



Original Article: <https://www.wired.com/2000/04/joy-2/>

Original Text's Word Count: 11,953

**Total: USD 836.70**

## لماذا لا يحتاج إلينا المستقبل؟

كنت على اهتمام كبير بالأبعاد الأخلاقية منذ أن شاركت في إنشاء تكنولوجيات جديدة خلال عام 1998، حيث كنت على علم بمدى خطورة ما نواجهه في القرن الحادي والعشرين. بدأ ذلك الشعور حين التقيت راي كورزويل (Ray Kurzweil)، المخترع الشهير الذي تمكّن بجدارة من صنع آلة القراءة الأولى للمكفوفين والعديد من المخترعات الأخرى المدهشة.

كان راي كورزويل وأنا متحدثان في مؤتمر جورج فليدرز تيليكوسم (George Gilder's Telecosm)، حين التقيته مصادفة في حانة الفندق بعد انتهاء كلتا الدورتين. كنت جالساً مع جون سيرل (John Searle) فيلسوف جامعة بيركلي الذي يدرس العلوم المتعلقة بالوعي. بينما كنا نتحدث، اقترب راي (Ray) وبدأت محادثة حول الموضوع الذي يطاردني حتى يومنا هذا.

حدث وأن تغيبت عن الفقرة التي تحدث فيها راي (Ray) خلال المؤتمر، والفقرة التي تليها حيث تحدّث كل من راي (Ray) وجون (John)، وهما الآن يكملان الحديث عما بدأه في الفقرة المشتركة. كان راي (Ray) يقول أن نمط تحسين التكنولوجيا سيستمر ويتطور بشكل كبير، وأننا سنصبح يوماً روبوتات أو تنصهر أجزاء منا على الأقل بالروبوتات، أو شيء من هذا القبيل، فيما يعارضه جون (John) حيث استحالة حدوث ذلك، لأن الروبوتات لا يمكن أن تكون واعية.

كنت قد سمعت مثل هذا الحديث من قبل، وقد شعرت دائماً بأن الروبوتات أمر عابر في مجال الخيال العلمي. ولكنني الآن أسمع حجة قوية من شخص أحترمه، يؤكد إمكانية حدوث ذلك على المدى القريب. تفاجأت حقيقة بالنظر إلى قدرة راي (Ray) الحقيقية على تخيل وخلق المستقبل. كنت أعرف بالفعل أن التكنولوجيات الجديدة مثل الهندسة الوراثية وتكنولوجيا النانو تعطينا القدرة على إعادة تشكيل العالم، ولكن فاجأني السيناريو الواقعي الوشيك الحدوث للروبوتات الذكية.



قد يكون من السهل التغافل عن مثل هذه التصريحات أو الأخبار غير العادية، حيث نسمع في الأخبار تقريباً كل يوم ظهور أو حدوث نوعٍ ما من التقدم التكنولوجي أو العلمي، ومع ذلك لم يكن هذا التنبؤ بالأمر العادي. في حانة الفندق، أعطاني راي (Ray) نسخة أولية جزئية من كتابه "عصر الآلات الروحية" (The Age of Spiritual Machine) الذي كان موجوداً آنذاك، والذي أوجز فيه اليوتوبيا التي كان يتوقعها - حيث اقترب الإنسان فيه من الخلود من خلال تحوُّله إلى التكنولوجيا الروبوتية. شعرت عند قراءته بعدم الارتياح، فهيمت أنه كان عارفاً بأهمية التقليل من المخاطر، وتقليل احتمال حدوث نتائج سيئة على هذا الطريق. لقد وجدت نفسي مضطرباً أكثر من قبل حين مررت بتفاصيل سيناريو ديستوبيا:

### تحدي لوديت الجديد:

لنفترض قبل كل شيء أن أن علماء الكمبيوتر نجحوا في تطوير آلات ذكية يمكنها فعل كل شيء أفضل مما يمكن أن يقوم به البشر. سنفترض في هذه الحالة أن كل عمل سيتم من قبل نظم واسعة ومنظمة للغاية من الآلات وليس هناك حاجة إلى بذل جهد بشري. وربما يحدث ذلك من خلال إحدى الحالتين: قد يسمح للآلات باتخاذ جميع قراراتها دون رقابة بشرية، أو يمكن الاحتفاظ بالرقابة البشرية على الآلات.

إن كان سيسمح للآلات اتخاذ جميع القرارات الخاصة بهم، فلن يمكننا تخمين النتائج، لأنه من المستحيل تخمين تصرفاتها. ويمكننا تخيل أن أن مصير الجنس البشري سيكون تحت رحمة الآلات. ويمكن القول بأن الجنس البشري لن يكون أحمقاً أبداً بما فيه الكفاية لتسليم كل السلطة للآلات. ولكننا في المقابل لا نقترح أن الجنس البشري سيحول طوعاً للسلطة للآلات، ولا أن الآلات ستستولي عمداً على السلطة. ما نقترحه أو نتخيله هنا هو أن الجنس البشري قد يسمح لنفسه بسهولة أن ينجرف إلى الاعتماد على الآلات، وأنه لن يكون له خيار عملي غير قبول جميع قرارات الآلات. ومع تزايد تعقيدات المجتمع والمشاكل التي تواجهه، فيما تصبح الآلات أكثر ذكاءً، سيسمح الناس للآلات باتخاذ قرارات أكثر بدلاً عنهم، وذلك ببساطة لأن القرارات التي تتخذها الآلات ستحقق نتائج أفضل من النتائج التي قد يتخذها الإنسان. وفي نهاية المطاف يمكن الوصول إلى مرحلة تكون فيها القرارات اللازمة للحفاظ على تشغيل النظام معقدة جداً بحيث لن يكون البشر قادرين على اتخاذها بذكاء. في تلك المرحلة ستكون الآلات هي المسيطرة فعلياً، ولن يستطيع الناس الاستغناء عن الآلات بأي شكل من الأشكال أو توقيفها، لأن ذلك سيكون بمثابة الانتحار.

من ناحية أخرى؛ فمن الممكن الاحتفاظ بالسيطرة البشرية على الآلات، في هذه الحالة قد يكون الرجل العادي قادراً على السيطرة على بعض الأجهزة الخاصة التي يمتلكها مثل سيارته أو حاسوبه الشخصي، ولكن السيطرة على النظم الكبيرة من الآلات ستكون في أيدي نخبة صغيرة - كما هي اليوم، ولكن باختلافين اثنين. وبفضل التقنيات المحسنة، ستحصل النخبة على سيطرة أكبر على الجماهير؛ ولأن العمل الإنساني لن يكون ضرورياً، فإن الجماهير ستكون زائدة عن الحاجة، وهي عبء لا



طائل منه على النظام. وإذا كانت النخبة لا ترحم، فإنها قد تقرر ببساطة إبادة الكتلة البشرية. وإذا كانت إنسانية ورحيمة فإنها قد تستخدم الدعاية أو غيرها من التقنيات النفسية أو البيولوجية للحد من معدل المواليد حتى تنقرض البشرية، ويُترك العالم بأكمله للنخبة. أو، إذا كانت النخبة تتكون من ليبراليين طبيين القلب، فإنها قد تقرر أن تلعب دور الراعي الحريص على بقاء الجنس البشري. وسوف يرون أن الاحتياجات المادية للجميع متوفرة، وأن جميع الأطفال يُربون في ظل ظروف صحية ونفسية جيدة، وأن الجميع لديه هواية صحية لإبقائه مشغولاً، وأن أي شخص قد يصبح غير راض يخضع "لعلاج" لحلّ تلك "المشكلة". وبطبيعة الحال، سوف تكون الحياة لا غنى عنها حتى أن الناس سيكونون معالجين بيولوجياً أو فيزيائياً ومهندسين إما لإزالة حاجتهم لعملية السلطة أو جعلها صديقة، وتوجيهها إلى هواية غير مؤذية. وربما يكون هؤلاء البشر المهندسين سعداء في مثل هذا المجتمع، لكنهم بالتأكيد لن يكونوا أحراراً، وسيتم تغييرهم أو تحويلهم إلى حيوانات أليفة.<sup>1</sup>

لن تكتشف الكثير في الكتاب حتى تصل إلى الصفحة التي يشير فيها المؤلف إلى مقطع ثيودور كاتشينسكي - أونابومبر (Theodore Kaczynski - the Unabomber). أنا لا أعتذر عن كاتشينسكي. فقد قتلت قنابله ثلاثة أشخاص خلال حملة إرهابية استمرت 17 عاماً وأصابت الكثير. أصابت إحدى قنابله إصابة خطيرة صديقي ديفيد جيلرنتر (David Gelernter) أحد علماء الكمبيوتر الأكثر براعة وتبصراً في عصرنا الحالي. مثل العديد من زملائي، شعرت أنه من الممكن أن أكون هدفاً تالياً بسهولة لأونابومبر.

كانت أعمال كاتشينسكي قاتلة، ومن وجهة نظري، فهو جنائي مجنون. ومن الواضح أنه لوديت، ولكن قول ذلك ببساطة لا يعني رفض حجّته. كما كان من الصعب بالنسبة لي الاعتراف بمنطقيته في هذا المقطع، ما أجبرني على الاعتراف بذلك.

تصف رؤية كاتشينسكي المفترضة العواقب غير المقصودة، وهي مشكلة معروفة جيداً في تصميم واستخدام التكنولوجيا، كما أنها مشكلة ترتبط بوضوح بقانون ميرفي - "أي شيء يمكن حدوث خطأ فيه، سيحدث" (وفي الواقع هذا قانون فينغل، الذي يظهر في حد ذاته أن فينغل كان على حق). وقد أدى الاستخدام المفرط للمضادات الحيوية إلى حدوث مشكلة أكبر حتى الآن من حيث ظهور البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية وهي أكثر خطورة بكثير. حدثت أشياء مماثلة

1 نقل كورزويل اقتباساً من بيان كاتشينسكي في أونابومبر، الذي نشر بالاشتراك، تحت الإكراه، من قبل صحيفة نيويورك تايمز وواشنطن بوست في محاولة لإنهاء حملته الإرهابية. أنا أتفق مع ديفيد جيلرنتر، الذي قال عن قرارهم: "كانت دعوة صعبة للصحف، لنقول أنه نعم سيُعطى للإرهاب، وكل ما يعرفونه أنه كان يكذب على أية حال، ومن ناحية أخرى، كان علينا أن نقول نعم إنه قد يوقف القتل." كنت قد أخبرتهم بعدم النشر، وأنا سعيد لأنهم لم يسألوني. (رسم الحياة: النجاة من أونابومبر. فري بريس، 1997: 120).



عندما تسببت محاولات القضاء على بعوض الملاريا باستخدام دي دي تي (DDT) في الحصول على مقاومة (DDT). كما اكتسبت طفيليات الملاريا الجينات المقاومة للأدوية المتعددة<sup>2</sup>.

يبدو السبب وراء العديد من مثل هذه المفاجآت واضحاً: النظم المعنية معقدة، والتي تنطوي على التفاعل بين أجزاء كثيرة، وردود أفعال بين الكثير منها. وأي تغييرات تطراً على هذا النظام سيكون من الصعب التنبؤ به، وهو أمر صحيح حينما يتعلق الأمر بالأعمال البشرية المعنية.

بدأت في إخبار أصدقائي عن اقتباس كاتشينسكي اقتبس من كتاب عصر الآلات الروحية. وأود أن أعطيهم كتاب كورزويل، وأسمح لهم بقراءة الاقتباس، ومن ثم مشاهدة رد فعلهم حينما يكتشفون من كتبه. وجدت كتاب هانز مورافيك (Hans Moravec) الروبوتات: من مجرد آلات إلى عقل مفكّر (Robot: Mere Machine to Transcendent Mind) في الوقت ذاته. مورافيك أحد المنظمات الرائدة في مجال البحوث المتعلقة بالروبوتات، والتي كانت أكبر برنامج بحوث الروبوتات في العالم، في جامعة كارنيجي ميلون. منحي كتاب الروبوتات المزيد من المواد لمحاولة تجربتها على أصدقائي - المواد الداعمة بشكل مدهش لحجة كاتشينسكي. فمثلاً:

### المدى القصير (أوائل الألفية الثانية)

غالباً ما تفنى الكثير من الأحياء البيولوجية عندما تلتقي بمنافسين أقوى، فقبل عشرة ملايين سنة، تم فصل جنوب وأمريكا الشمالية بغرق مضيق بنما. وقد كانت أمريكا الجنوبية، مثل أستراليا اليوم، مأهولة بالثدييات الجرابية، بما في ذلك الكثير الفئران، الغزلان، والنمور. عندما ارتفع المضيق الذي يربط بين أمريكا الشمالية والجنوبية، استغرق الأمر بضعة آلاف من السنين للثدييات الشمالية، مع أيض أكثر فعالية قليلاً وأنظمة تناسلية وعصبية، لتهجير والقضاء على جميع الجرابيات الجنوبية تقريباً.

في سوق حرة تماماً، ستكون الروبوتات متفوقة بالتأكيد، وستؤثر على البشر كما أثرت الحيوانات في أمريكا الشمالية على الجرابيات في أمريكا الجنوبية (وكما أثر البشر على عدد لا يحصى من المخلوقات). سوف تتنافس الصناعات الروبوتية بقوة فيما بينها من أجل الطاقة والمساحة مما يؤدي إلى ارتفاع ثمنها إلى أبعد مما يستطيع البشر. وبسبب عدم القدرة على تحمل ضروريات الحياة، سيتعرض البشر البيولوجيون للخروج من الوجود.

2 غاربت، لوري. الطاعون القادم: الأمراض الناشئة حديثاً في عالم خارج التوازن. بينغين، 1994: 47-52، 414، 419، 452.



هناك على الأرجح مساحة للتنفس، لأننا لا نعيش في سوق حرة تماماً. ستضطر الحكومة إلى فرض سلوك غير تسويقي، لا سيما من خلال تحصيل الضرائب. ويمكن أن يؤدي الإكراه الحكومي المطبق بحكمة إلى دعم السكان البشريين على نحو رفيع في ثمار عمل الروبوت، وربما لفترة طويلة.

في كتاب ديستوبيا يقوم مورافيك بنك الجرح، ويذهب إلى مناقشة كيف أن وظيفتنا الرئيسية في القرن الحادي والعشرين ستكون "ضمان التعاون المستمر من الصناعات الروبوت" من خلال تمرير قوانين مرسومة، بأنها "لطيفة"<sup>3</sup>، و"وصف مدى جدية الخطر الذي سيواجهه الإنسان" حينما يتحول الإنسان كلياً إلى روبوت سوبر متفوق وغير محدود". وجهة نظر مورافيك هي أن الروبوتات ستنجح في نهاية المطاف علينا، وسيكون على البشر مواجهة وقوع الانقراض بوضوح.

قررت أن الوقت قد حان للتحدث مع صديقي داني هيليس (Danny Hillis). الذي أصبح مشهوراً كشريك مؤسس لشركة ثينكينغ ماشينس كوربوراشن (Thinking Machines Corporation)، الذي بنى حاسوباً موازياً قوياً جداً. على الرغم من وظيفتي الحالية ككبير العلماء في صن مايكروسيستمز (Sun Microsystems)، وأعتبر نفسي مهندس كمبيوتر أكثر من كوني عالماً، كما أحترم معرفة داني واطلاعه على الكثير من المعلومات والعلوم الفيزيائية أكثر من أي شخص آخر أعرفه. لداني كذلك مستقبل مهير كشخص يفكر على المدى الطويل، فقد بدأ قبل أربع سنوات مؤسسة لونغ الآن (Long Now Foundation)، وبنى مبنى لساعة مصممة للبقاء حوالي 10 آلاف سنة، كمحاولة للفت الانتباه إلى فترة الاهتمام القصير المتسّم بها مجتمعنا. (انظر Wired 8.03 Test of Time, صفحة 78).

سافرت إلى لوس أنجلوس لتناول العشاء مع داني وزوجته، باتي. كنت أفكر في روتيني المؤلف الآن، حيث الهولة بين الكثير من الأفكار والمقاطع التي وجدتها مثيرة للقلق للغاية. جواب داني -الموجه على وجه التحديد في سيناريو كورزويل حول اندماج البشر مع الروبوتات- جاء بسرعة، وفاجأني جداً. وقال ببساطة، إن التغييرات ستأتي تدريجياً، وأنها سنعتمد عليها.

ولكن؛ أعتقد أنني لم أكن مندهشاً تماماً. كنت قد رأيت اقتباساً من داني في كتاب كورزويل قال فيه: "أنا مغرم بجسدي كأني شخص، ولكن إذا كان عمري سيصل إلى 200 عاماً بجسد من السليكون، فسأقبل ذلك". عيبدو أنه كان في سلام مع هذه العملية وما يصاحبها من مخاطر، بينما لم أكن كذلك.

أثناء الحديث والتفكير حول كورزويل وكاتشينسكي ومورافيك، تذكرت فجأة رواية قرأتها منذ ما يقرب من 20 عاماً مضت -الطاعون الأبيض، من قبل فرانك هيربرت- الذي يقوده عالم الأحياء الجزيئي الذي جُنّ من قتل جميع أفراد عائلته بشكل غير إنساني. وسعياً للانتقام قام ببناء ونشر طاعون جديد ومعدٍ، يقتل على نطاق واسع ولكن بشكل انتقائي. (نحن

<sup>3</sup> وصف إسحاق أسيموف ما أصبح الأكثر شهرة للقواعد الأخلاقية لسلوك الروبوت في كتابه الأول، روبوتين 1950، في قوانينه الثلاثة للروبوتات: 1. الروبوت قد لا يصيب إنساناً، أو من خلال التعامل معه يسمح للإنسان أن يتعرض للأذى. 2. يجب على الروبوت أن يطيع الأوامر الصادرة عن الإنسان، إلا إذا كانت هذه الأوامر تتعارض مع القانون الأول. 3. يجب على الروبوت حماية وجوده الخاص، طالما أن هذه الحماية لا تتعارض مع القانون الأول أو الثاني.



محظوظون كاكزينسكي كان عالم رياضيات، وليس عالم الأحياء الجزيئية.) ذكّرني ذلك أيضاً ببُورج (Borg) من فيلم ستار تريك حيث خلية من الكائنات الحية المركّبة جزئياً مع خلايا رباتية وسلسلة مدمرة قوية. الكوارث التي تشبه بورج هي جزء أساسي من الخيال العلمي، فلماذا لم أكن أكثر قلقاً بشأن مثل هذه العوائق الروبوتية في وقت سابق؟ لماذا لم يكن الناس الآخرين أكثر قلقاً بشأن هذه السيناريوهات الكابوسية؟

جزء من الجواب يكمن بالتأكيد في موقفنا تجاه الجديد - في تحيزنا نحو الألفة الفورية والقبول بلا شك. لقد اعتادنا على العيش مع اكتشافات واختراعاتٍ علمية روتينية تقريباً، لم نتوصل بعد إلى حقيقة أن أكثر التكنولوجيات إلحاحاً في القرن الحادي والعشرين - الروبوتات، والهندسة الوراثية، وتكنولوجيا النانو - تشكل تهديداً مختلفاً عن التكنولوجيات التي كانت قد ظهرت من قبل. على وجه التحديد، الروبوتات والكائنات الحية المهندسة، وروبوتات النانو المصغرة (Nanobots) تساهم بعامل تضخيم سهل وخطير: أنه يمكنها تكرار ذاتها. فالقنبلة تنفجر مرة واحدة، لكن بوت (Bot) واحد يمكنه التناسخ مرات كثيرة، وسرعان ما يصبح خارجاً عن السيطرة.

وكان الكثير من عملي على مدى السنوات الخمس والعشرين الماضية على شبكات الكمبيوتر، حيث ارسل واستقبال الرسائل يخلق فرصة للتكرار خارج نطاق السيطرة. ولكن في حين أن النسخ المتماثل في جهاز كمبيوتر أو شبكة كمبيوتر قد يكون مصدر إزعاج، في أسوأ الحالات فإنه يعطل جهازاً أو الشبكة أو خدمة الشبكة. إن التكرار الذاتي غير المتحكم فيه في هذه التكنولوجيات الحديثة ينطوي على خطر أكبر بكثير: خطر حدوث أضرار كبيرة في العالم المادي.

كل من هذه التقنيات كما تقدم وعداً لا يحكى عنه عادة: رؤية الخلود القريب الذي يرى كورزويل في أحلام الروبوتية تدفعنا إلى الأمام. قد توفر الهندسة الوراثية قريباً علاجات، وإن لم تكن تلك العلاجات الشافية لمعظم الأمراض. ويمكن لتكنولوجيا النانو والطب النانوي معالجة المزيد من العلل. اندماجهما معاً يمكن أن يمدّ متوسط العمر للبشر، ويحسن نوعية الحياة البشرية. ومع ذلك، مع كل من هذه التكنولوجيات، وسلسلة تقدم تقنية صغيرة، وحساسة بشكل فردي قد تؤدي إلى تراكم قوة عظمى، وفي الوقت نفسه، خطراً كبيراً.

ما الذي كان مختلفاً في القرن العشرين؟ من المؤكد أن التكنولوجيات التي تقوم عليها أسلحة الدمار الشامل - النووية والبيولوجية والكيميائية - كانت قوية، والأسلحة تشكل تهديداً هائلاً. ولكن بناء الأسلحة النووية يتطلب، على الأقل لفترة من الزمن، الوصول إلى المواد الخام النادرة - والواقعية وغير الفعالة على السواء - والمعلومات ذات الحماية العالية: فإن برامج الأسلحة البيولوجية والكيميائية قد تتطلب أيضاً أنشطة واسعة النطاق.

في المقابل، فإن تقنيات القرن الحادي والعشرين - علم الوراثة، وتكنولوجيا النانو، والروبوتات (GNR) - قوية لدرجة أنها يمكن أن تنتج فئات جديدة كاملة من الحوادث والإساءات. والأخطر، ولأول مرة، أن هذه الحوادث والتجاوزات تقع



على نطاق واسع في تناول الأفراد أو المجموعات الصغيرة. وهي لن تتطلب مرافق كبيرة أو مواد خام نادرة. وستمكن المعرفة وحدها من استخدامها.

وبالتالي، فإننا لا نملك إمكانية أسلحة الدمار الشامل فحسب، بل أيضاً معرفة قائمة على الدمار الشامل، وهذا التدمير الذي تضخمت به قوة التكرار الذاتي.

وأعتقد أنه ليس من قبيل المبالغة أن نقول إننا على أعتاب الكمال الإضافي للشعر المدقع، وهو الشعر الذي ينتشر احتمالاً إلى ما هو أبعد من أسلحة الدمار الشامل التي تركتها الدول القومية، إلى التمكين المفاجئ والرهيب إلى أقصاه للأفراد.

لا شيء هنا حول الأمر المتعلق باهتمامي بأجهزة الكمبيوتر اقترح لي أنني سوف أواجه هذه الأنواع من القضايا. لقد كانت حياتي مدفوعة بحاجة عميقة لطرح الأسئلة وإيجاد الأجوبة. عندما كنت في الثالثة من عمره، كنت أقرأ بالفعل، لذا أخذني والدي إلى المدرسة الابتدائية، حيث جلست على حضن المدير وقرأت قصة. بدأت المدرسة في وقت مبكر، وتجاوزت في وقت لاحق سنوات دراسية، وهربت إلى الكتب - كنت مندفعاً بشكل لا يصدق للتعلم. سألت الكثير من الأسئلة، وغالباً ما يحاول البالغون إلهائي عنها.

في سن المراهقة كنت مهتماً جداً بالعلوم والتكنولوجيا. أردت أن أكون مشغل راديو هاو ولكن لم أملك المال لشراء المعدات. وقد كان راديو الهواة بمثابة الإنترنت ذلك الحين، مدعاة للإدمان والانطوائية. ضع المسائل المادية جانباً، فقد فقد والدي أملها، لم أكن أريد أن أكون هاو فقط، بل كنت فعلياً معادياً للمجتمع بما فيه الكفاية.

قد يكون لديّ العديد من الأصدقاء المقربين، ولكن كانت أفكار غاضبة. كنت قد اكتشفت في المدرسة الثانوية كتاب الخيال العلمي العظيم، أتذكر خاصة كتاب هاينلين (Heinlein) امتلك سترة فضائية، ستسافر (Have Spacesuit Will Travel)، وكتاب أسيموف (Asimov): أنا الروبوت مق قوانينه الروبوتية الثلاثة (I, Robot, with its Three Laws of Robotics). كنت مسحوراً بأوصاف السفر إلى الفضاء، وأردت أن أمتلك تلسكوباً للنظر إلى النجوم. ولأنني لم أملك المال لشراء أو صنع واحد، اطلعت على كتب عن صناعة التلسكوب في المكتبة، وقرأت عن صنعها بدلاً من ذلك.

يذهب والدي كل ليلة خميس للعب البولينج، وكنا نحن الأطفال نبقى في المنزل وحدنا. كانت ليلة عرض أعمال جين رودينيري الأصلية، وكان أثر البرنامج كبيراً علي. توصلت إلى قبول فكرة أن البشر لديهم مستقبل في الفضاء، على النمط الغربي، مع أبطال كبار والكثير من المغامرات. كانت رؤية رودينيري للقرون القادمة تحمل قيمة أخلاقية قوية، متجسدة في شفرات مكتوبة كتوجهات مهمة جداً: ألا تتدخل في تنمية حضارات أقل تقدماً من الناحية التكنولوجية. كان هذا نداءً لا يصدق بالنسبة لي. بشر أخلاقيون، لا آلات بشرية، تهيمن على المستقبل، وجعلت حلم رودينيري كجزء من أحلامي.



تفوقت في الرياضيات في المدرسة الثانوية، وعندما ذهبت إلى جامعة ميشيغان كطالب هندسة أخذت المناهج المتقدمة من التخصصات الرياضيات. كان حل مشاكل الرياضيات تحدياً مثيراً، ولكن عندما اكتشفت أجهزة الكمبيوتر وجدت شيئاً أكثر إثارة للاهتمام: الجهاز الذي يمكنك أن تضع فيه برنامجاً لمحاولة حل مسألة رياضية، وبعد ذلك يفحص الجهاز النتائج بسرعة لمعرفة الصحيح منها والخاطئ. هل كانت أفكار صحيحة؟ يمكن للآلة أن تخبرني. كان هذا مغرٍ جداً.

كنت محظوظاً بما فيه الكفاية للحصول على عمل في وقت مبكر كمبرمج للحواسيب الفائقة، واكتشفت قوة مذهلة من الآلات الكبيرة لمحاكاة التصاميم المتقدمة. عندما كنت على وشك التخرج من جامعة كاليفورنيا في بيركلي في منتصف 1970s، بدأت البقاء في وقت متأخر، في كثير من الأحيان طوال الليل، لابتكار عوالم جديدة داخل الآلات، حل المشاكل، كتابة التعليمات البرمجية التي أثارت الجدل كثيراً لتكون مكتوبة.

في كتاب "الغضب والنشوة" (The Agony and the Ecstasy) لمؤلفه إيرفينغ ستون (Irving Ston) حيث كان وصفاً أدبياً لسيرة مايكل أنجلو الذاتية؛ شرح فيه بشكل واضح كيف أخرج مايكل أنجلو التماثيل من الحجر، ينحت من الصورة المرسومة في مخيلته<sup>4</sup>. وفي أكثر أوقاتي نشاطاً؛ تتفاعل البرمجيات بنفس الطريقة. كانت تسبح في مخيلتي ذات مرة حتى شعرت أنني بشكل فعلي داخل الجهاز، و بانتظار أن يُطلق سراجي. كان السهر طوال الليل عاملاً صغيراً لإخراج الفكرة إلى أرض الواقع، ولإعطاء الأفكار شكلاً ملموساً.

بدأت في بيركلي بعد بضع سنوات في إرسال بعض البرمجيات التي كتبها -نظام باسكال (Pascal System)، مرفقات يونكس (Unix Utilities)، ومحرر نص يسمى السادس (الذي لا يزال، لدهشتي، ما يزال مستخدماً على نطاق واسع بعد أكثر من 20 عاماً) - للذين يمتلكون أجهزة PDP-11 الصغيرة، وحواسيب VAX الصغيرة. تحولت هذه المغامرات في البرمجيات نهاية المطاف إلى إصدار بيركلي من نظام التشغيل يونكس، والتي أصبحت "كارثة من النجاح" على المستوى الشخصي - أصبحت

4 كتب مايكل أنجلو قصيدة تبدأ بـ

\* The best of artists hath no thought to show  
which the rough stone in its superfluous shell  
doth not include; to break the marble spell  
.is all the hand that serves the brain can do

ويصف ستون العملية: "إنه لم يكن يصنع شيئاً من رسوماته أو نماذجه الطينية؛ فقد تم وضع كل شيء بعيداً عنه، وكان ينحت من الصور في عقله، وعيناه ويديه يعرفان كل سطر ومنحنى وكتلة يجب أن تظهر، في أي عمق في قلب الحجر لخلق تخفيف منخفض". (الغضب والنشوة. دويلداي، 1961: 6، 144).





مطلوبة من قِبَل الكثير حتى أنني انشغلت بها ولم أستطع إنهاء دراسة الدكتوراه. بدلاً من ذلك حصلت على وظيفة وعملت لصالح داربا (Darpa) واضعاً نظام بيركلي يونكس على شبكة الإنترنت، وإصلاحه ليكون موثوقاً به، ولتشغيل تطبيقات البحوث الكبيرة بشكل جيد. كان هذا كل متعة كبيرة ومجزية جداً. وبصراحة، لم أشعر بوجود الروبوتات هنا، أو في أي وقت قريب.

على الرغم من ذلك، كنت أغرق في أوائل الثمانينات. كانت إصدارات يونكس ناجحة جداً، ودرّ مشروع الفردي الصغير في وقت قريب الكثير من العوائد المادية، وبعض الموظفين، ولكن المشكلة في بيركلي كانت دائماً مساحات المكاتب بدلاً من المال - لم يكن هناك مجال للمساعدة في المشروع المطلوب، وذلك عندما كان المؤسسون الآخرون في صن مايكروسيستمز (Sun Microsystems) قد انضموا إلي. استمرت ساعات العمل الطويلة في "صن" خلال أيام الأولى من مكاتب العمل والحواسيب الشخصية، ولقد استمتعت بالمشاركة في إنشاء تقنيات متقدمة للمعالجات الدقيقة وتقنيات الإنترنت مثل جافا (Java) وجيني (Jini).

من كل ذلك، كنت على ثقة بأنني لست مجرد لوديت (Luddite). لقد كنت دائماً، بدلاً من ذلك أؤمن بشكل كبير بقيمة البحث العلمي لإثبات الحقائق، وفي قدرة الهندسة العظيمة لتحقيق التقدم المادي. لقد عملت الثورة الصناعية على تحسين حياة الجميع بشكل لا يصدق على مدى المائتي عام الماضية، وكنت أتوقع دائماً أن مسيرتي ستشمل بناء حلول جديدة بالاهتمام للمشاكل الحقيقية، مشكلة واحدة في وقت واحد.

لم أصب بخيبة أمل. لقد كان عملي أكثر تأثيراً مما كنت أتخيل على الإطلاق، وكان يستخدم على نطاق أوسع مما كان يمكن توقعه بشكل معقول. لقد أمضيت السنوات العشرين الماضية وبشكل مستمر أحاول معرفة كيفية جعل أجهزة الكمبيوتر موثوقاً بها على النحو الذي أريد (هي ليست كذلك فعلياً حتى الآن)، وكيفية جعلها سهلة الاستخدام (وهو الهدف الذي تحقق بنجاح أقل نسبياً). وعلى الرغم من إحراز بعض التقدم، فإن المشاكل التي لا تزال تبدو تثبيطاً. وفيما كنت على علم وإدراك بالمسائل الأخلاقية المحيطة بعواقب التكنولوجيا في مجالات مثل أبحاث الأسلحة، لم أكن أتوقع أنني سأواجه مثل هذه القضايا في مجالي، أو على الأقل ليس قريباً جداً.

قد يكون دائماً من الصعب رؤية الأثر الأكبر حينما نكون وسط الدوامة، ويبدو أن الفشل في فهم عواقب اختراعاتنا في الوقت الذي نشهد فيه نشوة الاكتشاف والابتكار هو خطأ شائع بين العلماء والتكنولوجيين: لقد انسقنا منذ فترة طويلة برغبة ساحقة لمعرفة طبيعة السعي العلمي، دون أن نتوقف لملاحظة تأثير التقدم والتكنولوجيات الأحدث والأكثر قوة وقدرتها على اتخاذ حياة خاصة بها.

لقد أدركت منذ فترة طويلة أن التقدم الكبير في تكنولوجيا المعلومات لا يعتمد على عمل علماء الكمبيوتر، ومهندسي الكمبيوتر، أو المهندسين الكهربائيين، ولكن من علماء الفيزياء. قدم الفيزيائيان ستيفن ولفرام (Stephen



(Wolfarm) وبروسل هاسلاخر (Brosi Hasslacher) لي، في أوائل الثمانينات، نظرية الفوضى والأنظمة غير الخطية. في التسعينات، تعلمت عن أنظمة معقدة من المحادثات مع داني هيليس (Danny Hillis)، عالم الأحياء ستيوارت كوفمان (Stuart Kauffman)، عالم الفيزياء الحائز على جائزة نوبل موراي جيل-مان (Murray Gell-Mann)، وغيرهم. وفي الآونة الأخيرة، هاسلاخر (Hasslacher) والمهندس الكهربائي وفيزيائي الأجهزة مارك ريد (Mark Ree) قد أعطاني نظرة ثاقبة حول احتمالات غير معقولة من الالكترونيات الجزيئية.

في عملي كمصمم مشارك مع ثلاثة آخرين في المعالجات الدقيقة (SPARC)، بيكوجافا (picoJava)، وماجك (MAJC)، وكمصمم لعدة تطبيقات منها، استطعت التعرف عن قرب على قانون مور. فعلى مدى عقود، توقع قانون مور بشكل صحيح معدل تحسين تكنولوجيا. وحتى العام الماضي، كنت أؤمن بأن معدل التوقع المتقدم بناء على قانون مور قد يستمر فقط حتى عام 2010 تقريباً، عندما نصل إلى بعض الحدود الفعلية المحسوسة. لم يكن واضحاً بالنسبة لي أن التكنولوجيا الجديدة ستصل في الوقت المناسب للحفاظ على تقدم الأداء بسلاسة.

ولكن بسبب التقدم السريع والجذري الأخير في الالكترونيات الجزيئية - حيث الذرات والجزيئات الفردية تحل محل الترانزستورات العتيقة - والتكنولوجيات النانوية ذات الصلة، يجب أن نكون قادرين على تلبية أو تجاوز معدل قانون مور بالتقدم لمدة 30 عاماً أخرى. بحلول عام 2030، من المرجح أن نتمكن من بناء آلات، بكميات، وبقدرات أقوى مليون مرة أجهزة الكمبيوتر الشخصية اليوم - كافية لتنفيذ أحلام كورزويل ومورافيك.

وكما يتم الجمع بين هذه القوة الحاسوبية الهائلة والتقدم المتلاعب فيه في العلوم الفيزيائية والفهم العميق الجديد في علم الوراثة، يتم إطلاق العنان للقوة التحويلية الهائلة. هذه المجموعات تفتح الفرصة لإعادة تصميم العالم بشكل كامل، لأفضل أو أسوأ: العمليات المتكررة والمتطورة التي اقتصر على العالم الطبيعي على وشك أن تصبح مجالاً من العالم البشري. في تصميم البرمجيات والمعالجات الدقيقة، لم يكن لدي شعور بأنني كنت أصمم آلة ذكية. البرمجيات والأجهزة هشة جداً، وقدرات الجهاز على "التفكير" غائبة بشكل واضح حتى كإمكانية، وهذا يبدو دائماً بعيداً جداً في المستقبل.

ولكن الآن، مع احتمال القدرة الحاسوبية الموازية لذكاء الإنسان في حوالي 30 عاماً، تقترح فكرة جديدة نفسها: أنني قد أعمل على خلق الأدوات التي من شأنها أن تمكن من بناء التكنولوجيا التي قد تحل محل صنفنا البشري. كيف أشعر حيال ذلك؟ إنه أمر غير مريح للغاية. بعد أن كافحت خلال حياتي المهنية لبناء أنظمة برمجيات موثوق بها، يبدو لي أكثر من المرجح أن هذا المستقبل لن يسير على ما يتصوره البعض. فتجربتي الشخصية تشير إلى أننا نميل إلى المبالغة في تقدير قدرات التصميم لدينا.

وبالنظر إلى القوة الهائلة لهذه التكنولوجيات الجديدة، ألا ينبغي أن نسأل كيف يمكننا أن نتعايش معهم بشكل أفضل؟ وإذا كان انقراضنا هو نتيجة محتملة أو متوقعة لتطورنا التكنولوجي، ألا ينبغي أن نتوخى الحذر الشديد؟



حلم الروبوتيين هو، أولاً، أن الآلات الذكية يمكن أن تقوم بعملنا لنحيا حياة مرقّبة، وكأننا في جنات عدن، ومع ذلك، يقول جورج دايسون محدثاً في كتاب: داروين بين الآلات (Darwin Among Machines): في لعبة الحياة والتطور هناك ثلاثة لاعبين على الطاولة: البشر، والطبيعة، والآلات، وأنا أقف في صفّ الطبيعة، ولكن الطبيعة على ما أعتقد تقف في صف الآلات. "كما رأينا، مورافيك يوافق، أعتقد أننا لن ننجو أمام الروبوتات المتفوقة.

متى يمكن أن يُصنَع مثل هذا الروبوت الذكي؟ ويبدو أن التطورات القادمة في مجال القدرة الحاسوبية تجعل من الممكن تحقيقها بحلول عام 2030. وبمجرد وجود روبوت ذكي، فإنه ليس سوى خطوة صغيرة لفصيلة الروبوتات - وجود روبوت ذكي يمكن أن يصنع نسخاً مطورة من نفسه.

الحلم الثاني للروبوتيين هو أننا سوف نحلّ محلّ أنفسنا تدريجياً مع التكنولوجيا الروبوتية التي نملكها، وتحقيق الخلود القريب عن طريق تحميل وعينا الإدراكي. هذه هي العملية التي يعتقد داني هيلس أننا سنعتادها تدريجياً، وحتى التفاصيل الأنيفة لراي كورزويل في عصر الآلات الروحية. (لقد بدأنا نرى بعضاً من التشوهات من خلال زرع أجهزة الكمبيوتر في جسم الإنسان، كما هو موضح على غلاف كتاب "سلكيّين" Wired)

ولكن إذا تم تحميلنا في التكنولوجيا التي نملكها، ما الفرص التي يمكن افتراض أننا مازلنا نحن، أو أننا مازلنا بشراً؟ يبدو لي أكثر احتمالاً أن وجود الروبوتي لن يكون مثل الوجود الإنساني بأي شكل من الأشكال في مفهومنا، أن الروبوتات لن تكون بأي حال من الأحوال أطفالنا، وأنه على هذا الطريق قد تضيع إنسانيتنا.

تعد الهندسة الوراثية بإحداث ثورة في الزراعة من خلال زيادة غلة المحاصيل مع الحد من استخدام مبيدات الحشرات والأمراض، لخلق عشرات الآلاف من الأنواع الجديدة من البكتيريا والنباتات والفيروسات والحيوانات. لاستبدال الاستنساخ، أو تكملة ذلك. لخلق علاجات لكثير من الأمراض، وزيادة عمرنا ونوعية حياتنا؛ والكثير الكثير. ونحن نعلم يقيناً الآن أن هذه التغيرات العميقة في العلوم البيولوجية وشبكة وستشكل تحدياً لجميع مفاهيمنا عن الحياة.

وقد أثارت تكنولوجيايات مثل الاستنساخ البشري على وجه الخصوص وعينا بالقضايا الأخلاقية العميقة التي نواجهها. فعلى سبيل المثال، إذا أردنا إعادة هندسة أنفسنا في عدة أنواع منفصلة وغير متكافئة باستخدام قوة الهندسة الوراثية، فإننا سنهدد فكرة المساواة التي هي حجر الزاوية في ديمقراطيتنا.

وبالنظر إلى قوة لا تصدق من الهندسة الوراثية، فإنه ليس من المستغرب أن هناك قضايا السلامة الهامة لاستخدامها. كتب صديقي أموري لوفينز (Amory Lovins) مع هنتر لوفينز (Hunter Lovins)، مقالة افتتاحية تفصّل وجهة نظر بيئية لبعض هذه المخاطر. ومن بين مخاوفهم: "أن النبات الجديد يوازي تطور النباتات مع نجاحها الاقتصادي، وليس التطورية". (انظر "قصة اثنين من علم النباتات" (A Tale of Two Botanies)، صفحة 247). وقد ركزت مهنة "أموري"



الطويلة على الطاقة وكفاءة استخدام الموارد من خلال إلقاء نظرة شاملة على النظم التي صنعها الإنسان؛ مثل هذا النظام التكاملي الذي يُنظر إليه على أنه سهل وبسيط، ويحوي حلولاً ذكية للمشاكل التي تبدو صعبة على ما يبدو، ومن الممكن الاستفادة من تطبيقه هنا أيضاً.

بعد قراءة مقالة لوفينز، قرأت مقالة افتتاحية جريج إيستيربروك (Gregg Easterbrook) في صحيفة نيويورك تايمز (19 نوفمبر 1999) حول المحاصيل المعدلة وراثياً، تحت عنوان: "الغذاء لأجل المستقبل: في يوم من الأيام، سيحتوي الأرز على فتامين (أ)، إلا إذا انتصر اللوديتيون".

هل كانا أموري وهنتر لوفينز لوديتان؟ بالتأكيد لا. وأعتقد أننا جميعاً نتفق على أن الأرز ذو الصنف الذهبي، بفيتامين (أ) المدمج فيه، هو على الأرجح شيء جيد، إذا صُنِع تحت غطاء الرعاية المناسبة، واحترام المخاطر المحتملة في نقل الجينات عبر حدود الأنواع.

بدأ الوعي بالأخطار الكامنة في الهندسة الوراثية في النمو، كما يتجلى في المقالة الافتتاحية التي كتبها لوفينز. وعامة الناس على بينة بأن الأغذية المعدلة وراثياً غير مقبولة، ويرفضون الفكرة القائلة بوجوب السماح بتسمية هذه الأطعمة.

ولكن تكنولوجيا الهندسة الوراثية قد خطت خطواتٍ بعيدة، كما لاحظ لوفينز، فقد وافقت وزارة الزراعة الأمريكية بالفعل على حوالي 50 محصولاً وراثياً ليتم زراعتها وحصادها بشكل غير محدود، فأكثر من نصف محاصيل فول الصويا في العالم وثالث الذرة الآن تحتوي على جينات تم تعديلها في بأي شكل من الأشكال. في حين أن هناك العديد من القضايا الهامة هنا، إحدى الأمور التي تقلقني شخصياً بشأن الهندسة الوراثية محصور في أنه يعطي السلطة -سواء عسكرياً، عن طريق الخطأ، أو في عمل إرهابي متعمد- لخلق الطاعون الأبيض.

العديد من عجائب تكنولوجيا النانو لأول مرة من قبل عالم الفيزياء الحائز على جائزة نوبل ريتشارد فاينمان في خطاب ألقاه في عام 1959، ونشرت في وقت لاحق تحت عنوان "هناك مجالات كثيرة في القاع". الكتاب الذي صنع انطباعاً كبيراً

في منتصف الثمانينيات من القرن العشرين، كان كتاب "محركات الصناعة" (Engines of Creation) إريك دريكسلر (Eric Drexler) للصناعة، التي وصف فيها بشكل جميل كيف يمكن للتلاعب في المادة على المستوى الذري أن يخلق مستقبلاً هنيئاً من الوفرة، حيث يمكن فقط جعل كل شيء تقريباً باهظ الثمن، وتقريباً أي مرض يمكن تخيله أو مشكلة جسدية يمكن حلها باستخدام تكنولوجيا النانو والذكاء الاصطناعي.



كتاب آخر لديكسلر بعنوان: "تفكيك المستقبل: ثورة النانو" (Unbounding the Future: The Nanotechnology Revolution)، يتصور بعض التغييرات التي قد تحدث في عالم نعيشه على المستوى الجزيئي كـ"مجّعين". حيث يمكن للمجمّعين أن يجعلوا الطاقة الشمسية منخفضة التكلفة بشكل لا يصدق، وعلاج السرطان والانفلونزا من خلال زيادة الجهاز المناعي البشري، تنظيف كامل للبيئة، الحواسيب الذكية بحجم الجيب ومنخفضة الثمن - في الواقع، أي منتج سيكون قابلاً للتصنيع من من قبّل المجّعين وبتكلفة لا تزيد عن تكلفة الأخشاب - سهولة الوصول إلى الفضاء أكثر من السفر عبر المحيطات اليوم، واستعادة الأنواع المنقرضة.

أتذكر ذلك الشعور الجيد حول تكنولوجيا النانو بعد قراءة كتاب محركات الصناعة، وباعتباري تقني، أعطاني إحساساً بالهدوء - أي أن تكنولوجيا النانو أظهرت لنا أن التقدم الهائل كان ممكناً، بل وربما لا مفر منه. إذا كانت تكنولوجيا النانو مستقبلنا، فإنني لم أشعر بالضغط لحل العديد من المشاكل في الوقت الحاضر. سأصل إلى مستقبل ديكسلر الهائلي في الوقت المناسب. فيما يمكنني الاستمتاع بالحياة أكثر هنا و الآن. لم يكن من المنطقي، بالنظر إلى رؤيته، السهر كل ليلة، في كل وقت.

بعثت رؤية ديكسلر أيضاً إلى الكثير من المتعة، وأود أحياناً وصف عجائب تكنولوجيا النانو للأخريين الذين لم يسمعوها عنها، بعد إغاظتهم بكل الأشياء التي وصف هادريكسلر أود أن أعطيهم واجباً منزلياً يخصني: "استخدام تكنولوجيا النانو لإنشاء مصاص دماء، للحصول على رصيد إضافي خلق تريباقاً".

نتج الكثير من المخاطر مع ظهور هذه العجائب، والتي كنت على علم تام بها. وكما قلت في مؤتمر لتقنية النانو في عام 1989، "لا يمكننا أن نفعّل نُبحر في علمنا فقط ولا نقلق بشأن هذه القضايا الأخلاقية"<sup>5</sup>. لكن محادثاتي اللاحقة مع الفيزيائيين أقنعتني بأن التكنولوجيا النانوية قد لا تعمل حتى - أو على الأقل، لن تعمل في أي وقت قريب. بعد فترة وجيزة انتقلت إلى كولورادو، إلى أعمال غير محدّدة كنت قد أنشئتها، وتحوّل التركيز في عملي إلى برامج للإنترنت، وخاصة الأفكار المتعلقة بالجافا وجيبي.

ثم، في الصيف الماضي، قال لي بروسل هاسلاخر (Brosi Hasslacher) أن الالكترونيات الجزيئية النانوية أصبحت عملية الآن. كانت هذه أخبار جديدة بالنسبة لي، وأعتقد كذلك بالنسبة للكثيرين - وغيّرت رأبي بشكل كبير حول تقنية النانو. نقلتني مرة أخرى إلى كتاب محركات الصناعة. وبعد إعادة قراءة عمل ديكسلر بعد أكثر من 10 سنوات، شعرت بالجزع عندما أدركت القليل الذي أتذكره من القسم الطويل المسعى "الأخطار والآمال"، بما في ذلك مناقشة كيف يمكن للتكنولوجيات النانوية أن تصبح "محركات للتدمير". في الواقع، في إعادة قراءة هذه المواد التحذيرية اليوم، أتفاجأ كيف تبدو

5 مؤتمر الاستشراف الأول حول تقنية النانو في أكتوبر 1989، وهو حديث بعنوان "مستقبل الحوسبة". نشرت في كراندال، B. C. وجيمس لويس، المحررين. تكنولوجيا النانو: البحوث ووجهات النظر. ميت بريس، 1992: 269. راجع [www.foresight.org/Conferences/MNT01/Nano1.html](http://www.foresight.org/Conferences/MNT01/Nano1.html)



سذاجة بعض مقترحات الحماية التي وضعها دريكسلر، وكيف يكبر حكيم على المخاطر على ما هو عليه الآن مقارنة بما كان عليه ذلك الحين. (بعد توقع ووصف العديد من المشاكل التقنية والسياسية المتعلقة بتكنولوجيا النانو، بدأ دريكسلر معهد (Foresight Institute) في أواخر 1980s "للمساعدة في إعداد المجتمع للتكنولوجيات المتقدمة المتوقعة" - الأهم، تكنولوجيا النانو).

يبدو أن تعزيز تمكين المجمعين من المرجح جداً أن يحدث خلال السنوات العشرين المقبلة. إن الإلكترونيات الجزيئية -الحقل الفرعي الجديد لتكنولوجيا النانو حيث تكون الجزيئات الفردية عناصر دارة- يجب أن تنضج بسرعة وتصبح مربحة إلى حد كبير خلال هذا العقد، مما يسبب استثماراً إضافياً كبيراً في جميع التكنولوجيات النانوية.

وللأسف، كما هو الحال بالنسبة للتكنولوجيا النووية، من الأسهل بكثير إنشاء استخدامات تدميرية لتكنولوجيا النانو أكثر من الاستخدامات البناءة. تكنولوجيا النانو لها استخدامات عسكرية وإرهابية واضحة، ولا تحتاج إلى الانتحار لإطلاق جهاز نانوتكنولوجي مدمر على نطاق واسع - يمكن بناء هذه الأجهزة لتكون مدمرة بشكل انتقائي، مما يؤثر، على سبيل المثال، منطقة جغرافية معينة أو مجموعة من الناس بشكل واضح.

ومن النتائج المباشرة لمساومة فاوستيان (Faustian) في الحصول على القوة العظمى لتكنولوجيا النانو أن نواجه خطراً جسيماً - ألا وهو خطر أن ندمر المحيط الحيوي الذي تعتمد عليه كل الحياة.

وكما أوضح دريكسلر:

"النباتات المورقة غير متكافئة مع الخلايا الشمسية اليوم، ومن الممكن أن تنافس النباتات الحقيقية، مزاحمة المحيط الحيوي بأوراق شجر غير صالحة للأكل. يمكن للبكتيريا "الآفة" الشديدة أن تتنافس مع البكتيريا الحقيقية: فقد تنتشر مثل حبوب اللقاح، وتنسخ بسرعة، وتؤثر سلباً على الغلاف الحيوي بتحويله إلى غبار في غضون أيام. قد تصبح المكررات الخطرة بسهولة صعبة جداً، صغيرة، وسريعة الانتشار ولسنا قادرين على وقفها- على الأقل إذا لم نكن مستعدين. لدينا ما يكفي من مشاكل للسيطرة على الفيروسات وذباب الفاكهة.

وقد أصبح هذا التهديد يعرف باسم "مشكلة جوو الرمادية" (gray goo problem). على الرغم من مجموعات المكررين غير القابلين للانضباط لا تحتاج إلى أن تكون رمادية أو غامضة، فإن مصطلح "غراي جوو" يؤكد أن النسخ المتماثلة القادرة على طمس الحياة قد تكون أقل إلهاماً من نوع واحد من الأعشاب المؤذية (Crabgrass). قد تكون متفوقة بمعنى تطوري، ولكن هذا لا يلزم جعلها قيمة.



تهديد "جوو الرمادي" يوضّح شيئاً واحداً: إننا لا نستطيع تحمل أنواع معينة من الحوادث مع تكرار التجميع. من المؤكد أن "غراي جوو" سيكون محبباً لمغامرتنا البشرية على الأرض، أسوأ بكثير من مجرد النار أو الجليد، والتي يمكن أن تنبع من حادث مختبري بسيط.<sup>6</sup>

والأهم من ذلك كله هو قوة التكرار الذاتي المدمر في علم الوراثة، وتكنولوجيا النانو، والروبوتات (GNR) التي تجلنا نتوقف قليلاً للتفكير. التكرار الذاتي هو طريقة عمل الهندسة الوراثية، التي تستخدم آلات الخلية لتكرار تصاميمها، والخطر الرئيسي الكامن وراء "غراي جوو" في تكنولوجيا النانو. قصص من قبيل روبوتات (run-amok) مثل بوج (Borg)، تركز أو تحت للهروب من القيود الأخلاقية المفروضة عليهم من قبل صانعيها، إنها راسخة في كتب الخيال العلمي والأفلام التي لدينا. بل إن من الممكن أن يكون التكاثر الذاتي أكثر جوهرية مما كنا نظن، وبالتالي من الصعب -أو حتى المستحيل- السيطرة عليها. وهناك مقال نشره مؤخراً ستيوارت كوفمان (Stuart Kauffman) في "نايتشر" بعنوان "النسخ المتماثل الذاتي: حتى الببتيدات تفعلها" (Self-Replication: Even Peptides Do It) يناقش اكتشاف أن الببتايد 32-أمينو-أسيد يمكن أن "يحقق توليفته الخاصة". نحن لا نعرف مدى انتشار هذه القدرة، ولكن كوفمان يلاحظ أنه قد يشير إلى "الطريق إلى النظم الجزيئية التي تتكاثر ذاتياً على أساس أوسع بكثير من قاعدة الاقتران التي وضعها واتسون-كريك".<sup>7</sup>

في الحقيقة، كانت لدينا لسنوات تحذيرات واضحة من الأخطار الكامنة في المعرفة على نطاق واسع من تكنولوجيات GNR - حيث أن إمكانية المعرفة وحدها تمكّن الدمار الشامل. ولكن هذه التحذيرات لم تنشر على نطاق واسع؛ كان من الواضح أن المناقشات العامة غير كافية. لا يوجد ربح في التعريف بالمخاطر.

وكانت التكنولوجيات النووية والبيولوجية والكيميائية المستخدمة في أسلحة الدمار الشامل في القرن العشرين، وهي عسكرية إلى حد كبير، وضعت في مختبرات حكومية. وعلى النقيض من ذلك، فإن تكنولوجيات GNR في القرن الحادي والعشرين لها استخدامات تجارية واضحة ويجري تطويرها بشكل حصري تقريباً من قبل الشركات. في هذا العصر من التجارة الرابحة، والتكنولوجيا - مع العلم كخادم لها - يسلم سلسلة من الاختراعات السحرية تقريباً، والتي تعتبر أكثر ربحاً من أي وقت مضى. ونحن نسعى بقوة إلى الوفاء بوعود هذه التكنولوجيات الجديدة في إطار نظام الرأسمالية العالمي الذي لا يمكن تحدّيه الآن، والحوافز المالية المتعددة الجوانب والضغط التنافسية.

هذه هي اللحظة الأولى في تاريخ كوكبنا عندما يصبح أي نوع، من خلال إجراءاته التطوعية، خطراً على نفسه - فضلاً عن أعداد كبيرة أخرى غيرها. قد يكون تطوراً مألوفاً، يتجول على العديد من العالمين - كوكب شُكّل حديثاً، يدور بهدوء

6 يتصور كورت فونيغوت في كتابه "Cat's Cradle" الذي نشر عام 1963 حادثاً شبيهاً بالـ"غراي جوو" حيث يتشكل الجليد بما يسمى الجليد 9 (Ice-Nine)،

الذي يصبح صلباً عند درجة حرارة أعلى بكثير، ويجمّد المحيطات.

7 كوفمان، ستيوارت. "تكرار الذات: حتى الببتيدات تفعل ذلك". نايتشر، 382، أوغست 8، 1996: 496. اقرأ أكثر



حول نجمه. الحياة تتشكّل ببطء. موكب مشكال من المخلوقات تتطور. وتظهر المعلومات الاستخبارية التي، على الأقل إلى حد ما، تمنح قيمة بقاء هائلة؛ ثم تُخترع التكنولوجيا. ويظهر لهم أن هناك قوانين مثل الطبيعة، وأن هذه القوانين يمكن اكتشافها عن طريق التجربة، وأن المعرفة بهذه القوانين يمكن أن تكون لإنقاذ أو أخذ الأرواح على حد سواء، على نطاقات لم يسبق لها مثيل. ويعترف العلماء بأنهم يمنحون سلطات هائلة. ثم ومضة، يخلقون عالماً من الاختراعات. بعض الحضارات على الكواكب ترى طريقها من خلال وضع حدود على ما قد وما يجب القيام به، ويمر بأمان خلال الوقت دون مخاطر. فيما آخرون، ليسوا محظوظين جداً أو حكيمين جداً، قد يموتون.

يظهر لنا هنا كارل ساغان (Carl Sagan) الذي كتب في عام 1994 "نقطة زرقاء باهتة" (Pale Blue Dot)، وهو كتاب يصف رؤيته للمستقبل البشري في الفضاء. أدرك الآن فقط مدى عمق بصيرته، وكيف أفتقد بشدة وسأفتقد أكثر صوته. فألى جانب بلاغته، كانت مساهمة ساغان ليست أقل من الحس السليم البسيط، وهي سمة يبدو أنها، جنباً إلى جنب مع التواضع، تفتقر إلى العديد من المناصرين الرئيسيين لتكنولوجيات القرن الواحد والعشرين.

أتذكر من طفولتي أن جدتي كانت تعارض بشدة الإفراط في استخدام المضادات الحيوية. كانت تعمل منذ الحرب العالمية الأولى كمرضة وكان لها موقف مشاع بأن تناول المضادات الحيوية، ما لم تكن ضرورية للغاية، ستكون ذات أضرار خطيرة على الإنسان.

إنها ليست عدوةً للتقدم. شهدت تقدماً كبيراً فيما يقرب من 70 عاماً من التمريض الوظيفي. جدي مريض السكري، استفاد كثيراً من تحسن العلاجات التي أصبحت متاحة في حياته. لكن، مثلها مثل العديد من الناس الذين كانوا يحتكمون إلى عقلهم، ربما يعتقدون أنها متغطرة إلى حد كبير بالنسبة إلينا. والآن، فإن تصميم "أنواع بديلة" روبوتية لن يكون سهلاً، عندما يكون من الواضح أن لدينا الكثير من المتاعب لجعل الأمور البسيطة نسبياً تعمل، والكثير من المتاعب في إدارة - أو حتى فهم - أنفسنا

أدرك الآن أن لديها وعي بطبيعة الحياة، وضرورة العيش مع هذا النظام واحترامه. مع هذا الصدد يأتي التواضع الضروري أننا مع شركائنا خلال بدايات القرن الحادي والعشرين كنا غير واعين بأي خطر. إن الرأي المنطقي الذي يُستند إليه في هذا الصدد غالباً ما يكون مناسباً، قبل تقديم الأدلة العلمية. إن الهشاشة الواضحة وعدم كفاءة النظم التي صنعناها بأنفسنا، والتي أنشأناها ينبغي أن تعطينا جميعاً وقفة؛ وهشاشة الأنظمة التي عملت عليها بالتأكيد تجعلني أكثر تواضعاً. وكان ينبغي لنا أن نتعلم درساً من صنع القنبلة الذرية الأولى وسباق التسلح الناتج عنه. فنحن لم نتعظ من ذلك.

كان الجهد المبذول لبناء أول قنبلة ذرية قادها الفيزيائي البارز "جي. روبرت أوبنهايمر" (J. Robert Oppenheimer) مهتماً بطبيعة الحال بالسياسة ولكنه أصبح مدركاً بشكل مؤلم لما اعتبره تهديداً خطيراً للحضارة الغربية من عهد الرايخ الثالث (Third Reich)، وهو تهديد مؤكد بالتأكيد بسبب احتمال حصول هتلر على أسلحة نووية. ولاهتمامه بهذا الأمر وضع





ذكاءه الحاد وحبّه للفيزياء، ومهارات القيادة الكاريزمية في "لوس ألاموس" (Los Alamos) وقاد جهوداً سريعة وناجحة من قبل مجموعة غير معقولة من العقول العظيمة بسرعة لاختراع القنبلة.

وما يلفت النظر هو كيف أن هذا الجهد استمر بشكل طبيعي بعد إزالة الزخم الأولي. في اجتماع بعد وقت قصير من يوم (V-E Day) ببعض الفيزيائيين الذين شعروا أنه ربما يجب أن يتوقف هذا الجهد، أصرّ أوبنهايمر على المواصلة، ويبدو سببه المعلن غربياً بعض الشيء: ليس بسبب الخوف من الإصابات الكبيرة الناجمة عن غزو اليابان، بل لأن الأمم المتحدة، التي كان ينبغي تشكيلها قريباً ينبغي أن يكون لديها علم مسبق بالأسلحة الذرية. وهناك سبب أكثر احتمالاً لاستمرار المشروع هو التراكم العاطفي المصاحب له - الاختبار الذري الأول، الثالث الذي كان في متناول اليد تقريباً.

إننا نعلم أنه خلال إعداد هذا الاختبار الذري الأول بدأ الفيزيائيون على الرغم من وجود عدد كبير من المخاطر المحتملة. كانوا قلقين في البداية، استناداً إلى حساب ادوارد تيلر، أن انفجاراً ذرياً قد إشعال النار في الغلاف الجوي. وأدى حساب منح إلى تقليل خطر تدمير العالم إلى فرصة تبلغ ثلاثة ملايين دولار. (يقول الصراف أنه كان في وقت لاحق قادراً على رفض احتمال الاشتعال في الغلاف الجوي تماماً). أوبنهايمر، على الرغم من، كان قلقاً بما فيه الكفاية عن نتيجة الثالوث أنه رتب لإجلاء ممكن من الجزء الجنوبي الغربي من ولاية نيو مكسيكو. وبالطبع، كان هناك خطر واضح يتمثل في بدء سباق تسلح نووي.

وفي غضون شهر من ذلك الاختبار الأول الناجح، دمرت قنبلتان ذريتان هيروشيما وناغازاكي. وكان بعض العلماء قد اقترحوا أن تظهر القنبلة ببساطة بدلاً من إسقاطها على المدن اليابانية، قائلاً إن ذلك سيحسن كثيراً من فرص تحديد الأسلحة بعد الحرب - ولكن دون جدوى. مع مأساة بيرل هاربور لا تزال طازجة في عقول الأميركيين، كان من الصعب جداً على الرئيس ترومان أن يأمر مظاهره من الأسلحة بدلاً من استخدامها كما فعل - الرغبة في إنهاء الحرب بسرعة وإنقاذ الأرواح التي من شأنها أن قد فقدت في أي غزو لليابان كان قوياً جداً. ومع ذلك فإن الحقيقة الغالبة ربما كانت بسيطة جداً: وكما قال الفيزيائي فريمان دايسون في وقت لاحق، "السبب في إسقاطه كان مجرد أن أحداً لم يكن لديه الشجاعة أو بعد النظر لنقول لا".

من المهم أن ندرك مدى صدمة الفيزيائيين في أعقاب تفجير هيروشيما، في 6 أغسطس 1945. وهم يصفون سلسلة من موجات من العاطفة: أولاً، الشعور بالوفاء أن القنبلة عملت، ثم الرعب على جميع الناس التي كانت قد قتلت، ومن ثم شعور مقتنع بأنه لا ينبغي إسقاط قنبلة أخرى. ومع ذلك تم إسقاط قنبلة أخرى، على ناغازاكي، بعد ثلاثة أيام فقط من تفجير هيروشيما.



في نوفمبر 1945، بعد ثلاثة أشهر من القصف الذري، وقفت أوبنهايمر بقوة وراء الموقف العلمي، قائلاً: "لا يمكن أن يكون عالماً إلا إذا كنت تعتقد أن معرفة العالم، والقوة التي يعطيها، هو شيء والتي هي ذات قيمة جوهرية للبشرية، وأنك تستخدمها للمساعدة في نشر المعرفة، ونحن على استعداد لاتخاذ العواقب".

وذهب أوبنهايمر للعمل مع آخرين، على تقرير آتسون ليلينثال، الذي يقول ريتشارد رودس في كتابه الأخير "رؤى التكنولوجيا"، "وجد وسيلة لمنع سباق التسلح النووي السري دون اللجوء إلى الحكومة العالمية المسلحة". فإن اقتراحهما شكل من أشكال التخلي عن عمل الأسلحة النووية من جانب الدول القومية إلى وكالة دولية.

وأدى هذا الاقتراح إلى خطة باروخ التي قدمت إلى الأمم المتحدة في يونيو / حزيران 1946 ولكنها لم تعتمد أبداً (ربما لأن برنارد باروخ "أصر على إثقال الخطة بالجزاء التقليدية"، على الأرجح لأنه، كما يوحي رودس، فإنه من المؤكد أن "روسيا ستالينية رفضت على أية حال"). كما أن الجهود الأخرى الرامية إلى تعزيز الخطوات المعقولة نحو تدويل الطاقة النووية لمنع سباق التسلح كانت تعصف إما بسياسة الولايات المتحدة وانعدام الثقة الداخلي أو عدم الثقة من جانب السوفييات. فقدت فرصة تجنب سباق التسلح، وبسرعة كبيرة.

في عام 1948، يبدو أن أوبنهايمر قد وصل إلى مرحلة أخرى في تفكيره، قائلاً: "في الشعور الحقيقي تماماً، حيث ابتدال، ولا فكاها ولا مبالغة، قد يعرف علماء الفيزياء خطأهم، ومن الأفضل عدم التغاضي عن تلك المعرفة ونتائجها". في عام 1949، فجّر السوفييت قنبلة ذرية، وبحلول عام 1955، اختبرت كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي القنابل الهيدروجينية التي يمكن نقلها بالطائرة. وهكذا بدأ سباق التسلح النووي.

ففي فيلم (The Day After Trinity) الوثائقي منذ ما يقرب من 20 عاماً، يلخص فريمان دايسون المواقف العلمية التي أخذتنا إلى الهاوية النووية: "لقد شعرت بها داخلي، فلا يمكن مقاومة بريق الأسلحة النووية خاصة إذا ما كنت تطّلع عليها كعالم، لتشعر بوجودها في يديك، ولتطلق هذه الطاقة التي تغذي النجوم، وتسمح لها إبراز إنجازاتك، كأن تقوم بمعجزات لرفع مليون طن من الصخور إلى السماء، وهو أمر يجعل الناس يظنون أنهم أقوياء، وهو في المقابل مسؤول - في بعض النواحي - عن كل مشاكلنا. وهذا ما يمكن أن تسميه الغطرسة التقنية التي يشعر بها الكثير من الناس عندما يرون ما يمكنهم القيام به باستخدام عقولهم"<sup>8</sup>.

ونحن الآن، كما كنا في ذلك الحين مبدعي التكنولوجيات الجديدة، ونجوم الخيالي العلمي المستقبلي، مدفوعين - هذه المرة بالمكافآت مالية كبيرة والمنافسة العالمية - على الرغم من المخاطر الواضحة، فبالكاد نقوم بتقييم كيفية العيش في عالم مشكّل من النتيجة الواقعية لما نخلقه ونتخيله.



في عام 1947، بدأت نشرة العلماء الذريين في وضع ساعة القيامة على غلافها. وعلى مدى أكثر من 50 عاماً، أظهرت تقديراً للخطر النووي النسبي الذي واجهنا، مما يعكس الظروف الدولية المتغيرة. تحركت اليدين على الساعة 15 مرة، واليوم، تشير تلك الساعة إلى تسع دقائق قبل منتصف الليل، تعكس استمرار وخطر حقيقي متوقع من الأسلحة النووية. وقد أدى إضافة الهند وباكستان مؤخراً إلى قائمة القوى النووية إلى زيادة التهديد بفشل هدف منع الانتشار النووي، وقد انعكس هذا الخطر بتحريك الأيدي قرب منتصف الليل في عام 1998.

في عصرنا، ما هي كمية الخطر الذي نواجهه، وليس فقط من الأسلحة النووية، ولكن من كل هذه التكنولوجيات؟ ماهي نسبة ارتفاع مخاطر الانقراض؟ درس الفيلسوف جون ليزلي (John Leslie) هذا السؤال وانتهى إلى أن خطر الانقراض البشري لا يقل عن 30%،<sup>9</sup> في حين يعتقد راي كورزويل أن لدينا "فرصة أفضل من مجرد المرور خلاله"، مع التحذير بأنه "كان دائماً مهماً بالتفاؤل". وهذه التقديرات ليست مشجعة فحسب، ولكنها لا تشمل احتمالات العديد من النتائج الفظيعة التي تكذب في مسألة الانقراض. وفي مواجهة هذه التقييمات، يقترح مجموعة من البشر الجادّين الانتقال إلى أبعد من الأرض بأسرع ما يمكن. سنستعمر المجرة باستخدام تحقيقات فون نيومان (von Neumann)، التي تتلخص في القفز من نظام شمسي إلى آخر، وإعادة التجربة أينما كانت. ومن المؤكد أن هذه الخطوة ستكون ضرورية خلال 5 بلايين سنة من الآن (أو قبل ذلك إذا تأثر نظامنا الشمسي بشكل كارثي بتصادم مجرتنا الوشيك مع مجرة أندروميديا خلال الثلاث مليارات سنة القادمة)، ولكن إذا أخذنا كورزويل ومورافيك على ما ذكراه، فإنها قد تكون ضرورية بحلول منتصف هذا القرن.

ما هي الآثار الأخلاقية هنا؟ إذا كان علينا أن نتجاوز هذه الأرض بسرعة من أجل البقاء على قيد الحياة، من يتحمل مسؤولية مصير هؤلاء (معظمنا، بعد كل شيء) الذين تُركوا في الخلف؟ وحتى لو كنا مبعثرين على النجوم، أليس من المرجح أننا قد نأخذ مشاكلنا معنا أو نجد لاحقاً، أنها قد تبعتنا؟ إن مصير أنواعنا على الأرض ومصيرنا في المجرة يبدو مرتبطاً ارتباطاً وثيقاً.

وهناك فكرة أخرى هي إقامة سلسلة من الدروع للدفاع ضد كل من التكنولوجيات الخطيرة. كانت مبادرة الدفاع الاستراتيجي، التي اقترحتها إدارة ريغان، محاولة لتصميم مثل هذا الدرع ضد تهديد هجوم نووي من الاتحاد السوفيتي. ولكن كما قال آرثر سي كلارك (Arthur C. Clarke)، الذي كان يريد مناقشة الموضوع "على الرغم من أنه قد يكون من الممكن، على حساب كبير، بناء أنظمة الدفاع المحلية التي - فقط - تسمح بضع نسبٍ مئوية من الصواريخ البالستية، فالكثير من الأفكار والخطط والوطنية لم تكن معقولة أبداً. لويز الفاريس (Luis Alvarez) الذي كان أعظم فيزيائي مخبري في هذا القرن،

9 هذا التقدير في كتاب ليسلي نهاية العالم: علم وأخلاقيات الانقراض البشري، حيث يلاحظ أن احتمال الانقراض أعلى بكثير إذا قبلنا حجة يوم القيامة براندون كارتر، وهو باختصار، "يجب أن يكون لدينا بعض الإحجام عن الاعتقاد بأننا في وقت مبكر جداً، على سبيل المثال في أقرب 0.001 في المئة، من بين جميع البشر الذين عاشوا من أي وقت مضى، وهذا سيكون سبباً في التفكير بأن البشرية لن تستطيع البقاء على قيد الحياة لعدة قرون، ناهيك عن استعمار المجرة. إن حجة يوم القيامة في كارتر لا تولد أي تقديرات للمخاطر من تلقاء نفسها، بل هي حجة لمراجعة التقديرات التي نولدها عندما ننظر في مختلف المخاطر المحتملة". (روتليدج، 1996: 1، 3، 145).



قد لاحظ لي أن دعاة مثل هذه المخططات كانوا "رجالاً متفائلين جداً لا معنى لهم". وتابع كلارك قائلاً: "بالنظر إلى الكرة البلورية الغائمة في كثير من الأحيان، أظن أن دفاعاً كاملاً قد يكون ممكناً فعلاً في قرن أو نحو ذلك، ولكن تكنولوجيا معنية ستنتج، كمنتج ثانوي، أسلحة فظيعة بحيث لا يعير أحد الصواريخ البالستية أي اهتمام"<sup>10</sup>.

اقترح اريك دريكسلر في كتاب محركات الصناعة" (Engines of Creation) أن نبني درعاً من تقنية النانو النشط - وهو شكل من أشكال الجهاز المناعي للغلاف الحيوي- للدفاع ضد خطورة التكرار من أي نوعٍ كان، والتي قد تهرب من المختبرات أو يتم إنشاؤها بطريقة خبيثة. لكن الدرع الذي اقترحه سيكون في حد ذاته خطراً للغاية، ولا شيء يمنعه من تطوير مشاكل المناعة الذاتية والهجوم على المحيط الحيوي نفسه<sup>11</sup>.

وتنطبق صعوبات مماثلة على بناء الدروع ضد الروبوتات والهندسة الوراثية. وهذه التكنولوجيات قوية جداً بحيث لا يمكن حمايتها في الإطار الزمني محل الاهتمام، حتى لو كان من الممكن تنفيذ الدروع الدفاعية، فإن الآثار الجانبية لتنميتها ستكون على الأقل خطرة مثل التكنولوجيات التي نحاول الاحتماء ضدها. وهذه الاحتمالات كلها إما غير مرغوب فيها أو غير قابلة للتحقيق أو كليهما معاً. إن البديل الواقعي الوحيد الذي أراه هو التخلي: الحد من تطوير التكنولوجيات الخطرة جداً، من خلال الحد من سعينا لتحقيق أنواع معينة من المعرفة. نعم، أعلم ذلك، المعرفة جيدة، كما هو البحث عن حقائق جديدة. لقد كنا نسعى للمعرفة منذ العصور القديمة. فتح أرسطو الميتافيزيقيا مع بيان بسيط: "كل الرجل بطبيعته لديه الرغبة في معرفة". لقد اتفقنا منذ زمن طويل على قيمة الوصول المتاح إلى المعلومات، ونعترف بالمشاكل التي تنشأ مع محاولات تقييد الوصول إلى المعرفة وتطويرها، كقاعدة أساسية في مجتمعنا. في الآونة الأخيرة، لقد وصلنا إلى تبجيل المعرفة العلمية.

ولكن على الرغم من السوابق التاريخية المثبتة، فإذا كان الوصول المفتوح إلى المعرفة والتنمية غير المحدودة من الآن فصاعداً يضعنا جميعاً في خطر واضح ووشيك بالنسبة للانقراض، فإن الحس السليم يطالب بأن نعيد النظر في هذه المعتقدات الأساسية القديمة. كان قد حذرنا نيتشة في نهاية القرن التاسع عشر، ليس فقط من أن الله قد مات، ولكن "الإيمان بالعلم، الذي لا يمكن إنكاره، بعد كل شيء، لا يمكن أن يدين أصله إلى حساب التفاضل والتكامل من فائدة، بل يجب أن تنشأ على الرغم من حقيقة عدم الجدوى والخطورة "السعي وراء الحقيقة" من "الحقيقة بأي ثمن" تثبت عليه باستمرار. " وهذا الخطر الإضافي الذي نواجهه الآن تماماً - عواقب سعينا إلى تقصي الحقائق. والحقيقة التي يسعى إليها العلم يمكن بالتأكيد أن تعتبر بديلاً خطيراً لله إذا كان من المرجح أن يؤدي إلى انقراضنا.

10 كلارك، آرثر سي "الرؤساء والخبراء والكويكبات". العلوم، 5 يونيو 1998. أعيد طباعته ك"العلوم والمجتمع" في تحية بيبس القائم على الكربون! مقالات مجمعة، 1998-1934. سانت مارتن بريس، 1999: 526.

11 وكما يوجي ديفيد فورست في كتابه "تنظيم تطوير التكنولوجيا النانوية"، متاح على [www.foresight.org/NanoRev/Forrest1989.html](http://www.foresight.org/NanoRev/Forrest1989.html)، "إذا استخدمنا المسؤولية الصارمة كبديل للتنظيم سيكون من المستحيل على أي مطور لاستيعاب التكلفة من خطر (تدمير المحيط الحيوي)، لذلك نظرياً لا ينبغي أبداً الاضطلاع بنشاط تطوير تكنولوجيا النانو". تحليل فورست يترك لنا فقط التنظيم الحكومي لحمايتنا - وليس الفكرة المحببة للنفس.



وإذا كنا نستطيع أن نتفق، أننا كأنواع، وما نريده، وإلى أين نريد التوجه، ولماذا، فإننا سنجعل مستقبلنا أقل خطورة بكثير، ثم يمكننا أن نفهم ما يمكننا، وينبغي أن نتخلى عنه. وبخلاف ذلك، يمكننا أن نتصور بسهولة سباق التسلح الذي يتطور عبر تكنولوجيات GNR، كما يحدث مع تقنيات NBC في القرن العشرين. وربما يكون هذا أكبر خطراً لأنه بمجرد أن يبدأ هذا السباق، فإنه من الصعب جداً إنهاؤه. هذه المرة - خلافاً لمشروع مانهاتن - فإننا لسنا في حرب نواجه عدواً لا يقهر ويهدد حضارتنا، نحن مدفوعون بدلاً من ذلك من خلال عاداتنا، رغباتنا، نظامنا الاقتصادي، لدينا حاجة تنافسية للمعرفة. وأعتقد أننا جميعاً نتمنى أن مسارنا يمكن أن تحدده قيمنا الجماعية، وأخلاقنا، وأخلاقنا. وإذا كنا قد اكتسبنا حكمة جماعية أكثر على مدى آلاف السنين الماضية، فإن إجراء حوارٍ تحقيقاً لهذه الغاية سيكون أكثر عملياً، وأن القوى التي لا تصدق ما نحن بصدد إطلاقه لن تكون مثيرة للقلق تقريباً.

قد يعتقد البعض أننا قد نتوجه إلى هذا الحوار من قبل غريزتنا من أجل الحفاظ على الذات. ومن الواضح أن لدى الأفراد هذه الرغبة، ولكن يبدو أن سلوكنا ليس في صالحنا. وفي تعاملنا مع التهديد النووي، كثيراً ما نتحدث بشيء عن أنفسنا وإلى بعضنا البعض، مما يزيد كثيراً من المخاطر. سواء كان ذلك بدوافع سياسية، أو لأننا فضلنا عدم التفكير في المستقبل، أو لأنه عندما واجهتنا مثل هذه التهديدات الخطيرة تصرفنا بشكل غير عقلائي مع الخوف، وأنا غير متأكد مما يحدث، لكنه لا يبشر بالخير.

صناديق باندورا الجديدة من علم الوراثة - والتي نقصد بها هنا تكنولوجيا النانو، والروبوتات - أصبحت مفتوحة تقريباً، ولكن يبدو أننا بالكاد نلاحظ ذلك. لا يمكن وضع الأفكار مرة أخرى في الصندوق، على عكس اليورانيوم أو البلوتونيوم، لا تحتاج إلى استخلاصها وتنقيحها، ويمكن نسخها بحرية. وبمجرد خروج محتويات، فإنه من المستحيل إعادتها مرة أخرى. أشار تشرشل ذاماً الشعب الأمريكي وقادته "إنهم في الحقيقة، يفعلون الشيء الصحيح، بعد أن درسوا كل بديل آخر". ومع ذلك، في هذه الحالة، يجب علينا أن نعمل بشكل أكثر عمقاً، أن تفعل الشيء الصحيح في الأخير فقط، قد يعني أنك تفقد فرصة للقيام بذلك على الإطلاق. وكما قال ثورو (Thoreau): "إننا لا نركب السكة الحديد، بل إنها تسير بنا"، وهذا ما يجب أن نكافحه في عصرنا هذا.

نحن في طريقنا إلى هذا القرن الجديد بدون خطة ولا تحكم ولا مكابح. هل ذهبنا بالفعل بعيداً جداً على الطريق لتغيير المسار؟ لا أعتقد ذلك، ولكننا لا نحاول حتى الآن، والفرصة الأخيرة لتأكيد السيطرة - نقطة فشل آمنة - تقترب بسرعة. لدينا أول الروبوتات من الحيوانات الأليفة، إضافة إلى تقنيات الهندسة الوراثية المتاحة تجارياً، وتقنيات النانو التي لدينا تتقدم بسرعة. وفي حين أن تطوير هذه التكنولوجيات يمر عبر عدد من الخطوات، فإنه ليس بالضرورة في هذه الحالة - كما



حدث في مشروع مانهاتن واختبار الثالوث- أن الخطوة الأخيرة في إثبات التكنولوجيا كبيرة وصعبة. إن الانطلاق إلى التكاثر الذاتي البري في الروبوتات، والهندسة الوراثية، أو تكنولوجيا النانو يمكن أن تأتي فجأة، مما يعكس المفاجأة التي شعرنا بها عندما علمنا باستنساخ الثدييات.

ومع ذلك أعتقد أن لدينا أساساً قوياً ومتيناً مبنياً على الأمل. إن محاولتنا للتعامل مع أسلحة الدمار الشامل في القرن الماضي توفر مثلاً ساطعاً للتخلي عن النظر في: تخلي الولايات المتحدة الأحادي الجانب دون شروط مسبقة لتطوير الأسلحة البيولوجية. وقد نتج هذا التخلي عن إدراك أنه على الرغم من أنه يجب علينا جهود هائلة لإنشاء هذه الأسلحة الرهيبة، فإنه يمكن أن يتكرر من الآن فصاعداً بسهولة ويسقط في أيدي الدول المارقة أو الجماعات الإرهابية. وكان الاستنتاج الواضح هو أننا سنخلق تهديدات إضافية لأنفسنا عن طريق السعي إلى هذه الأسلحة، وأنا سنكون أكثر أمناً إذا لم نتابعها. لقد تجسد تخلينا عن الأسلحة البيولوجية والكيميائية في اتفاقية الأسلحة البيولوجية لعام 1972 واتفاقية الأسلحة الكيميائية لعام 1993<sup>12</sup>.

أما بالنسبة لاستمرار التهديد الكبير من الأسلحة النووية، الذي عيشه منذ أكثر من 50 عاماً، فإن رفض مجلس الشيوخ الأمريكي مؤخراً لمعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية يجعل من الواضح أن التخلي عن الأسلحة النووية لن يكون سهلاً من الناحية السياسية. ولكن لدينا فرصة فريدة، مع نهاية الحرب الباردة، لتجنب سباق التسلح متعدد الأقطاب. وبناء على التخلي عن اتفاقية الأسلحة البيولوجية واتفاقية الأسلحة الكيميائية، يمكن أن يساعدنا النجاح في إلغاء الأسلحة النووية على البناء نحو عادة التخلي عن التكنولوجيات الخطيرة. (في الواقع، من خلال التخلص من كل 100 سلاح نووي في جميع أنحاء العالم يمكننا القضاء على هذا التهديد بالانقراض.<sup>13</sup>

وسيكون التحقق من التخلي مشكلة صعبة، ولكنه مازال من الممكن حلّه، ونحن محظوظون لأننا فعلنا ذلك حقاً من الكثير من الأعمال ذات الصلة في سياق اتفاقية الأسلحة البيولوجية وغيرها من المعاهدات. وتتمثل مهمتنا الرئيسية في تطبيق هذا على التكنولوجيات التي هي أكثر بكثير من الناحية التجارية أكثر من العسكرية. والحاجة الملحة هنا هي الشفافية، من حيث صعوبة التحقق تناسب طردياً مع صعوبة التمييز بين من تخلى عن الأنشطة المشروعة.

وأعتقد صراحة أن ما واجهناه في عام 1945 كانت أبسط مما نواجهه اليوم: فالتكنولوجيات النووية يمكن فصلها إلى حد معقول في الاستخدامات التجارية والعسكرية، ويساعد الرصد طبيعة التجارب الذرية والسهولة التي يمكن بها قياس النشاط الإشعاعي. ويمكن إجراء البحوث بشأن التطبيقات العسكرية في مختبرات وطنية مثل لوس ألاموس (Los Alamos)، مع إبقاء النتائج سرية قدر الإمكان.

12 ميسيلسون، ماثيو. "مشكلة الأسلحة البيولوجية". عرض في الاجتماع 1818 للأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم، 13 يناير 1999.

minerva.amacad.org/archive/bulletin4.htm

13 دوتي، بول. "التهديد المنسي: مخزون الأسلحة النووية لا تزال تمثل أكبر تهديد للحضارة". ناشر، 402، ديسمبر 9، 1999: 583.



ولا تنقسم تكنولوجيايات GNR إلى استخدامات تجارية وعسكرية بشكل واضح نظراً لإمكاناتهم التجارية، فإنه من الصعب أن نتصور تطويرهم فقط في المختبرات الوطنية. وسيتطلب تنفيذ التخلي كنظام حقيقي مع الوجود التجاري، كما يحدث مع نظام الأسلحة البيولوجية، ولكن على نطاق لم يسبق له مثيل. وسيؤدي هذا، حتماً، إلى زيادة التوترات بين خصوصيتنا الفردية ورغبتنا في الحصول على المعلومات الخاصة، والحاجة إلى التحقق من أجل حمايتنا جميعاً. ومن المؤكد أننا سنواجه مقاومة قوية لهذه الخسارة في الخصوصية وحرية العمل. وسيتعين التحقق من التخلي عن تكنولوجيايات معينة في تقنيات GNR على الانترنت وفي المرافق المادية. وستمثل المسألة الحاسمة في جعل الشفافية اللازمة مقبولة في عالم من المعلومات المملوكة، وذلك من خلال توفير أشكال جديدة من حماية الملكية الفكرية.

يتطلب التحقق من الامتثال أيضاً أن العلماء والمهندسين يسيرون على نظام سلوكي أخلاقي يشبه القسم أبقراط، وأن لديهم الشجاعة الكافية للكشف حسب الضرورة، حتى وإن كلفهم ذلك حياتهم. وهو ما يكون إجابة للنداء -بعد 50 عاماً من سقوط هيروشيما- الذي وجهه هانز بيث (Hans Bethe) الحائز على جائزة نوبل، وهو أحد كبار أعضاء مشروع مانهاتن الباقين على قيد الحياة، بأن جميع العلماء "يجب الكفّ والتوقّف عن خلق وتطوير وتطوير وتحسين صناعات الأسلحة النووية وأسلحة أخرى من أسلحة الدمار الشامل المحتملة"<sup>14</sup>. في القرن الحادي والعشرين، يتطلب ذلك يقظة ومسؤولية شخصية من قبل أولئك الذين سيعملون على تقنيات NBC و GNR لتجنب تنفيذ أسلحة الدمار الشامل والمعرفة المدمرة.

أشار ثوريو (Thoreau) أيضاً إلى أننا سنكون "أكثر ثراءً بما يتناسب مع عدد الأمور التي نستطيع السماح بها". فنحن نسعى جميعاً إلى أن نكون سعداء، ولكن يبدو أنه من المجدي التساؤل عما إذا كنا بحاجة إلى تبني مثل هذا الخطر الكبير من الدمار الكامل لكسب المزيد من المعرفة، وأشياء أخرى. ولا ينبغي لنا أن نسعى إلى تحقيق الخلود القريب دون النظر في التكاليف، دون النظر في الزيادة المتناسبة في خطر الانقراض. قد يكون الأصل هو الخلود، ولكنه بالتأكيد ليس الحلم البيوتوبي الوحيد الممكن.

وقد حظيت مؤخراً بلقاء الكاتب والباحث الموقر جاك أتالي (Jacques Attali) الذي ساعد كتابه الألفية (Millennium) على الإلهام منهج جافا وجيني في السنوات القادمة للحوسبة المنتشرة، كما هو موضح سابقاً في هذه المجلة. يصف أتالي في كتابه الجديد (Fraternités) كيف تغيرت أعلامنا من البيوتوبيا مع مرور الوقت: "في فجر المجتمعات، رأى الرجال مرورهم على الأرض ليس أكثر من متاهة من الألم، يقف في نهايتها بابٌ يؤدي عبر موتهم إلى وجودهم مع الآلهة والخلود. ومع قدوم العبريين ثم الإغريق، تجرأ بعض الرجال على أنفسهم من المطالب اللاهوتية وحلم مدينة مثالية حيث تزدهر الحرية. بينما لاحظ آخرون تطور مجتمع السوق، وفهموا أن حرية البعض ستغرب البعض، وسيسعون إلى المساواة.

بلور هذا بالنسبة لي مشكلتي مع حلم كورزويل. قد لا يكون النهج التكنولوجي إلى الخلود - من خلال الروبوتات- هو البيوتوبيا المرغوبة، وسعها يجلب مخاطر واضحة. ربما يجب علينا إعادة النظر في خياراتنا للحياة الأزلية. كما يقول الدالاي لاما أنه يجب علينا أن نفهم مالذي يجعل الناس سعداء، والاعتراف بالأدلة القوية على أن أي تقدم مادي وليس السعي وراء قوة المعرفة هو المفتاح - أن هناك حدوداً للعلم، والسعي العلمي وحده وحده هو القادر على ذلك. يبدو أن مفهومنا الغربي

<sup>14</sup> انظر أيضاً رسالة هانز بيث لعام 1997 الموجهة إلى الرئيس كلينتون، على العنوان التالي: [www.fas.org/bethecr.htm](http://www.fas.org/bethecr.htm)



للسعادة يأتي من الإغريق، الذين عرفوا أنه "ممارسة القوى الحيوية على طول خطوط التميز في حياة توفر لهم مجالاً".<sup>15</sup> ومن الواضح أننا بحاجة إلى إيجاد تحديات مجدية ونطاق كاف في حياتنا إذا أردنا أن نكون سعداء مستقبلاً. ولكنني أعتقد أنه يجب علينا أن نجد منافذ بديلة لقوتنا الخلاقة، تتجاوز ثقافة النمو الاقتصادي الدائم، فإن هذا النمو كان إلى حد كبير نعمة لعدة مئات من السنين. ولكنه لم يجلب لنا السعادة الحقيقية. ويجب علينا الآن أن نختار بين السعي لتحقيق نمو غير مقيد وغير موجه من خلال العلم والتكنولوجيا والأخطار المصاحبة الواضحة.

ولكن العديد من الذين يعرفون عن المخاطر لا يزالون صامتون بشكل غريب، باعتباره ليس أمراً جديداً. كما لو الوعي وحده كافياً لمواجهة ما يحدث. هناك جامعات مليئة بالأخلاقيات البيولوجية التي يدرسونها اليوم، معتمدين على أن كل هذه المخاوف والدراسات ليس إلا أمراً حدث في الماضي، فهمومك ومخاوفك ليست بالأمر الجديد. إن تجارب العلماء الذريين تظهر بوضوح الحاجة إلى تحمل المسؤولية الشخصية، وخطر أن تتحرك الأمور بسرعة كبيرة. والطريقة التي يمكن أن تأخذ بها العملية حياة خاصة بها. يمكننا، كما فعلوا، خلق مشاكل لا يمكن التغلب عليها في أي وقت مهما حاولنا. ويجب أن نفكر في المستقبل أكثر إذا لم نكن مندهشين ومذهلين من عواقب اختراعاتنا.

إن عملي المهمي المستمر هو تحسين موثوقية البرمجيات. فالبرمجيات ليس إلا أداة، وباعتبارها أداة بناء يجب أن نناضل مع الأدوات التي صنعناها. لقد اعتقدت دائماً أن جعل البرمجيات أكثر موثوقية، نظراً لاستخداماتها العديدة، سيجعل العالم مكاناً أكثر أماناً وأفضل للعيش. وإذا كان علي الإيمان بالعكس، فإنه على كواجب أخلاقي وقف هذا العمل، ويمكن

ويحدوني أملٌ كبير للمشاركة في مناقشة أعمق بكثير للقضايا التي أثرت هنا، مع أشخاص من خلفيات مختلفة كثيرة، في بيئات غير مهيأة للخوف أو لصالح التكنولوجيا من تلقاء نفسها. في البداية، لقد رفعت مرتين العديد من هذه القضايا في الأحداث التي يبرعها معهد أسبن (Aspen) واقترحت بشكل منفضل على الأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم أن تأخذها امتداداً لعملها مع مؤتمرات بوغواش (Pugwash Conferences). وقد عقدت هذه الاجتماعات منذ عام 1957 لمناقشة تحديد الأسلحة، ولا سيما الأسلحة النووية، وصياغة سياسات قابلة للتطبيق. ومن المؤسف أن اجتماعات بوغواش بدأت فقط بعد خروج الجني النووي من الزجاجاة -حوالي 15 عاماً متأخراً جداً. كما أننا متأخرون جداً في معالجة القضايا المتعلقة بتقنيات القرن الحادي والعشرين - وهي الوقاية من التدمير الشامل الذي يتيح المعرفة -بشكل جدي- ويبدو أن التأخير أكثر من ذلك غير مقبول.

لذلك ما زلت أبحث؛ هناك العديد من الأمور لتعلمها، وسواء نجحنا أو فشلنا للبقاء على قيد الحياة أو الوقوع ضحية لهذه التكنولوجيات، فإن الأمر لم يُحسم بعد. إنها السادسة صباحاً، وإنني أحاول أن أتخيل بعض الإجابات الأفضل، لكسر الموجة وتحريرها من الحجر.