لقد كانت المعجزة الاقتصادية الكورية معجزة مدعومة من سامسونج. وعند هذه النقطة كانت سامسونج هي "التشيبول" الرائدة، وهو الاسم الذي يُطلق على مجموعة صغيرة من الشركات الضخمة التي تهيمن على البلاد.

تُعد الهواتف الذكية وأشباه الموصلات والتلفزيونات من تخصصات شركة سامسونج. لكن الأمر كذلك بالنسبة للتأمين على الحياة، وتشغيل العبَّارات، والمتنزهات الترفيهية. وتدر الوظائف في سامسونج راتبًا كبيرًا. حيث تمثل إيرادات مجموعة سامسونج ما يصل إلى ٢٠ في المائة من الاقتصاد الكوري. بالنسبة للكوريين اليوم، أصبحت سامسونج تقريبًا بمثابة حكومة موازية، فهي ذات حضور دائم طوال حياة الناس. ونظرًا للشبكة الكثيفة من المصالح والفضائح المستمرة التي تلاحق الشركات والحكومات، أصبح توازن القوى بين الدولة والشركة محفوفًا بالمخاطر وغامضًا.

تُعتبر سامسونج وكوريا من الكيانات المتطرفة، لكن ربما ليس لفترة أطول. فنظرًا لنطاق القدرات المركزة، فإن الأمور التي تختص بها الحكومات اليوم، مثل التعليم والدفاع، وربما حتى العملة أو إنفاذ القانون، يمكن أن تتوفر من خلال هذا الجيل الجديد من الشركات. على سبيل المثال، يعالج نظام حل النزاعات الخاص بشركتي إيباي وباي بال بالفعل حوالي ستين مليون خلاف سنويًا، أي ثلاثة أضعاف ما يحله النظام القانوني الأمريكي بأكمله. وتتم تسوية تسعين في المائة من هذه النزاعات باستخدام التكنولوجيا وحدها. ولا زالت التكنولوجيا تعدنا بالمزيد.

لقد خلقت التكنولوجيا بالفعل إمبراطوريات حديثة، من نوع ما. وتعمل الموجة القادمة على تسريع هذا الاتجاه بشدة، مما يضع قوة وثروات هائلة في أيدي أولئك الذين ينشئونها ويسيطرون عليها. سوف تدخل مصالح خاصة جديدة إلى المساحات التي أخلتها الحكومات المنهكة والمتوترة. ولن تُنفذ هذه العملية بقوة السلاح، كما حدث مع شركة الهند الشرقية، لكنها ستؤدي، تمامًا مثل شركة الهند الشرقية، إلى إنشاء شركات خاصة تتمتع بحجم الحكومات ونفوذها وقوتها. وسوف تشهد تلك الشركات مكاسب هائلة، نظرًا لتمتعها بالأموال والخبرة والتوزيع الذي يتيح لها الاستفادة من الموجة القادمة، وتعزيز ذكائها بشكل كبير وزيادة نفوذها في الوقت نفسه.

في الموجة السابقة، تحولت الأشياء من مادية إلى إلكترونية؛ وأصبحت السلع خدمات. فلم يعد أحد يشتري برامج أو موسيقى على أقراص مضغوطة بعد الآن؛ بل أصبحت تُبث. أنت تتوقع وحسب أن تحصل على برامج الحماية من الفيروسات وبرامج الأمان كمنتج ثانوي لاستخدام جوجل أو أبل. إن المنتجات تنكسر، وتصبح بالية. لكن الخدمات ليست كذلك. فهي سلسة وسهلة الاستخدام. ومن جانبها، تتطلع الشركات إلى اشتراكك في منظوماتها البرمجية؛ فالمدفوعات المنتظمة مغرية. إن جميع منصات التكنولوجيا الكبيرة إما أن تكون شركات خدمية في الأساس وإما أنها تمتلك مشروعات خدمية كبيرة جدًا. تمتلك شركة أبل آب ستور، على الرغم من أنها تبيع الأجهزة في المقام الأول، كما توفر أمازون، رغم عملها كأكبر بائع تجزئة للسلع المادية في العالم، خدمات التجارة الإلكترونية للتجار والبث التلفزيوني للأفراد، وتستضيف جزءًا كبيرًا من الإنترنت على عرضها السحابي، "خدمات أمازون ويب".

في كل مكان تنظر إليه، تعمل التكنولوجيا على تسريع عملية التخلص من الطابع المادي، مما يقلل من التعقيد بالنسبة للمستهلك النهائي من خلال توفير خدمات الاستهلاك المستمرة بدلًا من المنتجات التقليدية التي يشتريها المستهلك مرة واحدة. وسواء تعلق الأمر بخدمات مثل أوبر، ودور داش، وإير بي إن بي، أو بمنصات النشر المفتوحة مثل إنستجرام وتيك توك، فإن الشركات الكبرى لا تتجه نحو المشاركة في السوق، بل نحو كونها هي السوق، ولا تتجه نحو تصنيع المنتج، بل نحو تشغيل الخدمة. والسؤال المطروح الآن هو: ما الذي يمكن تحويله بعد إلى خدمة، ودمجه في مجموعة الخدمات الحالية لشركة كبرى أخرى؟

في غضون عقود قليلة، أتوقع أن تبدو معظم المنتجات المادية في شكل خدمات. إن الإنتاج والتوزيع بتكلفة حدية صفرية سيجعل ذلك ممكنًا. وسيصبح الانتقال إلى السحابة شاملًا، وما سيحفز هذا الاتجاه هو هيمنة البرمجيات ذات التعليمات البرمجية القليلة وتلك التي لا تحتاج إلى تعليمات برمجية على الإطلاق، ونهضة التصنيع الحيوي، وازدهار الطباعة ثلاثية الأبعاد. عندما تجمع كل جوانب الموجة القادمة معًا، بدءًا من التصميم

والإدارة والقدرات اللوجستية للذكاء الاصطناعي، ومرورًا بنمذجة التفاعلات الكيميائية التي تتيحها الحوسبة الكمومية، ووصولًا إلى قدرات التجميع الدقيقة لعلم الروبوتات، ستحصل على ثورة شاملة في طبيعة الإنتاج.

يمكن للأطعمة والأدوية والمنتجات المنزلية، وفي الواقع أي شيء تقريبًا، أن يكون مطبوعًا بطريقة ثلاثية الأبعاد، أو منتجًا بطريقة حيوية، أو مصنوعًا باستخدام تصنيع دقيق ذريًا بالقرب من موقع الاستخدام أو فيه، ومحكومًا بأنظمة ذكاء اصطناعي متطورة تعمل بسلاسة مع العملاء باستخدام لغة طبيعية. كل ما عليك هو شراء رمز التنفيذ والسماح للذكاء الاصطناعي أو الروبوت بالقيام بالمهمة أو إنشاء المنتج. نعم، إن هذا السيناريو يغض الطرف عن قدر هائل من التعقيد المادي، ونعم، بيننا وبينه طريق طويل. لكن إذا نظرنا عن بُعد، سيتضح أن هذا السيناريو معقول تمامًا. حتى لو لم تكن مقتنعًا بهذه الحجة بأكملها، فمن الواضح أنه من المستحيل ألا تؤدي هذه القوى إلى خلق تغييرات كبيرة وتركيزات جديدة للقيمة عبر سلسلة التوريد الاقتصادية العالمية.

إن تلبية الطلب على الخدمات الرخيصة والسلسة تتطلب عادة حجمًا هائلًا (استثمارات ضخمة مدفوعة سلفًا في الرقائق، والبشر، والأمن، والابتكار)، وهو ما يعزز المركزية ويعجل بها. في هذا السيناريو، لن يكون هناك سوى عدد قليل من اللاعبين الكبار الذين سيبدأ حجمهم وقوتهم بمنافسة الدول التقليدية. علاوة على ذلك، قد يكون أصحاب أفضل الأنظمة قادرين على إنشاء ميزة تنافسية هائلة. وتلك الشركات المركزية الضخمة التي ذكرتها للتو والتي تميز الموجة القادمة؟ من المرجح أن ينتهي بها الحال إلى أن تصبح أكبر حجمًا وأكثر ثراءً وأكثر رسوخًا من الشركات في الماضي.

وكلما نجحت تلك الأنظمة في تعميم نفسها عبر قطاع تلو الآخر، زاد تركيز القوة والثروة في أيدي أصحابها. أما تلك الشركات التي تتمتع بالموارد اللازمة لابتكار أو تبني تقنيات جديدة بشكل أسرع -تلك القادرة على اجتياز اختبار تورينج الحديث الذي وضعتُه، على سبيل المثال- فسوف تستمتع بعوائد سريعة التضاعف. حيث تتمتع أنظمتها بمزيد من

البيانات و"خبرة العمل في بيئات حقيقية"، وبالتالي تعمل بشكل أفضل وتتعمم بشكل أسرع، وتحتفظ بالميزة، وتجذب أفضل المواهب لبناء هذه الشركات. ويصبح من الممكن حدوث "فجوة ذكاء" لا يمكن ردمها. فإذا تقدمت مؤسسة واحدة بما فيه الكفاية، فقد تصبح مصدرًا لتوليد الدخل وفي نهاية المطاف مركزًا للقوة لا مثيل له. وإذا امتدت هذه العملية إلى شيء مثل الذكاء الاصطناعي العام الكامل أو التفوق الكمي، فقد تجعل الأمور صعبة للغاية بالنسبة لحديثي العهد في المجال أو للحكومات في واقع الأمر.

مهما كانت نقطة النهاية، فإننا نتجه إلى مكان تتوفر فيه قوى وقدرات غير مسبوقة، في أيدي جهات فاعلة قوية بالفعل لن تتورع عن استخدامها لتوسيع نطاق وصولها وتعزيز أجندتها الخاصة.

وسوف تعمل هذه التركيزات على تمكين الشركات العملاقة المؤتمتة من تحويل القيمة بعيدًا عن رأس المال البشري -العمل- ونحو رأس المال الخام. وإذا جمعنا كل جوانب عدم المساواة الناجمة عن التركيز، فسيؤدي بنا ذلك إلى تسارع عظيم آخر وتعميق بنيوي للصدع القائم. لا عجب إذن أن يكون هناك حديث دائر عن الإقطاع الجديد أو الإقطاع التكنولوجي؛ باعتباره تحديًا مباشرًا للنظام الاجتماعي، مبنيًا هذه المرة على شيء يتجاوز حدود الرِّكاب.

باختصار، فإن العائدات على الذكاء سوف تتضاعف بشكل متسارع. وسوف يحقق عدد قليل مختار من أنظمة الذكاء الاصطناعي التي اعتدنا أن نطلق عليها اسم المؤسسات استفادة كبيرة من التركيز الجديد للقدرات؛ ربما أكبر تركيز من نوعه حتى الآن. إن استخلاص جوهر ما جعل جنسنا البشري ناجحًا إلى هذا الحد وإعادة تشكيله في هيئة أدوات يمكن إعادة استخدامها وإعادة تطبيقها مرارًا وتكرارًا، في عدد لا يحصى من البيئات المختلفة، يمثل جائزة عظيمة، ستسعى الشركات والأنظمة البيروقراطية بمختلف أنواعها إلى الوصول إليها واستخدامها. ستبقى كيفية حكم هذه الكيانات، وكيفية احتكاكها

بالدولة، واستيلائها عليها، وإعادة هندستها، سؤالًا مطروحًا. لكن يبدو من المؤكد أنها ستتحداها.

لكن عواقب التركيزات الأكبر للقوة لا تنتهي عند الشركات.

المراقبة:
القوة الدافعة للأنظمة الاستبدادية

عند مقارنتها بالشركات العملاقة، تبدو الحكومات بطيئة، ومغرورة، وبعيدة عن الشعب. وربما نميل إلى الاستخفاف بها باعتبارها ذاهبة إلى مزبلة التاريخ. ومع ذلك، فإن رد الفعل الحتمي الآخر من جانب الدول القومية سيكون استخدام أدوات الموجة القادمة لإحكام قبضتها على القوة، والاستفادة الكاملة منها لترسيخ هيمنتها.

في القرن العشرين، أرادت الأنظمة الشمولية اقتصادات مخططة، وسكانًا مطيعين، ومنظومات معلوماتية خاضعة للسيطرة. لقد أرادت الهيمنة الكاملة. كان كل جانب من جوانب الحياة يخضع للإدارة. وكانت الخطط الخمسية تحدد كل شيء، بدءًا من عدد الأفلام ومحتواها إلى مكاييل القمح المتوقعة من حقل معين. كان المخططون الحداثيون الكبار يأملون في إنشاء مدن نقية ذات نظام وسلاسة صارمين. وقد حافظ جهاز الأمن الذي كان يقظًا دائمًا ولا يرحم على استقرار كل شيء. وتركزت القوة في يد قائد أعلى واحد، قادر على مراقبة الصورة بأكملها والتصرف بشكل حاسم. فكر في العمل الجماعي السوفييتي، وخطط ستالين الخمسية، والصين في عهد ماو، ووزارة أمن الدولة في ألمانيا الشرقية. هذه هي الحكومة التي تشكل كابوس المدينة الفاسدة.

وحتى الآن على الأقل، آلت الأمور دائمًا مآلًا كارثيًا. فعلى الرغم من الجهود الحثيثة التي بذلها الثوريون والبيروقراطيون على حد سواء، لم يكن من الممكن إعادة تشكيل المجتمع؛ لم يكن المجتمع "مفهومًا" للدولة بشكل كامل قط، بل كان واقعًا فوضويًا غير قابل للحكم

ولا يتوافق مع أحلام المركز النقية. إن البشر متنوعون للغاية، ومندفعون للغاية بحيث لا يمكن حصارهم هكذا. في الماضي، لم تكن الأدوات المتاحة للحكومات الشمولية ببساطة كافية للمهمة. لذا فقد فشلت تلك الحكومات؛ فشلت في تحسين نوعية الحياة، أو انهارت في نهاية المطاف أو أعادت تشكيل نفسها. لم يكن التركيز المفرط أمرًا غير مرغوب فيه تمامًا وحسب؛ بل كان مستحيلًا من الناحية العملية.

لكن ثمة احتمالًا مزعجًا بأن تتسبب الموجة القادمة في تغيير ذلك. فبدلًا من المسار السابق، يمكنها أن تؤدي إلى دفعة من القوة والسيطرة المركزية التي من شأنها أن تحوِّل مهمات الدولة إلى صورة قمعية مشوهة من غرضها الأصلي. فهي تشكل قوة دافعة للأنظمة الاستبدادية وللمنافسة بين القوى العظمى على حد سواء. إن القدرة على جمع البيانات وتسخيرها بحجم ودقة غير عاديين؛ وإنشاء أنظمة مراقبة وسيطرة تمتد عبر الأراضي، وتتفاعل في الوقت الفعلي؛ أو بعبارة أخرى، وضع أقوى مجموعة من التقنيات في التاريخ تحت قيادة هيئة واحدة، من شأنه أن يعيد كتابة حدود قوة الدولة على نحو شامل تمامًا إلى الحد الذي قد يؤدي إلى إنتاج نوع جديد كليًا من الكيانات.

إن سماعاتك الذكية توقظك. فتتجه على الفور نحو هاتفك وتتحقق من رسائل البريد الإلكتروني الخاصة بك. وتخبرك ساعتك الذكية أنك حصلت على نوم طبيعي أثناء الليل وأن معدل ضربات قلبك طبيعي هذا الصباح. ثمة مؤسسة بعيدة تعرف بالفعل، من الناحية النظرية، الوقت الذي تستيقظ فيه، وكيف تشعر، وما الذي تنظر إليه. ثم تغادر منزلك وتتوجه إلى مكتبك، وأثناء ذلك يتتبع هاتفك تحركاتك، ويسجل ضغطات المفاتيح على رسائلك النصية والبودكاست الذي تستمع إليه. وفي الطريق، وعلى مدار اليوم، تلتقط كاميرات المراقبة صورتك مئات المرات. ففي نهاية المطاف، يوجد في هذه المدينة كاميرا واحدة على الأقل لكل عشرة أشخاص، وربما أكثر من ذلك بكثير. وعندما تدخل إلى المكتب، يسجل النظام وقت دخولك. ويرصد البرنامج المثبت على حاسوبك إنتاجيتك بدقة تصل إلى حد رصد حركات عينيك.

وفي طريقك إلى المنزل تتوقف لشراء العشاء. فيعمل نظام الولاء الخاص بالسوبر ماركت على تتبع مشترياتك. وبعد تناول الطعام، تندمج في مشاهدة عدة حلقات من مسلسل تلفزيوني آخر؛ وتُسجَّل عادات المشاهدة الخاصة بك على النحو الواجب. كل نظرة، كل رسالة مستعجلة، كل نصف فكرة مسجلة في متصفح مفتوح أو بحث عابر، كل خطوة عبر شوارع المدينة الصاخبة، كل نبضة قلب ونوم سيئ في الليل، كل عملية شراء أجريتها أو تراجعت عنها؛ كلها تخضع للتسجيل والمراقبة والجدولة. وهذه مجرد شريحة صغيرة من البيانات المحتملة التي تُجمع كل يوم، ليس فقط في العمل أو عبر الهاتف، لكن في عيادة الطبيب أو في صالة الألعاب الرياضية. إن كل تفاصيل حياتك تقريبًا تخضع للتسجيل، في مكان ما، بواسطة أولئك الذين لديهم الخبرة اللازمة لمعالجة البيانات التي يجمعونها والتصرف بناءً عليها. وهذه ليست مدينة فاسدة بعيدة المنال. فأنا أصف الواقع اليومي للملايين في مدينة مثل لندن.

والخطوة الوحيدة المتبقية هي جمع قواعد البيانات المتباينة هذه معًا في نظام واحد متكامل: جهاز مراقبة مثالي للقرن الحادي والعشرين. والمثال البارز هنا بطبيعة الحال هو الصين. وهذا ليس خبرًا جديدًا، لكن ما أصبح واضحًا هو مدى تقدم برنامج الحزب وطموحه، ناهيك عما قد يصل إليه في غضون عشرين أو ثلاثين عامًا.

بالمقارنة مع الغرب، تركز الأبحاث الصينية في مجال الذكاء الاصطناعي على مجالات المراقبة مثل تتبع الأشياء، وفهم المشهد، والتعرف على الصوت أو الفعل. إن تقنيات المراقبة موجودة في كل مكان، وتزداد دقة في قدرتها على التركيز على كل جانب من جوانب حياة المواطنين. فهي تجمع بين التعرف البصري على الوجوه، وطريقة المشي، ولوحات الترخيص، وجمع البيانات -بما في ذلك البيانات الحيوية- على نطاق واسع. تجمع الخدمات المركزية مثل "وي تشات" كل شيء بدءًا من الرسائل الخاصة وحتى التسوق والخدمات المصرفية في مكان واحد يمكن تتبعه بسهولة. إذا قدت سيارتك على الطرق السريعة في الصين، فسوف تلاحظ وجود المئات من كاميرات التعرف التلقائي على لوحة الأرقام التي تتعقب المركبات (توجد هذه الكاميرات في معظم المناطق الحضرية الكبيرة

في العالم الغربي أيضًا). وأثناء الحجر الصحي بسبب فيروس كوفيد، حملت الكلاب الآلية والطائرات من دون طيار مكبرات صوت تبث رسائل تحذر الناس من الخروج.

يعتمد برنامج التعرف على الوجه على التقدم في الرؤية الحاسوبية الذي رأيناه في الجزء ٢، حيث يحدد الوجوه الفردية بدقة رائعة. عندما أفتح هاتفي، يبدأ التشغيل تلقائيًا عند "رؤية" وجهي: إنه إجراء مريح بسيط وسريع، لكنه ينطوي على دلالات واضحة وعميقة. وعلى الرغم من أن هذا النظام قد تطور في البداية على يد باحثين مؤسسيين وأكاديميين في الولايات المتحدة، فلا يوجد مكان تبنى هذه التقنية أو أتقنها أكثر من الصين.

لقد قال الرئيس ماو: "للناس عيون حادة" عندما يراقبون جيرانهم وهم يرتكبون مخالفات ضد الشيوعية. وبحلول عام ٢٠١٥، كان كلامه مصدر إلهام لبرنامج ضخم للتعرف على الوجه اسمه "Sharp Eyes (عيون حادة)"، والذي كان هدفه النهائي هو نشر هذه المراقبة عبر ما لا يقل عن ١٠٠ في المائة من المساحة العامة. ووصل الأمر بفريق من كبار الباحثين من جامعة هونج كونج الصينية إلى تأسيس شركة SenseTime، وهي إحدى أكبر شركات التعرف على الوجه في العالم، والمبنية على قاعدة بيانات تضم أكثر من ملياري وجه. وأصبحت الصين الآن هي الرائدة في تقنيات التعرف على الوجه، حيث تتنافس شركات عملاقة مثل Megvii وCloudWalk مع شركة SenseTime على الحصة السوقية. حتى إن الشرطة الصينية لديها نظارات شمسية مزودة بتقنية التعرف على الوجه القادرة على تعقب المشتبه بهم وسط الحشود.

تستأثر الصين وحدها بما يقرب من نصف عدد كاميرات المراقبة الموجودة في العالم، والذي يبلغ مليار كاميرا. العديد منها مزود بتقنية التعرف على الوجه، وموضوع في مكان محدد بدقة لجمع الحد الأقصى من المعلومات، غالبًا في أماكن شبه خاصة: مثل المباني السكنية، والفنادق، وحتى صالات الكاريوكي. توصل تحقيق أجرته صحيفة نيويورك تايمز إلى أن الشرطة في مقاطعة فوجيان وحدها تمتلك قاعدة بيانات تضم ما يُقدَّر بحوالي ٢.٥ مليار صورة للوجه. وقد كانوا صريحين فيما يتعلق بالهدف منها: "السيطرة على الناس

وإدارتهم". هذا وتتطلع السلطات أيضًا إلى تسجيل البيانات الصوتية -أرادت الشرطة في مدينة تشونجشان الحصول على كاميرات يمكنها تسجيل الصوت ضمن دائرة نصف قطرها ثلاثمائة قدم- وقد أصبح الرصد الدقيق للبيانات الحيوية وتخزينها أمرًا روتينيًا في عصر كوفيد.

إن وزارة الأمن العام واضحة بشأن الأولوية التالية: دمج قواعد البيانات والخدمات المتناثرة هذه في كيان كلي متماسك، من لوحات الترخيص إلى الحمض النووي، ومن حسابات وي تشات إلى بطاقات الائتمان. يمكن لهذا النظام المعزز بالذكاء الاصطناعي اكتشاف التهديدات الناشئة للحزب الصيني -مثل المنشقين والاحتجاجات- بشكل فوري، مما يسمح برد فعل حكومي سلس وساحق على أي شيء تعتبره غير مرغوب فيه. ولا يوجد مكان يترافق فيه ذلك مع احتمالات مرعبة أكثر مما هو الحال في منطقة شينجيانج ذاتية الحكم.

لقد شهد هذا الجزء الوعر والنائي من شمال غرب الصين القمع والتطهير العرقي المنهجي والمدعوم بالتكنولوجيا ضد شعب الإيجور الأصلي. حيث جُمعت كل أنظمة المراقبة والتحكم في هذا المكان. ووُضعت المدن تحت غطاء من كاميرات المراقبة المزودة بتقنية التعرف على الوجه والتتبع بالذكاء الاصطناعي. وأصبحت نقاط التفتيش ومعسكرات "إعادة التثقيف" تحكم الحركات والحريات. وأُسس نظام لدرجات الائتمان الاجتماعي يعتمد على العديد من قواعد البيانات المستمدة من المراقبة ويهدف إلى تتبع السكان. وقد أنشأت السلطات قاعدة بيانات لمسح قزحية العين تتمتع بالقدرة على استيعاب ما يصل إلى ثلاثين مليون عينة؛ وهو عدد أكبر من عدد سكان المنطقة.

لقد ظهرت مجتمعات المراقبة والسيطرة المتغطرسة بالفعل، والآن لا مفر من تصاعد كل هذا بشكل هائل إلى المستوى التالي من تركيز القوة في المركز. ومع ذلك، فمن الخطأ أن نعتبر هذه المشكلة مجرد مشكلة صينية أو استبدادية. كبداية، تُصدَّر هذه التكنولوجيا بالجملة إلى أماكن مثل فنزويلا وزيمبابوي والإكوادور وإثيوبيا. بل وإلى الولايات المتحدة.

في عام ٢٠١٩، منعت الحكومة الأمريكية الوكالات الفيدرالية ومقاوليها من شراء معدات الاتصالات والمراقبة من عدد من مقدمي الخدمات الصينيين، بما في ذلك هواوي و ZTE و Hikvision. ومع ذلك، وبعد عام واحد فقط، تبين أن ثلاث وكالات فيدرالية قد اشترت مثل هذه المعدات من بائعين محظورين. وقد حصلت أكثر من مائة مدينة في الولايات المتحدة على تقنيات كانت قد طُورت في الأساس لاستخدامها ضد شعب الإيجور في شينجيانج. إنه فشل قياسي في الاحتواء.

كما أن الشركات والحكومات الغربية أيضًا في طليعة منشئي وناشري هذه التكنولوجيا. وذكري لمدينة لندن أعلاه لم يكن من قبيل الصدفة: فهي تتنافس مع مدن مثل شنزن على لقب المدينة الأكثر مراقبة في العالم. لا يخفى على أحد أن الحكومات تراقب شعوبها وتسيطر عليها، لكن هذه التوجهات تتوغل بعمق في الشركات الغربية أيضًا. ففي المستودعات الذكية، تخضع كل حركة دقيقة من كل عامل للتعقب وصولًا إلى درجة حرارة الجسم وفترات الراحة في الحمام. وتجمع بعض الشركات مثل Vigilant Solutions بيانات الحركة بناءً على تتبع لوحة الترخيص، ثم تبيعها إلى سلطات قضائية مثل حكومات الولايات أو البلديات. حتى البيتزا التي تأخذها من المطعم لتناولها في مكان آخر تخضع للمراقبة: تستخدم شركة دومينوز كاميرات معززة بالذكاء الاصطناعي للتحقق من فطائرها. تمامًا كما هو الحال مع أي شخص في الصين، فإن أولئك الذين يعيشون في الغرب يتركون قدرًا هائلًا من البيانات في كل يوم من حياتهم. وكما هي الحال في الصين، فإن هذه البيانات تخضع للجمع والمعالجة والتشغيل والبيع.

قبل الموجة القادمة، كانت فكرة "البانوبتيكون ذي التقنية العالية" العالمي مجرد مادة لروايات المدينة الفاسدة، مثل رواية We للكاتب يفغيني زامياتين أو رواية 1984 للكاتب جورج أورويل. والآن صار البانوبتيكون ممكنًا. فمن الممكن تشغيل ومراقبة مليارات من الأجهزة وتريليونات من نقاط البيانات في وقت واحد، وفي الوقت الفعلي، واستخدامها ليس فقط للمراقبة بل للتنبؤ أيضًا. فهي لن تتنبأ بالنتائج الاجتماعية بدقة وتفصيل

فحسب، بل يمكنها أيضًا توجيه هذه النتائج أو فرضها قسرًا خفية أو علانية، بدءًا من العمليات الشاملة الكبرى مثل نتائج الانتخابات وصولًا إلى سلوكيات المستهلك الفردية.

وهذا يرفع احتمالية الشمولية إلى مستوى جديد. لن يحدث ذلك في كل مكان، وليس دفعة واحدة. لكن إذا تركز الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الحيوية وعلم الكم وعلم الروبوتات وبقية هذه العلوم في أيدي دولة قمعية، فإن الكيان الناتج سيكون مختلفًا بشكل واضح عن أي كيان رأيناه حتى الآن. سوف نعود إلى هذا الاحتمال في الفصل التالي. لكن قبل ذلك يأتي اتجاه آخر. اتجاه يتعارض تمامًا، وعلى نحو متناقض، مع المركزية.

التجزئات:
القوة للشعب

عندما يسمع معظم الناس اسم "حزب الله"، لا يخطر على بالهم البرلمانات أو المدارس أو المستشفيات. ففي نهاية المطاف، هذه منظمة مسلحة وُلدت من رحم المأساة الطويلة للحرب الأهلية في لبنان، ولها سجل حافل بالعنف، وقد صنفتها حكومة الولايات المتحدة رسميًا على أنها إرهابية وغالبًا ما تعمل كوكيل للمصالح الإيرانية. لكن ما يحدث هنا أكبر بكثير، وهو يشير إلى اتجاه بديل للقوة والدولة.

في موطنه الأصلي لبنان، يعمل حزب الله باعتباره "دولة شيعية داخل الدولة". وهناك جناحه العسكري الضخم. الذي ربما يكون الجهة غير الحكومية الأفضل تسليحًا في العالم، فهو يملك، على حد تعبير أحد المحللين، "ترسانة من المدفعية أكبر من تلك التي تملكها أغلب الدول". فلديه طائرات من دون طيار، ودبابات، وصواريخ بعيدة المدى، وعدة آلاف من جنود المشاة الذين قاتلوا إلى جانب نظام الأسد في الحرب الأهلية السورية.

ولعل ما قد يثير دهشة البعض أن حزب الله يشكل أيضًا قوة سياسية رئيسية كبرى، فهو طرف تقليدي في الدراما النفسية الجارية التي تُسمى الحكومة اللبنانية. إنه في كثير من

النواحي مجرد جزء آخر من النظام السياسي، يعمل على بناء التحالفات، وصياغة القوانين، والعمل مع الأدوات التقليدية للدولة. ويشارك أعضاؤه في المجالس البلدية المحلية وفي البرلمان ويشغلون مناصب وزارية. وعبر المساحات الشاسعة من الأراضي اللبنانية التي يسيطر عليها، يدير حزب الله المدارس، والمستشفيات، ومراكز الرعاية الصحية، والبنية التحتية، ومشاريع المياه، ومبادرات الإقراض الصغيرة. بل إن بعض هذه البرامج يحظى في الواقع بدعم الطوائف المختلفة. ويدير حزب الله مناطق بأكملها بشكل أساسي وكأنه دولة. كما أنه يدير مختلف الأنشطة التجارية، ذات الطبيعة القانونية والإجرامية على حد سواء، بما في ذلك تهريب النفط.

إذن ما حزب الله؟ دولة أم جهة غير حكومية؟ جماعة متطرفة أم قوة تقليدية مرتبطة بمنطقة جغرافية؟ إنه بالأحرى كيان "هجين" غريب يعمل داخل مؤسسات الدولة وخارجها. دولة لكنه ليس دولة، وهو قادر على انتقاء المسئوليات والأنشطة التي تحقق مصالحه الخاصة، مما يؤدي في كثير من الأحيان إلى عواقب وخيمة على الدولة والمنطقة على نطاق أوسع. ليس هناك الكثير من المنظمات مثل حزب الله، الذي نشأ وسط توترات إقليمية فريدة من نوعها.

إلا أن الموجة القادمة قد تجعل مجموعة من الكيانات الصغيرة الشبيهة بالدولة أكثر قبولًا بكثير. فعلى عكس المركزية، قد يؤدي ذلك في الواقع إلى تحفيز نوع من "التحول إلى كيانات شبيهة بحزب الله"، فيصبح العالم مجزأً وقبَليًا حيث يمكن للجميع الوصول إلى أحدث التقنيات، وحيث يمكن للجميع إعالة أنفسهم وفقًا لشروطهم الخاصة، وحيث يصبح من الممكن جدًا لأي شخص أن يحافظ على مستويات المعيشة من دون الهياكل الفوقية العظيمة لمنظومة الدولة القومية.

لنأخذ في الاعتبار أن اقتران مزيج من الذكاء الاصطناعي والروبوتات الرخيصة والتكنولوجيا الحيوية المتقدمة بمصادر الطاقة النظيفة قد يؤدي لأول مرة في التاريخ الحديث إلى جعل العيش "مفصولًا عن شبكة الكهرباء العامة" معادلًا تقريبًا للعيش موصولًا

بها. فلنتذكر أنه خلال العقد الماضي فقط، انخفضت تكلفة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بأكثر من ٨٢ في المائة، وسوف تنخفض أكثر، مما يجعل الاكتفاء الذاتي من الطاقة للمجتمعات المحلية الصغيرة في متناول اليد. ومع انتشار كهربة البنية التحتية وبدائل الوقود الأحفوري، يمكن للمزيد من بلدان العالم أن تصبح مكتفية ذاتيًا؛ حيث إنها أصبحت الآن مجهزة ببنية تحتية من الذكاء الاصطناعي، وعلم الأحياء، وعلم الروبوتات، وما إلى ذلك، مما يجعلها قادرة على توليد المعلومات والتصنيع المحلي.

تعتمد مجالات مثل التعليم والطب حاليًا على بنية تحتية اجتماعية ومالية ضخمة. ومن السهل أن نتصور هذه العناصر بعد تعرضها للتقليص وإضفاء الطابع المحلي عليها: على سبيل المثال، أنظمة تعليمية ذكية وقابلة للتكيف تصحب الطالب عبر رحلة التعلم بأكملها وتضع له منهجًا مفصلًا حسب قدراته؛ وأنظمة ذكاء اصطناعي قادرة على إنشاء جميع المواد مثل الألعاب التفاعلية المصممة خصيصًا لتناسب احتياجات الطفل والتي تحتوي على أنظمة تقييم آلية؛ وما إلى ذلك.

قد لا تكون لديك مظلة أمنية جماعية، كما هو الحال في نظام الدولة القومية، لكنك توظف أشكالًا مختلفة من الحماية المادية والسيبرانية على أساس مخصَّص. وسيكون قراصنة الذكاء الاصطناعي والطائرات من دون طيار ذاتية التحكم متاحين للمجموعات الأمنية الخاصة أيضًا. لقد رأينا سابقًا كيف أن القدرة الهجومية تنتشر لتصل إلى أيدي أي شخص يريدها؛ والعكس هو أن نفس الانتشار سيحدث مع مرور الوقت بالنسبة للدفاع. عندما يتمكن أي شخص من الوصول إلى التقنيات الأكثر تقدمًا، فلن تكون الدول القومية وحدها هي القادرة على إنشاء دفاعات مادية وافتراضية هائلة.

باختصار، يمكن للأجزاء الرئيسية من المجتمع الحديث والمنظومة الاجتماعية التي تعتمد اليوم على الحجم والمركزية أن تتحول بشكل جذري من خلال القدرات التي ستنطلق مع الموجة القادمة. سيبدو التمرد الجماعي، والانفصالية، وتشكيل الدولة من أي نوع، مختلفًا تمامًا في هذا العالم. إن إعادة توزيع القوة الحقيقية تعني أن المجتمعات من كل الأنواع

تستطيع أن تعيش كما يحلو لها، سواء كانت داعش، أو القوات المسلحة الثورية الكولومبية، أو قراصنة أنونيموس، أو الانفصاليين من بيافرا إلى كاتالونيا، أو شركة كبرى تبني متنزهات ترفيهية فاخرة على جزيرة نائية في المحيط الهادئ.

تشير بعض جوانب الموجة القادمة نحو المزيد من تركيز القوة. ستكلف أكبر نماذج الذكاء الاصطناعي مئات الملايين من الدولارات لتدريبها، وبالتالي لن يمتلكها سوى القليلين. لكن من المفارقة أن الاتجاه المعاكس سوف يحدث بالتوازي. لقد شقت جميع الابتكارات الناجحة للذكاء الاصطناعي طريقها بالفعل إلى مستودعات التعليمات البرمجية مفتوحة المصدر في غضون أيام من نشرها في المجلات المتاحة للعامة، مما جعل من السهل على أي شخص الوصول إلى النماذج الرائدة، وتجربتها، وبناءها، وتعديلها على الترتيب. إن النماذج، بما في ذلك الأوزان، تتعرض للنشر والتسريب والسرقة.

هذا وتعمل شركات مثل Stability AI و Hugging Face على تسريع الأشكال الموزَّعة واللا مركزية من الذكاء الاصطناعي. كما تعمل تقنيات مثل كريسبر على جعل التجارب البيولوجية أسهل، مما يعني قدرة القراصنة البيولوجيين في مرائبهم على إجراء تجاربهم العابثة باستخدام أحدث أشكال العلم. وفي نهاية المطاف، تصبح مشاركة أو نسخ الحمض النووي أو التعليمات البرمجية لنموذج لغة كبير أمرًا سهلًا. ويصبح الانفتاح هو الوضع الافتراضي، والتقليد أمرًا متوطنًا، وتنخفض منحنيات التكلفة بلا هوادة، وتنهار الحواجز التي تحول دون الوصول للتقنيات. وتصبح القدرات الهائلة متاحة لأي شخص يريدها.

ينذر هذا بإعادة توزيع هائلة للقوة بعيدًا عن المراكز الموجودة. تخيل مستقبلًا تقدم فيه المجموعات الصغيرة -سواء في الدول الفاشلة أو في مخيمات البدو الخارجة عن نطاق شبكة الكهرباء العامة في نيو مكسيكو- خدمات معززة بالذكاء الاصطناعي مثل الاتحادات الائتمانية، والمدارس، والرعاية الصحية، وهي خدمات أساسية في المجتمع تعتمد عادة على سعة النطاق أو على الدولة. حيث تصبح فرصة وضع شروط المجتمع على مستوى ضيق لا تقاوم: تعالَ إلى مدرستنا الصغيرة وتجنب نظرية السباق الحرجة إلى الأبد، أو

قاطع النظام المالي الشرير واستخدم منتجنا القائم على التمويل اللا مركزي. حيث يمكن لأي تجمع من أي نوع -أيديولوجي أو ثقافي أو عنصري- أن يؤسس مجتمعًا قابلًا للحياة يقوم على التنظيم الذاتي. فكر في إنشاء مدرستك لنفسك. أو مستشفاك أو جيشك. إنه مشروع معقد وضخم وصعب، حتى إن مجرد التفكير فيه أمر متعب. إن مجرد جمع الموارد والحصول على الأذونات والمعدات اللازمة يستغرق وقتًا طويلًا. والآن فكر في الأمر في ظل وجود مجموعة من المساعدين الذين يستطيعون، إذا طُلب منهم إنشاء مدرسة أو مستشفى أو جيش، تحقيق ذلك في إطار زمني واقعي.

يعمل الذكاء الاصطناعي القادر وعلم الأحياء التخليقي على تمكين حركة "التمرد ضد الانقراض" بقدر ما تعمل على ذلك شركة داو جونز العملاقة؛ التي تُعد دولة صغيرة لها زعيم يتمتع بشخصية كاريزمية بقدر ما هي عملاق متثاقل. ففي حين أنه من الممكن تعزيز بعض مزايا الحجم، فمن الممكن أيضًا إبطالها. اسأل نفسك ماذا سيحدث للدول المتوترة بالفعل إذا كانت كل طائفة، وحركة انفصالية، ومؤسسة خيرية، وشبكة اجتماعية، وكل متعصب وكاره للأجانب، وكل نظرية مؤامرة شعبوية، أو حزب سياسي، أو حتى مافيا، أو عصابة من تجار المخدرات، أو جماعة إرهابية، لديها فرصتها في بناء دولتها. ببساطة، سيعمل المحرومون من حقوقهم على إعادة حقوقهم لأنفسهم؛ بشروطهم الخاصة.

يمكن أن تحدث التجزئات في كل مكان. ماذا لو بدأت الشركات نفسها في رحلة التحول إلى دول؟ أو قررت المدن الانفصال والحصول على مزيد من الاستقلالية؟ ماذا لو أنفق الناس المزيد من الوقت والمال والطاقة العاطفية في العوالم الافتراضية أكثر من العالم الحقيقي؟ ماذا سيحدث للتسلسلات الهرمية التقليدية حين تصبح أدوات القوة والخبرة الهائلة متاحة لأطفال الشوارع بقدر ما هي متاحة للملياردیرات؟ إنها حقيقة لافتة للنظر بالفعل أن عمالقة الشركات يقضون معظم حياتهم في العمل على برامج، مثل جيميل أو إكسل، يستطيع معظم الناس على هذا الكوكب الوصول إليها. وسيتوسع ذلك بشكل جذري من خلال دقرطة التمكين، أي عندما يمتلك كل شخص على هذا الكوكب وصولًا غير مقيد لأقوى التقنيات التي شهدها العالم على الإطلاق.

ومع امتلاك الناس للمزيد من القوة بين أيديهم، أتوقع أن تكمن أحدث جبهات عدم المساواة في علم الأحياء. إن العالم المجزأ هو عالم تكون فيه بعض الولايات القضائية أكثر تساهلًا بشأن التجارب على البشر من غيرها، حيث تؤدي ميزانيات القدرات الحيوية المتقدمة والتعديل الذاتي إلى نتائج متباينة على مستوى الحمض النووي، والتي تؤدي بدورها إلى نتائج متباينة على مستوى الدول والدول الصغيرة. يمكن حينها أن ينشأ شيء مثل سباق التسلح القائم على القرصنة الحيوية بهدف تحسين الذات. وقد ترى الدولة المتحرقة إلى الاستثمار أو المزايا إمكانية واعدة في تحولها إلى جنة للقرصنة الحيوية غير المشروطة. كيف سيبدو العَقد الاجتماعي إذن إذا ما عملت مجموعة مختارة من فئة "ما بعد البشر" على هندسة أنفسهم للوصول إلى مستوى فكري أو مادي لا يمكن الوصول إليه؟ كيف سيتقاطع هذا مع ديناميكية سياسة التجزئة، حيث تحاول بعض المناطق المعزولة ترك كل شيء خلفها؟

كل هذا لا يزال في نطاق التكهنات حقًا. لكننا ندخل حقبة جديدة حيث أصبح ما لم يكن من الممكن تصوره في السابق احتمالًا واضحًا. إن غض الطرف عما يحدث هو في رأيي أكثر خطورة من الإفراط في التخمين.

إن الحوكمة تعتمد على التأييد؛ فهي خيال جماعي يرتكز على اعتقاد جميع المعنيين. وفي هذا السيناريو، تتعرض الدولة ذات السيادة لضغوط تصل إلى نقطة الانهيار. حيث يتمزق العَقد الاجتماعي القديم إلى أشلاء. وتتعرض المؤسسات للتجاوز والتقويض والاستبدال. أما الضرائب، وإنفاذ القانون، والامتثال للمعايير: فستصبح كلها تحت التهديد. في هذا السيناريو، قد تؤدي التجزئة السريعة للقوة إلى التعجيل بنوع من "البلقنة التوربينية" التي تمنح اللاعبين الأذكياء وحديثي القدرة حرية غير مسبوقة في العمل. ويبدأ تفكك الاتحادات الكبيرة للسلطة والخدمات التي تجسدها الدولة.

وينشأ في هذا السيناريو شيء أشبه بعالم ما قبل الدولة القومية، عالم العصور الوسطى الجديد، الذي يتسم بأنه أصغر حجمًا وأكثر محلية وتنوعًا دستوريًا، إنه خليط معقد وغير

مستقر من الأنظمة السياسية. الاختلاف الوحيد هذه المرة هو أنه يتمتع بتكنولوجيا قوية للغاية. حين كان شمال إيطاليا عبارة عن خليط من المدن الصغيرة المستقلة، أدى هذا إلى ظهور عصر النهضة، لكنه كان أيضًا ميدانًا للحرب الضَّروس والعداوات المستمرة. إن النهضة عظيمة؛ لكن الحرب المتواصلة في ظل تكنولوجيا الغد العسكرية ليست عظيمة بهذا القدر.

بالنسبة للعديد من الأشخاص الذين يعملون في مجال التكنولوجيا أو في مجال مرتبط بها، لا تُعد هذه الأنواع من النتائج الجذرية مجرد منتجات ثانوية غير مرحب بها؛ بل هي الهدف نفسه. إن خبراء التكنولوجيا المفرطين في التحرر، مثل بيتر ثيل، مؤسس شركة باي بال وصاحب رأس المال المغامر، يحتفون برؤية الدولة تتلاشى، ويرون في ذلك تحريرًا لنوع مفرط القوة من قادة الأعمال أو "الأفراد ذوي السيادة"، كما يطلقون على أنفسهم. وهم يشجعون التخلص من الخدمات والمؤسسات والأعراف العامة في رؤية صريحة حيث يمكن للتكنولوجيا أن "تخلق المساحة لأنماط جديدة من المعارضة وطرق جديدة لتشكيل مجتمعات لا تحدها الدول القومية التاريخية".

تأخذ الحركة الليبرالية التكنولوجية مقولة رونالد ريجان عام ١٩٨١ "الحكومة هي المشكلة" إلى أقصى حدودها المنطقية، حيث ترى عيوب الحكومة العديدة ولا ترى فوائدها الهائلة، وتؤمن بأن وظائفها التنظيمية والضريبية تفرض قيودًا مدمرة على معدل الوصول ولا تحتوي سوى على القليل من الإيجابيات؛ بالنسبة لها على الأقل. يحبطني للغاية أن أجد بعضًا من أقوى أصحاب النفوذ والامتيازات يتبنون مثل هذه النظرة الضيقة والمدمرة، إلا أن ذلك يضيف قوة دافعة أخرى إلى التجزئة.

نحن نعيش في عالم يمكن فيه لأصحاب المليارات وقادة العصر الحديث إنشاء دول صغيرة وإدارتها. حيث تبدأ الجهات الفاعلة غير الحكومية، من الشركات إلى المجتمعات المحلية إلى الخوارزميات، في تهميش الدولة من الأعلى، لكن أيضًا من الأسفل. فكر مرة أخرى في الرِّكاب والتأثيرات النهائية العميقة التي ترتبت على اختراع واحد بسيط. ثم فكر

في حجم الاختراع في الموجة القادمة. أضف إلى ذلك الضغوط والهشاشة القائمة، وستجد أن التغيير الشامل على النحو الذي توقعته أعلاه لا يبدو بعيدًا جدًا. ما سيكون أكثر غرابة هو عدم حدوث أي تغيير جذري على الإطلاق.

موجة التناقضات القادمة

إذا كانت المركزية واللا مركزية تبدوان كما لو أنهما في تناقض مباشر، فهذا لسبب وجيه: إنهما كذلك. إن فهم المستقبل يعني التعامل مع مسارات متعددة متضاربة في وقت واحد. حيث إن الموجة القادمة تطلق تيارات هائلة من المركزية واللا مركزية في نفس الوقت. كلاهما سيعملان في وقت واحد. فكل فرد، وكل شركة، وكل دار عبادة، وكل منظمة غير ربحية، وكل أمة، ستملك لاحقًا قدرات الذكاء الاصطناعي الخاصة بها، وفي نهاية المطاف ستملك قدرات علم الأحياء وعلم الروبوتات الخاصة بها. وسيهدف كل نظام ذكاء اصطناعي إلى تحقيق أهداف مالكه، سواء أكان فردًا واحدًا يجلس على أريكته أم أكبر المؤسسات في العالم. وهنا يكمن المفتاح لفهم الموجة القادمة من التناقضات، الموجة المليئة بالتصادمات.

كل صيغة جديدة للقوة ستقدم رؤية مختلفة لتقديم المنافع العامة، أو تقترح طريقة مختلفة لصنع المنتجات أو مجموعة مختلفة من المعتقدات للتبشير بها. إن أنظمة الذكاء الاصطناعي تتخذ بالفعل قرارات حاسمة ذات آثار سياسية علنية: من سيحصل على قرض، أو وظيفة، أو مكان في الكلية، أو إطلاق سراح مشروط؛ من سيُعرض على طبيب كبير. وفي غضون عقد من الزمن، ستقرر أنظمة الذكاء الاصطناعي كيفية إنفاق الأموال العامة، أو مكان توزيع القوات العسكرية، أو ما الذي يجب أن يتعلمه الطلاب. وسوف يحدث هذا بطرق مركزية ولا مركزية على حد سواء. على سبيل المثال، قد يعمل الذكاء الاصطناعي كنظام واحد ضخم يمتد على مستوى الدولة، أي أداة واحدة للأغراض العامة تحكم مئات

الملايين. وبالمثل، سيكون لدينا أيضًا أنظمة ذات قدرة كبيرة، ومتاحة بتكلفة منخفضة، ومفتوحة المصدر، وشديدة التكيف، لتلبية احتياجات القرية.

وسوف تتواجد أنظمة مِلكية متعددة جنبًا إلى جنب: تكنولوجيا مدقرطة في مجموعات مفتوحة المصدر، ناتجة عن جهود قادة شركات اليوم أو الشركات الناشئة المتمردة سريعة النمو، وتسيطر عليها الحكومة، سواء من خلال التأميم أو الرعاية الداخلية. كلها ستتواجد وتتطور في نفس الوقت، وسوف تعمل على تغيير تيارات وشبكات القوة أو تضخيمها أو إنتاجها أو تعطيلها في كل مكان.

أما عن مكان وكيفية ظهور هذه القوى، فسوف يختلفان بشكل كبير وفقًا للعوامل الاجتماعية والسياسية القائمة. ولا ينبغي أن تكون هذه صورة مفرطة في التبسيط، بل سيكون هناك العديد من نقاط المقاومة والتكيف غير الواضحة مسبقًا. وسوف تسير بعض القطاعات أو المناطق في اتجاه، والبعض الآخر في الاتجاه الآخر، والبعض سيرى انحرافات قوية في كلا الاتجاهين. وستجد بعض التسلسلات الهرمية والهياكل الاجتماعية تعزيزًا، بينما يتعرض بعضها الآخر للإلغاء؛ وقد تصبح بعض الأماكن أكثر مساواة أو استبدادية، والبعض الآخر أقل من ذلك بكثير. في جميع الحالات، فإن الضغط والتقلب الإضافيين، والتضخيم غير المتوقع للقوة، والزعزعة المفاجئة لمراكز القدرات الجذرية الجديدة، سوف تزيد من الضغط على أساس نظام الدولة القومية الديمقراطية الليبرالية.

وإذا كانت هذه الصورة تبدو غريبة ومتناقضة ومستحيلة للغاية، ففكر في هذا. سوف تؤدي الموجة القادمة إلى تعميق وتأكيد نفس الديناميكيات المتناقضة للموجة السابقة. إن شبكة الإنترنت تفعل هذا على وجه التحديد: إنها تتمركز في عدد قليل من المراكز الرئيسية بينما تعمل أيضًا على تمكين المليارات من البشر. إنها تخلق كيانات ضخمة وفائقة القوة، ومع ذلك فهي تمنح الجميع فرصة الانضمام إليها. لقد خلقت وسائل التواصل الاجتماعي بضعة عمالقة ومليون قبيلة. يمكن للجميع إنشاء موقع ويب، لكن لا يوجد سوى جوجل واحد فقط. يمكن للجميع بيع منتجاتهم المتخصصة، لكن لا يوجد سوى أمازون

واحد فقط. وهلم جرًا. إن الزعزعة التي حدثت في عصر الإنترنت يمكن تفسيرها إلى حد كبير من خلال هذا التوتر، هذا المزيج القوي وسريع الاشتعال من التمكين والسيطرة.

والآن، مع ظهور الموجة القادمة، سوف تتوسع مثل هذه القوى إلى ما هو أبعد من الإنترنت والنطاق الرقمي. يمكنك تطبيقها على أي مجال من مجالات الحياة. نعم، لقد سبقت لنا رؤية هذه الوصفة للتغيير المفاجئ. لكن إذا بدا اختراع الإنترنت أمرًا كبيرًا، فهذا أكبر. إن تقنيات الأغراض العامة متعددة الاستخدامات وواسعة النطاق ستعمل على تغيير المجتمع وأيضًا تغيير ما يعنيه أن تكون إنسانًا. قد يبدو هذا مبالغًا فيه. لكن في غضون العقد المقبل، يتعين علينا أن نتوقع تحولًا جذريًا، وتركيزات وتجزئات جديدة للمعلومات والثروات، وقبل كل شيء، للقوة.

إذن، إلى أين سيؤدي ذلك بالتكنولوجيا، والأهم من ذلك بكثير، إلى أين سيؤدي بنا؟ وماذا سيحدث إذا لم تعد الدولة قادرة على السيطرة بشكل متوازن على الموجة القادمة؟ لقد ناقشنا حتى الآن في الجزء ٣ الحالة المترنحة بالفعل للدولة القومية الحديثة واستعرضنا التهديدات الجديدة التي ستصل مع الموجة القادمة. ورأينا كيف ستتلاقى مجموعة ساحقة من الضغوطات مع عملية إعادة توزيع هائلة للقوة لدفع الجهة الوحيدة القادرة على إدارة الموجة -ألا وهي الدولة- إلى نقطة الأزمة.

لقد دنت تلك اللحظة. وسوف تأتي هذه الأزمة، الناجمة عن التطور الحتمي للتكنولوجيا بالإضافة إلى انهيار الدول، في شكل مأزق وجودي ضخم، مجموعة من الاختيارات والمقايضات الوحشية التي تمثل المعضلة الأكثر أهمية في القرن الحادي والعشرين.

إن عدم ترك أي خيارات جيدة لنا سيمثل قمة الفشل الذريع للتكنولوجيا. ومع ذلك، فهذا هو بالضبط ما نتجه إليه.

الفصل ١٢

المعضلة

الكارثة:
الفشل الذريع

إن تاريخ الإنسانية هو، في جزء منه، تاريخ من الكوارث. حيث تظهر الأوبئة على نطاق واسع. لقد قتل اثنان منها ما يصل إلى ٣٠ في المائة من سكان العالم: طاعون جستنيان في القرن السادس، والموت الأسود في القرن الرابع عشر. كان عدد سكان إنجلترا سبعة ملايين في عام ١٣٠٠، لكن بحلول عام ١٤٥٠، وبعد أن سحقتها موجات الطاعون، تناقص هذا العدد ليصبح مليونين فقط.

لكن، بطبيعة الحال، ثمة كوارث من صنع البشر أيضًا. تسببت الحرب العالمية الأولى في مقتل ما يقرب من ١ في المائة من سكان العالم؛ وبلغت هذه النسبة ٣ في المائة في الحرب العالمية الثانية. أو لنأخذ على سبيل المثال أعمال العنف التي أطلقها جنكيز خان والجيش المغولي في مختلف أنحاء الصين وآسيا الوسطى في القرن الثالث عشر، والتي أودت بحياة ما يصل إلى ١٠ في المائة من سكان العالم. ومع ظهور القنبلة الذرية، أصبحت البشرية تملك الآن ما يكفي من القوة المميتة لقتل كل شخص على هذا الكوكب عدة مرات. إن الأحداث الكارثية التي كانت تحدث فيما مضى على مدى سنوات وعقود من الزمن صار من الممكن أن تحدث في دقائق، وبضغطة زر واحدة.

ومع الموجة القادمة، فإننا نستعد للقيام بقفزة أخرى من هذا النوع، فهي تعمل على زيادة الحد الأقصى للخطر وكذلك عدد السبل المتاحة لأولئك الذين يسعون إلى إطلاق العنان

لقوة كارثية. في هذا الفصل، سنتجاوز الهشاشة والتهديدات التي تواجه أداء الدولة ونتصور ما سيحدث -عاجلًا أم آجلًا- إن لم يكن الاحتواء ممكنًا.

سوف تُستخدم الغالبية العظمى من هذه التقنيات لأغراض جيدة. وعلى الرغم من أنني ركزت على مخاطرها، من المهم أن نأخذ في الاعتبار أنها ستحسن جودة الحياة اليومية لعدد لا يحصى من الأشخاص. في هذا الفصل، سوف نستعرض بعض الحالات المتطرفة التي لا يرغب أحد تقريبًا في رؤيتها، خصوصًا أولئك الذين يعملون باستخدام هذه الأدوات. ومع ذلك، فإن مجرد كونها أقلية متفرقة من حالات الاستخدام لا يعني أن بإمكاننا تجاهلها. لقد رأينا أن الجهات الفاعلة السيئة يمكن أن تُحدث أضرارًا جسيمة، مما يؤدي إلى إشعال حالة من عدم الاستقرار الشامل. والآن تخيل ما سيحدث عندما يستطيع أي مختبر أو قرصان نصف كفء تخليق شرائط معقدة من الحمض النووي. كم من الوقت سيستغرق وقوع الكارثة؟

في نهاية المطاف، ومع انتشار بعض من أقوى التقنيات في التاريخ في كل مكان، ستصبح هذه الحالات المتطرفة أكثر احتمالًا. وفي نهاية المطاف، سوف تسوء الأمور؛ على نطاقات وسرعات تتناسب مع القدرات المتاحة. ونتيجة للسمات الأربع للموجة القادمة، ونظرًا لغياب أساليب الاحتواء القوية التي تعمل على كل المستويات، ستصبح النتائج الكارثية، مثل الأوبئة المهندسة، أكثر احتمالًا من أي وقت مضى.

هذا أمر غير مقبول، ومع ذلك، فإليكم المعضلة: إن الحلول الأكثر أمانًا للاحتواء غير مقبولة بنفس القدر، فهي تقود البشرية نحو مسار استبدادي وفاسد.

فمن ناحية، يمكن للمجتمعات أن تتجه نحو المراقبة الكاملة الممكَّنة تكنولوجيًا التي استعرضناها في الفصل السابق، وهي استجابة غريزية تفرض آليات صارمة ضد التكنولوجيا الجامحة أو الخارجة عن السيطرة. الأمن؛ على حساب الحرية. أو ربما تنأى البشرية بنفسها تمامًا عن التكنولوجيا المتقدمة. ورغم أن هذا غير محتمل، فهو ليس حلًا. إن الكيان الوحيد القادر من حيث المبدأ على اجتياز هذا المأزق الوجودي هو نفس نظام

الدولة القومية المتهالك حاليًا، والذي تجره نحو الهاوية القوى ذاتها التي يحتاج إلى احتوائها.

بمرور الوقت، ستدفع الآثار المترتبة على هذه التقنيات البشرية إلى السير في طريق بين قطبي الكارثة والمدينة الفاسدة. وهذه هي المعضلة الأساسية في عصرنا.

تَعِد التكنولوجيا بتحسين حياة الناس، وبأن تفوق فوائدها تكاليفها وسلبياتها إلى حد كبير. وهذه المجموعة من الاختيارات الشريرة تعني أن هذا الوعد قد انعكس بشكل وحشي.

إن التبشير بالشؤم يجعل الناس، بما فيهم أنا، يسددون إليك نظرات خاوية. في هذه المرحلة، من المحتمل أنك تشعر بالقلق أو الشك. فالحديث عن الآثار الكارثية غالبًا ما يدعو إلى السخرية: اتهامات بالتهويل، والسلبية المفرطة، والذعر الشديد، والتأمل الذاتي في المخاطر البعيدة والنادرة بينما تصرخ الكثير من المخاطر الواضحة والحالية لجذب الانتباه. تمامًا مثل التفاؤل التكنولوجي المفرط، فإن التشاؤم التكنولوجي المفرط هو أمر من السهل نبذه باعتباره شكلًا ملتويًا ومضللًا من الضجيج الذي لا يدعمه السجل التاريخي.

لكن مجرد أن التحذير ينطوي على تداعيات كبيرة لا يُعد سببًا وجيهًا لرفضه تلقائيًا. إن الرضا بالنفور من التشاؤم في مواجهة احتمال وقوع الكارثة هو في حد ذاته وصفة للكارثة. قد يبدو من المعقول، والمنطقي بمعاييره الخاصة، بل و"الذكي"، أن نرفض التحذيرات باعتبارها ثرثرة مبالغًا فيها لعدد قليل من غريبي الأطوار، لكن هذا التوجه الذهني يمهد الطريق للفشل.

مما لا شك فيه أن المخاطر التكنولوجية تأخذنا إلى منطقة غير مؤكدة. ومع ذلك، فإن كل الاتجاهات تشير إلى عدد كبير من المخاطر. وترتكز هذه التكهنات على التحسينات العلمية والتكنولوجية المتزايدة باستمرار. أعتقد أن أولئك الذين يرفضون تصديق وقوع الكارثة يتجاهلون الحقائق الموضوعية التي أمامنا. ففي نهاية المطاف، نحن لا نتحدث هنا عن انتشار الدراجات النارية أو الغسالات.

أنواع مختلفة من الكوارث

لرؤية الأضرار الكارثية التي يجب أن نستعد لها، ما علينا سوى استقراء هجمات الجهات الفاعلة السيئة التي استعرضناها في الفصل ١٠. وفيما يلي مجرد عدد قليل من السيناريوهات المعقولة.

يضع الإرهابيون أسلحة أوتوماتيكية مزودة بتقنية التعرف على الوجه داخل سرب من الطائرات من دون طيار ذاتية التحكم يبلغ عددها المئات أو الآلاف، وكل منها قادرة على استعادة توازنها بسرعة بعد ارتداد السلاح، وإطلاق رشقات نارية قصيرة، ثم المضي قدمًا. ويطلقون العنان لهذه الطائرات من دون طيار في وسط مدينة رئيسية مع تعليمات بقتل هدف محدد. وفي ساعة الذروة المزدحمة، ستعمل هذه الأجهزة بكفاءة مرعبة، باتباع طريق مثالي حول المدينة. وفي غضون دقائق، سيقع هجوم على نطاق أوسع كثيرًا من هجمات مومباي عام ٢٠٠٨، مثلًا، التي شهدت تجول إرهابيين مسلحين عبر معالم المدينة مثل محطة القطار المركزية.

يقرر قاتل جماعي ضرب تجمع سياسي ضخم بطائرات من دون طيار، وأجهزة رش، ومسببات أمراض مخصصة. وسرعان ما يمرض الحاضرون، ثم عائلاتهم. ويصبح المتحدث، محط الانتقادات السياسية الذي يحبه البعض كثيرًا ويكرهه البعض كثيرًا، من أوائل الضحايا. في مناخ حزبي محموم، يؤدي هجوم مثل هذا إلى إشعال أعمال انتقامية عنيفة في جميع أنحاء البلاد وانتشار الفوضى.

باستخدام تعليمات اللغة الطبيعية فقط، ينشر أحد المتآمرين المعادين في أمريكا كميات كبيرة من المعلومات المضللة المصممة بعناية بهدف إثارة الانقسام. لقد أجرى العديد من المحاولات، التي فشل معظمها في تحقيق أي رواج يُذكر. ثم نجحت إحداها في نهاية المطاف: جريمة قتل على يد الشرطة في شيكاغو. إنه خبر مزيف تمامًا، لكن المتاعب التي تسود الشوارع والاشمئزاز المنتشر على نطاق واسع أمر حقيقي. أصبح لدى المهاجمين الآن

كتاب لقواعد اللعبة. وبحلول الوقت الذي تؤكد فيه الجهات المعنية أن الفيديو مزيف، ستكون أعمال شغب عنيفة قد اندلعت وأدت إلى سقوط العديد من الضحايا في جميع أنحاء البلاد، وسوف تتأجج الحرائق باستمرار مع إطلاق معلومات مضللة جديدة.

أو تخيل أن كل ذلك يحدث في نفس الوقت. أو ليس فقط في مناسبة واحدة أو في مدينة واحدة، بل في مئات الأماكن. باستخدام أدوات مثل هذه، لا يتطلب الأمر الكثير لإدراك أن تمكين الجهات الفاعلة السيئة يفتح الباب أمام الكارثة. تحاول أنظمة الذكاء الاصطناعي اليوم جاهدة ألا تخبرك بكيفية تسميم إمدادات المياه أو بناء قنبلة غير قابلة للاكتشاف. لكنها ليست قادرة بعد على تحديد أو متابعة الأهداف بنفسها. ومع ذلك، كما رأينا، فإن النسخ الأكثر انتشارًا والأقل أمانًا من التقنيات الأكثر تطورًا والنماذج الأكثر قوة اليوم تتقدم بسرعة.

من بين جميع المخاطر الكارثية للموجة القادمة، تلقَّى الذكاء الاصطناعي أكبر قدر من التغطية. لكن ما زال هناك الكثير. فبمجرد أن تصبح الجيوش مؤتمتة بالكامل، فإن الحواجز التي تحول دون الدخول في صراعات ستكون أقل بكثير. وقد تندلع الحرب بطريقة عرضية ولأسباب تظل غير واضحة إلى الأبد، حيث تكتشف أنظمة الذكاء الاصطناعي نمطًا ما من السلوك أو التهديد ثم تصدر رد فعل تجاهه، على الفور، وبقوة ساحقة. ويكفي أن نقول إن طبيعة تلك الحرب يمكن أن تكون غريبة، وتتصاعد بسرعة، وتصبح لا مثيل لها في العواقب المدمرة.

لقد استعرضنا بالفعل الأوبئة المُهندسة ومخاطر التسرب العرضي، وألقينا نظرة خاطفة على ما يحدث عندما يتمكن الملايين من المتحمسين للتحسين الذاتي من تجربة الشفرة الوراثية للحياة. ولا يمكننا إغفال حدث بالغ الخطورة البيولوجية لكنه من النوع الأقل وضوحًا ويستهدف، على سبيل المثال، شريحة معينة من السكان أو يخرب نظامًا بيئيًا معينًا. تخيل أن النشطاء الراغبين في وقف تجارة الكوكايين يخترعون حشرة جديدة تستهدف نباتات الكوكا فقط كوسيلة لتحل محل الرش الجوي. أو إذا قرر النباتيون

المتشددون تعطيل سلسلة إمدادات اللحوم بالكامل، بما يحمله ذلك من عواقب وخيمة متوقعة وغير متوقعة. كلتا الحالتين قد تخرج عن نطاق السيطرة.

نحن نعلم ما قد تبدو عليه تسريبات المختبرات في سياق تضخيم الهشاشة، لكن إذا لم تخضع للسيطرة سريعًا، فسوف تُصنف مع الأوبئة السابقة. وإليك أحد سياقات ذلك، أصاب فيروس أوميكرون المتحور عن فيروس كوفيد ربع الأمريكيين في غضون مائة يوم من التعرف عليه لأول مرة. ماذا لو حدثت لدينا جائحة يبلغ معدل الوفيات فيها ٢٠ في المائة، مثلًا، لكن مع هذا النوع من القابلية للانتقال؟ أو ماذا لو كان نوعًا من فيروس نقص المناعة البشرية الذي يصيب الجهاز التنفسي والذي يظل في حالة حضانة لسنوات دون ظهور أي أعراض حادة؟ يمكن لفيروس جديد قابل للانتقال بين البشر بمعدل تكاثر ٤، على سبيل المثال، (وهذا أقل بكثير من مرض الجدري أو الحصبة) ومعدل إماتة للحالات يصل إلى ٥٠ في المائة (وهذا أقل بكثير من فيروس إيبولا أو إنفلونزا الطيور)، أن يتسبب في أكثر من مليار حالة وفاة في غضون أشهر، حتى مع أخذ تدابير مثل الإغلاق في الاعتبار. ماذا لو أُطلق العديد من مسببات الأمراض مثل هذه في وقت واحد؟ إن هذا الأمر يتجاوز تضخيم الهشاشة بكثير؛ ستكون هذه كارثة لا يمكن فهمها.

بعيدًا عن كليشيهات هوليوود، نشأت ثقافة فرعية بين مجموعة من الباحثين الأكاديميين تدعم رؤية متطرفة حول كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يؤدي إلى كارثة وجودية. فكر في آلة قوية للغاية تدمر العالم بطريقة أو بأخرى لتحقيق أهدافها الخاصة الغامضة: ليس نظام ذكاء اصطناعي خبيثًا يرتكب أعمال تدمير متعمدة كما هو الحال في الأفلام، بل نظام ذكاء اصطناعي عامًا واسع النطاق يعمل بشكل أعمى على تحسين نفسه لتحقيق هدف غامض، غافلًا عن المخاوف البشرية.

تخبرنا التجربة الفكرية الأساسية أنك إذا أنشأت نظام ذكاء اصطناعي قويًا بما فيه الكفاية لصنع مشابك ورق لكنك لم تحدد الهدف بعناية كافية، فقد يؤدي ذلك في النهاية إلى تحويل العالم، وربما حتى محتويات الكون بأكمله، إلى مشابك ورق. ابدأ باتباع سلاسل

منطقية مثل هذه وسوف تتكشف أمامك تسلسلات لا تحصى من الأحداث المثيرة للأعصاب. يشعر الباحثون في مجال سلامة الذكاء الاصطناعي بالقلق (وحق لهم ذلك) من أنه في حالة إنشاء شيء مثل الذكاء الاصطناعي العام، لن تعود البشرية قادرة على التحكم في مصيرها. لأول مرة، سيُطاح بنا من موقعنا باعتبارنا النوع المهيمن في الكون المعروف. ومهما كان المصممون أذكياء، ومهما كانت آليات السلامة قوية، فإن مراعاة كافة الاحتمالات، وضمان السلامة، يُعد أمرًا مستحيلًا. وحتى لو كان نظام الذكاء الاصطناعي القوي بدرجة كافية هذا متوافقًا تمامًا مع المصالح البشرية، فمن المحتمل أن يتمكن من استبدال برامجه، متجاهلًا ميزات السلامة والتوافق المدمجة ظاهريًا فيه.

باتباع هذا الخط من التفكير، كثيرًا ما أسمع الناس يقولون شيئًا على غرار "الذكاء الاصطناعي العام هو أكبر خطر تواجهه البشرية اليوم! إنه سينهي العالم!" لكن عند الضغط عليهم لتوضيح ما سيبدو عليه هذا في الواقع، وكيف سيحدث هذا بالفعل، يصبحون مراوغين، والإجابات مبهمة، والخطر الدقيق غامض. إنهم يقولون إن الذكاء الاصطناعي قد يستولي على كل الموارد الحاسوبية ويحول العالم بأكمله إلى كمبيوتر عملاق. ومع ازدياد قوة الذكاء الاصطناعي، فإن السيناريوهات الأكثر تطرفًا سوف تتطلب دراسة وكبحًا جديين. ومع ذلك، وقبل أن نصل إلى هذه المرحلة بكثير، يمكن للكثير من الأمور أن تسوء.

على مدى السنوات العشر المقبلة، سيكون الذكاء الاصطناعي أعظم مضخم قوة في التاريخ. ولهذا السبب فهو قادر على المساعدة في إعادة توزيع القوة على نطاق تاريخي. وبما أنه أعظم عامل تسريع يمكن تصوره للتقدم البشري، فسوف يساعد على إلحاق الضرر أيضًا؛ من الحروب والحوادث إلى الجماعات الإرهابية العشوائية، والحكومات الاستبدادية، والشركات فائقة النفوذ، والسرقة البسيطة، والتخريب المتعمد. فكر في نظام ذكاء اصطناعي قادر يستطيع اجتياز اختبار تورينج الحديث بسهولة، لكنه خضع للتوجيه نحو غايات كارثية. لن تكون أنظمة الذكاء الاصطناعي المتقدمة وعلم الأحياء التخليقي متاحين فقط للمجموعات التي تبحث عن مصادر جديدة للطاقة أو عقاقير لتحسين الحياة؛ بل سيكونان متاحين أيضًا لأمثال تيد كازينسكي في الجيل القادم.

إن الذكاء الاصطناعي أمر قيم وخطير في نفس الوقت، وذلك على وجه التحديد لأنه امتداد لأفضل وأسوأ ما فينا. فباعتباره تقنية مبنية على التعلم، يمكنه الاستمرار في التكيف والاستكشاف وإنتاج استراتيجيات وأفكار جديدة ربما تكون بعيدة كل البعد عن أي شيء خضع للبحث من قبل، حتى من قِبل أنظمة ذكاء اصطناعي أخرى. اطلب منه أن يقترح طرقًا لقطع إمدادات المياه العذبة، أو التسبب في انهيار سوق الأوراق المالية، أو إشعال فتيل حرب نووية، أو تصميم الفيروس النهائي، وسوف يفعل ذلك. قريبًا. إن ما يقلقني أكثر من فكرة مضاعفة مشابك الورق أو نشوء شيطان غريب خبيث من نوع ما هو القوى القائمة التي قد تعمل هذه الأداة على تضخيمها في السنوات العشر المقبلة.

تخيل سيناريوهات تتحكم فيها أنظمة الذكاء الاصطناعي في شبكات الطاقة، أو البرامج الإعلامية، أو محطات الكهرباء، أو الطائرات، أو الحسابات التجارية لبيوت المال الكبرى. عندما تنتشر الروبوتات في كل مكان، وتكتظ الجيوش بالأسلحة الفتاكة المستقلة -مستودعات مليئة بالتكنولوجيا القادرة على ارتكاب جرائم قتل جماعي مستقلة بضغطة زر واحدة حرفيًا- كيف قد تبدو القرصنة التي طورها نظام ذكاء اصطناعي آخر؟ أو فكر حتى في أنماط الفشل الأكثر أساسية، ليست الهجمات، بل الأخطاء البسيطة. ماذا لو ارتكبت أنظمة الذكاء الاصطناعي أخطاء في البنى التحتية الأساسية، أو بدأ النظام الطبي المستخدم على نطاق واسع في التعطل؟ ليس من الصعب أن نرى كيف يمكن للعديد من العناصر القادرة وشبه المستقلة الطليقة أن تنشر الفوضى، حتى تلك العناصر التي تسعى نحو تحقيق أهداف حسنة النية لكن سيئة الصياغة. نحن لا نعرف حتى الآن آثار الذكاء الاصطناعي في مجالات متنوعة مثل الزراعة، والكيمياء، والجراحة، والمالية. وهذا جزء من المشكلة؛ نحن لا نعرف ما أنماط الفشل التي يجري تقديمها وإلى أي عمق يمكن أن تمتد.

لا يوجد دليل إرشادي حول كيفية بناء التقنيات بشكل آمن في الموجة القادمة. لا يمكننا أن نبني أنظمة ذات قوة وخطر متصاعدين لتجريبها مسبقًا. ولا يمكننا أن نعرف مدى السرعة التي قد يتمكن بها الذكاء الاصطناعي من تحسين نفسه، أو ماذا يمكن أن يحدث

بعد وقوع حادث في المختبر مع إحدى تقنيات التكنولوجيا الحيوية التي لم تُخترع بعد. ولا يمكننا التنبؤ بما قد ينتج عن توصيل عقل بشري مباشرة بالكمبيوتر، أو بأثر الأسلحة السيبرانية المعززة بالذكاء الاصطناعي في البنية التحتية الحيوية، أو بكيفية عمل محرك الجينات في الطبيعة. بمجرد أن نطلق إلى الطبيعة آلات مستقلة سريعة التطور وذاتية التجميع أو عوامل بيولوجية جديدة، لن تكون هناك إمكانية لإعادة عقارب الساعة. فبعد نقطة معينة، حتى الفضول والتجريب قد يكونان خطرين. حتى إذا كنت تعتقد أن فرصة وقوع الكارثة ضئيلة، فإن فكرة أننا نسير على غير هدى يجب أن تدفعك إلى التوقف.

كما أن بناء تكنولوجيا آمنة وخاضعة للاحتواء لا يُعد كافيًا في حد ذاته. إن حل مشكلة توافق الذكاء الاصطناعي لا يعني القيام بذلك مرة واحدة؛ بل يعني القيام بذلك في كل مرة نبني فيها نظام ذكاء اصطناعي قويًا بما فيه الكفاية، أينما ووقتما حدث ذلك. أنت لا تحتاج فقط إلى حل مشكلة التسريبات المعملية في معمل واحد؛ بل تحتاج إلى حلها في كل معمل، في كل بلد، إلى الأبد، حتى عندما تتعرض تلك البلدان نفسها لضغوط سياسية خطيرة. بمجرد أن تصل التكنولوجيا إلى القدرة الحرجة، لا يكفي أن يبنيها الرواد الأوائل بطريقة آمنة وحسب، رغم أن ذلك يمثل تحديًا بلا شك. بل بالأحرى، فإن السلامة الحقيقية تتطلب الحفاظ على هذه المعايير في كل حالة على حدة: وهو توقع ضخم نظرًا لمدى سرعة انتشار هذه التقنيات واتساع نطاقها بالفعل.

وهذا ما يحدث عندما تتوفر لأي شخص حرية اختراع أو استخدام الأدوات التي تؤثر فينا جميعًا. ونحن لا نتحدث فقط عن إمكانية استخدام آلات الطباعة أو المحرك البخاري، رغم كونهما استثنائيين. بل نتحدث عن مخرجات ذات طابع جديد كليًا: مركبات جديدة، وحياة جديدة، وأنواع جديدة.

إذا لم تخضع هذه الموجة للاحتواء، فهي مجرد مسألة وقت. إن هذا يُعد سماحًا باحتمال وقوع حادث، أو خطأ، أو استخدام ضار، أو تطور يتخطى نطاق السيطرة البشرية، أو عواقب لا يمكن التنبؤ بها من جميع الأنواع. في مرحلة ما، وبطريقة ما، سوف يفشل شيء

ما، في مكان ما. ولن يكون هذا مثل كارثة بوبال أو حتى تشيرنوبيل؛ بل سيتكشف هذا على نطاق عالمي. سيكون هذا هو إرث التقنيات التي ننتجها، في أغلب الأحيان، بأفضل النوايا.

ومع ذلك، لا يشارك الجميع هذه النوايا.

الطوائف، والمجانين، والدول الانتحارية

في معظم الأحيان تكون المخاطر الناشئة عن أشياء مثل أبحاث اكتساب الوظيفة ناتجة عن جهود مقبولة وحميدة. إنها، بعبارة أخرى، آثار ارتدادية ضخمة، وعواقب غير مقصودة للرغبة في فعل الخير. لكن لسوء الحظ، تأسست بعض المنظمات بدافع معاكس تمامًا.

تأسست طائفة أوم شينريكيو (الحقيقة العليا) في الثمانينيات من القرن الماضي، وهي طائفة يابانية تعتقد بنهاية العالم الوشيكة. نشأت المجموعة في استوديو لليوجا تحت قيادة رجل أطلق على نفسه اسم شوكو أساهارا. وبعد اكتساب العديد من الأعضاء من بين الساخطين، تحولوا إلى التطرف مع تضخم أعدادهم، وأصبحوا على قناعة بأن نهاية العالم وشيكة، وأنهم وحدهم سيبقون على قيد الحياة، وأن عليهم التعجيل بهذا. ونجح أساهارا في تنمية عدد الطائفة إلى ما يتراوح بين أربعين ألف إلى ستين ألف عضو، واستمال مجموعة من المساعدين المخلصين على طول الطريق وصولًا إلى استخدام الأسلحة البيولوجية والكيميائية. تشير التقديرات إلى أن طائفة أوم شينريكيو، في ذروة شعبيتها، كانت تمتلك أصولًا تزيد قيمتها على مليار دولار أمريكي وتضم بين أعضائها عشرات العلماء المدربين تدريبًا جيدًا. وعلى الرغم من افتتانهم بأسلحة الخيال العلمي الغريبة، مثل آلات توليد الزلازل، وبنادق البلازما، والمرايا لتشتيت أشعة الشمس، فقد كانوا مجموعة خطيرة للغاية ومتطورة للغاية.

عملت أوم على بناء شركات وهمية والتسلل إلى المعامل الجامعية لجلب المواد، واشترت أرضًا في أستراليا بقصد التنقيب عن اليورانيوم لصنع أسلحة نووية، وباشرت برنامجًا ضخمًا للأسلحة البيولوجية والكيميائية في الريف الجبلي خارج طوكيو. وأجرت المجموعة تجارب باستخدام الفوسجين وسيانيد الهيدروجين والسومان وغازات الأعصاب الأخرى. كما خططوا لهندسة وإطلاق نسخة محسنة من الجمرة الخبيثة، ووظفوا عالم فيروسات في مستوى الدراسات العليا للمساعدة. حصل الأعضاء على السم العصبي كلوستريديوم بوتولينوم ورشوه على مطار ناريتا الدولي، ومبنى البرلمان الوطني، والقصر الإمبراطوري، ومقر جماعة دينية أخرى، وقاعدتين بحريتين أمريكيتين. لكن لحسن الحظ، كانوا قد أخطئوا في تصنيعه ولم يترتب على ذلك أي ضرر.

ولم يدُم هذا الأمر. ففي عام ١٩٩٤، رشَّت جماعة أوم شينريكيو غاز الأعصاب "السارين" من شاحنة، مما أسفر عن مقتل ثمانية وإصابة مائتين. وبعد مرور عام، ضربوا مترو أنفاق طوكيو، مما أدى إلى إطلاق المزيد من غاز السارين، مما أسفر عن مقتل ثلاثة عشر وإصابة حوالي ستة آلاف شخص. وكان هجوم مترو الأنفاق، الذي تضمن وضع أكياس مملوءة بغاز السارين حول شبكة المترو، أكثر ضررًا، ويرجع ذلك جزئيًا إلى المساحات المغلقة. ولحسن الحظ، لم يستخدم أي من الهجومين آلية تنفيذ فعالة بشكل خاص. لكن في النهاية، كان الحظ وحده هو الذي حال دون وقوع حدث أكثر كارثية.

جمعت أوم شينريكيو بين درجة غير عادية من التنظيم ومستوى مخيف من الطموح. لقد أرادوا بدء الحرب العالمية الثالثة والانهيار العالمي من خلال القتل على نطاق صادم وبدءوا في بناء بنية تحتية للقيام بذلك. من ناحية، من المطمئن مدى ندرة المنظمات مثل أوم شينريكيو. فمن بين العديد من الحوادث الإرهابية وغيرها من عمليات القتل الجماعي التي ارتكبتها جهات غير حكومية منذ التسعينيات من القرن الماضي، جرى تنفيذ معظمها على يد أفراد منعزلين مضطربين أو مجموعات ذات أجندات سياسية أو أيديولوجية محددة.

لكن من ناحية أخرى، فإن لهذه الطمأنينة حدودًا. كان الحصول على أسلحة ذات قوة كبيرة في السابق عائقًا كبيرًا أمام التنفيذ، مما ساعد على إبعاد الكوارث. حيث إن انعدام الأخلاق المقزز لمن يطلق النار على المدرسة يُعد أمرًا مقيدًا بالأسلحة التي يمكنه الوصول إليها. لم يكن لدى "يونابومبر" سوى أجهزة محلية الصنع. وكان صنع ونشر الأسلحة البيولوجية والكيميائية يشكل تحديًا كبيرًا لطائفة أوم شينريكيو. وحيث إنهم كانوا زمرة صغيرة متعصبة تعمل في جو من السرية المذعورة، مع قدر محدود من الخبرة وإمكانية الوصول إلى المواد، فقد ارتكبوا أخطاءً.

لكن مع اكتمال الموجة القادمة، فإن أدوات التدمير ستصبح ديمقراطية وتسليعية، مثلما رأينا. وسوف تتمتع بمزيد من الإمكانات والقدرة على التكيف، ومن المحتمل أن تعمل بطرق خارجة عن سيطرة الإنسان أو فهمه، وتتطور وتتحسن بسرعة، وتصبح بعض من أعظم القوى الهجومية في التاريخ متاحة على نطاق واسع.

لحسن الحظ أن أولئك المستعدين لاستخدام تقنيات جديدة مثل طائفة أوم نادرون. ومع ذلك، فحتى ظهور طائفة واحدة مثل أوم شينريكيو مرة كل خمسين عامًا يُعد الآن كثيرًا جدًا لدرجة تحول دون تجنب حادث أسوأ بكثير من هجوم مترو الأنفاق. إن الطوائف، والمجانين، والدول الانتحارية التي توشك على الانهيار، جميعها لديها دوافع، والآن لديها وسائل. كما يلخص تقرير عن التداعيات المترتبة على طائفة أوم شينريكيو الأمر قائلًا: "إننا نلعب لعبة الروليت الروسية".

لقد حلَّت مرحلة جديدة من التاريخ. ومع فشل الحكومات الزومبي في احتواء التكنولوجيا، سيكون لأوم شينريكيو القادمة، والحادث الصناعي التالي، وحرب الدكتاتور المجنون القادمة، والتسرب المعملي الصغير التالي، تأثير يصعب تصوره.

من المغري رفض كل سيناريوهات الخطر الكئيبة هذه باعتبارها أحلام يقظة بعيدة للأشخاص الذين ترعرعوا وهم يقرءون الكثير من الخيال العلمي، أولئك الأشخاص المتحيزين نحو نظرية الكارثة. من المغري، لكنه من الخطأ. فبغض النظر عما وصلنا إليه

فيما يتعلق ببروتوكولات مستوى السلامة البيولوجية ٤ أو المقترحات التنظيمية أو المنشورات الفنية حول مشكلة توافق الذكاء الاصطناعي، فإن تلك الحوافز تتلاشى، وتستمر التقنيات في التطور والانتشار. هذه ليست مادة للروايات التأملية ومسلسلات نتفليكس. هذا أمر حقيقي، يجري العمل عليه في هذه اللحظة في المكاتب والمختبرات في جميع أنحاء العالم.

ومع ذلك، فإن المخاطر جدية للغاية لدرجة أنها تقتضي النظر في جميع الخيارات. إن الاحتواء يدور حول القدرة على التحكم في التكنولوجيا. بالعودة إلى الماضي، كان هذا يعني القدرة على السيطرة على الأشخاص والمجتمعات التي تقف وراء التكنولوجيا. لكن مع ظهور التأثيرات الكارثية أو عندما يصبح احتمال حدوثها أمرًا لا يمكن تجاهله، فإن بنود المناقشة سوف تتغير. سوف تتزايد الدعوات المطالبة ليس بالسيطرة فحسب، بل بالإجراءات القمعية. وسوف تصبح إمكانية تحقيق مستويات غير مسبوقة من اليقظة أكثر جاذبية من أي وقت مضى. ربما يكون من الممكن اكتشاف التهديدات الناشئة ومن ثم إيقافها؟ ألن يكون هذا هو الأفضل؛ والشيء الصحيح الذي ينبغي فعله؟

يغلب على ظني أن هذا سيكون رد فعل الحكومات والسكان حول العالم. فحين تتعرض القوة الموحدة للدولة القومية للتهديد، وحين يبدو الاحتواء أمرًا متزايد الصعوبة، وحين تصبح حياة الناس على المحك، فإن رد الفعل الحتمي سوف يتلخص في إحكام القبضة على القوة.

السؤال هو، بأي ثمن؟

المنعطف الفاسد

من الواضح أن إيقاف الكارثة أمر ضروري. فكلما عظمت الكارثة، عظمت المخاطر، وعظمت الحاجة إلى التدابير المضادة. إذا أصبح تهديد الكارثة شديدًا للغاية، فمن المرجح أن

تستنتج الحكومات أن الطريقة الوحيدة لإيقافه هي فرض رقابة مشددة على كل جانب من جوانب التكنولوجيا، والتأكد من عدم تسلل أي شيء عبر الطوق الأمني، وعدم تمكن أي نظام ذكاء اصطناعي خارج عن السيطرة أو فيروس مُصمم هندسيًا من الهروب، أو التعرض للإنشاء، أو حتى مجرد إجراء أبحاث عليه من الأساس.

لقد اخترقت التكنولوجيا حضارتنا بعمق لدرجة أن مراقبة التكنولوجيا أصبحت تعني مراقبة كل شيء. كل مختبر، وكل منشأة صناعية، وكل مصنع، وكل خادم، وكل إصدار جديد من التعليمات البرمجية، وكل سلسلة من الحمض النووي المُخلَّق، وكل شركة وجامعة، بدءًا من كل قرصان بيولوجي في كوخ في الغابة وصولًا إلى كل مركز بيانات ضخم ومجهول. إن التصدي للكارثة في مواجهة الديناميكيات غير المسبوقة للموجة القادمة يعني تقديم استجابة غير مسبوقة. إنه يعني عدم الاكتفاء بمراقبة كل شيء، بل الاحتفاظ بالقدرة على إيقافه والتحكم فيه أينما وكلما كان ذلك ضروريًا.

حتمًا سيقول البعض هذا الكلام: الحل هو مركزة السلطة إلى أقصى درجة، وبناء البانوبتيكون، والتنسيق المحكم لكل جانب من جوانب الحياة لضمان عدم ظهور أي جائحة أو نظام ذكاء اصطناعي خارج عن السيطرة من الأساس. وبشكل مطرد، ستقنع العديد من الدول نفسها بأن الطريقة الوحيدة لضمان ذلك حقًا هي تثبيت ذلك النوع من المراقبة الشاملة الذي استعرضناه في الفصل السابق: السيطرة الكاملة، المدعومة بالقوة الصارمة. لقد أصبح الباب المؤدي إلى المدينة الفاسدة مواربًا. والحق أنه في مواجهة الكارثة قد يشعر بعض الناس بالارتياح لفكرة المدينة الفاسدة.

لكن تظل مثل هذه الاقتراحات هامشية، لا سيما في الغرب. ومع ذلك، يبدو لي أن الأمر مجرد مسألة وقت قبل أن تشتد شوكتها. حيث إن هذه الموجة توفر كلًا من الدافع والوسيلة لقيام المدينة الفاسدة، أو "أوتوقراطية الذكاء الاصطناعي" القائمة على جمع البيانات والقسر المتزايد بشكل مطرد. وإذا كنت تشكك في الرغبة في المراقبة والسيطرة، ففكر كيف أصبحت عمليات الإغلاق الشامل، التي لم يكن من الممكن تصورها حتى قبل

بضعة أسابيع، حقيقة لا مفر منها فجأة خلال جائحة كوفيد. وكان الامتثال، على الأقل في البداية، شبه عالمي في مواجهة مناشدات الحكومات المنكوبة لـ"القيام بدورك". يبدو أن التسامح العام مع التدابير الفعالة المتخَذة باسم السلامة مرتفع.

من شأن الكوارث أن تحفز الدعوات لإنشاء جهاز مراقبة قصوى لمنع مثل هذه الأحداث في المستقبل. إذا حدث خطأ ما في التكنولوجيا، فكم سيطول الوقت قبل أن تبدأ الإجراءات القمعية؟ كيف يمكن لأي شخص أن يجادل بشكل منطقي ضدها في مواجهة الكارثة؟ كم سيطول الوقت قبل أن تضرب مدينة المراقبة الفاسدة جذورها، التي ستزحف جزءًا تلو الآخر ببطء، حتى تنمو؟ مع تزايد حالات الفشل التكنولوجي على نطاق أضيق، ستتزايد الدعوات المُطالِبة بالسيطرة. ومع تزايد السيطرة، ستتضاءل الضوابط والتوازنات، وتتحرك الأرض مفسحة المجال لمزيد من التدخلات، ويبدأ الانحدار المطرد نحو المدينة التكنولوجية الفاسدة.

إن مقايضة الحرية بالأمن تشكل معضلة أزلية. وقد ظهرت هذه المعضلة بوضوح في الفكرة الأساسية لدولة الطاغوت في كتاب Leviathan للكاتب توماس هوبز. ولم تختفِ من الوجود قط. لا شك أن هذه العلاقة غالبًا ما تكون معقدة ومتعددة الأبعاد، لكن الموجة القادمة ترفع المخاطر إلى مستوى جديد. ما المستوى المناسب من السيطرة المجتمعية لوقف جائحة مهندَسة؟ وما المستوى المناسب من التدخل في الدول الأخرى لتحقيق نفس الغاية؟ لم يسبق قط لعواقب الحرية والسيادة والخصوصية أن كانت مؤلمة إلى هذا الحد المحتمل.

إن مجتمع المراقبة القمعية الذي يتسم بالشفافية والرقابة الدقيقة هو في اعتقادي مجرد فشل آخر، وطريقة أخرى ستؤدي من خلالها قدرات الموجة القادمة لا إلى ازدهار الإنسان بل إلى عكس ذلك. فكل إجراء قسري ومتحيز وغير عادل على نحو صارخ سيتعرض للتضخيم الشديد. وستتراجع الحقوق والحريات التي اكتسبناها بشق الأنفس. وسيأتي تقرير المصير الوطني للعديد من الدول مقابل تنازلات، في أحسن الأحوال. لن تحدث

هشاشة هذه المرة، بل سيتضخم القمع الصريح. إذا كان الحل لمواجهة الكارثة هو مثل هذه المدينة الفاسدة، فهذا ليس حلًا على الإطلاق.

في ظل بنية المراقبة والقسر التي يجري بناؤها في الصين وأماكن أخرى من العالم، يمكن القول إن الخطوات الأولى قد اتُخذت بالفعل. وسيعمل التهديد بالكارثة والوعد بالسلامة على تمكين المزيد من الخطوات. لقد جلبت كل موجة من التكنولوجيا فرصة كبيرة لحدوث اضطرابات نظامية في النظام الاجتماعي. لكنها لم تطرح حتى الآن مخاطر شاملة وعامة تهدد بكارثة عالمية. وهذا هو ما تغير. وهذا هو ما يمكن أن يؤدي إلى رد فعل فاسد.

إذا كانت الدول الشبيهة بالزومبي ستسير وهي نائمة نحو الكارثة، حيث يشكل انفتاحها والفوضى المتزايدة فيها طبقًا مختبريًا للتكنولوجيا غير الخاضعة للاحتواء، فإن الدول الاستبدادية تسير بالفعل بكل سرور نحو هذه المدينة التكنولوجية الفاسدة، وتمهد الطريق، تقنيًا إن لم يكن أخلاقيًا، لاقتحامات واسعة النطاق للخصوصية وتقليصات للحرية. وبين هاتين الحالتين توجد أيضًا فرصة لأسوأ ما في العالم: أجهزة المراقبة والسيطرة المتفرقة لكنها في نفس الوقت قمعية ولا تزال غير قادرة على تشكيل نظام محكم.

إنها الكارثة والمدينة الفاسدة معًا.

تحدث فيلسوف التكنولوجيا لويس ممفورد عن "الآلة الضخمة"، حيث تتحد الأنظمة الاجتماعية مع التقنيات لتشكل "بنية موحدة وشاملة"، وهذه البنية "تخضع للتحكم فيها لصالح منظمات جماعية مجردة من الطابع الشخصي". باسم الأمن يمكن للبشرية أن تطلق العنان للآلة الضخمة بهدف منع الآلات الضخمة الأخرى حرفيًا من الظهور إلى الوجود. من المفارقة إذن أن الموجة القادمة قد تخلق الأدوات اللازمة لاحتواء نفسها. ومع ذلك، فإن القيام بذلك من شأنه أن يفتح الباب أمام نمط من الفشل يُمحى فيه حق تقرير المصير والحرية والخصوصية، وتنتشر أنظمة المراقبة والسيطرة الآلية لتصبح أشكالًا من الهيمنة الخانقة للمجتمع.

أما بالنسبة لأولئك الذين قد يقولون إن هذه الصورة القمعية هي ما نحن عليه الآن، أود أن أقول إنها لا شيء مقارنة بما قد يحمله المستقبل. ولا هذا هو المسار الفاسد الوحيد الممكن. ثمة العديد من المسارات الفاسدة الأخرى، لكن هذا المسار يرتبط ارتباطًا مباشرًا بالتحديات السياسية التي تفرضها الموجة وكذلك بإمكاناتها الكارثية. إنها ليست مجرد تجربة فكرية غامضة. بل يتعين علينا في مواجهة هذه الحقيقة أن نطرح هذه الأسئلة: رغم أن دوافعنا التكنولوجية تبدو عظيمة وراسخة للغاية، فهل ينبغي للإنسانية أن تتوقف عند هذا الحد؟ هل ينبغي لنا أن نرفض التطور التكنولوجي المستمر جملة وتفصيلًا؟ هل حان الوقت، رغم أن ذلك غير محتمل، لفرض حظر على التكنولوجيا ذاتها؟

الركود:
نوع مختلف من الكوارث

إذا نظرنا إلى مدننا الشاسعة، والمباني المدنية القوية المبنية من الفولاذ والحجر، والسلاسل العظيمة من الطرق والسكك الحديدية التي تربطها جميعًا معًا، والمناظر الطبيعية والأعمال الهندسية الهائلة التي تتحكم في بيئاتها، يراودنا شعور مغرٍ بالديمومة التي ينضح بها مجتمعنا. فعلى الرغم من انعدام الوزن في العالم الرقمي، ثمة صلابة ووفرة في العالم المادي من حولنا. وهذه الحقيقة تشكل توقعاتنا اليومية.

إننا نذهب إلى السوبر ماركت ونحن نتوقع أن يكون ممتلئًا بالفواكه والخضراوات الطازجة. ونتوقع أن تبقى باردة في الصيف ودافئة في الشتاء. وحتى على الرغم من الاضطرابات المستمرة، فإننا نفترض أن سلاسل التوريد والإمكانات في القرن الحادي والعشرين لا تقل قوة عن قاعة المدينة القديمة. وتبدو لنا جميع الأجزاء الأكثر تطرفًا في تاريخ وجودنا مبتذلة تمامًا، ولذلك فإننا في معظم الأحيان نواصل حياتنا كما لو أنها يمكن أن تستمر إلى أجل غير مسمى. والسواد الأعظم ممن حولنا، بما في ذلك قادتنا، يفعلون الشيء نفسه.

ومع ذلك، فلا شيء يدوم إلى الأبد. على مر التاريخ، كانت الانهيارات المجتمعية وفيرة: من بلاد ما بين النهرين القديمة إلى روما، ومن المايا إلى جزيرة الفصح، مرارًا وتكرارًا، لا يقتصر الأمر على أن الحضارات لا تدوم؛ بل إن عدم الاستدامة يبدو جزءًا مدمجًا فيها. فالحضارات التي تنهار ليست استثناءً؛ بل هي القاعدة. تشير دراسة استقصائية لستين حضارة إلى أنها استمرت حوالي أربعمائة عام في المتوسط قبل أن تنهار. فمن دون تقنيات جديدة، تصطدم هذه الحضارات بحدود صارمة تعوق التنمية -في مجال الطاقة المتاحة، والغذاء، والتعقيد الاجتماعي- وتتسبب في انهيارها.

ولم يتغير شيء باستثناء هذا: على مدى مئات السنين، يبدو أن التطور التكنولوجي المستمر قد مكَّن المجتمعات من الهروب من فخ التاريخ الحديدي. لكن من الخطأ أن نعتقد أن هذه الديناميكية قد شارفت على الانتهاء. فحضارة القرن الحادي والعشرين بعيدة كل البعد عن حضارة المايا، بطبيعة الحال، إلا أن الضغوط الناجمة عن البنية الفوقية الضخمة والمتطلبة، والأعداد الكبيرة من السكان، والحدود الصارمة للطاقة والقدرة الحضارية، لم تختفِ بطريقة سحرية؛ بل أبقيناها على مبعدة وحسب.

لنفترض أن هناك عالمًا يمكن فيه إيقاف تلك الحوافز. فهل سيكون الوقت قد حان لوقف التطور التكنولوجي بالكامل؟ بالطبع لا.

إن الحضارة الحديثة تكتب شيكات لا يمكن صرفها إلا بواسطة التطوير التكنولوجي المستمر. إن صرحنا برمته يقوم على فكرة النمو الاقتصادي على المدى الطويل. والنمو الاقتصادي على المدى الطويل يقوم في نهاية المطاف على ابتكار تقنيات جديدة ونشرها. سواء كان الأمر يتعلق بتوقع استهلاك المزيد مقابل مبلغ أقل أو الحصول على المزيد من الخدمات العامة دون دفع المزيد من الضرائب، أو بفكرة أننا نستطيع دهورة البيئة بشكل غير مستدام بينما تستمر الحياة في التحسن إلى أجل غير مسمى، فإن الصفقة -التي يمكننا القول إنها الصفقة الكبرى ذاتها- تحتاج إلى التكنولوجيا.

يُعد تطوير التقنيات الجديدة، كما رأينا، جزءًا حاسمًا من التصدي للتحديات الكبرى التي يواجهها كوكبنا. فمن دون تقنيات جديدة، لن نتمكن من التغلب على هذه التحديات ببساطة. فلا يسعنا أن نغض الطرف عن تكاليف الوضع الراهن من حيث الاستغلال البشري والمادي. إن مجموعتنا الحالية من التقنيات رائعة في كثير من النواحي، لكن قليلة هي الدلائل التي تشير إلى إمكانية نشرها على نحو مستدام لدعم أكثر من ثمانية مليارات شخص بمستويات يعتبرها أولئك الذين يعيشون في البلدان المتقدمة أمرًا مفروغًا منه. ورغم أن هذا غير مستساغ بالنسبة للبعض، فإن الأمر يستحق تكرار ذكره: إن حل مشكلات مثل تغير المناخ، أو الحفاظ على ارتفاع مستويات المعيشة والرعاية الصحية، أو تحسين التعليم والفرص، لن يحدث دون تقديم تقنيات جديدة كجزء من الحزمة.

إن إيقاف التطور التكنولوجي، على افتراض أنه أمر ممكن، من شأنه أن يؤدي من ناحية ما إلى الأمان. فمن شأنه في البداية أن يحد من ظهور مخاطر كارثية جديدة. لكن هذا لا يعني النجاح في تجنب المدينة الفاسدة. بل بالأحرى، فإن ذلك من شأنه أن يؤدي ببساطة إلى شكل آخر من أشكال المدينة الفاسدة، وهو ما بدأ عدم استدامة مجتمعات القرن الحادي والعشرين يكشف لنا عنه. فمن دون تقنيات جديدة، سيتعرض كل شيء للركود عاجلًا أم آجلًا، بل وربما ينهار تمامًا.

على مدى القرن المقبل، سوف يبدأ عدد سكان العالم بالانخفاض، وسيحدث ذلك بشكل حاد في بعض البلدان. ومع تحول نسبة العمال إلى المتقاعدين وتضاؤل قوة العمل، فإن الاقتصادات لن تتمكن ببساطة من العمل بمستوياتها الحالية. بعبارة أخرى، من دون التقنيات الجديدة سيكون من المستحيل الحفاظ على مستويات المعيشة.

وهذه مشكلة عالمية. فثمة بلدان مثل اليابان، وألمانيا، وإيطاليا، وروسيا، وكوريا الجنوبية تقترب الآن بالفعل من أزمة السكان في سن العمل. ولعل الأمر الأكثر إثارة للدهشة هو أن بلدانًا مثل الهند، وإندونيسيا، والمكسيك، وتركيا سوف تصبح في موقف مماثل بحلول خمسينيات القرن الحالي. تشكل الصين جزءًا رئيسيًا من قصة التكنولوجيا في العقود

المقبلة، لكن بحلول نهاية القرن، تتنبأ أكاديمية شنجهاي للعلوم الاجتماعية بأن عدد سكان البلاد قد يصل إلى ٦٠٠ مليون نسمة فقط، وهو انقلاب مذهل للزيادات السكانية التي دامت قرنًا تقريبًا. يُعد معدل الخصوبة الإجمالي في الصين واحدًا من أدنى المعدلات في العالم، ولا يضاهيه سوى دول مجاورة مثل كوريا الجنوبية وتايوان. والحقيقة هي أن الصين لن تكون قادرة على الاستمرار على الإطلاق في غياب التكنولوجيا الجديدة.

ولا يتعلق الأمر بالأرقام فحسب، بل يتعلق بالخبرة والقاعدة الضريبية ومستويات الاستثمار؛ إن المتقاعدين سيسحبون الأموال من النظام الاقتصادي، ولن يستثمروها على المدى الطويل. وكل هذا يعني أن "نماذج الحكم في فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية لن تفلس ببساطة، بل ستتحول إلى اتفاقات انتحار مجتمعي جماعي". إن الاتجاهات الديموغرافية تستغرق عقودًا من الزمن حتى تتغير. فالمجموعات الجيلية لا تتغير في الحجم. لكن هذا التراجع البطيء المتواصل ثابت بالفعل، إنه جبل جليدي يلوح في الأفق ولا يسعنا أن نفعل أي شيء لتجنبه؛ باستثناء إيجاد طرق لاستبدال أولئك العمال.

كما أن الضغط على مواردنا قد أصبح أمرًا مؤكدًا هو الآخر. تذكر أن تحديد مصادر المواد اللازمة للتكنولوجيا النظيفة، ناهيك عن أي شيء آخر، هو أمر معقد وهش للغاية. ومن المتوقع أن يرتفع الطلب على الليثيوم والكوبالت والجرافيت بنسبة ٥٠٠ في المائة بحلول عام ٢٠٣٠. في الوقت الحالي، تُعد البطاريات أفضل أمل لاقتصاد نظيف، ومع ذلك فإن السعة التخزينية بالكاد تكفي لتلبية احتياجات معظم الأماكن من الطاقة لدقائق أو حتى ثوانٍ. ولكي نتمكن من استبدال المخزونات المتناقصة بسرعة أو معالجة فشل سلسلة التوريد على نطاق عدد كبير من المواد، نحتاج إلى خيارات. وهذا يعني تحقيق إنجازات تكنولوجية وعلمية جديدة في مجالات مثل علم المواد.

ونظرًا لقيود السكان والموارد، فإن مجرد الجمود على الوضع الحالي قد يتطلب تحسينًا عالميًا في الإنتاجية بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف، لكن الجمود على الوضع الحالي غير مقبول بالنسبة للسواد الأعظم من سكان العالم، الذين تبلغ معدلات وفيات الأطفال بينهم،

على سبيل المثال، نسبة أعلى باثني عشر ضعفًا منها في الدول المتقدمة. مما لا شك فيه أن أي استمرار حتى عند المستويات الحالية لا يؤدي فقط إلى إجهاد ديموغرافي واستنزاف للموارد؛ بل يؤدي أيضًا إلى حالة طوارئ مناخية.

وأؤكد لكم: إن الجمود على الوضع الحالي في حد ذاته يعني كارثة.

لن يقتصر الأمر على مجرد نقص العمالة في المطاعم أو على البطاريات باهظة الثمن. بل سيعني تفكك كل جانب غير مستقر من جوانب الحياة الحديثة، وسيصحب ذلك العديد من التأثيرات النهائية التي لا يمكن التنبؤ بها، والتي تتداخل مع مجموعة من المشكلات الخارجة عن السيطرة بالفعل. أعتقد أنه من السهل علينا أن نغفل عن مقدار ما تكفله التحسينات التكنولوجية المستمرة في أسلوب حياتنا. لكن تلك السوابق التاريخية -التي لا يسعنا أن ننسى أنها تشكل القاعدة لكل حضارة سابقة- واضحة بما لا يقبل الشك. إن الجمود يعني مستقبلًا هزيلًا من الانحدار في أحسن الأحوال، لكنه يعني على الأرجح انفجارًا داخليًا يمكن أن يتصاعد بشكل مثير للقلق. قد يجادل البعض بأن هذا يشكل قطبًا ثالثًا، أو معضلة ثلاثية كبيرة. بالنسبة لي هذا غير منطقي أبدًا. أولًا، هذا هو الخيار الأقل احتمالًا في هذه المرحلة. ثانيًا، إذا حدث ذلك، فإنه ببساطة يعيد صياغة المعضلة في شكل جديد. إن وقف استخدام التكنولوجيا لا يشكل وسيلة للخروج من هذا المأزق؛ بل هو دعوة إلى نوع آخر من المدينة الفاسدة، نوع آخر من الكارثة.

وحتى لو كان ذلك ممكنًا، فإن فكرة إيقاف الموجة القادمة ليست فكرة مريحة. إن الحفاظ على مستويات المعيشة، ناهيك عن تحسينها، يحتاج إلى التكنولوجيا. وتجنب الانهيار يحتاج إلى التكنولوجيا. إن تكلفة رفض التكنولوجيا تتعلق بوجودنا ذاته. ومع ذلك، فإن كل طريق يمكننا السير فيه ينطوي على مخاطر وسلبيات جسيمة.

هذه هي المعضلة الكبرى.

ما وجهتنا التالية؟

منذ بداية العصر النووي والرقمي، أصبحت هذه المعضلة أكثر وضوحًا. في عام ١٩٥٥، أي في أواخر حياته، كتب عالم الرياضيات جون فون نيومان مقالًا بعنوان "Can We Survive Technology? (هل يمكننا النجاة من التكنولوجيا؟)". وقد تنبأ في هذا المقال بما أقوله هنا، حيث كان يعتقد أن المجتمع العالمي في "أزمة سريعة النمو؛ أزمة تعزى إلى حقيقة أن البيئة التي يجب أن يحدث فيها التقدم التكنولوجي أصبحت أصغر حجمًا وأقل تنظيمًا على حد سواء". وفي نهاية المقال، يصف فون نيومان النجاة على أنها مجرد "احتمال"، كما قد يفعل في ظل سحابة الفطر التي جعلها حاسوبه حقيقة واقعة. ويقول في مقاله: "ليس هناك علاج للتقدم. إن أي محاولة لإيجاد قنوات آمنة تلقائيًا للتنوع الهائل الحالي من التقدم ستؤدي من دون شك إلى الإحباط".

لست وحدي الذي يرغب في بناء تكنولوجيا قادرة على جني العديد من الفوائد مع الحد من المخاطر في الوقت نفسه. سوف يسخر البعض من هذا الطموح باعتباره مجرد شكل آخر من أشكال غطرسة وادي السيليكون، لكنني ما زلت مقتنعًا بأن التكنولوجيا تظل المحرك الأساسي لإدخال تحسينات على عالمنا وحياتنا. وعلى الرغم من كل أضرارها وسلبياتها وعواقبها غير المقصودة، فإن مساهمة التكنولوجيا حتى الآن كانت إيجابية بشكل هائل. ففي نهاية المطاف، حتى أقسى منتقدي التكنولوجيا يسعدون بوجه عام باستخدام الغلاية، وتناول قرص الأسبرين، ومشاهدة التلفاز، وركوب مترو الأنفاق. ومقابل كل بندقية، هناك جرعة من البنسلين المنقذ للحياة؛ ومقابل كل قصاصة من المعلومات المضللة، هناك حقيقة تتكشف بسرعة مذهلة.

ومع ذلك، على نحو ما، منذ فون نيومان وأقرانه، أشعر أنا وكثيرون غيري بالقلق إزاء المسار طويل الأمد. وجلّ ما يقلقني هو أن التكنولوجيا تُظهر إمكانية حقيقية للانعطاف الحاد نحو السلبية، وأننا لا نملك حلولًا لوقف هذا التحول، وأننا عالقون بلا أي مخرج.

لا أحد منا يستطيع أن يعرف على وجه اليقين كيف سيحدث كل هذا بالضبط. فضمن المعايير العريضة للمعضلة، هناك نطاق هائل وغير معروف من النتائج المحددة. ومع ذلك، فأنا على ثقة من أن العقود المقبلة ستشهد تزايد حدة المقايضات المعقدة والأليمة بين الرخاء والمراقبة والتهديد بالكوارث. حتى النظام الذي يشتمل على دول في أفضل حالاتها سيواجه صعوبات.

نحن نواجه التحدي النهائي للإنسان التكنولوجي.

إذا كان هذا الكتاب يبدو متناقضًا في موقفه تجاه التكنولوجيا، حيث إن جزءًا منه إيجابي وجزءًا آخر ينذر بالخطر، فذلك لأن مثل هذه النظرة المتناقضة هي التقييم الأكثر صدقًا لما نحن فيه. سوف يندهش أجدادنا القدماء من وفرة عالمنا. لكنهم سيندهشون أيضًا من هشاشته ومخاطره. وفي ظل الموجة القادمة، فإننا نواجه تهديدًا حقيقيًا، وسلسلة من العواقب الكارثية المحتملة؛ نعم، بل إنها تشكل خطرًا وجوديًا على النوع. إن التكنولوجيا هي أفضل وأسوأ ما فينا. ولا يوجد نهج أنيق ذو نظرة أحادية الجانب يوفيها حق قدرها. إن النهج المتماسك الوحيد في التعامل مع التكنولوجيا هو رؤية الجانبين في نفس الوقت.

على مدار العقد الماضي أو نحو ذلك، أصبحت هذه المعضلة أكثر وضوحًا، وأصبحت مهمة معالجتها أكثر إلحاحًا. إذا نظرت إلى العالم، سيبدو لك أن الاحتواء غير ممكن. لكن إذا اتبعت العواقب، سيصبح شيء آخر واضحًا لك بنفس القدر: من أجل مصلحة الجميع، يجب أن يكون الاحتواء ممكنًا.

الجزء الرابع

عبر الموجة

الفصل ١٣

يجب أن يكون الاحتواء ممكناً

ثمن الأفكار المتناثرة

كنت أعتزم ذات مرة كتابة كتاب يحتوي على صورة أكثر تفاؤلًا عن مستقبل التكنولوجيا والمستقبل بشكل عام. فرغم أن العالم صار أكثر حكمة وحذرًا بكثير تجاه "التكنولوجيا" هذه الأيام، لا يزال هناك قدر كبير من الأشياء التي يجب أن نتحلى بالإيجابية بشأنها. لكن خلال جائحة كوفيد-١٩، كان لديّ الوقت للتوقف والتأمل. وسمحت لنفسي بإعادة التفكير في إحدى الحقائق التي كنت أقلل من أهميتها لفترة طويلة، هذا إن لم أكن أنكرها. إن التغيير المتسارع قادم. لا مفر من هذا. وهذه الحقيقة تحتاج إلى معالجة.

إن كنت تقبل ولو جزءًا صغيرًا من الحجة الأساسية لهذا الكتاب، فالسؤال الحقيقي إذن هو ما الذي يجب فعله حيال ذلك. بمجرد أن نعترف بهذه الحقيقة، ما الذي سيُحدث فرقًا حقيقيًا؟ في مواجهة معضلة كتلك التي عرضتها في الأجزاء الثلاثة الأولى من هذا الكتاب، ما الذي قد يبدو عليه الاحتواء، ولو من الناحية النظرية؟

في السنوات الأخيرة أجريت محادثات لا تحصى حول هذا السؤال. لقد ناقشت هذا الأمر مع كبار الباحثين في الذكاء الاصطناعي، ومع الرؤساء التنفيذيين، ومع الأصدقاء القدامى، ومع صانعي السياسات في واشنطن وبكين وبروكسل، ومع العلماء والمحامين، ومع الطلاب في المدارس الثانوية، ومع الأشخاص العشوائيين الذين قبلوا الاستماع إليّ في

المقهى. وكان الجميع يتوصلون على الفور إلى إجابات سهلة، وكل شخص تقريبًا من دون استثناء كانت لديه نفس الوصفة: التنظيم.

هنا يكمن الحل على ما يبدو، هنا يكمن السبيل للخروج من المعضلة، هذا هو مفتاح الاحتواء، ومنقذ الدولة القومية، ومنقذ الحضارة كما نعرفها. التنظيم الماهر، الذي يوازن بين الحاجة إلى إحراز التقدم جنبًا إلى جنب مع قيود السلامة المعقولة، على المستويين الوطني والدولي، والذي يشمل كل شيء بدءًا من عمالقة التكنولوجيا والجيوش وحتى مجموعات البحث الجامعية الصغيرة والشركات الناشئة، والمقيَّد في إطار شامل وقابل للتنفيذ. لقد فعلنا ذلك من قبل، هكذا يقولون؛ انظر إلى السيارات والطائرات والأدوية. أليست هذه هي الطريقة المناسبة لإدارة الموجة القادمة واحتوائها؟

ليت الأمر كان بهذه البساطة. إن التلفظ بكلمة "التنظيم" في مواجهة التغير التكنولوجي المذهل هو الجزء السهل. كما أنه الحل الكلاسيكي لدى الذين ينفرون من التشاؤم. إنها طريقة بسيطة للتخلص من المشكلة. على الورق، يبدو التنظيم مغريًا، بل واضحًا ومباشرًا؛ مما يشير إلى أنه يتيح للناس أن يبدوا أذكياء، ومهتمين، وحتى مرتاحين. إن المعنى الضمني غير المعلن هو أنها مشكلة قابلة للحل، لكنها مشكلة شخص آخر. ومع ذلك، إذا نظرنا بشكل أعمق، فستصبح الشقوق واضحة.

في الجزء ٤، سنستكشف الطرق العديدة التي يمكن للمجتمع من خلالها البدء في مواجهة المعضلة، والتخلص من النفور من التشاؤم والتصدي الفعلي لمشكلة الاحتواء، والبحث عن إجابات في عالم يجب أن يكون حل المشكلة فيه ممكنًا. لكن قبل أن نفعل ذلك، من الأهمية بمكان أن نعترف بحقيقة مركزية: ألا وهي أن التنظيم وحده لا يكفي. إن عقد اجتماع مائدة مستديرة في البيت الأبيض وإلقاء خطابات جادة أمر سهل؛ أما سن تشريعات فعالة فهي قضية أخرى. وكما رأينا، تواجه الحكومات أزمات متعددة مستقلة عن الموجة القادمة؛ مثل تراجع الثقة، وترسيخ عدم المساواة، والاستقطاب السياسي، على سبيل المثال لا

الحصر. إنها مرهَقة، وقواها العاملة لا تتمتع بالمهارات أو الاستعداد الكافيين لمواجهة التحديات المعقدة والسريعة التي تنتظرنا.

بينما يتمكن هواة المرائب من الوصول إلى أدوات أكثر قوة، وبينما تنفق شركات التكنولوجيا المليارات على البحث والتطوير، يعلق أغلب الساسة في دورة إخبارية على مدار الساعة من المقاطع الصوتية المُجتزَأة واللقطات الفوتوغرافية. وعندما تتردى حكومة ما إلى مرحلة الترنح من أزمة إلى أخرى، فإنها لا تجد مجالًا كبيرًا لالتقاط الأنفاس للتعامل مع القوى التكتونية التي تتطلب خبرة عميقة في هذا المجال وحكمًا متأنيًا وفقًا لجداول زمنية غير مؤكدة. من الأسهل أن نتجاهل هذه المسائل ونلتفت إلى الثمار اليانعة التي من المرجح أن تكفل لنا الفوز بالأصوات في الانتخابات المقبلة.

حتى خبراء التكنولوجيا والباحثون في مجالات مثل الذكاء الاصطناعي يكافحون لمواكبة وتيرة التغيير. إذن، ما الفرصة المتاحة أمام الهيئات التنظيمية، في ظل نقص الموارد؟ أنى لها أن تحسب حساب عصر التطور المفرط، ووتيرة الموجة القادمة وعدم القدرة على التنبؤ بها؟

إن التكنولوجيا تتطور أسبوعًا بعد أسبوع. بينما تستغرق صياغة التشريعات وإصدارها سنوات. فكر في ظهور منتج جديد في السوق مثل أجراس الأبواب من شركة Ring (رينج). لقد وضعت رينج كاميرا على باب منزلك الأمامي وربطتها بهاتفك. وقد تحمس الناس لهذا المنتج بسرعة كبيرة، وهو الآن منتشر على نطاق واسع لدرجة أنه أدى إلى تغيير جذري في طبيعة ما يحتاج إلى تنظيم؛ فجأة تحول الشارع العادي في الضواحي من مساحة خاصة نسبيًا إلى منطقة خاضعة للمراقبة والتسجيل. وبحلول الوقت الذي أثيرت فيه المحادثة بشأن التنظيم، كانت رينج قد أنشأت بالفعل شبكة واسعة من الكاميرات، حيث جمعت البيانات والصور من الأبواب الأمامية للأشخاص في جميع أنحاء العالم. ورغم مرور عشرين عامًا منذ فجر وسائل التواصل الاجتماعي، ما زال لا يوجد نهج ثابت في التعامل مع ظهور منصة جديدة قوية (وإلى جانب ذلك، هل الخصوصية، أو

الاستقطاب، أو الاحتكار، أو الملكية الأجنبية، أو الصحة العقلية هي المشكلة الأساسية؛ أو حتى كل ما سبق معًا؟). سوف تؤدي الموجة القادمة إلى تفاقم هذه الديناميكية.

إن المناقشات حول التكنولوجيا تنتشر عبر وسائل التواصل الاجتماعي، والمدونات والنشرات الإخبارية، والمجلات الأكاديمية، وعدد لا يحصى من المؤتمرات والندوات وورش العمل، لكن خيوطها تتباعد وتضيع أكثر فأكثر في هذا الضجيج. فكل شخص لديه وجهة نظر، لكنها لا ترقى لمستوى البرنامج المتماسك. إن الحديث عن أخلاقيات أنظمة التعلم الآلي هو عالم بعيد كل البعد عن السلامة الفنية لعلم الأحياء التخليقي، على سبيل المثال. إن هذه المناقشات تدور في صوامع معزولة تتردد فيها نفس الآراء مرارًا وتكرارًا. ونادرًا ما تصل إلى العالم الخارجي.

ومع ذلك، فأنا أعتقد أنها جوانب مما يُعتبر نفس الظاهرة؛ فكلها تهدف إلى معالجة جوانب مختلفة من نفس الموجة. لا يكفي أن نجري عشرات المحادثات المنفصلة حول التحيز الخوارزمي أو المخاطر البيولوجية أو حرب الطائرات من دون طيار أو التأثير الاقتصادي لعلم الروبوتات أو تداعيات الحوسبة الكمومية على الخصوصية. فهذا يقلل تمامًا من مدى ترابط الأسباب والنتائج. إننا بحاجة إلى نهج يوحد هذه المحادثات المتباينة، ويلخص كل تلك الأبعاد المختلفة للمخاطر، أي أننا بحاجة إلى مفهوم ذي أغراض عامة لهذه الثورة ذات الأغراض العامة.

إن ثمن الأفكار المتناثرة هو الفشل، ونحن نعرف كيف يبدو ذلك. في الوقت الحالي، نحن لا نملك إلا الأفكار المتناثرة: مئات من البرامج المتباينة في أجزاء متباعدة من عالم التكنولوجيا، والتي تعمل على تقويض الجهود التي تتسم بحسن النية لكنها مرتجلة وتفتقر إلى الخطة الشاملة أو الاتجاه. إننا في أمس الحاجة إلى هدف واضح وبسيط، إلى شعار مُلزم تلتف حوله جميع الجهود التكنولوجية المختلفة وتندمج في وحدة مترابطة. ليس فقط تعديل هذا العنصر أو ذاك، وليس فقط في واحدة أو أخرى من الشركات أو مجموعات الأبحاث أو حتى البلدان، لكن في كل مكان، وعلى جميع الجبهات ومناطق الخطر والمناطق

الجغرافية في وقت واحد. سواء كان الأمر يتعلق بمواجهة الذكاء الاصطناعي العام الناشئ أو بمواجهة شكل جديد من أشكال الحياة يتسم بالغرابة لكنه مفيد، يجب أن يكون الهدف موحدًا: ألا وهو الاحتواء.

إن المشكلة الأساسية التي تواجه البشرية في القرن الحادي والعشرين تتلخص في الكيفية التي نستطيع بها بناء القدر الكافي من القوة والحكمة السياسية المشروعة، والبراعة الفنية الكافية، والمعايير القوية لتقييد التقنيات لضمان استمرارها في تحقيق النفع أكثر من الضرر. بعبارة أخرى، الكيفية التي نستطيع من خلالها احتواء ما يبدو غير قابل للاحتواء.

إذا نظرنا منذ فجر تاريخ الإنسان التكنولوجي إلى واقع العصر الذي تسيطر فيه التكنولوجيا على كل جانب من جوانب الحياة، سنجد أن الاحتمالات تميل ضدنا وترجح عدم تمكننا من تحقيق ذلك. لكن هذا لا يعني أننا لا يجب أن نحاول.

ومع ذلك، فإن معظم المؤسسات، وليست الحكومات وحسب، غير مهيأة لمواجهة التحديات المعقدة على طول الطريق. فكما رأينا، حتى الدول الغنية يمكن أن تعاني في مواجهة الأزمات المتفاقمة. في مطلع عام ٢٠٢٠، صنَّف مؤشر الأمن الصحي العالمي الولايات المتحدة في المرتبة الأولى عالميًا من حيث الاستعداد للوباء، ولم تتخلف المملكة المتحدة عنها كثيرًا. ومع ذلك، فقد أدت قائمة القرارات الكارثية إلى معدلات وفيات وتكاليف مالية أسوأ بكثير مما كانت عليه في الدول المناظرة مثل كندا وألمانيا. فقد تلقت حتى تلك المؤسسات التي كانت تبدو ظاهريًا أكثر استعدادًا من غيرها ضربة قوية، رغم أنها بدت وكأنها تتمتع بالخبرة الممتازة والعمق المؤسسي والتخطيط والموارد.

يجب على الحكومات، في ظاهر الأمر، أن تكون أكثر استعدادًا من أي وقت مضى لإدارة المخاطر والتقنيات الجديدة. لقد بلغت الميزانيات الوطنية المخصصة لمثل هذه الأمور مستويات قياسية بوجه عام. لكن الحقيقة هي أن أي حكومة ستواجه صعوبة بالغة حقًا في التعامل مع هذه التهديدات الجديدة. وهذا ليس عيبًا في فكرة الحكومة؛ بل هو تقييم لحجم التحدي الذي يواجهنا. فعند مواجهة شيء مثل الذكاء الاصطناعي القادر الذي يمكنه

اجتياز نسختي من اختبار تورينج الحديث، فإن استجابة حتى أكثر البيروقراطيات تخطيطًا وبُعد نظر ستكون شبيهة بالاستجابة لفيروس كوفيد. إن الحكومات تخوض حربها الأخيرة، وتكافح الوباء الأخير، وتنظم الموجة الأخيرة. لكن المنظمين ينظمون الأمور التي يمكنهم توقعها.

في حين أن هذا العصر هو عصر المفاجآت.

التنظيم ليس كافيًا

على الرغم من الرياح المعاكسة، فإن الجهود المبذولة لتنظيم التقنيات المتقدمة ضرورية ومتزايدة. ربما يكون التشريع الأكثر طموحًا هو مشروع قانون الذكاء الاصطناعي للاتحاد الأوروبي، والذي قُدم لأول مرة في عام ٢٠٢١. حتى تاريخ كتابة هذه السطور في عام ٢٠٢٣، يمر مشروع القانون بعملية طويلة ليصبح قانونًا أوروبيًا ساريًا. وفي حالة سن هذا القانون، ستخضع أبحاث وعمليات نشر الذكاء الاصطناعي للتصنيف بناءً على مستوى الخطر الذي تشكله. وسوف تُحظر التقنيات التي تنطوي على "مخاطر غير مقبولة" قد تؤدي إلى ضرر مباشر. عندما يؤثر الذكاء الاصطناعي في حقوق الإنسان الأساسية أو الأنظمة الحيوية مثل البنية التحتية الأساسية، أو وسائل النقل العام، أو الصحة، أو الرعاية الاجتماعية، فسوف يُصنف على أنه "عالي المخاطر"، ويخضع لمستويات أعلى من الرقابة والمساءلة. ويجب أن يتسم الذكاء الاصطناعي عالي المخاطر بـ"الشفافية والأمان والخضوع للسيطرة البشرية والتوثيق بشكل صحيح".

ومع ذلك، فإن مشروع القانون هذا، على الرغم من كونه إحدى المحاولات التنظيمية الأكثر تقدمًا وطموحًا وبُعد نظر في العالم حتى الآن، يوضح أيضًا المشكلات المتأصلة في التنظيم. فقد تلقى هجمات من كل جانب، لأنه تمادى أكثر من اللازم وأيضًا لأنه لم يتمادَ بما فيه الكفاية. حيث يزعم البعض أنه يركز أكثر من اللازم على المخاطر الناشئة والمستقبلية، ويحاول تنظيم شيء غير موجود أصلًا؛ بينما يزعم البعض الآخر أنه ليس بعيد النظر بما

فيه الكفاية. ويعتقد البعض أنه يسمح لشركات التكنولوجيا الكبرى بالإفلات من العقاب، وأنها لعبت دورًا فعالًا في صياغته وتخفيف أحكامه. ويعتقد آخرون أنه يتجاوز الحدود وسيؤدي إلى تثبيط الأبحاث والابتكار في الاتحاد الأوروبي، مما يضر بالوظائف وعائدات الضرائب.

إن أغلب القواعد التنظيمية تسير على خيط رفيع من المصالح المتنافسة. لكن قلما يتوجب عليها، في أي مجال بخلاف التكنولوجيا المتقدمة، أن تعالج شيئًا منتشرًا على هذا النطاق الواسع، وله هذه الأهمية الاقتصادية البالغة، ومع ذلك فهو سريع التطور إلى هذا الحد. إن كل هذه الضجة والارتباك يوضحان مدى صعوبة وتعقيد أي شكل من أشكال التنظيم، لا سيما في ظل التغيير المتسارع، وكيف سيؤدي هذا بكل تأكيد إلى ترك ثغرات، والعجز عن الاحتواء الفعال.

يُعد تنظيم التقنيات، ليس فقط فائقة التطور بل وذات الأغراض العامة والاستخدامات المتعددة أيضًا، أمرًا بالغ الصعوبة. فكر في كيفية تنظيم النقل الآلي. لا توجد جهة تنظيمية واحدة، أو حتى بضعة قوانين وحسب. بدلًا من ذلك، لدينا لوائح بشأن حركة المرور، والطرق، وركن السيارات، وأحزمة الأمان، والانبعاثات، وتدريب السائقين، وما إلى ذلك. وهذا لا يصدر فقط عن الهيئات التشريعية الوطنية، لكن أيضًا عن الحكومات المحلية، ووكالات الطرق السريعة، ووزارات النقل التي تصدر التوجيهات، وهيئات الترخيص، ومكاتب المعايير البيئية. كما أنه لا يعتمد على المشرعين فحسب، بل يعتمد أيضًا على قوات الشرطة، ومراقبي المرور، وشركات السيارات، والميكانيكيين، ومخططي المدن، وشركات التأمين.

لقد أدت القواعد التنظيمية المعقدة التي خضعت للتحسين على مدى عقود إلى جعل الطرق والمركبات أكثر أمانًا وتنظيمًا بشكل متزايد، مما مكنها من النمو والانتشار. ومع ذلك، فإن ١.٣٥ مليون شخص ما زالوا يموتون سنويًا في حوادث مرورية. قد يقلل التنظيم من الآثار السلبية، لكنه لا يستطيع محو النتائج السيئة مثل حوادث الاصطدام، أو التلوث، أو

الزحف العمراني. لقد قررنا أن هذه تكلفة بشرية مقبولة، نظرًا للفوائد في المقابل. وكلمة "نحن" هذه بالغة الأهمية. فالتنظيم لا يعتمد فقط على إقرار قانون جديد. بل يتعلق أيضًا بالمعايير، وأنظمة المِلكية، وقواعد الامتثال والصدق غير المكتوبة، وإجراءات التحكيم، وإنفاذ العقود، وآليات الرقابة. ولا بد من دمج كل هذا، كما يتعين على الجمهور أن يتقبله.

وهذا يستغرق وقتًا؛ وقتًا لا نملكه. في ظل الموجة القادمة، فإننا لا نملك نصف قرن لتتوصل العديد من الهيئات إلى ما يجب القيام به، وتتبلور القيم الصحيحة وأفضل الممارسات. يجب أن نتوصل إلى قواعد تنظيمية متقدمة دقيقة وسريعة. كما أنه من غير الواضح كيف يمكن إدارة كل هذا في ظل مجموعة واسعة من التقنيات غير المسبوقة. عندما تنظم علم الأحياء التخليقي، فهل تنظم الغذاء، أم الدواء، أم الأدوات الصناعية، أم البحث الأكاديمي، أم كل ذلك في وقت واحد؟ وأي الهيئات ستتولى أي المسئوليات؟ وكيف سيتوافق كل ذلك معًا؟ وأي الجهات الفاعلة ستكون مسئولة عن أي الأجزاء من سلسلة التوريد؟ إن المزالق التي قد تترتب على وقوع حادث خطير واحد ستكون بالغة الخطورة، ومع ذلك فإن مجرد اتخاذ القرار بشأن الجهة المسئولة يشكل حقل ألغام.

بعيدًا عن لغط النقاش التشريعي، فإن الدول أيضًا واقعة في تناقض. فمن ناحية، هي في منافسة استراتيجية لتسريع عملية تطوير تقنيات مثل الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي. إن كل دولة تريد أن تتولى الصدارة التكنولوجية، وأن يراها الجميع على أنها كذلك. إنه مقياس للفخر الوطني والأمن القومي، وأيضًا حتمية وجودية. ومن ناحية أخرى، فإنها في حاجة ماسة إلى تنظيم وإدارة هذه التقنيات؛ وإلى احتوائها، لأسباب ليس أقلها الخوف من أنها ستهدد مركز الدولة القومية باعتبارها الموضع النهائي للقوة. الأمر المخيف هو أننا نفترض هنا أفضل سيناريو حيث تكون الدول القومية قوية وعقلانية في تنافسها ومترابطة (أي ديمقراطية ليبرالية) وقادرة على العمل بشكل متماسك كوحدات على المستوى الداخلي والتنسيق بشكل جيد على المستوى الدولي.

لكي يصبح الاحتواء ممكنًا، فلا بد أن تعمل القواعد بشكل جيد في أماكن متنوعة مثل هولندا، ونيكاراجوا، ونيوزيلندا، ونيجيريا. فحيثما يتباطأ شخص ما، يندفع آخرون إلى الأمام. وأن تنجح كل دولة بالفعل في إدخال عاداتها القانونية والثقافية المتميزة في تطوير التكنولوجيا. يفرض الاتحاد الأوروبي قيودًا شديدة على استخدام الكائنات المعدلة وراثيًا في الإمدادات الغذائية. ومع ذلك، فإن الكائنات المعدلة وراثيًا تشكل في الولايات المتحدة جزءًا روتينيًا من الأعمال التجارية الزراعية. وتُعد الصين، في ظاهر الأمر، زعيمًا تنظيميًا من نوع ما. فقد أصدرت الحكومة مراسيم متعددة بشأن أخلاقيات الذكاء الاصطناعي، سعيًا إلى فرض قيود واسعة النطاق. وقد حظرت بشكل استباقي العديد من العملات المشفرة ومبادرات التمويل اللا مركزي، وحددت الوقت الذي يمكن أن يقضيه الأطفال دون سن الثامنة عشرة في الألعاب والتطبيقات الاجتماعية بتسعين دقيقة يوميًا خلال أيام الأسبوع، وثلاث ساعات في عطلة نهاية الأسبوع. إن مسودة تنظيم خوارزميات التوصية ونماذج اللغة الكبيرة في الصين تتجاوز بكثير أي شيء رأيناه حتى الآن في الغرب.

إن الصين تضغط على المكابح بقوة في بعض المجالات، بينما تتقدم أيضًا -كما رأينا- في مجالات أخرى. لكن في مقابل هذا القدر من التنظيم، فإنها تتمتع بتسخير لا مثيل له للتكنولوجيا كأداة تكفل القوة للحكومة الاستبدادية. إذا تحدثتَ إلى مؤسسات الدفاع والمطلعين على السياسة في الغرب، ستجدهم مصرين على أنه رغم أن الصين تتظاهر بأنها ملتزمة بأخلاقيات الذكاء الاصطناعي وقيوده، فعندما يتعلق الأمر بالأمن القومي، لا توجد حواجز رادعة. في واقع الأمر فإن سياسة الذكاء الاصطناعي الصينية تتألف من مسارين: مسار مدني منظم، ومسار عسكري صناعي حر.

ما لم تتمكن القواعد التنظيمية من معالجة الطبيعة المتأصلة للحوافز المبينة في الجزء ٢، فلن تكون كافية لاحتواء التكنولوجيا. فهي لا تمنع الجهات الفاعلة السيئة أو الحوادث. ولا تنفذ إلى قلب نظام البحث المفتوح وغير المتوقع. ولا توفر بدائل في ظل المكافآت المالية الهائلة المعروضة. وفوق كل شيء، فإنها لا تخفف من الضرورة الاستراتيجية. فهي لا تصف

كيف يمكن للدول أن تنسق فيما بينها بشأن ظاهرة عابرة للحدود الوطنية تتسم بالجاذبية وعدم الوضوح، وأن تبني كتلة حرجة وحساسة من التحالفات، لا سيما في سياق تفشل فيه المعاهدات الدولية في كثير من الأحيان. ثمة فجوة لا يمكن سدها بين الرغبة في كبح جماح الموجة القادمة والرغبة في تشكيلها وامتلاكها، وبين الحاجة إلى الحماية من التقنيات والحاجة إلى الحماية من الآخرين. إن الفوائد والسيطرة يسيران في اتجاهين متعاكسين.

والحقيقة هي أن الاحتواء ليس شيئًا تستطيع حكومة، أو حتى مجموعة من الحكومات، أن تقوم به بمفردها. فهو يتطلب الابتكار والجرأة في الشراكة بين القطاعين العام والخاص ومجموعة جديدة تمامًا من الحوافز لجميع الأطراف. إن القواعد التنظيمية مثل مشروع قانون الذكاء الاصطناعي للاتحاد الأوروبي تبشر على الأقل بعالم يظهر فيه الاحتواء على الخريطة، عالم تأخذ فيه الحكومات الرائدة مخاطر الانتشار على محمل الجد، وتُظهر مستويات جديدة من الالتزام والرغبة في تقديم تضحيات جادة.

التنظيم ليس كافيًا، لكنه البداية على الأقل. خطوات جريئة. فهم حقيقي للمخاطر التي تنطوي عليها الموجة القادمة. في عالم يبدو فيه الاحتواء وكأنه غير ممكن، فإن كل ذلك يشير نحو مستقبل يمكن فيه للاحتواء أن يكون ممكنًا.

إعادة النظر في الاحتواء: صفقة كبرى جديدة

هل يملك أي كيان القدرة على منع الانتشار الشامل بينما يستحوذ على القوة والفوائد الهائلة الناشئة عن الموجة القادمة؟ أو منع الجهات الفاعلة السيئة من الحصول على التكنولوجيا، أو تحديد طريقة انتشار الأفكار الناشئة حولها؟ مع تزايد الاستقلالية، هل يمكن لأي شخص أو أي شيء أن يأمل حقًا في امتلاك سيطرة قوية على المستوى الكلي؟

الاحتواء يعني الإجابة بنعم عن مثل هذه الأسئلة. من الناحية النظرية، تكفل لنا التكنولوجيا الخاضعة للاحتواء الخروج من هذه المعضلة. إنها تعني تسخير الموجة والسيطرة عليها في الوقت نفسه، فهي أداة حيوية لبناء مجتمعات مستدامة ومزدهرة، مع التحكم فيها بطرق تتجنب وقوع كوارث خطيرة، لكن ليس بطريقة عدوانية تساعد على قيام المدينة الفاسدة. إنها تعني كتابة نوع جديد من الصفقات الكبرى.

في موضع سابق من الكتاب، وصفت الاحتواء بأنه الأساس للتحكم في التكنولوجيا وإدارتها، بما في ذلك الجوانب الفنية والثقافية والتنظيمية. في الأساس، أعتقد أن هذا يعني امتلاك القدرة على تقليص أو إيقاف التأثيرات السلبية للتكنولوجيا بشكل جذري، بدءًا من النطاق المحلي والصغير وحتى النطاق الكوكبي والوجودي. وبما أن ذلك يشمل التنفيذ الصارم للعقوبات ضد إساءة استخدام التقنيات المنتشرة، فإنه يعمل أيضًا على التحكم في تطوير التقنيات الناشئة وتوجيهها وإدارتها. إن التكنولوجيا الخاضعة للاحتواء هي التكنولوجيا التي تكون أنماط فشلها معروفة، وخاضعة للإدارة، وعواقبها بسيطة، إنه الوضع الذي تتصاعد فيه وسائل تشكيل التكنولوجيا وإدارتها تصاعدًا متوازيًا مع قدراتها.

من المغري أن نفكر في الاحتواء بالمعنى الحرفي الواضح، كنوع من الصندوق السحري الذي يمكن من خلاله عزل تقنية معينة. في حالة الخطورة الشديدة -مثل البرامج الضارة أو مسببات الأمراض الخارجة عن السيطرة- قد تكون هناك حاجة إلى مثل هذه الخطوات الجذرية. لكن بشكل عام، يمكنك اعتبار الاحتواء أقرب إلى مجموعة من حواجز الأمان، أو طريقة للمحافظة على إمساك البشرية بزمام السيطرة عندما تهدد تقنية ما بإيقاع الضرر أكثر من النفع. تخيل أن حواجز الأمان تلك تعمل على مستويات مختلفة وبأنماط تنفيذ مختلفة. في الفصل التالي، سنناقش ما قد تبدو عليه بمستوى أكثر تفصيلًا، بدءًا من أبحاث توافق الذكاء الاصطناعي وحتى تصميم المختبرات والمعاهدات الدولية وبروتوكولات أفضل الممارسات. أما الآن، فالنقطة الأساسية هي أن حواجز الأمان تلك يجب أن تكون قوية بالدرجة الكافية التي تمكنها، من الناحية النظرية، من الحيلولة دون وقوع كارثة جامحة.

يتعين على الاحتواء أن يستجيب لطبيعة التقنية، وأن يوجهها نحو اتجاهات يسهل السيطرة عليها. فلنتذكر السمات الأربع للموجة القادمة: عدم التماثل، والتطور الفائق، وتعدد الاستخدامات، والاستقلالية. يتعين علينا النظر إلى كل سمة من خلال عدسة القابلية للاحتواء. وقبل وضع الإطار العام لأي استراتيجية، يجدر بنا طرح الأنواع التالية من الأسئلة لفتح مسارات واعدة:

- هل التقنية متعددة الاستخدامات وعامة الأغراض أم أنها محددة؟ يُعد السلاح النووي تقنية محددة للغاية ولها غرض واحد، في حين أن الكمبيوتر متعدد الاستخدامات بطبيعته. كلما زادت حالات الاستخدام المحتملة، أصبح الاحتواء أكثر صعوبة. فبدلًا من الأنظمة العامة إذن، ينبغي تشجيع تلك الأنظمة ذات النطاق الضيق والمحددة في مجال معين.
- هل تبتعد التقنية عن الذرات وتميل باتجاه البتات؟ كلما أصبحت التقنية غير مادية، أصبحت أكثر عرضة لتأثيرات التطور الفائق التي يصعب السيطرة عليها. سوف تتسارع مجالات مثل تصميم المواد أو تطوير العقاقير تسارعًا كبيرًا، مما يجعل من الصعب تتبع وتيرة التقدم.
- هل ينخفض السعر ويقل التعقيد، وإذا كان هذا هو الحال، فما مدى سرعة ذلك؟ إن أسعار الطائرات المقاتلة لم تنخفض بالقدر الذي حدث لأسعار الترانزستورات أو الأجهزة الاستهلاكية. لكن التهديد الناشئ عن الحوسبة الأساسية له طبيعة أوسع من التهديد الناشئ عن الطائرات المقاتلة، على الرغم من الإمكانية التدميرية الواضحة لهذه الأخيرة.
- هل هناك بدائل قابلة للتطبيق وجاهزة للتنفيذ؟ يمكن حظر مركبات الكلوروفلوروكربون جزئيًا بسبب وجود بدائل أرخص وأكثر أمانًا للتبريد. فما البدائل المتاحة؟ كلما توافرت البدائل الآمنة، أصبح التخلص التدريجي من استخدام التقنية أمرًا أسهل.

- هل تتيح التقنية تأثيرًا غير متماثل؟ فكر في سرب من الطائرات من دون طيار مقابل الجيش التقليدي أو جهاز كمبيوتر صغير أو فيروس بيولوجي يلحق الضرر بالأنظمة الاجتماعية الأساسية. إن بعض التقنيات تتمتع بقدرة أكبر على مهاجمة الثغرات بشكل مباغت واستغلالها.
- هل تتمتع التقنية بسمات استقلالية؟ هل هناك مجال للتعلم الذاتي، أو العمل دون رقابة؟ فكر في محركات الجينات، والفيروسات، والبرامج الضارة، وعلم الروبوتات بالطبع. كلما صُممت التكنولوجيا بطريقة تتطلب تدخلًا بشريًا مستمرًا، قلت فرصة فقدان السيطرة.
- هل تمنح التقنية ميزة استراتيجية وجيوسياسية ضخمة؟ تتمتع الأسلحة الكيميائية، على سبيل المثال، بمزايا محدودة وعديد من الجوانب السلبية، في حين أن التقدم في الذكاء الاصطناعي أو علم الأحياء له جوانب إيجابية هائلة، على الصعيدين الاقتصادي والعسكري على حد سواء. وبالتالي فإن رفضهما يُعد أكثر صعوبة.
- هل تعمل التقنية لصالح الهجوم أم الدفاع؟ في الحرب العالمية الثانية، ساعد تطوير الصواريخ مثل V-2 في تعزيز العمليات الهجومية. بينما عملت تقنية مثل الرادار على تعزيز الدفاع. إن توجيه التطوير نحو الدفاع بدلًا من الهجوم يصب في صالح الاحتواء.
- هل هناك قيود مواردية أو هندسية على اختراع التقنية وتطويرها ونشرها؟ تتطلب رقائق السيليكون مواد وآلات ومعرفة متخصصة وعالية التركيز. كما أن المواهب المتاحة للعمل في شركات علم الأحياء التخليقي الناشئة لا تزال صغيرة للغاية بالمقاييس العالمية. وكلتاهما سمتان تساعدان على تحقيق الاحتواء على المدى القريب.

حيثما يؤدي الاحتكاك الإضافي إلى إبقاء الأشياء في عالم الذرات الملموس، على سبيل المثال، أو جعل الأشياء باهظة الثمن، أو عندما تكون البدائل الأكثر أمانًا متاحة بسهولة، تكون هناك فرصة أكبر لتحقيق الاحتواء لأنه من الأسهل إبطاء التقنيات والحد من الوصول

إليها، أو التخلص منها تمامًا. إن تنظيم التقنيات المحدودة أسهل من تنظيم التقنيات متعددة الاستخدامات، لكن تنظيم التقنيات متعددة الاستخدامات أكثر أهمية. وبالمثل، كلما زادت احتمالية تعزيز الأعمال الهجومية أو تعزيز الاستقلالية، زادت ضرورة الاحتواء. إذا تمكنت من إبقاء السعر وسهولة الوصول بعيدًا عن متناول الكثيرين، سيصبح الانتشار أكثر صعوبة. اطرح أسئلة كهذه، وستبدأ الرؤية الشاملة للاحتواء في التجلي.

قبل الطوفان

لقد عملت على هذه القضية أغلب وقتي طوال خمسة عشر عامًا. وخلال ذلك الوقت، شعرت بالقوة المطلقة لما وصفته في هذا الكتاب، لتلك الحوافز، والحاجة الملحة للحصول على إجابات، حتى عندما أصبحت معالم المعضلة أكثر وضوحًا من أي وقت مضى. ومع ذلك فحتى أنا قد اندهشت مما جعلته التكنولوجيا ممكنًا في غضون سنوات قليلة. لقد جاهدت هذه الأفكار، وأنا أشاهد وتيرة التطور تستمر في التسارع.

الحقيقة هي أننا لم نسيطر على أغلب التقنيات أو نحتوِها في الماضي. وإذا أردنا أن نفعل ذلك الآن، فسوف يتطلب الأمر شيئًا جديدًا تمامًا، سيتطلب برنامجًا شاملًا للسلامة والأخلاقيات والتنظيم والسيطرة، برنامجًا ليس له اسم في واقع الأمر حتى ولا يبدو ممكنًا من الأساس.

يجب أن تكون المعضلة بمثابة دعوة ملحة للعمل. لكن على مر السنين أصبح من الواضح أن معظم الناس يجدون صعوبة في استيعاب هذا الأمر. أنا أفهم ذلك تمامًا. فبالكاد يبدو الأمر حقيقيًا للوهلة الأولى. في كل هذه المناقشات العديدة حول الذكاء الاصطناعي والتنظيم، أذهلني مدى الصعوبة التي واجهتها، مقارنة بمجموعة من التحديات الحالية أو المحدقة، في التعبير عن السبب المحدد وراء ضرورة أخذ المخاطر الواردة في هذا الكتاب على محمل الجد، ولماذا لا تُعد مجرد مخاطر متطرفة غير ذات صلة تقريبًا أو محض خيال علمي.

يكمن أحد التحديات التي تجعل من الصعب مجرد البدء حتى بإجراء هذه المحادثة في أن التكنولوجيا، في أذهان العامة، أصبحت مرتبطة بنطاق ضيق من التطبيقات غير الضرورية في كثير من الأحيان. إن "التكنولوجيا" الآن تعني في الغالب منصات وسائل التواصل الاجتماعي والأدوات القابلة للارتداء لقياس خطواتنا ومعدل ضربات القلب. من السهل أن ننسى أن التكنولوجيا تشمل أنظمة الري الضرورية لتغذية الكوكب والآلات التي تدعم حياة الأطفال حديثي الولادة. التكنولوجيا ليست مجرد وسيلة لتخزين صورك الشخصية؛ إنها تمثل الوصول إلى الثقافة والحكمة المتراكمة في العالم. التكنولوجيا ليست مجالًا متخصصًا؛ بل هي كائن فائق يسيطر على الوجود البشري.

يمثل تغير المناخ مقارنة مفيدة هنا. فهو يتعامل أيضًا مع المخاطر التي غالبًا ما تكون منتشرة، وغير مؤكدة، وبعيدة في الوقت الراهن، وتحدث في مكان آخر، وتفتقر إلى الوضوح والأدرينالين والفورية التي يتمتع بها الكمين المنصوب في السافانا؛ ذلك النوع من المخاطر الذي تدفعنا غريزتنا إلى الاستجابة له. من الناحية النفسية، لا يبدو أي من هذه المخاطر موجودًا. إن أدمغتنا البدائية ميئوس منها بوجه عام في التعامل مع التهديدات غير المتبلورة مثل هذه.

ومع ذلك، فقد أصبحت مشكلة تغير المناخ تحظى بمزيد من التركيز خلال العقد أو العقدين الماضيين. فعلى الرغم من أن العالم لا يزال يُطلق كميات متزايدة من ثاني أكسيد الكربون، يمكن للعلماء في كل مكان قياس نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي باستخدام وحدة الجزء إلى مليون. منذ عهد قريب، في السبعينيات من القرن الماضي، كانت النسبة العالمية للكربون في الغلاف الجوي منخفضة، حيث تبلغ حوالي ٣٠٠ جزء في المليون. وفي عام ٢٠٢٢، بلغت هذه النسبة ٤٢٠ جزءًا في المليون. يمكن للجميع، سواء في بكين أو برلين أو بوروندي، وسواء في شركة نفط كبرى أو مزرعة عائلية، أن يروا ما يحدث للمناخ بشكل موضوعي. إن البيانات تجلب الوضوح.

يصعب على الناس النفور من التشاؤم عندما تكون الآثار قابلة للقياس بهذا الوضوح. وكما هو الحال مع تغير المناخ، لا يمكن التعامل مع المخاطر التكنولوجية إلا على نطاق كوكبي، لكن لا يوجد وضوح مماثل. لا يوجد مقياس مفيد للمخاطر، ولا توجد وحدة موضوعية للتهديد مشتركة بين العواصم الوطنية ومجالس الإدارة والرأي العام، ولا وحدة "جزء إلى مليون" لقياس ما يمكن أن تفعله التكنولوجيا أو مكان حدوثه. لا يوجد معيار واضح أو متفق عليه بشكل عام يمكننا التحقق منه سنة بعد سنة. ولا يوجد إجماع بين العلماء وخبراء التكنولوجيا على التكنولوجيا المتقدمة. ولا توجد حركة شعبية وراء وقفها، ولا توجد صور بيانية للجبال الجليدية الذائبة والدببة القطبية التي تقطعت بها السبل أو للقرى التي غمرتها المياه لرفع مستوى الوعي. إن الأبحاث الغامضة المنشورة على موقع arXiv، أو في مدونات Substack المتخصصة، أو في الأوراق البحثية الجامدة لمراكز الأبحاث، لا تجدي نفعًا هنا.

كيف يمكننا إيجاد أرضية مشتركة وسط الأجندات المتنافسة؟ إن الصين والولايات المتحدة لا تملكان رؤية مشتركة لتقييد تطور الذكاء الاصطناعي؛ ولن تشارك ميتا وجهة النظر القائلة بأن وسائل التواصل الاجتماعي جزء من المشكلة؛ ويعتقد الباحثون في مجال الذكاء الاصطناعي وعلماء الفيروسات أن عملهم يشكل جزءًا مهمًا في فهم الكارثة وتجنبها، لا في التسبب فيها. إن "التكنولوجيا" لا تمثل، في ظاهر الأمر، مشكلة بالمعنى نفسه الذي يمثله الاحتباس الحراري.

ومع ذلك فقد تكون كذلك.

الخطوة الأولى هي الاعتراف. يتعين علينا أن نعترف بهدوء بأن الموجة قادمة، وأن المعضلة لا مفر منها، ما لم يحدث تغيير صارخ في المسار. فإما أن نتمكن من التعامل مع مجموعة واسعة من النتائج الجيدة والسيئة التي حفزها انفتاحنا المستمر ومطاردتنا الطائشة، وإما نتمكن من مواجهة مخاطر المدينة الفاسدة والأنظمة الاستبدادية الناجمة

عن محاولاتنا للحد من انتشار التقنيات القوية، علاوة على المخاطر الكامنة في الملكية المُركزة لتلك التقنيات نفسها.

خياران أحلاهما مر. ففي نهاية المطاف، لا بد من تحقيق هذا التوازن بالتشاور مع الجميع. فكلما زاد وعي العامة بالأمر، كان ذلك أفضل. وإذا كان هذا الكتاب يثير الانتقادات والجدل والمقترحات والمقترحات المضادة، فذلك يصب في المصلحة.

لن يكون هناك حل سحري واحد صادر من غرفة مليئة بالأشخاص الأذكياء في مخبأ ما في مكان ما. العكس تمامًا. إن النخب الحالية منغمسون في نفورهم من التشاؤم لدرجة أنهم يخشون التحلي بالصدق بشأن المخاطر التي نواجهها. إنهم سعداء بالتعبير عن آرائهم وخوض المناقشات بمنأى عن الأنظار، لكنهم أقل سعادة بالخروج إلى العامة والتحدث عن الأمر. لقد اعتادوا على عالم من السيطرة والنظام: سيطرة الرئيس التنفيذي على شركة ما، أو سيطرة محافظ البنك المركزي على أسعار الفائدة، أو سيطرة البيروقراطيين على المشتريات العسكرية، أو سيطرة مخطِّط المدن على الحفر التي يجب إصلاحها في الشوارع. إن أدوات التحكم التي يستخدمونها غير مثالية بالتأكيد، لكنها معروفة ومجربة ومختبرة وهي تنجح بشكل عام. لكنها لن تنجح هنا.

هذه لحظة فريدة من نوعها. إن الموجة القادمة قادمة حقًا، لكنها لم تجتَحنا بعد. في حين أن الحوافز التي لا يمكن إيقافها ثابتة، فلا يزال الشكل النهائي للموجة والخطوط الدقيقة للمعضلة لم يتحددا بعد. دعونا لا نضيع عقودًا في انتظار معرفة ذلك. دعونا نبدأ في إدارتها اليوم.

في الفصل التالي، سألخص عشرة مجالات للتركيز عليها. هذه ليست خريطة كاملة، وليست مجموعة من الإجابات النهائية بأي حال من الأحوال، لكنها عمل أساسي ضروري. إن هدفي هو زرع الأفكار على أمل اتخاذ الخطوات الأولى الحاسمة نحو الاحتواء. وما يوحد هذه الأفكار هو أنها كلها تدور حول المكاسب الهامشية، والتجميع البطيء والمستمر للجهود الصغيرة لإنتاج احتمال أكبر لتحقيق نتائج جيدة. إنها تدور حول خلق سياق مختلف

لكيفية إنشاء التكنولوجيا واستخدامها: إيجاد طرق لكسب الوقت، والإبطاء، وإفساح المجال لمزيد من العمل للتوصل إلى حلول، وجذب الانتباه، وبناء التحالفات، وتعزيز العمل الفني.

أعتقد أن احتواء الموجة القادمة غير ممكن في عالمنا الحالي. لكن ما قد تفعله هذه الخطوات هو تغيير الظروف الأساسية. دفع الوضع الراهن إلى الأمام حتى تكون هناك فرصة للاحتواء. يتعين علينا أن نفعل كل هذا ونحن على علم بأنه قد يفشل، لكنه أفضل ما لدينا من جهود لبناء عالم حيث الاحتواء -وازدهار الإنسان- أمر ممكن.

لا توجد ضمانات هنا، ولا حلول سحرية. وأي شخص يأمل في حل سريع، أو إجابة ذكية، سيصاب بخيبة أمل. إننا نقترب من المعضلة، بينما نجد أنفسنا في نفس الموقف الذي يجد فيه البشر أنفسهم دائمًا: نحاول بكل جهدنا ونأمل أن ينجح الأمر. إليكم الطريقة التي أعتقد أن الأمر ربما -مجرد ربما- ينجح من خلالها.

الفصل ١٤

عشر خطوات نحو الاحتواء

فكر في الأفكار العشرة المعروضة هنا على أنها دوائر متحدة المركز. إننا نبدأ بشكل صغير ومباشر، وقريب من التقنية نفسها، مع التركيز على آليات محددة لفرض القيود وفقًا لما تتطلبه كل حالة. ومن ثم تتسع كل فكرة تدريجيًا، وتصعد سلمًا من التدخلات يزداد بعدًا عن التفاصيل الفنية الصعبة، والتعليمات البرمجية والمواد الأولية، ويزداد اتساعًا وشمولية ليضم الإجراءات التي رغم أنها غير فنية فإنها لا تقل أهمية، إجراءات من النوع الذي يؤدي إلى تحفيز المشروعات الجديدة، وإصلاح الحكومة، وعقد المعاهدات الدولية، وخلق ثقافة تكنولوجية أكثر صحة، وتكوين حركة عالمية شعبية.

إن الطريقة التي تتراكم بها كل طبقات البصلة فوق بعضها هي التي تجعلها قوية؛ فكل طبقة بمفردها غير كافية. إن كل طبقة تستلزم أنواعًا مختلفة تمامًا من التدخلات، باستخدام مهارات وكفاءات وأشخاص مختلفين؛ فكل منها بشكل عام يمثل حقلًا فرعيًا واسعًا له تخصصه المستقل. لكن بإمكانها مجتمعة أن تصنع شيئًا ناجحًا، على ما أعتقد.

لنبدأ من البداية، بالتقنية نفسها.

١. السلامة: برنامج أبولو للسلامة الفنية

منذ بضع سنوات خلت، واجهت العديد من نماذج اللغة الكبيرة مشكلة. فقد كانت، بصراحة، عنصرية. حيث يمكن للمستخدمين بمنتهى السهولة العثور على طرق لجعل هذه النماذج تصدر مواد عنصرية، أو تعتنق آراء عنصرية اكتسبتها من خلال دراسة مجموعة كبيرة من النصوص التي تدربت عليها. لقد كان التحيز السام، على ما يبدو، متأصلًا في الكتابة البشرية ثم تضخم بواسطة الذكاء الاصطناعي. وأدى هذا إلى استنتاج الكثيرين أن عملية الإعداد برمتها كانت فاسدة أخلاقيًا، وغير قابلة للاستمرار وفقًا لقيمنا؛ ولم تكن هناك طريقة يمكن من خلالها التحكم في نماذج اللغة الكبيرة جيدًا بما يكفي لإصدارها للجمهور نظرًا للأضرار الواضحة.

لكن بعد ذلك، كما رأينا، انطلقت نماذج اللغة الكبيرة. وقد أصبح من الواضح الآن، في عام ٢٠٢٣، أنه من الصعب للغاية، مقارنة بالأنظمة المبكرة، استفزاز شيء مثل شات جي بي تي لإصدار تعليقات عنصرية. إذن هل حُلت المشكلة؟ بالطبع لا. فلا تزال هناك أمثلة متعددة على نماذج اللغة الكبيرة المتحيزة، وحتى العنصرية الصريحة، بالإضافة إلى المشكلات الخطيرة في كل شيء بدءًا من المعلومات غير الدقيقة وحتى التلاعب بالعقول. لكن بالنسبة لمن عمل منا في هذا المجال منذ البداية، فإن التقدم الهائل في القضاء على النتائج السيئة كان مذهلًا، ولا يمكن إنكاره. من السهل أن نتغاضى تمامًا عن مدى سرعة وانتشار ما أحرزناه من تقدم.

إن الدافع الرئيسي وراء هذا التقدم يُسمى التعلم المعزز من التعقيبات البشرية. فلكي يتمكنوا من إصلاح نماذج اللغة الكبيرة العرضة للتحيز، أنشأ الباحثون محادثات مع النموذج متعددة المراحل ومصممة ببراعة، حيث يحثونه على قول أشياء بغيضة أو ضارة أو مسيئة، ورؤية أين وكيف تسوء الأمور. وبعد تحديد هذه الأخطاء، يعمل الباحثون بعد ذلك على إعادة دمج هذه الرؤى البشرية في النموذج، وتعليمه في نهاية المطاف رؤية عالمية مرغوبة أكثر، بطريقة لا تختلف تمامًا عن الطريقة التي نحاول بها تعليم الأطفال عدم قول أشياء غير لائقة على مائدة العشاء. ومع ازدياد وعي المهندسين بالمشكلات

الأخلاقية المتأصلة في أنظمتهم، أصبحوا أكثر انفتاحًا على العثور على الابتكارات التكنولوجية القادرة على المساعدة في معالجتها.

هذا وتُعد معالجة العنصرية والتحيز في نماذج اللغة الكبيرة مثالًا على مدى ضرورة النشر اليقظ والمسئول لتعزيز سلامة هذه النماذج. إن الاتصال بالواقع يساعد المطورين على التعلم والتصحيح وتحسين السلامة.

في حين أنه من الخطأ القول إن الإصلاحات الفنية وحدها يمكن أن تحل المشكلات الاجتماعية والأخلاقية التي يخلقها الذكاء الاصطناعي، فإنها توضح بالفعل كيف ستكون جزءًا من ذلك. إن السلامة الفنية، عن قرب، وفي التعليمات البرمجية، وفي المختبر، هي البند الأول في أي أجندة احتواء.

عند استماعك إلى كلمة "الاحتواء"، بافتراض أنك لست باحثًا في العلاقات الدولية، من المرجح أنك ستفكر في المعنى المادي للاحتفاظ بشيء ما في الداخل. لا شك أن احتواء التكنولوجيا بالمعنى المادي أمر مهم. فقد رأينا، على سبيل المثال، كيف يمكن حتى لمختبرات مستوى السلامة البيولوجية ٤ أن تسرب. ما نوع البيئة التي قد تجعل ذلك مستحيلًا تمامًا؟ وكيف يبدو مستوى السلامة البيولوجية ٧ أو أكثر؟

على الرغم من أنني قلت في الفصل السابق إن الاحتواء لا ينبغي اختزاله في نوع من الصندوق السحري، فإن هذا لا يعني أننا لا نريد اكتشاف طرق لبناء صندوق كجزء من الاحتواء. إن السيطرة المطلقة هي السيطرة المادية الصارمة، على الخوادم، والميكروبات، والطائرات من دون طيار، والروبوتات، والخوارزميات. إن وضع الذكاء الاصطناعي "في صندوق" هو الشكل الأصلي والأساسي من الاحتواء التكنولوجي. وهذا سيتضمن قطع الاتصال بالإنترنت، والحد من التواصل البشري، وجعل الواجهات الخارجية صغيرة ومقيدة. سوف يخضع الذكاء الاصطناعي للاحتواء، حرفيًا، في صناديق مادية ذات موقع محدد. من الناحية النظرية، يمكن لمثل هذا النظام -الذي يُسمى الفجوة الهوائية- أن يمنع الذكاء الاصطناعي من الانخراط في العالم الأوسع أو "الهروب" بطريقة أو بأخرى.

لكن الفصل المادي هو مجرد جانب واحد من جوانب تغيير بنية السلامة الفنية لمواجهة التحدي الذي تشكله الموجة التالية. واستغلال أفضل الإمكانات المتاحة هو نقطة البداية. إن الطاقة النووية، على سبيل المثال، لها سمعة سيئة بفضل الكوارث الشهيرة مثل تشيرنوبيل وفوكوشيما. لكنها في الواقع آمنة بشكل ملحوظ. وقد نشرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية أكثر من مائة تقرير أمان تتناول معايير فنية محددة لمواقف معينة، بدءًا من تصنيف النفايات المشعة وحتى الاستعداد في حالات الطوارئ. وتحتفظ الهيئات، مثل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات، بأكثر من ألفي معيار للسلامة الفنية بخصوص تقنيات تتراوح من تطوير الروبوتات المستقلة إلى التعلم الآلي. وتعمل شركات التكنولوجيا الحيوية والمستحضرات الصيدلانية بموجب معايير سلامة تتجاوز بكثير تلك التي تطبقها معظم شركات البرمجيات منذ عقود. من الجدير أن نتذكر كيف أدت سنوات من الجهد الآمن إلى العديد من التقنيات الحالية؛ والبناء عليها.

لكن أبحاث السلامة في الذكاء الاصطناعي المتطور لا تزال مجالًا ناشئًا وغير متقدم يركز على منع الأنظمة متزايدة الاستقلالية من تجاوز قدرتنا على فهمها أو التحكم فيها. أرى أن هذه الأسئلة حول السيطرة أو توافق القيم هي مجموعات فرعية من مشكلة الاحتواء الأوسع. فرغم استثمار المليارات في علم الروبوتات، والتكنولوجيا الحيوية، والذكاء الاصطناعي، تُنفَق مبالغ ضئيلة نسبيًا على وضع إطار عمل للسلامة الفنية يرقى لمستوى إبقاء هذه التقنيات خاضعة للاحتواء الفعلي. فالجهة الرئيسية المنوطة بمراقبة الأسلحة البيولوجية، على سبيل المثال، ألا وهي اتفاقية الأسلحة البيولوجية، تبلغ ميزانيتها ١.٤ مليون دولار فقط ولديها أربعة موظفين فقط بدوام كامل؛ أي أقل من متوسط مطاعم ماكدونالدز.

لا يزال عدد الباحثين في مجال سلامة الذكاء الاصطناعي ضئيلًا: حيث ارتفع من حوالي مائة في أفضل المختبرات في جميع أنحاء العالم في عام ٢٠٢١ إلى ثلاثمائة أو أربعمائة في عام ٢٠٢٢. ونظرًا لوجود حوالي ثلاثين إلى أربعين ألف باحث في الذكاء الاصطناعي اليوم (وعدد مماثل من الأشخاص القادرين على تجميع الحمض النووي)، يُعد هذا العدد صغيرًا

بشكل صادم. وحتى زيادة التوظيف بمقدار عشرة أضعاف -وهو أمر غير مرجح نظرًا لأزمة المواهب- لن تعالج هذا الحجم من التحدي. مقارنة بحجم الأخطاء التي يمكن أن تحدث، فإن الأبحاث المتعلقة بالسلامة والأخلاقيات فيما يخص الذكاء الاصطناعي تُعتبر هامشية. ثمة عدد قليل فقط من المؤسسات يأخذ مسألة السلامة الفنية على محمل الجد، ويرجع ذلك إلى تحديات الموارد. ومع ذلك، فإن قرارات السلامة المتخذة اليوم سوف تغير المسار المستقبلي للتكنولوجيا والبشرية.

هناك أمر واضح لا بد من القيام به هنا: تشجيع المزيد من العمل في هذا المجال وتحفيزه وتمويله بشكل مباشر. لقد حان الوقت لبرنامج أبولو لسلامة الذكاء الاصطناعي والسلامة البيولوجية. ويجب أن يعمل عليه مئات الألوف. إذا تكلمنا بشكل واقعي، فإن المقترح التشريعي الجيد هو المطالبة بتوجيه جزء ثابت -على سبيل المثال، ما لا يقل عن ٢٠ في المائة- من ميزانيات البحث والتطوير في شركات التقنيات المتطورة نحو جهود السلامة، مع الالتزام بنشر النتائج المادية أمام مجموعة عمل حكومية بحيث يمكن تتبع التقدم ومشاركته. كانت مهمات أبولو الأصلية باهظة الثمن ومرهقة، لكنها أظهرت المستوى الهائل من الطموح السديد، وقد أدى توجهها الذهني الواثق بقدرتها على النجاح في مواجهة الصعاب القاسية إلى تحفيز تطوير التقنيات من أشباه الموصلات والبرمجيات إلى ساعات الكوارتز والألواح الشمسية. ويمكن لهذا الأمر أن يفعل شيئًا مماثلًا من أجل السلامة.

على الرغم من أن الأعداد صغيرة في الوقت الحالي، فإنني أعلم من واقع تجربتي أن موجة كبيرة من الاهتمام بدأت تظهر بخصوص هذه الأسئلة. فالطلاب وغيرهم من الشباب الذين ألتقي بهم يتحدثون عن قضايا مثل توافق الذكاء الاصطناعي والاستعداد لمواجهة الأوبئة. وإذا تحدثت إليهم، سيتضح لك أن التحدي الفكري يجذبهم، لكنهم منجذبون أيضًا إلى الضرورة الأخلاقية. إنهم يريدون المساعدة، ويشعرون بواجبهم في القيام بعمل أفضل. وأنا واثق من أنه إذا توفرت الوظائف وبرامج البحث، فإن المواهب ستظهر.

بالنسبة لخبراء السلامة الفنية في المستقبل، هناك الكثير من الاتجاهات الواعدة التي يجب استكشافها. على سبيل المثال، يمكن تعزيز الاستعداد لمواجهة الأوبئة بشكل كبير باستخدام مصابيح ذات أطوال موجية منخفضة تقتل الفيروسات. إن إطلاق هذه المصابيح لضوء ذي طول موجي يتراوح بين ٢٠٠ و٢٣٠ نانومترًا، وهو طول يقترب من الطيف فوق البنفسجي، يمكّنها من قتل الفيروسات دون اختراق الطبقة الخارجية من الجلد: وهذا سلاح قوي ضد الأوبئة وانتشار الأمراض على نطاق أوسع. إذا كانت جائحة كوفيد-١٩ قد علمتنا شيئًا واحدًا، فهو قيمة النهج المتكامل والمتسارع على صعيد أبحاث اللقاحات الجديدة وطرحها وتنظيمها.

في الذكاء الاصطناعي، تعني السلامة الفنية أيضًا صناديق الرمل وعمليات المحاكاة الآمنة لإنشاء فجوات هوائية آمنة بشكل قابل للإثبات بحيث يمكن اختبار أنظمة الذكاء الاصطناعي المتقدمة بدقة قبل منحها إمكانية الوصول إلى العالم الحقيقي. وهذا يعني المزيد من العمل على مسألة عدم اليقين، التي تشكل محور التركيز الرئيسي في الوقت الحالي؛ أي، كيف يتواصل الذكاء الاصطناعي في حال وجود احتمالية لأن يكون مخطئًا؟ إحدى مشكلات نماذج اللغة الكبيرة هي أنها ما زالت تعاني من مشكلة الهلوسة، حيث غالبًا ما تدّعي بثقة دقة المعلومات الخاطئة إلى حد كبير. وهذا أمر يحمل خطورة مضاعفة نظرًا لأن هذه النماذج غالبًا ما تكون على حق، لدرجة تصل إلى مستوى الخبراء. بالنسبة للمستخدم، من السهل جدًا أن يستسلم لشعور زائف بالأمان ويفترض أن أي معلومات تخرج من النظام تكون صحيحة.

في قسم الذكاء الاصطناعي بشركة مايكروسوفت، على سبيل المثال، نجد طرقًا لتشجيع الذكاء الاصطناعي ليكون حذرًا وغير متأكد بشكل افتراضي، ولتشجيع المستخدمين على توجيه النقد. فنحن نصمم الذكاء الاصطناعي للتعبير عن الشك الذاتي، وطلب التعقيبات بشكل متكرر وبطريقة بناءة، والاستسلام سريعًا مفترضًا أن الإنسان، وليس الآلة، هو المحق. كما أننا نعمل نحن وآخرون على مسار بحثي مهم يهدف إلى التحقق من صحة أي بيان صادر عن الذكاء الاصطناعي باستخدام قواعد معرفة تابعة لأطراف ثالثة نعلم أنها

ذات مصداقية. يتعلق الأمر هنا بالتأكد من توفير مخرجات الذكاء الاصطناعي للاستشهادات والمصادر والأدلة القابلة للاستجواب التي يمكن للمستخدم أن يتحرى عنها بشكل أكبر في حال ظهور ادعاء مشكوك فيه.

هذا ويُعد التفسير جبهة أخرى ضخمة للسلامة الفنية. تذكَّر أنه في الوقت الحالي لا يمكن لأحد أن يفسر على وجه التحديد السبب وراء إنتاج النموذج للمخرجات التي ينتجها. لقد أصبح ابتكار طرق يمكن للنماذج من خلالها تفسير قراراتها بشكل شامل أو عرضها للتدقيق لغزًا فنيًا بالغ الأهمية للباحثين في مجال السلامة. لا تزال هذه الأبحاث في مراحلها الأولى، لكن هناك بعض العلامات الواعدة التي تشير إلى أن نماذج الذكاء الاصطناعي قد تكون قادرة على تقديم مبررات لمخرجاتها، وإن لم تصل إلى مرحلة الاستدلال السببي بعد، على الرغم من أنه لا يزال من غير الواضح مدى موثوقية هذه المخرجات.

ثمة عمل رائع يجري إنجازه أيضًا في استخدام البنى المبسطة لاستكشاف البنى الأكثر تعقيدًا، حتى فيما يتعلق بأتمتة عملية أبحاث التوافق نفسها: أي بناء أنظمة ذكاء اصطناعي لمساعدتنا على احتواء الذكاء الاصطناعي. يعمل الباحثون على جيل من "أنظمة الذكاء الاصطناعي الناقدة" التي يمكنها مراقبة مخرجات أنظمة الذكاء الاصطناعي الأخرى وإبداء تعقيبات عليها بهدف تحسينها بسرعات ونطاقات لا يمكن للبشر مضاهاتها؛ سرعات ونطاقات نراها في الموجة القادمة. إن إدارة الأدوات القوية تتطلب في حد ذاتها أدوات قوية.

يقترح عالم الكمبيوتر ستيوارت راسل استخدام هذا النوع من الشك المنهجي المدمج الذي نستكشفه في مايكروسوفت لإنشاء ما يسميه "الذكاء الاصطناعي المفيد بشكل قابل للإثبات". فبدلًا من إعطاء الذكاء الاصطناعي مجموعة من الأهداف الخارجية الثابتة الواردة جميعها فيما يُعرف بالدستور المكتوب، ينصح راسل بأن تعمل الأنظمة بحذر شديد على استنتاج تفضيلاتنا وغاياتنا. يجب عليها أن تراقب وتتعلم بعناية. نظريًا، ينبغي لذلك أن يؤدي إلى ترك مجال أكبر للشك داخل الأنظمة وتجنب النتائج المنحرفة.

لكن تبقى العديد من التحديات الرئيسية: كيف يمكنك إنشاء قيم آمنة داخل نظام ذكاء اصطناعي قوي قادر على الأرجح على زيادة تعليماته الخاصة؟ وكيف يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي استنتاج هذه القيم من البشر؟ ثمة سؤال آخر يطرح نفسه الآن، ألا وهو كيفية حل مشكلة "قابلية التصحيح"، أي ضمان إمكانية الوصول إلى الأنظمة وتصحيحها باستمرار. إذا كنت تعتقد أن كل هذا يبدو وكأنه ميزات أمان أساسية إلى حد ما ويجب توفرها في الذكاء الاصطناعي المتقدم، فأنت على حق. التقدم هنا يحتاج إلى المواكبة.

يتعين علينا أيضًا دمج قيود فنية قوية في عملية التطوير والإنتاج. فكر في كيفية تصميم جميع آلات النسخ والطابعات الحديثة باستخدام تكنولوجيا تمنعك من نسخ النقود أو طباعتها، حتى أن بعضها يتوقف عن العمل إذا حاولت. على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي الحدود القصوى للموارد المفروضة على مقدار حوسبة التدريب المستخدمة لإنشاء النماذج إلى فرض قيود على معدل التقدم (في هذا البُعد على الأقل). ويمكن تقييد الأداء بحيث يستحيل تشغيل النموذج إلا على أجهزة معينة خاضعة للسيطرة المحكمة. ويمكن إنشاء أنظمة ذكاء اصطناعي تحتوي على وسائل حماية تشفيرية تضمن عدم إمكانية نسخ أوزان النماذج -وهي حقوق الملكية الفكرية الأكثر قيمة في النظام- إلا لعدد محدود فقط من المرات أو في ظروف معينة فقط.

يكمن التحدي الأعلى مستوى، سواء في مجال علم الأحياء التخليقي، أو علم الروبوتات، أو الذكاء الاصطناعي، في إنشاء مفتاح إيقاف تشغيل فائق الأمان، وهو وسيلة لإيقاف تشغيل أي تقنية تهدد بالخروج عن نطاق السيطرة. من الحس السليم الخالص أن نتأكد دائمًا من وجود مفتاح إيقاف التشغيل في أي نظام مستقل أو قوي. لكن ما زلنا لم نتوصل بعد إلى كيفية تطبيق ذلك على تقنيات موزعة ومتغيرة وواسعة النطاق كما هو الحال في الموجة القادمة؛ تقنيات لم يتضح شكلها الدقيق بعد، تقنيات قد تقاوم بشدة في بعض الحالات. إنه تحدٍ كبير. هل أعتقد أن ذلك ممكن؟ نعم؛ لكن لا ينبغي لأحد أن يقلل ولو لثانية واحدة من مدى الصعوبة التي سينطوي عليها هذا الأمر.

إن الكثير من أعمال السلامة تدريجية، وتركز على التقييم المحدود للآثار، أو المشكلات الفنية الصغيرة، أو إصلاح المشكلات التي تظهر بعد طرح التقنية بدلًا من العمل على المشكلات الأساسية بشكل استباقي. يتعين علينا عوضًا عن ذلك أن نحدد المشكلات مبكرًا، ثم نستثمر المزيد من الوقت والموارد في الأساسيات. علينا توسيع نطاق تفكيرنا. وإنشاء معايير مشتركة. لا ينبغي أن تكون ميزات السلامة مجرد أفكار لاحقة، بل خصائص تصميم متأصلة في كل هذه التقنيات الجديدة، والقاعدة التي يُبنى عليها كل ما يأتي بعد ذلك. على الرغم من التحديات الشرسة، فإنني متحمس حقًا لتنوع وبراعة الأفكار الواردة هنا. دعونا نمنحها الأكسجين الفكري والدعم المادي لتحقيق النجاح، مدركين أنه على الرغم من أن الهندسة ليست الحل الكامل أبدًا، فإنها جزء أساسي منه.

٢. عمليات التدقيق: المعرفة قوة؛ والقوة سيطرة

عمليات التدقيق تبدو مملة. ضرورية ربما؛ لكنها مملة للغاية. ومع ذلك فهي أساسية للاحتواء. إن إنشاء حاويات فعلية وافتراضية آمنة -وهو نوع العمل الذي رأيناه للتو- يُعد أمرًا جوهريًا. لكنه ليس كافيًا وحده. في الواقع، يُعد وجود رقابة هادفة وقواعد قابلة للتنفيذ ومراجعة للتطبيقات الفنية أمرًا حيويًا. من الصعب أن يتسم تقدم السلامة الفنية وتنظيمها بالفعالية إذا لم تتمكن من التحقق من أنهما يعملان على النحو المنشود. كيف يمكنك التأكد مما يحدث بالفعل والتأكد من أنك مسيطر على الأمور؟ إنه تحدٍ تكنولوجي واجتماعي هائل.

تنبع الثقة من الشفافية. نحن بحاجة ماسة إلى أن نكون قادرين على التحقق، على كافة المستويات، من سلامة النظام أو أمانه أو عدم قابليته للاختراق. وهذا بدوره يتعلق بحقوق الوصول والقدرة على التدقيق، وكذلك باختبار الأنظمة بشكل عدائي، ووجود فِرق من قراصنة القبعة البيضاء أو حتى أنظمة الذكاء الاصطناعي التي تتحقق من نقاط الضعف

والعيوب والتحيزات. يتعلق الأمر ببناء التقنية بطريقة مختلفة تمامًا، باستخدام أدوات وأساليب لم تظهر بعد.

إن التدقيق الخارجي أمر ضروري. لا يوجد حاليًا أي جهد عالمي أو رسمي أو روتيني لاختبار الأنظمة المنتشرة. لا يوجد جهاز إنذار مبكر للمخاطر التكنولوجية ولا توجد طريقة موحدة أو صارمة لمعرفة ما إذا كانت تلتزم بالقواعد التنظيمية أو حتى تلتزم بالمعايير المتفق عليها بشكل عام. فلا توجد المؤسسات ولا التقييمات الموحدة ولا الأدوات اللازمة. إذن، كنقطة انطلاق، فإن وجود شركات وباحثين يعملون بأحدث التقنيات، حيثما يوجد تهديد حقيقي بوقوع ضرر، ويتعاونون بشكل استباقي مع خبراء موثوقين في عمليات التدقيق التي تقودها الحكومة لأعمالهم، هو أمر بديهي أساسي. إذا وُجدت أي هيئة من هذا القبيل، يسعدني التعامل معها.

قبل بضع سنوات، شاركتُ في تأسيس منظمة مشتركة بين الصناعات والمجتمع المدني اسمها Partnership on AI للمساعدة في هذا النوع من العمل. وقد أطلقناها بدعم من جميع شركات التكنولوجيا الكبرى، بما في ذلك ديب مايند وجوجل وفيسبوك وأبل ومايكروسوفت و IBM وأوبن إيه آي، بالإضافة إلى العشرات من مجموعات المجتمع المدني المتخصصة، بما في ذلك الاتحاد الأمريكي للحريات المدنية، ومؤسسة الحدود الإلكترونية، ومنظمة أوكسفام، وبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وعشرون مجموعة أخرى. وبعد فترة وجيزة، أطلقت المنظمة قاعدة بيانات حوادث الذكاء الاصطناعي، المصممة لتقديم تقارير سرية عن أحداث السلامة لمشاركة الدروس مع المطورين الآخرين. وقد جمعت إلى الآن أكثر من ألف ومائتي تقرير. تضم المنظمة أكثر من مائة شريك من المجموعات غير الربحية والأكاديمية والإعلامية، لذا فهي توفر نوافذ مهمة ومحايدة للمناقشة والتعاون متعدد التخصصات. هناك مجال لمزيد من المنظمات من هذا النوع، وأيضًا لبرامج التدقيق الداخلية فيها.

ثمة مثال آخر مثير للاهتمام وهو "الفريق الأحمر"؛ الذي يعمل على البحث بشكل استباقي عن العيوب في نماذج الذكاء الاصطناعي أو أنظمة البرمجيات. وهذا يعني مهاجمة أنظمتك بطرق خاضعة للسيطرة لاستكشاف نقاط الضعف وأنماط الفشل الأخرى. إن هذه الكيانات التي تُعد ناشئة اليوم ستتضخم على الأرجح في المستقبل، وبالتالي فإن فهمها يسمح بتضمين الإجراءات الوقائية مع تزايد قوة الأنظمة. وكلما حدث ذلك بشكل أكثر علنية وجماعية، كان أفضل، لأنه يمكّن جميع المطورين من التعلم من بعضهم بعضًا. مرة أخرى، حان الوقت تمامًا لأن تتعاون جميع شركات التكنولوجيا الكبرى بشكل استباقي في هذا الصدد، وتتبادل الأفكار بسرعة حول المخاطر الجديدة، تمامًا مثلما شاركت صناعة الأمن السيبراني منذ فترة طويلة معلوماتها عن هجمات يوم الصفر الجديدة.

وحان الوقت أيضًا لإنشاء فرق حمراء تمولها الحكومة لمهاجمة كل نظام بصرامة واختبار قوة تحمله، مما يضمن مشاركة واسعة النطاق على صعيد القطاع بأكمله للأفكار المكتشفة على طول الطريق. وفي نهاية المطاف، يمكن توسيع نطاق هذا العمل وأتمتته، باستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي الحاصلة على تفويض علني والمصممة خصيصًا للتدقيق واكتشاف المشكلات لدى الأنظمة الأخرى، مع السماح لنفسها أيضًا بالخضوع للتدقيق.

يتعين على الأنظمة المستخدمة لتتبع التقنيات الجديدة أن تتعرف على أوجه الشذوذ، والقفزات غير المتوقعة في القدرات، وأنماط الفشل الخفية. ويجب عليها اكتشاف هجمات طروادة التي تبدو مشروعة لكنها تخفي مفاجآت غير مرحب بها. وللقيام بذلك، سيتعين عليها مراقبة مجموعة كبيرة من المقاييس دون الوقوع في فخ البانوبتيكون المغري دائمًا. وسوف تشكل مراقبة مجموعات البيانات المهمة المستخدمة لتدريب النماذج، لا سيما مجموعات البيانات مفتوحة المصدر، والبيانات الببليومترية المستمدة من الأبحاث، والحوادث الضارة المتاحة للعامة، نقطة بداية مثمرة وغير تدخلية. لا ينبغي لواجهات برمجة التطبيقات التي تسمح للآخرين باستخدام خدمات الذكاء الاصطناعي الأساسية أن تكون مفتوحة المصدر من دون قيود، بل يجب أن تصحبها فحوصات "اعرف عميلك"، كما هو الحال، على سبيل المثال، في أجزاء من القطاع المصرفي.

على الجانب الفني، ثمة مجال لآليات الرقابة المستهدفة، وهو ما أطلق عليه بعض الباحثين اسم "الإشراف القابل للتوسع" على "الأنظمة التي من المحتمل أن تتفوق علينا في معظم المهارات ذات الصلة بالمهمة التي بين أيدينا". يتعلق هذا الاقتراح بالتحقق رياضيًا من الطبيعة غير الضارة للخوارزميات، مما يتطلب أدلة صارمة من النموذج على أن الإجراءات أو المخرجات المؤذية تخضع لتقييد واضح. بشكل أساسي، أن توجد سجلات مضمونة للنشاط وحدود القدرات مدمجة داخل النموذج. إن التحقق من صحة سلوك النموذج والتصديق عليه بهذه الطريقة يمكنه على الأرجح أن يوفر وسيلة موضوعية ورسمية لتوجيه النظام وتتبعه.

من الأمثلة الواعدة الأخرى لآليات الإشراف الجديدة برنامج SecureDNA، وهو برنامج غير ربحي بدأته مجموعة من العلماء والمتخصصين في مجال الأمن. في الوقت الحاضر، يخضع مجرد جزء صغير من الحمض النووي المخلق للفحص بحثًا عن عناصر يحتمل أن تكون خطرة، لكن الجهد العالمي مثل برنامج SecureDNA، الذي يهدف إلى توصيل كل جهاز تخليق -سواء كان يوضع على الطاولة في المنزل أو كان كبيرًا أو بعيدًا- بنظام مركزي وآمن ومشفر يمكنه إجراء المسح بحثًا عن تسلسلات مسببة للأمراض، يُعد بداية رائعة. إذا كان الأشخاص يطبعون تسلسلات من المحتمل أن تكون ضارة، فستوضع عليهم علامة. إنه برنامج يعتمد على السحابة، ومجاني، ويستخدم التشفير الآمن، ويخضع للتحديث اللحظي.

إن فحص كل عمليات تخليق الحمض النووي سيمثل إجراءً رئيسيًا لتقليل المخاطر الحيوية ولن يؤدي، من وجهة نظري، إلى تقييد الحريات المدنية على نحو غير مبرر. لن يعمل هذا على إيقاف السوق السوداء على المدى الطويل، لكن بناء أجهزة تخليق غير ممتثِلة أو اختراق نظام موجود يشكل عقبة ليست هينة. من شأن الفحص المسبق لعمليات تخليق الحمض النووي أو مدخلات البيانات في نماذج الذكاء الاصطناعي أن يؤدي إلى إجراء عمليات التدقيق أولًا قبل نشر الأنظمة، مما يقلل من المخاطر.

في الوقت الحالي، ثمة اختلاف في جميع أنحاء العالم في الأساليب المتبعة لمراقبة ظهور التقنيات الجديدة، أو إساءة استخدامها من قبل الدول المعادية وغيرها من الجهات الفاعلة. إنها صورة غير متساوية: مزيج من المعلومات مفتوحة المصدر والغامضة في كثير من الأحيان، والأبحاث الأكاديمية، وفي بعض الحالات، المراقبة السرية. هذا حقل ألغام قانوني وسياسي، حيث تكون عتبات التدخل مختلطة للغاية، وفي أسوأ الأحوال، تخضع لتعتيم عمدي. يمكننا أن نفعل ما هو أفضل من ذلك. لا يمكن للشفافية أن تكون اختيارية. يجب أن يكون هناك مسار قانوني محدد جيدًا للتحقق من أي تقنية جديدة سواء على مستوى العمليات الداخلية، أو في التعليمات البرمجية، أو في المختبر، أو في المصنع، أو في العالم الحقيقي.

ويجب تنفيذ معظم هذا طوعًا، بالتعاون مع منتجي التكنولوجيا. وحيثما لا يمكن القيام بذلك بهذه الطريقة، يجب على التشريع أن يفرض التعاون. وإذا لم ينجح ذلك، فمن الممكن النظر في أساليب بديلة، مثل تطوير الإجراءات الوقائية الفنية -بما في ذلك الأبواب الخلفية المشفرة في بعض الحالات- لتوفير نظام دخول قابل للتحقق يسيطر عليه القضاء أو هيئة مستقلة مكافئة تحظى بموافقة عامة.

عند رفع دعوى قضائية للوصول إلى أي نظام عام أو خاص بواسطة جهات إنفاذ القانون أو الهيئات التنظيمية، يُبت في ذلك بناءً على أساس الدعوى. وبالمثل، فإن دفاتر التشفير التي تسجل أي نَسخ أو مشاركة لنموذج أو نظام أو معرفة من شأنها أن تساعد في تتبع انتشارها واستخدامها. إن دمج آليات الاحتواء الاجتماعية والفنية بهذه الطريقة يُعد أمرًا بالغ الأهمية. تحتاج التفاصيل إلى بحث جديد ومناقشة عامة. فسوف نكون بحاجة إلى إيجاد توازن جديد وآمن ويصعب إساءة استخدامه بين المراقبة والسلامة، توازن يصلح للموجة القادمة.

لا بأس أبدًا بالقوانين والمعاهدات والحلول الفنية الرائعة. لكنها ما زالت بحاجة إلى المواءمة والتحقق، والقيام بذلك دون اللجوء إلى وسائل السيطرة القاسية. إن إنشاء

تقنيات مماثلة لهذه المبادرات ليس مملًا على الإطلاق؛ بل هو واحد من التحديات التكنولوجية والاجتماعية الأكثر تحفيزًا في القرن الحادي والعشرين. يُعد تفعيل ميزات السلامة الفنية وإجراءات التدقيق أمرًا حيويًا، لكنه يتطلب شيئًا لا نملكه. إنه الوقت.

٣. نقاط الاختناق: شراء الوقت

كان شي جين بينج قلقًا. "إننا نعتمد على الواردات في بعض الأجهزة والمكونات والمواد الخام الضرورية"، هكذا قال الرئيس الصيني لمجموعة من علماء البلاد في سبتمبر ٢٠٢٠. كان الوضع ينذر بالسوء، حيث كانت "التقنيات الرئيسية والجوهرية" التي يعتقد أنها ضرورية للغاية لمستقبل الصين وأمنها الجيوسياسي "خاضعة لسيطرة آخرين". في الواقع، تنفق الصين على استيراد الرقائق أكثر مما تنفق على النفط. قلما يعبر القادة الصينيون عن انزعاجهم بشكل علني، لكن بعد أن ربطوا استراتيجيتهم طويلة الأمد بالهيمنة على الموجة القادمة، أقروا بوجود ضعف شديد.

قبل بضع سنوات، استخدمت إحدى الصحف التي تديرها الحكومة صورة أكثر وضوحًا لوصف نفس المشكلة: حيث قالت إن التكنولوجيا الصينية كانت محدودة بسلسلة من "نقاط الاختناق". وإذا ضغط شخص ما على نقاط الاختناق هذه، حسنًا، كان التلميح واضحًا.

وقد تحققت مخاوف شي في ٧ أكتوبر ٢٠٢٢. حيث أعلنت أمريكا الحرب على الصين، وهاجمت إحدى نقاط الاختناق تلك. لم يتضمن ذلك إطلاق صواريخ فوق مضيق تايوان. ولم يكن هناك حصار بحري لبحر الصين الجنوبي أو اقتحام مشاة البحرية لساحل فوجيان. بل جاءت الحرب من مصدر غير متوقع: وزارة التجارة. كانت الطلقات الموجهة عبارة عن ضوابط على تصدير أشباه الموصلات المتقدمة، وهي الرقائق التي تدعم الحوسبة، وبالتالي الذكاء الاصطناعي.

وقد جعلت ضوابط التصدير الجديدة من غير القانوني للشركات الأمريكية أن تبيع رقائق حاسوبية عالية الأداء إلى الصين، وكذلك من غير القانوني لأي شركة أن تشارك الأدوات اللازمة لتصنيع هذه الرقائق، أو توفر المعرفة اللازمة لإصلاح الرقائق الموجودة. إن أشباه الموصلات الأكثر تقدمًا (التي تتضمن عمومًا عمليات أقل من أربعة عشر نانومترًا، أي أربعة عشر مليار جزء من المتر، وهي مسافات تمثل ما لا يتعدى العشرين ذرة فقط لا غير) -بما في ذلك الملكية الفكرية ومعدات التصنيع والأجزاء والتصميم والبرمجيات والخدمات- المستخدمة في مجالات مثل الذكاء الاصطناعي والحوسبة الفائقة تخضع الآن لترخيص صارم. لم تعد شركات الرقائق الأمريكية الرائدة، مثل إنفيديا و AMD، قادرة على تزويد العملاء الصينيين بالوسائل والمعرفة اللازمة لإنتاج أكثر الرقائق تقدمًا على مستوى العالم. وأصبح المواطنون الأمريكيون الذين يعملون في مجال أشباه الموصلات مع الشركات الصينية يواجهون خيارين: إما الاحتفاظ بوظائفهم وفقدان الجنسية الأمريكية، وإما الاستقالة على الفور.

كان الأمر بمثابة ضربة مفاجئة، مصممة لرفع قبضة الصين عن اللبنة الأكثر أهمية في تكنولوجيا القرن الحادي والعشرين. هذا ليس مجرد نزاع تجاري سري. كان هذا الإعلان بمثابة صفارة إنذار مدوية في تشونجنانهاي، مجمع القيادة الصينية، وقد جاء تزامنًا مع إعلان مؤتمر الحزب الشيوعي عن تنصيب شي فعليًا حاكمًا مدى الحياة. وقد حدد أحد المديرين التنفيذيين في مجال التكنولوجيا، الذي تحدَّث دون الكشف عن هويته، نطاق هذه الخطوة قائلًا: "إنهم لا يستهدفون التطبيقات العسكرية فحسب، بل يحاولون منع تطور القوة التكنولوجية للصين بأي وسيلة".

هناك إجماع على أن هذا سوف يضر على المدى القصير إلى المتوسط. إن التحديات التي تواجه بناء هذه البنية التحتية هائلة، لا سيما في ما يتعلق بالآلات والتقنيات المتطورة التي تنتج الرقائق الأكثر تقدمًا في العالم، وهو المجال الذي تتخلف فيه الصين. لكن على المدى الطويل، فإن هذا لن يردعها على الأرجح. بل بالأحرى سيعجل بمسار صعب ومكلف

للغاية -لكنه لا يزال منطقيًا- نحو القدرة المحلية على إنتاج أشباه الموصلات. ولو تطلب الأمر مئات المليارات من الدولارات (وهو ما سيحدث)، فسوف ينفقونها.

إن الشركات الصينية تجد بالفعل طرقًا لتجاوز الضوابط، باستخدام شبكات الشركات الوهمية وشركات الواجهة وخدمات الحوسبة السحابية في دول الطرف الثالث. ومؤخرًا، عملت شركة إنفيديا، الشركة الأمريكية المصنعة لرقائق الذكاء الاصطناعي الأكثر تقدمًا في العالم، على تعديل رقائقها الأكثر تقدمًا بأثر رجعي للتهرب من العقوبات. ومع ذلك، فإن هذا يبين لنا أمرًا بالغ الأهمية: هناك وسيلة ضغط واحدة على الأقل لا يمكن إنكارها. الموجة قابلة للإبطاء، على الأقل لبعض الوقت وفي بعض المناطق.

يُعد شراء الوقت في عصر التطور الفائق أمرًا لا يقدر بثمن. الوقت لتطوير المزيد من استراتيجيات الاحتواء. الوقت لتضمين المزيد من تدابير السلامة. الوقت لاختبار مفتاح إيقاف التشغيل هذا. الوقت لإنشاء تقنيات دفاع متطورة. الوقت لدعم الدولة القومية، أو تحسين التنظيم، أو حتى مجرد إقرار مشروع القانون هذا. الوقت لعقد التحالفات الدولية.

في الوقت الحالي، فإن المحرك الرئيسي للتكنولوجيا هو قوة الحوافز وليس سرعة الاحتواء. إن ضوابط التصدير، مثل مناورة أشباه الموصلات التي مارستها الولايات المتحدة، تنطوي على كل أنواع التداعيات غير المؤكدة على منافسة القوى العظمى، وسباق التسلح، والمستقبل، لكن الجميع تقريبًا متفقون على شيء واحد: وهو أن هذا سيؤدي على الأقل إلى إبطاء بعض التطور التكنولوجي في الصين، وبالتالي في العالم.

يشير التاريخ الحديث إلى أنه على الرغم من الانتشار العالمي للتكنولوجيا، فإنها تعتمد على عدد قليل من مراكز البحث والتطوير والتسويق المهمة: أي نقاط الاختناق. فلنتأمل هنا النقاط التي تحظى بتركيز ملحوظ: على سبيل المثال، شركتي زيروكس وأبل في مجال الواجهات، أو وكالة داربا ومعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، أو جينينتيك، ومونسانتو، وستانفورد، وجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو في مجال الهندسة الوراثية. من اللافت للنظر أن هذا الإرث يقاوم الزوال بصلابة شديدة.

في مجال الذكاء الاصطناعي، تتولى شركة واحدة تصميم حصة الأسد من وحدات معالجة الرسومات الأكثر تقدمًا والضرورية لأحدث النماذج، وهي الشركة الأمريكية إنفيديا. وتتولى شركة واحدة تصنيع معظم رقائقها، وهي شركة TSMC، ومقرها تايوان، حيث تُصنع الرقائق الأكثر تقدمًا في العالم في مبنى واحد فقط، في المصنع الأكثر تطورًا والأكثر تكلفة في العالم. وتأتي الآلات التي تستخدمها شركة TSMC لتصنيع هذه الرقائق من مُورِّد واحد، وهو الشركة الهولندية ASML، وهي شركة التكنولوجيا الأكثر قيمة وأهمية في أوروبا حتى الآن. وتُعد آلات ASML، التي تستخدم تقنية تُعرف باسم الطباعة الحجرية فوق البنفسجية القصوى وتنتج رقائق بمستويات من الدقة الذرية المذهلة، من بين السلع المصنعة الأكثر تعقيدًا في تاريخ البشرية. تسيطر هذه الشركات الثلاث بقبضة خانقة على الرقائق المتطورة، وهي تقنية ذات عوائق مادية لدرجة أن أحد التقديرات يزعم أنها تكلف ما يصل إلى ١٠ مليارات دولار للكيلوجرام الواحد.

لكن الرقائق ليست نقطة الاختناق الوحيدة. حيث تهيمن ست شركات كبرى أيضًا على الحوسبة السحابية على المستوى الصناعي. في الوقت الحالي، تسعى حفنة من المجموعات ذات الموارد الجيدة سعيًا واقعيًا وراء الذكاء الاصطناعي العام، وأبرزها ديب مايند وأوبن إيه آي. تنتقل حركة البيانات العالمية عبر عدد محدود من كابلات الألياف الضوئية المجمعة في نقاط تضييق رئيسية (قبالة ساحل جنوب غرب إنجلترا أو سنغافورة، على سبيل المثال). ووقوع أزمة في العناصر الأرضية النادرة مثل الكوبالت والنيوبيوم والتنجستن من شأنه أن يؤدي إلى الإطاحة بصناعات بأكملها. لاحظ أن حوالي ٨٠ في المائة من الكوارتز عالي الجودة الضروري لصنع أشياء مثل الألواح الكهروضوئية ورقائق السيليكون يأتي من منجم واحد في ولاية كارولينا الشمالية. إن أجهزة تخليق الحمض النووي والحواسيب الكمية ليست سلعًا استهلاكية شائعة. وتشكل المهارات أيضًا نقطة اختناق: فعدد الأشخاص الذين يعملون في جميع التقنيات الرائدة التي ناقشناها في هذا الكتاب ربما لا يتعدى ١٥٠ ألف شخص.

لذا، ومع اتضاح التأثيرات السلبية، يتعين علينا أن نستخدم نقاط الاختناق هذه لإنشاء وسائل معقولة لتقييد معدل التطور وضبط سرعته، وذلك لضمان تطبيق الحس السليم بسرعة تواكب سرعة تطور العلم. من الناحية العملية إذن، لا ينبغي تطبيق القبضة الخانقة على الصين فحسب؛ بل يمكن تطبيقها على نطاق واسع لتنظيم وتيرة التطور أو طرح التقنيات. وبالتالي لن تصبح ضوابط التصدير مجرد مسرحية جيوستراتيجية، بل تجربة حية، وخريطة محتملة لكيفية احتواء التكنولوجيا دون خنقها بالكامل. في نهاية المطاف، ستنتشر كل هذه التقنيات على نطاق واسع. وقبل ذلك، ستكون السنوات الخمس القادمة أو نحو ذلك حرجة للغاية، حيث ستشكل نافذة ضيقة يمكن من خلالها لنقاط ضغط معينة أن تؤدي إلى إبطاء تقدم التكنولوجيا. بما أن الخيار موجود، فلنستغله ونكسب الوقت.

٤. الصناع: ينبغي للنقاد إنشاء التكنولوجيا

حقيقة أن الحوافز التي تقدمها التكنولوجيا لا يمكن إيقافها لا تعني أن أولئك الذين يعملون على إنشائها لا يتحملون أي مسئولية عما أنشئوه. بل على العكس من ذلك، إنهم، إننا، إنني، أتحمل هذه المسئولية؛ فالمسئولية واضحة وضوح الشمس. لا أحد مجبر على تجربة التعديل الوراثي أو بناء نماذج لغة كبيرة. إن انتشار التكنولوجيا وتطورها الذي لا مفر منه لا يشكل بطاقة خروج مجانية من السجن، أو رخصة لإنشاء ما تريد ورؤية ما سيحدث. بل هما بالأحرى تذكير صارخ بالحاجة إلى تصحيح الأمور والعواقب الوخيمة التي قد تترتب على عدم القيام بذلك.

يجب على العاملين في مجال التكنولوجيا، أكثر من أي شخص آخر، العمل بنشاط على حل المشكلات الموضحة في هذا الكتاب. فعبء الإثبات وعبء الحلول يقعان على عاتقهم، على عاتقنا. كثيرًا ما يسألني الناس، في ظل كل هذا، لماذا تعمل في شركة للذكاء الاصطناعي وتبني شركات وأدوات الذكاء الاصطناعي؟ بعيدًا عن المساهمة الإيجابية الضخمة التي يمكنها تقديمها، فإن جوابي هو أنني لا أريد فقط أن أتحدث عن الاحتواء

وأناقشه. أريد أن أساعد بشكل استباقي في تحقيق ذلك، بشكل مسبق، قبل الوصول إلى النقطة التي تتجه إليها التكنولوجيا. يحتاج الاحتواء إلى تركيز خبراء التكنولوجيا بشكل كامل على جعله حقيقة واقعة.

يلعب نقاد التكنولوجيا أيضًا دورًا حيويًا هنا. إن الوقوف على الخطوط الجانبية والصراخ، والغضب على تويتر، وكتابة مقالات طويلة وغامضة تلخص المشكلات، كلها أمور جيدة للغاية. لكن مثل هذه الأفعال لن توقف الموجة القادمة، وفي الحقيقة لن تغيرها بشكل كبير أيضًا. عندما بدأت العمل بشكل احترافي لأول مرة، كانت النظرة الخارجية للتكنولوجيا حميدة تمامًا تقريبًا، بل ومفعمة بالحيوية. إنها شركات رائعة وودية تعمل على بناء مستقبل مشرق. لكن ذلك تغير. ومع ذلك، ورغم تعالي أصوات النقد بشكل كبير، فمن الملحوظ مدى قلة نجاحاتها وتباعدها.

يقع منتقدو التكنولوجيا، بطريقتهم الخاصة، في شكل من أشكال فخ النفور من التشاؤم، وهو فخ متأصل في النخب التكنولوجية والسياسية والتجارية. حيث يلتزم العديد ممن يسخرون من خبراء التكنولوجيا المفرطين في التفاؤل بكتابة أطر رقابية نظرية أو مقالات افتتاحية تدعو إلى التنظيم. إذا كنت تعتقد أن التكنولوجيا مهمة وقوية، وتتابع التداعيات المترتبة على هذه الانتقادات، سيتضح لك أن مثل هذه الاستجابات غير كافية. فحتى النقاد يتغاضون عن الحقيقة الصادقة الماثلة أمامهم. في الواقع، يصبح الانتقاد اللاذع في بعض الأحيان جزءًا من نفس دورة الضجيج مثله كمثل التكنولوجيا ذاتها.

يجب على النقاد ذوي المصداقية أن يكونوا ممارسين. إن بناء التكنولوجيا المناسبة، مع امتلاك الوسائل العملية لتغيير مسارها، وليس مجرد ملاحظتها والتعليق عليها، بل المداومة على توضيح الطريق، وإحداث التغيير، وتنفيذ الإجراءات اللازمة من المصدر نفسه، يعني أن النقاد لا بد أن يشاركوا. لا يمكنهم الوقوف على الخطوط الجانبية والصراخ. وهذا ليس بأي حال من الأحوال كلامًا ضد النقاد، بل على العكس تمامًا. إنه اعتراف بأن التكنولوجيا تحتاج بشدة إلى النقاد؛ على كل المستويات، لكن بشكل خاص على الخطوط

الأمامية، في الإنشاء والتصنيع، والتعامل مع الواقع اليومي الملموس للإبداع. إذا كنت تقرأ هذا وكنت من المنتقدين، فأمامك استجابة واضحة: شارك.

أعترف تمامًا أن هذا لا يجعل الحياة سهلة. فلا يوجد مكان مريح هنا. ومن المستحيل أن تغيب عن ملاحظتنا بعض المفارقات. هذا يعني أنني وأمثالي يتعين علينا مواجهة احتمالية أننا إلى جانب محاولتنا إنشاء أدوات إيجابية ومنع النتائج السلبية، فإننا قد نعمل عن غير قصد على تسريع نفس الأشياء التي نحاول تجنبها، تمامًا مثلما فعل الباحثون في مجال اكتساب الوظيفة بتجاربهم الفيروسية. إن التقنيات التي أطورها قد تسبب بعض الضرر. وأنا شخصيًا سأستمر في ارتكاب الأخطاء، على الرغم من بذل قصارى جهدي للتعلم والتحسين. لقد عشت صراعًا مع هذه النقطة لسنوات؛ هل أتراجع أم أشارك؟ كلما اقترب المرء من قلب التكنولوجيا النابض، زادت قدرته على التأثير في النتائج، وتوجيهها في اتجاهات أكثر إيجابية، وحظر التطبيقات الضارة. لكن هذا يعني أيضًا أن يكون جزءًا مما يجعلها حقيقة واقعة؛ بكل الخير والشر الذي قد تُحدثه.

أنا لا أملك جميع الإجابات. بل إنني أشكك باستمرار في اختياراتي. لكن الخيار الوحيد الآخر هو التخلي عن مهمة بناء التكنولوجيا بالكامل. لا يجوز لخبراء التكنولوجيا أن يرسموا المستقبل وهم متباعدون ومنفصلون ولا يستمعون إلا لأنفسهم. في غياب النقاد من الخارج والداخل، ستندفع المعضلة نحونا بلا هوادة. لكن في وجودهم، هناك فرصة أفضل لبناء تكنولوجيا لا تُلحق المزيد من الضرر بالدولة القومية، وتتسم بأنها أقل عرضة للفشل الكارثي، ولا تساعد في زيادة فرص ظهور المدن الفاسدة الاستبدادية. قبل عشر سنوات، كانت صناعة التكنولوجيا أيضًا أحادية الثقافة، بكل ما تحمله الكلمة من معنى. لكن هذا بدأ يتغير، وهناك الآن تنوع فكري أكبر من أي وقت مضى، بما في ذلك أصوات أكثر انتقادًا وأخلاقية وإنسانية داخل عملية التطوير نفسها.

عندما شاركتُ في تأسيس شركة ديب مايند، كان دمج المخاوف المتعلقة بالسلامة والأخلاق في النسيج الأساسي لشركة التكنولوجيا يبدو أمرًا جديدًا. إن مجرد استخدام

كلمة "الأخلاق" في هذا السياق جعل الجميع ينظرون إليّ بغرابة؛ لكن على النقيض من ذلك، فإن هذه الكلمة اليوم معرضة للأسف لخطر التحول إلى كلمة طنانة أخرى تُستخدم بشكل مفرط. ومع ذلك، فقد أدى هذا إلى تغيير حقيقي، وفتح فرصًا مهمة للمناقشة والخلاف. لقد تضاعفت الأبحاث المتعلقة بالذكاء الاصطناعي الأخلاقي بشكل واعد؛ حيث تزايد عدد المنشورات إلى خمسة أضعاف منذ عام ٢٠١٤. وعلى الجانب الصناعي، يحدث هذا النمو بشكل أسرع؛ حيث تتضاعف أبحاث الذكاء الاصطناعي الأخلاقي ذات الانتماءات الصناعية بمقدار ٧٠ في المائة على أساس سنوي. ذات يوم، كان من الغريب أن نجد فلاسفة أخلاقيين وعلماء سياسة وعلماء أنثروبولوجيا ثقافية يعملون في مجال التكنولوجيا، لكن هذا أصبح أقل غرابة الآن. ومع ذلك، لا تزال أوجه القصور الكبيرة في ضم وجهات النظر غير التكنولوجية والأصوات المتنوعة إلى النقاش أمرًا شائعًا للغاية: فالتكنولوجيا الخاضعة للاحتواء مشروع يتطلب جميع أنواع التخصصات ووجهات النظر. ويجب توظيف الموظفين بشكل استباقي لتحقيق هذا الغرض.

في عالم يتسم بالحوافز الراسخة والتنظيم الفاشل، تحتاج التكنولوجيا إلى نقاد ليس فقط من الخارج، بل أيضًا من قلبها النابض.

٥. الشركات: الربح + الغرض

إن الربح هو الذي يحرك الموجة القادمة. لا يوجد طريق إلى السلامة لا يعترف بهذه الحقيقة ويتعامل معها. عندما يتعلق الأمر بالتقنيات المتسارعة مثل الذكاء الاصطناعي وعلم الأحياء التخليقي، يتعين علينا أن نجد نماذج تجارية جديدة مسئولة وشاملة تعمل على تحفيز السلامة والربح على حد سواء. لا بد أن يكون من الممكن تأسيس شركات أكثر تكيفًا بشكل افتراضي مع احتواء التكنولوجيا. لقد صار لي فترة طويلة أجري التجارب أنا وآخرون للتغلب على هذا التحدي، لكن حتى هذه اللحظة كانت النتائج مختلطة.

لطالما كانت الشركات تمتلك هدفًا واحدًا لا لبس فيه: عوائد المساهمين. ويعني ذلك في أغلب الأحيان التطوير غير المكبوح للتقنيات الجديدة. ورغم أن هذا كان محركًا قويًا للتقدم في التاريخ، فإنه غير مناسب لاحتواء الموجة القادمة. أعتقد أن اكتشاف طرق للتوفيق بين الربح والغرض الاجتماعي في الهياكل التنظيمية الهجينة هو أفضل وسيلة للتغلب على التحديات التي تنتظرنا، لكن من الصعب للغاية إنجاح هذا الأمر على أرض الواقع.

منذ بداية شركة ديب مايند، كان من المهم بالنسبة لي أن نأخذ في الاعتبار نماذج الحوكمة المطابقة لهدفنا النهائي. عندما استحوذت علينا شركة جوجل في عام ٢٠١٤، صممتُ "مجلس الأخلاق والسلامة" للإشراف على تقنياتنا، وجعلنا هذا شرطًا للاستحواذ. فقد كنا ندرك، حتى في ذلك الوقت، أننا إذا نجحنا في تحقيق مهمتنا وإنشاء ذكاء اصطناعي عام حقيقي، فإن ذلك سيطلق العنان لقوة تفوق بكثير ما يمكن للعقل الحصيف أن يتوقع أن تمتلكه وتسيطر عليه شركة واحدة. لقد أردنا التأكد من أن جوجل تفهم هذا الأمر وتلتزم فعليًا بتوسيع نطاق إدارة شركتنا بحيث لا تقتصر علينا معشر المتخصصين في مجال التكنولوجيا. كنت أرغب في نهاية المطاف في إنشاء منتدى عالمي يضم أصحاب المصلحة المتعددين لتقرير ما سيحدث للذكاء الاصطناعي العام إذا توصلنا إليه، نوع من المعهد العالمي الديمقراطي للذكاء الاصطناعي. فقد بدا لي أنه كلما زادت قوة تقنية ما، زادت أهمية تعدد وجهات النظر التي تتحكم في هذه التقنية وتستطيع الوصول إليها.

وبعد استحواذ جوجل علينا، أمضينا أنا والمؤسسون المشاركون سنوات في محاولة دمج ميثاق أخلاقي في النسيج القانوني للشركة، متجادلين بلا نهاية حول مقدار ما يمكن نشره من هذا الميثاق للعامة، ومقدار عمل ديب مايند الذي يمكن أن يخضع لمزيد من الرقابة والتدقيق المستقلين. وكان هدفنا في هذه المناقشات دائمًا هو التأكد من أن التكنولوجيا غير المسبوقة تقابلها حوكمة غير مسبوقة. كان اقتراحنا هو تحويل شركة ديب مايند إلى شكل جديد من "الشركة ذات الاهتمام العالمي"، لها مجلس أمناء مستقل تمامًا ومنفصل عن مجلس الإدارة المنوط بإدارة الشركة من الناحية التشغيلية. وسوف تكون العضوية،

واتخاذ القرارات، وحتى بعض مناقشات مجلس الإدارة، أكثر علنية. ولن تكون الشفافية والمساءلة والأخلاق مجرد علاقات عامة مؤسسية، بل ستكون جوهرية وملزمة قانونيًا ومدمجة في كل ما تفعله الشركة. فقد شعرنا أن هذا سيسمح لنا بالعمل بطريقة منفتحة، والتعلم بشكل استباقي كيف يمكن للشركات أن تكون مرنة وأن تتولى الإشراف بشكل جديد وطويل المدى على التقنيات المتسارعة.

وقد أنشأنا وسيلة معقولة لإعادة استثمار أرباح الذكاء الاصطناعي في مهمة أخلاقية واجتماعية. ستكون الشركة المنفصلة "شركة محدودة بالضمان"، من دون مساهمين لكن مع التزام بتزويد شركة ألفابت، الممول الرئيسي، بترخيص تكنولوجي حصري. وكجزء من مهمتها الاجتماعية والعلمية، ستستخدم شركة ديب مايند جزءًا كبيرًا من أرباحها للعمل على تقنيات الخدمة العامة التي لن تظهر قيمتها إلا بعد سنوات عديدة: مثل امتصاص الكربون وتخزينه، أو تنظيف المحيطات، أو الروبوتات التي تأكل البلاستيك، أو الاندماج النووي. وكان الاتفاق هو أننا سنكون قادرين على جعل بعض اكتشافاتنا الرئيسية مفتوحة المصدر، مثل المختبر الأكاديمي إلى حد كبير. ستبقى الملكية الفكرية الأساسية لأعمال بحث جوجل في يد جوجل، لكن الباقي سيكون متاحًا لنا لمتابعة المهمة الاجتماعية الأساسية لديب مايند، ألا وهي العمل على اكتشاف أدوية جديدة، وتوفير رعاية صحية أفضل، ومحاولة حل مشكلة تغير المناخ، وما إلى ذلك. وهذا يعني إمكانية مكافأة المستثمرين، لكن مع ضمان أن الهدف الاجتماعي للشركة هو جزء أساسي من هيكلها القانوني.

بالنظر إلى ما فات، كان هذا كثيرًا جدًا على جوجل في ذلك الوقت. واشتمل الأمر على الاستعانة بالمحامين، واستمرت المفاوضات المكثفة لسنوات، لكن لم يبدُ أن هناك طريقة للخروج من هذه المشكلة. وفي النهاية لم نجد حلًا يرضي جميع الأطراف. واستمرت ديب مايند كوحدة عادية داخل جوجل من دون استقلال قانوني رسمي، حيث كانت تعمل كعلامة تجارية منفصلة وحسب. وكان هذا بمثابة درس أساسي بالنسبة لي: إن رأسمالية المساهمين تنجح لأنها بسيطة وواضحة، كما أن نماذج الحوكمة أيضًا تميل بشكل افتراضي

إلى البساطة والوضوح. في نموذج المساهمين، تكون خطوط المساءلة وتتبع الأداء محددة كميًا وواضحة للغاية. قد يكون من الممكن تصميم هياكل أكثر حداثة من الناحية النظرية، لكن تشغيلها عمليًا يُعد قصة أخرى.

وأثناء وجودي في شركة جوجل، واصلت العمل على الجهود التجريبية الرامية إلى إنشاء هياكل حوكمة مبتكرة. وكنت أنا من صاغ مبادئ الذكاء الاصطناعي لشركة جوجل، وكنت جزءًا من الفريق الذي دشن المجلس الاستشاري لأخلاقيات الذكاء الاصطناعي، والذي تكوّن من خبراء مستقلين بارزين في القانون والتكنولوجيا والأخلاقيات. كان الهدف من كليهما هو اتخاذ الخطوات الأولى نحو إنشاء ميثاق يتعلق بكيفية تعامل جوجل مع التقنيات المتطورة مثل الذكاء الاصطناعي والحوسبة الكمومية. وكنا نطمح إلى دعوة مجموعة متنوعة من أصحاب المصلحة الخارجيين للحصول على امتياز الوصول إلى التقنيات الرائدة، وتقديم التعقيبات، وتوفير وجهات النظر الخارجية الضرورية للغاية التي يقدمها أولئك البعيدون عن الإثارة والتفاؤل اللذين ينطوي عليهما إنشاء تقنيات جديدة.

لكن المجلس انهار بعد أيام من إعلانه. فقد اعترض بعض الموظفين في جوجل على تعيين كاي كولز جيمس، رئيسة مؤسسة التراث، وهي مؤسسة فكرية محافظة مقرها واشنطن. كانت جيمس قد عُينت إلى جانب مجموعة من الشخصيات من اليسار والوسط، لكن سرعان ما انطلقت حملة داخل جوجل لإقالتها. حيث أشار النشطاء، الذين شكلوا ائتلافًا مع موظفي تويتر، إلى أنها أدلت بعدد من التصريحات المناهضة لمختلفي الميول على مر السنين. ورغم أنني أختلف شخصيًا مع ملاحظاتها ومواقفها السياسية، فقد دافعت عن اختيارنا أن نطلب منها الانضمام إلى مجلس الإدارة، بحجة أن المجموعة الكاملة من القيم ووجهات النظر تستحق أن تُسمع. فجوجل في نهاية المطاف شركة عالمية ذات مستخدمين عالميين، وقد يكون لبعضهم نفس هذا الرأي.

اختلف معي العديد من موظفي جوجل والناشطين الخارجيين، وفي غضون أيام من الإعلان نشروا رسالة مفتوحة تطالب بإقالة جيمس من المجلس. وكان الموظفون وغيرهم

يضغطون بشدة على حرم الجامعات لرفع التمويل الأكاديمي عن أعضاء مجلس الإدارة الآخرين الذين رفضوا التنحي، بحجة أن مشاركتهم المستمرة لا يمكن فهمها إلا على أنها تغاضٍ عن رهاب الميول المختلفة. وفي النهاية استقال ثلاثة أعضاء، وأُلغي هذا الجهد بالكامل في أقل من أسبوع. لسوء الحظ، كانت الأجواء السياسية مشحونة أكثر من اللازم، بالنسبة للشخصيات العامة وكذلك بالنسبة لشركة عامة.

ومرة أخرى، باءت محاولاتي لإعادة التفكير في تفويض الشركة بالفشل، على الرغم من أنها حفزت المحادثة وساعدت في طرح بعض المناقشات الصعبة على الطاولة، سواء في شركة ألفابت أو في الدوائر السياسية والأكاديمية والصناعية الأوسع. مناقشات حول طبيعة الفِرق والأبحاث التي تحصل على تمويل، وكيفية اختبار المنتجات، والضوابط والمراجعات الداخلية المعمول بها، ومقدار التدقيق الخارجي المناسب، وما يحتاج أصحاب المصلحة إلى تضمينه؛ حيث بدأ كبار القادة في شركة ألفابت وأماكن أخرى بإجراء هذه المحادثات بشكل منتظم.

إن أنواع المناقشات المتعلقة بسلامة الذكاء الاصطناعي التي كانت تبدو هامشية قبل عقد من الزمن أصبحت الآن روتينية في شركات التكنولوجيا. لقد صارت الحاجة إلى تحقيق التوازن بين الأرباح والمساهمة الإيجابية والسلامة المتطورة أمرًا مقبولًا من حيث المبدأ في جميع مجموعات التكنولوجيا الكبرى في الولايات المتحدة. فعلى الرغم من الحجم الهائل للمكافآت المعروضة، يجب على مبادري الأعمال والمديرين التنفيذيين والموظفين على حد سواء الاستمرار في الضغط واستكشاف أشكال الشركات التي يمكنها استيعاب تحدي الاحتواء بشكل أفضل.

وهناك تجارب مشجعة جارية. أنشأت شركة فيسبوك مجلس رقابة مستقلًا خاصًا بها؛ يضم قضاة سابقين، وناشطين، وأكاديميين خبراء لتقديم المشورة بشأن إدارة المنصة. صحيح أنه تعرض لانتقادات من كافة الجهات، كما أنه من الواضح أنه لا "يحل" المشكلة وحده. لكن من المهم أن نبدأ بالإشادة بالجهود المبذولة، وتشجيع فيسبوك وآخرين على الاستمرار

في إجراء التجارب. وثمة مثال آخر على ذلك، ألا وهو الحركة المتنامية لشركات المنفعة العامة والشركات الحاصلة على شهادة بي كورب، فهي لا تزال شركات تهدف للربح لكنها شركات لها مهمة اجتماعية مدرجة في أهدافها المحددة قانونًا. وشركات التكنولوجيا التي تملك آليات وأهداف احتواء قوية منصوصًا عليها كواجب ائتماني هي الخطوة التالية. هناك فرصة جيدة لحدوث تغيير إيجابي هنا، نظرًا لنمو هذه الهياكل المؤسسية البديلة (أكثر من عشرة آلاف شركة تستخدم الآن هيكل بي كورب). وفي حين أن الأهداف الاقتصادية لا تتوافق دائمًا بشكل جيد مع التكنولوجيا الخاضعة للاحتواء، فإن الأشكال المؤسسية المبتكرة تجعل ذلك أكثر احتمالًا. هذا هو نوع التجريب الذي نحتاج إليه.

يحتاج الاحتواء إلى جيل جديد من الشركات. فهو يحتاج إلى مساهمة المؤسسين والعاملين في مجال التكنولوجيا بشكل إيجابي في المجتمع. كما أنه يحتاج إلى شيء أكثر صعوبة كليًا. يحتاج إلى السياسة.

٦. الحكومات: الصمود، والإصلاح، والتنظيم

تتطلب المشكلات التكنولوجية حلولًا تكنولوجية، كما رأينا، لكنها وحدها لا تكفي أبدًا. نحن بحاجة أيضًا إلى أن تزدهر الدولة. لا بد من دعم كل الجهود الرامية إلى مساندة الدول الديمقراطية الليبرالية وتحصينها ضد الضغوطات. لا تزال الدول القومية تسيطر على العديد من العناصر الأساسية للحضارة: القانون، والإمدادات النقدية، والضرائب، والجيش، وهلم جرًا. وهذا يساعد في المهمة المقبلة، حيث ستحتاج الدول القومية إلى إنشاء وصيانة أنظمة اجتماعية، وشبكات رعاية اجتماعية، وهياكل أمنية، وآليات حوكمة تتميز بالمرونة والقدرة على الصمود في وجه الضغوطات الشديدة. لكنها بحاجة أيضًا إلى معرفة ما يحدث بالتفصيل: فعملها الآن يسير على غير هدى وسط الإعصار.

قال الفيزيائي ريتشارد فاينمان عبارته الشهيرة: "ما لا أستطيع أن أصنعه، لا أفهمه". واليوم لا يمكن لهذه العبارة أن تنطبق على شيء أكثر من الحكومات والتكنولوجيا. أعتقد أن الحكومة بحاجة إلى المشاركة بشكل أكبر، والعودة إلى إنشاء تكنولوجيا حقيقية، ووضع المعايير، وتعزيز القدرات الداخلية. إنها تحتاج إلى التنافس على المواهب والأجهزة في السوق المفتوحة. ولا مجال للشك في أن هذا أمر مكلف وسوف تصحبه أخطاء مكلفة. لكن الحكومات الاستباقية ستمارس سيطرة أكبر بكثير مما لو كانت تكتفي بتفويض الخدمات والاعتماد على الخبرات الخارجية والتكنولوجيا التي تملكها وتديرها أماكن أخرى.

يعمل الفهم العميق على تمكين المساءلة. والملكية تمنح السيطرة. وكلاهما يتطلب حكومات تشارك بنفسها. فعلى الرغم من أن الشركات اليوم تمسك بزمام القيادة، فإن الكثير من الأبحاث الأساسية الأكثر استشرافية لا تزال تتلقى تمويلها من الحكومات. إن إنفاق الحكومة الفيدرالية الأمريكية على البحث والتطوير يبلغ حاليًا أدنى مستوياته على الإطلاق -حيث يمثل ٢٠ في المائة فقط من إجمالي الإنفاق- لكنه لا يزال يصل إلى مبلغ لا يستهان به، وهو ١٧٩ مليار دولار سنويًا.

وهذه أخبار جيدة. فالاستثمار في تعليم وأبحاث العلوم والتكنولوجيا ودعم شركات التكنولوجيا المحلية يخلق حلقة من ردود الفعل الإيجابية حيث تملك الحكومات مصلحة مباشرة في التكنولوجيا المتطورة تجعلها متأهبة للاستفادة من الفوائد والقضاء على الأضرار. ببساطة، إذا أصبحت الحكومات شريكًا على قدم المساواة في صنع الموجة القادمة، فسوف تتمتع بفرصة أفضل لتوجيه هذه الموجة نحو المصلحة العامة الشاملة. إن الحصول على المزيد من الخبرة الفنية الداخلية، ولو بتكلفة كبيرة، يمثل إنفاقًا جيدًا للأموال. لا ينبغي للحكومات أن تعتمد على المستشارين الإداريين، أو المقاولين، أو غيرهم من الموردين الخارجيين. يجب أن يكون الموظفون المتفرغون والمحترمون الذين يحصلون على أجور مناسبة، تتنافس مع القطاع الخاص، جزءًا أساسيًا من الحل. وإلا،

يمكن أن تصل رواتب القطاع الخاص إلى عشرة أضعاف نظيراتها في القطاع العام في الوظائف الوطنية الحاسمة: وهذا أمر لا يمكن تحمله.

ويجب أن تكون مهمتهم الأولى هي مراقبة وفهم التطورات في مجال التكنولوجيا بشكل أفضل. تحتاج البلدان إلى فهم تفصيلي لبعض الأمور، على سبيل المثال، ما البيانات التي يقدمها سكانها، وكيف وأين تُستخدم، وماذا تعني؛ ويجب أن تتمتع الإدارات بفهم قوي لأحدث الأبحاث، وأين توجد التقنيات الأكثر تطورًا، وإلى أين تتجه، وكيف يمكن لبلدها أن تزيد من الإيجابيات إلى أقصى حد. وقبل كل شيء، يتعين عليها تسجيل جميع الطرق التي يمكن من خلالها للتكنولوجيا أن تسبب الضرر -أي جدولة كل تسريب معملي، وكل هجوم سيبراني، وكل تحيز يصدر عن نموذج لغة، وكل انتهاك للخصوصية- بطريقة شفافة وعلنية حتى يتمكن الجميع من التعلم من الإخفاقات والعمل على التحسين.

ومن ثم، يتعين على الدولة أن تستخدم هذه المعلومات بشكل فعال، وأن تستجيب في الوقت الفعلي للمشكلات الناشئة. أصبحت الهيئات القريبة من السلطة التنفيذية، مثل مكتب البيت الأبيض لسياسة العلوم والتكنولوجيا، أكثر تأثيرًا. ولا تزال هناك حاجة إلى المزيد: ففي القرن الحادي والعشرين، ليس من المنطقي أن تكون هناك مناصب وزارية تعالج مسائل مثل الاقتصاد والتعليم والأمن والدفاع من دون منصب يتمتع بنفس التمكين والمساءلة الديمقراطية في مجال التكنولوجيا. فلا يزال منصب وزير التكنولوجيا الناشئة أمرًا نادرًا في الحكومة. ولا ينبغي أن يكون كذلك؛ يجب أن يكون لدى كل دولة مثل هذا المنصب في عصر الموجة القادمة.

إن التنظيم وحده لن يصل بنا إلى الاحتواء، ولكن أي نقاش لا يتضمن التنظيم محكوم عليه بالفشل. ينبغي للتنظيم أن يركز على تلك الحوافز، ويحقق توافقًا أكبر بين الأفراد والدول والشركات والجمهور ككل مع مراعاة السلامة والأمن، وتضمين إمكانية فرض مكابح قوية. وينبغي حظر بعض حالات الاستخدام، مثل استخدام الذكاء الاصطناعي في الدعاية الانتخابية، بموجب القانون كجزء من الصفقة.

لقد بدأت الهيئات التشريعية في سن القوانين. في عام ٢٠١٥، لم يكن هناك أي تشريع تقريبًا حول الذكاء الاصطناعي. لكن تم إقرار ما لا يقل عن اثنين وسبعين مشروع قانون يتضمن عبارة "الذكاء الاصطناعي" في جميع أنحاء العالم منذ عام ٢٠١٩. ويحصي مرصد سياسات الذكاء الاصطناعي التابع لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ما لا يقل عن ثمانمائة سياسة ذكاء اصطناعي من ستين دولة في قاعدة بياناته. لا شك أن مشروع قانون الذكاء الاصطناعي في الاتحاد الأوروبي مليء بالمشكلات، لكن أحكامه تتضمن الكثير مما يستحق الثناء، وهو يمثل التركيز والطموح المناسبين.

في عام ٢٠٢٢، أصدر البيت الأبيض مخططًا لوثيقة حقوق الذكاء الاصطناعي يتضمن خمسة مبادئ أساسية "للمساعدة في توجيه تصميم وتطوير ونشر الذكاء الاصطناعي وغيره من الأنظمة الآلية بما يحمي حقوق الجمهور الأمريكي". وينص على وجوب حماية المواطن الأمريكي من الأنظمة غير الآمنة وغير الفعالة والتحيز الخوارزمي. فلا ينبغي لأحد أن يضطر إلى تعريض نفسه للذكاء الاصطناعي. لكل شخص الحق في أن يقول لا. لا بد من دعم مثل هذه الجهود على نطاق واسع وتنفيذها بسرعة.

على أي حال، يجب أن تتوافق مخيلات صناع السياسات مع نطاق التكنولوجيا. أما الحكومة فيجب أن تذهب إلى ما هو أبعد من ذلك. لأسباب مفهومة، لا نسمح لأي شركة ببناء أو تشغيل مفاعلات نووية بأي طريقة تراها مناسبة. من الناحية العملية، تشارك الدولة -وتراقب عن كثب، وترخّص وتتحكم- بشكل وثيق في كل جانب من جوانب وجود هذه المفاعلات. وبمرور الوقت، سوف ينطبق هذا الأمر على التكنولوجيا بشكل عام، بل يجب أن ينطبق. اليوم، يمكن لأي شخص إنشاء أنظمة الذكاء الاصطناعي. ويمكن لأي شخص إنشاء مختبر. لكن ينبغي لنا أن ننتقل إلى بيئة أكثر ترخيصًا. فهذا من شأنه أن يؤدي إلى مجموعة أكثر وضوحًا من المسئوليات وآليات أكثر صرامة لإلغاء إمكانية الوصول إلى التقنيات المتقدمة ومعالجة الأضرار المتعلقة بها. يجب ألا يتولى إنتاج أنظمة الذكاء الاصطناعي أو أجهزة التخليق أو الحواسيب الكمية الأكثر تطورًا سوى المطورين المعتمدين والمسئولين. وكجزء من ترخيصهم، يجب عليهم التعهد بتطبيق معايير واضحة

وملزمة للأمن والسلامة، واتباع القواعد، وإجراء تقييمات المخاطر، وحفظ السجلات، ومراقبة عمليات النشر الحي عن كثب. مثلما لا يمكنك ببساطة إطلاق صاروخ إلى الفضاء دون موافقة إدارة الطيران الفيدرالية، كذلك لا ينبغي لك غدًا أن تكون قادرًا على إطلاق أحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي ببساطة.

يمكن تطبيق أنظمة ترخيص مختلفة وفقًا لحجم النموذج أو قدرته: فكلما كان النموذج أكبر وأكثر قدرة، كانت متطلبات الترخيص أكثر صرامة. وكلما كان النموذج أكثر عمومية، زادت احتمالية أن يشكل تهديدًا خطيرًا. وهذا يعني أن مختبرات الذكاء الاصطناعي التي تعمل على القدرات الأساسية للغاية سوف تتطلب اهتمامًا خاصًا. علاوة على ذلك، فإن هذا يخلق مجالًا لمزيد من الترخيص التفصيلي إذا لزم الأمر للتركيز على تفاصيل التطوير: تدريب النماذج، ومجموعات الرقائق التي يزيد حجمها على مقدار معين، وأنواع معينة من الكائنات.

ولا بد أيضًا من إصلاح النظام الضريبي بالكامل من أجل تمويل الأمن والرفاهية بينما نمر بأكبر تحول في خلق القيمة -من العمل إلى رأس المال- في التاريخ. إذا كانت التكنولوجيا تخلق خاسرين، فإنهم يحتاجون إلى تعويض مادي. اليوم، تُفرض ضريبة على العمالة الأمريكية بمعدل ٢٥ في المائة في المتوسط، وعلى المعدات والبرمجيات بنسبة ٥ في المائة فقط. إن النظام مصمم للسماح لرأس المال بإعادة إنتاج نفسه دون احتكاك تحت مسمى إنشاء أعمال تجارية مزدهرة. في المستقبل، يتعين على نظام الضرائب أن يوجه تركيزه نحو رأس المال، ليس فقط لإعادة توزيع التمويل لصالح أولئك المتضررين، بل لخلق تحوّل أبطأ وأكثر عدالة في أثناء ذلك. إن السياسة المالية صمام مهم في السيطرة على هذا التحول، إنها وسيلة لممارسة السيطرة على نقاط الاختناق تلك وبناء قدرة الدولة على الصمود في نفس الوقت.

ولا بد أن يتضمن هذا فرض ضريبة أكبر على الأشكال القديمة من رأس المال مثل الأراضي، والعقارات، وأسهم الشركات، وغير ذلك من الأصول ذات القيمة العالية والسيولة

الأقل، فضلًا عن ضريبة جديدة على التشغيل الآلي والأنظمة المستقلة. ويُطلق على هذا أحيانًا اسم "الضريبة على الروبوتات"؛ زعم الاقتصاديون في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا أنه حتى فرض ضريبة معتدلة تتراوح بين ١ إلى ٤ في المائة من قيمتها يمكن أن يكون له تأثير كبير. إن التحول المدروس بعناية في العبء الضريبي بعيدًا عن العمالة من شأنه أن يحفز استمرار التوظيف ويخفف من الاضطرابات في الحياة الأسرية. ويمكن للاعتمادات الضريبية التي تعوض النقص الشديد في الدخل أن تشكل حاجزًا وقائيًا فوريًا في مواجهة ثبات الدخل أو حتى تناقصه. وفي الوقت نفسه، لا بد من تدشين برامج إعادة تدريب للمهارات وجهود تعليمية ضخمة للعمل على إعداد الفئات الضعيفة من السكان، ورفع مستوى الوعي بالمخاطر، وزيادة فرص التعامل مع قدرات هذه الموجة. غالبًا ما تُطرح فكرة الدخل الأساسي الشامل -أي الدخل الذي تدفعه الدولة لكل مواطن بغض النظر عن الظروف- باعتبارها حلًا لمواجهة الاضطرابات الاقتصادية في الموجة القادمة. في المستقبل، من المرجح أن يكون هناك مكان لمبادرات شبيهة بالدخل الأساسي الشامل؛ ومع ذلك، قبل أن يصل المرء إلى هذه المرحلة حتى، هناك الكثير من الأفكار الجيدة.

في عصر أنظمة الذكاء الاصطناعي المؤسسية سريعة النمو، يتعين علينا أن نبدأ بالتفكير في فرض مثل هذه الضرائب على رأس المال على الشركات الكبرى نفسها، وليس فقط على الأصول أو الأرباح المعنية. علاوة على ذلك، لا بد من إيجاد آليات لفرض الضرائب عبر الحدود على تلك الشركات العملاقة، وضمان قيامها بدفع نصيبها العادل في عملية الحفاظ على مجتمعات عاملة. تلقى التجارب تشجيعًا هنا: على سبيل المثال، سوف يؤدي دفع جزء ثابت من قيمة الشركة كأرباح عامة إلى الحفاظ على عودة القيمة إلى السكان في عصر التركيز الشديد. في النهاية، هناك سؤال جوهري حول من يملك رأس مال الموجة القادمة؛ من غير الممكن أن يكون الذكاء الاصطناعي العام الحقيقي مملوكًا للقطاع الخاص بنفس الطريقة التي يمتلك بها بناية أو أسطولًا من الشاحنات مثلًا. عندما يتعلق الأمر بالتكنولوجيا القادرة على إطالة عمر الإنسان أو قدراته بشكل جذري، فمن الواضح أنه لا بد أن يكون هناك نقاش كبير منذ البداية حول توزيعها.

إن تحديد الجهة القادرة على تصميم مثل هذه التقنيات وتطويرها ونشرها أمر يعود في نهاية المطاف إلى الحكومات. فلا بد أن تتطور أدواتها ومؤسساتها ومجالات خبرتها بنفس سرعة تطور التكنولوجيا، وهو ما يشكل تحديًا جيليًا لجميع المعنيين. إن عصر التكنولوجيا الخاضعة للاحتواء إذن هو عصر التكنولوجيا الخاضعة للتنظيم على نطاق واسع وبذكاء؛ بلا مبررات أو تحفظات. لكن بطبيعة الحال، ينطوي التنظيم في أي بلد بمفرده على خلل لا مفر منه. لا توجد أي حكومة وطنية تستطيع أن تفعل ذلك بمفردها.

٧. التحالفات: حان وقت المعاهدات

تبدو أسلحة الليزر وكأنها خيال علمي. لكن لسوء الحظ، هي ليست كذلك. مع تطور تكنولوجيا الليزر، أصبح من الواضح أنها يمكن أن تسبب العمى. ومن الممكن أن يؤدي استخدامها كسلاح إلى إعاقة القوات المعادية، أو في الواقع، إعاقة أي شخص مستهدف. إنها تكنولوجيا مدنية جديدة مثيرة تفتح المجال مرة أخرى لاستخدام أساليب مروعة للهجوم (على الرغم من أنها لا تعمل حتى الآن بأسلوب حرب النجوم). لا أحد يرغب في وجود جيوش أو عصابات تتجول في الأرجاء حاملة أشعة الليزر المسببة للعمى.

لحسن الحظ، لم يحدث ذلك. فقد حُظر استخدام أسلحة الليزر المسببة للعمى بموجب بروتوكول عام ١٩٩٥ بشأن أسلحة الليزر المسببة للعمى، وهو تحديث لاتفاقية "أسلحة تقليدية معينة" التي حظرت استخدام "أسلحة الليزر المصممة خصيصًا لتكون وظيفتها القتالية الوحيدة، أو إحدى وظائفها القتالية، أن تسبب عمى دائمًا للرؤية غير المعززة". وقد وقّعت مائة وست وعشرون دولة على هذا البروتوكول. ونتيجة لذلك، فإن أسلحة الليزر لا تشكل جزءًا كبيرًا من المعدات العسكرية ولا تُعد أسلحة شائعة في الشوارع.

من المؤكد أن أشعة الليزر المسببة للعمى ليست من أنواع التقنيات متعددة الاستخدامات التي نتحدث عنها في هذا الكتاب. لكنها دليل على أنه يمكن القيام بذلك؛ الحظر القوي

يمكن أن ينجح. ومن الممكن تحقيق تحالفات دقيقة وتعاون دولي، ويمكن لهذا أن يغير التاريخ.

فلنتأمل هذه الأمثلة، التي ناقشنا بعضها سلفًا: معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية؛ وبروتوكول مونتريال الذي يحظر استخدام مركبات الكلوروفلوروكربون؛ واختراع لقاح شلل الأطفال وتجريبه وطرحه أثناء انقسامات الحرب الباردة؛ واتفاقية الأسلحة البيولوجية، وهي معاهدة لنزع السلاح تحظر بشكل فعال الأسلحة البيولوجية؛ وحظر الذخائر العنقودية، والألغام الأرضية، والتعديل الجيني للبشر، وسياسات تحسين النسل؛ واتفاق باريس، الذي يهدف إلى الحد من انبعاثات الكربون وأسوأ آثار تغير المناخ؛ والجهد العالمي للقضاء على الجدري؛ والتخلص التدريجي من الرصاص في البنزين؛ وإنهاء استخدام الأسبستوس.

لا ترغب البلدان في التخلي عن القوة أكثر مما ترغب الشركات في تفويت فرصة الربح، ومع ذلك فإن هذه سوابق يجب التعلم منها، وبوادر من الأمل في مشهد يمزقه تجدد المنافسة التكنولوجية. كل من تلك السوابق لها ظروف وتحديات محددة ساعدت على تحقيقها لكنها أعاقت الامتثال الكامل في الوقت نفسه. لكنّ كلًا منها تمثل، بكل تأكيد، مثالًا قيمًا على اتحاد دول العالم وتنازلها لمواجهة تحدٍ كبير، وتقدم تلميحات وأطرًا للتعامل مع الموجة القادمة. إذا أرادت حكومة ما حظر علم الأحياء التخليقي أو تطبيقات الذكاء الاصطناعي، فهل يمكنها ذلك؟ لا، ليس سوى بالمعنى الجزئي والهش كما هو واضح. لكن هل يمكن ذلك لتحالف قوي ولديه حافز؟ ربما.

في مواجهة الهاوية، يمكن للجغرافيا السياسية أن تتغير بسرعة. ففي خضم الحرب العالمية الثانية، لا بد أن السلام بدا وكأنه حلم. فبينما كان الحلفاء يقاتلون منهكين، كان من الصعب على أحد أن يتخيل أنه بعد سنوات قليلة فقط ستضخ حكوماتهم المليارات لإعادة بناء أعدائها. وأنه على الرغم من جرائم الحرب المروعة والإبادة الجماعية التي ارتكبتها ألمانيا واليابان، فإنهما سرعان ما ستصبحان جزءًا مهمًا من تحالف عالمي مستقر. بالنظر

إلى الماضي، يبدو الأمر مذهلًا. فلا توجد سوى سنوات قليلة فقط تفصل الرصاص والمرارة وشواطئ نورماندي وإيو جيما عن شراكة عسكرية وتجارية متينة، وصداقة عميقة تستمر حتى يومنا هذا، وأكبر برنامج مساعدات خارجية سعى إليه أحد على الإطلاق.

في ذروة الحرب الباردة، حافظ الجميع على إجراء اتصالات رفيعة المستوى على الرغم من التوترات الشديدة. في حالة ظهور شيء مثل الذكاء الاصطناعي العام المارق أو المخاطر البيولوجية الكبرى، سيصبح هذا النوع من التنسيق رفيع المستوى بالغ الأهمية، لكن مع تبلور الحرب الباردة الجديدة، تتزايد الانقسامات. إن التهديدات الكارثية عالمية بطبيعتها، ولا بد أن تكون موضع إجماع دولي. فمن الواضح أن القواعد التي تتوقف عند الحدود الوطنية ليست كافية. في حين أن كل دولة لديها مصلحة في تطوير هذه التقنيات، فإن لديها أيضًا سببًا وجيهًا للحد من أسوأ عواقبها. إذن، كيف تبدو معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية، وبروتوكول مونتريال، واتفاق باريس بالنسبة للموجة القادمة؟

تعتبر الأسلحة النووية استثناءً جزئيًا، لكن ليس فقط بسبب صعوبة تصنيعها: إن ساعات المناقشة الطويلة والصبورة، وعقود المفاوضات المضنية حول المعاهدة في الأمم المتحدة، والتعاون الدولي حتى في أوقات التوتر الشديد، كلها مهمة عندما يتعلق الأمر بإبقاء تلك الأسلحة تحت المراقبة. فثمة عناصر أخلاقية واستراتيجية على حد سواء للاحتواء النووي. لم يكن التوصل إلى مثل هذه الاتفاقيات وإنفاذها أمرًا سهلًا على الإطلاق، وتتضاعف هذه الصعوبة في عصر المنافسة بين القوى العظمى. ومن ثم، فإن الدبلوماسيين يلعبون دورًا لا يحظى بالتقدير الكافي في احتواء التكنولوجيا. إن العصر الذهبي للدبلوماسية التكنولوجية لا بد أن ينبعث من عصر سباقات التسلح. والعديد ممن تحدثت إليهم في المجتمع الدبلوماسي يدركون ذلك تمامًا.

ومع ذلك، يمكن للتحالفات أيضًا أن تعمل على مستوى خبراء التكنولوجيا أو الهيئات دون الوطنية، حيث يقررون بشكل جماعي ما يجب تمويله، وما يجب الابتعاد عنه. ويُعد تعديل جينات الخط الجرثومي مثالًا جيدًا على ذلك. وجدت دراسة أُجريت على ١٠٦ من الدول أن

تنظيم تعديل جينات الخط الجرثومي غير مكتمل. تمتلك معظم البلدان نوعًا من التنظيم أو المبادئ التوجيهية السياسية، لكن هناك اختلافات وثغرات كبيرة. إن التنظيم لا يرقى إلى مستوى الإطار العالمي فيما يتعلق بتكنولوجيا ذات نطاق عالمي. إن التنظيم الأكثر فعالية حتى الآن هو التعاون الدولي للعلماء على الخطوط الأمامية. في أعقاب أول تعديل للجينات البشرية، دعت رسالة موقعة من قبل شخصيات بارزة مثل إريك لاندر، وإيمانويل شاربنتييه، وفنج تشانج إلى "وقف عالمي لجميع الاستخدامات السريرية لتعديل الخط الجرثومي البشري؛ أي، تغيير الحمض النووي الموروث (في الحيوانات المنوية أو البويضات أو الأجنة) لتكوين أطفال معدلين وراثيًا" وتفعيل "إطار دولي تلتزم فيه الدول طوعًا، مع احتفاظها بالحق في اتخاذ قراراتها الخاصة، بعدم الموافقة على أي استخدام لتعديل الخط الجرثومي السريري ما لم تتوفر شروط معينة".

إنهم لا يدعون إلى حظر دائم، ولا يحظرون تعديل الخط الجرثومي لأغراض الأبحاث، ولا يقولون إن كل دولة يجب أن تتبع نفس المسار. لكنهم يطالبون الممارسين ببذل الجهد للتنسيق واتخاذ القرارات الصحيحة. لا يزال بوسع عدد كافٍ من الأشخاص الذين يعملون في مجال التقنيات الرائدة أن يحدثوا فارقًا، مما يتيح مجالًا للتمهل، ويساعد على خلق المساحة والأساس للدول والهيئات الدولية لكي تجتمع معًا وتجد طريقًا للمضي قدمًا.

لقد ناقشتُ في جزء سابق من هذا الفصل الاحتكاكات بين الولايات المتحدة والصين. لكن على الرغم من الاختلافات بينهما، لا تزال هناك مجالات واضحة للتعاون بين هاتين القوتين المتنافستين. ويُعتبر علم الأحياء التخليقي نقطة انطلاق أفضل من الذكاء الاصطناعي هنا، وذلك بفضل انخفاض المنافسة الحالية، علاوة على التدمير المتبادل الواضح للتهديدات الحيوية الجديدة. ويُعد مشروع SecureDNA مثالًا جيدًا على ذلك، فهو يرسم مسارًا لإدارة علم الأحياء التخليقي على نحو مماثل للطريقة التي حدث بها تقييد للأسلحة الكيميائية. إذا تمكنت الصين والولايات المتحدة مثلًا من إنشاء مرصد مشترك للمخاطر البيولوجية، يشمل كل شيء بدءًا من البحث والتطوير المتقدم وحتى التطبيقات التجارية المنتشرة، فسيشكل ذلك مجالًا ثمينًا للتعاون يمكن البناء عليه.

تجمع الصين والولايات المتحدة أيضًا مصلحة مشتركة في كبح جماح الذيل الطويل من الجهات الفاعلة السيئة. فنظرًا لأنه من الممكن أن تظهر أي جماعة مثل أوم شينريكيو من أي مكان، سوف يحرص كلا البلدين على كبح جماح الانتشار غير المنضبط لأقوى التقنيات على مستوى العالم. تخوض الصين والولايات المتحدة حاليًا صراعًا لوضع معايير تكنولوجية. لكن المنهج المشترك يشكل مكسبًا واضحًا للجانبين؛ فالمعايير المنقسمة تجعل الأمور أكثر صعوبة بالنسبة للجميع. وربما تكون هناك نقطة مشتركة أخرى تتلخص في الحفاظ على أنظمة التشفير في مواجهة تطورات الحوسبة الكمومية أو التعلم الآلي التي يمكن أن تقوضها. كلتا النقطتين قادرتان على تمهيد الطريق لتسوية أوسع نطاقًا. مع استمرار تقدم هذا القرن، لا بد وأن نتعلم من درس الحرب الباردة: لا يوجد طريق للسلامة التكنولوجية دون العمل مع خصومك.

وعلاوة على تشجيع المبادرات الثنائية، فإن الشيء الواضح في هذه المرحلة هو اقتراح إنشاء نوع جديد من المؤسسات العالمية المكرَّسة للتكنولوجيا. لقد سمعت هذا القول مرارًا وتكرارًا: كيف يبدو شكل البنك الدولي للتكنولوجيا الحيوية أو الأمم المتحدة للذكاء الاصطناعي؟ وهل يمكن أن يكون التعاون الدولي الآمن هو السبيل للتعامل مع مسألة شاقة ومعقدة مثل الذكاء الاصطناعي العام؟ ومَن الحَكَم النهائي، أو الملاذ الأخير للإقراض إذا جاز التعبير، أو الهيئة التي عندما نسأل "من يحتوي التكنولوجيا؟"، تستطيع أن ترفع يدها؟

نحتاج إلى ما يعادل المعاهدة النووية في جيلنا لصياغة نهج عالمي مشترك؛ الذي لن يكون في حالتنا هذه حدًا من الانتشار بالكامل، بل وضع الحدود وتشكيل الأطر لتحقيق الإدارة والتقييد القادرين على عبور الحدود الدولية، تمامًا مثل الموجة. وهذا من شأنه أن يضع حدودًا واضحة للعمل الجاري، ويتوسط بين جهود الترخيص الوطنية، ويخلق إطارًا لمراجعة كليهما.

حيثما يكون هناك مجال واضح لهيئة أو هيئات جديدة، يصحب ذلك مخاوف تكنولوجية. فهناك حاجة ملحة إلى إنشاء هيئة تنظيمية متخصصة تتعامل مع القضايا الجيوسياسية المثيرة للجدل (قدر الإمكان)، وتتجنب التجاوزات، وتؤدي وظيفة مراقبة عملية استنادًا إلى معايير موضوعية واسعة النطاق. فكر في شيء مثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية أو حتى هيئة تجارية مثل الرابطة الدولية للنقل الجوي. فبدلًا من وجود منظمة تباشر بنفسها تنظيم التكنولوجيا أو إنشاءها أو التحكم فيها بشكل مباشر، أرجح أن نبدأ بشيء مثل هيئة مراجعة الذكاء الاصطناعي. من خلال التركيز على تقصي الحقائق ومراجعة نطاق النموذج والحالات التي يحدث فيها تجاوز لعتبات القدرات، سوف تعمل هيئة مراجعة الذكاء الاصطناعي على زيادة الشفافية العالمية في التقنيات الرائدة، وطرح أسئلة مثل: هل يُظهر النظام علامات على القدرة على تحسين قدراته ذاتيًا؟ وهل يستطيع أن يحدد أهدافه الخاصة؟ وهل يمكنه الحصول على المزيد من الموارد دون إشراف بشري؟ وهل تلقى تدريبًا متعمدًا على الخداع أو التلاعب؟ من الممكن أن تعمل لجان مراجعة مماثلة في كل مجال تقريبًا من مجالات هذه الموجة، مما يوفر مرة أخرى أساسًا لجهود الترخيص الحكومية بينما يساعد أيضًا في دفع الدول نحو إبرام معاهدة لمنع الانتشار.

تتمتع الواقعية المجردة بفرصة للنجاح أفضل بكثير من المقترحات الغامضة وغير المحتملة. فنحن لا نحتاج إلى إعادة اختراع العجلة المؤسسية بشكل كامل، وخلق المزيد من الفرص للمنافسة والإبهار. يجب علينا فقط العثور على كل وسيلة ممكنة لتحسينها؛ وبسرعة.

٨. الثقافة: تقبُّل الفشل باحترام

القاسم المشترك هنا هو الحوكمة: إدارة أنظمة البرامج، والرقائق الصغيرة، والشركات ومعاهد البحوث، والدول، والمجتمع الدولي. على كل مستوى يوجد فيض من الحوافز،

والتكاليف الغارقة، والجمود المؤسسي، والإقطاعيات المتضاربة، ووجهات النظر العالمية التي لا بد من اجتيازها. كن متأكدًا من ذلك. الأخلاقيات، والسلامة، والاحتواء؛ هذه ستكون نتاجًا للحوكمة الرشيدة قبل كل شيء. لكن الحوكمة الرشيدة لا تنبع فقط من القواعد المحددة جيدًا والأطر المؤسسية الفعالة.

في الأيام الأولى للمحركات النفاثة، في الخمسينيات من القرن العشرين، كانت حوادث التصادم -والوفيات- شائعة بشكل مثير للقلق. وفي مستهل العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين، بلغ معدل الوفيات شخصًا واحدًا فقط لكل ٧.٤ ملايين راكب. وتمر السنوات الآن دون وقوع أي حوادث مميتة على الإطلاق بين الطائرات التجارية الأمريكية. يُعد الطيران وسيلة النقل الأكثر أمانًا على الإطلاق: فالجلوس على ارتفاع خمسة وثلاثين ألف قدم في السماء أكثر أمانًا من الجلوس في منزلك على أريكتك.

يعود سجل السلامة المثير للإعجاب الذي تتمتع به شركات الطيران إلى العديد من التحسينات الفنية والتشغيلية المتزايدة تدريجيًا على مر السنين. لكن يكمن وراءها شيء لا يقل أهمية: ألا وهو الثقافة. يتبنى قطاع الطيران نهجًا قويًا للتعلم من الأخطاء على جميع المستويات. إن حوادث الاصطدام ليست مجرد حوادث مأساوية تثير الحزن؛ إنها تجارب تعليمية أساسية لتحديد كيفية فشل الأنظمة، وفرص لتشخيص المشكلات، وإصلاحها، ومشاركة تلك المعرفة عبر القطاع بأكمله. ومن ثم، فإن أفضل الممارسات ليست أسرارًا للشركات، أو ميزة يتفوقون بها على شركات الطيران المنافسة: بل هي ممارسات ينفذها المنافسون بحماس لتحقيق المصالح المشتركة وضمان الثقة والسلامة الجماعية في القطاع بأكمله.

وهذا هو المطلوب للتعامل مع الموجة القادمة: التزام حقيقي وجذري من جميع المشاركين في التقنيات الرائدة. لا ضير أبدًا في تصميم المبادرات والسياسات والترويج لها فيما يتعلق بالأخلاقيات والسلامة، لكننا بحاجة إلى أن يؤمن بها الأشخاص المسئولون عن التنفيذ الفعلي.

في حين أن قطاع التكنولوجيا يتشدق بأهمية "تقبُّل الفشل"، فإنه نادرًا ما يفعل ذلك عندما يتعلق الأمر بالخصوصية أو السلامة أو الانتهاكات الفنية. إن طرح منتج لا يلقى رواجًا شيء، وامتلاك نموذج لغة يسبب كارثة من المعلومات المضللة أو دواء يسبب تفاعلات سلبية هو شيء آخر غير مريح إلى حد كبير. لأسباب وجيهة تمامًا، دائمًا ما تتسم الانتقادات الموجهة للتكنولوجيا بالشراسة الشديدة. وكذلك المنافسة. وإحدى النتائج المترتبة على ذلك أنه بمجرد أن تفشل تقنية أو منتج جديد، تسود ثقافة السرية. ويضيع الانفتاح والثقة المتبادلة التي تميز أجزاء من عملية التطوير. وتختفي فرص التعلم، ومن ثم نشر هذا التعلم. وحتى الاعتراف بالأخطاء، وفتح الأبواب على مصراعيها أمام النقد، يُنظر إليه على أنه مخاطرة، ويلقى رفضًا مؤسسيًا شاملًا.

إن الخوف من الفشل والازدراء العام يؤدي إلى الركود. يجب أن يكون الإبلاغ الذاتي الفوري عن المشكلات هو الأساس لدى الأفراد والمؤسسات على حد سواء. لكن بدلًا من الثناء على تجاربها، تُترك الشركات والفرق نُهبة للنقد والتجريح. إن القيام بالشيء الصحيح لن يؤدي إلا إلى رد فعل عنيف من السخرية، واشتعال تويتر بالتغريدات الناقدة، والمحاولات الشريرة لتسجيل النقاط العامة. فلماذا سيعترف أي شخص بأخطائه حقًا في هذا السياق؟ يجب أن يتوقف هذا إذا أردنا إنتاج تقنيات أفضل وأكثر مسئولية وأكثر قابلية للاحتواء.

يجب أن يكون تقبل الفشل حقيقيًا، وليس مجرد عبارات رنانة. كبداية، فإن الانفتاح التام بشأن الإخفاقات حتى في المواضيع غير المريحة يجب أن يقابَل بالثناء، وليس بالإهانة. إن أول شيء يجب أن تفعله شركة التكنولوجيا عند مواجهة أي نوع من المخاطر أو الجوانب السلبية أو أنماط الفشل هو التواصل الآمن مع العالم الأوسع. عندما يحدث تسرب في مختبر ما، فإن أول شيء يجب عليه فعله هو الإعلان عن الحقيقة، وليس التستر عليها. وأول شيء يتعين على الجهات الفاعلة الأخرى في هذا المجال -الشركات ومجموعات البحث والحكومات الأخرى- أن تفعله بعد ذلك هو الاستماع والتأمل وتقديم الدعم، والأهم

من ذلك التعلم والتنفيذ الفعال لهذا التعلم. لقد أنقذ هذا التوجه الذهني عدة آلاف من الأرواح في السماء. ويمكن أن ينقذ ملايين أخرى في السنوات القادمة.

لا يمكن أن يقتصر الاحتواء على هذه السياسة أو هذه القائمة المرجعية أو هذه المبادرة أو تلك، بل يجب التأكد من تبني ثقافة النقد الذاتي التي ترغب في التنفيذ الفعال لهذه الأشياء، والتي ترحب بوجود منظمين في الغرفة، وفي المختبر، إنها الثقافة التي تجعل المنظمين يرغبون في التعلم من خبراء التكنولوجيا، والعكس صحيح. إن الاحتواء يستلزم أن يرغب الجميع فيه، وأن يطبقوه، وأن يحبوه. وإلا فستظل السلامة فكرة لاحقة. ثمة شعور سائد بين الكثيرين، وليس فقط في مجال الذكاء الاصطناعي، بأننا "مجرد" باحثين، وأن مهمتنا هي "مجرد" الاستكشاف والتجريب. لم يكن هذا هو الحال لسنوات، وهذا مثال رئيسي على ما نحتاج إليه من تحول ثقافي. يجب تشجيع الباحثين على التراجع عن الاندفاع المستمر نحو النشر. إن المعرفة منفعة عامة، لكن لا ينبغي أن تمثل الحالة الافتراضية بعد الآن. ويتعين على أولئك الذين يجرون أبحاثًا مستمرة في مجال التقنيات الرائدة أن يكونوا أول من يدرك هذه الحقيقة، كما أدركها بالفعل أقرانهم في مجالي الفيزياء النووية وعلم الفيروسات. في مجال الذكاء الاصطناعي، تمثل القدرات مثل التحسين الذاتي المتكرر والاستقلالية، من وجهة نظري، حدودًا لا ينبغي لنا أن نتجاوزها. يشتمل هذا الأمر على جوانب فنية وقانونية، لكنه يحتاج أيضًا إلى تأييد أخلاقي وعاطفي وثقافي من الأشخاص والمنظمات الأقرب إليه.

في عام ١٩٧٣، جمع بول بيرج، أحد مخترعي الهندسة الوراثية، مجموعة من العلماء في شبه جزيرة مونتيري في كاليفورنيا. فقد بدأ يشعر بالقلق إزاء الأمور التي قد يؤدي اختراعه إلى إطلاق العنان لها، وأراد أن يضع بعض القواعد الأساسية والأسس الأخلاقية للمضي قدمًا. وفي مركز مؤتمرات أسيلومار، طرحوا الأسئلة الصعبة التي يثيرها هذا التخصص الجديد: هل يجب أن نبدأ بهندسة البشر وراثيًا؟ وإذا كان الأمر كذلك، ما الصفات التي قد تكون مسموحة؟ وبعد مرور عامين، عادوا بأعداد أكبر لحضور مؤتمر أسيلومار عن الحمض النووي المأشوب. وكانت المخاطر التي يناقشونها في هذا الفندق المشرف على

البحر عالية. ولقد شكل هذا المؤتمر نقطة تحول في العلوم الحيوية، إذ أرسى مبادئ متينة لإدارة البحوث والتكنولوجيا الوراثية، والتي وضعت بدورها مبادئ توجيهية وحدودًا أخلاقية لما يمكن إجراؤه من تجارب.

حضرتُ مؤتمرًا في بورتوريكو عام ٢٠١٥ يهدف إلى القيام بشيء مماثل في مجال الذكاء الاصطناعي. في وجود مجموعة مختلطة، كان المؤتمر يهدف إلى رفع مستوى سلامة الذكاء الاصطناعي، والبدء ببناء ثقافة الحذر، ورسم حلول واقعية. ثم التقينا من جديد في عام ٢٠١٧، في مكان اجتماعنا الرمزي في أسيلومار، لصياغة مجموعة من مبادئ الذكاء الاصطناعي التي وقّعت عليها أنا والعديد من الآخرين في هذا المجال. كانت المبادئ تدور حول بناء ثقافة واضحة المسئولية لأبحاث الذكاء الاصطناعي، وألهمت هذه المبادئ مجموعة كبيرة من المبادرات الإضافية. ومع استمرار الموجة في التصاعد، سنحتاج إلى العودة بوعي ذاتي مرارًا وتكرارًا إلى روح -ونص- أسيلومار.

لآلاف السنين، كان قَسَم أبقراط نجمًا مرشدًا لأخلاقيات مهنة الطب. ونصه باللاتينية، Primum non nocere. أي، أتعهد أولًا بعدم التسبب في أي ضرر. زعم العالم البريطاني البولندي جوزيف روتبلات، الحائز على جائزة نوبل للسلام، والذي غادر لوس ألاموس لأسباب تتعلق بالضمير، أن العلماء يحتاجون إلى شيء مماثل. وكان يعتقد أن المسئولية الاجتماعية والأخلاقية هي شيء لا يمكن لأي عالم أن يتجاهله. وأنا أتفق مع ذلك، وعلينا أن نفكر في نسخة معاصرة لخبراء التكنولوجيا: لا تسأل فقط ما الذي يعنيه عدم التسبب في أي ضرر في عصر الخوارزميات وتعديل الجينومات الذي يشمل العالم كله، بل كيف يمكن تفعيل ذلك يوميًا في ظروف غالبًا ما تكون غامضة من الناحية الأخلاقية.

تشكل مثل هذه المبادئ الاحترازية خطوة أولى جيدة. تمهل قبل البناء، تمهل قبل النشر، راجع كل شيء، اجلس وحدد التأثيرات من الدرجة الثانية والثالثة وجميع الدرجات. اعثر على كل الأدلة وانظر فيها بحيادية. صحح المسار بلا هوادة. كن على استعداد للتوقف.

افعل كل هذا ليس فقط لأن استمارة ما تنص على ذلك، بل لأن هذا هو الصواب، وهو ما يفعله خبراء التكنولوجيا.

لا يمكن لمثل هذه الإجراءات أن تعمل باعتبارها قوانين أو شعارات مؤسسية فحسب. فالقوانين ليست سوى قوانين وطنية، والشعارات المؤسسية عابرة، وفي كثير من الأحيان تجميلية. بل يجب أن تعمل على مستوى أعمق حيث لا تقتصر ثقافة التكنولوجيا على مجرد "العقلية الهندسية" التي تركز على المضي قدمًا وحسب، بل تتسم بالمزيد من الحذر والمزيد من الفضول بشأن ما قد يحدث. إن الثقافة السليمة هي الثقافة التي يسعدها أن تترك الفاكهة على الشجرة، وأن تقول لا، وأن تؤخر الفوائد بقدر ما يتطلبه الأمر حتى تصبح آمنة، إنها الثقافة التي يتذكر فيها خبراء التكنولوجيا أن التكنولوجيا ما هي إلا مجرد وسيلة لتحقيق غاية، وليست الغاية نفسها.

٩. الحركات: قوة الناس

في جميع أنحاء هذا الكتاب ظهرت كلمة "نحن". ربما كانت تشير إلى "نحن" المؤلف والمؤلف المشارك، أو "نحن" الباحثين ومبادري الأعمال في مجال الذكاء الاصطناعي، أو "نحن" المجتمع العلمي والتكنولوجي على نطاق أوسع، أو "نحن" في العالم الغربي، أو "نحن" معشر البشرية جمعاء. (إن مواجهة التكنولوجيا العالمية والمغيرة للأنواع بالكامل هي واحدة من المواضع القليلة التي يكون فيها الحديث عن "نحن" معشر البشرية مبرَّرًا بالفعل).

عندما يتحدث الناس -وأنا منهم- عن التكنولوجيا، غالبًا ما يقدمون حجة مثل ما يلي. لأننا نبني التكنولوجيا، يمكننا إصلاح المشكلات التي تخلقها. وهذا صحيح بالمعنى الأوسع. لكن المشكلة هي أنه لا وجود لصيغة "جمع" عملية هنا. فلا يوجد إجماع ولا آلية متفق عليها لتشكيل الإجماع. في الواقع لا يوجد "نحن"، وبالتأكيد لا توجد رافعة يمكن لأي "نحن" أن

تسحبها. لا بد أن هذا واضح، لكن الأمر يستحق التكرار. حتى رئيس الولايات المتحدة يتمتع بسلطات محدودة للغاية لتغيير مسار الإنترنت، على سبيل المثال.

بالأحرى، ثمة عدد لا يحصى من الجهات الفاعلة الموزعة التي تعمل أحيانًا معًا، وأحيانًا لخدمة أغراض متعارضة. فالشركات والدول، كما رأينا، لديها أولويات متباينة، وحوافز متفرقة ومتضاربة. وأغلب الاهتمامات المتعلقة بالتكنولوجيا مثل تلك الموضحة في هذا الكتاب هي اهتمامات قاصرة على النخبة، أو نقاط حوار لطيفة لصالة درجة رجال الأعمال، أو مقالات افتتاحية للمنشورات المحافظة، أو موضوعات لقاعات العروض التقديمية في دافوس أو تيد. معظم البشر لم يساورهم أي قلق منهجي بعد بشأن هذه الأمور. خارج تويتر، خارج الفقاعة، تشغل معظم الناس اهتمامات مختلفة للغاية، ومشكلات أخرى تتطلب الانتباه في عالم هش. والتواصل حول الذكاء الاصطناعي لم يكن مفيدًا دائمًا، حيث يجنح غالبًا إلى الأحاديث التبسيطية.

لذا، إذا كان استحضار ضمير "نحن" الشامل لا معنى له في الوقت الحاضر، فإنه يحث رغم ذلك على خطوة تالية واضحة: دعونا نجعله شاملًا. على مر التاريخ، حدث التغيير لأن الناس عملوا من أجله بوعي ذاتي. لقد خلق الضغط الشعبي معايير جديدة. إلغاء العبودية، ومنح المرأة حق التصويت، والحقوق المدنية؛ هذه كلها إنجازات أخلاقية ضخمة حدثت لأن الناس ناضلوا بقوة، وبنوا تحالفات واسعة النطاق أخذت المطالب الكبيرة على محمل الجد ثم أحدثت التغيير على أساسها. لم يوضع المناخ على الخريطة فقط لأن الناس لاحظوا أن الطقس أصبح أكثر تطرفًا. بل لقد لاحظوا ذلك لأن النشطاء الشعبيين والعلماء ومن ثم (بعض) الكتاب والمشاهير والرؤساء التنفيذيين والسياسيين حثوا على إجراء تغيير حقيقي. وقد تصرفوا بناءً على ذلك من منطلق رغبتهم في فعل الشيء الصحيح.

تشير الأبحاث إلى أنه عندما يتعرف الناس على موضوع التقنيات الناشئة ومخاطرها، فإنهم يهتمون حقًا ويرغبون في إيجاد الحلول. وعلى الرغم من أن العديد من الأضرار لا تزال بعيدة للغاية، فأنا أعتقد أن الناس قادرون تمامًا على قراءة الإشارات هنا. لم أجد حتى

الآن أي شخص شاهد مقطع فيديو لشركة Boston Dynamics عن كلب آلي أو فكر في احتمال حدوث جائحة أخرى ولم يشعر بأي خوف.

وهنا يبرز دور كبير للحركات الشعبية. فعلى مدى السنوات الخمس الماضية أو نحو ذلك، بدأت حركة المجتمع المدني الناشئة بتسليط الضوء على هذه المشكلات. إن وسائل الإعلام، والنقابات العمالية، والمنظمات الخيرية، والحملات الشعبية كلها تشارك في هذا الأمر، وتبحث بشكل استباقي عن طرق لإنشاء تكنولوجيا خاضعة للاحتواء. وآمل أن يعمل جيلي من المؤسسين والمنشئين على تنشيط هذه الحركات بدلًا من الوقوف في طريقها. وفي الوقت نفسه توفر مجالس المواطنين آلية لإشراك مجموعة أكبر في الحوار. أحد المقترحات هو استضافة يانصيب لاختيار عينة تمثيلية من السكان لإجراء مناقشة مكثفة والتوصل إلى مقترحات حول كيفية إدارة هذه التقنيات. في ظل إمكانية الوصول إلى الأدوات والمشورة، من شأن ذلك أن يشكل أحد السبل لجعل الاحتواء عملية أكثر جماعية وتيقظًا وثباتًا.

يحدث التغيير عندما يطلبه الناس. إن "نحن" التي تبني التكنولوجيا متفرقة، وتخضع لمجموعة من الحوافز الوطنية والتجارية والبحثية المتنافسة والمختلفة. وكلما تحدثت "نحن" الخاضعة لهذه الحوافز بوضوح وبصوت واحد، وأصبحت كتلة جماهيرية حرجة تطالب بالتغيير، وتطالب بتوافق المناهج، زادت الفرصة لتحقيق نتائج جيدة. يمكن لأي شخص في أي مكان أن يُحدث فرقًا. في الأساس، لن يتمكن خبراء التكنولوجيا ولا الحكومات من حل هذه المشكلة بمفردهم. لكن معًا، ربما نقدر "نحن" جميعًا على ذلك.

١٠. الطريق الضيق:
المضي قدمًا هو السبيل الوحيد

بعد بضعة أيام فقط من إطلاق جي بي تي-٤، وقّع الآلاف من علماء الذكاء الاصطناعي على خطاب مفتوح يدعو إلى وقف البحث في أقوى نماذج الذكاء الاصطناعي لمدة ستة أشهر. وبالرجوع إلى مبادئ أسيلومار، استشهدوا بأسباب مألوفة لأولئك الذين يقرءون هذا الكتاب: "شهدت الأشهر الأخيرة انخراط مختبرات الذكاء الاصطناعي في سباق خارج عن السيطرة لتطوير ونشر عقول رقمية أكثر قوة من أي وقت مضى لا يستطيع أحد -ولا حتى منشئوها- فهمها أو التنبؤ بها أو التحكم فيها بشكل موثوق". وبعد فترة وجيزة، حظرت إيطاليا شات جي بي تي. وقُدمت شكوى ضد نماذج اللغة الكبيرة إلى لجنة التجارة الفيدرالية بهدف فرض رقابة تنظيمية أكثر صرامة. وطُرحت تساؤلات حول مخاطر الذكاء الاصطناعي في المؤتمر الصحفي للبيت الأبيض. وناقش ملايين الأشخاص تأثيرات التكنولوجيا؛ في العمل، وعلى مائدة العشاء.

هناك شيء ينمو. ليس احتواءً، لكن للمرة الأولى تُعامل تساؤلات الموجة القادمة بالقدر الذي تستحقه من الإلحاح.

تمثل كل فكرة من الأفكار الموضحة حتى الآن نقطة البداية لحائط صد بحري، أي حاجز مؤقت ضد المد البحري يبدأ بخصائص التكنولوجيا نفسها ويتوسع إلى ضرورة تشكيل حركة عالمية ضخمة تهدف إلى التغيير الإيجابي. لا يمكن لأي فكرة منها أن تنجح بمفردها. لكن عند ربط مثل هذه التدابير معًا، يظهر مخطط الاحتواء في الأفق.

يقدم لنا كيفن إسفلت، عالم التكنولوجيا الحيوية في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، مثالًا جيدًا على ذلك. قلَّ من الناس من يمعن النظر بمزيد من التفصيل في التهديدات المتعلقة بالأمن البيولوجي. ماذا عن مسببات الأمراض المخصصة تلك والمصمَّمة لتسبب أكبر قدر من الوفيات؟ إن كيفن مصمِّم على استخدام كل أداة للحيلولة دون حدوثها. ويُعد برنامجه من أكثر استراتيجيات الاحتواء شمولية. وهو مبني على ثلاث ركائز: التأخير، والكشف، والدفاع.

لتحقيق التأخير، فإنه يردد لغة التكنولوجيا النووية، حيث يقترح "معاهدة حظر التجارب الوبائية"، وهي اتفاقية دولية لوقف التجارب على المواد الأكثر تسببًا للأمراض. سوف تُحظر أي تجارب من شأنها أن تزيد بشكل جدي من خطر حدوث جائحة، بما في ذلك أبحاث اكتساب الوظيفة. كما أنه يدعو أيضًا إلى تطبيق نظام جديد تمامًا للتأمين والمساءلة على أي شخص يعمل في مجال الفيروسات أو غيرها من المواد الحيوية التي قد تكون ضارة. من شأن هذا أن يؤدي بطريقة ملموسة وفورية إلى زيادة تكاليف المسئولية من خلال وضع العواقب ذات الاحتمالية المنخفضة، لكنها كارثية -التي تُعد حاليًا عوامل خارجية سلبية يتحملها الآخرون جميعًا- في الاعتبار فعليًا عند تقدير سعر البحث. لن تضطر المؤسسات التي تجري أبحاثًا يُحتمل أن تكون خطيرة إلى الحصول على تأمين إضافي فحسب، بل إن وجود قانون مشروط سوف يعني أن أي شخص يثبت أنه مسئول عن وقوع حادث خطير بيولوجيًا أو كارثي سيصبح عرضة للمساءلة القانونية.

يشكل فحص الحمض النووي على جميع أجهزة التخليق ضرورة حتمية، وعلاوة على ذلك، يجب أن يكون النظام بأكمله قائمًا على السحابة حتى يمكن تحديثه في الوقت الفعلي وفقًا للتهديدات المفهومة حديثًا والتهديدات الناشئة. ويُعد الكشف السريع عن تفشي المرض أمرًا مهمًا بنفس القدر في هذا المخطط، لا سيما بالنسبة لمسببات الأمراض المراوغة ذات فترات الحضانة الطويلة. فكر مثلًا في مرض كامن لسنوات. إذا لم تكن على علم بما يحدث، فلن تتمكن من احتوائه.

ثم الدفاع، إذا حدث الأسوأ. من الأهمية بمكان أن تتحلى البلدان بالمرونة والاستعداد: فالأوبئة الأشد تطرفًا من شأنها أن تجعل مجرد الحفاظ على الغذاء، والطاقة، وإمدادات المياه، والقانون والنظام، والرعاية الصحية، أمرًا صعبًا. إن وجود مخزون من معدات الحماية الشخصية الحديثة المقاومة للوباء والجاهزة لجميع العاملين الأساسيين من شأنه أن يُحدث فرقًا هائلًا. وكذلك الحال بالنسبة لخطوط الإمداد القوية من المعدات الطبية القادرة على تحمل الصدمات الخطيرة. وبالنسبة لتلك المصابيح ذات الطول الموجي

المنخفض القادرة على تدمير الفيروسات؟ يجب أن تكون في كل مكان، قبل أن يبدأ الوباء، أو يجب على الأقل أن تكون جاهزة للطرح.

اجمع كل العناصر المذكورة هنا معًا، وستحصل على مخطط عام لما سيتصدى للموجة القادمة ويتناسب معها.

١. السلامة الفنية	إجراءات فنية ملموسة لتقليل الأضرار المحتملة والحفاظ على السيطرة.
٢. عمليات التدقيق	وسيلة لضمان الشفافية والمساءلة في مجال التكنولوجيا.
٣. نقاط الاختناق	نقاط ضغط لإبطاء التطور وكسب الوقت للجهات التنظيمية والتقنيات الدفاعية.
٤. الصناع	التأكد من دمج المطورين المسئولين للضوابط المناسبة داخل التقنية منذ البداية.
٥. الشركات	المواءمة بين حوافز المؤسسات التي تقف وراء التقنية وبين احتوائها.
٦. الحكومات	دعم الحكومات، والسماح لها ببناء التكنولوجيا، وتنظيم التكنولوجيا، وتنفيذ تدابير الكبح.

٧. التحالفات	إنشاء نظام للتعاون الدولي لمواءمة القوانين والبرامج.
٨. الثقافة	ثقافة تبادل التعلم والإخفاقات لسرعة نشر وسائل معالجتها.
٩. الحركات	كل هذا يحتاج إلى مساهمة عامة على كافة المستويات، بما في ذلك الضغط على كل عنصر وإخضاعه للمساءلة.

وتدور الخطوة ١٠ حول التماسك، والتأكد من أن كل عنصر يعمل في انسجام مع العناصر الأخرى، وأن الاحتواء يشكل حلقة حميدة من التدابير التي تعزز بعضها بعضًا وليس تنافرًا مليئًا بالفجوات من البرامج المتنافسة. وبهذا المعنى، فإن الاحتواء لا يتعلق بهذا المقترح المحدد أو ذاك، بل هو ظاهرة ناشئة عن التفاعل الجماعي للمقترحات، وهو نتاج ثانوي للمجتمعات التي تتعلم كيفية إدارة المخاطر التي يطرحها الإنسان التكنولوجي وتخفيفها. إن أي خطوة واحدة لن تنجح بمفردها، سواء مع مسببات الأمراض أو الحواسيب الكمية أو الذكاء الاصطناعي، لكن مثل هذا المخطط يكتسب قوته من التراكم الدقيق للتدابير المضادة المترابطة، وطبقات حواجز الحماية المبنية فوق بعضها، من المعاهدات الدولية إلى تعزيز سلسلة التوريد للتقنيات الوقائية الجديدة. علاوة على ذلك، فإن المقترحات مثل "التأخير، والكشف، والدفاع" لا تشكل أهدافًا نهائية، أي أنها ليست غاية في حد ذاتها. فالسلامة في سياق الموجة القادمة ليست مكانًا يتعين علينا الوصول إليه، بل هي شيء يجب تفعيله باستمرار.

والاحتواء ليس مكانًا للراحة. بل هو طريق ضيق ولا ينتهي أبدًا.

يتفق الخبير الاقتصادي دارون عاصم أوغلو والعالم السياسي جيمس روبنسون في وجهة النظر القائلة بأن الديمقراطيات الليبرالية أقل أمانًا بكثير مما قد تبدو عليه. وهما ينظران إلى الدولة باعتبارها "طاغوتًا مقيدًا" غير مستقر بطبيعته: طاغوتًا ضخمًا وقويًا، لكنه مقيّد بفِعل مجتمعات وأعراف مدنية مستمرة. بمرور الوقت، دخلت دول مثل الولايات المتحدة ما تسميه "الممر الضيق" الذي أبقاها في هذا التوازن الهش. وعلى جانبي هذا الممر تكمن الفخاخ. فمن ناحية، تكسر قوة الدولة قوة المجتمع الأوسع وتهيمن عليه بالكامل، مما يخلق طواغيت استبدادية مثل الصين. ومن ناحية أخرى، تنهار الدولة، مما يؤدي إلى غياب الطواغيت، وظهور الزومبي، حيث لا تكون للدولة سيطرة حقيقية على المجتمع، كما هو الحال في أماكن مثل الصومال أو لبنان. وكلاهما له عواقب وخيمة على سكانهما.

وجهة نظر عاصم أوغلو وروبنسون هي أن الدول تسير باستمرار في هذا الممر. وفي أي لحظة، يمكن أن تسقط. فمقابل كل زيادة في قدرة الدولة لا بد أن تحدث زيادة مقابلة في القدرة الاجتماعية لتحقيق التوازن. هناك ضغط مستمر يدفع الدولة في اتجاه الطاغوت الاستبدادي مما يحتاج إلى ثقل ثابت لإيقافه. لا توجد وجهة نهائية، ولا كيان سعيد وآمن ومستمر في نهاية الممر؛ بل توجد مساحة ديناميكية وغير مستقرة تتنافس فيها النخب والمواطنون على النتائج، وفي أي وقت يمكن للطواغيت المقيدين إما أن يختفوا وإما أن يصبحوا استبداديين. وتكمن السلامة في التقدم ببطء إلى الأمام والحفاظ على التوازن بعناية.

أعتقد أن هذا التشبيه ينطبق على كيفية تعاملنا مع التكنولوجيا، ولا يرجع ذلك فقط لأن الحجة هنا هي أن التكنولوجيا الآن تجعل هذا التوازن أكثر خطورة بكثير. إن التكنولوجيا الآمنة والخاضعة للاحتواء، مثل الديمقراطية الليبرالية، ليست حالة نهائية منشودة؛ بل هي عملية مستمرة، وتوازن دقيق يجب الحفاظ عليه بهمة، والنضال من أجله وحمايته باستمرار. لا توجد لحظة نقول فيها: أها، ها قد حللنا مشكلة انتشار التكنولوجيا! بل بالأحرى، يتعلق الأمر بإيجاد طريقة لاجتياز الممر، وضمان التزام أعداد كافية من الناس بالحفاظ على التوازن الذي لا نهاية له بين الانفتاح والانغلاق.

بدلًا من الممر، الذي يتضمن اتجاهًا واضحًا للسفر، فإنني أتخيل الاحتواء باعتباره طريقًا ضيقًا وغادرًا، محاطًا بالضباب، وثمة هاوية سحيقة على كلا جانبيه، كارثة أو مدينة فاسدة على بُعد مجرد زلة صغيرة؛ وأنت عاجز عن الرؤية لمسافة بعيدة، وبينما تخطو، يتعرج المسار وينعطف، ويطرح عقبات غير متوقعة.

فمن ناحية، يُعد الانفتاح التام على كل التجارب والتطورات وصفة مباشرة للكارثة. إذا كان بإمكان كل شخص في العالم اللعب بالقنابل النووية، ففي مرحلة ما ستكون لديك حرب نووية. لقد كانت المصادر المفتوحة بمثابة نعمة للتطور التكنولوجي وحافزًا كبيرًا للتقدم على نطاق أوسع. لكنها ليست فلسفة مناسبة لنماذج الذكاء الاصطناعي القوية أو الكائنات المخلَّقة؛ وها هنا ينبغي حظرها. ولا ينبغي مشاركتها، ناهيك عن نشرها أو تطويرها، دون إجراءات قانونية صارمة.

تعتمد السلامة على عدم فشل الأشياء، وعدم وقوعها في الأيدي الخطأ، إلى الأبد. سيكون من الضروري وجود مستوى معين من مراقبة الإنترنت، وأجهزة تخليق الحمض النووي، وبرامج أبحاث الذكاء الاصطناعي العام، وما إلى ذلك. يؤلمني أن أكتب ما يلي. عندما كنت شابًا في العشرينيات من عمري، بدأت عملي وأنا أتبنى موقفًا متشددًا تجاه الخصوصية، حيث كنت أؤمن بأن مساحات التواصل والعمل المتحررة تمامًا من الرقابة هي حقوق أساسية وأجزاء مهمة من الديمقراطية السليمة. لكن مع مرور السنين، ومع تزايد وضوح الحجج وتطور التكنولوجيا أكثر فأكثر، غيرتُ رأيي. فمن غير المقبول أبدًا إتاحة مواقف تهدد على الدوام بوقوع نتائج كارثية. إن الذكاء والحياة والقوة المطلقة ليست ألعابًا، ويجب معاملتها بالاحترام والعناية والسيطرة التي تستحقها. سيتعين على خبراء التكنولوجيا وعامة الناس على حد سواء قبول مستويات من الرقابة والتنظيم أعلى مما سبق أن كانت عليه قط. فكما أن معظمنا لا يريد أن يعيش في مجتمعات من دون قوانين وشرطة، فإن معظمنا لا يريد أن يعيش في عالم من التكنولوجيا غير المقيدة أيضًا.

من الضروري اتخاذ بعض التدابير لمكافحة الانتشار. ونعم، دعونا لا نتهرب من الحقائق؛ هذا يعني رقابة حقيقية، ربما تتجاوز الحدود الوطنية بكثير. في بعض الأوقات سينظر الناس إلى هذا الأمر -وحق لهم ذلك على الأرجح- على أنه هيمنة أمريكية جامحة، وغطرسة غربية، وأنانية. وبصراحة تامة، لست متأكدًا دائمًا أين يقع التوازن الصحيح، لكنني الآن أعتقد اعتقادًا راسخًا أن الانفتاح الكامل سيدفع البشرية للخروج عن الطريق الضيق. لكن على الجانب الآخر من المعادلة، وهذا الأمر ينبغي أن يكون واضحًا أيضًا، فإن المراقبة الكاملة والإغلاق الكامل غير معقولين، وخاطئان وكارثيان. إن الإفراط في السيطرة هو طريق سريع نحو المدينة الفاسدة. ويجب مقاومته هو أيضًا.

في هذا الإطار، تكون الدول دائمًا في خطر. ومع ذلك فقد تمكنت بعض الدول من الاستمرار لعدة قرون، وعملت بجد للبقاء في المقدمة، والحفاظ على توازنها، والثبات على القدر المناسب تمامًا من التقييد. ويجب على كل جانب من جوانب الاحتواء، كل ما وصفناه، أن يسير على هذا الحبل المشدود المؤلم. يجب النظر إلى كل إجراء ناقشناه هنا أو في المستقبل من هذا المنظور؛ يجب أن نصل به إلى الحد الكافي لتوفير حماية هادفة، مع منعه من التمادي أكثر من اللازم.

هل احتواء الموجة القادمة ممكن؟

إذا نظرنا إلى مسارات التقدم التي لا حصر لها، وإلى جميع الاتجاهات المحتملة التي قد تدفع التكنولوجيا التجربةَ البشرية إليها، والإمكانات التي يُطلَق العنان لها، والقدرة على تحويل عالمنا، سيبدو لنا أن الاحتواء يفشل في الكثير منها. يجب علينا السير في الطريق الضيق إلى الأبد من الآن فصاعدا، وكل ما يتطلبه الأمر هو خطوة خاطئة واحدة للسقوط في الهاوية.

يشير التاريخ إلى أن هذا النمط من الانتشار والتطور مقيد. فالحوافز الهائلة تبدو راسخة. وتفاجئ التقنيات مبتكريها أنفسهم بسرعة وقوة تطورها. حيث يبدو أن كل يوم يبشر

بابتكار أو منتج أو شركة جديدة. وتنتشر أحدث التقنيات في غضون أشهر. والدول القومية المنوطة بتنظيم هذه الثورة تتخبط بسببها.

لكن على الرغم من وجود أدلة دامغة على أن الاحتواء غير ممكن، فإنني ما زلت شخصًا متفائلًا بطبيعتي. تساعد الأفكار المقدمة هنا في تزويدنا بالأدوات والوسائل التي تمكننا من الاستمرار في السير، خطوة بخطوة، على هذا الطريق، وتمدنا بالمصابيح والحبال والخرائط اللازمة للتجول في الطريق المتعرج للأمام. إن التحدي الصريح الذي يمثله الاحتواء ليس سببًا للابتعاد؛ بل هو دعوة للعمل، ومهمة جيلية يتعين علينا جميعًا مواجهتها.

إذا تمكنا -نحن البشر- من تغيير السياق من خلال فيض من الحركات والشركات والحكومات الجديدة الملتزمة، مع مراجعة الحوافز، وتعزيز القدرات الفنية والمعرفة والإجراءات الوقائية فعندئذ يمكننا تهيئة الظروف اللازمة للانطلاق في هذا الطريق المتقلقل بشرارة من الأمل. وعلى الرغم من ضخامة حجم التحدي، فإن كل قسم هنا يتفرع إلى الكثير من المجالات الأصغر التي لا يزال بإمكان أي فرد فيها أن يحدث فرقًا. سيتطلب الأمر جهدًا هائلًا لإحداث تغيير جذري في مجتمعاتنا وغرائزنا الإنسانية وأنماط التاريخ. والأمر أبعد ما يكون عن كونه أكيدًا. بل إنه يبدو مستحيلًا. لكن التغلب على المعضلة الكبرى للقرن الحادي والعشرين يجب أن يكون ممكنًا.

ينبغي لنا جميعًا أن نتعود على التعايش مع التناقضات في هذا العصر الذي يتسم بالتغير المتسارع والقوى المتكشفة. افترض الأسوأ، وخطط له، وكرس له كل شيء. وتمسك بإصرار بالطريق الضيق. اصنع عالمًا يتجاوز النخب المشاركة والدافعة. إذا بدأ عدد كافٍ من الناس في بناء "نحن" المستعصية تلك، سيتحول بصيص الأمل هذا إلى نيران مشتعلة من التغيير.

الحياة بعد عصر الأنثروبوسين

كان الجو هادئًا. فقد أغلق الناس النوافذ والمصاريع، وأطفئوا النيران والشموع، وأكلوا الوجبات. وهدأ صخب وهمهمة اليوم الحافل، ولم يكسر الصمت سوى نباح كلب من حين لآخر، أو خشخشة وسط الشجيرات، أو حفيف الرياح الناعمة بين الأشجار. كان العالم قد زفر ونام.

ثم أتوا تحت جنح هذا الظلام، حيث لن يتعرف عليهم أحد. العشرات منهم، ملثمون، ومتنكرون، ومسلحون، وغاضبون. ففي ظل هدوء الليل وبرودته، ربما تكون هناك فرصة لتحقيق العدالة، فقط لو تمكنوا من الحفاظ على رباطة جأشهم.

وتسللوا بصمت نحو المبنى الجسيم الضخم الرابض على حدود المدينة. كان المبنى عبارة عن مربع آمن مخيف يقبع في الظلام، وكان يضم تقنيات جديدة باهظة الثمن ومثيرة للجدل؛ آلات كانوا يؤمنون بأنها العدو. إذا أُلقي القبض على هؤلاء المتسللين، سيخسرون كل شيء، حتى حياتهم. لكنهم قطعوا قَسَمًا. ولقد قضي الأمر. لم يكن هناك عودة إلى الوراء. فلا يمكن للآلات والزعماء أن يفوزوا.

وفي الخارج توقفوا لبرهة ثم هجموا. ضربوا على الباب المغلق حتى كسروه في النهاية ثم تدفقوا إلى الداخل. وباستخدام المطارق والهراوات، بدءوا في تحطيم الآلات. وتردد صدى جلجلة المعدن على المعدن. ومع تناثر الحطام على الأرض، بدأت أجهزة الإنذار تدوي. انفتحت المصاريع، وأضاءت فوانيس الحراس على عجل. ركض المخربون -اللاضيون- إلى المخرج وتواروا عن الأنظار في ضوء القمر الناعم. لن يعود الهدوء.

في مطلع القرن التاسع عشر، كانت بريطانيا في أتون موجة سابقة. كانت التقنيات المبنية على البخار والأتمتة الميكانيكية تمزق قواعد الإنتاج والعمل والقيمة والثروة والقدرة والقوة. وكان ما نطلق عليه اسم الثورة الصناعية الأولى يسير على قدم وساق، ويغيّر

البلاد والعالم كله طاحونة تلو الأخرى. في عام ١٧٨٥، قدم المخترع إدموند كارترايت النول الآلي، وهو وسيلة ميكانيكية جديدة للنسيج. في البداية لم يلقَ نجاحًا. لكن سرعان ما أحدثت التحسينات الأخرى ثورة في صناعة المنسوجات.

لكن لم يسعد الجميع لذلك. فالنول الآلي يمكن تشغيله بواسطة طفل واحد، وينتج كمية من القماش تعادل ما ينتجه ثلاثة ونصف من النساجين التقليديين. كانت الميكنة تعني انخفاض أجور النساجين إلى أكثر من النصف في السنوات الخمس والأربعين التالية لعام ١٧٧٠، حتى مع ارتفاع أسعار المواد الغذائية الأساسية. لقد خسر الرجال في العالم الجديد أمام النساء والأطفال. لطالما كانت أعمال النسيج، من النسج إلى الصباغة، مرهقة للغاية، لكنها في المصانع كانت صاخبة وصارمة وخطيرة وقمعية. كان الأطفال ضعيفو الأداء يعلّقون في السقف أو يجبَرون على ارتداء أوزان ثقيلة. وكانت الوفيات شائعة. والساعات مضنية. بالنسبة لمن يقفون على الخطوط الأمامية، الذين يدفعون التكاليف البشرية للتصنيع، لم تكن هذه مدينة فاضلة تكنولوجية جديدة شجاعة؛ بل كان عالمًا من الطواحين الشيطانية والعبودية والإهانات.

شعر النساجون وعمال النسيج التقليديون بأن الآلات الجديدة ورأس المال الذي يدعمها كانت تسلب وظائفهم، وتتسبب في انهيار أجورهم، وتسرق كرامتهم، وتقضي على أسلوب الحياة المترف. كانت الآلات الموفرة للعمالة رائعة بالنسبة لأصحاب المصانع، لكن بالنسبة للعمال ذوي المهارات العالية والأجور الجيدة الذين كانوا يهيمنون فيما سبق على صناعة المنسوجات، فقد كانت كارثة.

استمد النساجون إلهامهم من شخصية أسطورية تدعى نيد لود، وتزايد غضبهم وتنظيم صفوفهم عبر المقاطعات الوسطى في إنجلترا. لقد رفضوا قبول تلك الصورة التي ترى أن الانتشار سيصبح الوضع الافتراضي وأن موجة التكنولوجيا التي تتدفق حولهم تشكل حتمية اقتصادية. وقرروا المقاومة.

وفي عام ١٨٠٧، تظاهر ستة آلاف من النساجين احتجاجًا على تخفيض الأجور، وفُض الاحتجاج على يد فرسان مسلحين بالسيوف قتلوا أحد المتظاهرين. ومن هنا بدأت تتشكل حملة أكثر عنفًا. وفي عام ١٨١١، صار للمخربين اسم بعد أن تلقى صاحب مطحنة في نوتنجهام سلسلة من الرسائل من "الجنرال لود وجيش الإصلاحيين". ولم يكن هناك رد، وفي يوم ١١ مارس، أغار النساجون العاطلون عن العمل على المطاحن المحلية، ودمروا ثلاثًا وستين آلة، وصعّدوا الحملة.

وتلت ذلك أشهر من الغارات السرية، دُمرت خلالها مئات الإطارات. لقد رد "جيش نيد لود" الضربة. فقد شعروا أن كل ما يريدونه هو الأجر العادل والكرامة. وكانت مطالبهم صغيرة في كثير من الأحيان؛ مجرد زيادات متواضعة في الأجور، واتباع نهج تدريجي في إدخال الآلات الجديدة، ونوع من آليات تقاسم الأرباح. لم يبدُ أنهم يطلبون الكثير.

ثم بدأت الاحتجاجات اللاضية في التلاشي، بعد أن قمعتها مجموعة صارمة من القوانين والميليشيات المضادة. في هذا الوقت تقريبًا، لم يكن لدى إنجلترا سوى بضعة آلاف من الأنوال الآلية. لكن بحلول عام ١٨٥٠، صار هناك ربع مليون. لقد خسر اللاضيون المعركة، وانتشرت التكنولوجيا، ودُمرت حياة النساجين القديمة، وتغير العالم. بالنسبة لأولئك الخاسرين، هذا ما تبدو عليه موجة التكنولوجيا غير الخاضعة للاحتواء.

ومع ذلك...

على المدى الطويل، فإن نفس التقنيات الصناعية التي تسببت في الكثير من الألم هي التي أدت إلى تحسن هائل في مستويات المعيشة. وبعد عقود، وقرون، عاش أحفاد هؤلاء النساجين في ظروف ما كانت لتخطر للاضيين على بال، معتادين على هذا العالم غير المستقر الذي نعتبره أمرًا مسلمًا به. حيث يعود أغلبهم من العمل إلى منازل دافئة في الشتاء، بها ثلاجات مليئة بالأطعمة الغريبة. وعندما يمرضون، يتلقون رعاية صحية فائقة التقدم. ويعيشون حياة أطول بكثير.

تمامًا مثل ما نحن عليه اليوم، كان اللاضيون في مأزق. كان ألمهم واضطرابهم حقيقيين، لكن كذلك كان التحسن في مستويات المعيشة الذي استفاد منه أطفالهم وأحفادهم والذي نتمتع به أنا وأنت اليوم دون تفكير. في ذاك الوقت، فشل اللاضيون في احتواء التكنولوجيا. لكن الإنسانية تكيفت على أي حال. والتحدي اليوم واضح. علينا أن نتمتع بفوائد الموجة دون أن ترهقنا أضرارها. لقد خسر اللاضيون حملتهم، وأعتقد أنه من المرجح بالنسبة لأولئك الذين يحاولون وقف التكنولوجيا اليوم ألا ينجحوا هم أيضًا.

الطريقة الوحيدة إذن هي القيام بذلك بشكل صحيح، ومن المرة الأولى. والتأكد من أن التكيف مع التكنولوجيا لا يُفرض ببساطة على الناس، كما كان الحال في الثورة الصناعية. بل يجب ضمان تكييف التكنولوجيا، منذ البداية، مع الناس ومع حياتهم وآمالهم. فالتقنيات المكيفة هي تقنيات خاضعة للاحتواء. إن المهمة الأكثر إلحاحًا ليست ركوب الموجة أو إيقافها عبثًا، بل تشكيلها.

ستعمل الموجة القادمة على تغيير العالم. وفي نهاية المطاف، ربما لا يظل البشر المحركين الأساسيين للكوكب، كما اعتدنا أن نكون. سنعيش في عصر تكون فيه غالبية تفاعلاتنا اليومية ليست مع البشر الآخرين بل مع نماذج الذكاء الاصطناعي. ربما يبدو هذا مثيرًا للاهتمام أو مرعبًا أو سخيفًا، لكنه يحدث. أعتقد أنك تقضي بالفعل جزءًا كبيرًا من ساعات يقظتك أمام الشاشة. في الواقع، ربما تقضي من حياتك وقتًا أطول في النظر إلى الشاشات الجماعية أكثر مما تنظر إلى أي إنسان، بما في ذلك الأزواج والأبناء.

لذا، فهو ليس نوعًا من الخيال الجامح أن أعتقد أننا سنقضي المزيد والمزيد من الوقت في التحدث إلى هذه الآلات الجديدة والتعامل معها. إن نوع وطبيعة الذكاءات الاصطناعية والبيولوجية التي نواجهها ونتفاعل معها سوف يختلف جذريًا عن الآن. ستكون هي التي تقوم بعملنا نيابة عنا، فتبحث عن المعلومات، وتعد العروض التقديمية، وتكتب ذلك البرنامج، وتطلب لنا مشترياتنا وهدايا العيد لهذا العام، وتقدم المشورة بشأن أفضل طريقة للتعامل مع مشكلة ما، أو ربما ندردش ونلعب معًا فحسب.

ستكون بمثابة ذكاءاتنا الشخصية، ورفاقنا ومعاونينا، وكاتمي أسرارنا وزملائنا، ورؤساء الموظفين، والمساعدين، والمترجمين. ستنظم حياتنا وتستمع إلى رغباتنا المشتعلة وأسوأ مخاوفنا. وستساعد في إدارة مشروعاتنا، وعلاج أمراضنا، وخوض معاركنا. وستَبرز العديد من أنواع الشخصيات والقدرات والأشكال المختلفة على مدار اليوم العادي. ستشكل هذه المجموعة الجديدة والغريبة من الذكاءات جزءًا لا يتجزأ من عوالمنا الذهنية والتحاورية. الثقافة، والسياسة، والاقتصاد؛ الصداقة واللعب والحب: كلها ستتطور جنبًا إلى جنب.

سيكون عالم الغد مكانًا تزرع فيه المصانع منتجاتها محليًا، تقريبًا مثل المزارع في العصور السابقة. وستكون الطائرات من دون طيار والروبوتات منتشرة في كل مكان. وسيكون الجينوم البشري شيئًا مرنًا، وبالتالي، وبالضرورة، سيكون الإنسان نفسه كذلك. وستكون الأعمار أطول بكثير من أعمارنا. وسيختفي الكثيرون بشكل شبه كامل في العوالم الافتراضية. وما بدا ذات يوم عقدًا اجتماعيًا مستقرًا سيتشوه وينهار. إن تعلم العيش والازدهار في هذا العالم سيكون جزءًا من حياة كل فرد في القرن الحادي والعشرين.

إن رد الفعل اللاضيّ طبيعي ومتوقع. لكن كما هو الحال دائمًا، سيكون بلا جدوى. لكن في ذاك الوقت، لم يكن خبراء التكنولوجيا يفكرون في تكييف تكنولوجيتهم لخدمة الأغراض البشرية، تمامًا كما لم يكن كارل بنز وأباطرة النفط الأوائل يفكرون في الغلاف الجوي للأرض. بل على العكس، كانت التكنولوجيا تُنشأ، ويمولها رأس المال، وينضم إليها الجميع، مهما كانت العواقب على المدى البعيد.

يجب على الاحتواء هذه المرة أن يعيد كتابة تلك القصة. قد لا يكون هناك "نحن" عالمية بعد، لكن هناك مجموعة من الأشخاص الذين يبنون هذه التكنولوجيا في الوقت الحالي. إننا نتحمل قدرًا كبيرًا من المسئولية عن ضمان ألا يسير التكييف في اتجاه واحد. وأنه على النقيض من الأنوال الآلية، وعلى النقيض من المناخ، فإن الموجة القادمة مكيفة مع الاحتياجات البشرية، وتتمحور حول الاهتمامات البشرية. لا ينبغي إنشاء الموجة القادمة لخدمة مصالح بعيدة تتبع أجندة من التكنولوجيا العمياء؛ أو ما هو أسوأ.

تبدأ العديد من الرؤى المستقبلية بما يمكن أن تفعله أو ما يُحتمل أن تفعله التكنولوجيا وتنطلق من هذه النقطة. وهذا أساس خاطئ تمامًا. يجب على خبراء التكنولوجيا أن يركزوا ليس فقط على التفاصيل الهندسية الدقيقة، بل أيضًا على المساعدة في تصور وتحقيق مستقبل إنساني واجتماعي أكثر ثراءً بالمعنى الأوسع، مستقبل يتكون من نسيج معقد تمثل التكنولوجيا فيه مجرد خيط واحد. إن التكنولوجيا عنصر أساسي في تحديد الكيفية التي سيسير بها المستقبل -هذا أمر لا شك فيه- لكن التكنولوجيا ليست الهدف الأساسي للمستقبل، أو ما هو على المحك حقًا. بل نحن.

يجب أن تعمل التكنولوجيا على تعزيز أفضل ما فينا، وفتح مسارات جديدة للإبداع والتعاون، والتعامل مع العنصر البشري في حياتنا وعلاقاتنا العزيزة علينا. يجب أن تجعلنا أكثر سعادة وصحة، وأن تصبح المكمل النهائي للمساعي الإنسانية وللحياة التي نعيشها بشكل جيد؛ لكن دائمًا وفقًا لشروطنا، المحددة بشكل ديمقراطي، والتي جرت مناقشتها علنًا، مع توزيع الفوائد على نطاق واسع. ووسط هذه الاضطرابات، يجب ألا نغفل أبدًا عن هذا: وضع رؤية يمكن أن يتبناها حتى أكثر اللاضيين حماسة.

لكن قبل أن نصل إلى هذه النتيجة، وقبل أن نتمكن من تحقيق الإمكانات اللا محدودة للتقنيات القادمة، تحتاج الموجة ومعضلتها الأساسية إلى الاحتواء، وتحتاج إلى قبضة بشرية تمامًا ومكثفة وغير مسبوقة على المجال التكنولوجي بأكمله. سوف يتطلب الأمر عزيمة أسطورية تمتد لعقود على صعيد مختلف المساعي البشرية. وهذا تحدٍ هائل ستحدد نتائجه، دون مبالغة، نوعية وطبيعة الحياة اليومية في هذا القرن وما بعده.

إن مخاطر الفشل لا تحتمل مجرد التفكير فيها، لكن يجب علينا مواجهتها. ومع ذلك، فإن الجائزة رائعة: ألا وهي الازدهار الآمن طويل الأمد لجنسنا الغالي.

وهذا يستحق المناضلة من أجله.

شكر وتقدير

تُعد الكتب أيضًا واحدة من أكثر التقنيات التحويلية في التاريخ. ومثل أي واحدة من التقنيات التحويلية، فهي مشاريع جماعية بالفطرة. وهذا الكتاب ليس استثناءً للقاعدة. بادئ ذي بدء، نتج هذا الكتاب عن تعاون تأليفي ملحمي امتد لأكثر من عشرين عامًا من الصداقة والمناقشة المستمرة.

كانت دار كراون للنشر داعمة رائعة لهذا المشروع منذ باكورة مراحله. وكان ديفيد دريك شخصًا حكيمًا ومثيرًا للحماس يوجه الكتاب برؤية نشر رائعة. وكنا محظوظين للغاية بوجود محررنا بول ويتلاتش، الذي أجرى مرارًا وتكرارًا تحسينات لا تحصى على الكتاب بصبر وفطنة لا مثيل لهما. أوجه شكري أيضًا لماديسون جاكوبس، وكاتي بيري، وكريس براند. وكان ستيوارت ويليامز في بودلي هيد في لندن صوتًا تحريريًا ذكيًا وداعمًا قويًا آخر، وقد كنا محظوظين أن حظينا بوكيلتين رائعتين هما تينا بينيت وصوفي لامبرت. ومنذ بداية المشروع، تولت سيليا بانيتير العمل لدينا وكانت باحثة لا تقدر بثمن وجزءًا حيويًا في جمع الأدلة، بينما ألقى شون لافيري على الكتاب بأكمله نظرة تدقيقية للتحقق من صحة المعلومات.

لقد ساهم عدد كبير من الناس في هذا الكتاب على مدى سنوات عديدة. وقد التقوا لإجراء محادثات تفصيلية، وقراءة الفصول، والرد على الحجج، وتوليد الأفكار، وتصحيح الأخطاء. لقد ساعدت العديد من المكالمات والندوات والمقابلات والتعديلات والاقتراحات في إنشاء هذا الكتاب. وقد كرس كل فرد من المساهمين هنا وقتًا واهتمامًا للحديث، وتبادل الخبرات، والمناقشة، وتعليمنا. وأتوجه بشكر خاص إلى العديد من الأشخاص الذين قرءوا المسودة بأكملها وعلقوا عليها بالتفصيل؛ لقد كان كرمهم ومستوى بصيرتهم الاستثنائي لا يُقدر بثمن في الوصول إلى المخطوطة النهائية.

وشكرًا جزيلًا لجريجوري ألين، وجراهام أليسون (وأعضاء هيئة التدريس والموظفين في مركز بيلفر بجامعة هارفارد على نطاق أوسع)، وسحر عامر، وآن أبلباوم، وجوليان بيكر، وسامانثا باربر، وجابرييلا بلوم، ونِك بوستروم، وإيان بريمر، وإريك برينجولفسون، وبِن بوكانان، وسارة كارتر، وريون تشايلد، وجورج تشيرش، وريتشارد دانزيج، وجينيفر داودنا، وألكسندرا إيتل، وماريا إيتل، وهنري إلكوس، وكيفن إسفلت، وجيريمي فليمنج، وجاك جولدسميث، وآل جور، وتريستان هاريس، وزيد حسن، وجوردان هوفمان، وجوي إيتو، وأيانا إليزابيث جونسون، وداني كانيمان، وأنجيلا كين، وميلاني كاتزمان، وهنري كيسنجر، وكيفن كليمان، وهاينريش كوتلر، وإريك لاندر، وشون ليجاسيك، وأيتور لوكوفيتش، وليون مارشال، وجيسون ماثيني، وأندرو مكافي، وجريج ماكيلفي، وديمتري ميلهورن، وديفيد ميليباند، ومارثا مينو، وجيف مولجان، وأزا راسكين، وتوبياس ريس، وستيوارت راسل، وجيفري ساكس، وإريك شميدت، وبروس شناير، ومارلين طومسون، ومايو طومسون، وتوماس فيني، وماريا فوجيلاور، ومارك والبورت، وموروينا وايت، وسكوت يونج، وجوناثان زيترين.

وشكرًا لشريكيّ في تأسيس إنفليكشن، ريد هوفمان وكارين سيمونيان، لكونهما متعاونين رائعين. ولشريكيّ في تأسيس ديب مايند، ديميس هاسابيس وشين ليج، لشراكتهما التي دامت عقدًا رائعًا من الزمن. ويود مايكل أن يشكر شريكيه في تأسيس Canelo، إيان ميلار ونيك باريتو، على دعمهما المستمر، لكنه يوجه جزيل شكره لزوجته المذهلة داني، وابنيه مونتي ودوجي.

ملاحظات

للحصول على قائمة مصادر بالكتب التي رجعنا إليها، يرجى زيارة الموقع الإلكتروني لمصادر الكتاب.

الفصل ١: الاحتواء غير ممكن

إنها تكلف بضع عشرات الآلاف على سبيل المثال، جهاز Kilobaser لتخليق الحمض النووي والحمض النووي الريبوزي، الذي يباع بسعر يبدأ من ٢٥٠٠٠ دولار. راجع الموقع الإلكتروني للجهاز.

الفصل ٢: انتشار متواصل

وبعد مرور عشرين عامًا على براءة اختراع بنز

TÜV Nord Group, "A Brief History of the Internal Combustion Engine," TÜV Nord Group, April 18, 2019, www.tuev-nord.de/explore/en/remembers/a-brief-history-of-the-internal-combustion-engine

واستمر فورد في زيادة الإنتاج

Burton W. Folsom, "Henry Ford and the Triumph of the Auto Industry," Foundation for Economic Education, Jan. 1, 1998, fee.org/articles/henry-ford-and-the-triumph-of-the-auto-industry

في عام ١٩١٥، كان ١٠ في المائة فقط من الأميركيين

Share of US Households Using Specific Technologies, 1915 to 2005,”“ Our World in Data, ourworldindata.org/grapher/technology-adoption-by-households-in-the-united-states?country=~Automobile

تستأثر السيارات بحوالي

How Many Cars Are There in the World in 2023?,” Hedges & Company,“ June 2021, hedgescompany.com/blog/2021/06/how-many-cars-are-there-in-the-world; “Internal Combustion Engine—the Road Ahead,” Industr, Jan. 22, 2019, www.industr.com/en/internal-combustion-engine-the-road-#-ahead-2357709

إنها قصة التكنولوجيا نفسها ثمة جدل أكاديمي ضخم حول التعريف الدقيق للتكنولوجيا. نستخدم في هذا الكتاب التعريف اليومي المنطقي: تطبيق المعرفة العلمية (بأوسع معانيها الممكنة) لإنتاج أدوات أو نتائج عملية. ومع ذلك، فإننا نقر أيضًا بالتعقيد الكامل ومتعدد الأوجه لهذا المصطلح. تمتد جذور التكنولوجيا إلى الثقافات والممارسات الماضية. وهي لا تقتصر على الترانزستورات والشاشات ولوحات المفاتيح. إنها المعرفة الصريحة والضمنية للمبرمجين، والحياة الاجتماعية والمجتمعات التي تدعمهم.

للتكنولوجيا مسار واضح يميز علماء التكنولوجيا بين كلمتي diffusion وproliferation، وهو ما نغض الطرف عنه هنا في أغلب الأحيان. فنحن نعني بكلتيهما الانتشار، بمعناهما العامي وليس الرسمي.

بينما ينتج العلم اكتشافات جديدة يسير هذا الأمر في الاتجاه العكسي أيضًا: تنتج التكنولوجيا أدوات ورؤى جديدة تحفز العلم، كما هو الحال عندما ساعد المحرك البخاري في توضيح حاجتنا إلى علم الديناميكا الحرارية أو عندما أدت الأعمال الزجاجية المتطورة إلى إنشاء التلسكوبات التي غيرت فهمنا للفضاء بشكل كلي.

ببساطة، الموجة عبارة عن مجموعة

Robert Ayres, “Technological Transformations and Long Waves. Part I,” Technological Forecasting and Social Change 37, no. 1 (March 1990), www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0040162590900573

وأعني بعبارة "التقنيات ذات الأغراض العامة" يُعد هذا المصطلح جديدًا بشكل مدهش نظرًا لأنه أصبح محوريًا للغاية في فهم التكنولوجيا، ويعود تاريخه إلى ورقة بحثية اقتصادية نُشرت في أوائل التسعينيات من القرن الماضي. انظر

Timothy F. Bresnahan and Manuel Trajtenberg, “General Purpose Technologies ‘Engines of Growth’?,” (working paper, NBER, Aug. 1992), www.nber.org/papers/w4148

وكان لها تأثير واضح على التطور

Richard Wrangham, Catching Fire: How Cooking Made Us Human (London: Profile Books, 2010)

تنتشر التقنيات ذات الأغراض العامة وصف مأخوذ من

Richard Lipsey, Kenneth Carlaw, and Clifford Bekar, Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth (Oxford: Oxford University Press, 2005)

اللغة والزراعة والكتابة من حيث المبدأ، يمكن اعتبار اللغة أيضًا تقنية أولية أو أساسية ذات أغراض عامة.

حددت إحدى الدراسات الرئيسية

Lipsey, Carlaw, and Bekar, Economic Transformations

على مر التاريخ، كان حجم السكان للحصول على وصف قوي للطريقة التي سارت بها هذه العملية، انظر

Oded Galor, The Journey of Humanity: The Origins of Wealth and Inequality (London: Bodley Head, 2022)

فالمجموعات السكانية الأكبر حجمًا والأكثر ارتباطًا

Michael Muthukrishna and Joseph Henrich, "Innovation in the Collective Brain," Philosophical Transactions of the Royal Society B 371, no. 1690 (2016), royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2015.0192

في فجر

Galor, The Journey of Humanity, 46

وكما يشير جوزيف هينريش

".Muthukrishna and Henrich, "Innovation in the Collective Brain

شهدت فترة العشرة آلاف سنة

Lipsey, Carlaw, and Bekar, Economic Transformations

وفي المائة سنة الماضية ظهرت البقية بين عامي ١٠٠٠ ق.م و١٧٠٠ م.

بالنسبة لعالم الدراسات المستقبلية ألفين توفلر

The Third Wave (New York: Bantam, 1984)

انظر أيضًا عمل نيكولاي كوندراتييف حول موجات الدورة الطويلة.

وكان الفيلسوف العظيم في مجال التكنولوجيا

Lewis Mumford, Technics and Civilization (Chicago: University of Chicago Press, 1934)

ومؤخرًا، تحدثت الخبيرة الاقتصادية

Carlota Perez, Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages (Cheltenham, U.K.: Edward Elgar, 2002)

ومع ذلك، بمجرد أن يبدأ الانتشار في الواقع، قد تكون العلامة المبكرة للانتشار المتسارع لطواحين الهواء، مقارنة بانتشار طواحين المياه الذي استغرق آلاف السنين، هي أنها، في غضون سنوات قليلة من اختراعها لأول مرة، كانت قد انتشرت في كل مكان من شمال إنجلترا إلى سوريا. انظر

Lynn White Jr., Medieval Technology and Social Change (Oxford: Oxford University Press, 1962), 87

لكن بعد مرور خمسين عامًا فقط

Elizabeth L. Eisenstein, The Printing Press as an Agent of Change: Communications and Cultural Transformations in Early-Modern Europe (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1979)

ففي القرن السابع عشر

Eltjo Buringh and Jan Luiten Van Zanden, “Charting the ‘Rise of the West’: Manuscripts and Printed Books in Europe, a Long-Term Per spective from the Sixth Through Eighteenth Centuries,” Journal of Economic History, June 1, 2009, www.cambridge.org/core/journals/journal-of-economic-history/article/abs/charting-the-rise-of-the-west-manuscripts-and-printed-books-in-europe-a-longterm-perspective-from-the-sixth-through-eighteenth-centuries/0740F5F9030A706BB7E9FACCD5D975D4

تقدِّر إحدى الدراسات التحليلية

Max Roser and Hannah Ritchie, “Price of Books: Productivity in Book Production,” Our World in Data, ourworldindata.org/books

ظهرت أولى محطات الطاقة الكهربائية

Polish Member Committee of the World Energy Council, “Energy Sector of the World and Poland: Beginnings, Development, Present State,” World Energy Council, Dec. 2014, www.worldenergy.org/assets/images/imported/2014/12/Energy_Sector_of_the_world_and_Poland_EN.pdf

٣٠. في عام ١٩٠٠، بلغ معدل توليد الكهرباء

Vaclav Smil, “Energy in the Twentieth Century: Resources, Conversions, Costs, Uses, and Consequences,” Annual Review of Energy and the

Environment 25 (2000), www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.25.1.21

ونتيجة لهذا، فإن الشخص العادي

William D. Nordhaus, "Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not," Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University, Jan. 1996, cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/d10/d1078.pdf.

وبعد عشر سنوات، كان هناك ٥٫٨ ملايين

Galor, The Journey of Humanity, 46

واليوم، فإن عدد الهواتف في أمريكا هذا إذا جمعت كلًا من الهواتف الأرضية والمحمولة.

وتنضم زيادة الجودة إلى انخفاض

Televisions Inflation Calculator," Official Data Foundation," www.in2013dollars.com/Televisions/price-inflation

فالتقليد يحفز المنافسة

Anuraag Singh et al., "Technological Improvement Rate Predictions for All Technologies: Use of Patent Data and an Extended Domain Description," Research Policy 50, no. 9 (Nov. 2021), www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733321000950#

ومع ذلك، توجد اختلافات كبيرة بين المجموعات المختلفة من التكنولوجيا.

كما هو الحال بالنسبة لمحرك الاحتراق الداخلي بالطبع، تعود المقترحات إلى زمن أبعد، على الأقل إلى زمن بابدج ولافليس في القرن التاسع عشر.

فبحلول عام ١٩٤٥، نجح علماء في جامعة بنسلفانيا

George Dyson, Turing's Cathedral: The Origins of the Digital Universe (London: Allen Lane, 2012)

وفي وقت مبكر من ذلك العقد، يُزعم

Nick Carr, "How Many Computers Does the World Need? Fewer Than You Think," Guardian, Feb. 21, 2008, www.theguardian .com/technology/2008/feb/21/computing.supercomputers

وقدمت مجلة Popular Mechanics

James Meigs, "Inside the Future: How PopMech Predicted the Next 110 Years," Popular Mechanics, Dec. 21, 2012, www.popular mechanics.com/technology/a8562/inside-the-future-how-popmech- #/predicted-the -next-110-years-14831802

وزادت قوتها بمقدار عشرة أضعاف انظر، على سبيل المثال،

Darrin Qualman, "Unimaginable Output: Global Production of Transistors," Darrin Qualman Blog, April 24, 2017, www.darrinqualman.com/global-production-transistors/; Azeem Azhar, Exponential: How Accelerating Technology Is Leaving Us Behind and What to Do About It (London: Random House Business, 2021), 21; and Vaclav Smil, How the World

Really Works: A Scientist's Guide to Our Past, Present and Future (London: Viking, 2022), 128

في أوائل السبعينيات من القرن الماضي

John B. Smith, "Internet Chronology," UNC Computer Science, www.cs.unc.edu/~jbs/resources/Internet/internet_chron.html

أما الآن فيُقدَّر عدد الحواسيب

Mohammad Hasan, "State of IoT 2022: Number of Connected IoT Devices Growing 18% to 14.4 Billion Globally," IoT Analytics, May 18, 2022, iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/; Steffen Schenkluhn, "Market Size and Connected Devices: Where's the Future of IoT?," Bosch Connected World Blog, blog.bosch-si.com/internetofthings/market-size-and-connected-devices-wheres-the-future-of-iot

ومع ذلك، يقدِّر "تقرير التنقل من إريكسون" العدد بما يصل إلى تسعة وعشرين مليارًا:

Ericsson Mobility Report, November 2022," Ericsson, Nov. 2022," www.ericsson.com/4ae28d/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2022/ericsson-mobility-report-november-2022.pdf

وقد أدى هذا إلى خلق انتشار

Azhar, Exponential, 219

والآن ينتج البشر مئات المليارات نفس المرجع السابق، ٢٢٨.

الفصل ٣: مشكلة الاحتواء

إن فهم التكنولوجيا يدور، جزئيًا يحتوي

Robert K. Merton, On Social Structure and Science (Chicago: University of Chicago Press, 1996)

على الدراسة الكلاسيكية، لكن انظر أيضًا

Ulrich Beck, Risk Society: Toward a New Modernity (London: SAGE, 1992)

لمعرفة كيف أصبح المجتمع خاضعًا لهيمنة إدارة المخاطر التي خلقها هو بنفسه. وانظر أيضًا

Edward Tenner, Why Things Bite Back: Technology and the Revenge of Unintended Consequences (New York: Vintage, 1997), and Charles Perrow, Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1984)

بالنسبة للكثيرين، فإن كلمة "الاحتواء"

George F. Kennan, “The Sources of Soviet Conduct,” Foreign Affairs, July 1947, www.cvce.eu/content/publication/1999/1/1/a0f0 3730-dde8-4f06-a6ed-d740770dc423/publishable_en.pdf

مع انتشار آلات الطباعة هذه الرواية مأخوذة من مقال

Anton Howes, “Age of Invention: Did the Ottomans Ban Print?,” Age of Invention, May 19, 2021, antonhowes .substack.com/p/age-of-invention-did-the-ottomans

وكان جون كاي، مخترع الأمثلة مأخوذة من

Joel Mokyr, The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress (Oxford: Oxford University Press, 1990)

وبالمثل، رفضت الصين

Harold Marcuse, “Ch’ien Lung (Qianlong) Letter to George III (1792),” UC Santa Barbara History Department, marcuse.faculty.history .ucsb.edu/classes/2c/texts/1792QianlongLetterGeorgeIII.htm

قليلة هي المجتمعات التي نجحت انظر، على سبيل المثال،

Joseph A. Tainter, The Collapse of Complex Societies (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1988)

وأيضًا

Jared Diamond, Collapse: How Societies Choose to Fail or Survive (London: Penguin, 2005)

لمعرفة المزيد عن هذه العملية.

في ١١ سبتمبر ١٩٣٣

Waldemar Kaempffert, “Rutherford Cools Atomic Energy Hope,” New York Times, Sept. 12, 1933, timesmachine.nytimes.com/timesmachine/1933/09/12/99846601.html

وبعد أسابيع، أسقطت طائرة من طراز بوينج بي-٢٩

Alex Wellerstein, “Counting the Dead at Hiroshima and Nagasaki,” Bulletin of the Atomic Scientists, Aug. 4, 2020, thebulletin.org/2020/08/counting-the-dead-at-hiroshima-and-nagasaki

ففي عام ١٩٤٦، اقترح تقرير أتشيسون-ليلينثال انظر

David Lilienthal et al., “A Report on the International Control of Atomic Energy,” March 16, 1946, fissilematerials.org/library/ach46.pdf

ورغم أن دولًا مثل الصين

Partial Test Ban Treaty,” Nuclear Threat Initiat ive, Feb. 2008,“ www.nti.org/education-center/treaties-and-regimes/treaty-banning-nuclear-/test-atmosphere-outer-space-and-under-water-partial-test-ban-treaty-ptbt

وجاءت نقطة التحول في عام ١٩٦٨

Timeline of the Nuclear Nonproliferation Treaty (NPT),” Arms Control“ Association, Aug. 2022, www.armscontrol.org/factsheets/Timeline-of-the-Treaty-on-the-Non-Proliferation-of-Nuclear-Weapons-NPT

ففي نهاية المطاف، لم تحدث ترقية

Liam Stack, “Update Complete: U.S. Nuclear Weapons No Longer Need Floppy Disks,” New York Times, Oct. 24, 2019, www.nytimes.com/2019/10/24/us/nuclear-weapons-floppy-disks.html.

والحوادث كثيرة جدًا الروايات الواردة هنا مستمدة إلى حد كبير من

Eric Schlosser, Command and Control (London: Penguin, 2014)

وأيضًا من

John Hughes-Wilson, Eve of Destruction: The Inside Story of Our Dangerous Nuclear World (London: John Blake, 2021)

يمكن للأعطال الصغيرة في الأجهزة

William Burr, “False Warnings of Soviet Missile Attacks Put U.S. Forces on Alert in 1979– 1980,” National Security Archive, March 16, 2020, nsarchive.gwu.edu/briefing-book/nuclear-vault/2020-03-16/false-warnings-soviet-missile-attacks-during-1979-80-led-alert-actions-us-strategic-forces

وقد بذلت كوريا الشمالية جهودًا غير عادية

Paul K. Kerr, “Iran– North Korea– Syria Ballistic Missile and Nuclear Cooperation,” Congressional Research Service, Feb. 26, 2016, sgp.fas.org/crs/nuke/R43480.pdf

وتعمل الصين والهند وباكستان

Graham Allison, “Nuclear Terrorism: Did We Beat the Odds or Change Them?,” PRISM, May 15, 2018, cco.ndu.edu/News/Article/1507316/nuclear-terrorism-did-we-beat-the-odds-or-change-them

حتى إن البرازيل والأرجنتين

José Goldemberg, “Looking Back: Lessons from the Denuclearization of Brazil and Argentina,” Arms Control Association, April 2006, www.armscontrol.org/act/2006-04/looking-back-lessons-denuclearization-brazil-argentina

هناك الكثير من المواد النووية

Richard Stone, “Dirty Bomb Ingredients Go Missing from Chornobyl Monitoring Lab,” Science, March 25, 2022, www.science.org/content/article/dirty-bomb-ingredients-go-missing-chornobyl-monitoring-lab

في عام ٢٠١٨، سُرق البلوتونيوم

atrick Malone and R. Jeffrey Smith, “Plutonium Is Missing, but the Government Says Nothing,” Center for Public Integrity, July 16, 2018, publicintegrity.org/national-security/plutonium-is-missing-but-the-government-says-nothing

قد يبدو الأمر خياليًا

Zaria Gorvett, “The Lost Nuclear Bombs That No One Can Find,” BBC Future, Aug. 4, 2022, www.bbc.com/future/article/20220804-the-lost-nuclear-bombs-that-no-one-can-find

جرى استخدام الأسلحة الكيميائية مؤخرًا

Timeline of Syrian Chemical Weapons Activity, 2012– 2022,” Arms“ Control Association, May 2021, www.armscontrol.org/factsheets/Timeline-of-Syrian-Chemical-Weapons-Activity

ولولاها، تشير النمذجة

Paul J. Young, “The Montreal Protocol Protects the Terrestrial Carbon Sink,” Nature, Aug. 18, 2021, www.nature.com/articles/s41586-021-03737-3.epdf

الفصل ٤: تكنولوجيا الذكاء

فبعد ثلاثة أزواج فقط

Natalie Wolchover, “How Many Different Ways Can a Chess Game Unfold?,” Popular Science, Dec. 15, 2010, www.popsci.com/science/article/2010-12/fyi-how-many-different-ways-can-chess-game-unfold

في المجمل، تحتوي اللوحة على

AlphaGo,” DeepMind, www.deepmind.com/research/highlighted-“ research/alphago

ومع ذلك، فإن البعض يشير إلى رقم أعلى؛ على سبيل المثال، تذكر مجلة Scientific American وجود ١٠٣٦٠ من التكوينات. انظر

Christof Koch, "How the Computer Beat the Go Master," Scientific American, March 19, 2016, www .scientificamerican.com/article/how-the-computer-beat-the-go-master

كلما زاد عدد التقنيات الموجودة

W. Brian Arthur, The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves (London: Allen Lane, 2009), 31

يتحدث عالم التكنولوجيا إيفريت روجرز

Everett M. Rogers, Diffusion of Innovations (New York: Free Press, 1962)

أو انظر كتابات علماء مثل جويل موكير حول الثورات الصناعية.

يتحدث المهندس وعالم الدراسات المستقبلية راي كورزويل

Ray Kurzweil-Ray Kurzweil, How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed (New York: Viking Penguin, 2012)

ونحن نرى هذا الآن على انظر، على سبيل المثال،

Azalia Mirhoseini et al., "A Graph Placement Methodology for Fast Chip Design," Nature, June 9, 2021, www.nature.com/articles/s41586-021-03544-w; and Lewis Grozinger et al., "Pathways to Cellular Supremacy in

Biocomputing,” Nature Communications, Nov. 20, 2019, www.nature.com/articles/s41467-019-13232-z.

استغرقت لحظة الإنجاز الفارق

Alex Krizhevsky et al., “ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks,” Neural Information Processing Systems, Sept. 30, 2012, proceedings.neurips.cc/paper/2012/file/c399862d3b9d6b76c8436e924a68c45b-Paper.pdf

وفي عام ٢٠١٢، تغلب أليكسنت على

Jerry Wei, “AlexNet: The Architecture That Challenged CNNs,” Towards Data Science, July 2, 2019, towardsdatascience.com/alexnet-the-architecture-that-challenged-cnns-e406d5297951

بفضل التعلم العميق

Chanan Bos, “Tesla’s New HW3 Self-Driving Computer— It’s a Beast,” CleanTechnica, June 15, 2019, cleantechnica.com/2019/06/15/teslas-new-hw3-self-driving-computer-its-a-beast-cleantechnica-deep-dive

إنها تساعد في تحليق الطائرات من دون طيار

Jeffrey De Fauw et al., “Clinically Applicable Deep Learning for Diagnosis and Referral in Retinal Disease,” Nature Medicine, Aug. 13, 2018, www.nature.com/articles/s41591-018-0107-6.

وبحلول العقد الثالث من القرن الحالي، كان هناك ما يقرب من ألفين

Advances in Neural Information Processing Systems," NeurIPS," papers.nips.cc

في السنوات الست الماضية

Research & Development," in Artificial Intelligence Index Report 2021," Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence, March 2021, aiindex-.stanford.edu/wp-content/uploads/2021/03/2021-AI-Index-Report-_Chapter-1 .pdf

في كل مكان تنظر إليه، تجد البرمجيات إعادة صياغة لعبارة مارك أندريسن.

وقد نجحنا في ديب مايند في تطوير أنظمة

DeepMind AI Reduces Google Data Centre Cooling Bill by 40%,"" DeepMind, July 20, 2016, www.deepmind.com/blog/deep mind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-by-40

يحتوي جي بي تي-٢ على ١,٥ مليار قيمة مُدخلة

Better Language Models and Their Implications," OpenAI, Feb. 14, 2019," openai.com/blog/better-language-models

أعتقد أنه على مدى السنوات القليلة المقبلة للحصول على مقارنة موسعة، انظر

Martin Ford, Rule of the Robots: How Artificial Intelligence Will Transform Everything (London: Basic Books, 2021)

بشكل أكثر واقعية، يقرأ المواطن الأمريكي العادي

Amy Watson, “Average Reading Time in the U.S. from 2018 to 2021, by Age Group,” Statista, Aug. 3, 2022, www.statista.com/statistics/412454/average-daily-time-reading-us-by-age

بدأ الأمر بمئات الملايين أنشأت مايكروسوفت وإنفيديا نموذج محوِّل يحتوي على ٥٣٠ مليار قيمة مُدخلة، اسمه نموذج ميجاترون تورينج لتوليد اللغة الطبيعية (MT-NLG)، وهو أكبر بواحد وثلاثين مرة من أقوى نماذج المحولات التي أنشئوها هم أنفسهم قبل عام واحد فقط. ثم صدر نموذج Wu Dao، من أكاديمية بكين للذكاء الاصطناعي، الذي يُزعم أنه يحتوي على ١,٧٥ تريليون قيمة مُدخلة؛ أي عشرة أضعاف جي بي تي-٣. انظر، على سبيل المثال،

Tanushree Shenwai, “Microsoft and NVIDIA AI Introduces MT-NLG: The Largest and Most Powerful Monolithic Transformer Language NLP Model,” MarkTech Post, Oct. 13, 2021, www.marktechpost.com/2021/10/13/microsoft-and-nvidia-ai-introduces-mt-nlg-the-largest-and-most-powerful-monolithic-transformer-language-nlp-model

طورت شركة علي بابا الصينية

Alibaba DAMO Academy Creates World’s Largest AI Pre-training Model,“ with Parameters Far Exceeding Google and Microsoft,” -Pandaily, Nov. 8, 2021, pandaily.com/alibaba-damo-academy-creates-worlds-largest-ai-pre-training-model-with-parameters-far-exceeding-google-and-microsoft

يستخدم نظام بالم التابع لجوجل تشبيه رائع من أليسا فانس، يفترض أن كل "قطرة" تمثل ٠,٥ ملليلتر:

mobile.twitter.com/alyssamvance/status/1542682154483589127

لكنه يستخدم تقنية تدريب فعالة

William Fedus et al., “Switch Transformers: Scaling to Trillion Parameter Models with Simple and Efficient Sparsity,” Journal of Machine Learning Research, June 16, 2022, arxiv.org/abs/2101.03961

أو انظر إلى نموذج Chinchilla التابع لشركة ديب مايند

Alberto Romero, “A New AI Trend: Chinchilla (70B) Greatly Outperforms GPT-3 (175B) and Gopher (280B),” Towards Data Science, April 11, 2022, towardsdatascience.com/a-new-ai-trend-chinchilla-70b-greatly - outperforms-gpt-3-175b-and-gopher-280b-408b9b4510

وعلى النقيض تمامًا انظر لمزيد من التفاصيل

github.com/karpathy/nanoGPT

وتمتلك ميتا نماذج مفتوحة المصدر

usan Zhang et al., “Democratizing Access to Large-Scale Language Models with OPT-175 B,” Meta AI, May 3, 2022, ai.facebook.com/blog/democratizing-access-to-large-scale-langu age-model s-with-opt-175b

وفي غضون أيام، وجد أحدهم انظر، على سبيل المثال،

twitter.com/miolini/status/1634982361757790209

ويشير أحد التحليلات إلى أن هذه الأداة تجعل المهندسين

Eirini Kalliamvakou, “Research: Quantifying GitHub Copilot’s Impact on Developer Productivity and Happiness,” GitHub, Sept. 7, 2022, github.blog/2022-09-07-research-quantifying-github-copilots-impact -on-developer-productivity-and-happiness

على حد تعبير أحد علماء الكمبيوتر

Matt Welsh, “The End of Programming,” Communications of the ACM, Jan. 2023, cacm.acm.org/magazines/2023/1/267976-the-end-of -programming/fulltext

ومع ذلك، عند إدخال نفس العبارة

Emily Sheng et al., “The Woman Worked as a Babysitter: On Biases in Language Generation,” arXiv, Oct. 23, 2019, arxiv.org/pdf/1909.01326.pdf

وعلى مدى ساعات عديدة، أصبح ليموين

Lemoine Nitasha Tiku, “The Google Engineer Who Thinks the Company’s AI Has Come to Life,” Washington Post, June 11, 2022, www .washingtonpost.com/technology/2022/06/11/google-ai-lamda-blake-lemoine

وقال لمحاوره المتشكك في مقابلة أجراها مع مجلة Wired

Steven Levy, “Blake Lemoine Says Google’s LaMDA AI Faces ‘Bigotry,’ ” Wired, June 17, 2022, www.wired.com/story/blake -lemoine-google-lamda-ai-bigotry

"بمجرد أن ينجح الذكاء الاصطناعي" مقتبس من

Moshe Y. Vardi, “Artificial Intelligence: Past and Future,” Communications of the ACM, Jan. 2012, cacm.acm.org/magazines/2012/1/144824-artificial-intelligence-past-and-future/fulltext

وهم يزعمون أن الذكاء الاصطناعي ربما يتباطأ

Joel Klinger et al., “A Narrowing of AI Research?,” Computers and Society, Jan. 11, 2022, arxiv.org/abs/2009.10385

يعتقد النقاد، مثل جاري ماركوس، الأستاذ في جامعة نيويورك

Gary Marcus, “Deep Learning Is Hitting a Wall,” Nautilus, March 10, 2022, nautil.us/deep-learning-is-hitting-a-wall-14467

تشير أستاذة التعقيد البارزة ميلاني ميتشل انظر

Melanie Mitchell, Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans (London: Pelican Books, 2020)

وكذلك

Steven Strogatz, “Melanie Mitchell Takes AI Research Back to Its Roots,” Quanta Magazine, April 19, 2021, www.quantamagazine.org/melanie-

mitchell-takes-ai-research -back-to-its-roots-20210419

وأعتقد أن هذا سوف يتم لقد اختبر "مركز أبحاث التوافق" جي بي تي-٤ بالفعل بحثًا عن هذا النوع من القدرة على وجه التحديد. ووجد البحث أن جي بي تي-٤ كان "غير فعال"، في هذه المرحلة، في العمل بشكل مستقل.

GPT-4 System Card," OpenAI, March 14, 2023,"
cdn.openai.com/papers/gpt-4-system-card.pdf

لكن في غضون أيام من طرحه، كان الناس يقتربون بشكل مدهش من تحقيق ذلك؛ انظر، على سبيل المثال

mobile.twitter.com/jacksonfall/status/1636107218859745286

ومع ذلك، فإن نسخة الاختبار هنا تتطلب استقلالية أكبر بكثير مما يظهر في تلك النماذج.

الفصل ٥: تكنولوجيا الحياة

ومثلما كان كل شيء من المحرك البخاري

Susan Hockfield, The Age of Living Machines: How Biology Will Build the Next Technology Revolution (New York: W. W. Norton, 2019)

وبعد ذلك، أثناء العمل على البكتيريا في عام ١٩٧٣

Stanley N. Cohen et al., "Construction of Biologically Functional Bacterial Plasmids In Vitro," PNAS, Nov. 1, 1973,
www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.70.11.3240

وهو مسعى دام لثلاثة عشر عامًا

Human Genome Project," National Human Genome Research Institute," Aug. 24, 2022, www.genome.gov/about-genomics/educational-resources/fact-sheets/human-genome-project

في حين أن قانون مور يجذب

Life 2.0," Economist, Aug. 31, 2006, www.economist .com/special-" report/2006/08/31/life-20

فبفضل التقنيات دائمة التحسن انظر

The Cost of Sequencing a Human Genome," National Human Genome" Research Institute, Nov. 1, 2021, www.genome .gov/about-genomics/fact-sheets/Sequencing-Human-Genome-cost

وانظر أيضًا

Elizabeth Pennisi, "A $100 Genome? New DNA Sequencers Could Be a 'Game Changer' for Biology, Medicine," Science, June 15, 2022, www.science.org/content/article/100 -genome-new-dna-sequencers-could-be-game-changer-biology-medicine

وهذا يعني أن السعر انخفض

Azhar, Exponential, 41

بعد نشر الورقة البحثية الأولى عن تقنية كريسبر

Jian-Feng Li et al., “Multiplex and Homologous Recombination-Mediated Genome Editing in Arabidopsis and Nicotiana benthamiana Using Guide RNA and Cas9,” Nature Biotechnology, Aug. 31, 2013, www.nature .com/articles/nbt.2654

إن مجالات مثل تعديل الحمض النووي الريبوزي

Step Aside CRISPR, RNA Editing Is Taking Off,” Nature, Feb. 4, 2020, www.nature.com/articles/d41586-020-00272-5

كما أن التقنيات الجديدة مثل Craspase

Chunyi Hu et al., “Craspase Is a CRISPR RNA-Guided, RNA-Activated Protease,” Science, Aug. 25, 2022, www.science.org/doi/10.1126/science.add5064

تتضاعف حالات استخدام تقنية كريسبر

Michael Le Page, “Three People with Inherited Diseases Successfully Treated with CRISPR,” New Scientist, June 12, 2020, www .newscientist.com/article/2246020-three-people-with-inherited-diseases-successfully-treated-with-crispr; Jie Li et al., “Biofortified Tomatoes Provide a New Route to Vitamin D Sufficiency,” Nature Plants, May 23, 2022, www.nature .com/articles/s41477-022-01154-6

وفي المستقبل، يمكن أن تقدم

Mohamed Fareh, “Reprogrammed CRISPR-Cas13b Sup presses SARS-CoV-2 Replication and Circumvents Its Mutational Escape Through Mismatch Tolerance,” Nature, July 13, 2021, www.nature.com/articles/s41467-021-24577-9; “How CRISPR Is Changing Cancer Research and Treatment,” National Cancer Institute, July 27, 2020, www.cancer.gov/news-events/cancer-currents - blog/2020/crispr-cancer-research-treatment; Zhihao Zhang et al., “Updates on CRISPR-Based Gene Editing in HIV-1/AIDS Therapy,” Virologica Sinica, Feb. 2022, www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1995820X22000177; Giulia Maule et al., “Gene Therapy for Cystic Fibrosis: Progress and Challenges of Genome Editing,” International Journal of Molecular Sciences, June 2020, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7313467

وستعمل هذه العلاجات على إنتاج محاصيل

Raj Kumar Joshi, “Engineering Drought Tolerance in Plants Through CRISPR/Cas Genome Editing,” 3 Biotech, Sept. 2020, www.ncbi.nlm.nih .gov/pmc/articles/PMC7438458; Muhammad Rizwan Javed et al., “Current Situation of Biofuel Production and Its Enhancement by CRISPR/Cas9-Mediated Ge nome Engineering of Microbial Cells,” Microbiological Research, Feb. 2019, www .sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501318308346

واليوم أصبحت التقنيات مثل كريسبر

Nessa Carey, Hacking the Code of Life: How Gene Editing Will Rewrite Our Futures (London: Icon Books, 2019), 136

يمكنك الآن شراء جهاز صغير الحجم انظر، على سبيل المثال

kilobaser.com/shop

والآن يمكنهم طباعة ملايين

Yiren Lu, "The Gene Synthesis Revolution," New York Times, Nov. 24, 2021, www.nytimes.com/2021/11/24/magazine/gene-synthesis.html

يزعم مسبك الحمض النووي

Robotic Labs for High-Speed Genetic Research Are on the Rise,"" Economist, March 1, 2018, www.economist.com/science-and-technology/2018/03/01/robotic-labs-for-high-speed-genetic-research-are-on-the-rise

وهناك شركات مثل DNA Script

Bruce Rogers, "DNA Script Set to Bring World's First DNA Printer to Market," Forbes, May 17, 2021, www.forbes.com/sites/brucerogers/2021/05/17/dna-script-set-to-bring-worlds-first-dna-printer-to-market

علاوة على ذلك، فإن التقنيات الجديدة

Michael Eisenstein, “Enzymatic DNA Synthesis Enters New Phase,” Nature Biology, Oct. 5, 2020, www.nature.com/articles/s41587-020-0695-9

وإذا جمعنا كل ذلك معًا لا يستخدم Synbio تخليق الحمض النووي فحسب، بل يستخدم الفهم المتزايد لكيفية تنشيط الجينات وتثبيطها، إلى جانب نظام الهندسة الأيضية الذي يمكن من خلاله تشجيع الخلايا على إنتاج المواد المرغوبة.

على حد تعبير المهندس الحيوي في جامعة ستانفورد

Drew Endy, “Endy:Research,” OpenWet Ware, Aug. 4, 2017, openwetware.org/wiki/Endy:Research

في عام ٢٠١٠، أخذ فريق بقيادة كريج فنتر

First Self-Replicating Synthetic Bacterial Cell,” JCVI,“ www.jcvi.org/research/first-self-replicating-synthetic-bacterial-cell

وبعد ثلاث سنوات فقط

Jonathan E. Venetz et al., “Chemical Synthesis Rewriting of a Bacterial Genome to Achieve Design Flexibility and Biological Functionality,” PNAS, April 1, 2019, www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1818259116

في حين أن تجارب فينتر

ETH Zurich, “First Bacterial Genome Created Entirely with a Computer,” Science Daily, April 1, 2019, www.sciencedaily.com/releases/2019/04/190401171343.htm

في ذلك العام، أنتج فريق من كمبريدج أيضًا جينومًا مخلقًا بالكامل لبكتيريا الإشريكية القولونية.

Julius Fredens, "Total Synthesis of Escherichia coli with a Recoded Genome," Nature, May 15, 2019, www.nature.com/articles/s41586-019-1192-5

والآن يكرس اتحاد كتابة مشروع الجينوم العالمي انظر

GP-write Consortium, Center of Excel lence for Engineering Biology, engineeringbiologycenter.org/gp-write-consortium

من خلال استخدام جين بروتينات حساسة للضوء

José-Alain Sahel et al., "Partial Recovery of Visual Function in a Blind Patient After Optogenetic Therapy," Nature Medicine, May 24, 2021, www.nature.com/articles/s41591-021-01351-4

ويعمل العلاج بمستقبلات المستضد الخيمرية للخلايا التائية

CureHeart— a Cure for Inherited Heart Muscle Diseases," British Heart" Foundation, www.bhf.org.uk/what-we-do/our -research/cure-heart; National Cancer Institute, "CAR T-Cell Therapy," National Institutes of Health, www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def /car-t-cell-therapy

يهدف مجال بيولوجيا النُظم انظر، على سبيل المثال،

Astrid M. Vicente et al., “How Personalised Medicine Will Transform Healthcare by 2030: The ICPerMed Vision,” Journal of Translational Medicine, April 28, 2020, translational-medicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12967-020-02316-w.

ويقول كبير علمائها ريتشارد كلاوسنر

Antonio Regalado, “How Scientists Want to Make You Young Again,” MIT Technology Review, Oct. 25, 2022, www.technologyreview.com/2022/10/25/1061644/how-to-be-young-again.

ويهدف هذا النهج التجريبي

Jae-Hyun Yang et al., “Loss of Epigenetic Information as a Cause of Mammalian Aging,” Cell, Jan. 12, 2023, www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(22)01570-7

ومن الممكن أن نصل خلال العقود المقبلة انظر، على سبيل المثال،

David A. Sinclair and Matthew D. LaPlante, Lifespan: Why We Age— and Why We Don’t Have To (New York: Atria Books, 2019)

يشير العمل الأولي إلى إمكانية تحسين الذاكرة انظر، على سبيل المثال، بحث هارفارد حول الذاكرة:

Harvard research on memory: “Researchers Identify a Neural Circuit and Genetic ‘Switch’ That Maintain Memory Precision,” Harvard Stem Cell

Institute, March 12, 2018, hsci.harvard.edu/news/researchers-identify-neural-circuit-and-genetic-switch-maintain-memory-precision

وكانت الدعوات للوقف

John Cohen, “New Call to Ban Gene-Edited Babies Divides Biologists,” Science, March 13, 2019, www.science.org/content/article/new-call-ban-gene-edited-babies-divides-biologists

تتميز طريقة أرنولد بتوفير الطاقة

S. B. Jennifer Kan et al., “Directed Evolution of Cytochrome C for Carbon-Silicon Bond Formation: Bringing Silicon to Life,” Science, Nov. 25, 2016, www.science.org/doi/10.1126/science.aah6219

هذا النوع من علم الأحياء التخليقي يساعد

James Urquhart, “Reprogrammed Bacterium Turns Carbon Dioxide into Chemicals on Industrial Scale,” Chemistry World, March 2, 2022, www.chemistryworld.com/news/reprogrammed-bacterium-turns-carbon-dioxide-into-chemicals-on-industrial-scale/4015307.article

"ماذا لو تمكنا من زراعة"

Elliot Hershberg, “Atoms Are Local,” Century of Bio, Nov. 7, 2022, centuryofbio.substack.com/p/atoms-are-local

من الناحية النظرية، قد تُخزن بيانات العالم بأكملها

The Future of DNA Data Storage,” Potomac Institute for Policy Studies,“ Sept. 2018, potomacinstitute.org/images/studies/Future_of_DNA_Data_Storage.pdf

تشير تقديرات ماكينزي إلى أن ما يصل إلى

McKinsey Global Institute, “The Bio Revolution: Innovations Transforming Economies, Societies, and Our Lives,” McKinsey & Company, May 13, 2020, www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/the-bio-revolution-innovations-t ransforming-economies-societies-and-our-lives

إذا استخدمت طريقة القوة الغاشمة التقليدية في الحساب

DeepMind, “AlphaFold: A Solution to a 50-Year-Old Grand Challenge in Bio logy,” DeepMind Research, Nov. 20, 2020, www.deepmind.com/blog/alphafold-a-solution-to-a-50-year-old-grand-challenge-in-biology

وجعل هذا محمد القريشي، وهو باحث معروف

Mohammed AlQuraishi, “AlphaFold @ CASP13: ‘What Just Happened?,’ ” Some Thoughts on a Mysterious Universe, Dec. 9, 2018, moalquraishi.wordpress.com/2018/12/09/alphafold-casp13-what-just-happened

وقد لخص أحد العناوين الرئيسية الأمر برمته

Tanya Lewis, “One of the Biggest Problems in Biology Has Finally Been Solved,” Scientific American, Oct. 31, 2022, www.scientific american.com/article/one-of-the-biggest-problems-in-biology-has-finally-been-solved

وكانت النتيجة تدفقًا

Ewen Callaway, “What’s Next for AlphaFold and the AI Protein-Folding Revolution,” Nature, April 13, 2022, www.nature.com/articles/d41586-022-00997-5

وقد سلمت شركة ديب مايند نحو ٢٠٠ مليون

Madhumita Murgia, “DeepMind Research Cracks Structure of Almost Every Known Protein,” Financial Times, July 28, 2022, www.ft.com/content/6a088953-66d7-48db-b61c-79005a0a351a; DeepMind, “AlphaFold Reveals the Structure of the Protein Universe,” DeepMind Research, July 28, 2022, www.deepmind.com/blog/alphafold-reveals-the-structure-of-the-protein -universe

في عام ٢٠١٩، سمحت الأقطاب الكهربائية المزروعة جراحيًا

Kelly Servick, “In a First, Brain Implant Lets Man with Complete Paralysis Spell Out ‘I Love My Cool Son,’ ” Science, March 22, 2022, www.science.org/content/article/first-brain-implant-lets-man-complete -paralysis-spell-out-thoughts-i-love-my-cool-son

حتى أن العلماء في شركة ناشئة تُدعى Cortical Labs

Brett J. Kagan et al., “In Vitro Neurons Learn and Exhibit Sentience When Embodied in a Simulated Game-World,” Neuron, Oct. 12, 2022, www.cell.com/neuron/fulltext/S0896-6273(22)00806-6

الفصل ٦: الموجة الأوسع

يستطيع "أول روبوت متنقل مستقل تمامًا" من شركة أمازون

Mitchell Clark, “Amazon Announces Its First Fully Autonomous Mobile Warehouse Robot,” Verge, June 21, 2022, www.theverge.com/2022/6/21/23177756/amazon-warehouse-robots-proteus-autonomous

وروبوت "سبارو" من أمازون هو أول

Dave Lee, “Amazon Debuts New Warehouse Robot That Can Do Human Jobs,” Financial Times, Nov. 10, 2022, www.ft.com/content/c8933d73-74a4-43ff-8060-7ff9402eccfi

تُجري الروبوتات بالفعل العمليات الجراحية المعقدة

James Gaines, “The Past, Present, and Future of Robotic Surgery,” Smithsonian Magazine, Sept. 15, 2022, www.smithsonianmag.com/innovation/the-past-present-and-future-of-robotic-surgery-180980763

وقد بنوا أسطولًا

Helper Robots for a Better Everyday," Everyday Robots, every"
dayrobots.com

ومع تعرض مجموعات نحل العسل

Chelsea Gohd, "Walmart Has Patented Autonomous Robot Bees," World Economic Forum, March 19, 2018, www.weforum.org/agenda/2018/03/autonomous-robot-bees-are-being-patented-by-walmart

ومع انخفاض التكاليف

Artificial Intelligence Index Report 2021, aiindex.stanford.edu/report

كان لدى قسم الشرطة روبوت للتخلص من القنابل

Sara Sidner and Mallory Simon, "How Robot, Explosives Took Out Dallas Sniper in Unprecedented Way," CNN, July 12, 2016, cnn.com/2016/07/12/us/dallas-police-robot-c4-explosives/index.html

في عام ٢٠١٩، أعلنت شركة جوجل

Elizabeth Gibney, "Hello Quantum World! Google Publishes Landmark Quantum Supremacy Claim," Nature, Oct. 23, 2019, www.nature .com/articles/d41586-019-03213-z; Frank Arute et al., "Quantum Supremacy Using a Programmable Superconducting Processor," Nature, Oct. 23, 2019, www.nature .com/articles/s41586-019-1666-5

أثناء تعريض جهاز جوجل للتبريد

Neil Savage, “Hands-On with Google’s Quantum Computer,” Scientific American, Oct. 24, 2019, www.scientificamerican.com/article/hands-on-with-googles-quantum-computer

لتخزين معلومات مكافئة

Gideon Lichfield, “Inside the Race to Build the Best Quantum Computer on Earth,” MIT Technology Review, Feb. 26, 2022, www .technologyreview.com/2020/02/26/916744/quantum-computer-race-ibm-google

فعامل الجذب الرئيسي فيها هو أن كل

Matthew Sparkes, “IBM Creates Largest Ever Superconducting Quantum Computer,” New Scientist, Nov. 15, 2021, www.newscientist .com/article/2297583-ibm-creates-largest-ever-superconducting-quantum - computer

في الواقع، يمكن لعدد صغير نسبيًا في مهام معينة، على أي حال.

Charles Choi, “Quantum Leaps in Quantum Computing?,” Scientific American, Oct. 25, 2017, www .scientificamerican.com/article/quantum-leaps-in-quantum-computing

استخدم الباحثون في شركتَي مايكروسوفت وفورد

Ken Washington, “Mass Navigation: How Ford Is Exploring the Quantum World with Microsoft to Help Reduce Congestion,” Ford Medium, Dec. 10,

2019, medium.com/@ford/mass-navigation-how-ford-is-exploring-the-quantum-world-with-microsoft-to-help-reduce-congestion-a9de6db 32338

ستصبح الطاقة المتجددة

Camilla Hodgson, "Solar Power Expected to Surpass Coal in 5 Years, IEA Says," Financial Times, Dec. 10, 2022, www.ft.com/content/98cec49f-6682-4495-b7be-793bf2589c6d

ففي عام ٢٠٠٠، بلغت تكلفة الطاقة الشمسية

Solar PV Module Prices," Our World in Data, ourworld"
indata.org/grapher/solar-pv-prices

ومع تدفق رأس المال الخاص بسخاء

Tom Wilson, "Nuclear Fusion: From Science Fiction to 'When, Not If,' " Financial Times, Dec. 17, 2022, www.ft.com/content/65e8f125 -5985-4aa8-a027-0c9769e764ad

ومن خلال رفع قدرته، يمكنه تشغيل سيارة تسلا

Eli Dourado, "Nanotechnology's Spring," Works in Progress, Oct. 12, 2022, www.worksinprogress.co/issue/nanotechnologys-spring

الفصل ٧: السمات الأربع للموجة القادمة

وبدلًا من ذلك، عمدت وحدة مؤلفة من حوالي ثلاثين

Julian Borger, "The Drone Operators Who Halted Russian Convoy Headed for Kyiv," Guardian, March 28, 2022, www.theguardian .com/world/2022/mar/28/the-drone-operators-who-halted-the-russian-armoured-vehicles-heading-for-kyiv

لقد اجتمعت مجموعة قوامها ألف فرد

Marcin Wyrwał, "Wojna w Ukrainie. Jak sztuczna inteligencja zabija Rosjan," Onet, July 13, 2022, www.onet.pl/informacje/onetwiadomosci/rozwiazali-problem-armii-ukrainy-ich-pomysl-okazal-sie-dla -rosjan-zabojczy/pkzrk0z,79cfc278

فالصاروخ الدقيق في الجيش التقليدي

Patrick Tucker, "AI Is Already Learning from Russia's War in Ukraine, DOD Says," Defense One, April 21, 2022, www.defenseone .com/technology/2022/04/ai-already-learning-russias-war-ukraine-dod-says/365978

لقد قدمت القوات الأميركية والبريطانية والأوروبية

Ukraine Support Tracker," Kiel Institute for the World Economy, Dec." 2022, www.ifw-kiel.de/index.php?id=17142

على حد تعبير الخبيرة الأمنية

Audrey Kurth Cronin, Power to the People: How Open Technological Innovation Is Arming Tomorrow's Terrorists (New York: Oxford University

Press, 2020), 2

تعمل شركة دي جيه آي، ومقرها شنزن

Scott Gilbertson, "Review: DJI Phantom 4," Wired, April 22, 2016, www.wired.com/2016/04/review-dji-phantom-4

إن مكافحة الهجمات أمر صعب

Cronin, Power to the People, 320; Derek Hawkins, "A U.S. 'Ally' Fired a $3 Million Patriot Missile at a $200 Drone. Spoiler: The Missile Won," Washington Post, March 17, 2017, www.washingtonpost.com/news/morning-mix /wp/2017/03/17/a-u-s-ally-fired-a-3-million-patriot-missile-at-a-200-drone-spoiler -the-missile-won

فإذا استمر هذا القانون قائمًا، في غضون عشر سنوات

Azhar, Exponential, 249

فخارج عالم البرمجة اللا مادي انظر، على سبيل المثال،

Michael Bhaskar, Human Frontiers: The Future of Big Ideas in an Age of Small Thinking (Cambridge, Mass.: MIT Press, 2021); Tyler Cowen, The Great Stagnation: How America Ate All the Low-Hanging Fruit of Modern History, Got Sick

وأيضًا

Will (Eventually) Feel Better (New York: Dutton, 2011)

وأيضًا

Robert Gordon, The Rise and Fall of American Growth: The U.S. Standard of Living Since the Civil War (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2017)

من بين عدة مصادر أخرى.

يرى الفيزيائي سيزار هيدالجو

César Hidalgo, Why Information Grows: The Evolution of Order, from Atoms to Economies (London: Allen Lane, 2015)

يساعد الذكاء الاصطناعي بالفعل في العثور على

Neil Savage, "Machines Learn to Unearth New Materials," Nature, June 30, 2021, www.nature.com/articles/d41586-021-01793-3

على سبيل المثال، استخدم العلماء

Andrij Vasylenko et al., "Element Selection for Crystalline Inorganic Solid Discovery Guided by Unsupervised Machine Learning of Experimentally Explored Chemistry," Nature Communications, Sept. 21, 2021, www.nature.com/articles/s41467-021-25343-7

وقد ساعد الذكاء الاصطناعي في تصميم وبناء

Matthew Greenwood, "Hypercar Created Using 3D Printing, AI, and Robotics," Engineering.com, June 23, 2021, www.engineering

.com/story/hypercar-created-using-3d-printing-ai-and-robotics

والآن تعمل عمليات المحاكاة على تسريع

Elie Dolgin, "Could Computer Models Be the Key to Better COVID Vaccines?," Nature, April 5, 2022, www.nature.com/articles/d41586-022-00924-8

وتساعد الأدوات الحاسوبية على أتمتة

Anna Nowogrodzki, "The Automatic-Design Tools That Are Changing Synthetic Biology," Nature, Dec. 10, 2018, www.nature.com/articles/d41586-018-07662-w.

ويمكن لتقنيات الكم، التي تُعد أقوى

Vidar, "Google's Quantum Computer Is About 158 Million Times Faster Than the World's Fastest Supercomputer," Medium, Feb. 28, 2021, medium.com/predict/googles-quantum-computer-is-about -158-million-times-faster-than-the-world-s-fastest-supercomputer-36df56747f7f

وأصبح اكتشاف أدوية جديدة

Jack W. Scannell et al., "Diagnosing the Decline in Pharmaceutical R&D Efficiency," Nature Reviews Drug Discovery, March 1, 2012, www.nature.com/articles/nrd3681.

واستقر متوسط العمر المتوقع

Patrick Heuveline, “Global and National Declines in Life Expectancy: An End-of-2021 Assessment,” Population and Development Review 48, no. 1 (March 2022), onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/padr.12477

إلا أن هذه الانخفاضات تحدث على خلفية تحسنات كبيرة على المدى الطويل.

وفشل التقدم في علاج حالات مثل مرض الألزهايمر

Failed Drug Trials,” Alzheimer’s Research UK,“ www.alzheimersresearchuk.org/blog-tag/drug-trials/failed-drug-trials

حيث تستطيع تقنيات الذكاء الاصطناعي البحث في

Michael S. Ringel et al., “Breaking Eroom’s Law,” Nature Reviews Drug Discovery, April 16, 2020, www.nature.com/articles/d41573-020-00059-3

في عام ٢٠٢٠، نجح أحد أنظمة الذكاء الاصطناعي

Jonathan M. Stokes, “A Deep Learning Approach to Antibiotic Discovery,” Cell, Feb. 20, 2020, www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(20)30102-1

والواقع أن الشركات الناشئة مثل إكسينشيا

Exscientia and Sanofi Establish Strategic Research Collaboration to“ Develop AI-Driven Pipeline of Precision-Engineered Medicines,” Sanofi, Jan. 7, 2022, www.sanofi.com/en/media-room/press-releases/2022/2022-01-07-06-00-00-2362917

وقد نجحوا حتى الآن في استخلاص ثمانية عشر أصلًا سريريًا

Nathan Benaich and Ian Hogarth, State of AI Report 2022, Oct. 11, 2022, www.stateof.ai

وفي غضون ست ساعات، كان قد حدد

Fabio Urbina et al., “Dual Use of Artificial-Intelligence-Powered Drug Discovery,” Nature Machine Intelligence, March 7, 2022, www.nature.com/articles/s42256-022-00465-9.

وعند طرح جهاز بلايستيشن ٢ في الأسواق

K. Thor Jensen, “20 Years Later: How Concerns About Weaponized Consoles Almost Sunk the PS2,” PCMag, May 9, 2020, www.pcmag.com/news/20-years-later-how-concerns-about-weaponized-consoles-almost -sunk-the-ps2; Associated Press, “Sony’s High-Tech Playstation2 Will Require Mili tary Export License,” Los Angeles Times, April 17, 2000, www.latimes.com/archives/la-xpm-2000-apr-17-fi-20482-story.html

إن المصطلح الأكثر ملاءمة لمعرفة المزيد عن مصطلح "تعدد الاستخدامات"، انظر، على سبيل المثال، كتاب كرونين Power to the People.

فالآن، يمكن لأنظمة منفردة، مثل التقنية العامة

Scott Reed et al., “A Generalist Agent,” DeepMind, Nov. 10, 2022, www.deepmind.com/publications/a-generalist-agent

خلصت الأبحاث الداخلية على جي بي تي-٤

GPT-4 Technical Report, OpenAI, March 14, 2023, cdn@
.openai.com/papers/gpt-4.pdf

وللاطلاع على إحدى التجارب الأولية، انظر:

mobile.twitter.com/michalkosinski/status/1636683810631974912

حتى أن الأبحاث الأولية زعمت

Sébastien Bubeck et al., "Sparks of Artificial General Intelligence: Early Experiments with GPT-4," arXiv, March 27, 2023, arxiv.org/abs/2303.12712

لقد بدأت أنظمة الذكاء الاصطناعي بالفعل في إيجاد طرق

Alhussein Fawzi et al., "Discovering Novel Algorithms with AlphaTensor," DeepMind, Oct. 5, 2022, www.deepmind.com/blog/discovering -novel-algorithms-with-alphatensor

يطلق ستيوارت راسل، الباحث في مجال الذكاء الاصطناعي

Stuart Russell, Human Compatible: AI and the Problem of Control (London: Allen Lane, 2019)

في الواقع، ثمة حجة قوية

Manuel Alfonseca et al., “Superintelligence Cannot Be Contained: Lessons from Computability Theory,” Journal of Artificial Intelligence Research, Jan. 5, 2021, jair.org/index.php/jair/article/view/12202; Jaime Sevilla and John Burden, “Response to Superintelligence Cannot Be Contained: Lessons from Computability Theory,” Centre for the Study of Existential Risk, Feb. 25, 2021, www.cser.ac.uk/news/response-superintelligence-contained

الفصل ٨: حوافز لا يمكن إيقافها

وحتى قبل أيام من خوضه أول مسابقة عامة انظر، على سبيل المثال،

Cade Metz, Genius Makers: The Mavericks Who Brought AI to Google, Facebook and the World (London: Random House Business, 2021), 170

كان أكثر من ٢٨٠ مليون شخص

Google, “The Future of Go Summit: 23 May–27 May, Wuzhen, China,” Google Events, events.google.com/alphago2017

وكانت هذه أزمة بالنسبة لأمريكا

Paul Dickson, “Sputnik’s Impact on America,” Nova, PBS, Nov. 6, 2007, www.pbs.org/wgbh/nova/article/sputnik-impact-on-america

على حد تعبير شي جين بينج

Lo De Wei, “Full Text of Xi Jinping’s Speech at China’s Party Congress,” Bloomberg, Oct. 18, 2022, www.bloomberg.com/news/articles/2022-10-18/full-text-of-xi-jinping-s-speech-at-china-20th-party-congress-2022

إن النموذج الصيني تنازلي الاتجاه انظر، على سبيل المثال،

Nigel Inkster, The Great Decoupling: China, America and the Struggle for Technological Supremacy (London: Hurst, 2020)

تعلن الخطة أنه "بحلول عام ٢٠٣٠، ينبغي لنظريات الذكاء الاصطناعي"

Graham Webster et al., “Full Translation: China’s ‘New Generation Artificial Intelligence Development Plan,’ ” DigiChina, Stanford University, Aug. 1, 2017, digichina.stanford.edu/work/full-translation-chinas-new-generation-artificial-intelligence-development-plan-2017

والواقع أن جامعة تسينجهوا تنشر أبحاثًا

Benaich and Hogarth, State of AI; Neil Savage, “The Race to the Top Among the World’s Leaders in Artificial Intelligence,” Nature Index, Dec. 9, 2020, www.nature.com/articles/d41586-020-03409-8 ; “Tsinghua University May Soon Top the World League in Science Research,” Economist, Nov. 17, 2018, www.economist.com/china/2018/11/17/tsinghua-university-may-soon-top-the-world-league-in-science-research

تمتلك الصين حصة متزايدة ومثيرة للإعجاب

Sarah O’Meara, “Will China Lead the World in AI by 2030?,” Nature, Aug. 21, 2019, www.nature.com/articles/d41586-019-02360-7; Akira Oikawa and Yuta Shimono, “China Overtakes US in AI Research,” Nikkei Asia,

Aug. 10, 2021, asia.nikkei.com/Spotlight/Datawatch/China-overtakes-US-in-AI-research

ومن حيث حجم الأبحاث المتعلقة بالذكاء الاصطناعي

Daniel Chou, "Counting AI Research: Exploring AI Research Output in English-and Chinese-Language Sources," Center for Security and Emerging Technology, July 2022, cset.georgetown.edu/publication/counting-ai-research

تفوقت الصين على الولايات المتحدة

Remco Zwetsloot, "China Is Fast Outpacing U.S. STEM PhD Growth," Center for Security and Emerging Technology, Aug. 2021, cset.georgetown.edu/publication/china-is-fast-outpacing-u-s-stem-phd-growth

في السنوات الأولى من القرن الحادي والعشرين

Graham Allison et al., "The Great Tech Rivalry: China vs the U.S.," Harvard Kennedy School Belfer Center, Dec. 2021, www.belfercenter.org/sites/default/files/GreatTechRivalry_ChinavsUS_211207.pdf

ووفقًا للاتجاهات الحالية، فإنها ستتفوق

Xinhua, "China Authorizes Around 700,000 Invention Patents in 2021: Report," XinhuaNet, Jan. 8, 2021, english.news.cn/20220108/de

d0496b77c24a3a8712fb26bba390c3/c.html; "U.S. Patent Statistics Chart, Calendar Years 1963–2020 ," U.S. Patent and Trademark Office, May 2021, www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/us_stat.htm

ومع ذلك، فإن الأرقام الخاصة بالولايات المتحدة ترجع إلى عام ٢٠٢٠. ومن الجدير بالذكر أيضًا أن براءات الاختراع عالية القيمة تتزايد بسرعة هي الأخرى:

State Council of the People's Republic of China, "China Sees Growing Number of Invention Patents," Xinhua, Jan. 2022, english.www.gov.cn/statecouncil/ministries/202201/12/content_WS61deb7c8c6d09c94e48a3883 .html

كما أنها تتفوق على أي دولة أخرى في عدد

Joseph Hincks, "China Now Has More Supercomputers Than Any Other Country," Time, Nov. 14, 2017, time.com/5022859/china-most-supercomputers-world

وقد دعا شي جين بينج صراحة

Jason Douglas, "China's Factories Accelerate Robotics Push as Workforce Shrinks," Wall Street Journal, Sept. 18, 2022, www.wsj.com/articles/chinas-factories-accelerate-robotics-push-as-workforce-shrinks-11663493405

وفي عام ٢٠١٤، قدمت الصين عددًا من براءات الاختراع

".Allison et al., "Great Tech Rivalry

فبعد مرور عام، بنى الصينيون

Zhang Zhihao, “Beijing-Shanghai Quantum Link a ‘New Era,’ ” China Daily USA, Sept. 30, 2017, usa.chinadaily.com.cn/china/2017-09/30/content_32669867.htm

وهم يستثمرون أكثر من ١٠ مليارات دولار

Amit Katwala, “Why China’s Perfectly Placed to Be Quantum Computing’s Superpower,” Wired, Nov. 14, 2018, www.wired.co .uk/article/quantum-computing-china-us

حتى أن علماء هيفي زعموا أنهم تمكنوا من بناء

Han-Sen Zhong et al., “Quantum Computational Advantage Using Photons,” Science, Dec. 3, 2020, www.science.org/doi/10.1126/science.abe8770

وقد أوضح بان جيانوي مقتبس من

Amit Katwala, Quantum Computing (London: Random House Business, 2021), 88

إن الصين متقدمة بالفعل

”.Allison et al., “Great Tech Rivalry

"ليست لدينا أي فرصة للنجاح في منافسة الصين"

Katrina Manson, “US Has Already Lost AI Fight to China, Says Ex-Pentagon Software Chief,” Financial Times, Oct. 10, 2021, www.ft.com/content/f939db9a-40af-4 bd1-b67d-10492535f8e0

"إن التكنولوجيا المتقدمة هي السلاح الحاد" مقتبس من

Inkster, The Great Decoupling, 193

تملك الغالبية العظمى من الدول الآن للحصول على تحليل تفصيلي، انظر

National AI Policies & Strategies,” OECD.AI, oecd.ai/en/dashboards“

يعتقد فلاديمير بوتين أن الدولة الرائدة

Putin: Leader in Artificial Intelligence Will Rule World,” CNBC, Sept. 4,“ 2017, www.cnbc.com/2017/09/04/putin-leader-in-artificial-intelligence-will-rule-world.html

ويعلن الرئيس الفرنسي إيمانويل ماكرون

Thomas Macaulay, “Macron’s Dream of a European Metaverse Is Far from a Reality,” Next Web, Sept. 14, 2022, thenextweb .com/news/prospects-for-europes-emerging-metaverse-sector-macron-vestager -meta

الأمن والثروة والمكانة

France 2030,” Agence Nationale de la Recherche, Feb. 27, 2023,“ anr.fr/en/france-2030/france-2030

وبحلول عام ٢٠٣٠، سوف يتجاوز اقتصادها

India to Be a $30 Trillion Economy by 2050: Gautam Adani," Economic" Times, April 22, 2022, economictimes.indiatimes.com/news/economy/indicators/india-to-be-a-30-trillion-economy-by-2050-gautam-adani/article show/90985771.cms

في ظل هذا البرنامج، أسست الهند

Trisha Ray and Akhil Deo, "Priorities for a Technology Foreign Policy for India," Washington International Trade Association, Sept. 25, 2020, www.wita.org/atp-research/tech-foreign-policy-india

نحن نعيش في عصر

Cronin, Power to the People

على سبيل المثال، يحتوي GitHub

Neeraj Kashyap, "GitHub's Path to 128M Public Repositories," Towards Data Science, March 4, 2020, towardsdatascience.com/githubs-path -to-128m-public-repositories-f6f656ab56b1

وتستضيف الخدمة الأصلية

arXiv, "About ArXiv," arxiv.org/about

إن المخزون الكبير من الأوراق البحثية

The General Index," Internet Archive, Oct. 7, 2021,"
archive.org/details/GeneralIndex

يبلغ الإنفاق العالمي على البحث والتطوير

Research and Development: U.S. Trends and International Comparisons,""
National Center for Science and Engineering Statistics, April 28, 2022,
ncses.nsf.gov/pubs/nsb20225

تبلغ ميزانية البحث والتطوير في أمازون وحدها

Prableen Bajpai, "Which Companies Spend the Most in Research and
Development (R&D)?," Nasdaq, June 21, 2021,
www.nasdaq.com/articles/which-companies-spend-the-most-in-research-
and-development-rd-2021-06-21

وتنفق شركات ألفابت وأبل وهواوي وميتا

Huawei Pumps $22 Billion into R&D to Beat U.S. Sanctions," Bloomberg"
News, April 25, 2022, www.bloomberg.com/news/articles/2022-04-
25/huawei-rivals-apple-meta-with-r-d-spending-to-beat-sanctions; Jennifer
Saba, "Apple Has the Most Growth Fuel in Hand," Reuters, Oct. 28, 2021,
www .reuters.com/breakingviews/apple-has-most-growth-fuel-hand-2021-
10-28

ومع ذلك، كان "ليكون" أيضًا

LeCun Metz, Genius Makers, 58

لم تتذمر شركة إنفيديا

Mitchell, Artificial Intelligence, 103

كان من المتوقع أن يبلغ عدد الركاب

First in the World: The Making of the Liverpool and Manchester Railway,”“ Science+Industry Museum, Dec. 20, 2018, www .scienceandindustrymuseum.org.uk/objects-and-stories/making-the-liverpool-and-manchester-railway

وبعد مرور خمس سنوات، كانت الشركة تحقق هذه الرواية والرواية الأكثر تفصيلًا مستمدة من

William Quinn and John D. Turner, Boom and Bust: A Global History of Financial Bubbles (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2022)

في ذروتها، كانت أسهم السكك الحديدية نفس المرجع السابق.

يمكن القول إن ازدهار السكك الحديدية

The Beauty of Bubbles,” Economist, Dec. 18, 2008,“ www.economist.com/christmas-specials/2008/12/18/the-beauty-of-bubbles

ترى كارلوتا بيريز أن

Perez, Technological Revolutions and Financial Capital

يجب تحويل العلم هناك أعمال أدبية اقتصادية واسعة النطاق تدرس الاقتصاد الجزئي للابتكار، وتوضح مدى حساسية هذه العملية وتأثرها بالحوافز الاقتصادية. انظر، على سبيل المثال، كتاب Economic Transformations لمؤلفيه ليبسي وكارلو وبيكر، للحصول على نظرة عامة.

وارتفع نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي انظر

Angus Maddison, The World Economy: A Millenarian Perspective (Paris: OECD Publications, 2001)

أو انظر المرجع الأحدث

GDP Per Capita, 1820 to 2018," Our World in Data," ourworldindata.org/grapher/gdp-per -capita-maddison-2020?yScale=log

أما الآن، على مستوى العالم، تبلغ هذه النسبة

Nishant Yonzan et al., "Projecting Global Extreme Poverty up to 2030: How Close Are We to World Bank's 3% Goal?," World Bank Data Blog, Oct. 9, 2020, blogs.worldbank.org/opendata/projecting-global-extreme-poverty-2030 -how-close-are-we-world-banks-3-goal

في القرن التاسع عشر، أدت اختراعات

Alan Greenspan and Adrian Wooldridge, Capitalism in America: A History (London: Allen Lane, 2018), 15

وأدت ماكينة الخياطة التي ابتكرها إسحق سنجر نفس المرجع السابق، ٤٧.

ففي ألمانيا، على سبيل المثال

Charlie Giattino and Esteban Ortiz-Ospina, “Are We Working More Than Ever?,” Our World in Data, ourworldindata.org/working-more-than-ever

تُعتبر التكنولوجيا حتى الآن أكبر

S&P 500 Data,” S&P Dow Jones Indices, July 2022, www“ .spglobal.com/spdji/en/indices/equity/sp-500/#data

إن مئات المليارات من الدولارات في عام ٢٠٢١ وحده، جرى استثمار أكثر من ٦٠٠ مليار دولار من رأس المال المغامر على مستوى العالم، بالأخص في شركات التكنولوجيا والتكنولوجيا الحيوية، أي عشرة أضعاف مبلغ الاستثمار قبل عقد من الزمن. انظر

Gené Teare, “Funding and Unicorn Creation in 2021 Shattered All Records,” Crunchbase News, Jan. 5, 2022, news.crunchbase.com/business/global-vc-funding-unicorns-2021-monthly-recap

وفي الوقت نفسه، ارتفعت أيضًا استثمارات الأسهم الخاصة في التكنولوجيا إلى أكثر من ٤٠٠ مليار دولار في عام ٢٠٢١، وهي أكبر فئة منفردة على الإطلاق حتى الآن. انظر

Laura Cooper and Preeti Singh, “Private Equity Backs Record Volume of Tech Deals,” Wall Street Journal, Jan. 3, 2022, www.wsj .com/articles/private-equity-backs-record-volume-of-tech-deals-11641207603

لقد بلغ الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي انظر، على سبيل المثال، تقرير مؤشر الذكاء الاصطناعي ٢٠٢١، على الرغم من أن الأرقام زادت بالتأكيد في طفرة الذكاء الاصطناعي التوليدي التي حدثت بعد ذلك.

تتوقع شركة برايس ووترهاوس كوبرز أن يضيف الذكاء الاصطناعي

Sizing the Prize— PwC's Global Artificial Intelligence Study: Exploiting" the AI Revolution," PwC, 2017, www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificial-intelligence-study.html

وتتوقع شركة ماكينزي زيادة قدرها ٤ تريليونات دولار

Jacques Bughin et al., "Notes from the AI Frontier: Modeling the Impact of AI on the World Economy," McKinsey, Sept. 4, 2018, www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai -frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy; Michael Ciu, "The Bio Revolution: Innovations Transforming Economies, Societies, and Our Lives," McKinsey Global Institute, May 13, 2020, www.mckinsey.com/industries/pharmaceuticals-and-medical-products/our-insights/the-bio-revolution -innovations-transforming-economies-societies-and-our-lives

إن زيادة نسبة تركيب الروبوتات في العالم

How Robots Change the World," Oxford Economics, June 26, 2019," resources.oxfordeconomics.com/hubfs/How%20Robots%20Change%20the%20World%20(PDF).pdf

ضع في اعتبارك أن الاقتصاد العالمي

The World Economy in the Second Half of the Twentieth Century," OECD, Sept. 22, 2006, read.oecd-ilibrary.org/development /the-world-economy/the-world-economy-in-the-second-half-of-the-twentieth -century_9789264022621-5-en#page1

ففي ظل الذكاء الاصطناعي متعدد الكفاءات

Philip Trammell et al., "Economic Growth Under Transformative AI," Global Priorities Institute, Oct. 2020, globalprioritiesinstitute.org/wp-content /uploads/Philip-Trammell-and-Anton-Korinek_economic-growth-under -transformative-ai.pdf

يؤدي هذا إلى السيناريو الاستثنائي والمستحيل الذي يتنبأ بحدوث زيادة "سريعة بما يكفي لإنتاج مخرجات لا حصر لها في فترة محدودة من الوقت".

بافتراض حالة الطقس المواتية

Hannah Ritchie et al., "Crop Yields," Our World in Data, ourworldindata.org/crop-yields

وفي القرن الحادي والعشرين، بلغت الإنتاجية

Farming Statistics— Final Crop Areas, Yields, Livestock Populations and" Agricultural Workforce at 1 June 2020 United Kingdom," U.K. Government Department for Environment, Food & Rural Affairs, Dec. 22, 2020,

assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/946161/structure-jun2020final-uk-22dec20.pdf

لقد تضاعفت إنتاجية الهكتار الواحد من الذرة

".Ritchie et al., "Crop Yields

وانخفضت العمالة اللازمة

Smil, How the World Really Works, 66

في عام ١٩٤٥، كان نحو ٥٠ في المائة

Max Roser and Hannah Ritchie, "Hunger and Undernourishment," Our World in Data, ourworldindata.org/hunger-and-undernourish ment

ورغم أن توليد الكهرباء النظيفة

Smil, How the World Really Works, 36

منذ مطلع القرن الحادي والعشرين نفس المرجع السابق، ٤٢.

تخيل حبة طماطم متوسطة الحجم نفس المرجع السابق، ٦١.

علاوة على ذلك، لتلبية الطلب العالمي

Daniel Quiggin et al., "Climate Change Risk Assessment 2021," Chatham House, Sept. 14, 2021, www.chathamhouse.org/2021/09/climate-change-risk-assessment-2021?7J7ZL,68TH2Q,UNIN9

ومع ذلك، فهي لم تُخترع بعد بشكل أساسي

Elizabeth Kolbert, Under a White Sky: The Nature of the Future (New York: Crown, 2022), 155

لقد ساعد الذكاء الاصطناعي في تصميم إنزيم

Hongyuan Lu et al., "Machine Learning–Aided En gineering of Hydrolases for PET Depolymerization," Nature, April 27, 2022, www .nature.com/articles/s41586-022-04599-z

"عندما ترى شيئًا"

J. Robert Oppenheimer 1904– 67," in Oxford Essential Quotations, ed." Susan Ratcliffe (Oxford: Oxford University Press, 2016), www . oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780191826719.001.0001/q-oro-ed4 -00007996

"إن ما نخلقه الآن" مقتبس من كتاب

Dyson, Turing's Cathedral

الفصل ٩: الصفقة الكبرى

في جوهرها، تقدم الدولة القومية من الواضح أن هناك الكثير من التعقيد وعددًا ضخمًا من الأعمال الأدبية التي تدور حول استخدام مصطلحَي "الدولة القومية" و"الدولة". ومع ذلك، فإننا نستخدمهما هنا بطريقة أساسية إلى حد ما: الدول القومية هي بلدان العالم وشعوبها وحكوماتها (مع كل ما ينطوي عليه ذلك من تنوع وتعقيد كبيرين)؛ والدول هي الحكومات وأنظمة الحكم والخدمة الاجتماعية داخل تلك الدول القومية. إن أيرلندا،

والهند، وإندونيسيا كلها أنواع مختلفة تمامًا من الأمم والدول، ومع ذلك لا يزال بإمكاننا التفكير فيها كمجموعة متماسكة من الهيئات على الرغم من اختلافاتها العديدة. لطالما كانت الدول القومية "نوعًا من الخيال"، على حد تعبير ويندي براون

Walled States, Waning Sovereignty [New York: Zone Books, 2010], 69

كيف يمكن للشعب أن يتمتع بالسيادة إذا كان يخضع لهيمنة السلطة؟ ومع ذلك، فإن الدولة القومية هي خيال قوي ومفيد بشكل مذهل.

وقد بلغت معدلات معرفة القراءة والكتابة، ومتوسط العمر المتوقع

Max Roser and Esteban Ortiz-Ospina, "Literacy," Our World in Data, ourworldindata.org/literacy

إن المجتمعات الغربية على وجه الخصوص على حد تعبير ويليام ديفيز

William Davies, Nervous States: How Feeling Took Over the World (London: Jonathan Cape, 2018)

لقد انهارت الثقة في الحكومة أفاد ثلث سكان المملكة المتحدة (٣٥ في المائة) بأنهم يثقون بحكوماتهم الوطنية، وهي نسبة أقل من متوسط النسبة في دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (٤١ في المائة). وقال نصف سكان المملكة المتحدة (٤٩ في المائة) إنهم لا يثقون بالحكومة الوطنية.

"Building Trust to Reinforce Democracy: Key Findings from the 2021 OECD Survey on Drivers of Trust in Public Institutions," OECD, www.oecd.org/governance/trust-in-government

أما بالنسبة للرؤساء الجدد مثل أوباما

Public Trust in Government: 1958–2022-," Pew Research Center, June 6,"
2022, www.pewresearch.org/politics/2022/06/06/public -trust-in-
government-1958-2022

ومن اللافت للنظر أن إحدى الدراسات التي أُجريت في عام ٢٠١٨

Lee Drutman et al., "Follow the Leader: Explor ing American Support for
Democracy and Authoritarianism," Democracy Fund Voter Study Group,
March 2018, fsi-live.s3.us-west-1.amazonaws.com/s3fs-
public/followtheleader_2018mar13.pdf

ويشعر ما لا يقل عن ٨٥ في المائة من الأمريكيين

Bipartisan Dissatisfaction with the Direction of the Country and the"
Economy," AP NORC, June 29, 2022, apnorc.org/projects/bipartisan-
dissatisfaction-with-the-direction-of-the-country-and-the-economy

ويمتد عدم الثقة إلى المؤسسات غير الحكومية انظر، على سبيل المثال

Daniel Drezner, The Ideas Industry: How Pessimists, Partisans, and
Plutocrats Are Transforming the Marketplace of Ideas (New York: Oxford
University Press, 2017)

ومقياس إيدلمان للثقة:

Edelman Trust Barometer," Edelman, 2022"
www.edelman.com/trust/2022-trust-barometer

وأظهر استطلاع للرأي أجراه مؤشر تصور الديمقراطية

Richard Wike et al., “Many Across the Globe Are Dissatisfied with How Democracy Is Working,” Pew Research Center, April 29, 2019, www.pewresearch.org/global/2019/04/29/many-across-the-globe-are - dissatisfied-with-how-democracy-is-working/; Dalia Research et al., “Democracy Perception Index 2018,” Alliance of Democracies, June 2018, www.allianceof democracies.org/wp-content/uploads/2018/06/Democracy-Perception-Index-2018-1.pdf

منذ عام ٢٠١٠، زاد عدد الدول

New Report: The Global Decline in Democracy Has Accelerated,”“ Freedom House, March 3, 2021, freedomhouse.org/article/new-report-global-decline-democracy-has-accelerated

لقد اجتاحت حالة عدم المساواة انظر، على سبيل المثال

Thomas Piketty, Capital in the Twenty-first Century (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2014)

وأيضًا

Anthony B. Atkinson, Inequality: What Can Be Done? (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2015)

للاطلاع على استطلاعات رأي أكثر شمولية.

فبين عامي ١٩٨٠ و٢٠٢١

Top 1% National Income Share,” World Inequality Database,“ wid.world/world/#sptinc_p99p100_z/US;FR;DE;CN;ZA;GB;WO/last/eu/k /p/yearly/s/false/5.6579999999999995/30/curve/false/country

إن الثروة تتركز بشكل متزايد

Richard Mille, “Forbes World’s Billionaires List: The Richest in 2023,” /Forbes, www.forbes.com/billionaires

في حين أن الناتج المحلي الإجمالي في واقع الأمر عبارة عن تدفق، وليس مخزونًا مثل الثروة، فإن المقارنة لا تزال لافتة للنظر.

ولقد أسهمت سياسة الحكومة، وتقلص

Alistair Dieppe, “The Broad-Based Productivity Slowdown, in Seven Charts,” World Bank Blogs: Let’s Talk Development, July 14, 2020, blogs.worldbank.org/developmenttalk/broad-based-productivity-slowdown-seven-charts

يعيش أربعون مليون شخص في الولايات المتحدة

Jessica L. Semega et al., “Income and Poverty in the United States: 2016,” U.S. Census Bureau, www.census.gov/content/dam/Census/library/publications/2017/demo/P60 -259.pdf, reported in digitallibrary.un.org/record/1629536?ln=en

تبدو هذه الاتجاهات مثيرة للقلق بشكل خاص انظر، على سبيل المثال،

Christian Houle et al., “Social Mobility and Political Instability,” Journal of Conflict Resolution, Aug. 8, 2017, journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0022002717723434

وأيضًا

Carles Boix, “Economic Roots of Civil Wars and Revolutions in the Contemporary World,” World Politics 60, no. 3 (April 2008): 390– 437

يتطلب الأمر شخصًا شجاعًا إن سقوط الدولة القومية ليس بالفكرة الجديدة على الإطلاق؛ انظر، على سبيل المثال،

Rana Dasgupta, “The Demise of the Nation State,” Guardian, April 5, 2018, www.theguardian.com/news/2018/apr/05/demise-of-the-nation-state-rana -dasgupta

استعرض تحليل تلوي نُشر

Philipp Lorenz-Spreen et al., “A Systematic Review of Worldwide Causal and Correlational Evidence on Digital Media and Democracy,” Nature Human Behaviour, Nov. 7, 2022, www.nature.com/articles/s41562-022-01460-1

فكما يقول مؤرخ التكنولوجيا

Langdon Winner, Autonomous Technology: Technics-Out-of-Control as a Theme in Political Thought (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1977), 6

في حين أن التكنولوجيا لا تدفع الناس انظر، على سبيل المثال،

Jenny L. Davis, How Artifacts Afford: The Power and Politics of Everyday Things (Cambridge, Mass.: MIT Press, 2020)

إن التقنيات، على حد تعبير أورسولا إم. فرانكلين

The Real World of Technology [Toronto: House of Anansi, 1999]

توجيهية؛ أي أن إنشاءها أو استخدامها يحفز أو يتطلب سلوكيات أو تقسيمات للعمل أو نتائج معينة. سيمارس المزارعون الذين يمتلكون جرارًا عملهم وينظمون احتياجاتهم بطريقة مختلفة عن المزارعين الذين يملكون ثورين ومحراثًا. ينتج تقسيم العمل الذي يحفزه نظام المصنع أنواعًا من المنظمات الاجتماعية تختلف عن مجتمع الصيادين وجامعي الثمار؛ فهو ينتج ثقافة قوامها الامتثال والإدارة.

Patterns laid down in the practice of technology become part of a society's“ life” (55)

وأنتجت الساعة أوقاتًا محددة انظر كتاب Technics and Civilization، لمؤلفه ممفورد، للحصول على تحليل رائع لتأثيرات الساعات الميكانيكية.

وساعدت آلة الطباعة

Benedict Anderson, Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism (London: Verso, 1983)

فعلى أحد المسارين، سوف تستمر يتحدث عالم السياسة ديفيد رونسيمان من جامعة كمبريدج عن "ديمقراطيات الزومبي"، وهو ما يعني شيئًا مشابهًا: "الفكرة الأساسية هي أن الناس يشاهدون ببساطة عرضًا يكون دورهم فيه هو التصفيق أو الإحجام عن التصفيق في اللحظات المناسبة. لقد أصبحت السياسة الديمقراطية عرضًا متقنًا".

David Runciman, How Democracy Ends (London: Profile Books, 2019), 47

الفصل ١٠: مضخمات الهشاشة

لقد تعرضت هيئة الخدمات الصحية الوطنية لهجوم انظر، على سبيل المثال،

S. Ghafur et al., "A Retrospective Impact Analysis of the WannaCry Cyberattack on the NHS," NPJ Digital Medicine, Oct. 2, 2019, www.nature.com/articles/s41746-019-0161-6

للمزيد من المعلومات.

وخدع برنامج وانا كراي بعض المستخدمين

Mike Azzara, "What Is WannaCry Ransomware and How Does It Work?," Mimecast, May 5, 2021, www.mimecast.com/blog/all-you -need-to-know-about-wannacry-ransomware

كلفت الأضرار اللاحقة

Andy Greenberg, "The Untold Story of NotPetya, the Most Devastating Cyberattack in History," Wired, Aug. 22, 2018, www.wired.com/story/notpetya-cyberattack-ukraine-russia-code-crashed-the-world

وعلى حد تعبير أحد موظفي وكالة الأمن القومي

James Bamford, “Commentary: Evidence Points to Another Snowden at the NSA,” Reuters, Aug. 22, 2016, www.reuters.com/article/us-intelligence-nsa-commentary-idUSKCN10X01P

"السيناريو المكافئ"

Brad Smith, “The Need for Urgent Collective Action to Keep People Safe Online: Lessons from Last Week’s Cyberattack,” Microsoft Blogs: On the Issues, May 14, 2017, blogs.microsoft.com/on-the-issues/2017/05/14/need -urgent-collective-action-keep-people-safe-online-lessons-last-weeks-cyberattack

القوة هي "القدرة أو الإمكانية" تعريفات مأخوذة من موقع أكسفورد للغات.

على حد تعبير تحقيق أجرته صحيفة نيويورك تايمز

Ronen Bergman et al., “The Scientist and the A.I.-Assisted, Remote-Control Killing Machine,” New York Times, Sept. 18, 2021, www.nytimes.com/2021/09/18/world/middleeast/iran-nuclear-fakhrizadeh-assassination-israel.html

لقد انخفضت تكلفة الطائرات من دون طيار العسكرية

Azhar, Exponential, 192

وبحلول عام ٢٠٢٨، ستصل النفقات

Fortune Business Insights, “Military Drone Market to Hit USD 26.12 Billion by 2028; Rising Military Spending Worldwide to Augment

Growth," Global News Wire, July 22, 2021, www.globenewswire.com/en/news-release/2021/07/22/2267009/0/en/Military-Drone-Market-to-Hit-USD-26-12-Billion-by-2028-Rising-Military-Spending-Worldwide-to-Augment-Growth-Fortune-Business-Insights.html

ففي مايو ٢٠٢١، على سبيل المثال

David Hambling, "Israel Used World's First AI-Guided Combat Drone Swarm in Gaza Attacks," New Scientist, June 30, 2021, www.newscientist.com/article/2282656-israel-used-worlds-first-ai-guided-combat-drone-swarm-in-gaza-attacks

وقد جمعت شركات ناشئة مثل Anduril

Dan Primack, "Exclusive: Rebellion Defense Raises $150 Million at $1 Billion Valuation," Axios, Sept. 15, 2021, www.axios.com/2021/09/15/rebellion-defense-raises-150-million-billion-valuation; Ingrid Lunden, "Anduril Is Raising Up to $1.2B, Sources Say at a $7B Pre-money Valuation, for Its Defense Tech," TechCrunch, May 24, 2022, techcrunch.com/2022/05/24/filing-anduril-is-raising-up-to-1-2b-sources-say-at-a-7b-pre-money-valuation-for-its-defense-tech

وكما أشار خبير الأمن السيبراني

Bruce Schneier, "The Coming AI Hackers," Harvard Kennedy School Belfer Center, April 2021, www.belfercenter.org/publication/coming-ai-

hackers

أنشأ الباحثون في ميتا

Anton Bakhtin et al., "Human-Level Play in the Game of Diplomacy by Combining Language Models with Strategic Reasoning," Science, Nov. 22, 2022, www.science.org/doi/10.1126/science.ade9097

عند تمكين الجهات الفاعلة السيئة انظر

Benjamin Wittes and Gabriella Blum, The Future of Violence: Robots and Germans, Hackers and Drones— Confronting A New Age of Threat (New York: Basic Books, 2015)

للحصول على نسخة أكثر تطورًا من هذه الحجة.

بدا الصوت والصورة في كلا المقطعين وردت الرواية لأول مرة في

Nilesh Cristopher, "We've Just Seen the First Use of Deepfakes in an Indian Election Campaign," Vice, Feb. 18, 2020, www.vice.com/en/article/jgedjb/the-first-use-of-deepfakes-in-indian-election-by-bjp.

وفي حادثة أخرى حظيت بتغطية إعلامية واسعة النطاق

Melissa Goldin, "Video of Biden Singing 'Baby Shark' Is a Deepfake," Associated Press, Oct. 19, 2022, apnews.com/article/fact -check-biden-baby-shark-deepfake-412016518873; "Doctored Nancy Pelosi Video Highlights Threat of 'Deepfake' Tech," CBS News, May 25, 2019,

www.cbsnews .com/news/doctored-nancy-pelosi-video-highlights-threat-of-deepfake-tech-2019-05-25

إذا كنت ترغب في مشاهدة

TikTok @deeptomcruise, www.tiktok.com/@deeptom cruise?lang=en

فقد حوَّل أحد البنوك في هونج كونج

Thomas Brewster, "Fraudsters Cloned Company Director's Voice in $35 Million Bank Heist, Police Find," Forbes, Oct. 14, 2021, www.forbes .com/sites/thomasbrewster/2021/10/14/huge-bank-fraud-uses-deep-fake-voice-tech-to-steal-millions

بدت جميع المستندات

Catherine Stupp, "Fraudsters Used AI to Mimic CEO's Voice in Unusual Cybercrime Case," Wall Street Journal, Aug. 30, 2019, www.wsj .com/articles/fraudsters-use-ai-to-mimic-ceos-voice-in-unusual-cybercrime -case-11567157402

إننا لا نتحدث عن الرئيس الذي يندفع وهو تزييف عميق حقيقي. انظر

Kelly Jones, "Viral Video of Biden Saying He's Reinstating the Draft Is a Deepfake," Verify, March 1, 2023, www.verifythis.com/article/news/verify/national-verify/viral-video-of-biden-saying-hes-reinstating-the-draft-is-a-deepfake/536-d721f8cb-d26a-4873-b2a8-91dd91 288365

ومع ذلك، ظلت رسائله المتطرفة

Josh Meyer, “Anwar al-Awlaki: The Radical Cleric Inspiring Terror from Beyond the Grave,” NBC News, Sept. 21, 2016, www.nbcnews.com/news/us-news/anwar-al-awlaki-radical-cleric-inspiring-terror -beyond-grave-n651296; Alex Hern, “ ‘YouTube Islamist’ Anwar al-Awlaki Videos Removed in Extremism Clampdown,” Guardian, Nov. 13, 2017, www.theguardian .com/technology/2017/nov/13/youtube-islamist-anwar-al-awlaki-videos-removed -google-extremism-clampdown

وسرعان ما ستصبح هذه المقاطع تفاعلية

Eric Horvitz, “On the Horizon: Interactive and Compositional Deepfakes,” ICMI ’22: Proceedings of the 2022 International Conference on Multimodal Interaction, arxiv.org/abs/2209.01714

وفقًا لفيسبوك

U.S. Senate, Report of the Select Committee on Intelligence: Russian Active Measures Campaigns and Interference in the 2016 U.S. Election, vol. 5, Counterintelligence Threats and Vulnerabilities, 116th Congress, 1st sess., www.intelligence.senate.gov/sites/default/files/documents/report_volume5.pdf; Nicholas Fandos et al., “House Intelligence Committee Releases Incendiary Russian Social Media Ads,” New York Times, Nov. 1, 2017, www.nytimes.com/2017/11/01/us/politics/russia-technology-facebook.html

ولسوء الحظ، فإن الأمر لا يقتصر على روسيا فقط ومع ذلك، فهي روسيا في أغلب الأحيان. في عام ٢٠٢١، جاءت ٥٨ في المائة من الهجمات السيبرانية من روسيا وحدها. انظر

Tom Burt, "Russian Cyberattacks Pose Greater Risk to Governments and Other Insights from Our Annual Report," Microsoft Blogs: On the Issues, Oct. 7, 2021, blogs.microsoft.com/on-the-issues/2021/10/07/digital-defense-report-2021

فقد وجدنا أن أكثر من سبعين دولة

Samantha Bradshaw et al., "Industrialized Disinformation: 2020 Global Inventory of Organized Social Media Manipulation," Oxford University Programme on Democracy & Technology, Jan. 13, 2021, demtech.oii.ox .ac.uk/research/posts/industrialized-disinformation

وكالة المخابرات المركزية الأمريكية أيضًا ليست غريبة انظر، على سبيل المثال،

Krassi Twigg and Kerry Allen, "The Disinformation Tactics Used by China," BBC News, March 12, 2021, www.bbc .co.uk/news/56364952; Kenddrick Chan and Mariah Thornton, "China's Chan ging Disinformation and Propaganda Targeting Taiwan," Diplomat, Sept. 19, 2022, thediplomat.com/2022/09/chinas-changing-disinformation-and-propaganda -targeting-taiwan/; and Emerson T. Brooking and Suzanne Kianpour, "Iranian Digital Influence Efforts: Guerrilla Broadcasting for the Twenty-first Century," At lantic Council, Feb. 11, 2020,

www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports /report/iranian-digital-inf luence-efforts-guerrilla-broadcasting-for-the-twenty-first-century

ووجدت أن اثنين وثمانين في المائة من المستخدمين المؤثرين

Virginia Alvino Young, "Nearly Half of the Twitter Accounts Discussing 'Reopening America' May Be Bots," Carnegie Mellon University, May 27, 2020, www.cmu.edu/news/stories/archives/2020/may/twitter-bot-campaign.html

وهذا يؤذن بـ"كارثة معلوماتية" انظر

Nina Schick, Deep Fakes and the Infocalypse: What You Urgently Need to Know (London: Monoray, 2020); and Ben Buchanan et al., "Truth, Lies, and Automation," Center for Security and Emerging Technology, May 2021, cset.georgetown.edu/publication/truth-lies-and-automation

على حد تعبير تقرير معهد بروكينجز

William A. Galston, "Is Seeing Still Believing? The Deepfake Challenge to Truth in Politics," Brookings, Jan. 8, 2020, www .brookings.edu/research/is-seeing-still-believing-the-deepfake-challenge-to-truth-in-politics

اكتُشف المرض لأول مرة في الصين الرقم مأخوذ من

William MacAskill, What We Owe the Future: A Million-Year View (London: Oneworld, 2022), 112

الذي يستشهد بمجموعة متنوعة من المصادر، لكنه يقر بعدم تأكد أي منها من هذا الرقم. انظر أيضًا

H. C. Kung et al., "Influenza in China in 1977: Recurrence of Influenza Virus A Subtype H1N1," Bulletin of the World Health Organization 56, no. 6 (1978), www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2395678/pdf/bullwho00443-0095.pdf.

الأمر غير المعتاد في سلالة إنفلونزا H1N1

Joel O. Wertheim, "The Re-emergence of H1N1 Influenza Virus in 1977: A Cautionary Tale for Estimating Divergence Times Using Biologically Unrealistic Sampling Dates," PLOS ONE, June 17, 2010, journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0011184.

من المحتمل أن تكون نسخة من الفيروس السابق انظر، على سبيل المثال،

Edwin D. Kilbourne, "Influenza Pandemics of the 20th Century," Emerging Infectious Diseases 12, no. 1 (Jan. 2006), www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3291411

وأيضًا

Michelle Rozo and Gigi Kwik Gronvall, "The Reemergent 1977 H1N1 Strain and the Gain-of-Function Debate," mBio, Aug. 18, 2015, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4542197

ومع ذلك، لا تزال الحوادث والتسريبات انظر، على سبيل المثال، الروايات الجيدة في

Alina Chan and Matt Ridley, Viral: The Search for the Origin of Covid-19 (London: Fourth Estate, 2022)

وأيضًا

MacAskill, What We Owe the Future

فبعد عامين فقط، أفلتت أبواغ الجمرة الخبيثة

Kai Kupferschmidt, "Anthrax Genome Reveals Secrets About a Soviet Bioweapons Accident," Science, Aug. 16, 2016, www.science.org/content/article/anthrax-genome-reveals-secrets-about-soviet-bioweapons-accident

وفي عام ٢٠٠٧، أدى تسرب في أنبوب

T. J. D. Knight-Jones and J. Rushton, "The Economic Impacts of Foot and Mouth Disease—What Are They, How Big Are They, and Where Do They Occur?," Preventive Veterinary Medicine, Nov. 2013, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3989032/#bib0005

تجدر الإشارة إلى أن الأضرار كانت أقل بكثير مما حدث أثناء تفشي المرض عام ٢٠٠١، الذي كان ناتجًا عن أسباب طبيعية.

وفي عام ٢٠٢١، ترك أحد الباحثين في شركة أدوية

Maureen Breslin, "Lab Worker Finds Vials Labeled 'Smallpox' at Merck Facility," The Hill, Nov. 17, 2021, thehill.com/policy/healthcare/581915-

lab-worker-finds-vials-labeled-smallpox-at-merck-facility-near - philadelphia

قبل النجاح في القضاء عليه

Sophie Ochmann and Max Roser, “Smallpox,” Our World in Data, ourworldindata.org/smallpox; Kelsey Piper, “Smallpox Used to Kill Millions of People Every Year. Here’s How Humans Beat It,” Vox, May 8, 2022, www .vox.com/future-perfect/21493812/smallpox-eradication-vaccines-infectious-disease-covid-19

ومن المثير للذهول أنه هرب انظر، على سبيل المثال،

Kathryn Senio, “Recent Singapore SARS Case a Laboratory Accident,” Lancet Infectious Diseases, Nov. 2003, www .thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(03)00815-6/fulltext; Jane Parry, “Breaches of Safety Regulations Are Probable Cause of Recent SARS Outbreak, WHO Says,” BMJ, May 20, 2004, www.bmj.com/content/328/7450/1222.3

وأيضًا

Martin Furmanski, “Laboratory Escapes and ‘Self-Fulfilling Prophecy’ Epi demics,” Arms Control Center, Feb. 17, 2014, armscontrolcenter.org/wp-content /uploads/2016/02/Escaped-Viruses-final-2-17-14-copy.pdf

وحتى مع تزايد عدد مختبرات مستوى السلامة البيولوجية ٤

Alexandra Peters, “The Global Proliferation of High-Containment Biological Laboratories: Understanding the Phenomenon and Its Implications,” Revue Scientifique et Technique, Dec. 2018, pubmed.ncbi.nlm.nih .gov/30964462

ارتفع عدد المختبرات من تسعة وخمسين إلى تسعة وستين في العامين الماضيين، معظمها في المناطق الحضرية، كما أن عدد المختبرات التي تتعامل مع مسببات الأمراض القاتلة يتجاوز المائة. وازدهر أيضًا جيل جديد من مختبرات "مستوى السلامة البيولوجية +٣". انظر

Filippa Lentzos et al., “Global BioLabs Report 2023,” King’s College London, May 16, 2023, www.kcl.ac.uk/warstudies/assets/global-biolabs-report-2023.pdf

بين عامي ١٩٧٥ و٢٠١٦

David Manheim and Gregory Lewis, “High-Risk Human-Caused Pathogen Exposure Events from 1975–2016,” F1000Research, July 8, 2022, f1000research.com/articles/10-752

وجدت دراسة استقصائية لموظفي السلامة البيولوجية

David B. Manheim, “Results of a 2020 Survey on Reporting Requirements and Practices for Biocontainment Laboratory Accidents,” Health Security 19, no. 6 (2021), www.liebertpub.com/doi/10.1089/hs.2021.0083

وقدَّر تقييم المخاطر الأمريكي لعام ٢٠١٤

Lynn C. Klotz and Edward J. Sylvester, “The Consequences of a Lab Escape of a Potential Pandemic Pathogen,” Frontiers in Public Health, Aug. 11, 2014, www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2014.00116/full

قليلة هي المجالات التي تثير الجدل في علم الأحياء أتوجه بشكر خاص لجيسون ماثيني وكيفن إسفلت على مناقشتهما حول هذا الموضوع.

ويقدم العمل على فيروس إنفلونزا الطيور

Martin Enserink and John Cohen, “One of Two Hotly Debated H5N1 Papers Finally Published,” Science, May 2, 2012, www.science.org/content/article/one-two-hotly-debated-h5n1-papers-finally-published

لبعض الوقت، فرضت وكالات التمويل الأمريكية

Amber Dance, “The Shifting Sands of ‘Gain-of-Function’ Research,” Nature, Oct. 27, 2021, www.nature.com/articles/d41586-021-02903-x

هناك على الأقل بعض المؤشرات

Chan and Ridley, Viral; “Controversial New Research Suggests SARS-CoV-2 Bears Signs of Genetic Engineering,” Economist, Oct. 27, 2022, www.economist.com/science-and-technology/2022/10/22/a-new-paper-claims-sars-cov-2-bears-signs-of-genetic-engineering

يعتقد كل من مكتب التحقيقات الفيدرالي ووزارة الطاقة الأمريكية انظر، على سبيل المثال،

Max Matza and Nicholas Yong, “FBI Chief Christopher Wray Says China Lab Leak Most Likely,” BBC, March 1, 2023, www.bbc.co.uk/news/world-us-canada-64806903

في أواخر عام ٢٠٢٢، جمعت دراسة أجرتها معاهد الصحة الوطنية

Da-Yuan Chen et al., “Role of Spike in the Pathogenic and Antigenic Behavior of SARS-CoV-2 BA.1 Omicron,” bioRxiv, Oct. 14, 2022, www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.10.13.512134v1.

شعر كثيرون بأنه لم يكن من الواجب

Kiran Stacey, “US Health Officials Probe Boston University’s Covid Virus Research,” Financial Times, Oct. 20, 2022, www.ft.com/content/f2e88a9c-104a-4515-8de1-65d72a5903d0

تشير التحليلات الأولية لشات جي بي تي

Shakked Noy and Whitney Zhang, “Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence,” MIT Economics, March 10, 2023, economics.mit.edu/sites/default/files/inline-files/Noy_Zhang_1_0.pdf

وهذا بدوره يمكن أن يؤثر في قرارات التوظيف إن الإجمالي المحتمل أقل من ذلك، على أي حال، لكنه لا يزال كبيرًا. انظر

James Manyika et al., “Jobs Lost, Jobs Gained: What the Future of Work Will Mean for Jobs, Skills, and Wages,” McKinsey Global Institute, Nov.

28, 2017, www .mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages

كانت العبارة الحرفية هي: "نقدِّر أن حوالي نصف جميع الأنشطة التي يتقاضى الناس أجورًا مقابل القيام بها في القوى العاملة في العالم يمكن أن تخضع للأتمتة من خلال تكييف التقنيات المعروضة حاليًا". وهناك إحصائية ثانية من

Mark Muro et al., "Automation and Artificial Intelligence: How Machines Are Affecting People and Places," Metropolitan Policy Program, Brookings, Jan. 2019, www.brookings.edu/wp-content/uploads/2019/01/2019.01_BrookingsMetro_Automation-AI_Report_Muro-Maxim-Whiton-FINAL-version.pdf

يقدِّر الخبيران الاقتصاديان دارون عاصم أوغلو

Daron Acemoglu and Pascual Restrepo, "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets," Journal of Political Economy 128, no. 6 (June 2020), www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/705716

اليوم، تؤدي الخوارزميات الجزء الأكبر نفس المرجع السابق؛

Edward Luce, The Retreat of Western Liberalism (London: Little, Brown, 2017), 54

انظر أيضًا

Justin Baer and Daniel Huang, "Wall Street Staffing Falls Again," Wall Street Journal, Feb. 19, 2015, www.wsj.com/articles/wall-street-staffing-

falls-for-fourth-consecutive-year-1424366858 ; Ljubica Nedelkoska and Glenda Quintini, “Automation, Skills Use, and Training,” OECD, March 8, 2018, www.oecd-ilibrary.org/employment/automation-skills-use-and-training_2e2f4 eea-en

يزعم خبراء اقتصاديون، مثل ديفيد أوتور

David H. Autor, “Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation,” Journal of Economic Perspectives 29, no. 3 (Summer 2015), www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.29.3.3

ويزعم البعض أن الإيمان بهذه المخاوف هذه وجهة نظر عظيم أزهر: "لكن بشكل عام، لن يكون التأثير الدائم للأتمتة هو فقدان الوظائف"

Azhar, Exponential, 141

علاوة على أن أسواق العمل تشهد أيضًا احتكاكات هائلة انظر

Daniel Susskind, A World Without Work: Technology, Automation and How We Should Respond (London: Allen Lane, 2021)

للحصول على وصف موسع لهذه الاحتكاكات.

لقد انخفض مؤشر جودة الوظائف في القطاع الخاص

U.S. Private Sector Job Quality Index (JQI),” University at Buffalo School“ of Management, Feb. 2023, ubwp.buffalo.edu/job -quality-index-jqi

انظر أيضًا

Ford, Rule of the Robots

حتى أولئك الذين لا يتوقعون

”?Autor, “Why Are There Still So Many Jobs

الفصل ١١: مستقبل الأمم

للوهلة الأولى، قد لا تبدو الركائب

White, Medieval Technology and Social Change

على أي حال، لا تحظى هذه الرواية بقبول عالمي. لتحظى بقراءة أكثر تشككًا لأطروحة لين وايت الشهيرة، انظر، على سبيل المثال،

The Great Stirrup Controversy,” The Medieval Technology Pages,“ web.archive.org/web/20141009082354/http://scholar.chem.nyu .edu/tekpages/texts/strpcont.html

وعالم "ما بعد السيادة" غير القابل للحكم هذا

Brown, Walled States, Waning Sovereignty

وكانت جماركها ورسومها وأرباحها

William Dalrymple, The Anarchy: The Relentless Rise of the East India Company (London: Bloomsbury, 2020), 233

فالمؤسسات أيضًا هي نوع من الذكاء طرح عليّ ريتشارد دانزيج هذه الفكرة لأول مرة على العشاء ثم نشر ورقة بحثية ممتازة بعنوان:

Richard Danzig first proposed this idea to me over dinner and then published an excellent paper: “Machines, Bureaucracies, and Markets as Artificial Intelligences,” Center for Security and Emerging Technology, Jan. 2022, cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Machines-Bureaucracies-and-Markets-as-Artificial-Intelligences.pdf

للتعرف على هذه التركيزات

/Global 500,” Fortune, fortune.com/global500“

اعتبارًا من أكتوبر ٢٠٢٢. تشير أرقام البنك الدولي إلى انخفاض إلى حد ما:

World Bank, “GDP (Current US$),” World Bank Data, data.worldbank.org/indicator/NY.GDP .MKTP.CD

وتسيطر الشركات بالفعل على أكبر مجموعات

Benaich and Hogarth, State of AI Report 2022

لقد ظهر بالفعل تأثير "النجم البارز"

James Manyika et al., “Superstars: The Dynamics of Firms, Sectors, and Cities Leading the Global Economy,” McKinsey Global Institute, Oct. 24, 2018, www.mckinsey.com/featured-insights/innovation-and-growth/superstars-the-dynamics-of-firms-sectors-and-cities-leading-the-global-economy

وتتم تسوية تسعين في المائة من هذه النزاعات

Colin Rule, “Separating the People from the Problem,” The Practice, July 2020, thepractice.law.harvard.edu/article/separating-the -people-from-the-problem

إن الإنتاج والتوزيع بتكلفة حدية صفرية انظر، على سبيل المثال،

Jeremy Rifkin, The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism (New York: Palgrave, 2014)

علاوة على ذلك، قد يكون أصحاب أفضل الأنظمة يتنبأ إريك برينجولفسون بوضع يسيطر فيه الذكاء الاصطناعي على المزيد والمزيد من الاقتصاد، مما يجعل أعدادًا كبيرة من الناس عالقين في وضع حرج حيث لا يكون لديهم عمل، ولا ثروة، ولا قوة ذات قيمة،

Erik Brynjolfsson, “The Turing Trap: The Promise & Peril of Human-Like Artificial Intelligence,” Stanford Digital Economy Lab, Jan. 11, 2022, arxiv.org/pdf/2201.04200.pdf

لا عجب إذن أن يكون هناك حديث دائر انظر، على سبيل المثال،

Joel Kotkin, The Coming of Neo-feudalism: A Warning to the Global Middle Class (New York: Encounter Books, 2020)

فعلى الرغم من الجهود الحثيثة التي بذلها الثوريون

James C. Scott, Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed (New Haven, Conn.: Yale University Press, 1998)

وفي الطريق، وعلى مدار اليوم

How Many CCTV Cameras Are There in London?,” CCTV.co.uk, Nov.“ 18, 2020, www.cctv.co.uk/how-many-cctv-cameras-are -there-in-london

بالمقارنة مع الغرب

Benaich and Hogarth, State of AI Report 2022

وبحلول عام ٢٠١٥، كان كلامه مصدر إلهام

Dave Gershgorn, “China’s ‘Sharp Eyes’ Program Aims to Surveil 100% of Public Space,” OneZero, March 2, 2021, onezero.medium .com/chinas-sharp-eyes-program-aims-to-surveil-100-of-public-space-ddc22d63e015

ووصل الأمر بفريق من كبار الباحثين

Shu-Ching Jean Chen, “SenseTime: The Faces Behind China’s Artificial Intelligence Unicorn,” Forbes, March 7, 2018, www.forbes.com/sites/shuchingjeanchen/2018/03/07/the-faces-behind-chinas-omniscient-video -surveillance-technology

حتى أن الشرطة الصينية لديها نظارات شمسية

Sofia Gallarate, “Chinese Police Officers Are Wearing Facial Recognition Sunglasses,” Fair Planet, July 9, 2019, www.fairplanet .org/story/chinese-police-off icers-are-wearing-facial-recogni%C2%ADtion-sunglasses

تستأثر الصين وحدها بما يقرب من نصف هذه الإحصائيات وأيضًا الإحصائيات الواردة أدناه مأخوذة من تحقيق صحفي أجرته صحيفة نيويورك تايمز:

Isabelle Qian et al., "Four Takeaways from a Times Investigation into China's Expanding Surveillance State," New York Times, June 21, 2022, www .nytimes.com/2022/06/21/world/asia/china-surveillance-investigation.html

يمكن لهذا النظام المعزز بالذكاء الاصطناعي اكتشاف

Ross Andersen, "The Panopticon Is Already Here," Atlantic, Sept. 2020, www.theatlantic.com/magazine/archive/2020/09/china-ai-surveillance/614197

وقد أنشأت السلطات قاعدة بيانات لمسح قزحية العين

Qian et al., "Four Takeaways from a Times Investigation into China's Expanding Surveillance State."

في عام ٢٠١٩، منعت الحكومة الأمريكية

"NDAA Section 889," GSA SmartPay, smartpay .gsa.gov/content/ndaa-section-889

ومع ذلك، وبعد عام واحد فقط، تبين أن ثلاث وكالات فيدرالية

Conor Healy, "US Military & Gov't Break Law, Buy Banned Dahua/Lorex, Congressional Committee Calls for Investigation," IPVM, Dec. 1, 2019, ipvm.com/reports/usg-lorex

وقد حصلت أكثر من مائة مدينة في الولايات المتحدة

Zack Whittaker, “US Towns Are Buying Chinese Surveillance Tech Tied to Uighur Abuses,” TechCrunch, May 24, 2021, techcrunch.com/2021/05/24/united-states-towns-hikvision-dahua-surveillance

ففي المستودعات الذكية

Joshua Brustein, “Warehouses Are Tracking Workers’ Every Muscle Movement,” Bloomberg, Nov. 5, 2019, www.bloomberg.com/news/articles/2019-11-05/am-i-being-tracked-at-work-plenty-of-warehouse-workers-are

وتجمع بعض الشركات مثل Vigilant Solutions

Kate Crawford, Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence (New Haven, Conn.: Yale University Press, 2021)

حتى البيتزا التي تأخذها من المطعم

Joanna Fantozzi, “Domino’s Using AI Cameras to Ensure Pizzas Are Cooked Correctly,” Nation’s Restaurants News, May 29, 2019, www.nrn.com/quick-service/domino-s-using-ai-cameras-ensure-pizzas-are-cooked-correctly

قبل الموجة القادمة ضع في اعتبارك أن رواية حديثة عن مدن المراقبة الفاسدة مثل رواية ديف إيجرز The Every لم تقدم جديدًا من حيث ما يخضع للمراقبة على وجه التحديد،

ولا تُقدَّم باعتبارها خيالًا علميًا بعيد المنال، بل باعتبارها هجاءً ساخرًا لشركات التكنولوجيا المعاصرة.

الذي ربما يكون الجهة غير الحكومية المحلل هو العميد المتقاعد عساف أوريون من معهد لدراسات الأمن القومي.

The Future of U.S.-Israel Relations Symposium," Council on Foreign" Relations, Dec. 2, 2019, www.cfr.org/event/future-us-israel-relations-symposium, quoted in Kali Robinson, "What Is Hezbol-lah?," Council on Foreign Relations, May 25, 2022, www.cfr.org/backgrounder/what-hezbollah

كما أنه يدير مختلف الأنشطة التجارية انظر، على سبيل المثال،

Explained: How Hezbollah Built a Drug Empire via Its 'Narcoterrorist" Strategy,' " Arab News, May 3, 2021, www.arabnews.com/node/1852636/middle-east

إنه بالأحرى كيان "هجين"

Lina Khatib, "How Hezbollah Holds Sway over the Lebanese State," Chatham House, June 30, 2021, www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-06/2021-06-30-how-hezbollah-holds-sway-over-the-lebanese-state -khatib.pdf

إلا أن الموجة القادمة سيحدث ذلك ببساطة عن طريق توسيع بعض الاتجاهات القائمة إلى درجة كبيرة، حيث تتولى بعض الجهات الفاعلة الخاصة، كما هو الحال في المركزية، المزيد

من الأدوار التي كان يُعتقد وفقًا للتقاليد المأثورة أنها حكر على الدولة. انظر، على سبيل المثال،

Rodney Bruce Hall and Thomas J. Biersteker, The Emergence of Private Authority in Global Governance (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2002)

فلنتذكر أنه خلال العقد الماضي فقط

Renewable Power Generation Costs in 2019," IRENA, June 2020," www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019

إن خبراء التكنولوجيا المفرطين في التحرر

James Dale Davidson and William Rees-Mogg, The Sovereign Individual: Mastering the Transition to the Information Age (New York: Touchstone, 1997)

وهم يشجعون التخلص من الخدمات

Peter Thiel, "The Education of a Libertarian," Cato Unbound, April 13, 2009, www.cato-u nbound.org/2009/04/13/peter-thiel/education - libertarian

انظر

Balaji Srinivasan, The Network State (1729 publishing, 2022)

للحصول على نظرة أكثر عمقًا حول الكيفية التي يمكن بها للبنيات التكنولوجية أن تحل محل الدولة القومية.

الفصل ١٢: المعضلة

كان عدد سكان إنجلترا

Niall Ferguson, Doom: The Politics of Catastrophe (London: Allen Lane, 2021), 131

تسببت الحرب العالمية الأولى في مقتل الأرقام مأخوذة من نفس المرجع السابق.

يمكن لفيروس جديد قابل للانتقال بين البشر الأرقام مأخوذة من إحاطة سرية، لكننا نستنتج أن خبراء الأمن البيولوجي يعتبرونها معقولة.

ليس من الصعب أن نرى من اللافت للنظر أن ثلث العلماء الذين يعملون في مجال الذكاء الاصطناعي يعتقدون أنه قد يؤدي إلى كارثة.

Jeremy Hsu, "A Third of Scientists Working on AI Say It Could Cause Global Disaster," New Scientist, Sept. 22, 2022, www.newscientist .com/article/2338644-a-third-of-scientists-working-on-ai-say-it-could- cause-global -disaster

تأسست طائفة أوم شينريكيو انظر

Richard Danzig and Zachary Hosford, "Aum Shinrikyo— Second Edition— En glish," CNAS, Dec. 20, 2012, www.cnas.org/publications/reports/aum- shinrikyo-second-edition-english; and Philipp C. Bleak, "Revisiting Aum Shinrikyo: New Insights into the Most Extensive Non-state Bio logical

Weapons Program to Date," James Martin Center for Nonproliferation Studies, Dec. 10, 2011, www.nti.org/analysis/articles/revisiting-aum-shinrikyo-new -insights-most-extensive-non-state-biological-weapons-program-date-1

تشير التقديرات إلى أن طائفة أوم شينريكيو

Federation of American Scientists, "The Operation of the Aum," in Global Proliferation of Weapons of Mass Destruction: A Case Study of the Aum Shinrikyo, Senate Government Affairs Permanent Subcommittee on Investigations, Oct. 31, 1995, irp.fas.org/congress/1995_rpt/aum/part04.htm

كما يلخص تقرير عن التداعيات

".Danzig and Hosford, "Aum Shinrikyo

حتمًا سيقول البعض انظر، على سبيل المثال،

Nick Bostrom, "The Vulnerable World Hypothesis," Sept. 6, 2019, nickbostrom.com/papers/vulnerable.pdf

للاطلاع على ما يُحتمل أن يكون أحدث نسخة من هذه الأطروحة. في تجربة فكرية تستجيب لاحتمالية ظهور "الأسلحة النووية السهلة"، يتصور نِك بوستروم "بانوبتيكون عالي التكنولوجيا" حيث يكون لكل فرد "بطاقة حرية"، "يرتديها حول رقبته وتحتوي على ميكروفونات وكاميرات متعددة الاتجاهات. ويجري رفع الصورة والصوت المشفرين بشكل مستمر من الجهاز إلى السحابة وتفسيرهما آليًا في الوقت الفعلي. وتعمل خوارزميات الذكاء الاصطناعي على تصنيف أنشطة مرتديها، وحركات يديه، والأشياء

القريبة منه، وغيرها من الإشارات الظرفية. وإذا رصدت أي نشاط مثير للريبة، تنقل المقاطع إلى إحدى محطات المراقبة الوطنية العديدة".

حيث إن هذه الموجة توفر كلًا من الدافع

Martin Bereaja et al., "AI-tocracy," Quarterly Journal of Economics, March 13, 2023, academic.oup.com/qje/advance-article-abstract/doi/10.1093/qje/qjad012/7076890

وبين هاتين الحالتين يتوقع بالاجي سرينيفاسان شيئًا شبيهًا جدًا بهذه النتيجة، حيث تكون أمريكا هي الزومبي، والصين هي الشيطان: "بينما تنحدر أمريكا إلى الفوضى، يشير الحزب الشيوعي الصيني إلى نظامه الفعال لكنه يتسم بقدر كبير من عدم الحرية باعتباره البديل الوحيد، ويصدّر نسخة جاهزة من دولة المراقبة خاصته إلى دول أخرى باعتبارها الإصدار التالي من مبادرة "الحزام والطريق"، وجزءًا من "البنية التحتية" التي تأتي في حزمة كاملة مع اشتراك SaaS في عين الذكاء الاصطناعي الصينية التي ترى كل شيء".

Srinivasan, The Network State, 162

تحدث فيلسوف التكنولوجيا

Isis Hazewindus, "The Threat of the Megamachine," IfThenElse, Nov. 21, 2021, www.ifthenelse.eu/blog/the-threat-of-the-megamachine

تشير دراسة استقصائية لستين حضارة

Michael Shermer, "Why ET Hasn't Called," Scientific American, Aug. 2002, michaelshermer.com/sciam-columns/why-et-hasnt-called

فمن دون تقنيات جديدة

Ian Morris, Why the West Rules— for Now: The Patterns of History and What They Reveal About the Future (London: Profile Books, 2010); Tainter, The Collapse of Complex Societies; Diamond, Collapse

على مدى القرن المقبل

Stein Emil Vollset et al., "Fertility, Mortality, Migration, and Population Scenarios for 195 Countries and Territories from 2017 to 2100: A Forecasting Analysis for the Global Burden of Disease Study," Lancet, July 14, 2020, www.thelancet.com/article/S0140-6736(20)30677-2/fulltext

فثمة بلدان مثل اليابان، وألمانيا

Peter Zeihan, The End of the World Is Just the Beginning: Mapping the Collapse of Globalization (New York: Harper Business, 2022)

تشكل الصين جزءًا رئيسيًا

Xiujian Peng, "Could China's Population Start Falling?" BBC Future, June 6, 2022, www.bbc.com/future/article/20220531-why-chinas-population-is-shrinking

وكل هذا يعني

Zeihan, The End of the World Is Just the Beginning, 203

ومن المتوقع أن يرتفع الطلب على الليثيوم والكوبالت

Climate-Smart Mining: Minerals for Climate Action," World Bank," www.worldbank.org/en/topic/extractiveindustries/brief/climate-smart-mining-minerals-for-climate-action

ونظرًا لقيود السكان والموارد

Galor, The Journey of Humanity, 130

في عام ١٩٥٥، أي في أواخر حياته

ohn von Neumann, "Can We Survive Technology?," in The Neumann Compendium (River Edge, N.J.: World Scientific, 1995), geosci .uchicago.edu/~kite/doc/von_Neumann_1955.pdf

الفصل ١٣: يجب أن يكون الاحتواء ممكنًا

أنى لها أن تحسب حساب عصر

David Cahn et al., "AI 2022: The Explosion," Coatue Venture, coatue-external.notion.site/AI-2022-The-Explosion-e76afd140f824f2eb6b049c5b85a7877

فكما رأينا، حتى الدول الغنية

GHS Index Country Profile for United States," Global Health 2021" Security Index, www.ghsindex.org/country/united-states

ومع ذلك، فقد أدت قائمة القرارات الكارثية

Edouard Mathieu et al., “Coronavirus (COVID-19) Deaths,” Our World in Data, ourworldindata.org/covid-deaths

لقد بلغت الميزانيات الوطنية المخصصة لمثل هذه الأمور على سبيل المثال، مقارنة بما كانت عليه الميزانية الفيدرالية الأمريكية خلال الإنفلونزا الآسيوية عام ١٩٥٧، فإنها الآن أكبر بكثير، من حيث القيمة المطلقة بالطبع، لكن أيضًا كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي (١٦,٢ في المائة مقابل ٢٠,٨ في المائة). في عام ١٩٥٧ لم تكن هناك وزارة مخصصة للصحة، وكان المركز السابق لمراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها لا يزال منظمة ناشئة نسبيًا عمرها أحد عشر عامًا.

Ferguson, Doom, 234

ربما يكون التشريع الأكثر طموحًا

The Artificial Intelligence Act,” Future of Life Institute,“ artificialintelligenceact.eu

حيث يزعم البعض أنه يركز أكثر من اللازم انظر، على سبيل المثال،

FLI Position Paper on the EU AI Act,” Future of Life Institute, Aug. 4,“ 2021, futureoflife.org/wp-content/uploads/2021/08/FLI-Position-Paper-on-the-EU-AI-Act.pdf?x72900

وأيضًا

David Matthews, “EU Artificial Intelligence Act Not ‘Futureproof,’ Experts Warn MEPs,” Science Business, March 22, 2022,

sciencebusiness.net/news/eu-artificial-intelligence-act -not-futureproof-experts-warn-meps

ويعتقد البعض أنه يسمح لشركات التكنولوجيا الكبرى

Khari Johnson, "The Fight to Define When AI Is High Risk," Wired, Sept. 1, 2021, www.wired.com/story/fight-to-define-when-ai-is -high-risk

ومع ذلك، فإن ١,٣٥ مليون شخص

"Global Road Safety Statistics," Brake, www.brake.org .uk/get-#involved/take-action/mybrake/knowledge-centre/global-road-safety

فقد أصدرت الحكومة

Jennifer Conrad, "China Is About to Regulate AI—and the World Is Watching," Wired, Feb. 22, 2022, www.wired.com/story/china-regulate-ai-world-watching

وقد حظرت بشكل استباقي العديد

Christian Smith, "China's Gaming Laws Are Cracking Down Even Further," SVG, March 15, 2022, www.svg.com/799717/chinas-gaming-laws-are-cracking-down-even-further

إن مسودة تنظيم خوارزميات التوصية

"The National Internet Information Office's Regulations on the Administration of Internet Information Service Algorithm

Recommendations (Draft for Comment) Notice of Public Consultation,” Cyberspace Administration of China, Aug. 27, 2021, www.cac.gov.cn/2021-08/27/c_1631652502 874117.htm

فهي لا تصف كيف يمكن للدول انظر، على سبيل المثال،

Alex En gler, “The Limited Global Impact of the EU AI Act,” Brookings, June 14, 2022, www.brookings.edu/blog/techtank/2022/06/14/the-limited-global-impact-of-the-eu-ai-act

وتشير دراسة أجريت على ٢٥٠٠٠ معاهدة دولية إلى أنها لا تحقق أهدافها في أغلب الأحيان. انظر

Steven J. Hoffman et al., “International Treaties Have Mostly Failed to Produce Their Intended Effects,” PNAS, Aug. 1, 2022, www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2122854119

إن أدمغتنا البدائية انظر

eorge Marshall, Don’t Even Think About It: Why Our Brains Are Wired to Ignore Climate Change (New York: Bloomsbury, 2014)

للحصول على شرح تفصيلي لهذه النقطة.

منذ عهد قريب، في السبعينيات من القرن الماضي

Rebecca Lindsey, “Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide,” Climate.gov, June 23, 2022, www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide

الفصل ١٤: عشر خطوات نحو الاحتواء

وقد نشرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية

IAEA Safety Standards,” Inter national Atomic Energy Agency,“ www.iaea.org/resources/safety-standards/search?facility =All&term_node_tid_depth_2=All&field_publication_series_info_value= &combine=&items_per_page=100

فالجهة الرئيسية المنوطة بمراقبة الأسلحة البيولوجية

Toby Ord, The Precipice: Existential Risk and the Future of Humanity (London: Bloomsbury, 2020), 57

لا يزال عدد الباحثين في مجال سلامة الذكاء الاصطناعي

Benaich and Hogarth, State of AI Report 2022

ونظرًا لوجود حوالي للحصول على تقدير لعدد الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي، انظر

What Is Effective Altruism?,”“ www.effectivealtruism.org/articles/introduction-to-effective -altruism#fn-15

كانت مهمات أبولو الأصلية

Benefits from Apollo: Giant Leaps in Technology,” NASA Facts, July“ 2004, www.nasa.gov/sites/default/files/80660main _ApolloFS.pdf

إن إطلاق هذه المصابيح لضوء

Kevin M. Esvelt, “Delay, Detect, Defend: Preparing for a Future in Which Thousands Can Release New Pandemics,” Geneva Centre for Security Policy, Nov. 14, 2022, dam.gcsp.ch/files/doc/gcsp-geneva-paper-29-22

ثمة عمل رائع يجري إنجازه أيضًا

Jan Leike, “Alignment Optimism,” Aligned, Dec. 5, 2022, aligned.substack.com/p/alignment-optimism

يقترح عالم الكمبيوتر ستيوارت راسل

Russell, Human Compatible

وهذا يعني مهاجمة أنظمتك

Deep Ganguli et al., “Red Teaming Language Models to Reduce Harms: Methods, Scaling Behaviors, and Lessons Learned,” arXiv, Nov. 22, 2022, arxiv.org/pdf/2209.07858.pdf

على الجانب الفني

Sam R. Bowman et al., “Measuring Progress on Scalable Oversight for Large Language Models,” arXiv, Nov. 11, 2022, arxiv.org/abs/2211.03540

في الوقت الحاضر، يخضع مجرد جزء صغير

Security DNA Project, “Securing Global Biotechnology,” SecureDNA, www.securedna.org

كان شي جين بينج قلقًا

Ben Murphy, “Chokepoints: China’s Self-Identified Strategic Technology Import Dependencies,” Center for Security and Emerging Technology, May 2022, cset.georgetown.edu/publication/chokepoints

في الواقع، تنفق الصين على استيراد

Chris Miller, Chip War: The Fight for the World’s Most Critical Technology (New York: Scribner, 2022)

وقد حدد أحد المديرين التنفيذيين في مجال التكنولوجيا

Demetri Sevastopulo and Kathrin Hille, “US Hits China with Sweeping Tech Export Controls,” Financial Times, Oct. 7, 2022, www.ft.com/content/6825bee4-52 a7-4c86-b1aa-31c100708c3e

هناك إجماع على أن هذا سوف يضر

Gregory C. Allen, “Choking Off China’s Access to the Future of AI,” Center for Strategic & International Studies, Oct. 11, 2022, www.csis .org/analysis/choking-chinas-access-future-ai

ولو تطلب الأمر مئات المليارات

Julie Zhu, “China Readying $143 Billion Package for Its Chip Firms in Face of U.S. Curbs,” Reuters, Dec. 14, 2022, www.reuters.com/technology/china-plans-over-143-bln-push-boost-domestic-chips-compete-with -us-sources-2022-12-13

ومؤخرًا، عملت شركة إنفيديا

Stephen Nellis and Jane Lee, “Nvidia Tweaks Flagship H100 Chip for Export to China as H800,” Reuters, March 22, 2023, www.reuters.com/technology/nvidia-tweaks-f lagship-h100-chip-export-china-h800-2023-03-21

وتُعد آلات ASML علاوة على ذلك، لا يقتصر الأمر على الآلات فحسب، بل هناك مصنِّع واحد فقط للعديد من الأجزاء المكونة لها، مثل أجهزة الليزر المتطورة من Cymer أو المرايا من Zeiss التي تتسم بشدة النقاء لدرجة أنها لو كانت بحجم ألمانيا، فلن تتعدى الانبعاجات فيها بضعة ملليمترات فقط.

تسيطر هذه الشركات الثلاث انظر، على سبيل المثال،

Michael Filler on Twitter, May 25, 2022, twitter.com/michaelfiller/status/1529633698961833984

ووقوع أزمة في العناصر الأرضية

Where Is the Greatest Risk to Our Mineral Resource Supplies?,” USGS,“ Feb. 21, 2020, www.usgs.gov/news/national-news-release/new-methodology-identifies-mineral-commodities-whose-supply-disruption?qt-news _science_products=1#qt-news_science_products

لاحظ أن حوالي ٨٠ في المائة من الكوارتز عالي الجودة

Zeihan, The End of the World Is Just the Beginning, 314

في الواقع، يصبح الانتقاد اللاذع في بعض الأحيان

Lee Vinsel, "You're Doing It Wrong: Notes on Criticism and Technology Hype," Medium, Feb. 1, 2021, sts-news.medium.com/youre-doing-it-wrong-notes-on-criticism-and-technology-hype-18b08b4307e5

لقد تضاعفت الأبحاث المتعلقة بالذكاء الاصطناعي الأخلاقي

AI Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence, Artificial Intelligence Index Report 2021

ومع ذلك، لا تزال أوجه القصور الكبيرة على سبيل المثال،

Shannon Vallor, "Mobilising the Intellectual Resources of the Arts and Humanities," Ada Lovelace Institute, June 25, 2021, www.adalovelaceinstitute.org/blog/mobilising-intellectual-resources-arts-humanities

حيث أشار النشطاء، الذين شكلوا ائتلافًا

Kay C. James on Twitter, March 20, 2019, twitter.com/KayColesJames/status/1108365238779498497

هناك فرصة جيدة لحدوث تغيير إيجابي

B Corps ‘Go Beyond’ Business as Usual,’’ B Lab, March 1, 2023,‘‘
www.bcorporation.net/en-us/news/press/b-corps-go-beyond-business-as-usual-for-b-corp-month-2023

فعلى الرغم من أن الشركات اليوم تمسك

U.S. Research and Development Funding and Performance: Fact Sheet,’’‘‘
Congressional Research Service, Sept. 13, 2022,
sgp.fas.org/crs/misc/R44307.pdf

فالاستثمار في تعليم وأبحاث العلوم والتكنولوجيا انظر، على سبيل المثال،

Mariana Mazzucato, The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths (London: Anthem Press, 2013)

وإلا، يمكن أن تصل رواتب القطاع الخاص يتقاضى رئيس الأمن السيبراني في وزارة الخزانة البريطانية عُشر راتب نظرائه في القطاع الخاص: انظر

Jontafkasi on Twitter, March 29, 2023,@
mobile.twitter.com/Jontafkasi/status/1641193954778697728

ويجب أن تكون مهمتهم الأولى ثمة توضيح جيد لهذه النقاط في

Jess Whittlestone and Jack Clark, ‘‘Why and How Governments Should Monitor AI Development,’’ arXiv, Aug. 31, 2021,
arxiv.org/pdf/2108.12427.pdf

في عام ٢٠١٥، لم يكن هناك أي تشريع

Legislation Related to Artificial Intelligence,” National Conference of State“ Legislatures, Aug. 26, 2022, www.ncsl.org/research/tele communications-and-information-technology/2020-legislation-related-to-artificial-intelligence.aspx

ويحصي مرصد سياسات الذكاء الاصطناعي

National AI Policies & Strategies,” OECD AI Policy Observatory,“ oecd.ai/en/dashboards/overview

في عام ٢٠٢٢، أصدر البيت الأبيض

Fact Sheet: Biden-Harris Administration An nounces Key Actions to“ Advance Tech Accountability and Protect the Rights of the American Public,” White House, Oct. 4, 2022, www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2022/10/04/fact-sheet-biden-harris-administration-announces -key-actions-to-advance-tech-accountability-and-protect-the-rights-of-the-american -public

اليوم، تُفرض ضريبة على العمالة الأمريكية

Daron Acemoglu et al., “Taxes, Automation, and the Future of Labor,” MIT Work of the Future, mitsloan.mit.edu/shared/ods/documents ? PublicationDocumentID=7929

ويُطلق على هذا أحيانًا اسم

Arnaud Costinot and Ivan Werning, “Robots, Trade, and Luddism: A Sufficient Statistic Approach to Optimal Technology Regulation,” Review of Economic Studies, Nov. 4, 2022, academic.oup.com/restud/advance-article /doi/10.1093/restud/rdac076/6798670

زعم الاقتصاديون في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا

Daron Acemoglu et al., “Does the US Tax Code Favor Automation?,” Brookings Papers on Economic Activity (Spring 2020), www.brookings.edu/wp-content/uploads/2020/12/Acemoglu-FINAL-WEB.pdf.

في عصر أنظمة الذكاء الاصطناعي المؤسسية

Sam Altman, “Moore’s Law for Everything,” Sam Altman, March 16, 2021, moores.samaltman.com

فقد حُظر استخدام أسلحة الليزر المسببة للعمى

The Convention on Certain Conventional Weapons,” United Nations,“ www.un.org/disarmament/the-convention-on-certain-conventional-weapons

وجدت دراسة أُجريت على ١٠٦ من الدول

Françoise Baylis et al., “Human Germline and Heritable Genome Editing: The Global Policy Landscape,” CRISPR Journal, Oct. 20, 2020, www.liebertpub.com/doi/10.1089/crispr.2020.0082

في أعقاب أول تعديل

Eric S. Lander et al., “Adopt a Moratorium on Heritable Genome Editing,” Nature, March 13, 2019, www.nature.com/articles/d41586-019-00726-5

وفي مستهل العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين

Peter Dizikes, “Study: Commercial Air Travel Is Safer Than Ever,” MIT News, Jan. 23, 2020, news.mit.edu/2020/study-commercial-flights-safer-ever-0124

ثم التقينا من جديد في عام ٢٠١٧

AI Principles,” Future of Life Institute, Aug. 11, 2017, future“ oflife.org/open-letter/ai-principles

وكان يعتقد أن المسئولية الاجتماعية والأخلاقية

Joseph Rotblat, “A Hippocratic Oath for Scientists,” Science, Nov. 19, 1999, www.science.org/doi/10.1126/science.286.5444.1475

لأننا نبني التكنولوجيا انظر، على سبيل المثال، مقترحات من

Rich Sutton, “Creating Human-Level AI: How and When?,” University of Alberta, Canada, -futureoflife.org/data/PDF/rich_sutton.pdf?x72900; Azeem Azhar, “We are the ones who decide what we want from the tools we build” (Azhar, Exponential, 253)

أو

Kai-Fu Lee, “We will not be passive spectators in the story of AI—we are the authors of it” (Kai-Fu Lee and Qiufan Cheng, AI 2041: Ten Visions for Our Future [London: W. H. Allen, 2021, 437])

والتواصل حول الذكاء الاصطناعي

Patrick O’Shea et al., “Communicating About the Social Implications of AI: A FrameWorks Strategic Brief,” FrameWorks Institute, Oct. 19, 2021, www.frameworksinstitute.org/publication/communicating-about-the-social-implications-of-ai-a-frameworks-strategic-brief

تشير الأبحاث إلى أنه عندما

Stefan Schubert et al., “The Psychology of Existential Risk: Moral Judgments About Human Extinction,” Nature Scientific Reports, Oct. 21, 2019, www.nature.com/articles/s41598-019-50145-9

وفي الوقت نفسه توفر مجالس المواطنين

Aviv Ovadya, “ Towards Platform Democracy,” Harvard Kennedy School Belfer Center, Oct. 18, 2021, www.belfercenter.org/publication/ towards-platform-democracy-policymaking-beyond-corporate-ceos -and-partisan-pressure

وبالرجوع إلى مبادئ أسيلومار

Pause Giant AI Experiments: An Open Letter,” Future of Life Institute,“ March 29, 2023, futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments

وقُدمت شكوى ضد نماذج اللغة الكبيرة

Adi Robertson, "FTC Should Stop OpenAI from Launching New GPT Models, Says AI Policy Group," The Verge, March 30, 2023, www.theverge.com/2023/3/30/23662101/ftc-openai-investigation-request-caidp-gpt-text-generation-bias

يقدم لنا كيفن إسفلت، عالم التكنولوجيا الحيوية

".Esvelt, "Delay, Detect, Defend

للحصول على مثال آخر على النهج الشامل لاستراتيجية الاحتواء، انظر

Allison Duettmann, "Defend Against Physical Threats: Multipolar Active Shields," Foresight Institute, Feb. 14, 2022, foresightinstitute.substack.com/p/defend-physical

يتفق الخبير الاقتصادي دارون عاصم أوغلو

Daron Acemoglu and James Robinson, The Narrow Corridor: How Nations Struggle for Liberty (London: Viking, 2019)

الحياة بعد عصر الأنثروبوسين

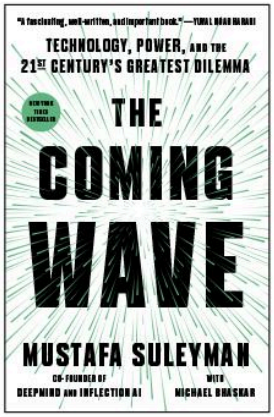
يجب أن تعمل التكنولوجيا على تعزيز انظر، على سبيل المثال، حججًا مثل الواردة في

Divya Siddarth et al., "How AI Fails Us," Edmond and Lily Safra Center for Ethics, Dec. 1, 2021, ethics.harvard.edu/how-ai-fails-us

نبذة عن المؤلفين

مصطفى سليمان هو الرئيس التنفيذي لقسم الذكاء الاصطناعي بشركة مايكروسوفت. وسابقًا، كان الرئيس التنفيذي والمؤسس المشارك لشركة إنفليكشن إيه آي. وقبل ذلك، كان قد شارك في تأسيس شركة ديب مايند، وهي إحدى الشركات الرائدة عالميًا في الذكاء الاصطناعي، وبعد أن قضى فيها عقدًا من الزمن، أصبح نائبًا لرئيس إدارة منتجات الذكاء الاصطناعي وسياسة الذكاء الاصطناعي في جوجل. عندما كان سليمان طالبًا في جامعة أكسفورد، ترك الدراسة للمساعدة في تأسيس خدمة استشارات هاتفية غير ربحية. وهو يعيش في بالو ألتو، كاليفورنيا.

مايكل باسكار كاتب وناشر مقيم في المملكة المتحدة. وهو مؤلف The Content Machine، و Curation، و Human Frontiers.



نحن نقترب من عتبة حرجة في تاريخ نوعنا. كل شيء على وشك التغيير.

سنعيش محاطين بالذكاء الاصطناعي. سوف يقومون بمهام معقدة؛ تشغيل الشركات، وإنتاج محتوى رقمي غير محدود، وتشغيل الخدمات الحكومية الأساسية، وصيانة البنية التحتية. سيكون هذا عالمًا من طابعات الحمض النووي وأجهزة الكمبيوتر الكمومية، ومسببات الأمراض المهندسة والأسلحة المستقلة، ومساعدي الروبوتات والطاقة الوفيرة. إنه لا يمثل أقل من تغيير تدريجي في القدرة البشرية.

نحن لسنا مستعدين.

إشادات مسبقة بكتاب
الموجة القادمة

"كتاب زاخر بالحقائق المثيرة للاهتمام، والحجج الآسرة، والملاحظات المقنعة؛ إنه كتاب لا غنى عن قراءته".

- دانيال كانيمان،
المؤلف الأكثر مبيعًا وفقًا لصحيفة نيويورك تايمز
لكتاب *Thinking, Fast and Slow*

"هادئ وعملي وأخلاقي للغاية... قراءته آسرة".

- أنجيلا كين،
الوكيلة السابقة للأمين العام للأمم المتحدة

"دليلًا متبحرًا وثاقب البصيرة لتاريخ التغير التكنولوجي الجذري وأيضًا للتحديات السياسية العميقة التي تنتظرنا".

- آن أبلباوم،
مؤرخة حائزة على جائزة بوليتزر

"استثنائي... لا يمكن تمويته على الإطلاق".

- إيريك شميدت، الرئيس التنفيذي السابق لشركة جوجل

"واضح ومتعاطف ولا هوادة فيه".

- تشي لو،
مدير العمليات السابق في شركة Baidu،
ونائب الرئيس التنفيذي السابق لشركة Microsoft Bing

"عبقري... يواجه ما قد يكون السؤال الأكثر أهمية في قرننا: كيف يمكننا التأكد من أن الثورات التكنولوجية المذهلة وسريعة الخطى التي تنتظرنا ستخلق العالم الذي نريده؟".

- إريك لاندر،
المدير المؤسس لمعهد برود بمعهد ماساتشوستس
للتكنولوجيا وجامعة هارفارد

"دليل ممتاز للتعامل مع أوقات لم يسبق لها مثيل".

- بيل جيتس،
المؤسس المشارك لشركة مايكروسوفت

"رائع حقًا وطموح ولا يمكن تجاهله... إنجاز كبير يستخدم الحجج المقنعة".

- نوريل روبيني،
أستاذ فخري في جامعة نيويورك

"خارطة طريق عملية ومتفائلة".

- ستيوارت راسل،
أستاذ علوم الكمبيوتر
في جامعة كاليفورنيا، بيركلي

"مسح بانورامي ودعوة مدوية للعمل... ينبغي للجميع قراءته".

- فِي - فِي لي،
المديرة المشاركة لمعهد الذكاء الاصطناعي
المرتكز على الإنسان بجامعة ستانفورد

"نداء تنبيهي شجاع... كتاب لا غنى عن قراءته".

- تريستان هاريس،
المؤسس المشارك لمركز التكنولوجيا الإنسانية

"كتاب استثنائي وضروري... يفارق المرء الكتاب وبداخله شعور بالنشاط والسعادة الغامرة لكونه على قيد الحياة الآن".

- آلان دي بوتون،
الفيلسوف والمؤلف الأكثر مبيعًا

ISBN 628-1072-15-626-8
6 281072 156268
282209838

امسح الكود للنسخة الإلكترونية

مكتبة جرير
JARIR BOOKSTORE
... not just a Bookstore

1. الغلاف
2. 2
3. إشادات مسبقة بكتاب الموجة القادمة
4. مسرد المصطلحات الرئيسية
5. تقديم
6. الاحتواء غير ممكن
7. الإنسان التكنولوجي
8. انتشار متواصل
9. مشكلة الاحتواء
10. الموجة التالية
11. تكنولوجيا الذكاء
12. تكنولوجيا الحياة
13. الموجة الأوسع
14. السمات الأربع للموجة القادمة
15. حوافز لا يمكن إيقافها
16. دول الفشل
17. الصفقة الكبرى
18. مضخمات الهشاشة
19. مستقبل الأمم
20. المعضلة
21. عبر الموجة
22. يجب أن يكون الاحتواء ممكناً
23. عشر خطوات نحو الاحتواء
24. الحياة بعد عصر الأنثروبوسين

25. شكر وتقدير
26. ملاحظات
27. نبذة عن المؤلفين
28. 28