القسم الثاني

المستقبل من الناحية العملية

obeikandl.com

obeikandl.com

ريتشارد دوكنز

قانون ابن مور

أصحاب الإنجازات الذين اشتطوا بعيداً يُسَلُّون أنفسهم بهذا الابتعاد. عرِف بيتر ميداوور Peter Medawar ما كان يفعله عندما كتب لدى مراجعته لكتاب الخط الحلزوني المزدوج Double Helix: «من غير المجدي أن تناقش شخصاً بليداً جداً بحيث لا يدرك أن هذه الشبكة من الاكتشافات (علم الوراثة الجزيئي) هي أعظم إنجازات العلم في القرن العشرين». إن ميداوور ـ مثل مؤلف الكتاب الذي كان يقوم بمراجعته ـ يمكن أن يبرر تعجرفه في اللعب بالورق، ولكن ليس من الواجب أن تكون بليداً حتى تخالفه الرأي. ماذا نقول عن شبكة المكتشفات المعقدة الأنجلو ـ أمريكية المبكرة المعروفة باسم الاصطناع الحديث للنظرية الدارونية المحدثة[27]. يمكن لعلماء الفيزياء أن

(27) Neo-Darwinian Modern Synthesis نظرية تقول بأن الاصطفاء الطبيعي هو

obeikandl.com

يقيموا قضية هامة للنظرية النسبية أو لعلم الميكانيك الكمي وكذلك الأمر لعلماء الكوزمولوجيا[28] لتوسع الكون. لا يمكن لأحد أن ينكر أن «أعظم» شيء هو أمر لا يمكن تقريره بشكل نهائي، ولكن لايُنْكَر أن ثورة علم الوراثة الجزيئي كانت واحدة من أعظم إنجازات العلم في القرن العشرين، أي إنجازات الجنس البشري منذ الخليقة. إلى أين سنوصله أو يوصلنا في غضون السنوات الخمسين التاليات؟ بحلول منتصف القرن قد يحكم التاريخ على ميداوور بأنه كان أقرب إلى الحقيقة أكثر مما سمح به معاصروه أو سمح به هو نفسه.

إذا طُلِب إلي أن ألخص علم الوراثة الجزيئي بكلمة اخترت كلمة «الرقمي». كان علم الوراثة لدى مندل Mendel[29] بالطبع رقمياً لكونه يدخل في التفاصيل المتعلقة بالتصنيف المستقل للمورثات من خلال أنسابها. ولكن جوهر المورثات لم يكن معروفاً، ولعلها كانت ما تزال عبارة عن مواد، ذات صفات وقوى وطعم، مستمرة التغيير وتتضافر عراها مع أنماطها

العامل الأساسي في التطور، وتنكر ـ على وجه الخصوص ـ إمكان وراثة الصفات المكتسبة.

(28) الكوزمولوجيا :cosmology علم يبحث في مظهر الكون وتركيبه العام، وهو يشمل علوم الفلك والجغرافيا والجيولوجيا.

(29) نسبة إلى العالم Gregor Mendal المشهور بنظرياته الخاصة بالمورثات «المعرّب».

الظاهرية بشكل لا ينفصم. علم الوراثة الذي أبدعه واطسونWatson وكريك Crick هو رقمي في أعماقه، ورقمي حتى العظم، وهو الخط الحلزوني المزدوج بأم عينه. يمكن أن يقاس حجم الجينوم بالغيغابيز gigabases بنفس الدقة التي يقاس بها حجم القرص الصلب بالغيغابايتات Giga bytes. إن الوحدتين في الواقع قابلتان للتحويل فيما بينهما من خلال مضاعفة ثابتة. علم الوراثة اليوم هو عبارة عن تكنولوجيا معلوماتية صِرفة، وهذا على وجه التحديد هو السبب الذي يمَكِّن من نسخ مورثة مضادة للتجمد من سمكة قطبية وزرعها في حبة بطاطا.

تنامى الإنفجار الذي أطلق شرارته واطسون وكريك بصورة أُسّيّةٍ، تماماً كما يفعل الإنفجار الجيد، وذلك خلال نصف القرن منذ أن تم نشر مطبوعتهما المشتركة الشهيرة. أظن أني أعني هذا بصورة حرفية وسوف أؤيد ذلك من خلال تناظر وظيفي مع انفجار معروف بصورة أفضل، وهذه المرة من تكنولوجيا معلوماتية كما هي مفهومة بشكل تقليدي. يقول قانون مور Moore إن قوة الكومبيوتر تتضاعف كل ثمانية عشر شهراً. وهو قانون تجريبي يعتمد على التجربة دون مؤيدات نظرية بالشواهد متفق عليها، وذلك رغم أن ناتان مايرفولدNathan Myhrvold يقدم بذكاء أمراً مرجعياً ذاتياً: هو أن قانون ناتانNathan يقول إن البرمجيات تتنامى بصورة أسرع مما نعرفه حسب قانون مور، ولهذا وُجِد هذا القانون لدينا. ومهما كان

السبب أو مجموعة الأسباب وراء ذلك فقد بقي قانون مور حقيقياً لمدة تقارب الخمسين سنة. ويتوقع الكثير من المحللين أن يستمر على ذلك فترة مماثلة وأن يؤثر بشكل صاعق على الشؤون البشرية ولكن ذلك لايعنيني في هذه المقالة.

وبدلاً من ذلك هل هنالك شيء يعادل قانون مور من أجل تكنولوجيا المعلومات عن الـ دي إن إيه DNA؟ أفْضَل قياس هو بالتأكيد القياس الاقتصادي، لأن المال هو مؤشر جيد على ساعات العمل وتكاليف المعدات. ومع مرور السنين هل عُرِفَ العدد النموذجي من كيلو أساسيات kilobases الـ دي إن إيه DNA الذي يمكن أن يُستنتج لقاء مقدار معياري من المال؟ هل يتزايد بصورة أُسّيّة، وإذا كان الحال هكذا، فما هي المدة اللازمة لمضاعفته؟ لاحظوا بالمناسبة عدم وجود اختلاف بين مصدر الـ دي إن إيه DNA حيوانياً كان أم نباتياً (إنَّ هذا هو وجه آخر يدل على أن علم الـ دي إن إيه DNA هو فرع من تكنولوجيا المعلومات). التكنولوجيات التسلسلية والتكاليف في أي عِقد من السنوات هي غالباً ذاتها. ويستحيل عليك في الحقيقة أن تعرف مصدر الـ دي إن إيه DNA؛ من إنسان أو فطر أو جرثومة، إلا إذا قرأت نص الرسالة ذاته.

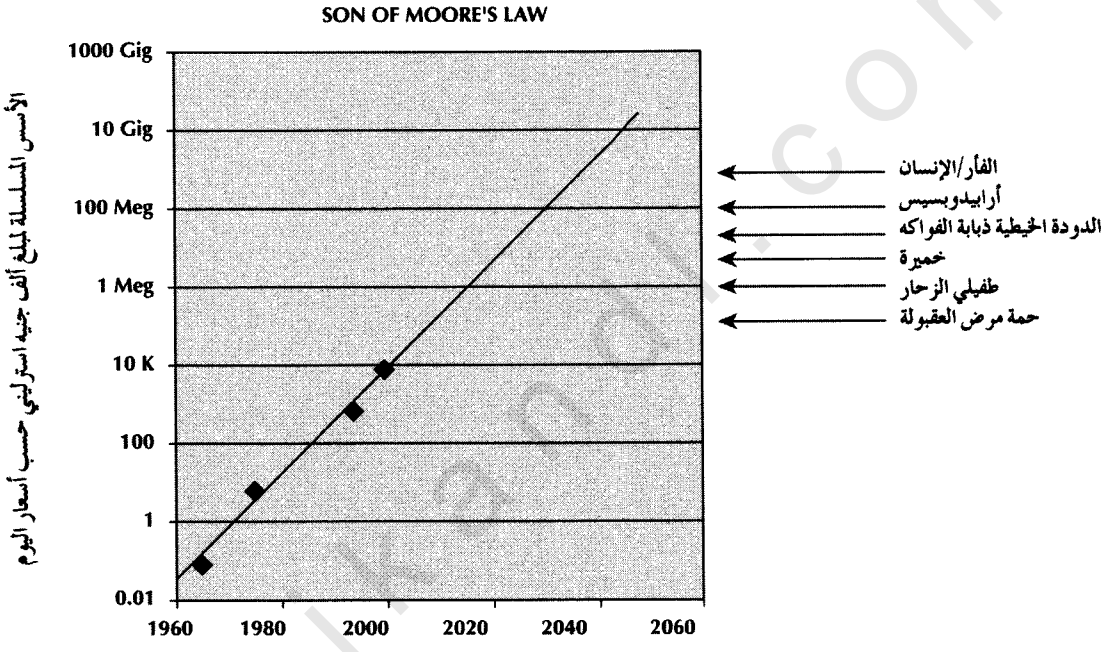
بعد أن اخترت رقمي النموذجي لم أعرف كيف تقاس التكاليف في الحياة العملية. توفر لي لحسن الحظ شعور طيب في سؤال زميلي جوناثان هودكين Jonathan Hodgkin أستاذ علم

الوراثة في جامعة أوكسفورد Oxford، وسررت عندما اكتشفت أنه فعل مؤخّراً نفس الشيء أثناء إعداد محاضرة لمدرسته القديمة، وقد تكرَّم فأرسل إليّ تقديرات التكلفة التالية مقدرة بالجنيه الإسترليني لكل زوج أساسي (أي لكل «حرف» من رمز الـ دي إن إيه (DNA تمت سلسلته. بلغت تكاليف حرف واحد سنة 1965 ألف جنيه إسترليني تقريباً لقاء سلسلة الحرف المحيطي الذي يحمل الرمز S ribosomal S لكل آر إن إيه RNA من الجرثومة (إنه ليس الـ دي إن إيهDNA ولكن تكاليف الـ آر إن إيه RNA مشابهة). وفي سنة 1975 بلغت كلفة سلسلة الـ دي إن إيهDNA من الجرثومة ذات الرمز X174. حوالي عشرة جنيهات لكل حرف. لم يستطع هودكين Hodgkin أن يجد مثالاً جيداً عن سنة 1985، ولكن الكلفة بلغت سنة 1995 جنيهاً واحداً لكل حرف من أجل سلسلة الـ دي إن إيه DNA من الدودة الخيطية النحيلة التي عشقها علماء الأحياء المتخصصون بها جداً بحيث أطلقوا عليها اسم الدودة الخيطية أو حتى أنهم أسموها الدودة. عندما وصل مشروع الجينوم البشري إلى منتهاه حوالي سنة 2000 كانت تكاليف الإنتاج قد بلغت 0,1 جنيهاً لكل حرف. ومن أجل بيان الإتجاه الإيجابي للنمو قمت بتحويل هذه الأرقام إلى «نقاط لكل دولار» أي: كمية الـ دي إن إيه DNA التي يمكن سلسلتها مقابل مبلغ محدد من المال، واخترت مبلغ ألف جنيه استرليني مصحَّحاً من أجل التضخم. وضعت نقاطاً تمثل كمية

الكيلوأساسيات Kilobases لكل ألف جنيه على مقياس لوغاريتمي مريح لأن النمو الأُسّي مبيّن بخط مستقيم . (أنظر الخط البياني على الصفحة التالية):

ينبغي علي أن أؤكد ـ كما أكد لي الأستاذ هودكين Hodgkin- على أن النقاط البيانية الأربع هي حسابات خارجة عن النطاق، ومع ذلك فإنها تقع بصورة مقنِعة قريبة جداً من خط مستقيم مشيرة إلى أن الزيادة في قوة سَلسَلَة الـ دي إن إيهDNA الخاص بنا هو أُسّي. زمن المضاعفة (أو تنصيف الكلفة) هو 27 شهراً مقارنة بالزمن الوارد في قانون مور Moore والبالغ 18 شهراً. والى الحد الذي تعتمد فيه سَلسَلة الـ دي إن إيه DNA على قوة الكومبيوتر (وهو مدى واسع تماماً) فإن من المحتمل أن يكون القانون الجديد الذي اكتشفناه مدين بشكل كبير لقانون مور Moore ذاته، وهذا يُبرر النعت الطريف الذي وضعته له: «ابن قانون مور».

لا يمكن بحال من الأحوال أن نتوقع تقدماً تكنولوجياً بهذه الطريقة الأُسّية. لم أثبت الأرقام بعد، ولكن الدهشة سوف تتملكني إذا تبين ـ على سبيل المثال ـ أن تقدم سرعة الطائرة أو استهلاك الوقود الاقتصادي في السيارات أو ارتفاع ناطحات السحاب سيكون بصورة أُسّيّة. وبدلاً من أن تتضاعف مرات ومرات في زمن ثابت فإني أشك أنها تتقدم من خلال شيء أقرب إلى الإضافة الحسابية. وفي الحقيقة فإن المرحوم



التراجع الخطي مبين بأربع نقاط بيانية ثم انحسار أو تراجع ضعف تدريجي قدرت قيمتها حتى العام 2050

كريستوفر إيڤانز Christopher Evans كتب منذ سنة 1979 عندما لم يكن قانون مور قد بدأ بعد:

> سيارات اليوم تختلف عن السيارات التي ظهرت مباشرة بعد سنوات الحرب لعدة أمور ... ولكن لنفترض لحظة أن صناعة السيارات قد تطورت بنفس نسبة تطور صناعة الكومبيوترات وخلال نفس الفترة: فكم تكون الطرازات الحالية أقل سعراً وأكثر كفاءة؟ يمكنك اليوم أن تشتري سيارة رولز ـ رويس بمبلغ 1,35 جنيهاً استرلينياً، وسوف تسير هذه السيارة مسافة ثلاثة ملايين ميل بالغالون الواحد، وسوف تعطينا طاقة بحيث تسَيّر الباخرة كوين اليزابيث الثانية. وإذا كنتم مهتمين بالتصغير فيمكنكم وضع نصف دزينة منها على رأس دبوس.

بدا لي أن استكشاف الفضاء أيضاً مرشح محتمل لزيادةٍ مُضافة معتدلة كالسيارات، ثم تذكرت فكرةً فتّانةً ذكرها آرثر سي. كلارك Arthur C. Clarke الذي لايمكن لأحد أن ينكر مؤهلاته التي تخوِّلَه صفة النّبيّ. تصوروا أن مركبة فضاء في المستقبل متجهة نحو نجم بعيد ـ حيث أصبح السفر بأعلى سرعة ممكناً بفضل التقدم العلمي الحالي ـ ولابد أن تمضي عدة قرون قبل الوصول إلى المكان المقصود البعيد. وتصوروا أن سفينة أخرى أسرع من الأولى لأنها من إنتاج تكنولوجيا القرن التالي ستصل إليها قبل أن تقطع نصف هذه الرحلة. ولذلك يمكن القول إن الواجب لم يكن يقضي بتَحَمُّل عناء إطلاق

السفينة الأولى أبداً. وبنفس المناقشة فإن السفينة الفضائية الثانية ما كان يجب أن تنطلق لأن قَدَر طاقمها أن يودع أحفاد أحفاده عندما يلوحون لأحفاد أحفادهم في قرن ثالث وهكذا دواليك. هناك طريقة واحدة لحل هذه المتناقضة هي أن التكنولوجيا التي ستطور سفناً فضائية لاحقة لن تتوفر دون بحث وتطوير جرى على سابقاتها من السفن. سوف أقدم نفس الجواب إلى كل شخص يقترح إمكانية تأجيل المشروع الأصلي للجينوم البشري بالقدْر المناسب لأن بالإمكان المباشرة بكامل المشروع الآن من نقطة انطلاقه ومن ثم استكماله خلال جزء من السنوات التي استغرقها المشروع الأصلي بصورة فعلية.

إذا كانت نقاطنا البيانية الأربع تمثل بشكل معترف به تقديرات عشوائية فإن استقراء الخط المستقيم حتى السنة 2050 ليس نهائياً إلى حدٍّ أكبر. ولكن من خلال القياس التمثيلي مع قانون مور Moore، وخصوصاً إذا كان قانون ابن مور مديناً في الحقيقة بشيء لأبيه، فإن من المحتمل أن يُمثل هذا الخط المستقيم تكهناً يمكن الدفاع عنه بالقوة أو بالحجة. دعونا نتابع على الأقل لنرى إلى أين سيصل بنا هذا القانون الذي يقترح أننا سنكون قادرين سنة 2050 على أن نُسَلسِل جينوم إنسان كامل لقاء مبلغ مئة جنيه إسترليني بالقيمة الحالية (حوالي 160 دولاراً). وبدلاً من مشروع الجينوم البشري فإن بإمكان كل فرد أن يقدم ثمن برنامج الجينوم الشخصي الخاص به. إن علماء الأنساب

السكانية سوف يمتلكون البيانات النهائية عن التنوع البشري، وسوف يكون من الممكن أن تصنّع شجرات القرابة التي تصل بين أي شخص في العالم وبين أي شخص آخر. وهذا هو الحلم الأكبر للمؤرخين، فهم سيستخدمون توزيع المُوَرِّثات الجغرافي لإعادة تركيب الهجرات العظيمة والغزوات التي تمت في القرون، ويتتبّعون من خلال المورثات أثر رحلات سفن الفايكنغ Viking الطويلة ويلاحقون القبائل الأمريكية عبر مورثاتها من ألاسكا Alaska إلى تييرا ديل فيكو Tierra del fuego، والسكسونيين Saxons عبر بريطانيا، ويضعون الوثائق لشتات اليهود، وحتى أنهم يحددون الأحفاد الحاليين لأمراء الحرب الذين نهبوا الأرض مثل جنكيز خان Genghis Khan.

في هذه الأيام ستدلُّك صورة الصدر الشعاعية على كونك مصاباً بسرطان الرئة أو بالسل. في سنة 2050 ولقاء سعر صورة الصدر الشعاعية سيكون بمقدورك أن تعرف الصيغة الكاملة لكلٍ من مورثاتك. لن يعطيك الطبيب وصفة مخصصة لشخص عادي يشتكي مما تشتكي، ولكن هذه الوصفة ستناسب جينومك على وجه التحديد. إن هذا أمر جيد بلا شك، ولكن طبعتك الشخصية سوف تنبئ عن نهايتك الطبيعية بدقة مخيفة. هل نريد مثل هذه المعرفة؟ وحتى لو أردناها لأنفسنا فهل نريد أن تتم قراءة طبعة الـ دي إن إيه DNA العائدة لنا من قبل الخبراء بشؤون التأمين أو محامي أصول البشر أو الحكومات؟ لن يكون كل

شخص سعيد ـ حتى في الأنظمة الديموقراطية المعتدلة ـ بمثل هذه الصورة. يجب أن نفكر بالطريقة التي قد يسيء بها هتلر جديد استخدام هذه المعرفة في المستقبل.

ومهما كانت الهموم ثقيلة بهذا القدْر، فإنها لاتهمني في هذه المقالة. أعود إلى برجي العاجي وشغلي الأكاديمي الشاغل. إذا أصبح ثمن تسلسل الجينوم البشري مئة جنيه استرليني فإن هذا المبلغ ذاته سيشتري جينوم أي فرد آخر من الثدييات، ولها جميعاً نفس الحجم تقريباً بالغيغاأساسيات (قواعد) Gigabase مرتبة حسب الأهمية، وهذا الأمر صحيح بالنسبة لكل الفقاريات. وحتى لو افترضنا أن قانون ابن مور سيفقد بريقه قبل سنة 2050 ـ كما يعتقد بذلك الكثيرون ـ فإننا نتنبأ بأمان أن سَلسلةُ جينومات المئات من أصناف الفقاريات النموذجية وآلاف صنوف الحشرات واللافقاريات الأخرى ومئات آلاف البكتيريات وملايين الحمّات وعدد لايحصى من البرمائيات والنباتات المزهرة في كل سنة أمراً مجدياً من الناحية الاقتصادية. إن امتلاك هذا الخليط المشوش من المعلومات هو أمرٌ، والأمر الآخر هو ماذا يمكننا أن نفعل به وكيف نتمثله ونمحصه ونوازنه ونستخدمه؟

أحد الأهداف المتواضعة نسبياً سيكون المعرفة النهائية والإجمالية لشجرة التاريخ العرقي، ولأن هناك في نهاية الأمر شجرة حقيقية واحدة للحياة فقد حدث النمط المتفرّد للتفرع

التطوري في الواقع. وهذه الشجرة موجودة ويمكن من حيث المبدأ التعرف عليها. ولكننا لا نعرفها حتى اليوم. ويجب أن نكون قد عرفناها بحلول سنة 2050، وإلا فإن الغصينات النهائية تكون قد تغلبت علينا فقط من خلال العدد المجرد للصنف البشري (وهو عدد كما أوضح زميلي روبيرت ميه Robert May غير معروف إلى أقرب مرتبة أو مرتبتين من مراتب الأهمية).

مساعدي في البحث يان يونغ Yan wong يقترح أن علماء الطبيعة وعلماء الكائنات الحية وبيئاتهاً سوف يحملون علبة تصنيف صغيرة ميدانية لتُغنيهم عن الحاجة إلى إرسال عينات إلى خبير المتحف حتى يحدد هويتها. سيتم إدخال مسبر دقيق معلق بكومبيوتر محمول إلى شجرة أو إلى فأر حقل أو جندب تم اصطيادهما حديثاً، وسوف يتمكن الكومبيوتر خلال دقائق من التفكُّر بعدد قليل من أجزاء الـ دي إن إيه DNA المهمة ثم يُظهِر اسم الصنف وأية تفاصيل أخرى قد تكون متوفرة في قاعدة بياناته المخزنة فيه.

أظهر تصنيف الـ دي إن إيه DNA بعض الأمور المدهشة جداً. لقد احْتجَّ ـ بشكل لا يحتمل ـ تفكيرُ عالم الحيوان التقليدي الذي أتمتع به على دفعي للإيمان بأن أفراس البحر أكثر قرابة للحيتان منها للخنازير. وهذا ما زال موضع جدل سوف يحسم بطريقة أو بأخرى مع بقية الأمور المتنازع عليها المماثلة التي لاتحصى بحلول سنة 2050، وذلك لأن مشروع

جينوم أفراس البحر ومشروع جينوم الخنازير ومشروع جينوم الحيتان (هذا إذا لم يكن أصدقاؤنا اليابانيون قد أكلوها جميعاً حتى ذلك الحين) ستكون قد استكملت. ولن يكون في الحقيقة من الضروري أن تُسَلسَل جميع الجينومات من أجل حل موضوع عدم التأكد التصنيفي دفعة واحدة وإلى الأبد.

هناك فائدة مستقاة ربما سيكون لها أعظم الأثر في الولايات المتحدة، وهي أن معرفة شجرة الحياة بصورة كاملة سوف يجعل من التشكيك بحقيقة التطور أمراً أكثر صعوبة. وبالمقارنة فلن يكون للمستحاثات شأن في المناقشات، إذ اكتُشِف أن مئات المُوَرِّثات المنفصلة في الكثير من الأصناف الحية ـ التي بقيت على قيد الحياة والتي نستطيع القيام ضمن طاقتنا بسَلسِلة أكبرِ قدرٍ منها ـ تُعزز القصص الخاصة بكل منها والمتعلقة بشجرة واحدة حقيقية للحياة.

لقد تكرر هذا القول مرات كافية حتى أصبح تافهاً، ولكن من الأفضل أن أعيده مرة ثانية: إن معرفة جينوم حيوان هو أمر يختلف عن فهم ذلك الحيوان. وعلى رأي سيدني برينر Sydney Brenner، «وهو الشخص الوحيد الذي سمعت الناس يتساءلون عن حجب جائزة نوبل عنه دون الآخرين حتى الآن»، فإني سوف أفكر ضمن ثلاث خطوات متزايدة الصعوبة في استخراج حيوان من جينومه عن طريق «الكمثرة». كانت الخطوة الأولى صعبة ولكنها حُلَّت اليوم تماماً، وهي تتمثل في كمترة سلسلة

الحمض الأميني للبروتين من النيوكليوتايد في المورثة الواحدة. الخطوة الثانية هي كمترة النموذج المطوي ثلاثي الأبعاد لبروتين من تسلسله ذي البُعد الوحيد في الحموض الأمينية. يعتقد علماء الفيزياء أن هذا يمكن فعله من حيث المبدأ ولكنه صعب، وقد يكون من الأسرع أن يتم اصطناع البروتين ورؤية ما يحدث. الخطوة الثالثة هي كمترة الجنين المتطور من مُوَرِّثاته وتفاعلاتها المتبادلة مع بيئتها، والتي تتألف في معظمها من مُوَرِّثات أخرى. وهذه هي الخطوة الأصعب بين الثلاثة، ولكن علم الأجنة (ولا سيّما المُجريات التي تقوم بها المورثة Hox والمورثات المماثلة) تتقدم بنسبة يُحتمل معها أن تجد حلها بحلول السنة 2050. وبتعبير آخر فإني أظن أن عالم الأجنة سنة 2050 سوف يُدخِل جينوم حيوان مجهول إلى كومبيوتر فيقوم بمحاكاة علم الأجنة وينتهي إلى استخراج شكل كامل للحيوان الفتي. وهذا لن يكون إنجازاً مفيداً بحد ذاته فحسب لأن الرحم أو البيضة ستكون دائماً الكومبيوتر الأرخص من الكومبيوتر الإلكتروني، بل ستكون طريقة لبيان كمال فهمنا أيضاً. وهناك إنجاز خاص للتكنولوجيا سوف يكون مفيداً، إذ سيكون بمقدور رجال المباحث الذين يجدون على سبيل المثال لطخات دم أن يصدروا صورة كومبيوترية لوجه المشتبه به أو لعلهم يصدرون سلسلة من الوجوه منذ مرحلة الصبا وحتى مرحلة الخَرَف لأن المُوَرِّثات لاتشيخ بسبب تقدم العمر؟.

أظن أيضاً أن حلمي بالكتاب الجيني للميت سوف يصبح حقيقة بحلول السنة 2050. يدلُّ التفكير الداروينى على أن مُوَرِّثات الجنس البشري يجب أن تشكل نوعاً من الوصف للبيئات السالفة التي عاشت فيها هذه المُوَرِّثات. مجموعة المُوَرِّثات للجنس البشري هي الطين الذي تم تشكيله من قبل الانتقاء الطبيعي. وكما عبرت عن ذلك في كتابي فكُّ نسيج قوس قزح:

> مثل نفحات السراب الرملي المنحوت على أشكال رائعة بفعل رياح الصحراء، ومثل الصخور المشكلة بفعل أمواج البحر، فإن دي إن إيه DNA الجَمَلَ قد نُحتَ من خلال المحافظة على البقاء في الصحاري القديمة وحتى في البحور القديمة من أجل إنتاج الجِمال الحديثة. يتحدث الـ دي إن إيه DNA الجَمَلُ ـ لو استطعنا أن نفهم اللغة ـ عن العوالم المتغيرة لأجداد الجمل. لو كان بمقدورنا أن نقرأ اللغة فلَسوف تظهر في دي إن إيه DNA سمك التونا ونجم البحر كلمة (بحر) مكتوبة في صيغته، وكذلك سوف يُهجّي دي إن إيه DNA حيوانات الخلد وديدان الأرض حروف كلمة (تحت الأرض).

أعتقد أننا سنكون قادرين على قراءة اللغة بحلول السنة 2050. سنلقِّم جينوم حيوان غير معروف إلى كومبيوتر لاليقوم بإعادة تركيب شكل الحيوان فحسب بل ليعطي أيضاً تفاصيل عن العالم الذي عاش فيه أسلافه (الذين تم انتقاؤهم بصورة طبيعية

ليولدوه فيه) وعن مفترسيها وفرائسها والطفيليين الّذين عاشوا على هذه الأسلاف والمضيفين لها ومواقع تعشيشها وحتى آمالها ومخاوفها.

ماذا نقول عن إعادة التركيب المباشر للأسلاف على طريقة الحديقة الجوراسية؟ ليس من المحتمل لسوء الحظ أن تتم المحافظة على الـ دي إن إيه DNA بِلَون الكهرمان دون أن يصاب بأذى، وليس هناك أبناء أو أحفاد لقانون مور Moore ليعيدوه، ولكن ربما كانت هناك طرق نادراً ما حلم بها أحد حتى الآن، نتمكن من خلالها من استخدام مصارف المعلومات الوفيرة الخاصة بالـ دي إن إيه DNA الحديث قد تتوفر لنا حتى قبل سنة 2050. لقد تمت المباشرة بمشروع جينوم الشمبانزي وذلك بفضل قانون ابن مور، ويجب أن يستكمل خلال جزء من الزمن الذي استغرقة الجينوم البشري.

أورد سيدني برينر Sydney Brenner في ملاحظة على نشرة مجانية في نهاية مقالة له تحت عنوان علم الأحياء النظري في الألفية الثالثة (1999) نشرت في محاضر جلسات الجمعية الملكية القسم ب حول النظرة في الخلية ثلاثية الأبعاد الألفية ـ الإقتراح المذهل التالي. عندما يتم معرفة جينوم الشمبانزي بشكل كامل، سوف يصبح بالإمكان من خلال مقارنة ذكية متطورة وحيوية مع الجينوم البشري (حيث الإختلاف بين الاثنين هو فقط بنسبة 1٪ من حروف الـ دي إن إيه DNA الخاص بكل

منهما) من أجل إعادة بناء جينوم الجد الذي نقتسمه كلانا. هذا الحيوان الذي يسمى «الحلقة المفقودة» عاش قبل خمسة إلى ثمانية ملايين سنة في أفريقيا. وعندما يتم القبول بالقفزة التي أطلقها برينرBrenner فإن من المغري أن نمتد بالتفكير إلى كل أرجاء المكان، وأنا لست ممن يقاوم مثل هذا الإغراء. إذا اكتمل مشروع جينوم الحلقة المفقودة فربما تكون الخطوة التالية هي وضع جينوم الحلقة المفقودة على نفس الخط مع الجينوم البشري من أجل المقارنة مرحلة بعد مرحلة. إن تقسيم الإختلاف فيما بين الإثنين (على نفس طريقة نفخ الحياة فيهما من قبل) سوف يُنتج شبهاً قريباً عاماً بما يسمى أوسترالوبيتيكوس[30]، وهي العبقرية التي أصبحت لوسي[31] الأيقونة الممثلة لها. بحلول الوقت الذي يستكمل فيه مشروع جينوم لوسي يكون علم الأجنة قد تقدم إلى حيث يمكن أن يُدخَل الجينوم المعاد تركيبه إلى البيضة البشرية وتزرع في امرأة وتكون لوسي جديدة قد رأت النور عند ذاك. وهذا سوف يسبب قلقاً أخلاقياً.

على الرغم من اهتمامي بسعادة الأوسترالوبيتيكوس الذي أُعيدَ تركيبه (وهذا على الأقل أمر أخلاقي متماسك لا يشبه

(30) Australopithecus أحد الثدييات المنقرضة التي تشبه الإنسان.

(31) لوسي: القردة المُجمَّدة (المعرّب).

القلق السخيف، أستطيع أن أرى فوائد أخلاقية إيجابية وعلمية أيضاً تنتج عن التجربة. نحن نفعل في الوقت الحاضر أمراً منكراً من غير أن نتعرض لعواقب وخيمة بشأن انتسابنا الفاضح للجنس البشري لأن الأمور التطوّرية الوسيطة بيننا وبين الشمبانزي قد اختفت جميعها. في القسم الذي ساهمتُ به في مشروع القرد العظيم، والذي أطلقه الفيلسوف الأخلاقي البارز بيتر سينغر Peter Singer، بيَّنت أن المصادفة العارضة لمثل هذا الزوال يجب أن تكون كافية لتدمير الإستبدادية المطلقة لكون الحياة الإنسانية فوق كل حياة أخرى. «المؤيد للحياة» على سبيل المثال في المناقشات الجارية حول الإجهاض أو البحث في الخلية الجذعية تعني دائماً تأييد الحياة الإنسانية دونما سبب بيّنٍ معقول. إن وجود لوسي حية تتنفس بيننا سوف يغيِّر ـ وإلى الأبد ـ نظرتنا البشرية الراضية عن الأخلاق والسياسة. هل يمكن اعتبار لوسي من البشر؟ يجب أن تكون سخافة السؤال جلية بحَدِّ ذاتها كما هو حال المحاكم في جنوب أفريقيا التي تحاول أن تقرر ما إذا كان شخص معين سوف (يعتبر أبيضاً). إن إعادة تركيب لوسي ما سوف يُدحَض من الناحية الأخلاقية من خلال افتضاح هذه السخافة وظهورها إلى العلَن.

حينما يناضل علماء الأخلاق ورجال الفضل ورجال اللاهوت (أخشى أن يبقى رجال لاهوت في سنة 2050) ضد

مشروع لوسي، فإن علماء الأحياء يستطيعون بحصانة نسبية أن يشرعوا بشيء فيه طموح أكثر هو مشروع الديناصور، وربما أنجزوه ضمن مشاريع أخرى لمساعدة الطيور على الإنطلاقة كما لم تفعله قبل 60 مليون سنة.

تنحدر الطيور الحديثة من الديناصورات (أو على الأقل من أسلاف نطلق عليها بسعادة اسم الديناصورات لو أنها قد انقرضت بالفعل كما انقرضت الديناصورات). إن قراءة التطور والتطوير في جينومات الطيور الحديثة وجينومات الزواحف العظائية التي مازالت على قيد الحياة، مثل التماسيح، قد تجعلنا قادرين بحلول السنة 2050 على إعادة تركيب جينومات ديناصور ذي شكل عام. ومن المشجِّع أنه قد أمكن ـ بصورة تجريبية ـ تحريض منقار فروج من أجل إنتاج براعم أسنان (وتحريض الأفاعي لإنتاج أرجل)، وهذا يشير إلى أن المهارات الوراثية القديمة مازالت تتلاشى. إذا نجح برنامج جينوم الديناصور فربما تمكنا من زرع الجينوم في بيضة نعامة حتى تُفقّسَ عظاية مخيفة حيَّة تسعى. ومع عدم المساس بالحديقة الجوراسية فإن قلقي الوحيد هو احتمال ألا أعيش طويلاً بما يكفي لأرى ذلك، أو لأمد ذراعي القصيرة إلى ذراعٍ طويلة للوسي جديدة وأصافح يدها بعنف.

❑

ريتشارد دوكنز: عالم الأحياء التطوري هو أستاذ منحة تشارلز سيموني Charles Simonye من أجل الفهم الشعبي للعلم في جامعة أوكسفورد Oxford، ومؤلف كتب المورثة الأنانية The Selfish Gene، والنموذج المثالي الموسَّع Extended Phenotype والساعاتي الأعمى The Blind Watchmaker، والنهر الخارج من جنة عدن River out of Eden، والصعود على جبل الغير محتمل Climbing Mount Improbable، وفكُّ نسيج قوس قزح Unweaving the Rainbow. وهو زميل في الجمعية الملكية وكذلك زميل في الجمعية الملكية للآداب، ويحمل شهادة دكتوراه فخرية في الآداب والعلوم أيضاً وهو واحد من العلماء الأحياء القليلين الذين دخلوا قاموس أوكسفورد للمقولات المقتطفة. حاز على جائزة الكون العالمية سنة 1997 وعلى جائزة كيسلر Kistler سنة 2001.

بول ديفيس

هل هناك نشوء ثان؟

(إن كون المريخ مسكون من قبل كائنات من نوع أو آخر هو مؤكد مثلما أن نوعية هذه الكائنات غير مؤكدة). بهذه الكلمات الدراماتيكية أعلن الفلكي الأمريكي بيرسيفال لويل Percival Lowell للعالم عن شبكة قنوات ظَنّ أنها موجودة على الكوكب الأحمر. ظن لويل أن المريخ كان ميتاً جافاً وأن سكانه بنوا قنوات لجلب الماء المذاب من القطبين إلى مناطق استوائية قاحلة. وقد أصدر مخططاتٍ متقنةٍ تأييداً لنظريته.

كان ذلك سنة 1906عندما كانت الحياة على المريخ تبدو مُستحسنَةً بشكل تام. استغل هـ. ج. ويلز H.G.Wells بذكاء هذا الإعتقاد في كتابه الناجح جداً حرب العوالم The War of The Worlds، المؤَلف سنة 1898. ساهم كثيرٌ من الفلكيين على الأقل في الحديثِ عن إمكانيةِ كون المريخ مأوىً لشكلٍ ما من الحياة. وفي ستينيات القرن العشرين فشلت مسابرُ الفضاء مارينر

Mariner المرسلة إلى المريخ في الكشف عن أية إشارةٍ إلى هذه القنوات التي كانت مثارَ جدلٍ كبير. وفي سنة 1976 هبطت سفينتا فضاء تابعتان لوكالة الفضاء الأمريكية NASA على المريخ ووجدتا أرضاً يباباً لاحياة فيها، وقامتا بجرفِ ترابٍ وتحليله بحثاً عن جراثيم وآثارٍ لمُركبّات عضويةٍ فلم تجد شيئاً. بدا أن الكوكب الأحمر صحراء جافةٍ متجمدةٍ غارقةٍ بأشعةٍ فوق البنفسجية مهلِكَة. وبالاختصار ظهر المريخ ميتاً وميتاً جداً.

بيْد أنه في وقت متأخر بدأ يسري رأيٌ مفاده أننا ربما كنا مستعجلين جداً في التخلي عن المريخ باعتباره مرتعاً للحياة. أوائل الصور السطحيةِ من سلسلةِ مارينرMariner أظهرت قنوات نهريةٍ جافةٍ تماماً، في حين بيّنت صورٌ ـ من الماسح المداري للمريخ Mars Global Surveyor أكثر تفصيلاً كانت قد التقطت في السنوات القليلة الماضية ـ ما يشبهُ سهولاً غمرها الطوفان وأسرَّة بحيراتٍ جافةٍ تماماً وحتى أنها أظهرت آثاراً لمحيطٍ قديم. من الواضح أن المريخ كان في يوم من الأيام دافئاً ورطباً، وما كان إلا مشابهاً لكوكبنا. هل يمكن أن تكون الحياة قد ازدهرت هناك في الماضي الغابر؟ هل مازالت الحياة اليوم قائمة في إحدى الزوايا الغامضة منه؟.

هناك فرصة طيّبة لنتعلمَ الإجابة على هذهِ الأسئلةِ في غضونِ السنين الخمسين القادمات. يبدو أن الموضوع المتدرِّج في رحاب علم الأحياء الفلكي قد شرع في انطلاقاته بصورةٍ

دراماتيكيَّة إلى العقود القادمات، وأن مشاريعَ البحثِ من أمثال برنامج الأصول التابع لوكالة الفضاء الأمريكية يَعِدُ بأن يجعل التكنولوجيا متوفرةً لنا للبحثِ عن الحياة فيما وراء كوكب الأرض وأنْ يتصدى للسؤال الأزلي: هل نحن وحدنا؟ وسوف يتلقى المريخ عنايةً خاصةً لأنهُ الكوكب الوحيد إلى جانب الأرض في مجموعتنا الشمسية الذي يسمح بالاكتشاف البشري، فالباعث على الذهابِ إلى هناك قوي. وقد يكون المريخ فرصتنا الوحيدة لدراسة نشوءِ ثانٍ في موقعٍ آخر من العالم حيث الحياة انبثقت من العدم.

أين يجب علينا إن نبحث عن الحياة على المريخ؟ إن سطحه عدوٌّ تستوحش منه النفوس لأي نوعٍ من الحياة المألوفةِ التي يكون الماءُ السائلُ ضرورةً له. هناكَ ثلجٌ مائي وفير في القطبين ولكن درجة الحرارةِ شديدة الانخفاض جداً بحيث لاتُذيبه، ولو ذاب لتبخر السائل بصورة سريعة لأن الضغط الجوي على المريخ أقل من واحد بالمئة (1٪) مما هو عليه على الأرض. لابُدَّ أن المريخ كان في الماضي ذو جو أكثر كثافة ومحمّلاً بغازات البيت الزجاجي مثل غاز الفحم ولابُدَّ أن هذا قد رفع درجة الحرارة وأوجد ضغطاً كافياً حتى يبقى الماء السائل على السطح فترات طويلة. تقول التقديرات إن هذه المرحلة من «جنّة عدن» انتهت قبل حوالي ثلاثة بلايين ونصف البليون من السنين رغم أن الدفء المتقطع ربما حدثَ منذ ذلك

الحين. إنها فترة طويلة لبقاءِ الحياةِ هاجعةً على السطحِ المريخي، ولذلك فإن الأمل المُرتجى في هذه الأيام لإيجاد حياة هناك هو في المنطقة تحت السطحية. في غضون العشرين سنة الماضية دُهِشَ العلماءُ لوجودِ جراثيمَ تسكنُ في أعماقِ قشرة الكرةِ الأرضية. كذلك عُثِر على كائناتٌ حيةٌ أيضاً في أعماقٍ كبيرةٍ تحتَ قاعِ البحرِ. إن عمق هذا المحيط الحيوي الخفي يمتدُ في بعض الأماكن عدةِ كيلومترات. وبما أن درجةَ الحرارة ترتفع مع ازدياد العمق فإن الكائنات الحية التي تعيش في الأعماق تميل إلى أن تكون كائنات حيَّة محبّة للحرارة تُعرفُ باسم مُحِبّاتِ الحرارة، وفي بعض الأحيان نراها تنتعشُ في درجاتِ حرارةٍ أعلى من درجةِ غليانِ الماء المعتادة. إن مصدر الطاقة لكثير من أنواع الحياة تحت السطحية لايأتي من نور الشمس وإنما من الطاقة الكيميائية والحرارية. يمكن لبعض الجراثيم أن تأخذ الغازات والمواد المعدنية التي تنفذ من قشرة الكرة الأرضية وتحولها مباشرة إلى كتلٍ حياتيةٍ وبذلك تدعم سلسلةً طعاميةً كاملةً مستقلة عن الحياة السطحية.

إن اكتشاف حياة تحت سطحية قادرة على استدامة ذاتها دون نور الشمس قد أنعشت الآمال كثيراً بحياة على المريخ. الكوكب الأحمر ـ كالأرض ـ له قلْبٌ حارٌ بدلالة براكينه الهائلة التي مازال بعضها نشِطاً. توجد في المريخ بلا شك بقع حارة تحت الأرض حيث قامت الحرارة البركانية بإذابة الجَمَد

السرمدي ووفرت مخزونات سائلة يمكن أن تأوي حياةً بدائية. قد تَكشفُ الحياةُ المريخية تحت السطحية النقاب عن وجودها من خلالِ الغازاتِ المتحللة مثل غاز الميتان Methane المتسرِّب إلى السطح. سوف تتمكن المسابرُ الفضائية من البحث عن تركيزات ضئيلة من تلك الغازات في الجو المريخي الناشئة بفعل الكائنات الحية. سيكون من الضروري أن تُسْبر أغوار ما تحت الأرض من أجلِ دراسةِ أية جراثيم مريخية تحت أرضية بشكل مناسب. لايعرف أحدٌ كَمْ هو العمقُ فالتقديرات تتراوحُ بين بضعةِ أمتارٍ إلى بضعة كيلومترات. تَّم التخطيطُ لبعثاتٍ مثلَ بعثة وكالة الفضاء الأوربية الذكية المسماة بيغل 2 ـ Beagle 2، والتي من المقرر أن تنطلق في حزيران/يونيو 2003 سوف تشتمل على مثاقبَ وحفاراتٍ من غير المحتمل أن تبلغ أعماقاً تكفي للوصول إلى أية كائنات حية باقية على قيدِ الحياة.

عيناتٌ صخريةٌ من السطحِ معادةٌ إلى الأرضِ من أجلِ التحليلِ يمكنُ أن توفرَ دليلاً عن الحياة الماضية على المريخ. وسوف يكون أفضل دليلٍ هو اكتشافُ المستحاثات المجهرية. أعلن علماء وكالة الفضاء الأمريكية NASA سنة 1996 بأن نيزكاً قطبياً انفجر مبتعداً عن المريخ بتأثير كويكب. كان ذلك قبل ستة عشر مليون سنة على الأقل، وقد وُجِد أنه يحتوي على ملامح بسيطة تُذَكِّرُ بالجراثيم التي تحولت إلى مستحاثات. لقد أُخضِع النيزك المعروف باسم ALH84001 لدراسةٍ مستفيضةٍ، ورغم أن

نتيجة الدراسة لم تظهر بعد، إلا أن النظرة السائدة هي أن هذا النيزك ALH84001 لن يوفر دليلاً محدداً عن الحياة المريخية.

تم التخطيطُ لرحلة استرجاع العينات الأولى من المريخ من قبل وكالة الفضاء الأمريكية NASA بحلول نهاية هذا العِقد من السنين. سوف يحاول مسبراً روبوتياً أن يجمع مجموعةً منتقاةً من صخور السطح المريخي تبدو مثيرةً لكي تُعادَ إلى الأرض بغرضِ التحليل. ومن أجل بقاء الصخور سالمةً بصورة مطلقة سوف توضع في منعزلٍ شديد ليسَ من أجلِ المحافظة عليها من أن تتلوث بالنباتات والحيوانات الأرضية فحسب، بل كخطوةٍ احترازيةٍ ضد انفلاتِ أيةِ جراثيم مريخية خبيثة أيضاً. ولكنَّ فرصَ مسحنا جميعاً من الوجود بواسطة طاعونٍ مهلكٍ من المريخ هي أمرٌ بعيدٌ غايةَ البعد. يَضرِبُ الأرض نيزك مريخي واحد وسطياً في الشهرِ، وقد هبطت بلايين الأطنان من صخور المريخ إلى الأرض عبر تاريخنا الجيولوجي. يبدو من المحتمل في ظل حركة هذه المواد أن تكون أسلاف أية جراثيم مريخية موجودة في العينات المُعادة قد تفشت هنا وسبّبت العدوى لنا من قبل. بيَّنت تجارب بقذائف مدفعية وقوىً جاذبة أن الجراثيم تتمكن بسهولة من مقاومة صدمة القذف من المريخ، وعندما تصبح في الفضاء فإن الظروف الفراغية الباردة تقوم بعمل الحافظة. يمكن لبعض الجراثيم أن تشكل أبواغاً قاسية عندما تتعرض للإجهاد ويمكن أن تبقى على قيد الحياة فترة هائلة من

الزمان في حالة سبات. الخطر الأعظم في السفر بين الكواكب عبر الفضاء هو الإشعاع، ولكن الجراثيم المتشرنقة ضمن صخرة على عمق مترين يمكن أن تحتمي من الأشعة فوق البنفسجية الشمسية، وألْسِنة اللهب الشمسية، وجميع الأشعة الكونية عدا الحاملة لأكبر قدر من الطاقة. تُبيِّن الحسابات أن الجراثيم الجسورة يمكن أن تحتمل ملايين السنين في مدار حول الشمس إذا تخفت ضمن صخرة مناسبة. الخطر الأخير - وهو الدخول بسرعة كبيرة إلى جو الأرض - ليس بمشكلة لأن حرارة الاحتكاك لن توفر وقتاً للوصول إلى لُبِّ النيزك. وعلى العموم يبدو أنه لاتوجد معوّقات رئيسية لنقل الكائنات الحية المريخية - القادرة على البقاء على قيد الحياة - بصورة ناجحة إلى الكرة الأرضية.

لقد دخلت متابعة بعثات إعادة العينات مرحلة التخطيط، وسوف يعطى مزيد من الإنتباه والإهتمام بدراسة موقع الهبوط حالما يتم اعتماد تكنولوجيا الإنسان الآلي. من المحتمل أن يتحسن استعمال عربات جوالة بصورة ملحوظة عن طريق استخدام كومبيوترات متميزة ضمن هذه الآليات وكذلك شبكات عصبية وتكنولوجيا حساسات متطورة جداً. وبدلاً من الآليات ثقيلة الحركة التي تتحرك ببطءٍ، مثل الآلية الجوالة سوجورنر Sojourner المستخدمة في بعثة باث فايندر Pathfinder التي أرسلتها وكالة الفضاء الأمريكية سنة 1997، فإن سيارات جوالة

ذكية سوف تتمكن من القيام بالاستكشاف بمحض إرادتها واتخاذ القرارات الخاصة بالتضاريس بصورة فورية دون الاستعانة بطاقم مراقبة البعثة. إن تطوير طائرة مريخية يمكن أن تنقض وتحلق فوق السطح القاحل، سوف يحسّن التكنولوجيات المساحية بشكل كبير والتي تنحصر في الوقت الراهن بالمداريات.

هذه الخطى التكنولوجية المتقدمة سوف تمكن من دراسة المواد السطحية المريخية كثيراً من التفاصيل. ومع ذلك فلن يكون من السهل العثور على صخور مريخية تحتوي على مستحاثات يبلغ عمرها ثلاث بلايين ونصف البليون سنة (ناهيك عن الجراثيم). لايوجد على الكرة الأرضية إلا عدد من الأماكن يعادل عدد أصابع اليد وجدت فيها مستحاثات بهذا العمر، وما تم ذلك إلا بعد انتقاء حريص جداً. إن فرص جمع صخور من المريخ من قِبَل مسبر غير مأهول مع المستحاثات التي فيها ضئيلة. وربما بقي دون حل أمر وجود أو عدم وجود حياة على المريخ - أو كونها قد وجدت - ولعلّ ذلك بعد عقود من البحث الشديد. وإذا كان الأمر كذلك فإن الأمل الأخير في تسوية هذا الأمر سوف يكمن في رحلة مأهولة.

إيصال الناس إلى المريخ أمر غير رخيص، وهامش تكلفة إرسال أربعة رواد فضاء لن يقل من حيث المبدأ عن عشرات البلايين من الدولارات، ومع ذلك فإن إجراء توفير خيالي بالنفقات ممكن. بَيَّن المشاور الهندسي المستقل روبيرت زوبرِن

Robert Zubrin في كتابه قضية المريخ The case for Mars الذي طبع سنة 1996 أن جزءاً رئيسياً من نفقات رحلة مريخية يأتي من نقل الوقود اللازم لرحلة العودة، الذي قد لايكون ضرورياً، إذ أن المريخ فيه ماء وغاز فحم يمكن أن يتحولا معاً إلى غاز الميتان Methane وهو مادة دافعة جيدة. يتصور زوبرن Zubrin أن يتم إرسال مفاعل كيميائي إلى سطح المريخ بشكل مسبق بحيث يبقى هناك من أجل توليد خزان كامل من الوقود قبل إطلاق الرحلة. سوف يواجه رواد الفضاء أخطاراً كثيرة في الرحلة بين الكواكب والتي ستستغرق بضعة أشهر في كل اتجاه، إلا أن الحياة لن تكون خطيرة جداً عندما يهبطون وينشئون قاعدة. وكما بيَّن زوبرن Zubrin فإن سطح المريخ هو المكان الثاني الأكثر أمناً في المجموعة الشمسية.

حسب خطة زوبرن Zubrin يبقى رواد الفضاء على السطح لمدة سنتين يقومون خلالها باكتشاف واسع مستخدمين السيارات الجوالة ويبحثون عن علامات الحياة. يمكن أن يتم إرسال معدات الحفر قبل الطاقم وذلك من أجل التمكين من أخذ عينات صخرية من الطبقة تحت السطحية العميقة. سوف تعود البعثة الأولى إلى الأرض ـ من الناحية المثالية ـ عندما تصل المجموعة البديلة، وهكذا سيتم إقامة وجود إنساني مستمر على الكوكب.

إن إطلاق بعثة مريخية سوف يمثل طموحاً أكبر بكثير مما

مثلته الهبوطات على القمر من قِبَلِ سفينة أبولّو Apollo ولا بُدَّ من معالجة عدة مشاكل تكنولوجية قبل ذلك، منها على سبيل المثال المشاكل الطبية المرافقة لحالة انعدام الوزن لمدة طويلة والتي قد يثبت خطرها، واستخدام المحطة الفضائية الدولية يجب أن يوفر خبرة عالية. ورغم أن التخطيط قد يستغرق بضعة عقود من السنين فإني لاأرى سبباً وجيهاً يمنع الرجال والنساء من الذهاب إلى المريخ بحلول السنة 2050.

ماذا أقول إذا وجدنا بالفعل حياة على المريخ؟ إن أهمية الاكتشاف سوف يكون مُناطاً بشكل حاسم بِكَون الحياة المريخية هي ذات الحياة الأرضية. هذا مهم في ظل إمكانية أن المريخ والأرض قد لوث كل منهما الآخر. هناك انتقال مادي للمواد ليس من المريخ إلى الأرض فحسب بل في الإتجاه المعاكس أيضاً (نظراً لأن الأرض تتعرض أحياناً لتأثيرات كويكبية وشهابية هائلة أيضاً)، وذلك رغم أن عدداً أقل من الصخور يذهب في الإتجاه المعاكس لأن الجاذبية الأرضية أكبر بشكل جيد. لعل الجراثيم قد انتقلت في أحد الاتجاهين أو كليهما بسبب هذه العملية. إن المخالطة بين المحيطين الحيويين سوف تعَقِّد الصورة بشكل لا بأس به. احتمال أن تكون الحياة قد بدأت في أحد الكوكبين ثم انتشرت إلى الآخر قبل حدوث نشوء ثانٍ هو أمر وارد تماماً، أما أن تكون الحياة التي خُلقت قد سَخّرت بسرعة جميع المجالات ومصادر المواد الغذائية المتاحة وبذلك

خنقت النشوء الثاني، أو أن النظامين الحياتيين المختلفين يمكن أن يتعايشا على نفس الكوكب، فهو أمر مختلف عليه.

يبدو أن المريخ هو الكوكب الأكثر تفضيلاً لبدء الحياة، وبما أنه أصغر من الأرض فقد برد بصورة أسرع، وربما كان جاهزاً للحياة قبل مدة قد تبلغ 4,4 بلايين سنة. وبالمقابل فقد لاتكون الأرض قد سُكنت إلا منذ حوالي 3,9 بلايين سنة. تعرَّض كلٌّ من المريخ والأرض إلى قصف عنيف من قِبَل نيازك وشهب عملاقة طوال مدة لا تقل عن سبعمئة مليون سنة بعد تشكيل المجموعة الشمسية منذ 4,5 بلايين سنة. أكبر الحوادث تأثيراً قد تكون عنيفة جداً ربما أدت تعقيم كامل الكوكب ولفَّته ببخار صخري متوهج بدرجة حرارة بلغت ثلاثة آلاف درجة مئوية. ولعل هذا الفرن العالمي قد أرسل إلى الارض نبضة حرارية طولها كيلومتر وقتل بذلك أي شيء لم يكن تحت السطح بشكل جيد، ولكن لم يكن أي نوع من الكائنات الحية قد استوطن في أعماق كبيرة جداً لأن الجو هناك كان شديد الحرارة بحيث يتعذر العيش فيه. وهكذا ربما كانت هناك منطقة تحدُّها من الأسفل حرارة الكوكب الداخلية ومن الأعلى النبضات الحرارية من التأثيرات الرئيسية، وسرعان ما زاد عمق منطقة راحة الجراثيم التي تعيش على المريخ مما يجعلها مأوى أفضل حتى تستوطن هناك بشكل مبكر.

جميع أشكال الحياة على الأرض مترابطة، أي أنها تنحدر

من جَدٍّ مشترك. إن الأصناف الحية ذات الأشكال المتعددة التي تسكن محيطنا الحيوي هي مجرد فروع مختلفة لشجرة حياة عامة. لو أن الحياة بدأت على المريخ وامتدت إلى الأرض لكانت الحياة المريخية الأثرية أو التي مازالت باقية تمثل مجرد فرع آخر على هذه الشجرة، ربما كان فرعاً أخفض وأطول عمراً ولكنه يتقاسم مع الحياة على الكرة الأرضية أصلاً مشتركاً. بحلول سنة 2050 سوف تصبح تكنولوجيات سَلسَلة المورثات مؤتمتةً والمعدات قابلة للنقل، وسوف يمكن إجراء التحليل الضروري في قاعدة مريخية وبذلك تزول الحاجة إلى إجراءات الحَجْر الصحي.

إذا تبين أن الحياة المريخية هي ذاتها الحياة على الكرة الأرضية فشِلَ المريخ في تقديم نموذج ثان للحياة التي نبحث عنها بصورة عاجلة. وربما ظل التأكيد ممكناً على أن مصدر الحياة كان حدثاً عجباً لامثيل له في الكون. سنحتاج إلى أن ننظر إلى بعد أكبر في هذا المجال من أجل تسوية مسألة تفرد الحياة أو عموميتها. الجسم الآخر الوحيد في المجموعة الشمسية الذي يشك بأنه يتمتع بكميات مادية من الماء السائل هو قمر المشتري أوروبا Europa إذ توجد فيه قشرة جليدية يحتمل أن يكون تحتها محيط سائل مدفأ بواسطة الاحتكاك المدجزري أثناء دورانه حول الكوكب العملاق. وبما أن هذا القمر على هذا البعد فلا يُحتمل أن يكون قد تلوث من الناحية

البيولوجية من قبل الأرض أو المريخ. ولسوء الحظ لامجال لمناقشة الرحلة المأهولة إليه من خلال أية تكنولوجيا منتظرة في المستقبل القريب، وحتى في غضون السنوات الخمسين التاليات. ومع ذلك فقد يُرسل مسبر غير مأهول إلى هناك في غضون السنوات الثلاثين القادمة. سوف يكمن التحدي في اختراق الطبقة الثلجية السميكة، ولعل طريقة واحدة يمكن إنجازها في سبيل ذلك وهي تجهيز المسبر بمفاعل نووي صغير يتمكن من إذابة طريق له ضمن الجليد، وبعد ذلك يمكنه أن يرسِل غواصة صغيرة لاستكشاف المحيط أسفل منه.

يوافق علماء الفلك الأحيائي على أن هناك فرصة ضئيلة لإيجاد أي نوع من الحياة أكثر تقدماً من حياة الجرثومة البسيطة بعيدة عن شكلها على الأرض في المجموعة الشمسية. ربما تحتاج أشكال الحياة المعقدة إلى كوكب يشبه الأرض بشكل كبير جداً له جو سميك وفيه ماء سائل وطبقة من الأوزون وعمليات تشويه سطحية تغير شكل قشرة الأرض محدثة القارات والأجيال وذلك من أجل إعادة تصنيع الغازات الجوية من أمثال غاز الفحم. إن البحث عن كواكب تشبه الأرض في مجموعات نجمية أخرى سوف يكون موضوعاً رئيسياً للبحث في غضون عقود السنين القادمة. المسافات إلى النجوم هائلة جداً بحيث تجعل استكشافها قليل الاحتمال جداً حتى في غضون خمسين سنة. إن أية مركبة تُرسَل إلى ما وراء المجموعة الشمسية ـ دون

حدوث ثورة في تكنولوجيا الدفع ـ سوف تستغرق عدة سنوات حتى تصل إلى مقاصدها؛ ويجب أن يعتمد البحث عن كرات أرضية أخرى في المستقبل المنظور على تكنولوجية رصد محسّنة. في السنوات الأخيرة اكتشف علماء الفلك عشرات من الكواكب خارج المجموعة الشمسية وذلك باستخدام مراقب بصرية منشأة على الأرض، ولكن التكنولوجيات التي استخدمت حتى الآن ليست حساسة بما يكفي من أجل تحديد مكان كوكب بحجم الأرض وفي مدار مماثل حول نجم آخر. وهذا يتطلب جهازاً بصرياً متمركزاً في الفضاء وفائق الدقة وقادراً على الْتقاط نور الكوكب الضعيف المنعكس عن لمعان شديد لنجمه الأم ومن ثم تحليل الطيف الضوئي بحثاً عن إشارات تدل على حياة، مثل الأوكسجين في جو الكوكب. وهذا واحد من الأهداف الرئيسية لبرنامج وكالة الفضاء الأمريكية NASA الخاص بأصل الكواكب.

أحد الإقتراحات هو من أجل نظام يتألف من أربعة مَراقب بصرية تطير في تشكيل متزامن بشكل دقيق من أجل خلق مقياس تداخل هائل يمكن أن يحلل الأجرام الفلكية البعيدة على شكل تفاصيل غير مسبوقة. وهذا النظام الذي يسمى موجد الكواكب الأرضية قد يكون في مدار شمسي بحلول السنة 2016. إن يُثبِت موجد الكواكب هذا نجاحه يُرسَل بعده جهاز تصوير الكواكب، وهو مقياس تداخل أكبر يتميز بقوة على الحل تعادل

قوة مِرقاب منفرد عرضه ثلاثمئة وستين كيلومتراً! وسوف يوفر هذا المقياس صوراً قريبة جداً لكل كوكب يشبه الأرض ويمكن أن يوجد خارج المجموعة الشمسية، ويكشف النقاب عن أية أنشطة لأية حياة سطحية. إنها لفكرة أخاذة أن نستطيع تصوير مثل هذا التركيب في نظام نجمي آخر يبعد عنا عدة سنين ضوئية وذلك في غضون مئة وخمسين سنة من رصد لويل Lowell المُرهِق وغير الصحيح لشبكة قنوات مريخية.

سنكون بالطبع محظوظون جداً إذا وجدنا حياة معقدة لكائنات ذكية في المجرَّة القريبة منا جداً. ربما وُجِدت في مجموعات نجمية أخرى كواكب مثل الأرض عليها حياة ظلت متوقفة عند المستوى الجرثومي. لعل وجود حياة معقدة على كوكب الأرض يعتمد على بعض ملامح من نظامنا الشمسي وهي خاصة به، فكوكبنا على سبيل المثال له قمر كبير بشكل غير عادي وهو يساعد على توازن حركته ويمنع التغيرات المناخية الكبيرة. ربما تشكل القمر من قطعة خارجة عن الأرض نتيجة لضربة مائلة هائلة من قبل شيء بحجم المريخ أثناء تشكيل المجموعة الشمسية، وهذا حدث بمحض الصدفة ومن غير المحتمل أن يحدث في غالب الأحيان. لعب كوكب المشتري دوراً حاسماً أيضاً من خلال جَرْف الشهب التي لولا ذلك لتحطمت على الأرض وسببت تدميراً هائلاً متكرراً. هذه الظروف وغيرها مثل تركيب كوكبنا الكيميائي وثبات شمسنا

توحي بِنُدْرَة كواكب مسكونة مثل الأرض في المجرة.

إن البحث عن الحياة فيما وراء الأرض يقف متوازناً عند عتبة النجاح. يُعَوَّل كثيراً على النتائج لأن البحث عن الحياة في مكان آخر هو أيضاً بحث عن أنفسنا: مَن نحن وما هو مكاننا في المخطط الكوني العظيم. إذا كانت الحياة رَمْية عرَضية كيميائية هائلة احتُجِزَت في زاويتنا الصغيرة من الكون وكانت كائنات ذكية حية مثلنا لامثيل لها، فإن وضعنا كقائمين على كوكب الأرض ومسؤولين عنه يصبح على جانب أكبر من الأهمية. وإذا وجدنا بالفعل نشوءاً ثانياً فإن ذلك يحوِّل ـ وإلى الأبد ـ وُجْهة علمنا ودِيننا ونظرتنا إلى العالم: كون فيه قوانين الطبيعة صديقة للحياة هو كون الحياة فيه إحدى الملامح الجوهرية وليست العارضة. إنه كون نستطيع فيه أن نشعر بأننا في وطننا بشكل صحيح.

❑

بول ديفيز Paul Davies عالم فيزياء نظري وأستاذ زائر في الإمبيريال كوليج أوف لندن Imperial College London وفي جامعة كوينز لاند Queens Land ومؤلف للكتب العلمية الشائعة والأكثر مبيعاً مثل: حول الزمن About time وعقل الرب The Mind of God والمعجزة الخامسة: البحث عن أصل الحياة The Fifth Miracle: The Search of The Origin of The Life. ومع أن

بحث ديفيز قد تمركز بشكل رئيسي في مجال الجاذبية الكمية وعلم الكون، فإن اهتماماته هي أوسع بكثير وتتراوح بين فيزياء الجُسَيْم إلى علم الأحياء الفلكي. يعمل حالياً على مشكلة النشوء الحيوي ودَور التأثيرات الكونية على تطور الحياة الأول. كتب وحاضر خلال عدة سنوات عن التأثيرات الأعمق للعِلْم ونال عليها سنة 1995 جائزة تيمبلتون Templeton بمبلغ مليون دولار.

obeikandl.com

obeikandl.com

جون هولاند

الشيء القادم وكيفية التكهن به

التصدي لتكهنات طويلة الأمد هو شيء إبداعي، ومن المحتمل أن يكون مصير التكهنات ـ إن لم يكن مصير المتكهِّن نفسه ـ غير سعيد، ومع ذلك فتجاهلُ هذا التحدي صعبٌ. الحجة المفحمة في قراري أن أدخل إلى حيث لاينبغي لي كانت مع ذلك إدراكاً بأن هناك طريقاً ملتوية إلى الهدف وذلك من خلال التركيز على أساسات عملية التكهن نفسها والتعامل مع التكهنات كنوع من التصوير.

العامل الوحيد الأكثر أهمية في التكهن على الشكل الصحيح هو مستوى التفاصيل. ربما يتنبأ لاعبو الشطرنج الخبراء في غالب الأحيان بالربح أو الخسارة بعد عدد يسير من الحركات الأولى، ولكنهم نادراً ما يحاولون أن يتكهنوا بتفاصيل الشكل الذي تكون عليه النهاية. قد يطلق كثير من علماء الأحياء تكهناً عاماً على مستوىً أكثر تعقيداً بأن أشكال الحياة المتطورة

obeikandl.com

ستكُون سِمَةً عامة للكواكب المشابهة للكرة الأرضية، ولكن عدداً قليلاً منهم سيتكهن بصورة محددةٍ بأن هذه البيئة المتطورة وما فيها تُنتِج بشكل حتمي كائنات حية تشبه الثدييات الرئيسية. وهناك نقطة مماثلة تبرز تقريباً أمام كل محاولة للتكهن.

الطريقة العامة للتكهن هي أن تُفحص توسعات المذاهب الحالية. نتكهن ـ من خلال استخدام هذه التكنولوجيا ـ بكل شئ مما يحمله المستقبل؛ منتَجاً منزلياً كبيراً كان أم أمراً مالياً شخصياً، وتغييرات سكانية في عدد أنواع المرض أم في مجرياتها. يمكن لهذه التكهنات أن تكون ذات قيمة على المدى القصير، ولكن النزعات هي موجِّهات معرضة للخطأ لفترات أطول ما لَم يَكُن هناك الكثير من «القصور الذاتي» في العمليات التي تقوم عليها، كما هي حالة تزايد السكان أو تشكُّل غازات البيت الزجاجي.

إن خمسين سنة هي فترة طويلة على السلَّم التكنولوجي والاجتماعي الحالي، وذلك حتى عندما ننظر إلى النمو السكاني وتأثير البيت الزجاجي، إضافة إلى أن الملامح السائدة على ذلك المقياس الزمني تتأثر كثيراً بما يسمى الآن أنظمة التكيُّف المعقدة التي تتألف من مكوِّناتٍ تتفاعل مع بعضها البعض، وتسمى «عواملَ»، تتكيف مع بعضها البعض (أو تتعلم من بعضها البعض) أثناء تفاعلها معاً. أسواقُ الأسهم وأجهزةُ المناعة هي من الأمثلة المألوفة على هذه الأنظمة التي تقدِّم ـ حتى على

المقاييس الزمنية القصيرة نسبياً ـ سلسلة من التأثيرات اللاجَمْعِية (اللاخطية): التنظيم الذاتي والفوضى وعناصر الجذب المهلهلة والحوادث المتجَمِّدة ونقاط الرفع وما شابهها. لا يمكن نتيجة لذلك أن تُلخص أفعال المُكَوِّنات كي تشكِّل نزعة كلية. وكذلك لانملك إلا نذرات وشذرات من نظرية حول أنظمة التكيّف المعقدة. وبما أننا نحتاج إلى نظرية شاملة فليس لدينا طريقة منظمة عامة لتقرير تأثير هذه الآثار اللاجَمْعِية. عندما يتعلَّق الأمر في نهاية المطاف بأنظمة التكيف المعقدة يكون التكهُّن محفوفاً بالمخاطر.

رغم هذا التحذير فإني أظن أن كشف النقاب عن بعض البدائل المستقبلية المستحسنة أمر ممكن. تقوم هذه الإمكانية على قدرتنا على بناء أنماط. الأنماط القائمة على الكومبيوتر هي اليوم أقوى أداة بين أيدينا لفحص التواريخ البديلة. تفسحُ الأنماط المجال أمامنا لرؤية نتائج تسلسلات من أعمال مختلفة بالطريقة التي يَستخدم فيها طيار ماهر حجرة الطيران الشبيهة لاختبار «مجمل» تصميم طائرة جديدة. إن لاستنباط التكهنات من خلال الأنماط عدة مزايا واضحة:

أوَّلاً: يتم توضيح الإفتراضات التي تقوم عليها التكهنات بحيث يستطيع الآخرون أن يحكموا على وُثوقية الإفتراضات بالموضوع ودرجة حسن التكهنات. يتمكن الآخرون في الحقيقة من استخدام هذه الإفتراضات أو تعديلها ليُكوِّنوا تكهناتهم

الخاصة ويُغْنوا كامل الموضوع.

ثانياً: تكون الأنماطُ ذات الصياغة الجيدة قياسيةً حتى يتَسَنّى إرجاع الأخطاء إلى وحدات القياس ذات الصلة وإلى الإجابات غير الموجودة أو اقتراح صيغ معدَّلة أو وحدات قياس جديدة من أجل التحسين.

ثالثاً: تُشجِّع الأنماط على إعادة العمل ضمن ظروف وأفعال مختلفة (اختبار شامل) لبيان قوة التكهنات.

على الرغم من أهمية مزايا صياغة الأنماط من أجل أية محاولة للتكهن، فإن التصدي لذلك له سيئة واضحة في مجال غايات هذه المقالة: بناء أنماط قائمة على الكومبيوتر هو عمل مستهلكٌ للوقت إذ يستغرق مابين عدة أشهر إلى عقود من الزمن؛ أنظروا إلى محاولات وضع أنماط للتغيرات المناخية. لايسمح الوقت المخصص لإعداد هذه المقالة من خلال معالجة كاملة شاملة لوضع الأنماط. ومع ذلك فإن المرء يستطيع أن يراكم وُصوفات فَجَّةٍ لبعض معطيات تُشكِّل الخطوات الأولية في إقامة مثل هذا النمط، وهذه الوُصوفات تسمح بإعطاء صور تشبه ألعاب الفيديو، وغالباً ما يعمل الحدس البشري بصورة جيدة على مثل هذه الصور.

نقطة البداية في إنشاء نمط يشبه لعبة الفيديو ـ كما هي الحال في تصميم أفلام الصور المتحركة ـ هي تحديد التغيّرات

ببطءٍ أو بسرعة. تقدم اللامتغيرات والكميات التي تتغير بصورة بطيئة إطاراً يلمُّ شمل التكهنات، وعندما ننتهي من إقامة هذا الإطار نريد أن نُدْخِل فيه العناصر التي يبدو التحكم فيها أو التكهن بها أكثر سهولة. ومن المعتاد أن يكون التكهن بالتغيير التكنولوجي أكثر سهولة من التغيير الاجتماعي، رغم أن كُتّاب القَصص ـ من أمثال جول فيرن Jules Verne، وهـ. ج. ويلز H. J. Wells وآرثر سي. كلارك Arthur. C. Clarck الذين يخطرون على البال ـ قد قاموا بمحاولة جيدة تتعلق بالتكهن الاجتماعي طويل الأمد. تَتَّخِذ رواية فيرن سنة 1863 باريس في القرن العشرين Paris In the Twentieth Century من باريس سنة 1960 مسرحاً لها، وتعطي عدداً لابأس به من «الضربات» بالرغم من تدخل المذاهب السياسية غير المسبوقة والحروب والتغيرات الحدودية. ومع ذلك فتحقيق النجاح في التكهنات الاجتماعية طويلة الأمد أمرٌ نادرٌ. ظَلَّ التكهن الذي أطلقه جولدن مور Gordon Moore ـ حول قدرة أقسام الكومبيوتر الصلبة على المضاعفة خلال ثمانية عشر شهراً ـ صامداً لعدة عقود من السنين، في حين أنني لا أعرف أحداً توقَّع مثل هذه الظاهرة الاجتماعية مثل أمازون دوت كوم Amazon.com أو إي ـ بيه e-Bay في الزمن الذي أطلقت فيه نبوءة مور.

ولذلك سوف أبدأ بما يظهر على أنه العمل الأسهل، وهو وصف بعض التغيرات التكنولوجية التي أظنها محتملة في عدة

مناطق متشابكة: عالم الكمترة الكومبيوترية والإنسان الآلي وعلم الأحياء والنقل واكتشاف الفضاء، ثم التكهّن ببعض النتائج الاجتماعية لهذه التغيرات: تأثيرها على السكان والتخطيط والتعليم والسرية والطب وعصر الاستكشاف الجديد.

الإطار التكنولوجي

من السهل نسبياً أن نتوقع الخطوط العريضة لمستقبل الكومبيوتر وفروعه مثل الشبكة العالمية على مدى عشر سنوات أو عشرين. سوف يستمر قانون مور Mooreحول تقدم مكوِّنات الكومبيوتر بالصمود وتستمر كذلك الخطوة البطيئة جداً في مضاعفة كفاءة برمجيات الكومبيوتر مرة كل عقد أو عقدين، وربما تدوم. تُماثِل الخطوةُ البطيئة للثاني الخطوةَ السريعة للأول في أهميتها على الأقل. ورغم أن لدينا اليوم بعض القدرة على تقديم كومبيوترات ذات لغة بسيطة متكيفة وفقاً للظروف، فمازلنا في حال أفضل قليلاً عما كنا عليه في منتصف القرن الماضي عندما وصل الأمر بإعطاء الكومبيوترات قدرات بشرية أوسع، مثل إدراك الأنماط المرنة (إدراك الأشياء المألوفة بطرية متراكبة في محيط طبيعي مُشَوَّش) أو فهم اللغة (مثل فهم رواية). مازالت لدينا فقط الأفكار الفَجَّة جداً لتزويد الكومبيوترات بقدرات على الاختراع والاستنتاج من خلال القياس التمثيلي والإدراك العام ووضع الفرضيات وما شابه ذلك.

عندما نواجه مشاكل تتعلق بأنظمة التكيّف المعقدة فإن قانون مور لايساعد كثيراً لأن تغييرات صغيرة في حجم المشكلة قد تؤدي إلى زيادات كبيرة في التعقيد. لنأخذ مثلاً بسيطاً: يمكن أن تتزايد سلاسل العشر حركات المحتملة في لعبة «إنطلق» بمُعامِل قدره خمسة بمُجرَّد إضافة صف وعمود جديدين لرقعة اللعبة المؤلفة من تسعة عشر صفاً وتسعة عشر عموداً، وذلك دون تغيير القواعد أبداً! وإذا كانت هذه لعبة مُعرَّفة حتى اليوم من خلال عدد قليل من القواعد، فماذا يكون وضع أنظمة التكّيف المعقّدة ـ كالأسواق والحكومات ـ حيث يمكن حتى للأنماط الفَجّة أن تشتمل على عشرات من (قوانين) تصف التفاعلات المتبادلة؟ إن هذه المسائل لن تخضع لمكونات الكومبيوتر ولا للحركات الصاعقة المتمثلة بانتصار الكومبيوتر ديب بلو Deep Blue على غاري كاسباروف .Garry Kasparov ومع ذلك فإن الناس يتصدون لأنظمة التكيّف المعقدة على أساس روتيني وبكفاءة عالية في غالب الأحيان، وفي رأي مارفن مينسكي Marvin Minsky، رائد إنتاج الآلات الذكية التي تتمتع ببعض صفات العقل البشري مثل القدرة على فهم اللغة أو إدراك الصور، فليس العجَب في إمكانية الكومبيوتر ديب بلو Deep Blue أن يلعب الشطرنج على مستوى سيدٍ عالمي فحسب ولكن في إمكانية الناس الذين يمتلكون قدرات تقل كثيراً على البحث في التفاصيل من خلال عشر حركات مثلاً أن يتحدوا الكومبيوتر

على هذا المستوى. لقد شُغِلَ الناس منذ فجر التاريخ بمحاولات الكشف عن آليات تولِّد أفكاراً ووعياً. يعتقد معظم علماء النفس اليوم بأن الوعي مرتبط بنشاط العصبونات في الجهاز العصبي المركزي، ولكن المدهش أننا نعرف القليل عن العلاقة بين الوعي والنشاط العصبي. لقد ثبَتَ أن حلَّ هذا اللغز صعب للغاية، ولست أتوقع حلولاً «مفاجئة» في غضون السنوات الخمسين التاليات.

الإطار الاجتماعي

عندما نخلُقُ تكهناتٍ اجتماعية فإننا نعرف على الأقل أن الطبيعة البشرية قد تغيّرت بشكل بطيء ـ هذا إن كانت قد تغيرت بالفعل ـ خلال الآلاف المؤلفة من السنين. هناك أعضاء من مجلس الشيوخ الروماني كوّنوا ثروات كبيرة من خلال احتكار سوق الحبوب عندما تلقوا تحذيراً مبكراً من سُعاة البريد الحكوميين أنه سيحدث قصور في حاصل الحبوب من قرطاجة التي تعتبر "سلة الخبز» لروما. لقد تغيَّر حبّ المال والاستخدام الذي وُضِعت له هذه التكهنات قصيرة الأمد قليلاً في السنوات الألفين التي تلت ذلك.

هناك مشاكل تنجم عن عمليات تنطوي على قصور ذاتي شديد في نشأتها وذلك بالإضافة إلى العامل الثابت الذي تقدمه الطبيعة البشرية. عدد السكان والعمليات التي تتأثر بذلك ـ مثل

تراكم غازات البيت الزجاجي ـ تقدم أمثلة ساطعة، فهي تحمل في تكوينها تحولاً بطيئاً بسبب مرات التوالد الذاتية. يتأثر عدد كبير من أعمالنا الاجتماعية بمشاكل لاتخضع في طبيعتها إلى حل سريع، فالحلول في هذا المجال تتطلب تكهنات مستحسنَة لآثار طويلة الأمد للأعمال حالية.

ربما استمرت الجهود الحالية الحثيثة المُستدامة في مجال زيادة فهمنا للمشاكل الحيوية وذلك بسبب الفوائد المالية والاجتماعية الكبيرة المرافقة لها. بَيْدَ أني أضع بين أيديكم حالة حيث تتعرَّض تفاصيل ذلك الجهد ـ الذي سنستخدمه أم لن نستخدمه ـ لسلسة كبيرة من الاعتبارات السياسية والاقتصادية والشخصية. إن تضارب المصالح بين الفائدة قصيرة الأمد والاكتشاف طويل الأمد هو أمر قوي بشكل خاص في هذا المجال.

الإطار التكنولوجي

إن هيمنة قانون مورMoore Law تجعل الاستمرار في التصغير أمراً مُجْدٍ ويربط بين عددٍ من أجهزة أواخر القرن العشرين العامة. سوف نتوصَّل إلى جهاز اتصال عبر العالم بحجم ساعة اليد فيه آلة تصوير فيديو وكومبيوتر وجهاز لصنع الصور المتحركة وجهاز لتحديد الموقع على الكرة الأرضية ودفتر ملاحظات وجهاز إسقاط ثلاثي الأبعاد (يشبه جهاز الإسقاط الذي استخدمه R2D2 في حرب النجوم)، وهذا الجهاز

يسمح بالتحكم الرأسي والأفقي، وسيصبح شائعاً كساعة اليد، وسيكون سهل الاستعمال أيضاً في نهاية المطاف بشكل حقيقي كدفتر الملاحظات بفضل تقابلاته المتداخلة التي تشبه لعبة الفيديو والتعلم الذي يركِّز على المستثمر.

إذا تسنّى لنا أن نمتلك كومبيوترات تتعامل بصورة ذاتية مع أنظمة التكيف المعقَّدة احتجنا إلى برمجيات تستطيع ممارسة المرونة والذكاء على مستوى البشر بصورة فعالة وروتينية، ولا أظن أن التوصل إلى ذلك ممكن إلا من خلال برمجيات يمكن أن تتعلم وتتطور. وبما أن المشاكل المتعلقة بأنظمة التكيف المعقدة هامة ومنتشرة ـ وتتدرَّج ابتداءً بظواهر اجتماعية مثل حالة التَّردّي داخل المدن أو التقلبات في التجارة العالمية وانتهاءً بأمور بيئية مثل غزو كائنات حية دخيلة أو استدامة البيئة وكائناتها ـ فسوف يتزايد التركيز بشكل مضطرد على البرمجيات التي تتمتع بهذه القدرات. سيتزايد استخدام البرمجيات التي تتطور من ذاتها على أساس الخبرة كي تلبي احتياجات المستثمرين المزاجية بشكل استثنائي، وذلك حتى مع هذا التحسن البطيء. في غضون خمسين سنة ربما سيكون بين أيدينا رجال آليون باستطاعتهم أن يعملوا كمعاونين لنا مدرَّبين على الرغم من قلة حيلتهم أمام الأمور غير المتَوَقعة. لاأظن أننا سنمتلك خلال خمسين سنة أشخاصاً آليين (واعين)، رغم أنني أجزم بذلك في نهاية المطاف.

لقد تحسّن فهمنا للحياة وللكائنات الحية بشكل كبير بسبب الكومبيوترات والمعدات المخبرية المؤتمتة. كثير من فنون الطب ـ مثل الجراحة ومعالجة السرطان الكيميائية والإشعاعية كما كانت تمارَس في النصف الثاني من القرن العشرين، ستبدو ـ بحلول منتصف القرن الحادي والعشرين ـ غير فعالة كما كانت حال فَصْد الدم في القرون الأولى. لعلنا نتمكن من إيجاد حياة في أنبوب اختبار انطلاقاً من مواد كيمياحيوية بسيطة عديمة الحياة مع كل شيء يتضمن حلولاً هندَسية جينية للأمراض. وربما يكون في مقدورنا على الغالب أن ننتج أجهزة مناعية اصطناعية تستطيع أن تواجه كلاً من الجراثيم الحية وجراثيم الكومبيوتر. نحن قلَّلْنا من قوة الجهاز المناعي الذي ولِد فينا، فهو يقاتل عدداً كبيراً من الغزاة الخبثاء بدرجة عالية من الكفاءة بحيث يَنْجُ الكثيرون منا من الإصابة بالأمراض لفترات طويلة من الزمن. وهذا يلاحَظ بشكل أكبر عندما ندرك أنّ هذه الفترات الزمنية الخالية من الأمراض تقارَن بعدد الأجيال الإنسانية بين القرون الوسطى حتى الوقت الحاضر، وذلك فيما يتعلق بتوليد خلايا الجسم. إن القدرات التشخيصية لدى أجهزة المناعة الاصطناعية ستساعدنا على حلِّ بعض المصاعب في الربط بين الجينومات المتسلسلة والشبكات التحتية المعقدة للجزيئات الناقلة للإشارة ـ والتي يطلق عليها الدارات الحيوية ـ والتي تعطي للخلايا الحيوية تماسكها ومرونتها.

هناك مجال تكنولوجي واحد طال انتظار التغيير فيه؛ المواصلات البرية. إن سيارة القرن العشرين وفَّرت للناس حركية هائلة في البلدان المُطوَّرة وكذلك حرية من قيود العبودية للمكان. ولكننا مازلنا محاصرين بالازدحام على الطرق الرئيسية. ورغم أن عدداً هائلاً من الشركات وتجمعات البُنى التحتية ترسِّخ هذا الأمر الواقع، فإن هناك تغييرات كبيرة في تقديم الطاقة المضغوطة تلوح في الأفق. تصبح المواصلات الإفرادية المرنة أمراً ممكناً دون التقيد بسلوك الطرق من خلال التوجيه الكومبيوتري وبيان الموقع على الكرة الأرضية. ولعل المرء يراهن مناصفة على توفر وسيلة نقل برماجية (برية مائية جوية) في المستقبل وذلك في غضون خمسين سنة، ولسوف يحصل توفير كبير في نفقات البُنى التحتية مثل الطرق السريعة وصيانة الجسور وذلك على الرغم من ضرورة اعتماد حقوق المرور في أراضي الغير بالنسبة لهذا النوع الجديد من وسائل المواصلات.

و أخيراً فإني أظن أننا سنتخلص من العزوف عن اكتشاف الفضاء الذي طال أمده. قبل أربعين سنة كنا قادرين على الطيران إلى حافة الفضاء باستخدام مركبات من سلسلة إكس X-Series وبلاكبيرد Blackbird، ولكننا تخلَّينا عن ذلك كله ـ على الغالب بتدمير منشآت الإنتاج الحيوية وحتى المخططات الأولية ـ حتى نسلك سبيلاً حسنَ الهندسة ولكنه مسدود من أجل وصل خزانات من أجل دفع الصواريخ. بَيْدَ أننا نقترب من نهاية هذا

العزوف لعدة أسباب:

1 ـ بدأنا البحث مرةً أخرى في أنظمة الدفع، مثل الطائرات النفاثة SCRAM، التي يمكن أن تطير بنا إلى الفضاء.

2 ـ هنالك فوائد اقتصادية وعسكرية وعلمية واضحة للأمم التي يمكن أن تناور بِحُرِّية في الفضاء مابين الكواكب، تشبه الفوائد التي استحصلت عليها الأمم التي تمكنت من عبور المحيط المفتوح في القرنين الخامس عشر والسادس عشر.

3 ـ علم الفلك ـ الذي تميّز في النصف الثاني من القرن العشرين بشهرة خاصة لمرقاب هابل Hubble الفضائي ـ أظهر لنا الأعاجيب التي تنتظرنا «في تلك الرحاب».

التغير الاجتماعي

الأولوية الأولى على مقياس خمسين سنة هي إنقاص عدد سكان الأرض من البشر إلى كم أكثر تناسباً مع مصادر الطاقة المتجددة. بعض أكثر مشاكلنا خطورة ـ إنتاج غذاء لايكفي واستنزاف الغابات وزيادة حرارة الكرة الأرضية والنقص في الطاقة ـ تعود إلى زيادة البشر بالنسبة للمصادر. مُجرّد عدد الناس المتزاحمون وحده يؤدي إلى توتر مادي ونفسي لايخضع للثوابت التكنولوجية.

تُولي دول كثيرة هذه المشكلة الأولوية الأولى: انظروا إلى

الصين، ولذلك فإني أظن أن أعداد السكان سوف تخضع في غضون السنوات الخمسين للسيطرة دون مآسٍ كبيرة مثل الطاعون الأسود أو الحرب العالمية.

نصبح في الحقيقة أكثر حساسية تجاه المشاكل المماثلة الأخرى واسعة المدى، ونفتش بعناية أكبر عن خيارات وبدائل. فمن الناحية التقليدية تزايدت مهارات استكشاف حلول بديلة من خلال الألعاب الرُقَعيّة وألعاب الحرب وما شابهها، غير أن المضمون ظلَّ على الدوام محدوداً ولكنه توسَّع بشكل كبير من خلال ألعاب الفيديو مثل سيمسيتيSimcity وسيفيليزيشن Civilization، وازدادت حساسيتنا كثيراً لاستنباط أفعال متبادلة متحذلقة وأصبحت المطابقات أكثر واقعية فمكَّنت بذلك الشخص العادي من استكشاف خيارات بسهولة. عندما يصبح ارتباط هذه النزعة أكثر وثوقاً بمُحاكيات معقّدة في كل شيء انطلاقاً من المناخ وانتهاءً بالذكاء الاصطناعي تزداد مراتب الأهمية لدى الناس الذين يستكشفون بشكل روتيني خيارات مستقبلية بطريقة منهجية. سوف تتسارع هذه العملية من خلال جهاز الأغراض العامة الذي تصاغر والذي ذكرته سابقاً، ولنطلق عليه اسم «المُخطِّط» الذي يربط «النظر إلى الأمام» بالوقائع اليومية. لن تكون الخبرة بالبرمجة ضرورية إلا في البديهيات والاستكشافات التي تمليها الخبرة كما هي الحال بالنسبة لألعاب الفيديو. سوف تخلُق المخطِّطاتُ من جيلِ ما بعد ألعاب الفيديو

جيلاً قادراً على فحص نتائج الأعمال المألوفة باستخدام أدوات للتقابلات الحقيقية ثلاثية الأبعاد يمكن التحكم بها وتكون قد تم تكييفُها مع قدرات المستثمر. وسوف نمتلك في النهاية محاكيات طيران «لاختبار كل» القرارات الاجتماعية والسياسية.

هناك بالطبع مشاكل اجتماعية ترتبط بهذه «المخطِّطات»، وإحدى هذه المشاكل قائمة، وهي تزايد الفجوة بين المعرفة والدخل عند الذين يلتحقون بالمهن أو التخصصات التي تشكل هذه «المخطِّطات» فيها مصادر معونة طبيعية وبين الذين لايريدون أو لايستطيعون إلى ذلك سبيلاً. غالباً ما سيَستخدم كل شخص في الدول المُطوِّرة هذه المخطِّطات ـ التي ستكون في منتصف القرن الحادي والعشرين نظائر الهاتف ـ من أجل سبر خياراته، ولسوف تتزايد الفجوة بين المعرفة والدخل في المجالات الأخرى إلى حدٍّ كبير. يداوم في الوقت الراهن أقل من 15٪ من سكان أمريكا الجنوبية على المدارس إلى الصف التاسع أو مايليه، ولا يَستخدم كثير منهم الهواتف بشكل نظامي، وحتى أن عدد الذين سيستخدمون المخطِّطات سوف يقل عن ذلك.

هناك مشكلة ثانية أوسع سوف تثقل علينا جميعاً وهي المحافظة على السرية وحرية التحرك دون أن نخضع للمراقبة المستمرة. إن إمكانية المخطِّط الخاصة بآلة تصوير الفيديو/ الاتصالات السريعة سوف يجعل من كل شخص مصدراً

للأخبار. ولهذا جانب جيد، فعندما يمكن الكشف عن ظرف بواسطة أداةٍ إذاعيةٍ فوريةٍ تتزايد صعوبة جرائم الاغتصاب والمباغتة بقصد السطو والسرقة والجرائم الأخرى التي تزدهر في الخفاء وفي حالة انعدام الدليل. أما من الناحية الأخرى والأكثر أهمية بكثير فسوف يزيد - إلى حد يفوق المقارنة احتمال انتهاك حرمات الشؤون الخصوصية من - وَلَع وسائل الإعلام الحالية في نشر أي شيء يتَّسم «بالأهمية العامة» (مثل الكوارث ونقاط الضعف البشرية وما شابه ذلك). السرية وعدم التدخل القسري هما في قلب الديموقراطيات المتنوِّرة («بيت الإنسان قلعته») وعندما تلغى هذه الحقوق فإن الخيانة سرعان ما تظهر. بحلول منتصف القرن الحادي والعشرين سوف يصبح من الممكن من الناحية التكنولوجية ملاحقة تحركات أي شخص بكل تفصيلاتها، ولسوف نكون تحت قبضة قوىً خارجية مثلنا في ذلك كمثل عبيد الأرض الذين كانوا يحتاجون إلى إذْن كي يسافروا إلى القرية المجاورة تماماً. وكما هو الحال في الحدِّ من حرية التعبير (لا يمكنك أن تصيح «حريق!» في مسرح مزدحم) فإن التحدي هنا يكْمُنُ في صياغة مزيج من القانون والعُرْف يحدّ بشدة من حقوق الحكومة والأفراد في التدخّل القسري. إن مسألة نجاحنا أو عدمه في هذا المسعى بعد مئة سنة (تذكروا أحداث سنة 1984) هو أمر لم يحسم.

إن فهمنا المحسّن لعلم الأحياء سيوفر لنا سيطرة غير

مسبوقة على الأمراض والأذيّات وعلى التحرر من الآلام التي تكمن فيها، ولسوف نكون في نفس الوقت قد حسّنّا من فرص شن حربٍ بيولوجية ومن ارتكاب أخطاء في الهندسة الوراثية. ولكني أظن أن الدفاع سوف يساير الهجوم أو لعله يقضي عليه. تشكل أجهزة المناعة الاصطناعية حمايةً كاملةً لكل من الأجهزة الاصطناعية والطبيعية. إن قدرة هذه الأجهزة ـ على اكتشاف الجزيئات الحيوية التي تقوم في مواجهه المضادات غير العادية ـ متضافرة مع الأتمتة التكنولوجية لتصميم العلاج وإنتاجه سوف تؤدي في نهاية المطاف إلى تخفيض ثمن الدواء وذلك حتى في الأسواق الصغيرة (الأمراض النادرة)، كما هي حال إنتاج الأقراص المدمجة الرخيصة التي مكّنت من تسجيل الموسيقى لكل مجموعات المستمعين المحدودة. سوف يعكس هذا التخفيض في تكاليف المعالجة المترافق مع القدرة التشخيصية لأجهزة المناعة الاصطناعية على الأقل من اتجاه تكاليف الدواء المتزايدة.

و أخيراً فإن قدرتنا القادمة على المناورة في الفضاء بين الكواكب سوف تنافس اكتشاف العالم الجديد في خلق عصر من الاكتشاف والإثارة. لعلّنا سنتمكن في غضون خمسين سنة من إيجاد قواعد على القمر والمريخ أو الدوران حول المشتري، وسوف تفعل هذه القواعد فِعْلَ أوائل المراكز الأمامية الأوروبية في العالم الجديد في القرنين الخامس عشر والسادس عشر،

وسوف تتسبب أيضاً بحدوث سلسلة طويلة من الأعاجيبِ التي تحفِّز خيالنا وحبّ الاستطلاع لدينا. إن وجودنا «هناك» سوف يزيد بشكل كبير من فُرَصنا لِتَلَقّي أدلة على وجود كائنات ذكية بشرية ذات حضارات أخرى في مجرتنا. وإذا حصلت مثل هذه الملاحظة كان لها تأثير على الأقل كالتأثير الذي حصل في أوروبا عندما تم اكتشاف أعمال اليونان القديمة الفنية.

❑

جون. هـ .هولاند John .H. Holland أستاذ علم النفس وعلم الكومبيوتر والهندسة في جامعة ميتشيغان في آن آربور Michigan at Ann Arbor وأستاذ زائر وعضو مجلس الأمناء في معهد سانتا فيه Santa Fe. تتركز اهتماماته الرئيسية على أنظمة التكيف المعقدة (الطبيعية والاصطناعية) وأنماط عمليات الإدراك التي أساسها الكومبيوتر، وتركيب أنماط التجارب الفكرية القائمة على الكومبيوتر. وبما أنه معروف بشكل واسع «كأب للخوارزميات الوراثية» فهو عضو في مجلس إدارة الجمعية العالمية لعلم المورثات والاحتسابات التطورية. أحدث كتابين له هما «النشوء: من الفوضى إلى الانتظام Emergence: From Chaos to Order والانتظام المخبأ: كيف يَبْني التكيفُ التعقيدَ Hidden Order How Adaptation Builds Complexity.

رودني بروكس

إندماج اللحم والآلات

واجهنا العلم والتكنولوجيا طوال السنوات الخمسمئة السابقة على الأقل بعموميات قلّلت من إحساسنا بأنه لامثيل لنا ولا لعالمنا، وجعلتنا قلقين غاضبين وحتى عنيفين بشكل كبير. في أوائل القرن السابع عشر اصطدم غاليليو Galileo مع الكنيسة بشأن موقع الأرض في النظام السماوي وفي جعبته بيانات رصدٍ واعية جُمِعَت خلال حوالي خمسين سنة. ورغم تراجعه التكتيكي في وجه التعنُّت الديني فقد اتضح على وجه السرعة أن الأرض لم تكن شيئاً لامثيل له في مركز الكون بل مجرد واحد من كواكب متعددة تدور حول الشمس. وعُرِف فيما بعد بالطبع أن الشمس لم تكن إلا واحدة من عدة نجوم، كما عُرِف بعدئذٍ أن مجرتنا ليست إلا مجرد واحدة من مجرّات كثيرة. نحن اليوم نخوض نضالاً فكرياً حول مدى انطباق هذا الإدراك المتواضع على عالمنا أيضاً.

obeikandl.com

أطلق تشارلز داروين Charles Darwin في زمانه عموميَّةً بأن البشر هم مجرد جزء من مملكة حيوانية بينهم وبينها قرابة دم، وهذه حقيقةٌ هي موضوع استكبار سياسي لدى الفكر المُجْدِب في الولايات المتحدة الأمريكية حتى في هذه الأيام. شهد القرن العشرين نمْنمات زخرفية لهذه الفكرة عندما اتضح - على إثرِ مؤلفات كريك Crick وواطسون Watson أن الكثير من مورثاتنا الأكثر أهمية قد انحرفت قليلاً عن مثيلاتها في الخمائر وفي ذباب الفواكه. ثم واجهتنا في نهاية القرن عموميتان أُخريان مماثلتان: لعلَّ صيغة حياتنا لم تنبت هنا على الكرة الأرضية ولكن بذرة الحياة جاءت من مصدر حياة على كوكب آخر. وأخيراً وجدنا أن عدد المورثات عند البشر لم يكن كثيراً كما كان متوقعاً ولكن الحقيقة أن عددها لديهم يقل عما لدى الحيوانات الأخرى وحتى في البطاطا، فنحن لسنا المُتفردين في هذا المجال أيضاً.

تحدَّت كل من هذه العموميات نظرتنا إلى أنفسنا، فأصبحنا أقل خصوصية وجزءاً من حقيقة أكبر. كان من الصعب علينا في غالب الأحيان أن نحتمل خسارة خصوصيتنا ولكننا تدبرنا ببطء أمر تكيفنا مع النظرة العالمية الجديدة التي كان ينقلها إلينا كل كشف جديد لم يشكل أي منها مفاجأة لنا. إن اكتشاف مخلوقات ذكية خارج الأرض - فيما لو حصل - يمكن أن يشكل صدمة فكرية فُجائية، ولابُدَّ أن يكون كذلك بشكل

ما، وحتى في هذه الحال فإننا نصبح أقل تحسّساً لأن الكثير والكثير منا يفهمون البحث عن مخلوقات ذكية خارج حدود الأرض بشكل جيد يكفي للتبرُّع بدوائر كومبيوتراتنا غير المستخدمة من أجل هذا الجهد. لقد توفَّر لنا هذا الإدراك الشامل للأجناس من خلال الكثير من الاكتشافات الأولية والمناقشات والجدل. لعلَّ الذروة مأساوية ولكن الإشارات الدالَّة عليها كانت دائماً متوفرة.

يمكننا اليوم ـ ونحن على مشارف القرن الحادي والعشرين ـ أن نرى إشارات تدل على أن السنوات الخمسين التالية حُبْلى بعموميات مماثلة أخرى. لسوف تشعر إنسانيتنا بالتهديد في صميمها وبأن ذلك قد يؤدي إلى حروب عنيفة حول أفكار هي بالضرورة فكرية ودينية. نحن نرى طلائع مناوشات هذه الحروب وهي ليست قليلة أبداً. إن العموميات التي نواجهها هي أننا نحن البشر مجرد آلات، معرَّضون بهذه الصفة إلى نفس التلاعب التكنولوجي الذي نطبقه بشكل روتيني على الآلات. ومن أجل إضفاء مزيد من التعقيد الطفيف على الأمور فإن البنى التحتية التكنولوجية الخاصة بنا سوف تتغير بشكل كامل ـ كما كانت حالها طوال السنوات الخمسين الماضية ـ وإن تكنولوجية أجسامنا وصناعاتنا سوف تصبح عمومية على نفس المستوى.

إن العقيدة المركزية غير المعلنة لعلم الأحياء الجزيئي الحديث هي أن كل شئ يتعلق بالأجهزة الحية ـ ونحن منها ـ

هو نتاج تفاعلات متبادلة جزيئية. علم الأحياء الحديث قائم على المادية الصرفة. وليس هناك شيء آخر سوى الجزيئات تتفاعل مع بعضها البعض حسب مزيج من القوى المختلفة وتكون عُرضة للعشوائية التي تسببها درجة الحرارة والتأثيرات الكمية. لايوجد دواء شاف للحياة ولا قوة للحياة ولا عقل لايقوم على أساس مادي ولا روح. هذه المواقف وكذلك حال تطوُّرُنا نحن والبطاطا من جدٍ مشترك ليست موضع جدل بين العلماء. إذا لم تكن أي من هاتين العقيدتين ـ فكرة الأساس الجزيئي لحياتنا أو فكرة التطور الحياتي للأجهزة البيولوجية ـ صحيحة، فإن كل ما نملك من صناعة زراعية وطب وصناعات كيميائية ودوائية ووبائيات وكذلك جهودنا الحافظة سوف تكون جميعها قائمة على افتراضات غير صحيحة وتؤدي عملها كما لو كانت مجرد رميةٍ من غير رام .

مازال من الواجب صياغة بعض تفاصيل الأجهزة الحية وليس من شك في حدوث بضع قفزات وتنافرات أخرى في غضون العِقد أو العِقدين القادمين، ربما تكون مصدِّعة لعلم الأحياء كما كان علم الميكانيك الكمي بالنسبة للفيزياء أو علم الكومبيوتر للرياضيات، ولكن لن يحدث هجران إجمالي حسب مفاهيمنا الحالية .

سوف تصمد العقيدة المركزية في أننا لسنا إلا نِتاج تريليونات وتريليونات من التفاعلات الجزيئية المتبادلة عديمة

العقل اللامبالية: إنها ـ العقيدة ـ ليست مادة اللاهوب[32] أو الإتير، ولكنها حقيقة مؤكدة من خلال آلاف من التجارب الجديدة كل يوم من أيام الأسبوع وكل أسبوع من أسابيع السنة.

تعلَّم معظم الناس أن يسعدوا بِنور جهلهم لنتائج خمسين سنة من علم الأحياء الجزيئي، ولكنهم الآن بدأوا يستيقظون. لقد شاهدنا على التلفاز الوطني منذ وقت ليس ببعيد رئيس الولايات المتحدة الأمريكية وهو يُعْرِب بعناية عن الفروق الدقيقة للأبحاث الحياتية البيولوجية أثناء الإعلان عن قراره القائم على اعتبارات سياسية وأخلاقية والخاص بنوع أبحاث الخلية الجذعية التي ستموّلها الحكومة .

هذه المرة لم تكن بالطبع الأخيرة التي نرى فيها رؤساءنا مرتبكون بهذا الشكل، أو لن تكون الأخيرة التي نرى فيها تجاوزاً مضطرباً للخطوط التقليدية من قبل المؤيدين على طرفي المناقشة. من المؤكد أن يحدث مزيد من المظاهرات، بعضها عنيفة، ليس ضد الطعام المعدّل من الناحية الوراثية فحسب ـ كما هو متوفر اليوم ـ بل ضد التكنولوجيات التي سيُنظَر إليها على أنها تَحطُّ من قدْرِنا وتضعنا على نفس الدرجة مع المنتجات التي

(32) اللاهوب phlogiston مادة كيميائية وهمية كان يعتقد، قبل اكتشاف الأوكسجين أنها مقوم أساسي من مقومات الأجسام الملتهبة (قاموس المورد صفحة 681 طبعة 2002 ـ دار العلم للملايين)

اصطنعناها والتي نتلاعب بها.

لقد بدأنا بتحويل الأدوات التحليلية لعلم الأحياء الجزيئي، والتي طورناها في غضون السنوات الخمسين الماضية، إلى أدوات هندسية، ونحن بذلك نحقق قدرتنا على التلاعب بالحياة ذاتها - وبحياة البشر على وجه الخصوص - في أكبر مستوى أساسي لعملها.

قبل خمسين سنة، وبُعيد الحرب العالمية الثانية تماماً، حدث تحويل بالهندسة التي كانت من قبل تقوم على ممارسة المهنة، ولكنها تحولت اعتباراً من حوالي سنة 1950 إلى تخصص قائم على الفيزياء. نحن نرى الآن تباشير تحوُّل الهندسة مرة أخرى، وفي هذه المرة إلى تخصص قائم بشكل كبير على علم الأحياء دون أن يُضحّي بقوة خلفيته القائمة على علم الفيزياء، وأنا أرى كل يوم إشارات على هذا التحول في مختبر الذكاء الاصطناعي التابع لمعهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا الذي أقوم على إدارته. لقد مزَّقْنا الغرف النظيفة التي اعتدنا أن نصنع فيها رقائق السيليكون وأقمنا مخابر رطبة مكانها لنقوم بتحويل البرامج إلى الـ دي إن إيه DNA التي نضفرها إلى جينومات لتربية جراثيم روبوتيَّة. هدفنا في غضون الثلاثين سنة هو أن نمتلك هذا التحكُّم المتقن بعلم الوراثة في الأجهزة الحيَّة بحيث نتمكن في نهاية المطاف من تربية طاولة بدلاً من زرع شجرة ثم قصها وصنع طاولة منها. لقد حوّلنا المخابر التي كنا نستخدمها في

تجميع روبوتات فولاذية وسيليكونية إلى مخابر نُجَمِّع فيها روبوتات من فولاذ وسيليكون وخلايا حية. نحن نقوم باستحصاد خلايا عضلية واستخدامها في هذه الأجهزة البسيطة بمثابة مؤقِّتات هي عبارة عن بشائر لإضافات سوف تُركَّب بصورة مصمتة في أجسام بشرية عاجزة. لقد توقفت بعض الهيئات التعليمية في مخابر الذكاء الاصطناعي ـ التي تدرس كيفية تعليم الآلات ـ عن بناء محركات أفضل لاستعراض مواقع الشبكة العالمية، وبدأت باختراع برامج يمكن أن تتعلم إنشاء روابط في الجينومات البشرية، وبذلك يمكنها أن تتنبأ بالأسباب الوراثية للأمراض. نحن حوّلنا الغرف التي كانت تستخدم لإيواء الأجهزة الميكانيكية المصمَّمَة بمساعدة الكومبيوتر إلى غرف نقيس فيها محرك التحكم من قبل المخ عند البشر بحيث نستطيع في نهاية المطاف أن نبني إضافات عصبية في الأشخاص الذين يعانون من مصاعب في الدماغ. الباحثون الملهمون لدينا والذين اعتادوا أن يبنوا خوارزميات للكشف عن الدبابات الروسية خلال الحرب الباردة، يقومون الآن ببناء أجهزة مُلهِمَة متخصصة لتقديم الإرشاد أثناء الجراحة العصبية. تحْدُث اليوم تحولات مماثلة في الدوائر الهندسية ليس في معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا فحسب، بل وفي كل أنحاء العالم أيضاً.

إن الأجيال الأولى من هذه التغييرات في المنظور تسَرِّع بشكل كبير من امتصاصِ تكنولوجيا الفولاذ والسيليكون ضمن

أجسامنا. أسباب مخبرية محضة كانت وراء المشاركين الأوائل في هذه الممارسات، والذين كانوا يحاولون التعويض عن الأذيات او انخفاض أداء أجسامهم. لقد توفرت لنا ضابطات نبض[33] وأوراك صناعية وقلوب اصطناعية منذ فترة طويلة، أما اليوم فقد ازداد انتشار الإضافات العصبية الأكثر تعقيداً، وهناك أجهزة تزرع بشكل دائم في قوقعات آذان عشرات الآلاف من الناس الذين يعانون من نقص حاد في حاسة السمع، وتوفِّر عشرات من الترددات بمثابة محرضات عصبية في موقع القوقعة تكون حساسة بنفس التردد في الأذن السليمة. هؤلاء الناس يسمعون من خلال التحريض المباشر لخلاياهم العصبية عبْر دارات إلكترونية ـ وبشكل أكثر تحديداً من خلال الجمع بين الدارات العصبية «الرطبة» والسليكون.

سيكون الأشخاص الذين يعانون من تَدنّي اللطخات على الشبكية زبائن رئيسيين عندما يتم استكمال زرع بصري فعّال مشابه. تعمل فرق في العالم على أفكارٍ لزرع آلة تصوير على شكل رُقاقة من السليكون في الشبكية البشرية، فإمَّا أن يتم بعدئذ وصل عناصر الصورة مباشرة بأعصاب الشبكية أو إرسال هذه العناصر عبر سلك أو بصورة لاسلكية إلى مناطق صنع الرؤية المبكرة في القسم الخلفي من الرأس. أجريت سلسلة من

(33) أدوات كهربائية لإثارة نبضات القلب وضبط إيقاعها توضع في صدر المريض (المصدر السابق صفحة 649).

التجارب باستخدام زرعٍ قصير الأمد لهذه الأجهزة، وعند كتابة هذه المقالة كانت قد مضت سنة ونيّف على عمليات الزرع الشبكي لثلاثة مرضى، رغم أن النتائج لم تنشر حتى الآن. إن إنجاز عملية زرع بصري ناجح هو أصعب من الناحية الفنية من عملية زرع في قوقعة الأذن، فقط لأسباب تتعلق بتوصيل آلاف الوصلات بصورة دقيقة بين آلة التصوير الرُقاقة والخلايا العصبية، وذلك بدلاً من بضعة وصلات تنقل الكلام العادي. ومع ذلك فإن بين أيدينا جميع الأسباب التي تدعو إلى الاعتقاد بأن الزرع الشبكي سيصبح في نهاية المطاف روتينياً كما هي حال الزرعِ في قوقعة الأذن.

عددٌ قليل من المصابين بالشلل الرباعي الذين امتدت أذيَّاتهم إلى العمود الفقري ووصلت إلى جذع الدماغ فلا يستطيعون الكلام أو التحكم بالتنفس ويحتاجون إلى جهازِ تنفسٍ، هم الآن قادرون ـ باستخدامِ أجهزة عصبية مزروعة في أدمغتهم ـ على توجيه فأرةِ الكومبيوتر من خلال التفكير فقط. هذا التقابل يمَكِّنهم من التواصل مرة أخرى مع العالم الخارجي وبذلك يمارسون بعض التحكم به. يمكنهم على أقل تقدير أن يختاروا ما يريدون رؤيته على شاشات كومبيوتراتهم وأن يطبعوا بشيء من الجهد أوامر ورسائل عادية وإلكترونية، كما يمكنهم في بعض التجارب أن يتحكموا بالرجال الآليين الذين يساعدونهم في أداء واجبات حياتهم اليومية. يُفترَض أن تستمر

هذه الأنواع من التكنولوجيات ـ التي بدأت باستعادة بعض الكرامة الإنسانية الأساسية لمن يعاني من الأذيات الشديدة ـ كما وأن مجال عمل هذه الأجهزة ومرونتها سوف يستمر مع مرور الوقت أيضاً.

هناك تجارب كثيرة أخرى على استخدام السيليكون والفولاذ في أجسام الذين يعانون من مشاكل طبية، بدءاً من أجهزة لتمرين عضلات ضحايا الضربات المفاجئة وضحايا الأذيَّات في العمود الفقري وانتهاء بخطط لإعادة نقل الإشارات العصبية عند المصابين بمرض باركنسون Parkinson والأمراض المشابهة. هذه التجارب والتجارب التي تجري على المصابين بالشلل الرباعي قد أفضَت إلى الأمل حول مدى تكيّف مناطقنا الدماغية الحساسة.

لن يمضِي وقت طويل حتى يبدأ استخدام هذه الإجراءات المخبرية بطرق انتقائية. سوف يحدث تحول ثقافي خلال السنوات العشرة أو العشرين القادمة يتم فيه تبني التكنولوجيا الروبوتية والسيليكون والفولاذ في أجسامنا من أجل تحسين ما يمكننا فعلَه وفهمَه في العالم. ربما يختار الناس من غير العميان الحصول على جهاز يتحسس الأشعة تحت الحمراء أو فوق البنفسجية وتركيبه في إحدى أعينهم. أو لعلّنا جميعاً نكون قادرين على الحصول على وصلة لاسلكية بالشبكة العالمية (الإنترنت) وتركيبها بشكل مباشر في أدمغتنا، على الرغم من أن

«شكلَ» و«شبَهَ» ما يمكننا أن نستعرضه من صفحات المواقع بهذه الطريقة مازال غير معروف.

وفي ذلك الوقت ـ وبعد أن نقطع ما يقارب ربع الطريق عبر هذا القرن ـ ستبدأ تحسينات مماثلة ذات طبيعة بيولوجية أكبر بالظهور بين أيدينا. في ذلك الإطار الزمني سوف يَعُمّ استخدام الهندسة الوراثية على نطاق واسع فيما وراء العمل الزراعي والطبي حيث تُستَكشَف فيهما اليوم. سوف تُستخدم الهندسة الوراثية في صناعة النفط ومنتجات المواد البلاستيكية اللّدنة وفي مواد أخرى وفي إعادة التصنيع وفي البطاريات وفي مصادرِ الطاقة المتجددة وفي تطبيقاتٍ أخرى يصعب تصورها من هذه النقطة المواتية. بحلول السنة 2025 سوف نكون قد وصلنا إلى مرحلة جيدة من التحكم تكفي لتطبيق هذه التكنولوجيات بثقة على أجسامنا. لن يكون هذا التوافق سبباً للدهشة لأنه سيَتَحقق من خلال تطبيق نفس العلم والتكنولوجيا في اتجاهات متعامدة.

إن إضافة شيء من الزيادات الحيوية المبكرة إلينا قد تستلزم زيادة في عدد الخلايا العصبية في قشرتنا الدماغية. سَبق لمثل هذه التجارب أن بدأ تنفيذها على الفئران. عند إضافة طبقات من الخلايا العصبية على دماغ فأر في وقت حاسم من تطوره يتحسّن ذكاءه قياساً بالفئران التي لم تتمتع بهذه الزيادة. لعلّنا نتمكن من إضافة طبقات من الخلايا العصبية إلى أدمغتنا

الفتية أثناء تحسّن فهمنا للتوازنات الهرمونية التي تتحكم بنُمُوِّ أدمغتنا في فترة الطفولة فنضيف بذلك بضع علامات على حاصل الذكاء لدينا ونعود بقدرتنا الحفظية إلى ما كانت عليه عندما كنا أصغر سناً. ربما تحصل أخطاء وقصص مرعبة حول الزيادات التي لاتقوم بعملها بالشكل المناسب، ولكن عليكم ألاّ تخطئوا، فالتكنولوجيا قادمة بتواتر غير منتظم.

بحلول غرَّةِ القرن الحادي والعشرين ستتوفر لنا قدرات بيولوجية جديدة كثيرة يبدو بعضها اليوم مجرد خيالات، تماماً كما كانت الإسقاطات الخاصة بسرعةِ وذاكرة وسعرِ كومبيوترات اليوم تبدو مجرد خيالاتٍ للمهندسين الذين كانوا يعملون على أوائلِ الكومبيوتراتِ الرقمية سنة 1950. يبدو أمراً معقولاً أن نفترض قدرتنا بحلول سنة 2050 على التدخل واختيار ليس جنس المولود عند نقطة الحمل فحسْب بل الكثير من صفاتِه الجسدية والفكرية والشخصية أيضاً، وهو أمر أقل تفاهة بكثير. لقد رأينا كيف أن مجرد تحديد جنس الجنين قد شوهت نسب الجنس في الصين والهند بشكل سيء، ونحن نتوقع أن يكون لهذه القدرات الجديدة آثاراً عميقة على تشكيلة سكان العالم لايمكن التكهن بها في هذه المرحلة.

كذلك سوف نكون قادرين على تغيير الأجسام الموجودة أصلاً. لقد شاعت التعديلات الجسمية خلال السنوات العشرين الماضية في العالَم الغربي بواسطة الجراحة والتبدلات

الكيمياحيوية (باستخدام الذيفان البوتوليني Botulinum)، وبعد خمسين سنة من اليوم يمكننا أن نتوقع تغييرات جذرية في الأجسام البشرية من خلال التعديل الوراثي، والتي يهدف الكثير منها إلى مدِّ أجلِ الحياة ولكن كثيراً منها ستكون استجمامية ولها علاقة بطريقة الحياة. ولسوف تتزايد الوحوش البشرية بصورة لايمكن أن نتصورها اليوم.

كذلك فإن التكنولوجيات ـ التي تم تطويرها حتى يُمكن إدخال هذه التغيرات على أجسامنا ـ ستَستخدم في بُنانا التحتية الصناعية. سوف يُنمّى في المستقبل كثير مما نصنعه اليوم من خلال استخدام كائنات حية مهندَسَة بصورة جينية يمكنها القيام بتلاعب جزيئي تحت مراقبتا الرقمية. ستكون أجسامنا مماثلة للمواد الموجودة في مصانعنا. ربما يظل بمقدورنا أن نحافظ عليها منفصلة في عقولنا، كما نفْصل اليوم من الناحية الفكرية بين ظروفنا وظروف الفراريج التي نربيها في المداجن. سوف تتبدَّل نظرتنا الى أنفسنا كجنس بشري تماماً كما يجعلنا ظِلُّ هذه الأفكار ننكفء على وجودنا المحصور، وسنبدأ برؤية أنفسنا مجرد جزء من بنيةٍ تحتية للصناعة.

في الوقت الذي يتقدم فيه العمل الفني والعلمي فإننا سوف نواجه مرات ومرات نفس الذعر الناجم عن الأسئلة المزعجة. ماذا يعني أن يكون المرء حياً؟ ما هو الذي يجعل شيئاً ما «بشرياً»؟ ما هو الشيء الذي يجعل الشيء «أقل بشرية»؟ ما هو

الإنسان «الفوق طبيعي»؟ ماهي التغيرات التي نقبلها في الإنسانية؟ هل التلاعب بالحياة الإنسانية من الأخلاق؟ هل من الأخلاق حتى أن نتلاعب بالحياة الإنسانية وبطرقٍ «تصحيحية» على وجه الخصوص؟ من هو صاحب الصيغة «التصحيحية»؟ من هو صاحب صيغة «الحياة» والصيغة «البشرية»؟ ماهي المسؤولية التي تقع على العالِم بشخصه عن كل أشكال الحياة التي يمكن أن يتلاعب بها أو يوجدها؟

ولن تطرح هذه الأسئلة في أوساط العلم التي تعنى بالمعنى الجيد فحسب؛ وإنما ستُطرح إلى المجتمع الأوسع متلازمة مع كل شيء ابتداءً من التخريب المتعمَّد للممتلكات العامة أو الخاصة وانتهاءً بالحرب الكاملة مروراً بالإرهاب.

إن عموميّاتنا القديمة ـ العموميات الأولية غير المريحة التي سادت في السنوات الخمسمئة الأخيرة ـ قد غيرت فقط من فهمنا لموقعنا في الكون. خلال السنوات الخمسين التاليات سوف تمدُّنا عمومياتنا الجديدة بالقوة من أجل تغيير ذلك الموقع بالذات. إننا ننسلخ عن أدوارنا كمراقبين مُسيَّرين للحياة ولنظام الأشياء لكي نتلاعب بها. لن نجد أنفسنا محصورين بالتطور الداروينـي مزيداً من الوقت. وسوف يكون لدينا الآن خيار المشاركة بطرق جليَّة في هذا التطور كأفراد وكنوع معاً. لسوف تبدو مغامراتنا في الإنشطار النووي ـ مقارنة بذلك ـ كلعب الأطفال. سوف نحتاج إلى مراقبة وتعديل عُنجُهيَّتنا بحرص كبير

إذا أردنا لأحفادنا أن يكونوا في يوم من الأيام مواضيع اكتشاف مثير للبهجة من قبل البحث عن كائنات ذكية خارج نطاق الأرض في مكان آ خر غيرها في مجرتنا.

❑

رودني بروكس Rodney Brooks مدير مختبر الذكاء الاصطناعي وأستاذ منحة فوجيتسو Fujitsu لعلم الكومبيوتر في معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا، وهو أيضاً رئيس مجلس الإدارة وكبير المدراء الفنيين في شركة آيروبوت irobot وهي شركة تتشارك مع الشركات القائمة في عالم صناعات الألعاب والنفط والمُستهلِكين والدفاع . ظهر بروكس عام 1997 كواحد من أربعة مدراء في فيلم إيرولد مورِس Erold Morris تحت عنوان سريع ورخيص وخارج نطاق المراقبة Fast, Cheap and Out of Control والذي أخذ اسمه من إحدى أوراقه في صحيفة الجمعية البريطانية فيما بين الكواكب، وهو مؤلف الرؤيا القائمة على النمط الكومبيوتري Model-Based Computer Vision والبرمجة بلغة القوائم المشتركة Programming in Common LISP، والكائن الذكي الكمبري Cambrian Intelligence وآخر مؤلفاته اللحم والآلات: كيف سيغيرنا الرجال الآليون Flesh and Machines . How Robots Will Change Us

obeikandl.com

بيتر أتكنز

مستقبل المادة

الكيميائيون سحرة بين أيديهم مادة، يغزلون مواد جديدة من التراب والهواء والمحيطات ويُنتِجون من المادة أشكالاً ربما لم تكن موجودة في أي مكان آخر من الكون. مهنتهم ـ خلافاً للسحرة ـ عقلانية، فهم يقيمون غزْلَهُم على فهمهم العميق لكيفية ارتباط الذرات معاً وكيف أنها تتمحور معاً في مُرَكّبات جديدة. وفهمهم العقلاني للمادة والذي يستمدون منه هذه القوة، تمخَّض عن تجارب أُجرِيت في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر وتجسد بشكل كمّي من خلال تطبيق علم الميكانيك الكمي على الكيمياء في القرن العشرين. المادة في مطلع القرن الحادي والعشرين طوع بنان الكيميائيين بشكل كامل.

تغزل الكيمياء باتجاهين، منتجات جديدة ومواضيع جديدة، فالمنتجات التي غُزِلت في السنوات الخمسين الماضية

obeikandl.com

منتشرة فيما حولنا: المستحضرات الطبية التي تجعل الحياة أطول والموت أقل إيلاماً، والمنسوجات والأصبغة التي تجعل المناظر اليومية أكثر حيوية، والسيراميك والمواد اللدنة التي تحل محل الخشب والحديد فتخفف من وزن المنشآت وتزيد من قوتها وتُمَكِّن من إنجاز أشكال جديدة وممتعة، وأشباه النواقل التي غيرت شكل المجتمع، والنواقل عالية الطاقة التي نتوقع أن تغير من شكل المجتمع مرة ثانية، وكذلك الوقود الذي أمكننا من العيش كما نشتهي. ولكن الكيمياء تغزل مواضيع جديدة أيضاً تأخذ أسماء منفصلة وتبقى بالضرورة كيمياء. علم المواد هو كيمياء تُطبَّق على جيل من مواد جديدة ذات خواص ميكانيكية وكهربائية ومغناطيسية جديدة معينة. علم الأحياء الجزيئي ـ ذلك الإبداع غير العادي للقرن العشرين وأساس علم الأحياء والطب للقرن الحادي والعشرين ـ هو كيمياء تم تطبيقها على جزيئات التعقيد المرعبة المسؤولة عن الحياة. الطب الحديث ـ بخلاف الأجزاء التي تَقطع وتَشرح وتَنشر ـ هو كيمياء تم تطبيقها في الماضي على قسم مع الصلاة، ولكنها طُبِّقت بشكل متزايد وبنجاح مع الفهم، وكل ما يتعامل مع خواص وتحولات المادة هو في جذوره كيمياء سواء كانت المادة حيَّة أم ميتة.

سوف تشهد السنوات الخمسون التاليات دمج قدرة الكيميائيين على التعامل مع الذرات وربطها بأنماط جديدة. أمامنا

ثلاث طرق، إحداها تطوير التكنولوجيات التقليدية للكيمياء: التحريك والتسخين والخلط التي انبثقت بأشكال محذلقة مختلفة عن الحيمياء[34] ووصلت إلى درجة عالية من التحسين في مخابرنا. علماء الكيمياء العضوية ـ وعلى وجه الخصوص الذين يتعاملون مع المُرَكبات التي تتشكل بشكل رئيسي من الفحم ـ كدَّسوا مجموعة كبيرة من المعرفة حول كيفية ربط الذرات بأنماط معينة، وسوف تدخل هذه المعرفة بلا شك في مجال الأجهزة الذكية التي لها بعض صفات البشر. سوف تُصمَّم التركيبات الصُّنعية بشكل متزايد من قِبَل كومبيوترات تستخدم الشبكات العصبية من أجل تقييم طريقة التقدم المثلى، وستتزايد أكثر فأكثر الحاجة إلى الكيمياء التي تدعمها الكومبيوترات في محاولات الكيميائيين اصطناع المزيد من التراكيب المتطورة، ليس البروتينات والحموض النووية فحسب بل المواد العضوية للكمترة وتخزين البيانات أيضاً. في السنوات الخمسين التاليات سوف نشهد كومبيوترات تقوم بتصميم مسالك صُنعية إلى منتجات معقدة تحتاج إليها المنتجات التي تأتي من بعدها. يجب أن يتصاغر حجم الكومبيوترات، ويجب مع مرور الزمن أن تُبنى

(34) alchemy الحيمياء: الكيمياء القديمة وكانت غايتها تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب واكتشاف علاج كلي للمرض ووسيلة لإطالة الحياة إلى ما لانهاية: قاموس المورد ـ الصفحة 37 ـ منير البعلبكي ـ دار العلم للملايين طبعة 2002 (المعرّب)

من أصغر المُكوِّنات الممكنة، أي من الجزيئات التي لايوجد جزء أصغر منها يتمتع بالهندسة التركيبية المعقدة التي تؤهلها لتكوِّن بنياناً. وهكذا فسوف يقوم الكيميائيون ببناء كومبيوترات جزيئية مستخدمين المهارات التي طوَّروها في بناء جزيئات أقل تعقيداً.

تمخَّضت الكيمياء العضوية عن دراسة المُرَكَّبات التي ظُنَّ أن الكائنات الحيّة فقط تصنِّعها. تم منذ بداية تاريخ الكيمياء دَحْض النظرة حول إمكانية إنتاج المركبات العضوية بصورة طبيعية فقط، وأكبر شاهد على ذلك هو قوة الكيمياء العضوية غير العادية على البقاء والدوام. وإحدى النتائج هي نظر الكيميائيين العضويين في اصطناع الحياة من لاشيء. ولذلك فهم بحاجة إلى اصطناع الـ دي إن إيه DNA، أو نظام جزيئي معادِل لتخزين البيانات وحفظ هذا النظام ضمن أجهزة غير طبيعية محميَّة بأغشية اصطناعية ناشئة عن إدغام مشيجَين، ومجهزة بمعدات استقلاب ذات أجهزة اصطناعية من أجل توليد الطاقة اللازمة لعملية النسخ. سوف يَستخدمون في البداية خليطاً من مكوِّنات اصطناعية وطبيعية ـ وضع قُصاصة من دي إن إيه DNA اصطناعي في بيضة طبيعية ـ ولكنهم يستطيعون اصطناع معظم المكونات المطلوبة لتقديم نظام كامل غير طبيعي. وفي غضون السنوات الخمسين التاليات سيكونون قد صنعوا عدداً من البروتينات الاصطناعية القادرة على البقاء. إنني لاأتوقع ظهور

كيمياء للأعضاء ـ اصطناع كائنات حية مع خواصها ـ من الكيمياء العضوية الحالية في غضون خمسين سنة، ولكن هذه الفترة سوف تشهد إنتاج بروتينات عاملة ومادة اصطناعية جيدة قريبة جداً من أغشية الخلايا. بحلول منتصف القرن ستحتل شذرات وقطع من حياة اصطناعية كاملة مواقعها، وسوف يتم في المستقبل تجميعها إلى بعضها البعض. لن تكون هناك حاجة على المدى الأبعد للإلتزام بالفحم، وسوف يتحقق الحلم الواعد على الأقل في إدخال السيليكون والجرمانيوم germanium بصورة جزئية إلى الأشياء الحية وسوف يتحقق جيل من نوع جديد تماماً من الحياة. ما من شك في أن النجاح في هذه الأنشطة سوف يؤدي بصورة مناسبة إلى ظهور مسائل أخلاقية عميقة، ولكن منظور النجاح بعيد المنال في المستقبل بحيث لاينبغي أن تؤخذ هذه المسائل في الوقت الراهن على محمل الجد.

رغم أن الكيمياء العضوية قد ألمحت إلى أن الكائنات الحية ضرورية لإنتاج مركباتها العضوية، فإن بعض الجزيئات معقدة جداً بحيث لايمكن إنتاجها في الواقع إلا من قِبَل كائنات حية. سوف يستخدم الكيميائيون الكائنات الحية لإنتاج مثل هذه المواد، وسوف يقومون بزرع هذه الكائنات الحية بصورة فعلية من أجل منتجاتها، وسيكتسب اصطلاح «الكيمياء الزراعية» أهمية جديدة. بدأ استنبات الجراثيم وسوف تزداد أهميته مع ازدياد فعالية الهندسة الوراثية. ليس هناك من سبب لعدم القدرة

على استنبات الجراثيم أو النباتات من أجل جزيئات أبسط أيضاً مثل المركبات الهيدروكربونية للآليات والمنتجات الخام للصناعة البتروكيميائية. ستحظى هذه التطبيقات بأهمية عظيمة في السنوات الخمسين التاليات بينما يُستنزَف مخزوننا من الهيدروكاربونات ويتوجب علينا إنتاج نظائر للوقود الأحفوري.

المدخل الثالث للاصطناع ـ بعد التكنولوجيات التقليدية والزرع الجرثومي ـ سيقوم بمتابعة بناء مقدرة الكيميائيين على التعامل مع الذرات المنفردة. أمكن تحريك الذرات في السطوح إلى مواقع مختارة بصورة مسبقة، وسوف يشهد المستقبل جزيئات تم بناؤها ذرة بعد ذرة. سيتم بناء تراكيب فردية جديدة لاتستطيع مقاومة الاضطراب العظيم للوجود العادي في الهواء أو المحلول. من الصعب أن نتصور إمكانية استخدام هذه التكنولوجيات على نطاق صناعي، ولكن الصناعة في طريقها إلى أن تصبح أكثر تعقيداً ولا يمكن غض النظر عن الطلب المسبق لتصنيع الجزيئات حسب الطلب.

إن مفهوم التصنيع حسب الطلب المسبق يستحضر احتمالات الصناعة والتكنولوجيا المتناهيتين في الصغر بشكل عام. سوف تساهم الكيمياء بلا شك في صناعة مُركّبات دقيقة وتجد طرقاً لصنع أجسام يتعين اليوم (بالفعل) أن تُنْحَت من شرائح. تقوم الهندسة الوراثية الجزيئية بإنتاج نظائر مكَوِّنات ميكانيكية على مقياس الجزيئات المنفردة، وستزيد تعقيدات هذه التراكيب أثناء

إيجاد الكيميائيين طرقاً للتصنيع المتناهي في الصغر للمسننات والتروس والمحاور والأحزمة والجسور وجميع معدات الهندسة الأخرى. أيَّد المتحمسون الأوائل للتكنولوجيا المتناهية في الصغر نظرة أن باستطاعة الكيميائيين أن يركِّبوا أنماطاً مجهرية من آلات تُرى بالعين المجردة: تروساً جزيئية ذات أقراص فرامل جزيئية تدور على محاور ذات محامِل كريّات (رولمانات) جزيئية. معظم هذه النظرات تفترض أن خواص الذرات يمكن بشكل كبير صرف النظر عنها أو تعديلها حسب الرغبة: أن يتم إضعاف أو تقوية القوى فيما بين الجزيئات، وتجاهل الميل إلى الترابط وهكذا دواليك. ويزداد احتمال قيام الكيميائيين بتطوير نظائر جزيئية لآلات صغيرة جداً تُرى بالعين المجردة وتأخذ في اعتبارها الخواص الفعلية للذرات التي تكوِّنها أكثر من تجاهل هذه الخواص. إحدى الإمكانيات التي تشغل البال هي أن تتم هندسة الجراثيم وراثياً بحيث تُخرِج مع برازِها مسننات ومكابس ونوابض كاملة أو حتى آلات كاملة، وليس بالضرورة أن يكون هذا التبرّز عضوياً صرفاً بل يتضمن عناصر أخرى أيضاً.

هناك آمال كبيرة (ونجاح قليل) في أن تَستخدِم الصناعةُ المتناهية في الصغر الفحمَ والأنابيب المجهرية المتناهية في الصغر من نتريد البورون boron nitride. لقد تم إدخال خيوط من الذرات في أنابيب مجهرية كربونية متناهية في الصغر من أجل إنتاج أسلاك معزولة بقطر ذرة واحدة، وهذه الأسلاك

سوف تُحسِّن للغاية من تصنيع الكومبيوترات بشكل متناهٍ في الصغر. وهناك توقعات كبيرة في إمكانية تصغير أبعاد الكومبيوترات المتخصصة إلى حجم ذرة الغبار ونثرها في الهواء مثل الهباب الجوي. إن دماغ النملة لايكاد يكون ـ في نهاية المطاف ـ أكبر من هذه الذرة، ومع ذلك فهو يقوم بإنجاز أنشطة متخصصة بشكل ملحوظ.

تصبح الأنابيب المجهرية الكربونية المتناهية في الصغر ذات أهمية هائلة في التراكيب التي ترى بالعين المجردة كالجسور المعلقة والقِبَب، فهي واعدة بقوة هائلة مقارنة بأوزانها. وليس من غير المفهوم أن القِبَب الجيوديزية المبنية من انتفاخات أنابيب متناهية في الصغر من الفحم النقي والملبَّسة بصفائح من الماس النقي سوف توَفِّر ذات يوم مَواطن لحمايتنا من أعمالنا الشريرة الموجّهة إلى أنظمتنا البيئية على هذا الكوكب، وصادّاتٍ للإنتعاش في الصحاري ومستعمرات على المريخ أو حتى في الفضاء مابين الكواكب. ربما كانت فترة خمسين سنة واقعة ضمن المدى الزمني الذي ستصبح فيه الأنابيب الفحمية المتناهية في الصغر منتجات صناعية.

لابدَّ من الاعتراف مع ذلك أن فهماً متواضعاً جديداً للكيمياء بحدِّ ذاتها سيظهر في السنوات الخمسين التاليات، فقد نضج هذا الموضوع ومن غير المحتمل ظهور مفاجآت كثيرة بشأن مبادئه الجوهرية. وهذا لايعني أن الكيمياء تنبئيَّة بشكل

يُعتمَد عليه. إن اكتشاف الفُليرينات fullerenes ـ وهي عبارة عن جزيء فحم ـ 60 على شكل كرة القدم ـ واكتشاف نظائره التي تشتمل على الأنابيب الفحمية المتناهية في الصغر، كان إحدى أكبر المفاجآت في أواخر القرن العشرين، ورغم أن ذلك كان متوقعاً إلا أن أحداً لم يأخذ هذا التوقع على محمل الجدّ. الكيمياء النظرية جيدة جداً في مجال التبرير العقلاني للملاحظات الخاصة بالنظرية الكمية وعلم الميكانيك الإحصائي، ولكنها أقل حظوة في مجال التنبؤ. وعلى ذلك يمكننا أن نتوقع المزيد من المفاجآت، ولكننا واثقون من أن جميع هذه الاكتشافات لن تخرج عن مجموعة قواعد الفهم المتوفرة لنا في الوقت الراهن.

وهذا لايعني أن الدراسات النظرية غير ذات فائدة أو أنها أكاديمية صِرْفة. إن استخدام الكومبيوتر في الكيمياء هو أمر على غاية من الأهمية التي ستزيد في غضون السنوات الخمسين التاليات. سوف تتزايد مكانة الكومبيوترات كأجهزة استشارية معصومة عن الخطأ مع تزايد نمو قاعدة المعارف لدى الكيميائيين واستخدامهم المتزايد للشبكات العصبية في إرشادهم وتزايد حظوة العمليات الكومبيوترية للخواص الإجمالية من التراكيب الجزيئية الفردية. تطبيق رئيسي في الوقت الراهن هو مسح المُرَكّبات بحثاً عن النشاط الدوائي من خلال كمترة خواص جزيئاتها وتقييم مدى إمكانات هذه الخواص، وهذا

المسح - من حيث المبدأ - يمكن أن يقلل سنوات من الوقت اللازم لتطوير الأدوية. هناك مسح كومبيوتري واحد يجري في مختلف أنحاء العالم ويستخدم الوقت الضائع لشبكات الكومبيوترات في كل أنحاء العالم (مثل البحث الحالي عن المخلوقات الذكية في عالم مابين الكواكب) وذلك في مسح الجزيئات التي قد تكون فعالة من الناحية الدوائية. سيتزايد استخدام الكومبيوترات على هذا الشكل دون شك، وعلى وجه الخصوص لأن إكمال مشروع الجينوم البشري قد وفَّر مثل هذه الثروة من البيانات.

سيتزايد استخدام الكومبيوترات في الكيمياء لتوجيه اصطناع مُركَّبات أخرى ومنها المُحَفِّزات - وهي مواد تساعد على إنجاز تفاعلات معينة في مراحل معينة دون أن تُستهلك بحدِّ ذاتها. (الحروف الصينية لكلمة «محفزات» تعني أيضاً «سمسار زواج» وهذا يغطي المعنى بشكل جيد جداً). إنها هورمونات الصناعة، ولولاها لما كان للصناعات الكيميائية وجود. الجهد البحثي الرئيسي لمعظم الصناعات الدوائية ينصب على اكتشاف وتطوير محفزات أكثر فعالية وأرخص ثمناً وأطول عمراً وأكثر انتقائية، ولا بُدَّ من نشر هذه المحفزات طالما استمر إنتاج المواد الكيميائية الصناعية. كان يُزْعَم أن أوائل المحفزات مثل قطع الحديد أو الشاش المصنوع من البلاتين والروديوم كانت بسيطة تماماً ولكن تعقيدها بدأ يتزايد. خلال السنوات الخمسين التاليات

سوف يقوم الكيميائيون بتطوير محفزات صلبة وجيل جديد من المحفزات المتجانسة التي تنحل في السوائل وتفعل فعلها في المحلول. سوف تأخذ المحفزات الصلبة ـ بصورة متزايدة ـ شكل المواد ذات المسام الدقيقة جداً، وهي عبارة عن مواد جامدة تتخللها متاهات من ثقوب وأنفاق وأقفاص جزيئية الحجم، وفائدتها الكبرى هي أنها توفِّر مساحة سطحية هائلة (فهي من الناحية الافتراضية سطح بكاملها) وذات انتقائية عالية لأنماط وحجوم الجزيئات التي يمكن أن تخترقها. يتم استخدام الكومبيوترات بشكل متزايد في اكتشاف وظائف هذه المواد وتصميمها من جديد. سوف تشهد السنوات الخمسون التاليات دَفقاً في التصميم الرشيد واستخداماً لهذه المواد وسيلاً من المواد الجديدة الأرخص من الصناعات التي تنشرها.

لم أقل شيئاً حتى الآن عن نشاط قسم الكيمياء الذي ربما يكون تقليدياً أكثر؛ ألا وهو تحليل المواد من أجل اكتشاف ماهو موجود فيها. إن تحسّن التحليل الكيميائي في السنوات الخمسين الماضية يعود في معظمه تقريباً إلى تطوير ثلاثة مداخل؛ الأول وجود تحليل للألوان تتحرك فيه المواد بنسب متفاوتة أثناء عبورها لأنبوب طويل رفيع، ثم وجود قياس الطيف الشمسي الكبير الذي تنفجر فيه الجزيئات وتُستنتَج هوياتها من الأجزاء التي تنتجها، وغالباً ما تُستَخدم كلا التكنولوجيتين ـ المتميزتين بحساسية عظيمة ـ في وقت واحد، وقد يتم إدخال تحسينات أخرى على قابليتهما

في تحديد هوية مقادير أصغر من المواد. أما الثالث فهو وجود المجموعة الكبيرة من المواد التي تصنَّف كمواد مطيافية تشتمل على بيان امتصاص مختلف أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي (الفوق بنفسجي، المرئي، تحت الأحمر، قصير الأمواج، وغيره). أفضل هذه التكنولوجيات حتى اليوم هي الرنين المغناطيسي النووي الذي يشكل أيضاً أساس تكنولوجيات التصوير بالرنين المغناطيسي المستخدم بصورة فعالة في الطب.

لقد أثبت الرنين المغناطيسي النووي أنه أكثر الوسائل الكيميائية سهولة في التكيُّف. كانت إجراءاته ـ في أوائل أيام تطبيقه قبل خمسين سنة ـ تشتمل على بيان امتصاص الأمواج الراديوية عندما تعكس نواة هيدروجين اتجاهها في حقل مغناطيسي قوي. ومنذ ذلك الحين اكتمل نضج هذه التكنولوجيا بينما كان علم الإلكترونيات المرافق لها يزداد تعقيداً من الناحية التكنولوجية، وأُجبِرَت كل ذرات الهيدروجين والأنواع الأخرى من النويات على عكس اتجاهاتها بشكل جماعي. النقطة التي أريد التأكيد عليها هي أن هذه التكنولوجيا قد نمت بشكل عضوي مع مرور الزمن وكشفت عن كل مايدل على النمو في التعقيد خلال السنوات الخمسين التاليات، ويبدو أنها ستصل إلى بحر من الإنجازات فقط لكي تزداد قوة من خلال إضافة مزيد من التعقيد. ومع كل زيادة في التعقيد يمكن للكيميائيين أن يستخلصوا المزيد من المعلومات عن الجزيئات الموجودة في

العيّنة، فالنجاح الرئيس الذي تحقق مؤخراً هو تحديد بُنْية البروتينات تحت ظروفٍ تماثل موطنها الطبيعي الذي هو الأوساط المائية للخلايا. هذه هي سهولة تكيّف التكنولوجيا التي يتم استكشاف كنهها كطريقة لجعل تركيب الكومبيوترات الكمية ممكناً، ومن يدري، فقد يبدأ مقياس طيف الرنين المغناطيسي النووي في مرحلة ما من المستقبل بالتفكير بالجزيئات التي يدرسها وذلك عندما يتم إنجاز الكمترة الكمية!

تدور الكيمياء حول البنية والتركيب أيضاً. يسعى الكيميائيون إلى فهم خواص الجزيئات لجهة أشكالها وحجومها وكذلك ترتيب ذراتها. وهكذا فإن باستطاعتهم أن يرجِعوا كثيراً من خواص الماء إلى حقيقة أن جزيئاته هي على شكل حرف V، وهم يسعون أيضاً إلى فهم خواص البروتينات لجهة الخطوط اللولبية لهذه الجزيئات المهمة وصفائحها والتواءاتها والتفافاتها. وهنا أيضاً نجد المشاكل النظرية والتجريبية التي يمكن أن نتوقع حلها في غضون السنوات الخمسين التاليات.

هناك مشكلة نظرية تجتذب كثيراً من الانتباه هي التالية: في ظل تسلسل الحموض الأمينية التي تنحو إلى تكوين سلسلة من البيبتايدات الكثيرة polypeptide (أي العمود الفقري لجزيء البروتين)، فما هو الشكل الذي تتخذه السلسلة في بيئتها الطبيعية؟ هذا سؤال حاسم في علم الأحياء الجزيئي لأن شكل جزيء البروتين يعين وظيفته. وحتى عندما نصرف النظر عن

المعرفة الصرفة المثيرة للإهتمام والتي تأتي من إرجاع التركيب إلى الوظيفة، فإن تعيين الوظيفة يمكن أن يُرى على أنه مُكوِّنٌ أساسي لمشروع الجينوم البشري، حيث نرجع المعلومات في الـ دي إن إيه DNA إلى البروتينات التي يَفك رموزها وبعد ذلك إلى الوظائف التي تؤديها بفضل تركيبها وشكلها. أحد المداخل إلى مشكلة نشر البروتينات (كما يُقال لها) هو كومبيوتري، ولكننا بحاجة إلى كومبيوترات ذات قوة هائلة من أجل تحليل الالتواءات التي يمكن أن تتلوى فيها سلسلة طويلة من البيبتايدات الكثيرة ويتم بعدئذ احتباسها فيها. هذه المشكلة في سبيلها إلى الزوال ويمكن أن نتوقع أن تحتل كمّاً كبيراً من الكيمياء وتُشغل عدداً كبيراً من الكيميائيين على مدار العقود القادمة. وليس هناك من جدوى في اصطناع سلسلة بيبتايدات متعددة ـ وهي وظيفة سهلة إلى حدٍّ ما ـ إذا لم تتخذ الشكل الصحيح من أجل الوظيفة التي ستؤديها.

لقد تم حل المشكلة التجريبية لتعيين الشكل من خلال تقديم إنكسار أشعة إكس، وقد بلغ عمر هذه التكنولوجيا اليوم مئة سنة ووصلت إلى أوجها المؤقت في منتصف القرن العشرين عندما تم تعيين بنية الـ دي إن إيه DNA وكذلك بُنى عدد من البروتينات المهمة مثل الليزوزيم lysozyme والأنسولين والهيموغلوبين. تحقق التقدم ـ الذي أُحرِز مؤخراً في هذه التكنولوجيا والذي يبشر بأن يكون أساساً لتطوره خلال العقود

القادمة ـ من خلال استخدام مصادر شديدة جداً لأشعة إكس كالتي تستمَد من السينكروترونات synchrotrons، وهي عبارة عن أجهزة ضخمة تُمنَع فيها الإلكترونات من التحرك بسرعة كبيرة في دائرة فتولد أشعة إكس عندما تُغيّر اتجاهها. السيكروترونات هي منشآت وطنية ابتدأ استخدامها في عدد من المراكز حول العالم؛ والتركيز الكبير لأشعة إكس الذي تُنتِجَها تمكِّن من الحصول على أنماط انكسار لأشعة إكس بسرعة أكبر بكثير وبتفاصيل أكثر بكثير أيضاً. سوف نبدأ برؤية تعيين بُنى الجزيئات قيد الحل وربما ملاحظة التفاعلات التي تجري.

الاصطناع والتحليل والبنية هي ثلاثة من المكونات الرئيسية للكيمياء وقد مررنا عليها جميعاً. وأخيراً هناك التفاعل، وهو عبارة عن العملية الحقيقية التي من خلالها تتغير مادة إلى مادة أخرى. التقدم الحديث في التحليل الطبقي باستخدام المطياف، والذي يعتمد على استخدام الليزر النبضي، قد مكن الكيميائيين من تفحّص وقائع التفاعل على مقياس زمني يقيس بالفيمتوثانية (أي جزء من ألف تريليون من الثانية: 10 ـ 15). وعلى هذا المقياس لاتكاد الذرة الطائرة تتحرك. تمَّ حتى اليوم فحص تفاعلات بسيطة جداً على هذا المقياس القصير، ومن الممكن التنبؤ بتطورات في هذه التكنولوجيا يمكن من خلالها فحص تفاعلات حقيقية؛ ربما التفاعلات المحفَّزة بواسطة الخمائر. وبعد ذلك سنحصل على صور متلاحقة ـ صورة تلو الأخرى ـ

للتفاعلات التي تجري ونراقب الذرات والجزيئات في أكثر لحظات حياتها تفصيلاً، والتي تعطينا آخر منظر حقيقي وعميق لأشكال المادة التي نتلاعب بها من خلال تكنولوجياتنا السحرية.

❑

بيتر أتكينز Peter Atkins هو أستاذ الكيمياء في جامعة أوكسفورد Oxford وزميل في كلية لنكن Lincoln College. تركز بحثه في حقل الكيمياء النظرية وخصوصاً الرنين المغناطيسي والخواص الإلكترومغناطيسية للجزيئات. يمضي في هذه الأيام تقريباً جُلّ وقته في الكتابة، فقد ألّف الكثير من الكتب الجامعية. الكيمياء العامة General Chemistry، الكيمياء الفيزيائية Physical Chemistry، الكيمياء اللاعضوية Inorganic Chemistry، علم الميكانيك الكمي الجزيئي Molecular Quantum Mechanics، الكَمّات[35] Quanta، مفاهيم الكيمياء الفيزيائية Concepts of Physical Chemistry وكتب للعموم مثل الجزيئات Molecules، القانون الثاني؛ الذرات والإلكترونات والتغيير The Second Law; Atoms, Electrons, and Change وأحدث كتبه المملكة الدورية The Periodic Kingdom.

(35) الكمّات (ج كم) أصغر مقدار من الطاقة يمكن أن يوجد مستقلاً (معجم مصطلحات البترول والصناعة النفطية ـ أحمد شفيق الخطيب ـ مكتبة لبنان ـ بيروت 1990)

روجر. س . شاينك

هل سنصبح أكثر ذكاء؟

هل الذكاء مطلق؟ هل يصبح الناس أذكى مع مرور الزمن؟ ذلك يعتمد بالطبع على ما تقصده بكلمة الذكاء. نحن بالتأكيد نستحصل على مزيد من حسن الاطلاع، أو يبدو الأمر على الأقل كذلك. في الوقت الذي يمتلك الطفل الطبيعي فيه ثروة من المعلومات تزيد بشكل لابأس به عمّا كان متوفراً للأطفال قبل خمسين سنة، نجِدُ مَن يدَّعي أن أطفالنا ليسوا مثقفين كما كان هؤلاء المدَّعون قبل خمسين سنة وأن مدارسنا قد خيبت آمالهم.

ليست الأسئلة المتعلقة اليوم بمعنى أن تكون ذكياً وأن تكون متعلماً هي مركز الاستفسار العلمي لدينا، وليست مركز أحاديثنا العامة أيضاً. مازلنا نعيش حياتنا وفقاً لأفكارٍ مفهومة ضمنياً عن الذكاء وعن التعليم، وسيتم وضعها على المحكِّ بشكل جدّيٍّ في غضون السنوات الخمسين التاليات.

obeikandl.com

طُلِبَ إليّ قبل عشر سنوات أن أنضم إلى مجلس محرري الموسوعة البريطانية، وكان معظم الأعضاء الآخرين عباقرة في الثمانين وعدد كبير منهم مختصون بالإنسانيات. وبما أنني كنت في وقت واحد عالماً وأصغر الجميع، فقد قوبِل كلامي بنظرات غريبة مليئة بالدهشة. وعندما سألتهم إن كان يسعدهم وضع موسوعة تزيد عشرة أضعاف عما هي عليه اليوم دون أن تتغير التكاليف أجابوا بالنفي وبأن الموسوعة الحالية تضم بين دفتيها القدر الكافي من المعلومات، فأجبتهم أن اعتقادهم هذا سيخرجهم من نطاق العمل في غضون عشر سنوات. لم تكن لديهم فكرة عما كنتُ أعنيه، رغم أنني حاولت أن أشرح قدوم ما يطلق عليه اليوم موقع الشبكة عبر العالم World Wide Web وبعد أن استمعوا إليّ في اجتماع لاحق ـ وأنا أقدم تأكيدات مماثلة عن المستقبل ـ أجابني كليفتون فاديمان Clifton Fadiman، وهو بطل أدبي في أربعينيات القرن العشرين: «أظن أن علينا جميعاً أن نقبل بحقيقة هي أن عقولاً أقل ثقافة من عقولنا سرعان ماستكون مسؤولة عن مؤسسات مثل الموسوعة».

كان رئيس مجلس الموسوعة البريطانية في ذلك الحين المرحوم موريتمور أدْلِر Mortimer Adler وكان مسؤولاً أيضاً عن سلسلة تسمى أعظم كتب العالم الغربي The Great Books of The Western World كانت وماتزال تباع على شكل مجموعة. تمثل هذه الكتب جميع أعمال حكمة العالم المكتوبة العظيمة ـ كما

يراها أدلِر وزملاؤه على أي حال ـ وتتألف السلسلة في معظمها من كتب تمّت كتابتها قبل القرن العشرين . سألت أدلِر إن كان يرى أن هناك بعض الكتب الجديدة التي يمكن أن تدخل ضمن المجموعة، فأجاب أن معظم الأفكار المهمة قد تم تدوينها.

كانت الفكرة السائدة عن التعليم والذكاء لمدة طويلة في الفكر الأمريكي هي أن جميع الأفكار العظيمة قد تم التفكير بها. إليكم متطلبات القبول في كلية هارفرد Harvard Collage سنة 1745:

> عندما يتمكن أي أديب من قراءة تولي أو مؤلِّف لاتيني كلاسيكي غير معاصر ويتحدث الشعر والنثر اللاتينيين الحقيقيين ويصرِّف مجموع صيغ الأسماء والأفعال النَّحويَّة في اللغة اليونانية بشكل كامل، عندئذ يمكن أن يُقبل في الكلية ولا يمكن طلب الدخول قبل هذه المؤهلات.

الشيء المشترك بين سلسلة الكتب العظيمة وكلية هارفرد سنة 1745 هو افتراض تحْتي بأن دراسة الإنسان ومؤسساته قد تم إتقانها بشكل كاف في الأيام الخالية، ولذلك فإن التعليم يتطلب منكم قراءة وحِفظ أفكار الذين سبقوكم بشكل جيد. الشخص المتعلِّم من خلال هذا المنظور هو الإنسان القادر على المناقشة الواسعة من خلال الكتب لمختلف المواضيع التاريخية والأدبية. كان اعتبار الإنسان ـ في القرن الماضي وما سبقه من قرون عِدَّة ـ متعلماً وبالتالي ذكياً يدور حول تكوين الحقائق

والقدرة على الاستشهاد بأفكار الآخرين ومعرفة أفكار معينة، وكان التعليم يعني المعلومات التراكمية، وغالباً ما كان الذكاء يعني الخيال العام أكثر منه القدرة على بيان ما كان قد اكتنزه الإنسان.

ولكن ماذا يحدث عندما تكون الحقائق في الجدران؟

بعد خمسين سنة من اليوم سوف يسهل الحصول على المعرفة كثيراً، فما أن يرفع الإنسان صوته بما يريد أن يعرف إلاّ ويسمع الجواب الفوري من الجدران مُحسَّناً بفعل قدر كبير من التكنولوجيا ضمن هذه الجدران بالطبع. إن المعرفة بطريقة مرتجلة لما كان ينبغي على فرويد أن يقوله عن الأنا الأعلى لن تعني كثيراً عندما تتمكن من التحوُّل إلى أقرب جهاز فتسأل عما كان يريد فرويد قوله فتسمعه يقوله (أو تسمع شخصاً ما يبدو كثيراً مثله يقوله)، وتجد خمسةً من قادة الفكر المعارضين من كل الأزمان جاهزين لاقتراح أفكار بديلة إذا أردت أن تسمعها وتناقشها معاً.

ولكن هل الذكاء هو مجرد القدرة على أن تصل إليك أجوبة أسئلتك، أم تُراه القدرة على معرفة الأسئلة التي يجب أن تطرح؟ قيمة الأسئلة تزداد فتقل قيمة الأجوبة. لقد عشنا طويلاً في مجتمع قائم على الأجوبة، وتتواجد إماراته في كل مكان: في العروض التلفازية التي يراها الناس مثل (الخطير) و(من يريد أن يكون مليونيراً؟) وفي الألعاب التي يلعبها الناس مثل

(المطاردة التافهة)، وأكثرها موجودة في المدارس حيث تكون الأسئلة هي الملِك. الإمتحان هو ـ بشكل متزايد ـ الهَمُّ الرئيسي في مدارسنا، حيث أصبحت المدرسة نظاماً سائداً لتعلم الأجوبة بدلاً من تعلم كيفية طرح الأسئلة.

سوف تغيُّر التكنولوجيات الجديدة كل هذا. عندما ظهرت الآلة الحاسبة الصغيرة تساءل الناس عما إذا كانت ستستعمل في امتحانات الرياضيات أيضاً نظراً لأنها ستتوفر بشكل دائم اعتباراً من ذلك الحين، ولذلك بدأ التركيز في الامتحانات على أمور أكثر مادية من التقسيم الطويل. نفس التأثير سوف يكون لإدخال الذكاء الاصطناعي إلى أجهزتنا العادية. تتلاشى القيَم التي نتطلع إليها في الإنسان بصفته مخزناً لمعارف حقيقية عندما تصبح الآلات موجودة في كل مكان وقادرة على الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بكل الأمور التي تهمنا. الأفكار الجديدة حول الإستحصال على المعرفة سوف تحطم الفكرة القديمة عن المدرسة القائمة على أن أكثر الأشخاص اطلاعاً في المدينة يمتلكون معلومات بقصد الإفصاح عنها للآخرين الذين يُرغَمون على الجلوس واستحفاظ هذه المعلومات. لن يتم النظر إلى المعرفة على أنها سلعة يمكن الإستحواذ عليها، فكل ما نستحصل عليه بسهولة تقل قيمته في المجتمع وهذا ينطبق على المعرفة.

القيمة ستكون للأسئلة الجيدة، والكومبيوترات تستطيع

فقط أن تأخذك بعيداً، عبارةٌ سوف تنطلق على ألْسِنة الناس.

تصور ما يلي: أنت جالس في غرفتك تتحدث مع زوجتك وينشأ بينكما موضوع فتتحول إلى الجدار طلباً للجواب، وتسأل (مَن على حق؟)، فيشير الجدار إلى أن لديه عدداً من أشخاص افتراضيين جاهزين للمشاركة في حديثكما، وتختار بعضاً من الذين سمعت عنهم أو تحدثت إليهم من قبل وتدور محادثة حية. وفي نهاية المطاف يتم الوصول إلى حدود معرفة الكومبيوتر، ولا تعرف الجدران المزيد عن ذلك الموضوع، فتقول متعجباً «هذا إذن سؤال مثير!». إن معرفة سؤال جيد تجعلك جاهزاً للدخول في مناقشة حية مع الآخرين المهتمين بنفس الأسئلة. تخبر الجدران بذلك، وفجأة يظهر في غرفتك بصورة افتراضية جميع المهتمين بمثل هذه الأسئلة والذين التجأوا إلى البرمجيات التي التجأتَ إليها. ماذا يعني أن تكون متعلماً أو مثقفاً في عالم يكون هذا ممكناً فيه؟ ماذا يعني أن تكون ذكياً؟.

في سبيل التفكير بالجزء المتعلق بالتعليم في هذا السؤال، يتوجب علينا أن نسأل عن الصورة التي تكون عليها حياة الطفل في ذلك العالم. بعد خمسين سنة من اليوم ستكون المدرسة التي نعرفها قد ضمرت بسبب قلة الاهتمام. لماذا نذهب إلى المدرسة لنتعلم حقائق حين تتوفر الخبرات الافتراضية مع أفضل الأساتذة الافتراضيين في العالم بصورة افتراضية جاهزين تحت الطلب في

أية لحظة؟ التعليم - حتى من عمر السنتين - سوف يعني اكتشاف عوالم الاهتمام بإرشادات ذكية متوفرة للإجابة على أسئلتك وطرح أسئلة جديدة. عالَم فوق عالَم سوف يتفتح أمام الطفل الفضولي. التعليم في مثل هذا المجتمع سوف يكون مسألة العوالم الافتراضية (والحقيقية فيما بعد) التي دخلتَ إليها ومقدار ما تعلمت أن تفعله في هذه العوالم.

أجبتُ على ملاحظة فاديمان Fadiman المنقولة أعلاه أن العقول ينبغي ألاّ تكون على جانب أدنى من التعلم الجيد؛ ويجب ان تكون متعلمة ولكن بشكل مختلف. في عالم كليفتون فاديمان Clifton Fadiman الفكر المتعلم هو الذي تعلم في هارفرد Harvard (أو ما يعادلها) فاطّلَع على الأفكار الرئيسية في الفكر الغربي. لم تتضمن فكرته عن التعليم على سبيل المثال كون المرء قادراً على البرمجة بلغة جافة أو فهم أساسيات علم الأعصاب. خلال خمسين سنة سوف تبقى هارفرد، ولكن قيمة أفكارها المنتشرة ستكون قد تغيرت بشكل هائل.

التعليم بمعناه الأكثر عمقاً ظل يدور دائماً حول التنفيذ أكثر منه حول المعرفة. لقد أعرب كثير من أهل العلم عن هذا عبر السنوات، ابتداءً بأرسطو Aristotle (الأشياء التي يجب أن نتعلمها قبل أن نقدر على تنفيذها، فإننا نتعلمها من خلال تنفيذها إلى غاليليو Galileo (لايمكنك أن تعلم إنساناً أي شيء، يمكنك فقط أن تساعده على أن يكتشفه في ذاته) إلى آ. إس.

نيبل A.S.Neill (أسمع وأنسى؛ أرى وأتذكر، أعمل وأفهم) إلى أينشتاين Einstein (المصدر الوحيد للمعرفة هو التجربة)، ومع ذلك فإن المدارس قد تجاهلت هذه الحكمة واختارت أن (تُعلِّم من خلال الحشوِ بالمعرفة) كما يقول جون ديوي John Dewey.

إن المدارس الافتراضية التي ستظهر كي تحتل مكان المعاهد الحالية سوف تجتذب الطلاب بصورة أفضل بسبب الوثائق التي تمنحها وليس بسبب التجارب التي تقدمها. نظراً لأن هذه التجارب سوف تتوفر كي تؤخذ عندما يقرر المتعلم أن يتعلم، فإن معظم الطلاب سوف يلتحقون بالجامعة قبل وقت طويل من عمر الثامنة عشرة. سوف يشجعنا النجاح في مختلف الخبرات الافتراضية على التصدي لخبرات جديدة وذلك مثل كثير من ألعاب الفيديو هذه الأيام. سيَعتري وكالات التصديق مزيد من القلق حول الأشياء التي تستطيع أنت القيام بها - الأوسمة الافتراضية التي حصلت عليها - أكثر من الدورات التعليمية التي أنهيتها.

مجالات الجهد سوف تخلق خبرات في تلك المجالات. وبدلاً من أن تقدم هارفردHarvard أو كولومبيا Columbia دورات في الفيزياء، فإن علماء فيزيائيين من كل أنحاء العالم سيعملون مع مصممين عالميين للتعليم الافتراضي يقومون بإنجاز برمجيات لخلق خبرات في الفيزياء، وسوف تكون هذه الخبرات متوفرة لكل شخص. الفكرة القديمة بأن الناس الأكثر ذكاء هم الذين

نالوا أحسن التقديرات من المدارس التي اختبرتهم لبيان مدى جودة تعلّمهم للدروس سوف تتحول إلى الرأي بأن أذكى الطلاب هم أولئك الذين يطرحون على البرمجيات أسئلة يجب أن ترسَل إلى البشر للإجابة عليها. الذكاء سوف يعني القدرة على التوصل إلى حدود الخبرة التعليمية.

هل سنكون جميعاً أكثر ذكاء كمجتمع بسبب هذه الابتكارات؟ الناس الآن ـ وفقَ معايير القدرة الصرفة على التفكير ـ أذكياء كما كانوا منذ القِدم وكما سيكونون دائماً. ولكن ساكن كهفٍ ذكيٍ ألمعيٍ تتوفر لديه معلومة محدودة عن العالم وحكمة محدودة من العمر يمكن أن يعمل ضمن معايير الآلات التي عرفها. لعله فَهِمَ طبيعة البشر وقدراتهم، تماماً كما فعل اليونانيون الذين جاؤوا بعده. وربما كان ذكياً مثل اليونانيين الذين جاؤوا بعده. ولكنه لم يكن بالمعنى المطلق ذكياً جداً، فقد كانت هناك أشياء كثيرة جداً لم يختبرها.

يصحُّ نفس الشيء بشأن رأينا باليونانيين بالطبع. يبدو أرسطو Aristotle ألمعيّاً لأنه عالج أموراً مازلنا نعالجها حتى اليوم، وكانت له نظرات عظيمة في هذه الأمور. ومع ذلك فإن أرسطو يستطيع أن يكون مضحِكاً على الغالب في سذاجته عندما يتطرق إلى مواضيع خبرته فيها ضعيفة ونمتلك خبرة أكثر منه بكثير فيها. كل جيل يحسِّن من الخبرات التي يفتحها أمام الجيل التالي، ولكن هناك قفزة على درجة هائلة قادمة في الجيل

القادم. سوف تثير الضحك خلال خمسين سنة حقيقةُ أننا مازال لدينا أساتذة وصفوفاً وكتباً مدرسية. سوف يلتفت الناس إلى الوراء وينظرون إلينا ويتساءلون لماذا استغرقنا مثل هذا الوقت لنغيّر آراءنا في التعليم؟ لماذا نرى أهمية للعلامات المستحصلة في امتحانات قبول الطلاب، أو لماذا ظنّنا أن استظهار الأجوبة كان علامة على الذكاء بأي حال. إن الرأي القائل إن التعليم تلقينٌ من قبل الدولة ـ وهو فكرة تم التصريح بها بجرأة في القرن الثامن عشر ويُعترف بها قليلاً هذه الأيام ـ سوف يكون مثيراً للرعب. إن السيطرة الحكومية على المعلومات مازالت شائعةً في بعض الأقطار ومازالت ممكنةً في الأقطار التي لاتتمتع باستخدام الكومبيوترات، وسوف تصبح هذه السيطرة رأياً مهجوراً. سوف تتوفر كميا ت كبيرة من الخبرة جاهزة تحت الطلب ورخيصة جداً بحيث لاتمنع أي شخص من اختبار أي شيء. سوف يتعين على الحكومات أن تتخلى حتى عن التصور بأنها تعمل في التعليم وهو مجال تسيطر عليه اليوم وسوف تكون غير قادرة على التحكم بالتوزيع الواسع للخبرات الافتراضية بطريقة تشبه كثيراً فشلها اليوم في التحكم بالتلفاز واستخدام الكومبيوترات في بلدٍ بعد بلدٍ.

سوف نبدأ خلال السنوات الخمسين التاليات في إدراك أن الخبرة وقدرة المرء على توسيع نطاق هذه الخبرة هو إجراء نهائي للذكاء وهو التعبير المطلق للحرية. إن خلق الخبرة

الافتراضية سيصبح صناعة رئيسية، وسوف تسيطِر الخبرات الافتراضية على بيوتنا، وستكون قد حلَّت محل مدارسنا. إن ما نراه اليوم في ألعاب الفيديو وفي أفلام الخيال العلمي سوف يصبح حقيقتنا. الألعاب مثل لعبة الطلب الدائم تجتذب اليوم مئات الآلاف من اللاعبين الذين يسكنون عوالم افتراضية في سبيل الحصول على وَضْع وتشكيل علاقات، والاستحواذ على مختلف الأشياء الافتراضية. هذه الألعاب هي حقيقية جداً في نظر المشاركين لدرجة أن الأشياء الافتراضية التي يستخدمونها معروضة للبيع (بأسعار ضخمة) على موقع إي ـ بيه e-Bay كثيرون ممن يلعبون هذه الألعاب لهم حياة اجتماعية قائمة عليها بشكل كامل. سيزداد تعقيد هذه العوالم كثيراً في المستقبل وسوف تنخرط في خَضَم العالم الحقيقي.

سوف نكون في الحقيقة قادرين على الذهاب حيث نريد متى نريد، وكل ما يمكن أن نُسْأل عنه من قِبَل الآخرين هو أين كنا وماهي الخبرات التي حصلنا عليها حيث كنّا. سوف نبحث عن أولئكم الذين يمتلكون خبرة أكثر منا في العوالم الافتراضية التي دخلوها. سوف نفهم أن العوامل في أي مقياس حقيقي للذكاء تكمن في الأسئلة التي تبقى بِلا إجابة وفي مَن يفكر بها بشكل حاسم. الجامعات اليوم تفهم بالطبع جيداً الفكرة الأخيرة التي لاتُقدَّر حقَّ قدْرِها في عالم الأعمال أو لدى الحكومة. يريد السياسيون وجهات نظر مفرطة في التبسيط، والأساتذة أجوبةً

صحيحة، ورجال الأعمال حلولاً، والرأسماليون المضاربون أرباحاً، ووسائل الإعلام تمثيلياتٍ غنائية وطنية خفيفة، ووكالات التصديق درجاتٍ. إن الذين يُعتبَرون أذكياء في مجتمع كهذا هم أولئكم الذين نجحوا في تزويده بما يريد. كان لابُدَّ لكليفتون فاديمان Clifton Fadiman نفسه أن يشعر أنه قد أُسْقِط في يده في ظل هذه النظرة من عرض المعرفة والطلب عليها، ومع ذلك فإن بإمكانه هو وأبناء جيله أن يَسْموا بأنفسهم فوق كل هذا ويتحدثوا عن أعظم الكتب.

طُلِب إليَّ ذات يوم أن أتفقَّد بعض الكليات الفنية لأرى كيف تُعَلِّم. في صف لطبّاخي المستقبل كان لكل طالب أدوات الطبخ الخاصة به وكان التلاميذ منشغلين في إعداد الطعام. كل ما استطعت قوله هو إنه لم يكن لدي أي شيء مفيد أضيفه. كانت المدرسة تعلِّم التنفيذ من خلال جعل التلاميذ يعملون. هذه الفكرة ـ غير الراديكالية في الكليات الفنية العملية ـ تبدو راديكالية في معاهدنا الأخرى للتعليم العالي. وبما أن مزيداً من أدوات التنفيذ تصبح متوفرة فإن هذا التنفيذ هو الذي سيكون موضع الاهتمام. يجب على كل طالب جديد في مكان عملي ـ جامعة كارنيجي ميلون Carnegie Mellon ـ أن يُجَمِّع كومبيوتره الخاص فور وصوله إلى حرم الجامعة وأن يستخدمه طوال السنوات الأربع التالية. يمكنك أن تتأكد من أنه يفهم كيف يعمل الكومبيوتر عندما ينتهي من تجميعه بنفسه.

المهم في النظام التعليمي القائم على نواحٍ تنفيذية واقعية هو ما نستطيع أن نفعل وليس ما نعرف. سوف تتمحور الأمور الفكرية المهمة حول أسئلة تنشأ عن طبيعة الأفعال المتبادلة بين الطلاب في عالم التعليم الافتراضي.

عندما تتطلب الأجواء التعليمية أسئلة، إسأل كيف تم الحصول على الأسئلة واطلب معرفة الخبرات التي أدت إلى تلك الأسئلة، وبعد ذلك يتحقق التغيير العميق الذي تقدِّمه الكومبيوترات. سنكون جميعاً أكثر ذكاء بكثير؛ بمعنى أننا لن نكون خائفين من الخبرات الجديدة. سوف نعرف كيف نجد تلك الخبرات وسوف نكبر من خلالها. ستكون عقولنا مثقفة بشكل مختلف ولن يسيطر أصحاب العلوم الإنسانية ولا العلماء على عالمنا الفكري، بل العلماء الذين يقومون بالتجارب العلمية الذين كانوا هناك وأصبحوا فضوليين نتيجةً لذلك.

❑

روجر .س .شانك ROGER C. SCHANK باحث مُجَلٍّ في الذكاء الاصطناعي، ورئيس مجلس الإدارة وكبير المدراء التكنولوجيين لفنون الإدراك وأستاذ المهن المميَّزة في كلية علم الكومبيوتر بجامعة كارنيجي ميلون Carnegie Mellon كان قبل ذلك مديراً لمعهد العلوم التعليمية بجامعة نورث وسترن Northwestern حيث هو اليوم أستاذ شرف. تشتمل كتبه على

ذاكرة نشِطة: نظرية التعلم في الكومبيوترات والناس Dynamic Memory: A Theory of Learning in Computers and People، إحكِ لي قصة: نظرة جديدة على الذاكرة الحقيقية والاصطناعية Tell Me a Story: A New Look at Real and Artificial Memory، دليل الخبير الناقد إلى العقل The Connoisseur's Guide to the Mind، التعلم الافتراضي: مدخل ثوري لبناء قوة عاملة عالية المهارة Virtual Learning: A Revolutionary Approach to Building a Highly Skilled Workforce، التلوين خارج الخطوط: رفع طفل ذكي من خلال مخالفة جميع القواعد Coloring Outside the Lines: Raising a Smarter Kid by Breaking All the Rules وتصميم طبقة التعلم الإلكتروني العالمية Designing World Class E-Learning.

obeikandl.com

جارون لانيير

سقف التعقيد

تميَّزت السنوات الخمسون الأولى من علم الكمترة العامة؛ التي غطت النصف الثاني من القرن العشرين تقريباً، بتقلبات متطرفة بين المبالغات الطائشة وشبه الشلل المعيق. ابتدأت ممارسة المبالغة من قبل مؤسسي علم الكومبيوتر: تساءل آلان تيرينغ Alan Turing عما إذا كانت الآلات ـ ولاسيَّما «آلاته العامة» الجامدة، يمكن أن تصبح في نهاية المطاف مُعادِلاتِ أخلاقيةٍ للناس؛ وبنفس الروح عرَّف كلود شانون Claude Shannon عبارة «المعلومات» بأن لها عرْضاً مطلقاً يمتد على كل العمليات الترموديناميكية.

يمكن للمرء أن يدّعي بنفس الطريقة أيضاً إمكانية فهم أي جهاز كيميائي على أنه نسخة وليدة لشخص ما، طالما أن الحياة مصنوعة من تفاعلات متبادلة كيميائية. والسبب في عدم إطلاق هذا الادعاء هو أن الاختلاف واضح في التعقيد بين كيمياء

obeikandl.com

الأشياء الحية وبين ما يمكن دراسته في المخابر الكيميائية المعاصرة. لدينا حدْس بالفرق، وليس لدينا بالمقابل حدس واضح حول الاختلافات في التعقيد بين مختلف أنواع أنظمة المعلومات. مجموعة ذكية جادة من الباحثين الذين يصفون أنفسهم بأنهم يدرُسون الذكاء الاصطناعي اعتقدت ـ في بعض الحالات في وقت مبكر يعود إلى أواخر خمسينيات القرن العشرين ـ أن الكومبيوترات سرعان ما ستصبح متحدثة طليقة باللغة الطبيعية. وهذا بالطبع مالم يحدث بعد، وليس لدينا بعد حدس عن مدى اتساع المشكلة في فهم اللغات الطبيعية أو عن المدى الزمني الذي سيستغرقه حلّها.

تستمر ممارسة المبالغات، وإنه لأمر شائع أيضاً أن نجد أعضاءً في النخبة من أقسام علم الكومبيوتر الجامعية يعتقدون «بالوحدانية» الحتمية المتوقعة في وقت ما من النصف الثاني من القرن. سوف تحدث هذه الوحدانية ليس عندما تصبح الكومبيوترات على جانب كبير من الحكمة والقوة بحيث تزيح البشر بوصفها شكلُ الحياة المسيطر فحسب، بل كذلك تحتل مكان السيطرة على المادة وعلى القوة من أجل أن تعيش في ما يمكن أن يوصف بأنه طريقة أسطورية وربّانية تخرج عن نطاق الفهم الإنساني. وفي الوقت الذي يكون فيه من الغريب مجرد طبع الجملة السابقة فإنها وصف دقيق لمعتقدات الكثير من زملائي.

سوف يلاحظ بعض القراء أنني متَّهَم بمبالغات مماثلة فيما يتعلق باصطلاح «الحقيقة الافتراضية». غير أن الأمر الذي يُساء فهمه في غالب الأحيان هو أن الهدف منها ليس وصف الحقيقة المادية الكامل ولا توليدها (وهو مشروع قد يكون مستحيلاً إلى حدٍّ كبير) ولكن لكي يُفْهَم الإدراك الإنساني بشكل جيد يكفي لتشغيل الجهاز العصبي البشري في لعبة وهم متطورة. الحقيقة الافتراضية هي بالضرورة الدراسة العلمية لحدود السحر المسرحي وليست لتقليل الحقيقة المادية.

إن مصاحبة استعراض المبالغات الوهمية لقوة الكومبيوتر النظرية كانت سلسلة مخزية لانهاية لها من الأعمال التي خيّبت الآمال في مجال أداء الأنظمة الحقيقية للمعلومات. الكومبيوترات هي المنتجات الصناعية الوحيدة التي يُتوقع أن تفشل أثناء التشغيل العادي بشكل متكرر ولايمكن التنبؤ به. أن التقليل من قيمة نفقات صيانة أنظمة المعلومات هي أمر مستمر في غالب الأحيان ولربما أمكن أن يسمى أحد طقوس العمل المعاصر.

يبدو أن من المستحيل التنبؤ على وجه التحديد بثمن التعامل بالبرمجيات، وبأنواع معينة من البرمجيات فقط، أما أجزاء الكومبيوتر الصلبة فهي مستمرة في أن تصبح أصغر وأسرع وأرخص بنسبة استثنائية معروفة باسم قانون مور Moore's Law، وهذا هو النجاح الباهر الذي يؤجِّج المبالغة المتعصبة. البرمجيات أنظمة مغلقة مزودة بأنظمة ربط صغيرة ومستمرة

بشكل يمكن تحديده، ويمكن أن نُصنِّعَها بشكل فعال رغم أنه مكلف. البرنامج الذي يشغِّل طائرة حديثة مثل الإيرباص هو مثال على هذا النوع من البرمجيات الذي لا يبدو قابلاً للتحكم به وأن له مع البيئات المحيطة به تقابلات متغيرة ومعقدة، والمثال على ذلك هو برمجيات الكومبيوتر الشخصي المشهورة بالسمعة السيئة وبأنها صعبة المراس. المهم ألا نخلط بين هذين النوعين من البرمجيات. لقد شهدت نهاية القرن العشرين جنون ريبة غريبة انتشر على نطاق واسع هو أن علة السنة 2000 سوف تسبب تصدعاً هائلاً. السبب الذي منع هذا من الحدوث هو أن معظم برمجيات البنى التحتية هي من النوع الذي يمكن التحكم به على الرغم من النفقات الهائلة.

إحدى الإمكانيات في السنوات الخمسين القادمة في علم الكومبيوتر هي مجرد استمرار نفس الإتجاهين: المبالغة في النفقات والتقليل من قيمتها التقديرية. وهذا نص إخراجي يمكن أن تطلَق عليه عبارة «كوكب منصات المساعدة» الذي سينشغل الجنس البشري فيه إلى حد كبير بصيانة أنظمة برمجية كبيرة جداً. ومع ذلك فإن هذا ليس منظوراً لايحوز على الإعجاب بشكل كامل لأنه سيُبقي على استخدام البشر بشكل مربح. هذا المستقبل القاتِم ليس حتمياً ويجدر بنا أن نتصور مرحلة جديدة من علم الكومبيوتر سوف توفر إمكانيات جديدة بشكل أساسي.

ينبغي ـ كبداية ـ أن يعود علم الكومبيوتر إلى أصوله ويعيد

التفكير في علاقة المعلومات بالعمليات المادية. قام كلود شانون Claude Shannon بقفزة فكرية ذكية في توصيل الخانات القابلة للقياس مع أنتروبيا[36] النظام المادي، ولكن معادلة الفصل هذه مضلِّلة، إذ لايمكن قياس جميع الخانات من الناحية العملية، ولذلك فإن بعضها أكثر أهمية من الأخرى . معظم الخانات التي يحتمل قياسها في نظام مادي هي من الناحية العملية ضائعة في بحر من التوزيعات الإحصائية. هناك مقولة مألوفة في آخر القرن العشرين هي أن ضربة من جناحي فراشة قد تكون السبب المطلق لعاصفة رعدية بعد عدة أسابيع في الجانب الآخر من الأرض. إحدى المشاكل في هذه الفكرة هي أن هذه المقولة ـ وإن صحت أحياناً ـ لا تجد من العواصف ما يكفي لتبرير وجود العدد الكبير من الفراشات.

يمكن أن يقال إن في الخانات التي يمكن قياسها «إمكانيات عرَضية» مختلفة. لعل من الواجب أن تعاد تسمية معلومة شانون لتصبح «معلومات كامنة». يجب أن تُقْرَأ الخانة كي تكون مهمةً ـ أي أن تكون لها إمكانية عرَضية ـ ويجب أن تُشكل جزءاً حيوياً من نظام. وهذا يولِّد ما يمكن أن يسمى علم دلالات الأشياء وتطورها، أو البيئة التي يمكن أن يكون فيها الاحتساب ذو معنى.

---

(36) عامل الانتروبيا: عامل رياضي يعتبر مقياساً للطاقة غير المستفادة في نظام تيرموديناميكي (قاموس المورد طبعة 2002 دار العلم للملايين صفحة 315).

لقد كانت هناك دوماً مشكلة لملاحِظٍ في علم الكومبيوتر «معترف بها في بعض الأحيان». وإحدى طرق التعبير عن هذه المشكلة هي دراسة جنس غريب ليس لديه معلومات عن لغة البشر أو التاريخ أو الثقافة. لم يعد في مقدور هؤلاء الغرباء القيام بإعادة بناء معنىً ووظيفةً لكومبيوتر شخصي يُعتمد عليه مثلاً بشكل منفصل أكثر من قيامهم بإعادة طبعةٍ منفردة لمؤلفات شكسبير تائهة في الفراغ بين النجوم.

إن هذا ليس أمراً نظرياً بعيداً ولكنه عملي فوري. نظراً لأن تعقيد البرمجيات محدود في الوقت الراهن بقدرة المهندسين البشر على تحليلها بشكل واضح وإدارتها، فلعلَّنا قد وصلنا إلى سقف التعقيد في البرمجيات حسب ما نعرفها. إن لم نجد طريقة مختلفة للتفكير بالبرمجيات وخلْقِها فلن يكون بمقدورنا كتابة برامج تزيد عن حوالي عشرة ملايين سطر من الرموز بصرف النظر عن المدى الذي تصبح فيه معالِجاتنا سريعة ووفيرة وغريبة.

في فجر علم الكومبيوتر في منتصف القرن العشرين كانت الخبرة الوحيدة المتوفرة والقائمة على البديهية هي إرسال نبضات عبر الأسلاك. طلائع نُسَخ نظرية المعلومات التي مازالت تسيطر في المناهج النموذجية كانت تتعلق بأخذ عينات وحيدة النقطة عن العالَم في نهاية السلك، ولذلك فقد صُمِّمتْ هندسة الكومبيوتر كما نعرفها حول أسلاك محاكاة. الرمز المصدَر هو محاكاة النبضات التي يمكن أن ترسل بالتتابع عبر سلك كما هي

حال المتغيرات الممرَّرَة أو الرسائل.

الطريقة التي يمكن أن نجعل فيها معنىً للنبضات على سلك وحيد هي أن تكون بين أيدينا اتفاقية تُعيِّن المعنى وفقاً للتسلسل. القسم الأعظم من نصف القرن الأول من علم الكومبيوتر كان مستوحىً من مثل هذه الاتفاقيات، ومن المؤكد أن بعض النجاح قد تحقق كالاتفاقيات التي جعلت الشبكة العالمية ممكنة، ولكن هذه الاتفاقيات لم تكن الطريقة التي تعمل بها الأجهزة الطبيعية. في الوقت الذي يمكن فيه من الناحية النظرية استخدام البروتوكولات الخوارزمية من أجل شرح عمل قشرة الرؤية بالإشارات التي تتسلمها من العصب البصري، فإن إنجاز ذلك سوف يتطلب تعقيداً لايمكن الدفاع عنه. من الواضح أن الإلتزام بالإتفاقية ليس الوسيلة الكافية لشرح نظام يستلم على التوازي عدداً كبيراً من المعطيات، ولعلها طريقة غير كافية لهندسة أنظمة كبيرة جداً. أن نستبدل مفهوم السلك بمفهوم السطح الذي يمكن أخذ عينات منه في عدة نقاط، فعلينا أن نبتعد عن البروتوكولات الخوارزمية ونتجه نحو مجموعة جديدة من التكنولوجيات بما في ذلك تصنيف الأنماط والصيانة المؤتمتة لأنماط ضمنية مؤكدة وتنبئية.

إليكم مشكلة عملية حالية تصور هذه الفكرة: طوال عدة سنوات عملتُ مع جراحين لبناء محاكية يمكن أن تساعدهم على وضع إجراءات خاصة بمرضى معينين. كانت هذه المحاكية

معقدة حسب المعايير المعاصرة وقد تم بناء وصيانة كلاً منها من قِبَل فرق من الإخصائيين ذوي المهارة العالية طوال عدة سنوات، ويجب أن تُجرَّب على آلاف المرضى حتى يصبح استخدامها ممكناً.

افترِضوا الآن أن فريقاً في إحدى مدارس الطب عمل لمدة عشر سنوات على بناء قلب افتراضي ألْمَعي تبَيَّن أنه ينبئ عن النتائج الجراحية بشكل جيد. وفي نفس الوقت وفي مدرسة أخرى أمضى فريق مماثل عقداً من الزمن في رئة افتراضية. وافترِضوا أن هذين الفريقين يرغبان بربط عمليهما في صدر افتراضي.

من المؤكد أن المجوعتين ستستخدمان على الغالب اتفاقيات غير متوافقة. ليس من المحتمل أنهما قد اختارتا آلات أساسية وأنظمة عمل ولغة تنفيذية وما شابهها مختلفة فحسب، بل إن الاختلافات في التعامل الفكري موجودة أيضاً. لعل إحدى المجموعتين قد أكدت على الصيانة الاضطرارية العالمية من الأعلى إلى الأسفل في حين كانت الأخرى أكثر تحيزاً إلى القواعد من الأسفل إلى الأعلى. ربما تكون إحدى المجموعتين قد أكدت على وظائف ودلالات الأشياء، وجربت الأخرى مايشبه نظاماً مستمراً. يتطلب التقدم الحالي في المهنة من هاتين المجموعتين الاتفاق على اتفاقية تخص الإشارات التي يمكن أن ترسل في سلك فيما بينهما. هذه الاتفاقيات مثيرة للمشاكل؛ وفي هذه الحالة ربما يكون التعقيد محرَّماً. سوف ينجلي الأمر

في بضع سنين لأن المحاولات تبذل في هذا الشأن. إن يتبيَّن أن الاتفاق ممكن فيما بينهما، فإن إجراء هذا الاتفاق سوف يؤدي إلى مقايضة مأساوية في فن المحاكاة فيما بين المجموعات. من المؤكد أن يقلل اتفاق عمل على الغالب من احتمالات تحسين أياً من محاكيات العضو الذي يُكوِّن هذه الوحدة والتي يربطها هذا الاتفاق مع غيرها.

نحتاج إلى أن ننقب في مسألة الوراثة في أنظمة المعلومات حتى نفهم هذا الأمر. كلمة «هشَّة» هي الصفة التي تصف البرمجيات الحالية على أحسن صورة، فهي تنكسر قبل أن تنحني. هذه هي نتيجة التأكيد على الإلتزام بالإتفاق، وهو مطلب لايمكن السكوت عنه. وبسبب هذه الهشاشة التحتية فإن البرمجيات تبنى على طبقات، وسوف يكون تفعيل الإتفاقيات التي سبق الإعتماد عليها من قبل عدة مستخدِمين بطرق مختلفة أمراً معقداً بشكل مستحيل وعالي التكلفة. وهكذا فإن لدينا ظاهرة الحجز والتي تصبح فيها بعض البرمجيات إلزامية بشكل فعَّال. تم احتكار الحجز في أواخر القرن العشرين من قبل بائعي البرمجيات من أجل تكوين بعض أكبر الثروات على الدوام.

توجد فيما وراء الحجز صفة للبرمجيات تسبب مزيداً من الضجر، وقد أسميتها « ترسيب» البرمجيات، وهي عملية لاتصبح من خلالها الإتفاقات وحدها إلزامية بل الأفكار المدرجة فيها أيضاً. المثال هو فكرة الملف. قبل حوالي سنة 1984 كان

هناك جدال حول ما إذا كانت الملفات تمثل فكرة جيدة. شعر بعض علماء الكومبيوتر أن من الأفضل وجود بُنية للمعلومات المتقاسمة أفضل تنسيقاً، وبالتالي وجود ملف عالمي وحيد مؤلف من مكونات لعناصره تشبه الحروف. وبالفعل فإن الملفات لم تستخدم في النموذج الداخلي الأول لكومبيوتر Macintosh. تم استخدام الملفات ليس فقط في الطراز الذي طرح في الأسواق من قبل ماكينتوش فحسب، بل كذلك فعلت ويندوز Windows ويونيكس Unix وأنظمة كثيرة أخرى تُستخدَم بشكل واسع. يتم الآن تعليم الملفات للطلاب كحقيقة من حقائق الحياة وهي أساسية مثل الخلية العصبية كما لو أنهما اختراع بشري.

عودة إلى القلب والرئة الافتراضيين . حالما توقِّع المجموعتان الهندسيتان على الإتفاقية فإنها تصبح رَبَّتهم لأن عليهما أن تتغيَّرا في وقت واحد من أجل مراجعتها، وهذا سوف يكون مستحيلاً من الناحية التنفيذية بسبب نفقات ذلك وتعقيداته. ومهما كانت الأفكار الخاصة بالتواصل فيما بين المجموعتين رائجة في وقت تنظيم الاتفاقية فإنها سوف تترسب في مكانها، وسوف يتوقف التفكير.

ولذلك فإن إيجاد بديل عن الإلتزام بالإتفاقية كوسيلة لربط أطراف الأنظمة الكبيرة سيكون هدفاً رائعاً للسنوات الخمسين القادمات أمام علم الكومبيوتر. وفي حال القلب والرئة يمكن أن نلمح البديل.

افترِضوا أن كل عضو تظاهر بأن الآخر حقيقي ملموس يتم سبره من قبل مجسات حقيقية. يستطيع كل عضو أن يقيس - في نقاط الفراغ والزمان - الصفات الأساسية في العضو الآخر مثل الحرارة والضغط والمكونات الكيميائية. سوف يَظهر كل عضو للآخر كسطح يمكن أن تؤخذ منه عينات على درجات مختلفة ولكن لن تكون هناك معايير عالية المستوى فيما بينهما. لن تربط بينهما سوى الإتفاقية ذات المستوى الأدنى التي فُرِضت بسبب طبيعة المقاييس الفيزيائية الممكنة.

من أجل تفعيل خطة العمل هذه ينبغي على كل فريق أن يتعلم الإعتراف بأنماط الشيء المحاكي عند الآخر. لن يعود القلب قادراً على إرسال رسالة بأنه نَبَضَ، لأن على الرئة أن تستدِل على ذلك من خلال أشياء مثل حركة السائل وانزياح الأنسجة. كذلك سوف يتعيَّن على كل فريق أن يتعلم بناء أحد أنماط العضو الآخر حتى يساعد في تفسير القياسات. وقد لاتكون هذه الأنماط موجودة على شكل بُنىً مستقلة منفصلة، بل ضمنية في الطرق المُختارة لمعالجة الإشارة ولعلها في الغالب ستكون قادرة على إعادة توليف نفسها مع الاستعمال.

هذا التركيب يسمى «ربط سطحي إحصائي». إذا كان لهذا التركيب أن يصلُح لمحاكاة العضو فإنه يمكن أن يصلح أيضاً من أجل بُنى الكومبيوتر العامة. ربما يتوفَّر في المستقبل نظام تشغيل تتمكن مُكوِّناته من التعرُّف على بعضها البعض وترجمتها وحتى

التنبؤ بها. سيكون مثل هذا النظام أقل عرضةً للفشل المأساوي. لاتوجد طريقة في الوقت الراهن لمعرفة مدى حسن عمل هذا النوع من الخطط، ولكن قد يتحتم تبنّي نوعاً من الربط الإحصائي إذا كان على بُنى الكومبيوتر أن تتجاوز الحجم الذي نَعرِفُ كيف نتدبر أمره في الوقت الراهن.

وكما تبدو الأمور فإن لدينا طريقة تفكير بمستوى منخفض مُمِلٍّ جداً لوصف نظام معلومات (الالتزام بالإتفاقية)، ولدينا منظر (كما يراه الطائر) رفيع الشأن للتعقيد من منظور نظري بحت. إلا أننا بحاجة إلى نظرة بين السطور، وهي طريقة من أجل فهْم شكليات الأنظمة المعقدة للعلاقات فيما بين المكونات الكبيرة. إذا استطعنا أن نرسم نمط جسم بشري من وجهة نظر جرّاح على شكل خط بياني من سطوح المعلومات، فهل يمكن تعميم هذه التكنولوجيا إلى مشاكل أخرى في فهم الأنظمة الحية؟

لقد واجهنا وقتاً عصيباً في مقارنة إنجازاتنا المتعلقة بالكمترة بما أنجزته الطبيعة، لأننا لانمتلك تخميناً حول تركيب مقاييس المعلومات ذات الصلة. الصحافة الفنية والعامة كلاهما مفعمتان بادعاءات بأن البراعة الكومبيوترية البشرية الفائقة هي على وشك أن تتماشى مع التعقيد الطبيعي. تتضمن الأمثلة ادعاءات متكررة بأن الكومبيوترات على وشك أن تفهم عواطف البشر أو لغتهم بشكل نهائي، أو أن الكومبيوترات على وشك

أن تفسح لنا المجال لسدّ الفجوة فيما بين الكائنات الحية المعقدة والتسلسلات البسيطة لد دي إن إيه DNA التي لم نتعلم سوى وضع رسوم لها.

إحدى طرق تحديد إطار طبيعة جهلنا بهذا الأمر هي أن نتساءل عما إذا كان التطور الطبيعي عملية مضطربة بطيئة غير مجدية لعمل كومبيوتر متفوق متوازن يتجمّع ذاتياً على التوازي بصورة طبيعية (ربما كان يعمل أيضاً على مستوىً كمي في بعض الحالات)، وبلغ حد الكمال بفعله الذاتي من أجل تحقيق نتيجة معقدة غير قابلة للاختزال في أقصر وقت تقريباً. هذان الحلاّن البديلان هما الحدان الخارجيان لما يمكن أن يكون صحيحاً. الحقيقة التي لانعرفها موجودة بينهما في مكان ما. إنني أميل نحو الحد الأخير: ربما كان التطور كفؤاً إلى حدٍّ ما في مجال تكوين عمل صعب بصورة غير قابلة للاختزال. ومع ذلك فإن النهاية القصوى الأخرى ـ أن الزمن اللازم كي تتفوق كومبيوتراتنا على الطبيعة هو ثلاثون سنة أخرى من سحر قانون مور Moore ـ تبدو مقبولة في معظم المناقشات حول مستقبل العلم والتكنولوجيا.

هيمن علم الكومبيوتر ـ الذي ساد في منتصف القرن العشرين والمحدود بالأسلاك والاتفاقيات ـ على الإستعارات الثقافية للأجهزة الكومبيوترية والحية معاً، فقد وصف، على سبيل المثال، جورج لويس بورج George Louis Borges مكتبة

خيالية تتضمن جميع الكتب التي كتبت أو ربما تكون قد كتبت منذ الأزل. وإذا كنت ذو حظٍّ عظيم فعشت في عالم كبير يكفي لاحتواء هذه المكتبة (ونحن لسنا محظوظين إلى هذه الدرجة) لاحتجت إلى أن تستثمر حياة أجيال لامتناهية من البشر يمكن أن تذْبُل في سفن فضائية في محاولة الوصول إلى الرفِّ الصحيح. إن تعلُّم كتابة كتب جديدة جيدة بالطريقة التقليدية ينطوي على عمل قليل جداً. وبصورة مماثلة فإن ريتشارد دوكينز Richard Dawkins اقترح مكتبة لانهائية من الحيوانات الممكنة حيث تخيلَ يد التطور اللامرئية العمياء وهي تتصفح المكتبة بالتدريج فتجد المخلوق الأمثل من كل بيئة. وفي كلا الحالتين فإن المؤلفين قد تأثروا باستعارات علم الكومبيوتر الناقص السائد في القرن العشرين. من الممكن على الأقل النظر في صفاته المحتملة في الوقت الذي لم تتم فيه بعد صياغة علم كومبيوتر بديل.

سوف يتضمن علم الكومبيوتر والمعلومات الجديد نظرية عن الإرث. إن تجهيز الأنظمة المعقدة واسع جداً بحيث يتعذر فهمه بمثابة مكتبات غير محدودة، وذلك بسبب عدم توفر ما يكفي من الوقت والقدرة للتصفح المفيد. ستيوارت كاوفمان Stewart Kaufman مغرم في بيان أن عمر عالمنا ليس طويلاً بما يكفي للسماح باستكشاف جميع البروتينات المحتملة حتى من الحجم الصغير بشكل معقول على سبيل المثال. وهكذا فإن

الانظمة المعقدة تُراكِم المَوْروثات التي تحد من حجم المزيد من توضيع أبحاث التجهيز. علينا أن نتعلم ترك وهْم قدرتنا على التغلب على الموْروثات. هذا هو الوهم الذي نتعرض له حينما يقترح علماء تكنولوجيون مشهورون بديلاً عنه إضافات جذرية إلى الاستقلاب البشري أو تركيب الدماغ (نعم، هناك الكثير من مثل هذه المقترحات).

فكرة جديرة بالاستقصاء هي ما إذا كان «الإرث» هو ذاته «الدلالة». إن «الدلالة» كلمة استخدمت لوصف كل ماهو غامض يقع فيما وراء صفة الحاجز التركيبي للأنظمة القائمة على الاتفاقيات. يقال إن الأنظمة التي تقوم على اللغات الطبيعية تتقدم بشكل دائم ولكنها مقصرة في فهم الدلالة. تخلق الموروثات سياقاً غيرقابل للتغيير في نظام المعلومات. الموروثات معقدة تؤدي عمل العدسات التي تحسّن من القدرة العارضة للخانات الكامنة وذلك بالتقليل من فراغات لتجهيز نظامٍ ما.

إن عبارة (أفعل) في حفل زواج أقوى أثراً من نفس العبارة عندما تقال لرجل غريب يستوقفك في الشارع طالباً عود ثقاب - وهي في المعتاد كذلك على الأقل. حفل الزواج هو نمط من الموروثات له تاريخ يكلف إبطاله ثمناً باهظاً. كذلك فإن الـ دي إن إيه DNA يأخذ معنىً فقط في لُحْمة الجنين، ولايشكِّل أحد خيوطه في غالب الأحيان مصدر معلومات كاف للأذكياء الغرباء عنا في مجال خبرتهم الفكرية الأولية لإعادة خلق مخلوق ما.

ربما يتمكن علم جديد للكومبيوتر أن يشتمل على طريقة فجةٍ لفهم الأنظمة الطبيعية مثل أنظمة المعلومات بطريقة تتعدّى المثال الصغير الذي طرحه كلود شانون Claud Shanon. كثيراً ما أُعلِن في نهاية القرن العشرين أن فهمنا لعلم الفيزياء يكفي لشرح جميع الحوادث المنفصلة التي تحدث في الأجهزة الحية، مثل الرباط الكيميائي، بحيث يجب علينا اليوم أن نمضي إلى فهم الأنظمة المعقدة. القول بهذا سهل ولكن فعله صعب. علينا أن نتعلم تحليل الأنظمة الطبيعية وفق الإمكانية العارضة. في كل مرة سيعطي جزء صغير من المادة أو قدرة جهاز فقط أثراً ذا شأن على مستقبل ذلك الجهاز، ولا سيَّما إذا كان جهازاً حياً، وحتى في ذلك الحين فإن هناك اختلافات في درجة التأثير: تغيير طفيف في نقطة الوصلات العصبية يمكن أن يعني أكثر بكثير من نفس التغيير إذا حصل على سطح خلية جلدية او خلية في أي مكان آخر في الجسم البشري على سبيل المثال.

اقترح ستيوارت كاوفمان Stewart Kaufman أن الحياة قد تُعَرَّف على أنها عملية ذاتية التخلق وتؤدي دورة عمل كارنوت Carnot (النمط التقليدي لتحويل الطاقة إلى عمل). وهذا يطرح على الأقل طريقة ممكنة لتحليل الأجهزة الطبيعية. تترافق كل دورة عمل كارنوت بعامل تحكُّم من نوع ما هو جزء من الجهاز المسؤول عن إعادة البدء بالدورة. ستكون لعوامل التحكم إمكانيات عارضة أكثر من مواد اخرى في الدورة، أي أن الجهاز

يمكن أن يتوقَّف بسبب تغيّر طفيف بعامل التحكم أكثر منه بفعل مواد أخرى في نفس الجهاز. مازلنا بحاجة لأن نرى إن كانت طريقة التحليل هذه مفيدة لفهم غير منتظم للعالَم الطبيعي كنظام معلومات، ولكن لابد من إيجاد طريقة ما.

إن وجدنا طريقة منهجية عامة غير كاملة لتحليل الأنظمة المادية إلى بُنىً لمعلومات عارضة فقد نستطيع الخروج إلى حدٍّ ما بقياسٍ للتعقيد يشتمل على مكوِّنات محاسبية ونشِطَة. يمكن على سبيل المثال أن نتساءل عن مدى غلاء ثمن جهاز يقوم بذاته بسبر بنيته العارِضة الذاتية، وذلك لأن تمييز الحلقات بصورة ماديّة قد يكون ممكناً في السلسلة العارِضة. الخبرة في التفسيرات غير الكاملة للأجهزة الطبيعية البسيطة يمكن إذنْ أن تُحَضِّرنا لوضع نمط للموروثات التي طورتها الطبيعة. إنْ يحالفنا الحظ فقد نتمكن في غضون خمسين سنة ليس فقط من وضع توصيف لكيفية عمل الـ دي إن إيه DNA وما يمثله (ونحن في بداية الطريق الآن) بل نمتلك أيضاً طريقة لتوصيف مستويات التعقيد الوسيطة التي تُعاقُ ضمنها التغييرات إلى الـ دي إن إيه DNA. وقد نتعلم في النهاية رؤية العالَم إلى درجة ما من وجهة نظر التطور بدلاً من وجهة نظر الجزيء أو من وجهة نظر الكائن الحي.

في غضون خمسين سنة سوف يصبح علم الأحياء وعلم الطب مشابهين قليلاً للجغرافية التي نعرفها اليوم. سوف توضع على الغالب خرائط لمجالات الدراسة هذه، وسوف تصبح أقل

غموضاً. إن معرفة كيفية وضع خريطة للأرض يمكن للأسف أن تسرِّع من أسفارنا إلى درجة محدودة فيما بين نقطتين فقط. وبنفس الطريقة فإن القدرة على شرح نواحٍ من علم الأحياء هي اليوم غامضة لن تمكننا من التحكم بها بصورة تلقائية، ومن المحتمل ـ بدلاً من ذلك ـ أن نكتشف وجوهاً في علم الأحياء معقدة بشكل لايمكن اختزاله. قد يوجد سبب يبرر مثل هذا الوقت الطويل المستهلك لوصول التطور إلى أشكال معينة، وقد نجد أن الطرق المختصرة غير متوفرة لنا. هذه الإمكانية هي مثال واحد فقط على مدى بُعد طرف الحدود الأخير لعلم المعلومات. في خِضَمِّ الاستكشافات الواسعة ـ ابتداء من علم الاقتصاد إلى الزراعة ـ سوف نكون محدودين بنهايات أسقف التعقيد؛ تلك الحواجز التي لايتم تخطيها بالضرورة من خلال بناء كومبيوترات أكبر وأسرع. سوف نبدأ برؤية أسقف التعقيد على أنها العوائق الحقيقية أمام إمكانياتنا. لانعرف بَعدُ أين توجد هذه العوائق، ولكننا سنعرف ذلك في غضون خمسين سنة.

❑

جارون لانيير Jaron Lanier عالم كومبيوتر وموسيقي، اشتهر من خلال عمله في الحقيقة الإفتراضية، وهو عالِم مبرِّز في تآلف جامعات تدرس مضامين وتطبيقات تكنولوجيات الجيل القادم من الشبكة العالمية (الإنترنت) تحت عنوان المبادرة الوطنية للإنخراط في الاتصالات.

ديفيد غيليرنتر

الانخراط في خِضَم الحياة الحيَّة

ماذا سيحدث لتكنولوجيا الكومبيوتر خلال السنوات الخمسين القادمة؟ أين موقعنا بعد نصف قرن من الآن؟ تتحرك المعلومات اليوم حيَّة، ولن يمُرّ طويل وقت حتى تبدأ «العقلنة العظيمة». ولسوف تخلِق صناعة المعلومات أشكالاً نموذجية جديدة، كما هي حال السلسلة الكاملة من الصناعات التكنولوجية الأخرى (الطرق الحديدية والسيارات والإذاعة والتلفاز)، ولن يكون لهذه الأشياء علاقة بالتطبيقات الحالية التجارية للبرمجيات. المهم هو كيف يتم ترتيب المعلومات ذاتها؛ محطّ الاهتمام سيكون مستوى الموقع وليس مستوى متصفح الموقع على الشبكة العالمية (سيكون نَمَط الموقع ذاته قد تخلّف عن الركب ولكن الفكرة الرئيسية صامدة).

سيكون شكل المعلومات النموذجي على هيئةٍ سأطلق عليها اسم خِضَمِّ المعلومات، وسوف يكون هذا مهمّاً كالكتاب

obeikandl.com

ولن يكون بديلاً عنه، ولكنه بالمقارنة سيقدم للعالَم الكبير الهائل بُنيَةً قويةً ثابتةً بسيطةً إلى حدٍّ ما، وسيُعيد تشكيل حياتنا الثقافية. نبذل اليوم حوالي ثمانين بالمئة من طاقاتنا في القلق على الشكل (في عِدَّة طرق مختلفة) وعشرين بالمئة على المضمون. سوف تنعكس هذه النسبة بعد خمسين سنة من اليوم.

المعلومات الأكثر أهمية هي الطازجة التي تخرج مباشرة من السلك وتحمِل لنا ما يجري الآن في هذا المكان أو ذاك، وعبارة «هذا المكان أو ذاك» تعني اليوم مكان ما على سطح الأرض: المكتب، المدرسة، مجلس الشيوخ، مركز المدينة، ولن يمضي وقت طويل حتى تعني مكاناً ما في المحيط الكبير الهائل المستمر الموجود في كل مكان والذي سيحل محل الشبكة العالمية المتلعثِمَة. يقوم سوق الأسهم في نيويورك هذه الأيام على سبيل المثال بالتنقُّل من مكان على الأرض إلى مكان في المحيط الكبير الهائل، ولسوف تَتبع جميعُ المؤسسات هذه السوق في غضون النصف التالي من القرن، وذلك من الناحية الإفتراضية، (وهذا ادعاء أطلقته لأول مرة في مجلة ميرور ووركس Mirror Works وأنا أدافع عنه). سوف يكون بمقدورك أن تدخل في خِضَمِّ الحياة المستمرة: في مكتبك إذا كنت تعمل، وفي مدرستك إذا كنت تدرُس، وفي السوق إذا كنت تشتري، وفي العالم إذا كنت تهتم به، وذلك دون أن تتحرك من مقعدك الوثير المفضل أو تنهض عن سريرك. ولكنك لن

تتوقف عن المغامرة، فالمناظر الاجتماعية والمادية سوف تعيد ترتيب ذاتها كي تؤدي هذه الحالة الثقافية الجديدة.

قبل أن أرسم معالم هذه التغييرات الكبيرة، إليكم القوانين الطبيعية التي سوف ترشدها:

أولاً: البرمجيات في عالم التكنولوجيا هي التي ستقرر مدى حداثة جودة العمل الفنية ومدى التغيير وليست الأقسام الصلبة في الكومبيوتر. لاتعتمد نسبة تقدم التكنولوجيا على الدارات (أو على البروتينات الكومبيوترية وغيرها) التي نخترعها، بل على بُنى البرمجيات التي نصممها. إن تحلموا بطريقة جديدة لترتيب المعلومات ـ بُنى برمجيات جديدة ـ يتم في نهاية المطاف تطوير أقسام الكومبيوتر الصلبة كي تقدم الدعم لهذا الحلم. إذا بنيتم أقساماً صلبة جديدة قوية كانت وحدها عديمة الفائدة بشكل مطلق. قبل عشر ثوان دخلت عليَّ أمينة سري وهي تبحث عن تعريف منشور على غلاف كتاب جديد آخر حول مستقبل الكمترة كانت تحمله في يدها. وهذا الكتاب ـ مثل معظم الكتب الكبرى المماثلة ـ كان يبحث في القسم الصلب من الكومبيوتر. الكتب التي تبحث في برمجيات المستقبل تكاد تكون نادرة جداً، إذ لا يبدو أن أحداً يعرف شيئاً عن مستقبل البرمجيات.

يجدر بنا ـ عندما نتأمل في الحال التي ستكون عليها

تكنولوجيتنا بعد نصف قرن من اليوم ـ أن نفكر بالدارات السريعة التي تأخذ بالألباب، والكومبيوترات الجزيئية والبصرية، والوسائل الجديدة لِنقل البيانات ومعجزات أخرى في الأقسام الصلبة من الكومبيوتر، وهي جميعها بحد ذاتها مهمة ومدهشة وعالية الشأن. سيعتمد شكل التكنولوجيا خلال نصف قرن على البرمجيات التي نخترعها.

حالة عملية في البحث: منذ منتصف ثمانينيات القرن العشرين حققت أجزاء الكومبيوتر الصلبة تقدماً كبيراً وبسرعة هائلة. فماذا يعني ذلك؟ ماهو التحسن الذي تحقق من الناحية الكومبيوترية عمّا كنتم عليه سنة 1985 بالضبط؟ تعاملاتك اليومية مع كومبيوترك هي ذاتها التي كانت عليها قبل ستة عشر عاماً، والمعالج الذي بين يديك سنة 2001 لايفضُل ذاك الطراز الذي كان عليه سنة 1985؛ إنه يستهلك من الذاكرة ومن قوة الاحتساب مئات الأضعاف ولكنه لا يفعل أي شيء مختلف (لا شيء مهم على أية حال)، أوراق العمل التي تعمل عليها هي من الناحية الاساسية هي ذاتها، بريدك الإلكتروني هو ذاته ـ كثُر قليلاً عدد الناس الذين يستخدمون البريد الإلكتروني ـ ولكنه هو نفسه الذي كان سنة 1985، سطح المكتب على كومبيوترك، نظام الملفات، والاستخدام التقابلي البياني (إذا كنت تملك حاسوب ماكينتوش طراز 1985)، هي كلها تماماً على ما كانت عليه قبل عقد ونصف من السنوات. التغيّر الكبير في نوعية

كمترة الحياة هو الموقع على الشبكة العالمية الذي يتألف من برمجيات وليس من أقسام صلبة.

برمجيات اليوم راكدة، ولذلك فإن صناعة التكنولوجيا راكدة. ثمن العشرات من الثورات في الأقسام الصلبة يساوي تراباً. سوف نحتاج من أجل تحريك الأشياء إلى ثورة في البرمجيات وأنا أراهن على أننا سوف نحصل على ثورة.

ثانياً: قانون الاستبدال الذي يستحيل تعلّمه: يستبدل المجتمع شيئاً عندما يجد شيئاً أفضل منه وليس عندما يجد شيئاً جديداً أكثر منه. لاتتوقعوا أن يكون كل شيء مختلفاً بعد خمسين سنة من الآن، فالأشياء الأساسية تبقى ذاتها. هذا يبدو واضحاً ولكنه ليس كذلك.

ظهر عنوان جديد رئيس على الصفحة الأولى من صحيفة نيويورك تايمز Newyork Times هو تنبؤات عن عصر الكتاب الإلكتروني كانت على ما يبدو سابقة لأوانها. بعد سنة من ذلك في شهر آب/ أغسطس سنة 2000 أعلنت بارنز أند نوبل Barnes and Noble ومايكروسوفت Microsoft وعدة شركات أخرى عن وصول الكتاب الإلكتروني. كانت التنبؤات الكبيرة خطأ. هل لأحد أن يفهم أن وصول الكتاب استغرق ألفي سنة لأن الكتب جيّدة وليس لأن مهندسي الكومبيوتر لم يكونوا مستعدين بشكل جيد حتى يستبدلوها؟ كما كتبتُ سنة 1999 (وفي مجلة التايمز

Times أيضاً) «إن استبدال الكتب بالكومبيوترات مثل استبدال الزهور الطبيعية بالزهور الاصطناعية، وأوردت الحجج على أن الكتاب هو أعظم تصميم أنجزته السنوات الألفين الماضيات.

ولكن الشيء غير العادي بشأن قصة التايمز في الصيف الماضي أننا قد رأينا كل ذلك من قبل. سبق لشركة زيروكس Xerox أن أعلنت من قَبْل في سبعينيات القرن العشرين عن موت الكتب والظهور الوشيك (بالفعل) «للكتب الإلكترونية». شيء واحد هو مؤكد. خلال عقد أو عقدين سوف يظهر عنواناً رئيساً آخر في التايمز Times: «على الرغم من تنبؤات الخبراء الأخيرة، يبدو أن الكتب مازالت تقاوم» (أهل الفكر هم أناس متخصصون بإعادة اصطناع أخطاء الناس الآخرين).

بعد خمسين سنة من اليوم سنظل نقرأ كتباً مطبوعة على ورق وننظر إلى رسوم على قماش القنب. إن يسعفك الحظ اليوم بشكل كاف فتسمع بيتهوفن Peethovn وتشاهد أفلام فريد آستير Fred Astaire فلسوف تبقى على ذلك إذا تصادف وجودك حياً بعد خمسين سنة من الآن.

ثالثاً: الأرباح المحسوسة تتغلب دائماً على الأرباح غير المحسوسة. لايَهزِم الكتاب شاشة الكومبيوتر لأسباب عاطفية أو لأن الكتاب هو شيء أنيق ومُرْضٍ من الناحية الجمالية (رغم أنه كذلك). إنه يهزمها بسبب فوائده العملية، فهو بحد ذاته أكثر

قابلية للنقل والتصفح واستعراض الصفحات من خلال تقليبها والكتابة عليه وقراءته أكثر من أي شيء على الشاشة. ولكن قانون المحسوسات على العموم يعني الموت خلال خمسين سنة أو أقل بالنسبة لكثير من الممارسات المألوفة حالياً.

شراء الحاجيات هو حالة تقليدية. يوافق الجميع على أن المحلات الصغيرة الحلوة الموجودة في «الشوارع الرئيسية» هي أفضل من المحلات الصغيرة والتي هي بدورها أحسن من المحلات الكبيرة التي لايحبها أحد، ولكن كثيراً من الناس يرتادونها. من ذا الذي يستمتع بشراء الكتب على موقع أمازون دوت كوم Amazon.com حيث لاتستطيع أن تقلب صفحات الكتاب بإصبعك أو حتى أن تلمسها؟ ومع ذلك فإن مَن يشتري الكتب يهجر المَكاتب إلى أمازون لأن المزايا المحسوسة؛ الراحة والانتقاء والسعر في بعض الأحيان، تتغلب على المزايا غير المحسوسة في كل مرة.

تنتاب الجامعات الوساوس من هذا القانون وترتعد فرائصها من نتائجه إذا لم تكن هي راغبة كثيراً من تلقاء نفسها بالاهتمام. التعليم الحي من الشبكة العالمية قد ظهر على كل صعيد. ماذا تقدم الجامعة حتى تبرر وجودها إذا كنتَ تستطيع أن تأخذ كل المناهج التي تريد بشكل حي عن الشبكة العالمية وكانت نوعية هذه المناهج الحية تتابع تحسنها في كل سنة؟ الجامعات تتعاطى بيع أمور غير محسوسة وتقدم خبرة غير محسوسة في صرْح

الجامعة ـ من حيث وضعِك وجهاً لوجه مع أساتذتك ومع زملائك الطلاب (وهذا هو الأمر الأهم) ومع فِناء الجامعة نفسها. ولذلك فإن 95٪ من جامعات العالم سوف يُقضى عليها في غضون خمسين سنة، أما الجامعات الكبيرة فسوف تنتظر لأنها تبيع في الواقع شيئاً محسوساً هو الإمتياز الذي يُترجَم إلى وظائف وأموال، ولكنها بالطبع سوف تتغير أيضاً، فأقسام اللغة الإنكليزية في الجامعات هي على سبيل المثال من وسائل الترف الطيب، وقد تأسست في الأصل من أجل تعليم الطلاب الأدب العظيم. وفي هذه الأيام يرى كثير من هذه الأقسام أنه لايوجد شيء من الأدب العظيم. لن يكون جواب المجتمع (ولكن ليس لمدة طويلة) «هل الأمر كذلك؟ إذن يمكنكم أيضاً أن تعلموا طلابكم أي كلام تافه قديم». هل الأمر كذلك؟ فلم نعد بحاجة إذن إلى أقسام اللغة الإنكليزية، أليس كذلك؟.

المدارس الابتدائية بالطبع سوف تخر صرعى أيضاً.

رابعاً: قانون غلين غولد Glenn Gould التذكيري: التكنولوجيا في نهاية المطاف وسيلة وليست غاية. مضى مايقارب العشرين سنة على وفاة عازف البيانو العظيم. أحب غولد التكنولوجيا وأتقنها. في مطلع ستينيات القرن العشرين أطلق النبوءة الجسورة في أن التسجيل يجب أن يحل محل الأداء الحي. هجر المسرح واعتكف في استوديو التسجيل، واهتم بكل الجوانب الموسيقية والتفاصيل التكنولوجية في

تسجيلاته. تابعتْ تسجيلاتُ غولد احتلال موقعها خلال مسيرة روائع القرن العشرين بين التسجيلات المحبوبة أكثر. إتخذ غولد التكنولوجيا، وهو المتحمس لها، بديلة عن التقليد القديم في أداء الفنون، ولكنه استخدم أحدث ما توصلت اليه الهندسة السمعية في التسجيل.... البيانو (أو الأُرغن والبيانو القيثارة أحدهما في كل مرة).

تتملكنا الوساوس هذه الأيام من التكنولوجيا (خذ أية صحيفة يومية). هذا وسواس غير صحي، إننا نتكلم بحماقة عن التكنولوجيا كي نتمكن من تفادي الأمور التي تجعلنا نشعر بالمزاج العصبي وبالذنب. لاينبغي لنا ـ عند التحدث عن التكنولوجيا ـ أن نتكلم عن الفن أو العلم أو الحقيقة أو الجمال أو أخلاق أحد الأبوين أو التزاماته الروحية أو الأخلاقية (مقابل الالتزامات المادية) تجاه الطفل. وبدلاً عن الوسطيّة الروحية والأخلاقية يمكننا أن نتحدث عن السبَق المالي والهندسي.

التكنولوجيا موضوع عميق يفتن القلوب ولكنه في النهاية (كما عرِف غولد) وسيلة وليس غاية. بعد خمسين سنة من اليوم سوف تصبح التكنولوجيا أكثر قوة وانتشاراً بشكل كبير عما هي حالها اليوم ـ وهي المتميزة بالقول الكثير، ولكن تركيزنا عليها سيكون أقل وليس أكثر مما هو عليه اليوم.

بعض الحقائق المتعلقة بأقسام الكومبيوتر الصلبة في العقود

القليلة القادمة من السنين ظاهرة للعيان. ستصبح الكومبيوترات ورقائق الذاكرات ذات الطاقة العالية رخيصة جداً بحيث يتم تركيبها بصورة روتينية من قبل عشرات الآلاف في كل مجال يرتفع شأنه سواء كان تجارياً أو خاصاً، وسوف تستبدلها بين الحين والآخر مثل قرميد السقف.

بعد خمسين سنة من اليوم (أو أقل بكثير) سوف تنهار الشبكة العالمية أمام المحيط الكبير الهائل المليء بمناهل المعلومات، وعندما تنهل من أحدها فإنك تنهل من عقل متجسد ـ عقلك أو عقل إحدى الهيئات أو أحد المعاهد. المعلومات التي تعتمد عليها ـ قصة حياتك الخاصة إضافة إلى مايعادل عدة مئات من المواقع المفضلة على هذا المحيط ـ سوف تكون حيث تعيش أنت وتتنقل معك. لن تُحمل هذه المناهل معك بل ستتنقل من تلقاء ذاتها عبر المحيط الكبير الهائل مثل الدلافين الاجتماعية التي تتبعك داخل الماء وأنت تمشي متنزهاً على الرصيف.

إحدى النتائج سوف تكون مغْنَماً هائلاً من الأمان. كل مجموعة من البيانات (المحميَّة بكلمة سر على كل حال) سوف تُنسخ آلاف المرات في كل أنحاء المحيط الكبير الهائل، وسوف يوزَّع كل تركيبِ بيانات ويتبعثر على آلاف من الآلاتِ المنفصلة الصغيرة جداً. إنك تحتاج إلى عدد كبير من الاختراقات المنفصلة والمنسَّقة من أجل تدمير البيانات أو سرقتها. مفتاح الحماية في

كلمة السر الخاصة بك والذي تحمله في محفظة نقودك لن يسمح بمجرد فك رموز البيانات فقط بل سيسمح لآلاف من الخيوط المنفردة المنفصلة التي لامعنى لها أن تتضافر فتشكل صورة كبيرة ذات معنى تكون موجودة فقط عندما تنظر اليها.

تجربة فكرية: تصورْ شعاعاً من النور يجتاز الغرفة من مركز أحد الجدران إلى مركز الجدار المقابل وأنت تقف في وسطها بحيث يمر أمامك بالضبط. لن يُرى النور بحد ذاته بالطبع إلا عندما يصطدم الشعاع بشيء ما فيصبح شعاعاً مضاء من ذرات الغبار أو نقيطات من الضباب أو جزيئات عائمة صغيرة أخرى. يتحرك شعاع المعلومات «بسرعة الزمان» كالساعة: كل نقطة ضبابية مضيئة مثلاً تتحرك بثبات من جانب الغرفة الأيمن (وهو المستقبَل) نحو المركز (وهو الحاضر؛ «الآن») وتنطلق باتجاه اليسار (إلى الماضي). يمكنك «أن تتوالف مع الشعاع»: تُقيم شبكة مثل شبكة كرة المضرب في مسار الشعاع على شكل زاوية قائمة باتجاه حركته. هذه الشبكة هي «أداة توليفك للشعاع». ينطلق الشعاع عبر هذا المولِّف بسرعة ثابتة. يمكنك أن ترى الشعاع من خلال النظر إلى الشبكة أثناء مروره.

شعاع المعلومات الحقيقي هو جدول من بنود المعلومات التي تبحر سريعاً. لنفترض أننا حوَّلنا المجال ج إلى شعاع معلومات. يمكننا أن نتصور هذا المجال كجدول من الأُطُر التي

تم تجميد حركتها وارتبط جزء صغير من الصوت بكل منها. (إن مشاهدة المجال ج في التلفاز يجعلك ترى كل إطار يتبع الآخر بشكل لحظي). تصوَّر أن جميع هذه الأُطر تتضافر في شعاع، وأنك تقف في مركز الغرفة. النصف الأيمن من هذا الشعاع فارغ؛ وهذا النصف هو المستقبَل، وهذه الأُطر لم تُبَث بعد. عندما يَبُثّ المجال ج إطاراً جديداً فإن هذا الإطار يتجسد بشكل مادي في مركز الشعاع عند خط «الآن»، ويمر بتدفق ثابت مبتعداً عن يسارك إلى الماضي. إذا وضعت مولِّف شعاعك على خط «الآن» (أو على يسار «الآن» بشكل صغير إلى أبعد الحدود) رأيت كل إطار جديد يتم خلقه. وهكذا فإنك تشاهد المجال يحصرها (في هذه التجربة الفكرية) على شبكة مولِّف شعاعك إطاراً بعد إطار.

يمكن أن يولِّف شخص يقف إلى يسارك على نفس الشعاع، وهو يشاهد المجال ج، ولكنه يقف مثلاً على يسار «الآن» بمقدار عشر دقائق (خمسة أقدام مثلاً إلى يسارك)، إنه يشاهد المجال ج في فترة ماضية قدرها عشر دقائق، أي عشر دقائق قبل الوقت الحقيقي. يمتد شعاع المجال ج بعيداً إلى يسارك. يمكنك أن تشاهد لمدة ساعة أو سنة أو عقد من السنين فيما وراء الوقت الحقيقي وذلك اعتماداً على المكان الذي تولِّف عليه. ماذا نقول عن الجانب الأيمن من الشعاع وهو المستقبل؟ توجد في المجال ج خطط من أجل المستقبل: جدول للبرمجة

يُختزَن في جزء الشعاع «المستقبل». إذا كان المجال ج يذيع سلسلة متواصلة من صور الساعة العاشرة من صباح يوم الثلاثاء القادم فإنه يضع ملاحظة على مستقبل الشعاع على الساعة العاشرة من صباح يوم الثلاثاء القادم، فتسير الملاحظة بتدفق ثابت نحو «الآن». يتدفق كل البرنامج ثانية بعد ثانية نحو «الآن» حيث يتوقف لكونه مبرمَجاً ويتحول إلى شيء يتمُّ بَثُّه ثانية بعد ثانية.

أشعة المعلومات مهمة لأنك تستطيع أن تختزن على أحدها «معلومات حياتك»، ويمكنك أن تختزن على أحدها كمية كبيرة.

خذ معلومات حياتك. الشعاع هو سلسلة من كل بند معلومات تخلقه أو تستلمه. أحد بنود الشعاع يمكن أن يكون صورة أو قصاصة سمعية أو بصرية أو مستند أو فاكس أو علامة كتاب على موقع على الشبكة العالمية أو أية وحدة معلومات أخرى . (عناصر شعاع المجال ج الموصوفة أعلاه متجانسة، فكثير من الأشعة الحقيقية متجانسة بشكل كبير). عند بداية شعاعك ـ على مسافة ما إلى اليسار ـ توجد شهادة ميلادك الإلكترونية تتدفق بشكل ثابت نحو الأمام. بريد إلكتروني يتجسد أمامك بالضبط على خط «الآن». جميع المستندات التي عملت عليها طوال حياتك متوضعة في مكان ما من الماضي على الجانب الأيسر من الشعاع ويتدفق بثبات مبتعداً عنك. من أجل

أن تشتغل على نسخة جديدة من إحدى المستندات يمكنك أن تنسخ عنها وتضع النسخة على خط «الآن» وتشتغل عليها. (معالِجُ كومبيوترك مصحح ضد الإنجراف وعليك أن تضبطه على إحدى المستندات فتنجرف إلى الماضي ولكنها تبقى مثبتةً على شبكتك). يمكن أن تخزِّن في مستقبل جدولك المتدفق خططاً ومواعيد ورسائل تذكير، تتدفق جميعها بثبات نحو «الآن» ثم تعبر خط «الآن» إلى الماضي وتنجرف إلى التاريخ.

إنني أصرف النظر عن أشياء كثيرة، فلم أشرح كيفيات وأسباب هذا الشعاع. ولكن المهم هو أن هذا الشعاع يحتوي على تاريخ وثائقي لحياتك. إذا عرضتَ شعاعك على خط «الآن» عَرَضت كل معلومة جديدة أثناء وصولها. (المحادثات الهاتفية جزء من الشعاع أيضاً). كل ماضيك على الشعاع يبقى عُرضة للدخول إليه وكذلك مستقبلك إلى الحد الذي تعرفه على الشعاع. (أمر صغير ولكنه مهم بين آلاف الأمور: سجلاتك الصحية مخزنة في شعاعك. إنها لك، ويمكن الوصول إليها بشكل مباشر في أي مكان من قبل أي شخص تسميه).

المحيط الكبير الهائل للمستقبل مليء بأشعة المعلومات.

إذا اشتغلت فإن «معلومات حياة» شركتك تتدفق عبر الشعاع، وكل تعليق أو إعلان أو أمر جديد أو مناقشة عائلية التقطت لأغراض المناقشة العامة تظهر على خط «الآن» وتتدفق

عائدة نحو الماضي. لكل إنسان نظرته الخاصة عن شعاع الشركة. مستنداتك الخاصة وبريدك الإلكتروني تعرض لك وحدك مبعثرة مع أمور المجموعة والشركة. تحدُث المناقشات على الشعاع ثم تسير إلى الماضي. تتشكل المعلومات وتصدر الأوامر على الشعاع. مدراء المعمل يستعرضون الشعاع ويأخذون الأوامر من الشعاع ويترجمونها إلى عمل. خطط الشركة واجتماعاتها وتطلعاتها ومواعيد تنفيذها النهائية تخزَّن على مستقبل الشعاع.

الشعاع عقل الشركة، ولم يكن للشركات «عقولاً» من قبل. عقل الشركة لايعمل مثل عقلك فقد بناه عدد من الناس وليس شخصاً واحداً. إنه يسجل الماضي والحاضر والمستقبل ولا ينسى شيئاً. عندما تضغط على شعاع شركة تدخل إلى عقلها وتصبح في الحقيقة جزءاً من عقلها.

تتصرف المدرسة أو الجامعة بنفس الطريقة. إحدى الطرق للتفكير في صف أو منهج هو كشعاع يمثل مواد المنهاج نقطة بعد نقطة وبنداً بعد بند. ربما يكون عدد من الطلاب يبحثون عن طرقهم في وقت واحد وفي اتجاه واحد وكل منهم في نقطة مختلفة، وفي نفس الوقت يراقب الاستاذ الشعاع بكامله ويدخل تحديثات على المادة حسب الحاجة ويستعرض الأسئلة أثناء طرحها. الحرم الجامعي الإلكتروني هو شعاع. ماهي «حياة الحرم الجامعي»؟ مناقشات مستمرة (بالاضافة إلى اتصال مادي

يمكنك أن تتدبر أمره وفق هواك). توجد على شعاع الحرم الجامعي مئات من المناقشات ينطلق صداها في وقت واحد، تنفصل ثم تتصل وتتكلم الجامعة ذاتها في نفس الوقت من خلال إعلانات وقرارات وغير ذلك، وكل وحدة من هذه المعلومات تشكل بنداً مستقلاً على الشعاع وتتبعثر كلها مع المناقشات التي تدور. تُوْدِع الجامعة خططها وبرامجها لدى المستقبل وتسير مناقشات حرم الجامعة إلى الماضي. لم يعد فِناء الجامعة نقطة من الزمن، فكل تاريخه على الشعاع ويمكنك أن تنخرط فيه في أي مكان أو إن أحببت في أي زمان. كذلك لم يعد الحرم الجامعي (أو الشركة) نقطة في الفراغ، إذ يمكنك أن تنخرط في الشعاع وتنضم إلى أحد عقول هذا المجتمع حيثما كنت: جالساً في غرفتك أو مستلقٍ على ظهرك على الشاطئ.

السوق شعاع يلتقي فيه الباعة والمشترون.

ولكننا نود أن نكون مع الناس الآخرين خلال معظم الوقت، فنحن لانريد أن نجلس في البيت. بعد خمسين سنة من الآن سوف يرتاد الناس مكاناً ما وينضمون إلى مجموعة لأنهم يريدون ذلك وليس لأن عليهم أن يفعلوا ذلك. سوف تكون المدرسة مجتمعاً عشوائياً من أولاد الجيران، وكل ولد سوف يدخل على شعاع مستقل ـ ولعلَّ عشرين تلميذاً جالسين ضمن صف في «مدرسة الحي» يداومون جميعاً في الواقع في مدارس مختلفة ولكنهم يستطيعون كلهم أن يتناولوا طعام الغداء معاً

ويمرحون في الهواء الطلق معاً ويمكن أن تتم مراقبتهم من قبل أي شاب مسؤول «سواء كان يحمل شهادة مدرسية علمية أم لا». سوف تؤدي «مكاتب الحي» وظائفها بنفس الطريقة. يمكنك أن تعمل في مجمَّع مكاتب صغير مع حفنة من الناس جميعهم عمالاً في شركات مختلفة ولكنهم مع ذلك يختارون تمضية أيام العمل مع بعضهم البعض.

سوف تختفي المكاتب الإدارية التي تعطي أرضنا اليوم شكلها. المخازن والمحلات هي الآن في طريقها إلى الزوال. (يبدو أن شركات التجارة الإلكترونية قد توقفت بصورة مؤقتة ولكن تذكروا مدى السخافةَ في بدائيةِ المواقع على الشبكة العالمية اليوم. ليس هناك من سبب على سبيل المثال يمنع من تقليب صفحات كتاب بحثاً عن موقع لمحل بيع كتب، وكذلك من إتقان مخطَّط توزيع جديد في كل مرة تزور موقعاً جديداً. التجارة والتعليم يتحركان بكل عناد إلى الفضاء الرحب في مختلف الأحوال والظروف، والنتائج ستكون مختلطة بشكل واضح). التأثيرالنهائي لأشعة المعلومات المنتشرة في أنحاء العالم سوف يكون لجعل الأحياء السكنية مهمة كما كانت في القرن التاسع عشر. سوف يحتاج الناس إلى بيوت وأماكن اجتماع عامة محلية مشاعٍ للناس كافة ومريحة. لن نحتاج إلى المدن أكثر من ذلك إلاّ باعتبارها متاحف ضخمة وحدائق للمواضيع ومراكز كبيرة للتسوق. الأمر السيء جداً هو أن المدن

من بين أعظم أعمال البشرية الفنية، ولكن ينبغي علينا أن نحيطها بمزيد من التقدير عندما لم نعد بحاجة إليها.

هل يقود الناس سياراتهم بعد خمسين سنة أقل مما هم عليه اليوم؟ كلا بل سيقودونها أكثر. لنحسبها: نحن نحب أن نقود السيارة، وكلما ازددنا غنىً استطعنا أن نفعل المزيد مما نحب.

وهكذا فإن العالم بعد نصف قرن من اليوم سيبدو مختلفاً ويعمل على شكل مختلف. سيزداد غنىً، وسوف يكون له تكنولوجيا أكثر زهواً، وربما أكثر سعادة بقليل عما قبل.

❑

ديفيد غيليرنتر David Gelernter أستاذ علم الكومبيوتر في جامعة يال Yale وكبير علماء ميرور ورلدز تكنولوجيز Mirror Worlds Technologies في نيو هيفن.New Heaven تتركز أبحاثه على إدارة المعلومات والبرمجة المتوازية والذكاء الاصطناعي. «الفراغات المرحليَّة» التي ظهرت في نظام ليندا Lynda System الذي وضعه نيكولاس كاريرو Nicolas Cariero وغيليرنتر Guelernter سنة 1983 هو أساس الكثير من أنظمة الاتصالات الكومبيوترية في كل أنحاء العالم. الدكتور غيليرنتر هو مؤلف مرايا العالم Mirror Worlds، التفكر بالآلة The Muse of a A machine 1939، رسم الحياة Drawing life وجمال الآلة Machine Beauty.

جوزيف لودو

العقل والدماغ والنفس

بدأ الشاب سيغموند فرويد Sigmund Freud مسيرته العلمية بدراسة الجهاز العصبي معتقداً أن أسرار الحياة الفكرية سوف تُنار من خلال فهم وظيفة الدماغ. ولكنه تحول إلى التعامل النفسي البحت لأنه سرعان ما أدرك أن الأدوات المتوفرة لدراسة الدماغ لم تكن متقدمة بشكل كاف لوضع معتقداته قيد الممارسة. أصبح علم الأعصاب تخصصاً مزدهراً خلال السنوات المنصرمة، وأصيب فرويد بالذهول من الاكتشافات التي تحققت له. غير أن جوانب كثيرة منه كان لابد من تعلمها، وإليكم وصفاً لبعض التطورات التي يمكن أن نتوقعها في السنوات القادمة.

قراءة الدماغ

قطع علم الأعصاب شوطاً كبيراً باتجاه كشف النقاب عن كيفية توسط الدماغ لبعض نواحي العقل مثل الإدراك والذاكرة

obeikandl.com

والعواطف. وقد اشتمل جزء كبير من هذا العمل على دراسة الكائنات الحية غير البشرية ولاسيما الفئران والقردة. إن تناول الموضوع من خلال هذا السبيل كاف لطرح أسئلة عن وظائف الدماغ التي يتشارك فيها البشر مع المخلوقات الأخرى، ولكنه ترك فجوات هامة في فهمنا لوجوه التفرد في دماغ الإنسان. ساعدت الأبحاث التي أجريت على البشر المصابين بتلف دماغي على سد هذه الفجوة، ولكن دراسة المصابين بالأذيات الدماغية كانت كثيراً ماتدور ـ بنفس القدر ـ حول الوظيفة الطبيعية وحول كيفية قيام الدماغ بالتعويض عن الوظيفة المفقودة.

تمكننا التكنولوجيات الجديدة من دراسة الوظيفة الطبيعية للدماغ البشري، وهي واعدة بمستوى جديد من فهم العلاقة بين الدماغ البشري وبين العقل البشري. وفَّر ظهور التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي للباحثين وسيلة آمنة وعملية من أجل النظر في أعماق دماغ الإنسان وملاحظة مُجرياته أثناء قيامه بنشاطات نفسية أو بتنفيذ بعض التجارب. لقد ركزت معظم الدراسات التصويرية حتى تاريخه على تفعيل دور هذه التكنولوجيا وبيان أن هذه الطريقة تكشف النقاب عن صورة وظيفة الدماغ ذاتها التي تكشف عنها معظم طرق التعامل التقليدية. يرتبط الكثير من الاكتشافات الحالية بدراسات وظيفة الدماغ في حيوانات التجارب. ستبقى نتائج التصوير هباءً منثوراً ما لم يُنظَر إلى خلفية العمل الذي تؤديه أنظمة دماغية محددة. دلَّت دراسة

الفئران والثدييات الأخرى على أن اللوزة - وهي عبارة عن قسم صغير في الفَص الصدغي - هي الجزء الرئيسي في الشبكة الدماغية المسؤولة عن تحرّي الخطر والرد عليه. ثم بيّن الباحثون من خلال هذه المعلومات أن المرضى الذين يعانون من أذيّة في اللوزة ضعفاء في مجال معرفة الخطر، وأن مناطق من اللوزة تتفعّل عندما يتعرض الأشخاص لمحرضات مُهَدِّدة؛ كما يُبيّن ذلك التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي. مهدت الدراسات التي أجريت على الحيوانات السبيل في هذه المجالات وفي مجالات أخرى أيضاً.

إن من المهم أن تكون أصناف المخلوقات التي تجري دراستها ملائمة للمسائل التي تطرح، فالذاكرة الفعالة التي تسمح لك بالاحتفاظ بالمعلومات في عقلك والاستفادة منها هي، على سبيل المثال، عمليةٌ رئيسية تبطّن التفكير البشري. ومن المعروف أن هذه العملية تتصل بقسم من الدماغ البشري يسمى القشر أمام الجبهي الجانبي الظهري Dersolateral prefrontal cortex. لا توجد هذه القشرة لدى الفئران، ولذلك فهي ليست مناسبة لهذا النوع من الدراسات على الذاكرة، أما القردة فإنها تمتلك هذه القشرة وقد تم اكتشاف الكثير مما عُرِف عن دور هذه المنطقة في عمل الذاكرة الفعالة من خلال دراسة أجريت عليها. غير أن ناحية مهمة من الفكر البشري تتعلق بذاكرة العمل الشفهي، وهي وظيفة لايمكن أن تُدرس بصورة مباشرة في أي صنف عدا

البشر. لعبت الدراسات الحديثة التي جرت من خلال التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي دوراً مهماً في توضيح كيفية عمل ذاكرة العمل الشفهي في الدماغ البشري.

من المحتمل أن يتركز مستقبلُ البحث في دماغ الإنسان في ثلاثة مجالات مختلفة من خلال التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي أو طرق تعامل أخرى، ومنها وسائل أخرى لتسجيل الأنشطة وطرق لتحفيز مناطق دماغية منتقاة وتحريض النشاط. يتجلى أولها في معظم المخلوقات التي تمشي: سوف نتعلم المزيد عن بعض العمليات التي نعرف عنها شيئاً قليلاً، مثل التنظيم العصبي للإدراك والذاكرة والعواطف واللغة والذاكرة الفعالة. ويتضمن ثانيها اكتشاف المزيد عن كيفية التفاعل المتبادل بين هذه العمليات في الدماغ. وهذا البحث سوف ينطلق بنا من مفاهيم ضيقة لأنظمة وظيفة الدماغ إلى مفاهيم أوسع ـ وعلى الأقل ـ إلى بدايات لنظريةٍ عن الطريقة التي يُكوّن الدماغ فيها العقلَ تِلْقاء كيفية قيام بعض العمليات الفكرية المعينة بوظائفها. لقد بدأ العمل في هذا المجال ولكنه نادر جداً.

أما المجال الثالث فلعله الأكثر أهمية. تركّز جميع دراسات وظيفة الدماغ تقريباً على طريقة عمل الدماغ النموذجية لدى الكثيرين منا في معظم الوقت. وتشتمل كل من هذه الدراسات على مواضيع كثيرة جداً من أجل وضع معيار عمل. وعندما يتوفر لدينا أساس صلب في فهمنا لهذه الوظائف المعيارية فإننا

نستطيع أن نطرح أسئلة حول كيفية قيام هذه الاختلافات بين الأفراد بتحديد الصفات المتفردة المسؤولة عن النفس أو عن الشخصية. وهذه الأسئلة تتطلب طريقة تعامل مختلفةً بشكل طفيف، وهي طريقة تُجرى فيها قياسات كثيرة لموضوع واحد بدلاً من أن تتم عملية قياس واحدة لعدة مواضيع.

توفر لنا التكنولوجيات الموجودة أدوات قوية لتقييم مايجري في أدمغة وعقول الناس. وبينما تسير هذه التكنولوجيات إلى التحسن، يتوجب علينا أن نتساءل عما إذا كنا ـ كمجتمع ـ جاهزين لما سيقدمه لنا هذا البحث. ماذا تُرانا فاعلين بهذه المعلومات عندما يصبح بالإمكان أن ننظر إلى داخل الدماغ ونرى ما يفكر أو يشعر به الإنسان ـ أي أن نتنبأ مثلاً عن احتمال أن يكون الشخص قاتلاً أو متحرشاً بالصبيان أو مغتصِباً؟

إدارة الذكرى

كلما تكونت لديك ذكرى فإنك تعدل الوصلات بين الخلايا العصبية في دماغك. وسواء كانت هذه الذكرى قليلة الأهمية مثل لون الجوارب التي لبستَها هذا الصباح أو مهمة مثل صوت أمك، فإنما هي عملية تعديل الوصلات بين الخلايا العصبية، وتسير ببساطة على الشكل التالي: هذه الخلايا العصبية المشغولة بصورة فعالة أثناء تشكُّل الخبرة تتعرض لبعض التغييرات الكيميائية التي تفَعِّلُ المورثات فتبدأ باصطناع

البروتينات ضمن هذه الخلايا الفعالة، وتُنقَلُ هذه البروتينات إلى الوصلات الفعالة في الخلايا النشيطة فتغير من قدرة هذه الوصلات لكي تتلقى الرسائل من الخلايا العصبية التي تتصل بها. تتجسد الذكرى في هذه التغييرات. نستطيع أن نتوقع ـ في ظل ما نعرفه اليوم ـ أن تتوفر في المستقبل القريب إمكانية التحكم بادارة الذكرى بطرق مختلفة.

وبعد أن تطاول عمر الإنسان أصبح المزيد من الناس يعانون من مشاكل في الذاكرة مرتبطة بالشيخوخة، وتتجلى بشكل أكبر في المصابين بمرض ألزيهايمر وببعض الحالات العصبية الأخرى، ولكن الذاكرة تتداعى أيضاً لدى الأشخاص المسنين دون اضطراب دماغي محدد. يحاول العلماء اليوم أن يستخدموا المعلومات المتجمعة من دراسات الذاكرة التي أجريت على مختلف الحيوانات مثل الرخويات البحرية والذباب والفئران والأرانب والقردة من أجل إيجاد طرق لتحسين الذاكرة لدى الإنسان. ولقد ترسخ بشكل جيد على سبيل المثال أن الكثير من أشكال الذاكرة تعتمد على غلوتامات glutamate النواقل العصبية ومستقبلاتها. وعليه فإن إحدى خطط تحسين الذاكرة تشتمل على تطوير أدوية يمكن أن تسهل من نقل الغلوتامات. وهناك خطوة هامة في تشكيل الذاكرة هي مرور الشوارد الكيميائية (ولاسيما الكالسيوم) عبر مستقبلات الغلوتامات إلى الخلايا العصبية، ذلك أن ارتفاع هذا الكالسيوم يؤدي إلى تفعيل الجزيئات التي تفَعِّل

بدورها المورثات. إن توفير خطة أخرى لتحسين عمل الذاكرة تكمن في تطوير أدوية تهدف إلى هذه العمليات ضمن خلايانا الدماغية؛ أي محاولة تحسين قدرتها على تفعيل المورثات التي تركّب البروتينات فتحافظ بدورها على استقرار شبكة الوصلات التي تبطِّن الذاكرة.

ولكن ماذا نقول عن معالجة أدمغة الناس الذين يعانون من مشاكل عصبية مثل مرض ألزيهايمر؟ يتوفر أمل جديد في الاكتشاف الحديث؛ وهو أن الخلايا العصبية الجديدة تتولد في الدماغ الشاب في منطقة دماغية هي الحُصَين hippocampus، وهي ذات أهمية مركزية في قدرتنا على التذكر بصورة إرادية. لعل من الممكن استعادة وظيفة الذاكرة إذا أمكن تشجيع هذه الخلايا بطريقة ما على الاتصال بدارات الذاكرة المتداعية والمشاركة فيها. إذا أطلقت الحكومة الاتحادية أيدي الباحثين وتركت لهم الحرية في المضي قُدُماً بالمزيد من الأبحاث في الخلية الجذعية، فربما أمكن منع حصول ظروف مثل ظروف ألزيهايمر من الظهور نهائياً لدى أشخاص يساورهم الشك.

منطقة أخرى يمكن لعلم الدماغ أن يكون له تأثير مهم فيها هي منع تشكل الذكريات غير المرغوب فيها أو التخلص منها، ولاسيما الذكريات الرَّضِّية، وهي التي تشكل جوهر ظروف مثل الاختلالات الناجمة عن التوتر بعد الرَّض. قد يتحسن هذا الاضطراب إلى حد ما إذا أمكن إجهاض هذه الذكريات. استنبط

الباحثون طرقاً لتغيير مصير الذكريات أثناء تشكلها وتثبيتها، ويمكن أن يؤدي هذا إلى تطوير أدوية قد تعطَى بعد فترةٍ قصيرةٍ من حادثة مسببة لتوتر كبير، وبذلك يُمنع تشكُّل ذكريات رضِّية. ولكن نظراً لأن استقرار تشكيل الذكرى يأخذ فقط بضع ساعات - وهو الزمن الذي يستغرقه تشكيل البروتينات واستخدامها - فإن لهذه الطرق تطبيقات محدودة، ورغم ذلك فلعل البديل يكون متوفراً.

دلت الدراسات الجديدة على الفئران على أن ذكريات معيَّنة حسنة التشكيل يمكن أن تنقطع إذا تم التدخل بالبروتينات في موقع الذكرى في الدماغ أثناء عملية استذكار الخبرة المستحصلة. وحتى يكون من المفيد أن يتم تفكيك الذكريات الرَّضِّية في البشر دون المساس بالذكريات الأخرى، فإن الدواء الفعال يجب أن يستهدف نقاطاً لها علاقة بالذكرى الرَّضية. وهذا يتطلب بدوره أن نجد موقعَ تشكل الذكرى الرَّضِّية عند اضطراب التوتر مابعد الرضي، إضافة إلى إيجاد طريقة ما للحد من الدواء في تلك المنطقة. وسوف ندرس هذه النقاط بعد هنيهة.

وبالطبع وحتى لو أصبح بالامكان إزالة الذكريات المزعجة لدى البشر أو إضعافها فإنه أمر لا يجب القيام به على نطاق واسع. تصوروا أحدى ضحايا المحرقة التي عاشت عقوداً مع ذكريات معسكرات الموت. هذه الذكريات أصبحت بلا شك متأصلة كجزء من شخصيتها. وعلى الرغم من أن الإنسان قد

ينزعج بشدة من هذه الذكريات فماذا يحدث لنسيج شخصية الضحية لو أزيلت فصول من الأحداث التي أصبحت جزءاً مركزياً من حياتها؟

يصبح التقدم العلمي في بعض الأحيان جزءاً من الحياة اليومية، ولذلك قد نشهد اليوم الذي يتم فيه استخدام الأدوية دون وصفة طبية من أجل إضفاء معنىً قوياً خاصاً في دماغك على خبرة معينة. لكي تستحضر ذكرى حية لعيد ميلاد أو زفاف ـ على وجه الخصوص ـ ما عليك قبل الحفلة تماماً إلا أن تبتلع حبةً فتجعل الغلومات أو الجزيئات الأخرى تعمل بمزيد من الفعالية، وتنطبع التفاصيل الحية لجميع الأحداث في داراتك.

إن إعادة ترميم شبكة التوصيلات ليس أمراً بعيد المنال كما يبدو. نحن نختلق ظروفاً في كل الأحيان من أجل زيادة الأثر العاطفي للخبرات وجعل تذكرنا لها حيّاً وله ديمومةً. هناك طريقة أخرى لفعل نفس العمل من خلال تناول دواء للوصول إلى ذلك. إن إعطاء زوجك حبّة في ذكرى زواجكما بدل باقة ورد هو أمر أقل رومانسية، ولكن الحبة قد تؤدي النتيجة المطلوبة (ليلة لاتُنسى) بفعالية أكثر، وإلا فيمكنك المراهنة على عدم خسارتك في تعاطي الحبة والباقة معاً.

أدوية ذكية

كان ماكبيث Macbeth شديد الشوق إلى «ترياقٍ حلوٍ لا يُنسى» ضد الحزن. لدينا اليوم عدد من الأدوية الناجحة إلى حدٍّ ما لمعالجة الاكتئاب والاضطرابات النفسية الأخرى، ولكن للأدوية ثمناً هو الآثار الجانبية. بعد خمسين سنة من اليوم أو أقل سوف تعالِج الأدوية الشبكات المضطربة في الدماغ دون أن تؤثر على الشبكات الأخرى. ولابد من إنجاز تطورات كثيرة حتى يتم إيجاد هذه الأدوية.

سوف نحتاج في المقام الأول إلى أن نتعلم المزيد على وجه الخصوص عن الشبكات التي تتأثر باضطرابات معينة. لقد بدأ التصوير الدماغي بالمساعدة في هذا الخصوص. تبين الدراسات كيف أن أدمغة الناس المصابين بالاكتئاب واضطرابات القلق وانفصام الشخصية يختلفون عن الذين لا يعانون من هذه البَلايا، ولكننا بحاجة إلى أن نتعلم المزيد عن الوظيفة الطبيعية للمناطق الدماغية المعنِيّة من أجل أن نخلق بعض المعنى لهذه الاختلافات.

إنه افتراض منطقي على سبيل المثال في ظل البيانات البشرية والحيوانية الموجودة في الوقت الراهن أن تنتج الاضطرابات المتصلة بالخوف ـ (نوبة الرعب، الاضطراب التوتري بعد الرضي، القلق الشامل، الرهاب، وانفصام

الشخصية الرهابي) ـ عن تغيرات في الطريقة التي تعمل بها شبكات الخوف الدماغية في الحالة الطبيعية وتتفاعل مع الشبكات الأخرى. وبما أن اللوزة جزء هام من هذه الشبكات كما رأينا، فإن التغيرات في عملها يمكن أن تكون مسؤولة عن بعض نواحي القلق. وعلى وجه التحديد فإن الخوف الزائد وغير المناسب يمكن أن يحدث لأن اللوزة مفرطة في الحساسية وتبحث عن الأخطار وتستجيب بشكل دفاعي لحالة قد يتجاهلها شخص آخر، أو قد تكون ردة فعل اللوزة شديدة فتستجيب بشكل دفاعي أكثر مما يمكن أن يفعله شخص آخر تجاه نفس الدرجة من التهديد. قد تنشأ أيّ من هاتين الحالتين عن شبكة وصل وراثية أو عن خبرات رضية أو توترية، أو عن أي خرج بين الحالتين. وعلاوة على ذلك فإن أياً من الأثرين يمكن أن يبرز من خلال الطريقة التي يُنظَّم بها عمل اللوزة من قبل المناطق الدماغية الأخرى التي تتصل بها. ويمكن لظروف أخرى أن تبرَّرَ بتغيرات أخرى في الدارات ضمن اللوزة أو بين اللوزة وبين المناطق الأخرى. إذا بيَّنت الدراسات التصويرية أن اللوزة (أو أية منطقة أخرى) متأثرة باضطرابات القلق كان توضيح وظيفة المنطقة ومدى تفاعلها المتبادل مع الأجهزة الأخرى أساسياً من أجل استنباط خطة علاجية جديدة. ولكن حتى في هذا الوقت فعندما تبيّن هذه الدراسات علاقة بعض مناطق الدماغ بمثل هذه الظروف البشرية كالقلق فإن الدراسات على

الحيوانات تبقى مهمة من أجل فهم الآليات العصبية التفصيلية عند مستوى الخلايا والوصلات بين الخلايا العصبية في المنطقة، وفي نهاية المطاف فإن تطوير أدوية جديدة وأكثر جودة يعتمد على مستوى المعرفة.

يمكننا أن نبحث عن الأدوية التي ستستهدف الدارات المصابة عندما تبين دراسة الصور البشرية علاقة شبكات معينة بحالة خاصة وتوضح الدراسات على الحيوانات التنظيمَ التفصيلي لهذه الشبكات. تشتمل إحدى الاستراتيجيات على تخصيص الأموال من أجل التقدم في علم الوراثة الجزيئي: إذا استطعنا أن نحدد جزيئاً ما يمكن أن يُعبَّر عنه فقط في اللوزة أو يتم التعبير عنه فيها من خلال طريقة معينة، فربما أمكن حينذاك أن نستخدم ذلك الجزيء كمفتاح لإطلاق دواء من عقاله، مما يعني وجوب الإستمرار في تعاطي الدواء عن طريق الفم وانتقاله بصورة واسعة في مجرى الدم ووصوله إلى عدة أماكن في الدماغ، غير أنه سيكون قاصراً في معظم المناطق الدماغية بسبب تغليف الجزيء الدوائي، ولا يصبح فعالاً إلا عندما يواجَه الجزيء الرئيسي الذي نَفترض في هذا المثال أن يكون موجوداً في اللوزة. يمكن لهذا الدواء أن يُعالِج وظيفة اللوزة غير الطبيعية دون أن يؤثر على مناطق أخرى في الدماغ، وبذلك فهو يقلل من الآثار الجانبية النفسية غير المرغوب فيها والناتجة عن عمل الدواء المنتشر. ولكن التحدي سوف يكمن في إيجاد

طريقة ما للهجوم الإنتقائي على الوظائف المضطربة لأن اللوزة تشارك في وظائف الدماغ «الطبيعية».

دفاع اللوزة

اللوزة ـ مثل كثير من المناطق الدماغية ـ تقوم بعملها في حيّز اللاوعي. يمكننا أن نَعِيَ نتائج تفعيل اللوزة ولكننا لانعي شيئاً من أعمالها الداخلية. وبما أن اللوزة تُستثار حتى تعبر عن استجابات عاطفية يتم التحكم بها بصورة لاإرادية فإنها قد ترتكب جريمةً دون وعي ـ وهو أمر لايغفره الشخص بمحض إرادته أبداً.

وهذه الإمكانية لم تغِب عن المحامين، إذ اعترف النظام القضائي منذ فترة طويلة «بجرائم العاطفة» التي يرتكب فيها شخص ـ عاقل وملتزم بالقانون في حالات أخرى ـ جريمة في غفلة عن المنطقية أو سلامة العقل. ويضيف «دفاع اللوزة» أساساً منطقياً عصبياً لهذا النوع من الجدل. ومع ازدياد تعلمنا لكيفية عمل الدماغ، وتعلم المحامين ما تمّ اكتشافه، تتزايد الدفوع القائمة على أسس عصبية شيوعاً. ولذلك دعونا نلقي نظرة متفحصة على ما أقصده بدفاع اللوزة.

أولاً: ينبغي ألا يتم الخلط بين دفاع اللوزة وبين قضية ذات صلة يمكن أن نسميها دفاع الدماغ المَرَضي حينما يقوم الجدل على أن الشخص قد ارتكب جريمة بسبب تغيّر فيزيائي

ما في دماغه. وبالمقابل فإن دفاع اللوزة يقوم على الرأي بأن الدماغ يتحكم في الأحوال الطبيعية بالسلوك العاطفي بطريقة لاإرادية، ونتيجة لذلك فمن الممكن أن تقوم اللوزة بارتكاب جريمة بعيداً عن التفكير الإرادي. يمكن بشكل واضح أن تتحكم اللوزة في عمل عدائي بصورة مستقلة عن التحكم الإرادي في بعض حالات الإثارة، ويجب مع ذلك أن تستوفى معايير كثيرة لكي يُثمِر الدفاع اللوزي.

إحدى وظائف اللوزة الهامة هي المبادرة السريعة إلى استجابات الحماية في وجه خطر مفاجئ. ولكن السلوك يميل في حال وجود الحافز لبعض الوقت وإدراكه بصورة إرادية إلى أن يكون تحت سيطرة عمليات فكرية أعلى تكون فيها القشرة الدماغية وسيطاً. وعلاوة على ذلك فإن الاستجابات الموجهة من قبل اللوزة هي سريعة وبسيطة وفطرية صلبة تنفَّذ بأسلوب وصفي - أي أنها تُنفَّذ بشكل متشابه لدى جميع أفراد الكائنات الحية. وإذا كان العمل مدروساً يُعبَّر عنه نسبياً بصورة بطيئة (خلال ثوان وليس ميللي ثوان) ويشتمل على تسلسل معقد من الحركات وينفَّذ بطريقة مختلفة من قبل أشخاص مختلفين، فمن الأرجح ألا يكون تحت سيطرة اللوزة المباشرة. قد تؤثر اللوزة بصورة غير مباشرة بهذه الاستجابات الأكثر تعقيداً أو تعدِّلها، ولكنها في نهاية المطاف من عمل أجهزة دماغية أخرى. هذه الحقائق تفترض وجوب أن تشتمل الجريمة على استجابة بسيطة

وفطرية ووصفية إلى حد ما ويتم تنفيذها بشكل فوري دون تعمّد عند وقوع الإثارة حتى يُكتب النجاح للدفاع اللوزي.

إنني أشك في أن جرائم قليلة سوف تستوفي المعايير الضرورية لنجاح الدفاع اللوزي. ومع ذلك فإنه يتضح بشكل متزايد أن هناك عدد من الأجهزة الدماغية غير اللوزة تعمل بصورة لاإرادية ـ وحتى اللاإرادة بحد ذاتها هي نتاج أعمال لاإرادية لشبكات الدماغ ـ وتزيد من إمكانية بقاء الدفاع اللوزي قائماً في جوهره على الرغم من تسميته الخاطئة. إن حاجتنا إلى أن نعيد دراسة طبيعة وحدود المسؤولية البشرية سيعتمد مع ذلك على اكتشافات المستقبل حول التوازن بين التحكم الإرادي واللاإرادي في الدماغ، ومن المحتمل أن تحصل هذه الاكتشافات أيضاً في غضون السنوات الخمسين القادمة.

❑

جوزيف ليدو Joseph Ledoux أستاذ العلوم لمنحة هنري ولوسي موزس Henry and Lucy Moses في مركز علم الأعصاب بجامعة نيويورك. عكف طويلاً على فهم عواطفنا بوصفها حالات بيولوجية للدماغ. يؤكد عمله على دور التعلم والذاكرة (مقارنة بالتحديد الوراثي المسبق) في الخبرة العاطفية ويعمل على إيجاد صلة بين ذكريات الخبرات العاطفية وبين حوادث الوصلات بين الخلايا العصبية. أحدث كتبه هو النفس ذات

الوصلات بين الخلايا العصبية: كيف لأدمغتنا أن تصبح على ماتحن عليه Synaptic Self: How Our Brains Become Who We Are. وقد ألّف كتاب الدماغ العاطفي: البصمات الداخلية الغامضة للحياة العاطفية The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life، وشارك ميشيل غازانيغا Michael Gazzaniga في كتاب العقل المتلاحم The Integrated Mind وحرر كتاب الفكر والعقل: محاورات في علم الأعصاب الإدراكي Mind and Brain: Dialogues in Cognitive Neuroscience مع دبليو هيرست W.Hirst.

openkandl.com

جوديث رتش هاريس

الشيء الذي يجعلنا على ما نحن عليه:

الرؤيا سنة 2050

بصفتي أكبر الأعضاء سناً في جمعية أبحاث تطوير الطفولة (حيث طويتُ سنتي الثانية عشرة بعد المئة في شباط/ فبراير)، فقد طُلبَ إليَّ أن أتقدم بتقرير عن التقدم العلمي الذي أُحرِز في مجالنا خلال الخمسين سنة الماضية وهي النصف الأول من القرن الحادي والعشرين. قبل أن أتحدث عن الأطفال أودُّ أن أقول كلمةٌ عن الناس المسنين أمثالي. التقدم في العمر ـ كما يعرف أعضاء هذه الجمعية ـ هو أيضاً نوع من التطور. بيْن أكثر وجوه التقدم العلمي أهمية في هذا القرن من وجهة نظري كان طرح أدوية يمكن أن تمنع ـ إلى حد ما ـ التغيرات التي تصيب الدماغ والتي تترافق مع مرض ألزهايمر، بل يمكنها أن تعكس اتجاه هذه التغيرات إلى الوراء. ورغم أنني لاأتظاهر بأن ذاكرتي كاملة؛ فأنا أستميحكم العذر إن أخفقت في ذكر شيء تشعرون

obeikandl.com

أن من الواجب إدراجه في هذا التقرير، وما حقيقة دعوتي اليوم إلى هنا وتقديمي لهذا التقرير إلا دليل على فعالية هذه الأدوية.

أما بعد،

فأعود إلى موضوعي المقرر وهو التقدم الذي أُحرِزَ في مجال تطور الطفولة في غضون السنوات الخمسين الماضية. عندما أطل القرن الحادي والعشرين كان علماء التطور قد تعلموا الكثير عن نواحي التطور تلك، والتي لم تتغير في أساسها بالنسبة لجميع الأطفال العاديين حيث أُحرِز تقدم جيد في فهم الكيفية التي يتعلم بها الأطفال التفكير والتحدث والقراءة وما إلى ذلك. ولكن القليل جداً كان معروفاً عن الأمور التي تجعلهم ينمون بشكل يختلف أحدهم عن الآخر: لماذا يصبح أحد الأطفال شاباً لطيفاً والآخر عدوانياً طائشاً. علماء التطور في القرن العشرين (وقد سموا أنفسهم حينذاك «علماء النفس التطوريون») ظنوا أنهم فهموا مصادر الاختلافات الفردية في السلوك والشخصية، ولكنهم ـ كما نعرف نحن اليوم ـ كانوا على خطأ كبير. وهكذا فإن أهم نواحي التقدم التي أُحرزت في القرن الحادي والعشرين كانت فَهْمَ سبب اختلاف الناس بعضهم عن بعض وفي وضع ذلك الفهم قيد الاستخدام.

قبل الخوض في وصف هذا التقدم، أظن أن النظر في الأسباب التي مكّنت من إحراز هذا القدر الضئيل من التقدم في

هذا المجال في القرن الماضي مفيدٌ على سبيل العلم. كانت الأسباب الأساسية إزدراء علم الوراثة واستخدام تكنولوجيات في البحث عفى عليها الزمان. بحلول السنة ألفين كان علماء التطور قد اعترفوا بتذمر أن الأطفال الرُّضَّع غير متشابهين عند الولادة وأن كلاً منهم يولد بصفات متمايزة تعود في أصلها إلى الجينات بشكل كبير، وكانت طريقة البحث التي يستخدمونها تعود إلى خمسينيات القرن العشرين وتقوم على أساس افتراض أن جميع الرُّضَّع في بداياتهم متشابهون!

في الحقيقة كان معظم علماء التطور في خمسينيات القرن العشرين يعتقدون ـ كما ترون ـ أن جميع المواليد الجدد متشابهون، ولذلك فإن أية اختلافات فيما بينهم في مرحلة لاحقة من العمر لابُدَّ أن تُرَدَّ إلى اختلافات الخبرات التي اكتسبوها بعد ولادتهم؛ الاختلافات في البيئة. كانت طريقة البحث التي ترسَّخت في ذلك الوقت معقولة في ظل ذلك الافتراض، ولكنها لسوء الحظ ظلت تُستخدم فترة طويلة بعد أن تم نبْذُ هذا الافتراض.

كانت الطريقة بسيطة. قاس علماء التطور بعض وجوه البيئة وتطور الأطفال في المجال الذي يسمى «البحث في الروح الاجتماعية»، ثم راحوا يبحثون عن الترابط بين قياس وجوه البيئة المحيطة وقياس بعض نواحي التطور عند الأطفال، وبعد ذلك يقدمون تقريراً عمّا وجدوه ـ على سبيل المثال ـ من أن

الاطفال الذين يَقرأُ لهم آباؤهم كثيراً يميلون إلى أن يصبحوا قرّاءً أفضل، أو أن الأطفال الذين يكثر آباؤهم من ضربهم على مؤخراتهم يميلون إلى أن يصبحوا أكثر عدوانية أو أن المراهقين الذين يُجري معهم آباؤهم أحاديث بقلب مفتوح كانوا أقل تعرضاً لأن يعانوا من مختلف أنواع مشاكل المراهقة. كانت الخطوة النهائية هي تحويل هذه الاكتشافات إلى توصيات للآباء: إقرأوا لأطفالكم إذا أردتم فلاحهم في الدراسة. أقلِعوا عن ضربهم على مؤخراتهم إذا أردتموهم غير عدوانيين. بادروهم بحديث القلب للقلب إذا أردتم لهم ألا يُعانوا من المشاكل. دفعت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية للباحثين في الواقع مبالغ كبيرة من المال للقيام بهذا النوع من الأبحاث وإصدار هذه التوصيات.

نعم! يمكننا أن نضحك اليوم على ذلك، ولكن هذا كان حينها أمراً جدياً. كان علماء التطور في أواخر القرن العشرين «يُنكرون» على من يستخدم عبارة شائعة في ذلك الحين، ولم يواجهوا واقعَ مساهمة المورثات بشكل مميَّزٍ في النتائج التي كانوا يقيسونها، وكانت حصيلة بحثهم غير قابلة للتفسير. ورغم اعترافهم أن للأطفال مورثات إلا أنهم أنكروا أن الأطفال يرِثونها عن آبائهم ولذلك يميلون إلى أن يشبهوا آباءهم الطبيعيين في مجالات كثيرة منها مثل الذكاء والعدوانية والوعي، وذلك لأسباب وراثية محضة.

لماذا تطلَّبَ من علماء التطور مثل هذا الوقت الطويل حتى يدركوا هذه الحقيقة الناصعة؟ الدراسات التي تَستخدِم أفضل التكنولوجيات قدَّمت في نهاية الأمر مايكفي من المعلومات لبيان أنهم كانوا يقفزون إلى النتائج الخطأ. الباحثون في المجال الذي كان يسمى في ذلك الحين علم الوراثة السلوكية (والذي يُعرَف اليوم بصورة أفضل من خلال أسماء تخصصاته الفرعية) بيَّنوا أن التضافر ـ الذي كان علماء القرن العشرين في التطور مولعين بالتحدث عنه ـ يمكن أن يُفَسَّر بكامله تقريباً على أساس التشابهات الوراثية بين أفراد الأُسْرَة البيولوجية، ولكنها تختفي حين يتعلق الأمر بالعائلات التي تتبنى أطفالاً. هذه النتائج والتحذيرات التي كتبها أشخاص فهموها، تجاهلها الكثيرون.

كنت واحدةً من هؤلاء الأشخاص الذين استنفذوا جهدهم ـ عند اقتراب نجم القرن من مغربه ـ في إصدار التحذيرات، ولقد تنبأ أحد الناس أن يشكِّل كتابي فرضية التنشئة The Nurture Assumption المنشور سنة 1998 ـ «مُنعطفاً في تاريخ علم النفس»، ولكن ذلك للأسف لم يُكتب له. لايمكن لسفينة بهذا الحجم أن تعمل بهذا القدر اليسير من المال، فقد كانت تبحر بسرعتها القصوى إلى الأمام يقودها أكّاديميون مشهورون في ذلك الوقت وكانوا مرتاحين بشأن الأمر الواقع الذي كان كثير من المتذمرين يسعون لتحويله إلى اتجاه جديد. أول المتذمرين ـ إذا لم تخنّي الذاكرة الحَقّةُ ـ كان كتاب حدود تأثير الأسرة

The Limits of Family Influence لمؤلفه ديفيد رو David Rowe، وبُعَيد أُفول نجم القرن جاء كتاب ستيفن بينكر Steven Pinker السجل الفارغ، وبعده بسنوات قليلة جاءت مساهمة روبرت وودس Robert Woods وأبيغيل فوك Abigail Valk. (ربما لايعرف بعضكم ـ من الناحية التاريخية ـ أن وودس Woods كان لاعب غولف محترف، وأن أبيغيل Abigail ليست بطبيعة الحال رئيسة سابقة لهذه المنظمة فحسب بل هي حفيدتي أيضاً).

لكن التذمر الأكبر جاء من خارج ميدان علم النفس التطوري، عفواً أعني العلم التطوري. إن فك رموز الجينوم البشري أعطى دفعاً هائلاً للبحث في علم الوراثة، وهذا أدى في المقام الأول إلى تثمين ـ وبعد ذلك إلى فهم ـ التغييرات الكبيرة في شخصيات الناس وقدراتهم الإدراكية والتي يمكن أن تحدثها تغييرات طفيفة في المورثات. واجه الباحثون في نهاية الأمر حقيقة كيفية تأثير البيئة على تطور الطفل والتي لم يتمكنوا من تبيانها دون معرفة صفات وميول الطفل التي استقدمها معه إلى تلك البيئة. ليس بمقدور البحث في حصيلة التطور فقط أن يبين لنا أي شيء دون استخدام شواهد من المورثات لضبط النتائج.

يمكننا اليوم استخدام شواهد لضبط نتائج عدد كبير من تأثيرات المورثات بشكل مباشر، وذلك من خلال مسح جينوم شخص ما بحثاً عن ترابطات مختلفة للمورثات. ولكن الاستخدام طويل الأمد لشواهد الضبط من أجل التأثيرات

الوراثية يتطلَّب استخدام طرق مُرْهِقة مثل دراسة الأبناء بالتبني أو التوائم. ورغم أن هذه الطرق كانت بشكل واضح أكثر توليداً للنتائج، إلا أن استخدام الطرق الأقدم استمر حتى سنة 2016 عندما حزمت حكومة الولايات المتحدة أمرها ورفضت تمويل مزيد من أبحاث التطور التي لم تكن تشتمل على شواهد وراثية لضبط النتائج. أحدث هذا القرار ثورة في ميدان هذا العلم ليس لأنه وضع حداً للأبحاث التي لاطائل تحتها فقط بل لأن كثيرين من الجيل الأكبر عمراً من علماء التطور قرروا التقاعد في ذلك الحين أيضاً.

هناك بالطبع عوامل أخرى ساعدت على تحويل مجالنا إلى الإتجاه الجديد، وسوف أذكر عاملاً آخر: المعرفة التي تم الحصول عليها من خلال الإكتشافات في الباليوأنثروبيا[37]، حيث تمَّ الإكتشاف الأهم سنة 2021 في كتلة جليدية ذائبة في .....آه، أين كانت؟ في مكان ما من شبه الجزيرة الاسكندنافية أو ما حولها. وُجد في الثلج جسد لأحد الأوربيين القدماء مات قبل حوالي سبع وعشرين ألف سنة، ولكن الهياج لم يكن بسبب الأوربي ذاته بل بسبب مايرتديه، إذ كان معطفه مصنوعاً من فَرْوٍ سميك جميل لم يستطع أحد أن يتعرف عليه في البداية.

(37) الباليوأنثروبيا Paleoanthropology علم يبحث في أصول الإنسان القديم وتطوره.

حسنٌ ـ كما تعرفون ـ تبين أن الفِراء كان لأحد سكان الكهوف[38]، وحتى نكون دقيقين كان لثلاثة منهم. أدى هذا الإكتشاف المثير إلى مراجعة الأفكار الخاصة بتطور وتاريخ الهومينيديات[39] وأبان هذا الاكتشاف شيئاً كان ينبغي أن يدركه علماء الباليوأنثروبيا: إن إنسان الكهوف كان يكسوه الفراء، وما كان له أن يبقى على قيد الحياة مدة طويلة في أوروبا خلال العصر الجليدي دون غطاء سميك من الفراء، فجلد الغزال المتدلي لايمكن أن يشكل حماية كافية ضد ذلك النوع من الطقس، ولم يكن هذا الإنسان قد اكتشف الإبرة بعد ولذلك لم يكن ليستطيع الخياطة. كان من الصعب على الناس في البداية أن يقبلوا فكرة أن أجدادنا لم يروا في إنسان الكهوف مصدر طعام فحسب (وهذا يبدو محل معذرة، لأن هذه النظرة كانت متبادلة فيما بيننا)، بل كمصدر للثياب أيضاً.

ورغم أن هذا الاكتشاف قد برهن على شيء كنا نعرفه من قبل، وهو أننا مفترسون ـ ونحن أشرس المفترسين الذين عرفهم العالم منذ نشوئه ـ ولكنه أدى في نهاية المطاف إلى نظرة واقعية أكثر للطبيعة البشرية. أخيراً أُلقِي بالرأي الرومانسي حول «المتوحش النبيل» في سلة المهملات؛ حسنٌ، لقد كان أجدادنا

---

(38) Neanderthal

(39) Hominids وهي مراتب الثدييات التي لم يبق من سلالتها على قيد الحياة سوى الإنسان الحديث.

متوحشون ولكنهم لم يكونوا نبلاء، ونحن لم نصل إلى ما نحن عليه اليوم من خلال كوننا أناساً طيبين.

من الواضح رغم ذلك أننا قادرون على أن نكون أناساً طيبين في ظروف صحيحة. حقق الباحثون تقدماً طيباً في تحديد هذه الظروف ولكن هناك عمل كبير يجب أن يتم.

الذي تعلمناه عن تطور الطفل

أعتذر عن الحديث بهذا القدْر عن علم الوراثة في وقت أبدى فيه الكثيرون منا مزيداً من الاهتمام بتأثيرات بيئة الطفل. كما قلت، علينا أولاً أن نستخلص تأثيرات المورثات من أجل أن نرى التأثيرات البيئية بصورة واضحة. يمكن للباحثين اليوم أن يفعلوا ذلك بشكل دقيق من خلال تكنولوجيا وطرائق القرن الحادي والعشرين.

لقد بَيَّن هذا البحث أنه لم يسلك نفس السبيل الذي كان في ظن علماء تطوير القرن العشرين وذلك على الرغم من تأثيرات البيئة المهمة على تطور الأطفال. لقد تبين أن معظم العلاقات المترابطة التي بنَوا عليها نظرياتهم كانت إما نتيجة لتأثير المورثات المباشر ـ حقيقة أن الآباء وأبناءهم البيولوجيين لديهم نفس الأشكال الوراثية ـ أو للطريقة التي كان يتصرف فيها الآباء تجاه سلوك أبنائهم. يقل احتمال أن يُجرِي الآباء حديث القلب للقلب على سبيل المثال مع مراهقين يزْدرون كل ما يقول

الآباء أو يرفضون أن يصغوا اليهم. وكما هو الحال فإن هؤلاء هم نفس المراهقين الذي كان من المحتمل كثيراً أن يواجهوا المشاكل. إن فشل الآباء بإجراء مثل هذه الأحاديث وميل المراهقين لفعل أشياء جنونية هما أمران مترابطان لأن مصدرهما واحد: شخصية المراهق.

وعليه فإن السؤال هو كيف لنا أن نفسِّر شخصية المراهق؟ لماذا يكون أحد المراهقين واعياً والآخر طائشاً؟ أحدهما لذيذ والآخر مقرف؟ قبل عقود من بداية هذا القرن كنا نعرف أن ذلك كله لم يكن من المورثات، فالتغيرات الوراثية يمكن أن تفسِّر فقط نصف التغيرات في الشخصية من إنسان لآخر. ولكن القليل كان معروفاً عن التأثيرات غير الوراثية على تطور الشخصية، لأن معظم وقت ومال البحث قد صرف على أشياء ثبت أنها طرق مسدودة.

حدث انفراج كبير عندما أدرك علماء التطور أخيراً تداخل الأدوار بين الشخصية والمحيط. لقد تم الاعتراف قبل وقت طويل بأن الشخصية تتأثر كثيراً بالمحيط، وأن تصرفات الناس تختلف باختلاف المحيط، ولكن كان هناك شيء من نقل السلوك من بيئة إلى أخرى. علماء التطور في القرن العشرين أخطأوا في فهم هذا النقل، إذ رأوا أن بعض الأطفال كانوا مزعجين في البيت والمدرسة معاً على سبيل المثال ووصلوا إلى نتيجة هي أن شَغَب الطفل في المدرسة كان بسبب شيء حصل

في البيت. ولكن عندما تكون لدينا الطريقة لفصل التأثيرات الوراثية عن التأثيرات البيئية على السلوك، يتضح أن ميل الأطفال للتصرف بشكل مماثل في محيطات مختلفة يعود بشكله الكامل على الغالب إلى تأثيرات وراثية على سلوكهم. التأثيرات المحيطية لا تنتقل من حال إلى حال (ورغم أن هذه التأثيرات في الحالتين المتماثلتين سوف تتماثل بالطبع أيضاً).

أزال ذلك الفهم الغموض في أن للمحيط المنزلي أثناء الطفولة تأثيراً قليلاً جداً على الطريقة التي يشب عليها الأطفال. المهم هو ما يحدث ضمن الأسرة، ولكن من أجل أن ترى تأثيرات مايحدث يجب عليك أن تلاحظ كيف يتصرف الناس مع آبائهم وإخوانهم وأخواتهم. نادراً ما يتم تقييم الشخصية ضمن هذه الظروف أثناء مرحلة البلوغ، ولذلك فمن الطبيعي ألا تدل على تأثيرات بيت الطفولة. والسبب الذي لا يكون للآباء تأثيرات طويلة الأمد على شخصية ابنهم هو بسيط: فالناس لا يمضون حياتهم أثناء البلوغ في بيوت آبائهم.

وهكذا فعلى الباحثين أن يركزوا على ما يحصل للأطفال خارج المنزل إذا ما أرادوا أن يتبينوا تأثيرات محيط الطفولة على شخصية البالغ. غالباً ما يثبت في النهاية أن كل ما يحدث للأطفال خارج منازلهم يُحدِث اختلافاً ـ خبراتهم في الحي والمدرسة، الطريقة التي يعامَلون بها من قِبَل أساتذتهم وأترابهم. إننا نعرف بشكل مسبق أن الثقافة أمر مهم ولكننا نعرف أن للثقافة تأثيرات

طويلة الأمد فقط إذا تم نقلها بواسطة ما، غير الأبوين، فإذا تم نقلها حصراً من قبل الأبوين ظن الأطفال أنها من خصوصيات بيوتهم وعائلاتهم وأنها لا تصلح وليست ذات شأن فيما سواهما. أدرك الآباء أنهم إذا أرادوا أن ينقلوا ثقافة معينة لأطفالهم، فعليهم أن يعودوا بهم إلى مكان يتعرضون فيه لنفحات تلك الثقافة خارج حدود المنزل على مثل ماهم معرضين لها ضمن حدوده. معظم الآباء كانوا يفعلون ذلك على كل حال، ولكن كان من المهم أن نكتشف السبب الذي أثمر هذا الأمر.

مازال علينا أن تعلَّم الكثير. عند أفول نجم القرن ظننت بشكل متفائل أنه بحلول سنة 2050 سنكون قد وجدنا مصدر معظم التغيير غير الوراثي في الشخصية (التغيير الذي يعزى لما كان يسمى في ذلك الحين «المحيط غير المشترك»). ولكننا تدبَّرنا أمرنا حتى اليوم في تفسير حوالي نصف التغيير فقط، وهذا ما ترك لنا حوالي ربع التغيرات في الشخصية دونما تفسير. نحن نعرف أن بعض التغييرات التي لاتفسير لها تعود لأسباب محيطية، وهي أشياء صغيرة تحدث للأطفال على امتداد مسيرتهم ويصعب دراستها كما يصعب التنبؤ بها أيضاً. ولكن بعض هذا التغير له تفسير بيولوجي؛ إنه غير وراثي ولكنه بيولوجي. حتى الأطفال الرضع الذين لهم نفس المورثات (التوائم الحقيقيون أو المستنسخون) ليسوا متطابقين تماماً عند الولادة، وكما أن بصمات أصابعهم تختلف بشكل طفيف

فكذلك تختلف أدمغتهم. يقوم الباحثون الآن بدراسة الآليات الجزيئية المسؤولة عن هذه التغيرات الضرورية في تشكيل الدماغ والتأثيرات التي تكون لهذه التغيرات على الشخصية، ولكن هذا العمل مازال في أولى خطواته.

وهكذا فليس بمقدورنا أن نتنبأ بالسلوك أو الشخصية إلى درجة قريبة من التأكد. يميل الناس لأن يجدوا في هذه الحاجة إلى التأكد سبباً للضجر عندما يصل الأمر إلى التنبؤ بسلوك الآخرين، ولكنهم لسبب ما يحبون حقيقة أن الناس الآخرين لايمكنهم أن يتنبأوا بسلوكهم الذاتي.

استخدام ما تعلمناه

إننا نعرف الآن أن الأمور التي تحدث للأطفال في المنزل تؤثر على سلوكهم فيه، وأن ما يحدث لهم خارجه يؤثر على سلوكهم خارجه. إذا كان سلوك الطفل يسبب مشاكل في المنزل استطعنا أن نساعد الأبوين من خلال تعليمهما مزيداً من المهارات الأكبر أثراً في تربية الأطفال. وإذا كان سلوك الطفل يسبب مشاكل في المدرسة كان عليها أن تعالج ذلك. ويمكن أن نمدَّ يدَ المساعدة أيضاً. لقد تعلمنا على سبيل المثال كيفية حماية الأطفال الأصغر سناً أوالأضعف أو الأقل جاذبية ضد الأطفال أصحاب الجثث الكبيرة الطائشين.

لقد تعلمنا أن الأطفال بحاجة إلى محيط متوازن خارج

المنزل وأن الانتقال بهم كثيراً يشكل وبالاً عليهم، أي أن ينتقلوا بشكل متكرر من حي إلى آخر أو من مدرسة إلى أخرى. إنهم يحتاجون على وجه الخصوص إلى مجموعة ثابتة من الأتراب حتى لا يضطرون للاستحواذ على القبول من مجموعة جديدة من الأتراب، وأن يكيّفوا أنفسهم أيضاً بشكل مستمر مع أخلاقيات مجموعة جديدة في السلوك واللباس والكلام. لقد تعلمنا أن من غير المهم لمصلحة الأطفال عدد آبائهم (وأن جنسهم هو أقل أهمية) طالما أن التغيرات في إجراءات الأبوة لاتقطع سير حياة الطفل خارج نطاق الأسرة. وكما اعتاد الناس في منتصف القرن العشرين على الانزعاج من الأبوين اللذين يقتسمان الأسرة لأنهما لم يعودا راغبين في العيش معاً فترة أخرى، كذلك فإن الناس في منتصف القرن الحادي والعشرين ينزعجون من الأبوين اللذين يتنقلان بأبنائهما حفاظاً على راحتهما الخاصة.

يؤجل الناس ـ لحسن الحظ ـ هذه الأيام ولادة طفل إلى أن يصبحوا قادرين على أن يوفروا له سكناً مستقراً، والتقدم الذي أُحرِز في الطب التناسلي وضع حداً بشكل كبير لحالات الحمل غير المقصودة. الجانب المظلم من قدرتنا على تحديد النسل هو أن ليس لدينا عدد كبير من الأطفال. ورغم أن معظم الحكومات تبذل مافي وسعها لتشجيع النسل فإن الناس يترددون في ذلك في كل أجزاء العالم تقريباً.

هذا الأمر جيد في حد ذاته من وجهة نظر الطفل. إن المنافسة على الوظائف التعليمية تعني أن جميع أساتذتنا هم من ذوي المؤهلات العالية (ويتقاضون رواتب عالية). يتم تعليم الأطفال في صفوف أصغر ومدارس أصغر، وهذا ما ثبتت في النهاية فوائده التي تمتد إلى ما وراء الفوائد التعليمية. تعوَّد المراهقون على أن يداوموا في مدارس ثانوية كبيرة جداً، ولذلك يميلون للإنقسام إلى مجموعات متضادة، فالمؤيدون للتعليم ضد المناهضين له، والرياضيون ضد غير الرياضيين وأصحاب البشرة السمراء ضد أصحاب البشرة الوردية. إن آثار ذلك كانت في غالب الأحيان ضارة تماماً. أما في الصفوف الأصغر والمدارس الأصغر فإن هذا يقل احتمال حدوثه، وإذا حدث بالفعل فقد تعلمنا كيف نتعامل معه.

كان للمعرفة التي حصلنا عليها فوائد جمَّة للآباء، وكانت عملية الأبوة في النصف الثاني من القرن العشرين وظيفة صعبة أكثر مما هي عليه في أي وقت قبل ذلك أو بعده، لأن «الخبراء» جعلوا الناس يشعرون أن لأطفالهم نفسيات هشَّة، وأن نَقْلَةً خاطئة واحدة يمكن أن يكون لها ضرر دائم. كان الآباء خائفين من ممارسة سلطتهم؛ فنادراً ما كان يُستخدَم العقاب المادي، وبدلاً من ذلك كان لديهم ما يسمى بالوقت المُسْتقْطَع، وهو أمر يصعب تطبيقه من قبل الأبوين أكثر من تحمله من قبل الطفل. كان الأطفال يُغمَرون بالهدايا والقبلات

والثناء ودلائل الحب. لقد أُسيءَ تفسير حقيقة أن الأطفال يريدون انتباهاً وثناءً لانهائيين فأصبحا يعنيان أن الأطفال يحتاجون إلى عناية وثناء لامتناهيين. عمِل الناس الكثير في هذه الأيام كي يكونوا «طبيعيين»، ومع ذلك فإن طريقة تربية أطفالهم تتطلب منهم أن يعاكسوا ميولهم الطبيعية ويتصنعوا الحب الذي لايشعرون به في غالب الأحيان. يجب عليهم أن يضعوا جانباً رغباتهم الخاصة، حتى حاجتهم للنوم.

إن طرق تربية الأطفال تعاني من تغيّرات دورية بدءاً بالصارمة وانتهاءً بالمتساهلة، ثم تعود الكرَّة ثانيةً. لقد امتد بي العمُر حتى رأيت النواس ينوس في كلا الاتجاهين. الطريقة التي كان يربي الناس بواسطتها أطفالهم قبل خمسين سنة تبدو مضحكة لنا اليوم بسبب سخافتها. أطفال اليوم لا يحصلون على الكثير من الحب المادي واللفظي ولكن مايحصلون عليه هو الحب الحقيقي. وخارج حدود المنزل يرتبط الأطفال يوماً بعد يوم وسنة بعد سنة بنفس مجموعة الأتراب الصغيرة.

ومن الغرابة أن تكون النتيجة هي أن الطفولة اليوم أقرب بطرق كثيرة إلى الطفولة في المجتمع القبلي أو مجتمع الصيد القديم منها إلى الطفولة النموذجية في منزل أمريكي في نهاية القرن الماضي. لا أستطيع أن أبرهن على الصلة العرَضية، ولكن نسبة اكتئاب الطفولة التي سجلت ارتفاعاً عالياً في كل الأوقات في أوائل القرن العشرين تدنت اليوم بشكل ملحوظ.

بهذه الملاحظة المشجِّعة أُنهي تقريري، شكراً لكم.

❑

جوديث ريتش هاريس Judith Rich Harris كاتبة وعالمة نفس تطورية. وهي كاتبة سابقة لكتب مدرسية عن تطور الطفولة. أدركت يوماً أن الكثير مما كانت تقوله لقرائها كان خطأ، فأقلعت عن كتابة الكتب المدرسية وكتبت بدلاً عن ذلك مقالة تقترح نظرية جديدة للتطور. ومقالتها التي طبعت في المجلة النفسية Psychological Review نالت جائزة جورج أ. ميلر George A. Miller من الجمعية النفسية الأمريكية سنة 1998. كتاب هاريس افتراض التنشئة: أسباب تطبُّع الأطفال Nurture Assumption: Why Children Turn Out the Way They Do كان أحد الكتب المشارِكة في المسابقة النهائية من أجل الحصول على جائزة بولتيزر Pultizer سنة 1999.

obeikandl.com

صاموئيل باروندز

الأدوية والـ دي إن إيه

وحديث المريض للمحلل النفسي

قام سنة 1950أحد الكيميائيين العاملين لدى شركة الأدوية الفرنسية رون ـ بولان Rhône-Poulenc بتعديل تركيبَ مضاد الهيستامين antihistamine فأوجد بالصدفة علاجاً يمكن أن يزيل التفكير الذهاني psychotic لدى المصابين بانفصام الشخصية schizophrenia. وخلال بضع سنين أصبح هذا العلاج الجديد مشهوراً في العالم باسم كلوربرومازين توارزين Thorazine chlorpromazine وهو أول علاج فعال حقيقي للاضطراب الفكري يسبب العجز، وقد رسم بسبب أثره المثير طريقاً جديدةً للطب النفسي خلال البقية الباقية من القرن العشرين.

أدى النجاح الكبير الذي حققه الكلوربرومازين chlorpromazine منافسة قوية من شركات الأدوية الأخرى. وفي خمسينيات القرن العشرين قاد البحث عن مزيد من الأدوية

obeikandl.com

المضادة لمرض الذهان antipsychotic إلى اكتشاف نوعين آخرين من الأدوية النفسية بصورة عرَضية. طلعت شركة الأدوية الأولى ـ جيجي Geigy السويسرية ـ بصيغة معدَّلة لأحد مضاداتها الهيستامينية حيث أثبتت فعّاليّة قيّمةً في معالجة الاكتئاب الشديد على الرغم من عدم فعاليتها ضد مرض الذُّهان psychosis، وذلك تحت اسم اميبرامين توفرانيل Imipramine Tofranil، ومهّد هذا الدواء الطريق أمام عدد من الأدوية المعاصرة المضادة للاكتئاب. وبعد ذلك أوجدت شركة سويسرية كبرى هوفمان لاروشHoffman-La Roche دواء الكلورديازيبوكسيد ليبريوم Librium Chlordiazepoxide الذي لم يساعد على مرض الذهان أيضاً ولكنه كان في الحقيقة يخفف القلق. وسرعان ما لحق به دواء آخر من زمرة البينزوديازيبين Benzodiazipine هو ديازيبام فاليوم Valium Diazepam الذي أصبح أكثر الأدوية مبيعاً في أمريكا لمدة عشر سنين تقريباً بدأت في منتصف ستينيات القرن العشرين.

وعلاوة على الإثارة التي ولّدتها هذه الأدوية فقد حدث هياجٌ بشأن نتائج تأثيراتها على النواقل العصبية، وهي عبارة عن زمرة من المواد الكيميائية الدماغية تنقل الإشارات فيما بين الخلايا العصبية. وبحلول سبعينيات القرن العشرين اكتُشِف أن الكلوربرومازين chlorpromazine يثبط بعض تأثيرات الناقل العصبي المُسمّى دوبامين Dopamine، وأن الإمبيرامين Imiprmine

يزيد من تأثير عدة نواقل عصبية منها النوريبينيفرين Norepiniphrine والسيروتونين Serotonin، وأن الديازيبام Diazepam يزيد من تأثير ناقل عصبي آخر أيضاً اسمه حمض غاما ـ أمينوبوتيريك Gamma - animobutyric acid (GABA). وفي كل حالة فإن النتيجة الخالصة هي تغيّر الفعالية في دارات الدماغ التي تتحكم بالنواحي العاطفية في السلوك.

هذه الإكتشافات دفعت للبحث عن مواد كيميائية أخرى يمكن أن يكون لها نفس التأثيرات على النقل العصبي، ولكن بآثار جانبية تقل عن المواد الأصلية. تمخّض البحث عن مجموعة جديدة من الأدوية يُفضلها المرضى، أكثرها شهرة هو الفلوكسيتين بروزاك Fluoxetine Prozac الذي كان معروفاً بالأصل كمادة تطيل الوصل العصبي بواسطة السيروتونين Serotonine وتبين فيما بعد أنه كان فعّالاً في معالجة الاكتئاب الشديد والمتوسط، وكان تحت اسم مثبطات إعادة أخذ السيروتونين الإنتقائية[40] SSRI يُطيل أثر السيروتونين من خلال منع إعادة تمثله من قبل الأعصاب التي تطلقه، والتي كانت الطريقة الاعتيادية التي تنتهي بها عملية الإشارة السيروتونينية serotonine. وسرعان ماجاءت أدوية مماثلة بما فيها السيرترالين زولوفت

(40) «Selective serotonine reuptake inhibitors «SSRI»: هي مجموعة أدوية تعتبر حديثة نوعاً ما وتستخدم في علاج الأمراض النفسية، كما تعتبر ثورة في علاج مرض الوسواس القهري، وأهمها دواء اسمه Prozac (المعرب).

Zoloft Sertraline, والباروكسيتين باكسيل Paroxetine Paxil والفلوفوكسامين لوفوكس luvoxamine Luvox والسيتالوبرام سيلاكزا Citalopram Celexa.

وبينما كانت تتنامى الخبرة بمثبطات إعادة أخذ السيروتونين الإنتقائية SSRI أصبح الأطباء النفسانيون يعرفون أن هذه الأدوية يمكن أيضاً أن تساعد الناس الذين لايعانون من الاكتئاب، وأصبحت هذه المثبطات في هذه الأيام علاجاً مقرراً لنوبات الهلع (اضطراب الهلع) والقلق الخارج عن السيطرة (اضطراب قلَق عام)، وقد تم تأكيد آثاره المفيدة من خلال مقارنات تجريبية مسندة مع المهدئات الوهمية.

إن فعالية الأدوية الحالية والجديدة قد غيرت وجه الطب النفسي. قبل أن تطرح مثل هذه الأدوية في التداول كان معظم الأطباء النفسانيين يقدرون وضع مرضاهم من خلال معايير نفسية بحتة، وكانوا مهتمين بصورة رئيسية بمعالجتهم من خلال المعالجة النفسية. تحول الانتباه الآن إلى الدماغ، وأصبحت المعالجة النفسية في كثير من الأحيان تتضمن دواء واحداً على الأقل. عشرات الملايين من الأمريكيين يتعاطون أدوية نفسية.

ولكن الأدوية التي حلت محل الكلوربرومازين Chlorpromazine والإميبرامين Imipramine والكلورديازيبوكسيد Chlordiazepoxide ليست سوى أشكالاً معدَّلة من الأدوية

الأصلية إلا أنها قيِّمَة، وكلها فعالة بشكل مماثل ولها جميعاً آثار جانبية غير مرغوب فيها. وعلى الرغم من المعرفة الهائلة بتأثيراتها على النقل العصبي فإن تطوير أدوية جديدة مازال يعتمد على طريقة التجربة والخطأ مثلما كان الحال عليه في خمسينيات القرن العشرين.

ليس من المحتمل أن تحدُث الخطوة الكبيرة القادمة في الطب النفسي نتيجة لمزيد من تحسينات الأدوية والمعالجات النفسية التي تعيّن هذا الميدان اليوم، ولكنها بدلاً من ذلك ستأتي نتيجة الاكتشافات الخاصة بالتغيرات الوراثية البشرية والطرق التي تؤثر بواسطتها على الدماغ. كما أن القصص المثيرة للدهشة التي يحكيها المرضى وهم على أرائك المحللين النفسيين قد وجَّهت الطب النفسي في النصف الأول من القرن العشرين، وأن المنتجات العطرية لمخابر الكيمياء وجَّهته في نصف القرن الثاني، فإن المعرفة بالاختلافات الوراثية الفردية ستقوده كذلك في غضون السنوات الخمسين التاليات.

إن معرفة الاختلافات الوراثية الفردية تؤيد مثل هذا الوعد بالنسبة لعلم الطب النفسي لأنه سوف يساعد في الإجابة على سؤال جوهري: ما الذي يقرر قابلية الفرد لاضطرابات السلوك؟ من الواضح أن تجربة الإنسان السابقة تلعب دوراً حيوياً. ولكن لماذا يتجاوز شخص ما الشدائد الذهنية المتكررة، في حين ينغمس شخص آخر عن طيب خاطر في حالة من الضيق؟

ولماذا يستسلم شخص من خلال الوقوع في الاكتئاب وآخر في القلق المستديم وثالث في الانكماش ضمن أوهام انفصام الشخصية؟

أفضل دليل بين أيدينا هو أن هذه الأنماط لاضطراب السلوك تنتقل ضمن العائلات. دعونا على سبيل المثال ندرس خطر الإصابة بانفصام الشخصية. يتعرض معظم الناس لاحتمال واحد من كل مئة لظهور النمط الوصفي لهذه الأعراض. ولكن إذا كان لديك مصاب بانفصام الشخصية (أب أو أم أو أخ أو أخت) تضاعف الخطر الذي تتعرض له مدى الحياة بمقدار ثماني مرات. وينطبق هذا على السبب الرئيس الآخر لمرض الذُّهان Sychosis وهو عبارة عن مرض هوسي اكتئابي manic-depressive illness ويعرف أيضاً باسم الاضطراب ذي القطبين bipolar disorder. ومرة أخرى فإن الخطر هو واحد في المئة، ولكنه يتضاعف ثماني مرات إذا كان مَن يعاني من هذا الاضطراب لديك (أب أو أم أو أخ أو أخت). كذلك فإن الاكتئاب واضطرابات القلق هي أيضاً أسروية.

لقد سَعَّرَت هذه الدراسات الأسروية قبل وقت ليس ببعيد مناقشات حامية الوطيس بين الذين اتخذوها دليلاً على أنماط أسروية معروفة لسلوك غير عادي وبين الذين اتخذوها دليلاً على استعداد وراثي للإصابة بالاضطرابات العقلية. واليوم يوافق معظم الناس على أن المحيط والوراثة كلاهما يلعبان دوراً ما، وعلى

أن محاولة إيجاد التبدلات العفوية للمورثات ذات الصلة بهذا الموضوع هي الخطوة التالية الأفضل في تقرير أهمية الوراثة الطبيعية.

المحرض الرئيسي على هذه الموافقة هو تطوير تكنولوجيات فعالة لفحصِ الأشكال البديلة للجينات البشرية التي تسمى الأليلات Alleles أو المتغايرات الوراثية gene variants فحصاً مباشراً، وهذه المتغايرات ـ التي تنشأ عن تغيرات عشوائية في بنية الـ دي إن إيه- DNA هي المسؤولة عن قسم كبير من التنوع البشري بما في ذلك الاختلافات في قابلية الإصابة بأمراض معينة. ولكن وجودها ظل حتى وقت قصير هو وحده الذي يُستدل عليه. إن التكنولوجيات الجديدة مكَّنَت من تحديد هوية المتغايرات الوراثية المعينة التي تساهم في صفة بشرية. يمكننا الآن أن نحوِّل انتباهنا إلى بحث عن المتغايرات الوراثية التي تساهم في مدى استعداد فرد معين لمرض معين، بدلاً من الدخول في مناقشات حول أهمية النشأة والتنشئة.

إحدى طرق العثور على هذه المتغايرات الوراثية هي مقارنة الـ دي إن إيه DNA في أفراد أسرة مصابين بالمرض مع أفراد غير مصابين. إذا ظهرت متغايرة وراثية لمورثة ما في المصابين بالمرض فمن المحتمل ألا يكون لهذا الأمر أي معنى، أما إذا ظهرت نفس المتغايرة فقط في الأشخاص المصابين من عدد من العائلات الأخرى فإن احتمال الإصابة

يزيد. يتزايد الاحتمال في مرحلة ما كثيراً بحيث ينشأ دَور للمتغايرة الوراثية. وبما أن تفاصيل البنية الوراثية كانت تُستنبَط في تسعينيات القرن العشرين فقد تم بنفس الطريقة تحديد بعض المتغايرات الوراثية التي تؤثر على قابلية الإصابة بمرض معين. تتضمن أمثلة شهيرة متغايرات لثلاث مورثات مختلفة تزيد كل منها بشكل كبير من خطر نشوء أنماط نادرة من مرض ألزيهايمر الذي يبدأ قبل أن يبلغ الإنسان الخمسين من عمره، فقد كانت الإصابة في مجموعة من العائلات بفعل متغايرة وراثية تسمى APP، وفي أخرى بفعل المتغايرة PS1 وفي ثالثة بفعل المتغايرة PS2.

دفع اكتشاف المتغايرات الوراثية التي تزيد من خطر مرض ألزيهايمر إلى دراسات وراثية لأمراض انفصام الشخصية والاكتئاب والاكتئاب الهوَسي واضطرابات نفسية أخرى. الجاذب الكبير في هذه الدراسات هو عدم اعتمادها على التخمينات حول تحديد المورثات ذات الصلة، لأن الدراسة يمكن أن تُصمَّم بحيث تكشف عن الترابط بين الاضطراب وبين المتغايرة الوراثية لأية مورثة بشرية. ورغم أن الدراسات الأولى قد ركزت على مورثات معيَّنة، ولاسيما تلك التي تؤثر على السيالة العصبية، فإننا نعرف القليل جداً عن التحكم الوراثي للعمليات الفكرية بحيث لاتسبب علاقة أنواع أخرى من المورثات ـ إن وجدت ـ أية دهشة. ولسوء الحظ وعلى الرغم من سنوات

الجُهد فإن أحداً لم يجد بعد متغايرة وراثيةً تزيد بشكل محدد من خطر أي من الأمراض العقلية. كذلك فلم يتحقق أي نجاح كبير في الدراسات الوراثية لاضطرابات عامة أخرى مثل مرضَي السكر وارتفاع التوتر الشرياني. إن أحد أسباب هذه الحاجة إلى التقدم هو أن قابلية الإصابة بكل هذه الأمراض تحدَّد من خلال التفاعلات المترابطة لمتغايرات مورثات مضاعفة وليست مفردة. ورغم أن التكنولوجيا الحالية قد بسَّطت إلى حد ما تحديد هوية المتغايرات النادرة للمورثات المفردة التي يكون لها تأثير رئيس على الخطر مثل المتغايرات APP,PSI,PS2، إلا أنه مازال من الصعب إيجاد هذه المتغايرات الوراثية التي تزيد من الخطر بالتوافق مع عدد من المورثات الأخرى.

سوف تخف حدة هذه الصعوبة بسرعة بسبب تزايد المعرفة بالجينوم البشري. يعتبر نشر تركيب الـ دي إن إيه DNA البشري المفصل الذي حدث مؤخراً بمثابة الخطوة الأولى الحاسمة. يتم اليوم فحص عينات من الـ دي إن إيه DNA مأخوذة من عدة أشخاص من أجل تحديد هوية المتغايرات العامة لكل من المورثات البشرية البالغ عددها حوالي ثلاثين ألفاً ورسم صيَغِها، مما سوف يبسِّط البحث عن متغايرات وراثية كثيرة يمكن أن تعمل معاً في التأثير على عدم المقاومة أمام الاضطرابات العقلية. كذلك فإن البحث يُبَسَّطُ من خلال تطوير تكنولوجيات جديدة فعّالة من أجل فحص تفصيلي لـ دي إن إيه DNA لدى

أي فرد. وهذه التكنولوجيات هي في حالة مستمرة من التطور وتذكِّر بالتطورات الجارية على رقائق الكومبيوتر، وكذا حال الطرق الكومبيوترية المستخدمة في تحليل الكتل الهائلة من المعلومات المستحصلة عن مثل هذه الدراسات لد دي إن إيه DNA.

ومع استمرار تطور تكنولوجيا جمع وتخزين الكميات الضخمة من البيانات عن الـ دي إن إيه DNA فسوف يمكن بصورة سريعة رفع وتيرة البحث الهائل عن مجموعات من متغايرات المورثات التي تؤثر على قابلية الإصابة باضطراب عقلي معين. وبما أن تكاليف تحليل الـ دي إن إيه DNA مستمرة في الانخفاض فإننا نستطيع أن نتجاوز الدراسات الأسروية الصغيرة بشكل نسبي ونفحص بدقة عينات الـ دي إن إيه DNA لآلاف الأشخاص الذين لاتربطهم أواصر قُربى ويعانون من اضطراب معين. ومثل هذا الاستقصاء يجب أن يحدِّد هوية متغايرات المورثات ذات الصلة، والتي سيوجد بعض منها في كل فرد مصاب.

من أجل الاستخدام المناسب لهذا الكم الهائل من البيانات عن المتغايرات الوراثية فإن من الضروري ربطها ليس بأنماط السلوك المضطرب فحسب بل وبخصائص الدماغ أيضاً. لقد بدأ استخدام طُرقٍ جديدة كثيرة مثل التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي من أجل تقييم الوظائف التي تقوم بها مناطق محددة من

الأدمغة البشرية الفردية. وسوف يؤدي ربط أنماط المتغايرات الوراثية مع نتائج هذه الدراسات وغيرها إلى تحديد الأنماط الفرعية للاضطرابات التي تتكدَّس في الوقت الحاضر في تصانيف تشخيصية مثل انفصام الشخصية والاكتئاب.

إن الربط بين المعلومات الوراثية والدراسات الوظيفية سوف يوفر أيضاً أهدافاً لاستطبابات جديدة حقيقية وهو يشكل طريقة بدأ سلوكَها من أجل إيجاد معالجات جديدة لمرض ألزيهايمر. تُحسِّنُ أدوية مرض ألزيهايمر الرئيسية من وظيفة الدماغ في الوقت الحاضر من خلال إطالة عمل ناقل عصبي يُسمى الأسيتيل كولين Acetylcholine، وهذه الإطالة هي عبارة عن آلية تشبه عمل بعض الأدوية المعاصرة الأخرى مثل مثبطات إعادة أخذ السيروتونين الإنتقائية SSRI's لقد ساعد العثور على متغايرات الـAPP والـ PSIوالـ PS2 في حالات نادرة من مرض ألزهايمر Alzheimer على تركيز الانتباه على أهداف دوائية بديلة تُسمى السيكريتازات Secretases، وهي خمائر دماغية تلعب دوراً في إنتاج جزء بروتيني سام يسمى بيتا ـ أميلويْد Beta-Amyloid، يتأثر تراكمها أيضاً بالمتغايرات الوراثية بطرق مختلفة قليلة. تقوم شركات أدوية كثيرة بدراسة أدوية توقف عمل السيكريتازات وتأمل في استخدامها لتقليل تراكم البيتا ـ أميلويْد وبذلك توقِف انحلال الدماغ.

إن دراسات الـ دي إن إيه DNA قد تُحدد هوية متغايرات

وراثية تميّز الأشخاص الذين يستفيدون من الأدوية المتوفرة ـ مثل مثبطات إعادة أخذ السيروتونين الإنتقائية SSIR's ـ عن الأشخاص الذين لا يستفيدون منها، وقد تجد كذلك أدوية مستهدفة جديدة. ويمكن لمثل هذا التمييز أن ينجم عن بعض المتغايرات الخاصة التي تجعل فرداً ما عُرضَة لاضطراب عقلي وعن متغايرات أخرى تحدد كيفية تاثير الدواء على الدماغ. كما يمكن لنفس بيانات الـ دي إن إيه DNA أن تكشف النقاب أيضاً عن متغايرات وراثية قد تؤثر على عدم مقاومة شخصٍ تجاه بعض آثار الأدوية الجانبية. سوف تقود جميع هذه المعلومات الوراثية إلى اختيار علاجات نوعية لكل مريض.

سوف تساعد البيانات الخاصة بالـ دي إن إيه DNA أيضاً على إعادة تحديد التمايز بين مختلف الأمراض العقلية التي غالباً ما يختلط بعضها ببعض، وكذلك الأمر بالنسبة للحدود بين الأنماط السلوكية التي ندعوها عادية والأنماط التي نصنفها كأمراض. إن الربط بين المعلومات عن المتغايرات الوراثية ودراسات وظيفة الدماغ والاختبارات النفسية النظامية وبين سيرة الحياة التفصيلية سوف تُمكّن من استبدال صنوف التشخيص الخام بقصة فردية غنية عن كل مريض.

لن تتغير أسباب الاستشارات المرضية النفسية بعد خمسين سنة من اليوم، ولسوف يصاب بعض المرضى بالعجز بسبب أوهام حول عدم أهميتهم أو قدرتهم الكلية أو نوبات الهلع التي

لا يمكن تفسيرها أو الأصوات المهددة التي يتردد صداها في رؤوسهم، ولسوف يشعر آخرون بعدم السرور والعدمية والتشاؤم والقلق على فترات متطاولة. ومايزال آخرون لايريدون سوى أن يضعوا حداً لحياتهم.

ولكن كل من يراجع طبيباً نفسياً بعد خمسين سنة سوف يُحضِر معه مصدراً جديداً من المعلومات هو عبارة عن كلمة سر تمكن من الدخول إلى ملف الـ دي إن إيه DNA الشخصي المُخَزَّنِ على كومبيوتر دائرة الصحة الوطنية. وفي ذلك الملف سيتوفر تسلسلاً لكلٍ من مورثاتهم مع حواشٍ على الهوامش توجِّه الانتباه إلى المتغايرات الوراثية وتآلفات في ذلك الفرد تؤثر على عدم المقاومة تجاه مختلف الاضطرابات، وتآلفات تؤثر على تأثيرات الأدوية.

سوف تستغرق الاستشارة الأولية حوالي الساعة، وسوف يخصَّص ثلث هذا الوقت لاستكمال الأسئلة النظامية المتعلقة بالتطور الشخصي وتاريخ الأسرة وأعراض معينة، أما بقية الوقت فسيكون لتبادل الرأي بصورة غير رسمية. في نهاية الحلقة سيقدم الطبيب النفسي تقييماً ويقترح اختبارات تشخيصية ويطلب الدخول إلى ملف الـ دي إن إيه DNA للمريض.

لن يظهر طلب مثل هذا الدخول غير مؤات. سيكون التشريع الذي يؤسس مخزوناً وطنياً لملفات الحموض الريبية

النووية ويؤمن سرِّيَّتها قد رصد أموالاً من أجل تعميم فوائد توفيرها لأصحاب المهن اللازمين. كثير من الناس الذين يراجعون الأطباء النفسانيين سيكونون بشوق للالتزام بالتعميم، وسيكون هذا على وجه الخصوص حقيقياً فيما يتعلق بالمنحدرين من أُسَرٍ تلفُّها ألغازُ بعض الاضطرابات العقلية، ولعلهم يرغبون بالحصول على تقييم لمستوى الخطر لديهم ويرون إمكانية اتخاذ إجراءات مانعة، أما السّاعين وراء التداوي فقد يؤثرون أن يتم توجيههم بواسطة معرفة تآلف متغايراتهم الوراثية.

سوف يكون هذا التوجيه ذا قيمة لأن الاختيار سيتم من ضمن مئات الأدوية المتوفرة، والتي سيكون بعضها نسخاً محسَّنة من الأدوية الموجودة لدينا اليوم ولها آثار انتقائية على السيالة العصبية، وسوف يكون قد تم تطوير بعضها الآخر على أساس معرفتنا الجديدة بوظائف الدماغ. وهناك أدوية أخرى ستكون قد نتجت عن تحديد هوية المتغايرات الوراثية التي تزيد من خطر الاضطرابات العقلية.

إن توفير المعلومات الوراثية عن الاضطرابات العقلية لن تُغيِّر ممارسات الأطباء النفسانيين التشخيصية والعلاجية فحسب ولكنها سوف تزيد أيضاً من مساهمة الطب النفسي بالطريقة التي نفكر فيها بأنفسنا أيضاً. في النصف الأول من القرن العشرين ساعدنا الطب النفسي على إدراك مدى شدة تأثرنا جميعاً

بعواطف فطرية قوية واستفادتنا من كوننا مطَّلِعين عليها. وقدَّم النصف الثاني لنا أدوية من أجل تخفيف الألم الناجم عن السلوكيات التي لا يمكن التحكم بها وبيَّن لنا مدى اعتمادنا على المواد الكيميائية الدماغية البسيطة مثل السيروتونين serotonin والدّوبامين Dopamine. إن تحديد هوية المتغايرات الوراثية التي تؤثر على الاختلافات السلوكية سوف يُقدِّم بعض التفاصيل المهمة عن علم الحياة المتفرد الخاص بكل شخص. وعلى الرغم من أن الكثير من متغايرات المورثات هذه، إلا أن بعضها سيكون وسائل مفيدةٍ على وجه التأكيد من أجل التأمل في قصص حياتنا الفردية وطريقة سردها.

❑

صاموئيل باروندز Samuel Barondes الحائز على الماجستير بالطب هو أستاذ منحة جين وسانفورد روبرتسون Jeanne and Sanford Robertson ومدير مركز علم الأعصاب والطب النفساني بجامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو، يعمل أيضاً كرئيس مجلس ادارة مستشاري المعهد الوطني للصحة العقلية العلميين، وهو مؤلف الجزيئات والمرض العقلي: مطاردة مصادر الجنون والاكتئاب Molecules and Mental illness and Mood Genes: Hunting for Origins of Mania and Depression ويعمل في الوقت الراهن على تأليف كتاب حول أدوية الطب النفساني.

obeikandl.com

نانسي إيتكوف

صور الدماغ والمُرْتديات ومواجهات كلامية مختصرة

يصف الفيلسوف مارتن بوبر Martin Buber في مقالته الخاصة بسيرته الذاتية بعنوان طريقي إلى الخاسيدية[41] مواجهة جرت في بوكوفينا Bukovina سنة 1910. كان يأخذ قسطاً من الراحة في مقهى محلّي ـ بعد انتهائه للتو من إلقاء محاضرة ـ عندما تقدم منه رجل متوسط العمر عرَّف عن نفسه باسم السيد (م).

قال: «أيها الطبيب عندي ابنة». توقف ثم تابع: « وَكذلك لَدَيَّ رجل شاب لابنتي». ثم توقّف أُخرى. «إنه طالب في

(41) Hasidism هو مذهب صوفي باطني يهودي تأسس في بولونيا سنة 1750 على سبيل المعارضة لليهودية الشكلية التي كانت سائدة في تلك الفترة وكذلك لمعارضة اللين في الطقوس (المعرّب).

obeikandl.com

الحقوق، وقد نجح بامتياز». توقف مرة أيضاً لفترة أطول إلى حدٍّ ما.... وسألني: «هل هو رجل موثوق؟». اعترتني الدهشة، ولكني أحسست أنه لاينبغي أن أرفض إجابته، فشرحت له: «الآن ياسيد (م) ـ وبعد الذي قلتَ ـ لعلّ من البديهي أن يُعتبر مجتهد وذو مقدرة». فزاد في السؤال: «ولكن أيها الطبيب: هل لديه عقل جيد؟».

أجبته: «الإجابة على هذا الأمر تنطوي على مزيد من الصعوبة، وعلى كل حال فهو لم يُحرِز النجاح بالاجتهاد وحده، ولابد أن يكون في رأسه شيء ما». ومرة ثانية توقف السيد (م) ثم طرح سؤالاً كأنه الأخير: «أيها الطبيب هل سيصبح الآن قاضٍ أم محام؟».

رددت عليه: «لا أستطيع أن أعطيك أية معلومات عن ذلك، فأنا لا أعرف الشاب في الحقيقة، وحتى لو عرفته فلا أكاد أستطيع أن أقدم لك النصح في هذه المسألة». ولكن السيد (م) رمقني حينذاك بنظرة تَنُمُّ عن شيء من الشكوى والفهم وكثير من نكران الذات الزاهد السوداوي، ثم قال بنبرة لايمكن وصفها، إذ فيها من الحزن مثل ما فيها من التواضع: « أيها الطبيب إنك لا تريد أن تقول».

في بعض الأحيان تقفز إلى ذاكرتي قصة بوبر Buber مرّة في الأسبوع أثناء فترة مابعد العصر، عندما أترك عالم البحث

المنتظم وألِجُ عالم المعالجة النفسية الحميم حيث الجلسات المفعمة بالمآسي والمرح والعواطف وحيث يُمطرني مرضاي بأسئلة كثيرة:

* «هل ينبغي عليَّ أن أترك زوجتي؟».

* «هل أنا مدمن على الجنس؟».

* «لماذا أشعر بالإرهاق على الدوام؟».

* «هل يجب عليّ أن أُقلِعَ عن الكلام مع أخي الذي يغيظني دائماً؟».

* «كيف لي أن أعرف أنني لن أتعرض للإصابة بالجرثوم من خلال ملامسة القرص المُدمَّج في مستودع الأسطوانات؟».

* «كيف لي أن أتأكد من أنني لن أصيب رضيعي بأذى؟».

إن ذلك قد يجعلني راغبةً بالعودة إلى المخبر لإجراء المزيد من الحسابات والمعادلات واستخدام مناطق بكرٍ من دماغي لم أستعملها من قبل، أو قد يجعلني أشعر بالوضاعة فأناقش الطرق التي يمكن لمحادثاتنا أن تقدم مساعدة.

نحن في فجر القرن الحادي والعشرين نعرف الكثير عما كنا نفعله دائماً حيال مجموعة الدارات في الدماغ، والعمليات الكومبيوترية للعقل، والرمز الذي يقْبَع في الجينوم البشري.

هناك أيضاً اهتمام واسع في ترجمة هذا البحث إلى معالجة فعالة، فالكثير من هذا التقدم يكمن في المستقبل. حان وقت السخط في الطب النفسي والتفاؤل الحذر في علم النفس السريري في وقت ساد فيه التفاؤل الطائش بعلوم الأعصاب. إذا استمرت الإتجاهات الحالية أصبح عدد الأطباء النفسيين الممارسين بعد خمسين سنة من الآن أقل مما هو عليه اليوم، ذلك أن عدد طلاب كلية الطب الذين يختارون الطب النفسي مجالاً للتخصص أقل من أي وقت مضى منذ سنة 1929؛ والسبب حسب استطلاعات الرأي هو أنهم يرون الطب النفسي وسيلة مساعدةٍ قليلة الجدوى للمرضى، وتحدّيه الفكري أقل، وميزاته أقل، ومردوده المادي أقل من أي اختصاص آخر.

ولكن هناك تحرراً من الوهم بين المرضى المحتملين أيضاً، فغالبية الناس المُوصوفين ـ في استطلاعات الرأي في المجتمع ـ بأن لديهم مشاكل نفسية (والذين ورد تعريفهم في المرجع التشخيصي للطب النفسي: الكتاب التشخيصي والإحصائي للإضطرابات العقلية Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders الطبعة الرابعة) لا يأتون طلباً للمعالجة. بعض الناس لا يربطون الأعراض الموجودة لديهم باضطرابات نفسية. بعضهم يقول إن بإمكانهم معالجة مشاكلهم بأنفسهم أو بمساعدة الأسرة أو الأصدقاء، أو من خلال الصلوات أو الراحة أو الرياضة أو الفيتامينات أو مخففات الألم

أو المسكرات. وبعضهم غير مشمولين بالتأمين، والآخرون يشعرون بالعار، أو ينتابهم القلق من وصمة العار التي تلحق بهم بسبب أعراض المرض النفسي. ولكن أحد استطلاعات الرأي يشير إلى مشكلة مختلفة: أفاد حوالي نصف الذين أجابوا على هذا الإستطلاع أنهم يعوزهم الإيمان بالإستطبابات الطبية النفسية النموذجية مثل التداوي والمعالجة. المعالجون النفسانيون لا يعانون من نقص في الزبائن ولكن في «القلقين جيداً»؛ أي الذين لا ينطبق عليهم أي تشخيص ويشكلون نسبة هامة من الناس الذين يطلبون المساعدة.

لسوف تتفاقم حِدَّة هذه المشكلة. تنبأ روبيرت ديسيارليس Robert Desjarlais وأعضاء آخرون في قسم الطب الاجتماعي بجامعة هارفرد Harvard في كتابهم عالم الصحة العقلية: مشاكل وأولويات في البلدان ذات الدخل المنخفض world mental health problems and theorities in low income countries (1995) بتزايد كبير في أعداد الأشخاص الذين يعانون من اضطرابات عقلية في أنحاء المعمورة، وذلك إلى حد ما لتطاول العمر بالناس إلى أعمار خطرة بالنسبة لبعض الأمراض. وحسب النبوءات فإن الاكتئاب سيكون بحلول السنة 2020 المرض الثاني بعد مرض القلب الأقفاري ischaemic الذي يشكل السبب الأول للعجز في العالم. يقع اللوم على كل شيء في تزايد الإصابات بمرض الاكتئاب، بدءاً من التباعد الاجتماعي وانقطاع الروابط

الاجتماعية وانتهاءً بتغييرات الحِمْية العالمية (مثل المستويات المنخفضة للحموض الدسمة أوميغا ـ 3) مروراً بالتغيرات في المعايير التشخيصية وطرق التقييم، إلى المبالغة غير الصحيحة في أعداد المصابين بالاكتئاب نظراً للمبيع الكبير للأدوية مثل بروزاك Prozac إلى الأطباء النفسانيين والمستهلكين.

إنني لست عرّافة، ولكنني سوف أغامر ببعض التنبؤات الخاصة بالمعالجة النفسية في القرن الحادي والعشرين. إن السخط الحالي هو علامة جيدة، وسوف يؤذِن بتغيرات كاسحة. سوف أبدأ بما أرى أنه تحول لابد منه في التركيز النظري، وهو تحول لصيق ببعض التنبؤات الخاصة بالطريقة المحتملة لإنجاز المعالجة النفسية في المستقبل. نعم سوف أجادل بأن الناس سيكونون راغبين بالحديث حتى في عمر الذين يتعاطون الأدوية من صنف البروزاك صديقة المستخدمين في المستقبل.

تقارب المعرفة

إليكم هذه النبوءة السَّهلة: سوف تُلقى الإشارةُ إما إلى النشأة الطبيعية أو إلى التنشئة ـ التي تشكل خيانة للسبب الوحيد ـ في سلة المهملات مع أفكار التاريخ الأخرى غير المفيدة. إن حصول المشاكل الطبية النفسية بسبب مورِّثة واحدة أو ناقل عصبي واحد (السيروتونين Serotonine والدوبامين Dopamine وغيرهما) غير محتمل مثل حصولها بسبب مشاهدة منظر أو

حادثة لأول مرة أو بسبب اكتشاف عدم وجود أعضاء تناسلية مذكرة لدى الفتيات. أصل وسبب معظم الإضطرابات هو تفاعل متبادل معقد للمورثات و(المحيط)، وهذا تعبير يغطي جميع الأسباب غير الوراثية، بما في ذلك الحظ. من المحتمل أن تؤثر المورثات المضاعفة ـ التي تعمل كعوامل خطرٍ احتمالية ـ على كثير من الإضطرابات الطبية النفسانية.

هناك تطور أقل وضوحاً ولكن لا بُدَّ منه، هو أن الأطباء النفسيين لن يستمروا في مسايرة فكرة عدم العلاقة بين الدماغ وبين مايقومون به. في غضون خمسين سنة لن تكون دراسة العقل والدماغ مقسمة بين جامعتين منفصلتين أو مهنتين منفصلتين كما هو الحال اليوم. إن المشاجرات الإقليمية الفاجرة التي حدثت في القرن التاسع عشر بين الطب النفسي وعلم الأعصاب قد حُسِمت من خلال التنازل عن الدماغ واضطراباته «العضوية» و«العصبية» إلى علم الأعصاب، والتنازل عن العقل واضطراباته «الوظيفية» و«الفكرية» إلى الطب النفسي. ولكن جميع الأعمال الفكرية تنبثق بطبيعة الحال عن الاحتسابات في الدماغ، فالبحث في العقل وفي الدماغ هو جزء من مجال المعرفة المستمر.

إنني أعرض ـ على المحللين النفسيين أو المعالجين الإنسانيين الذين لا يمكن أن يتصوروا هُدنَة مع علم الأعصاب ـ أن يتفكروا في الدماغ البشري، وهو شيء أعترف بأنه لايتمتع

بمسحة جمالية عندما يُنظر إليه بالعين المجردة ولكنه في الحقيقة رفيع الشأن في جماله عند النظر إليه عن قرب. هذا العضو الذي يزِن ثلاثة أرطال هو أكثر التراكيب تعقيداً في الكون، ومُغَلَّف ببلايين الخلايا العصبية التي تُنافِس في أعدادها نجومَ مجرتنا، ومُجهَّز بعدد يصل إلى مئتي ألف وصلة بخلايا عصبية أخرى. إنه مصدر إلهام هائل للعلماء الذين يستخدمون أجهزة التصوير الدماغي من أجل مراقبة الدماغ في حالات التذكر والتصور والرغبة. ولكن السؤال الكبير الباقي: كيف يمكن لانحسار الدم وجريانه ولهذه الشبكة المعقدة من الوصلات أن تصبح محلَّ خبرة مشاعرنا ومضمون أفكارنا؟ إن هذا السؤال على وجه التحديد هو الذي سيشغلنا في السنوات الخمسين التاليات. «إن القرن الذي يوشك على الانتهاء قد انشغل بالحموض النووية والبروتينات، والقرن التالي سوف يركِّز على الذاكرة والرغبة، فهل سيكون في مقدوره أن يجيب على الاسئلة التي تطرح من قبلهما؟» كما كتب عالم المورثات فرانسوا جاكوب Francois Jacob.

مالذي يمكن لعلم الدماغ أن يفعله بمهنة المعالجة النفسية؟ طُرِح جدل حَرْفي(وكان على أشدِّه من قِبَل عالم الأعصاب الحيوي إيريك كاندل Eric Kandel) في أن المعالجة النفسية لا تغير عقلك فحسب بل إنها تغير دماغك أيضاً. المعالجة الفعالة تؤتي أكلها بنفس الطريقة وبنفس الآليات مثل أي شكل آخر من

التعلم الشديد: إنه يؤدي إلى تغيرات في التعبير الوراثي الذي يغير بدوره من قوة الوصلات إلى الخلايا العصبية ويُؤدي إلى تغيرات تركيبية يمكن أن تبدل نمط التواصل المتداخل فيما بين الخلايا العصبية والدماغ. يمكن للمرء أن يجري القياس التمثيلي على تدريبِ موسيقيٍّ بارع. لقد بيَّن ألفارو باسكال ـ ليون Alvaro Pascual-Leone، عالم الأعصاب، أن أدمغة الموسيقيين البارعين تُعاني من تغيرات وظيفية وبُنيَوية أثناء تدريبهم، وهي عبارة عن تغيرات يمكن أن توثَّق بواسطة تكنولوجيات تصويرية للأعصاب. وقد اقترح باسكال ـ ليون أيضاً بأن تجارب الأداء الفكرية الشديدة يمكن أن تؤدي إلى مثل هذه التغيرات.

هنالك عدد متزايد من الدراسات المقارنة بين تأثيرات المعالجة النفسية وبين تأثيرات أدوية مثل البروزاك Prozac وذلك من خلال النظر في صور الدماغ قبل المعالجة وبعدها. لقد أجريت مثل هذه الدراسات من أجل مرض الوسواس القهري OCD والاكتئاب الكبير. إن ماخلصت إليه هذه الدراسات هو أن شكلي المعالجة فعالان ويؤديان إلى تغيرات دماغية متشابهة. يقترح البحث سبيلاً نهائياً مشتركاً للتغيرات النفسية المعقدة. يمكننا في المستقبل ـ بتصوير دماغ المريض فقط ـ أن نحل اللغز الذي يبدو أنه يستعصي على الحل، وهو كيف يمكن أن نحكم على أن العلاج فعّال، ومتى يجب إنهاء المعالجة.

فرويد يخرج وداروين يدخل

من خلال تأثر المعالجين النفسيين بنظرية فرويد Freud اعتباراً من أربعينيات وحتى سبعينيات القرن العشرين (والبعض منهم حتى اليوم) صدَّقوا بداهة أن الإضطرابات النفسية متأصلة في الطفولة المبكرة وأن المعالجة يجب أن تشتمل على إعادة تركيب تفصيلي للماضي البعيد ـ وهو واجب هائل تعيقه حدود الذاكرة. قال ألفي سينغر- Alvie Singer الممثل القصصي البديل عن وودي ألان -Woody Allen وهو يسخر من سنواته الخمس عشرة التي قضاها في التحليل بقصة آنِي هول Annie Hall: «سوف أعطي الأمر سنة أخرى وبعد ذلك سأذهب إلى لوردز Lourdes». يدافع المحللون عن المتطلبات الزمنية من خلال التنويه بفداحة الواجب («لا يمكنك أن تحفر قناة السويس بملعقة»). ولكن البحث لم يؤكد أن صدمات الطفولة الأولى هي السبب المتأصل الرئيسي لأية اضطرابات نفسية، وحتى الرض بعد المرضي PTSD يمكن أن ينشأ عن الخبرة أثناء فترة الصبا. يقول علم الإدراك الحالي إن الذكرى مطواعة، بينما يكشف التحليل الدقيق التفصيلي لمطلع حياة المريض النقاب عن بعض الصعوبات. النسيان والخدَر والذكريات العرَضية الكاذبة تبين كيفية عمل العقل، وهو الثمن الذي ندفعه لقاء جهاز تذكُّر يخدمنا بشكل سنة وبصورة جيدة.

عالِم الطب النفسي ألان سرون Alan Srone ـ في مقالته

التي نشرها سنة 1997 بعنوان «أين سيبقى التحليل النفسي على قيد الحياة Where Will Psychoanalysis Survive?»: ينتهي إلى أن «التحليل النفسي العملي والنظري هو شكل فني ينتمي إلى العلوم الإنسانية وليس إلى العلوم. وهو أقرب إلى الأدب منه إلى العلم». وكما يغير فرويد Freud موقعه نحو الفنون والعلوم الإنسانية فإن داروين Darwin سيتحول إلى العلوم والطب السلوكيين. في غضون خمسين سنة سوف يوفر الطب الداروينى إطاراً لهذا المجال. الدماغ ـ مثل أي عضو جسدي آخر ـ أخذ شكله من خلال الإنتقاء الطبيعي، وطوَّر منهجيات فكرية حسَّنت من اللياقة التناسلية وساعدت على ضمان البقاء على قيد الحياة. إن ممارسة المعالجة النفسية سوف تتجه من التركيز على الأمراض إلى التركيز على نقاط الضعف، ومن الأعراض إلى الدفاعات التكيفية، ومن التركيز الحصري على التاريخ الفردي إلى دراسة الوجوه المشتركة للخبرة البشرية.

إن انتشار بعض الإضطرابات سوف يُعزى إلى فوائد الإستعدادات التي توفرها المورثات المُهَيِّئة. مرض الاكتئاب الهوَسي Manic Depression هو مثال: الطاقة والإبداع والقدرة الخارقة على اجتراح المعجزات المترافقة مع الهوَس الخفيف Mild Mania يمكن أن توفر مزية الإستعداد لهذا الاضطراب لدى بعض الناس، أو لدى أناس آخرين لاتسبب لهم المورثات مثل هذا الإضطراب، ولكنها تمتلك بعض التاثيرات النافعة. سوف

يتم فهم بعض الإضطرابات الأخرى باعتبارها تدَنٍّ في منهجية الدماغ، كما هو حال الجهاز الذي يميز في الأحوال العادية تصرفاتنا وأفعالنا الخاصة عن أعمال الآخرين (في مرض انفصام الشخصية)، أو الجهاز الذي يمَكِّننا من قراءة نوايا الآخرين وشعورهم (في مرض الانطواء على الذات Autism). سوف توحي بعض الأعراض بتصميم تبادلات يحفزها عدم التوافق فيما بين المحيط الحالي ومحيط الأسلاف، أو أنها فقط تضخم الدفاعات الاعتيادية. ربما تطوَّرَ الإضطراب المعروف بين الناس باسم القلق العام General Anxiety على سبيل المثال إلى دفاع ضد أخطار غير مؤكدة، ومرض الرهاب إلى دفاع ضد أخطار معينة مثل النزف أو الارتفاعات أو الأفاعي السامة. إن الذكريات المسترجعة والمرتدة يمكن أن تسبب العذاب لِمَن يعاني من الرض بعد المرضي PTSD، ولكنها تنشأ لأن العقل يجد من المفيد أن يتذكر أخطاراً تهدد الحياة حتى يتجنبها في المستقبل. يمكن أن يخدم الاكتئاب الخفيف Mild Depression الوظيفة التكيّفية للمحافظة على الموارد في أوقات الشدة وإعطاء الإنذار للآخرين بطلب النجدة وإفساح المجال لإعادة تقييم الأهداف. يمكن أن يكون الاكتئاب الخفيف أيضاً علامة للخضوع عندما لايستطيع الفرد معارضة التسلسل الهرمي أو لايرغب بذلك.

يمكن النظر إلى الحزن والخوف والغضب والإشمئزاز والعار والذنب على أنها ـ من وجهة نظر تطورية ـ نواح تكيفية

ودفاعية، مثل السعال ومرض الدَّشْبُذ calluses والألم الجسدي فإنها جميعاً تخدم وظائف مفيدة ويمكن أن تكون من الناحية الظاهرية مؤذية للصحة لأنها تعمل على (مبدأ البحث عن الدخان) كما يسميه الطبيب النفسي رودولف نيسي Randolph Nesse في جامعة ميشيغان، إذ أن إطلاق إنذار كاذب أفْضَل من الفشل في التحري عن النار. إن محيطنا أكثر أماناً من محيط أسلافنا ـ أسلم من الأمراض المُعْدية وسوء التغذية والمفترسين وأفعال القضاء والقدر. ولعل من السخرية أن يكون الأشخاص الذين تثقل كواهلهم اضطرابات القلق أكثر ملاءمة في بيئة ماضينا البعيد.

إن التفسيرات التطورية تثير أسئلة هامة عن المعالجة. إذا كانت بعض الأعراض ـ المخاوف الرهابية Phopic مثلاً ـ هي بيولوجية في الأصل، فهل يعني ذلك أنها لايمكن أن تعالج؟ الأمر ليس كذلك: يمكن التخلص من الخوف من الدم أو الأفاعي والحيوانات الأخرى من خلال الخضوع للمعالجة عدة ساعات. ولكن في الوقت الذي تكون فيه أمراض الوسواس القهري OCD والاكتئاب والرعب والرهاب مسببة للعجز بشكل واضح وتستفيد من المعالجة، فإن القلق الخفيف والاكتئاب يمكن أن يكونا في نهاية المطاف مفيدين. تساعدنا مثل هذه الحالات المؤلمة على تغيير مجرى حياتنا والتساؤل عن قراراتنا الخاصة أو عن قرارات الآخرين والمصالحة مع الأصدقاء أو

الأسرة واجتناب الخطر. فلعل من الخطأ ـ كما أوضح نيسي Nesse ـ أن تتم مداواة المجتمع كي يصبح منيعاً جداً على الحزن أو الضياع ولا يخاف أبداً.

في نقلة تمثيلية ذات صلة بالموضوع، سوف تصبح دراسة العافية مهمة كدراسة المرض. سوف نرى العلماء من ميادين متنوعة ـ ابتداء من علم النفس الإيجابي وانتهاء بعلم الوراثة الجزيئي ـ يبحثون عما يحمي الناس في أوقات المِحَنِ، وما يحصنهم ضد التوتر، وماهي المورثات أو البيئات أو الأمزجة التي قد تكون محفزة على الصحة. إن ميدان «الصحة الفكرية» لم يعد اسماً مغلوطاً، لأنه لن يكون دراسة حصرية للمرض.

من منصة الفحص السريري إلى المُزْتَدَيات

كانت العلاقة بين المريض والمعالج في جوهر المعالجة الديناميفسية Psychodynamic[42]. يخاطب فرويد تصورنا الأدبي، أما الحوار التحليلي النفسي فإنه يجوب عبر كامل حياتنا ويخلق سيرة ذاتية مُرْضيَة ذات معنى. السيرة الذاتية ـ كما كتب ليتون ستراتشي Lytton Strachey في مقدمته لكتاب الفكتوريين البارزين

(42) المعالجة الديناميفسية هي علم ذوعلاقة بالقوى أو العمليات العقلية أو العاطفية الناشئة بصورة خاصة في فجر الطفولة، وبأثرها في السلوك والأوضاع العقلية (قاموس المورد دار العلم للملايين طبعة 2002 صفحة 736) «المعرّب».

Eminent Victorians هي «أكثر فروع الفن حساسية وإنسانية». وحتى لو لم تأت الـHMOs، فإن معالجات أخرى كانت ستحل محل الممارسة غير المتعجلة للتحليل النفسي. لقد وُجِّهَ إليها الإنتقاد على أنها «تكنولوجيا غير واضحة المعالم تطبَّق على مشاكل غير محددة ذات نتائج غير قابلة للتخمين»، ولم تكن موجَّهة أبداً إلى معظم الناس الذين يعانون من أعراض أمراضهم النفسية.

ماهو مستقبل المعالجة بالكلام وماهو الموضوع الذي ستدور حوله المحادثة؟ سوف تكون المعالجة النفسية مختصرة تركِّز في معظم الأحيان على المشكلة وترتبط بالحاضر وتعتمد على تكنولوجيات قائمة على أدلة تم اختبار مدى فعاليتها في معالجة مشاكل معينة وتسير على هدي الكتب. إن من سيقوم بالمعالجة سيكون معالجاً نفسياً (يتمتع بمزايا وصف الدواء) أو عاملاً اجتماعياً أو في أحوال نادرة طبيباً نفسياً. إن بشاشة المعالج وتعاطفه مع المريض سيكونان مهمين، ولكن المعالجة ستدور بشكل أقل على العلاقة وبشكل أكثر على تبادل المعلومات. سيكون الجو العام مرناً ولن يكون دائماً وجهاً لوجه، وسوف تتم المعالجة بشكلٍ مطَّرد عن بُعدٍ عبر الشبكة العالمية (من أجل التعليم وقيام المريض بالتشخيص الذاتي وعرض المعالجة) ومن خلال كومبيوترات الجيب الصغيرة التي يمكنها أن تقدم التعليمات مثل مايجب عمله أثناء نوبة رعب أو

من خلال أجهزة يمكن ارتداؤها. لن تكون المعالجة النفسية بكاملها مجرد كلام دون فعل. في ظل توقع السفر طويل الأمد في الفضاء تقوم وكالة الفضاء الأمريكية ناسا NASA بتمويل إيجاد مُرْتَدَيات يمكن أن تدل على الاكتئاب أو القلق أو الإنهاك. «تتوفَّر جميع الظروف الضرورية للقتل إذا حبست رجلين في قُمرة وتركتهما معاً لمدة شهرين» كما يقول رائد الفضاء فاليري ريومين Valery Ryumin. يمكن لأدوات الإستجابة المبكرة أن تتنبأ بالوقت الذي ينبغي فيه على رائد الفضاء أن يتوقف عن العمل وأن يُعطى خيارات للمعاجة («إستمع إلى أشرطة المعالجة بالسلوك والإدراك الخاصة بك»، أو «خذ مضاداً للاكتئاب»، أو «خذ قِسطاً من الراحة لمدة ثلاث ساعات»). يمكن أن تستخدم مثل هذه الأجهزة من قبل المرضى الأرضيين الذين يريدون أن يتخلوا عن المعالجة ويريدون أن يراقبوا أنفسهم بحثاً عن بوادر للانتكاس.

ستتمكن كومبيوترات المستقبل من معرفة عواطفنا. سوف تقوم الأجهزة المُرْتَداة التي يمكن أن تربط إلى الثياب أو الحلي أو النظارات بإجراء قياسات لنا من خلال معايير لايمكن أن نفكر باستخدامها أبداً (عدد رمشات العيون أو جَعْدة في الحاجب مقارنة بالوضع المعتاد) في حين يمكن للأشياء المُرتداة المزروعة ضمن الجسم أن تقيس مايجري في داخلنا. إقترحت روز بيكارد Rose Picard من مخبر الإعلام في معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا في مقابلة جرت سنة 1998 في مجلة

أتلانتك الشهرية Atlantic Monthly أن الاشياء التي تلبَس وتتحسس بالعواطف يمكن أن (تلتقط رائحتك الحقيقية والمجازية.... وهي مثل الألبسة الداخلية يحتمل ألا تكون مشتركة وسوف تصبح كومبيوترات شخصية في الحقيقة). حسن! ربما أصبحت مُرتديات للمعالجة أكثر منها ملابس داخلية.

لماذا يزعج الناس أنفسهم بالمعالجة، في حين يمكنهم تناول مخلوطات دواء المستقبل؟ يختار معظم الناس تناول الدواء إذا أمكنه أن يسَكِّن من عرَض معيق عنيد. تدل معظم الدراسات على أن بعض الأدوية تفلح في بعض الناس والمعالجة في البعض الآخر منهم، ولكن الجمع بين الدواء والمعالجة غالباً مايكون الأفضل في كل الحالات. العقاقير تُلَطِّفُ من حدة الأعراض والمعالجة تساعد الناس على حل المشاكل وتعلُّم الحلول، ناهيك عن زيادة احتمال استمرار الناس في تناول أدويتهم إذا كانوا في مرحلة المعالجة. سوف تبقى المعالجة النفسية وحدها الخيار الأفضل بالنسبة لبعض الناس إذ تؤثر على الدماغ بطرق مماثلة للعلاج بالعقاقير دون تحمِّل الثمن أو الآثار الجانبية أو الخطر الكامل، وكذلك بسرعة مماثلة في الغالب. وفي الوقت الذي يبدو أن العقاقير تؤثر فقط طالما داومْتَ على تعاطيها، فإن المعالجة بالكلام تبشِّر بآثار أطول أمداً وتتوفر من خلال التعلم.

وبالمناسبة فإن المعالجة في المستقبل ستكون أكثر شبهاً

بالمعالجة التقليدية. لن تفلح لدى بعض الناس معالجة قصيرة مع مواجهات أقل، وربما احتاج بعض من هؤلاء الناس ـ الذين لم يستفيدوا منها اليوم ـ إلى معالجة طويلة الأمد أو معالجة دون تحديد تاريخ لانتهائها، وهم يرون أن الإرتباط مع معالج يتقمص عاطفة المريض ويُوَفِّر الإصغاء الجيد والمحادثة التي تراعي حقوق الآخرين ومشاعرهم والملاذ الآمن والخلاص من العزلة والشعور بالهدف المشترك ـ معالج يمكن أن يساعدهم على تشكيل الحياة ـ هو الذي يوفر الشفاء. في عالم المستقبل ذي المواجهات المختصرة والضرب في الأرض على غير هدى، وصور الدماغ ومحفزات الدماغ سوف تستمر المحادثات التي تؤدي إلى تغيير الطريقة التي نرى فيها العالم.

❑

نانسي إيتكوف Nancy Etcoff هي عضو في الهيئة التدريسية بكلية الطب في جامعة هارفرد وفي مستشفى ماساشوسيتس Massachusetts العامة للطب النفسي ومبادَرة هارفرد للعقل/ الدماغ/ السلوك. تم نشر بحث الدكتورة إيتكوف عن إدراك الوجوه العاطفية والجمالية والإنسانية في مجلات نيتشر Nature كوغنيشن Cognition ونيورون Neuron ومنشورات علمية اخرى كما نشرت مقتطفات منها في الصحف العامة مرات كثيرة ونالت جوائز كثيرة. وهي مؤلفة: بقاء الأجمل على قيد الحياة: علم الجمال Survival of the Prettiest:The Science of Beuty.

بول دبليو. إيولد

السيطرة على المرض

ماهو سبب المرض؟ إن هذا السؤال أساسي جداً، والتكنولوجيا الحديثة معقدة جداً، والوعود التي أطلقها الخبراء أحرزت تقدماً بثقة كبيرة جداً جعلت الشخص من خارج هذا الوسط يظن أن أسباب الأمراض قد فُهِمَت بشكل جيد. الحقيقة خلاف ذلك، فما زال الطب يناضل من أجل وضع يده على أسباب كثير من الاضطرابات المزمنة المُهلِكة: الأزمات القلبية والسكتة الدماغية ومرض ألزيهايمر وانفصام الشخصية والسرطان والسكري. سوف تعتمد نوعية حياتنا في غضون السنوات الخمسين التاليات على مدى درجة جودة التحكم التي سنصل إليها في المستقبل بهذه الأمراض المزمنة.

وكما كان الوضع مع كل الظواهر البيولوجية، يمكن دراسة السببية بمعناها الميكانيكي «ماهي العوامل التي تسبب المرض؟» ومعناها التطوري «ماهي الضغوط الإنتقائية التي ينتج عنها

obeikandl.com

المرض؟». في معناها الميكانيكي يوجد إجماع في الرأي حول مايقارب نصف عدد الأمراض المدرجة في المراجع الطبية. يمكن أن تجمع الأسباب الميكانيكية ضمن ثلاثة أصناف هي الوراثية والطفيلية (بما في ذلك الإنتانات) والتاثيرات البيئية غير الطفيلية مثل الإشعاع ومواد كيميائية معينة قلّت أو كثرت.

كثير من خبراء علوم الصحة يؤيّدون التعامل مع مسألة السببية بطريقة كتل البناء، ويحاولون أن يفهموا مجريات المرض في المستويات الخليوية والكيمياحيوية، على أمل أن تُستنبط الحلول في نهاية المطاف. هذه فكرة مثيرة للإعجاب ولكنها لم تحرز بعد أي نجاح كبير في الطب يتمثل بحلول حاسمة أكثر منه بحلول عابرة. إن ما كتبه لويس توماس Lewis Thomas قبل ثلاثين سنة في مقالته «تكنولوجيا الطب» مازال حقيقة واقعة في هذه الأيام، فالقسم الأعظم من ممارسة الطب ـ ابتداء بزرع الأعضاء والمجازات وانتهاء بمعظم معالجة أنواع السرطان ـ مكرسة لحلول عابرة أو عناية مساندة قليلة الأثر. يجيب الخبراء أن أمراض اليوم أقل قابلية للمعالجة من أمراض الماضي، ولعل الحلول العابرة هي أفضل مايمكن أن نتوقعه. ومع ذلك فإن السجلات تبين خلاف ذلك. يستمر اكتشاف حلول حاسمة لأمراض كانت تعتبر مستعصية على العلاج حتى فترة قريبة، وقد استنبطت هذه الحلول بشكل سنة من خلال فهم الأسباب الإنتانية، فقد مُنعت خلال العقدين الماضيين على سبيل المثال

عدة آلاف من حالات سرطان الكبد والتهاب الكبد من خلال مسح عينات من الدم بحثاً عن الحمات الراشحة المسببة لالتهابات الكبد (ب) وَ (ج) ومن خلال لقاح التهاب الكبد (ب)، ويمكن اليوم شفاء القرحات الهضمية وسرطان المعدة باستخدام المضادات الحيوية.

ومع ذلك فان الإنجازات الجوهرية حتى بين الأمراض الإنتانية infectious قد حدثت من خلال اختبار قفزات استنتاجية أكثر منها عبر التعامل بطريقة كتل البناء. ولم يكن لدى إيدوارد جينر Edward Jenner أي فهم عن الحمات الراشحة عندما اكتشف عملية التلقيح الحديثة قبل مايزيد عن مئتي سنة. كما أن جون سنو John Snow وإيغناز سيميلويس Ignaz Semmelweis لم يكونا قد شاهدا جرثومة أبدا عندما اكتشفا علم الأوبئة الحديث بعد مرور نصف قرن على بيان كيفية انتشار الأمراض الإنتانية وكيف يمكن منعها من خلال منع ذلك الانتقال. كذلك كان الأمر مع جوزيف ليستر Joseph Lister عندما عرض فعالية تعقيم الأدوات الجراحية. لم يعرف بول إيرليش Paul Ehrlich والاسكندر فليمينغ Alexander Fleming في نهاية المطاف شيئاً ـ من الناحية الافتراضية ـ عن آليات المنع الكيميائي للتكاثر الجرثومي عندما أقاما مفهوم وممارسة المعالجة بالمضادات الحيوية. يؤكد هذا التاريخ على قيمة النظر فيما وراء طريقة كتل البناء التي توجّه البحث الطبي الحديث لدراسة النظرات الإدراكية التي قد تولّد مجموعات كبيرة

من الحلول الحاسمة. وإحدى طرق المعالجة هذه هي تقييم سببية المرض انطلاقاً من نظرة تطورية.

تقوم التفسيرات التطورية في نهاية الأمر على السببية الوراثية. وقد يفترض المرء أن الطب التطوري يفسر الأمراض التي تصيب البشر في سياق علم الوراثة البشري بشكل كبير. لقد قدّم الطب التطوري في الحقيقة مثل هذه التفسيرات، إذ شُرِحت الأمراض المزمنة على سبيل المثال من خلال نظرية التشيُّخ، ومفادها أن الجسم يتداعى لأن الإنتقاء الطبيعي يشجِّع الصفات التي تفيد الأفراد في سنيّ شبابهم ولكنه يفرض ثمناً عندما يتقدمون في العمر وتقل فعالية الإنتقاء الطبيعي. البديل عن ذلك هو أن الأمراض المزمنة قد تنجم عن عدم التوافق بين البيئات الحديثة والبيئات التي كانت مسؤولة عن إعطاء معظم المُوَرِّثات البشرية شكلها. وهناك بديل رئيسي ثالث هو السببية الإنتانية: ربما نتجت الأمراض المزمنة بفعل عوامل إنتانية تتسبب بصورة خفية بتخريب الأنسجة، وتظهر في نهاية المطاف على شكل أمراض خطيرة مثل أزمات القلب والسرطان والألزهايمر Alzheimer وهذا البديل الأخير لاينفي أثر قيمة طرح تفسيرات تطورية في النهاية ضمن سياق المُوَرِّثات ولكنه يؤكد على وجوب ألا نحصر الفرضيات الخاصة بسببية الأمراض المزمنة بالمُوَرِّثات البشرية. يجب أن نأخذ مُوَرِّثات الطفيليات بعين الاعتبار أيضاً.

لقد أكدتُ أنا وزميلي غرغوري كوشران Gregory Cochran في مَعْرِض القضاء على الأمراض المزمنة ـ على أن الدليل المأخوذ في الحسبان على ضوء المبادئ التطورية يشتمل على الإنتان. وإذا كانت هذه الأمراض بفعل الأليلات، فإن نُسب الطفرات[43] ستقِلّ بوجه سنة بما يكفي للإبقاء على الأمراض في تواترها الملاحظ. لاتتناسب أنماط البقاء على قيد الحياة البشرية وحدوث الأمراض مع نمط مقايضة التشيُّخ، ورغم أن العوامل البيئية الجديدة تبدو مستحسَنة من حيث المبدأ ومهمة في بعض الحالات ـ مثل سرطان الرئة الناجم عن التدخين ـ فإن الأسباب البيئية غير الإنتانية المقترحة لاتكفي وحدها بشكل سنة لتفسير أنماط المرض. وإذا أضيفت السببية الإنتانية إلى مجمل الأسباب أمكن تفسير الأنماط الوبائية الموثقة بالشكل الأفضل، والقيام بذلك طبقاً لمبادئ التطور، لأن تضارب المصالح الوراثية بين العامل المُمرض والجسم المُضيف يمكن أن يجعل حالات المرض أزلية بشكل لامحدود. سوف يميل الإنتقاء الطبيعي على المدى القصير إلى عدم قبول الضَّعف الوراثي تجاه عامل ممرض معيَّن أكثر مما تقبله المُورّثة السيئة. ولكن الضعف الوراثي تجاه الأمراض الإنتانية ـ خلافاً لحالة المُوَرِّثات السيئة ـ

(43) الطفرة: تغير افتراضي مفاجئ في الوراثة يُحدث مواليد جديدة مختلفة عن الأبوين المنتجين خلافاً أساسياً وذلك بسبب تحولات طارئة في الصبغيات أو على المورثات: المورد دار العلم للملايين 2002 الصفحة 600.

يتغير بشكل مستمر مع مرور الزمن من خلال لعبة شطرنج تطورية مشتركة. إن الإنتقاء مقابل حالة الضعف الوراثية تجاه عامل ممرض تورِّث مضيفين لديهم إجراءات مضادة ضد العامل المُمرِض تُحَبِّذُ بدورها تطوير مضادات لهذه الإجراءات المضادة في الكائنات المُمرضة، وهكذا دواليك بشكل غير محدود.

معظم مشاكل علم الحياة التطوري تحَلُّ بشكل بطيء لأن المشاكل معقدة، فالاختبار صعب والتمويل نادر. وبالمقابل فإن سببية الأمراض المزمنة قد تحَل بسرعة نسبياً، ليس لأن الباحثين في الاختصاصات التقليدية ذات الحدود المميزة سوف يَدرسون مواضيعهم بشغَفٍ على ضوء التطور فحسب، بل لأنهم يتناقشون اليوم ويبحثون بِنَهَمٍ شديد في السببية الإنتانية للأمراض المزمنة. وفي ظل تداعيات نظرية التطور ومسيرة البحث الطبي والدلائل المتراكمة فإنني أتوقع أن يتم ـ في غضون السنوات الخمسين التاليات ـ قبول الإنتان كسبب للأمراض المزمنة العامة والخطيرة جداً مثل التصلب العصيدي وأمراض السكري ومرض الألزهايمر Alzheimer ومعظم أنواع السرطانات ومشاكل الخصوبة.

ولكن هذه النبوءة واهنة إلى حد ما، ولعلّي لاأكون على قيد الحياة عندما يمكن تقييمها حتى يوجَّه إليَّ الإنتقاد على خطأي. إذا كانت طريقة التعامل التطوري لحدوث المرض له قيمة حقيقية فإن من الواجب علينا أن نتصدى للتحدي الأخطر

في تحديد الأمراض التي نقبل الإنتان كسبب لها خلال عقود السنوات القادمة. يُبين الجدول رقم 1 بعض الأمراض المزمنة الأكثر أهمية وذلك على امتداد السنوات التي تنبأتُ بقبول سببية الإنتان بشأنها، وقد اقترحت المعيار التالي حتى أجعل هذه التنبؤات قابلة للاختبار: يجب أن ترد إشارة إلى أن الإنتان هو سبب المرض في ثلاثة أرباع النصوص الطبية التي نُشِرت في السنوات الخمس الماضيات على الأقل.

إذا قُبِلت سببية الإنتان اعتماداً على نوعية الدليل بشكل رئيسي، توجب بذل جهد كبير على التقييم الموضوعي. تساعد المثابرة على جمع الأدلة في هذا المجال طالما خضعت سلسلة الافتراضات المناسبة للاختبار. وقد لانحصل على نوعية من الأدلة على سببية الإنتان تصمد أمام الطلب، ولربما تَعَذَّر الحصول على الدليل المطلق على سببية الإنتان بالنسبة لمعظم الأمراض المزمنة الباقية والتي يسببها الإنتان. قَبِلَ المجتمع الطبي على سبيل المثال في غضون ربع القرن الماضي أن سبب ورم «كابوسي» Kaposi هو الحمة الراشحة رقم 8 لمرض الحلأ البشري، وأن الحمة الراشحةHTLV-1 هي سبب ابيضاض الدم لدى اليافعين Human T-cell Leukemia Virus. ولكن نفس النوعية من العلاقة السببية لن تُقبل بالنسبة لمرض التصلب العصيدي multiple sclerosis وذلك بصورة رئيسية لأن عقود البحث الكثيرة وآراء الخبراء بالمرض قد ولَّدت اختلافاً كبيراً في الإهتمامات

المكتسبة أدى إلى تباطؤٍ في الإتجاه السليم بهذه النظرة. إن التحرر من هذا التباطؤ يحتاج إلى وقت. وهنا تنطبق نظرات تشارلز داروين Charles Darwin وماكس بلانك Max Planck وتوماس كون Thomas Kuhn: سيتعين على نسبة كافية من الحرس القديم أن تنسحب أو أن ينقضي أمدها، وينبغي على العدد الكافي من الشباب ـ الداخلين إلى الحلبة دون هذه الإهتمامات المكتسبة ـ أن يحتلوا مراكز التأثير من أجل قلب ميزان رأي الخبراء. وأظن أن الوصول إلى هذه النقطة سيتم بحلول سنة 2015 فيما يتعلق بالتصلب العصيدي والألزهايمر Alzheimer. وهنا السخرية الشديدة: إن الكائنات الحية الممرضة تساهم بهذه العملية من خلال التخلص من نفوذ أولئك الذين أبعدوها.

obeikandl.com

الجدول رقم 1

السنوات التي يتنبأ فيها بقبول الإنتان كسبب لمختلف الأمراض المزمنة

اسم المرض	العناصر المُمْرِضَة المرشحة	السنة التي يتم التنبؤ فيها القبول بالعدوى كسبب للمرض
التصلب المتعدد	ذات الرئة المندثرة، حلأ بشري	2010
السكري نمط 2	حمة التهاب الكبد ج (سبب ثانوي)	2010
السكري نمط 2	أسباب رئيسية غير معروفة	2025
سرطانات الرأس والعنق	حمة الورم الحليمي البشري	2010
السرطان الأنفي الخيشومي	حمة أيبشتاين بار	2010
ابيضاض الدم عند الأطفال	غير معروف	2015
سرطان الثدي	حمة سرطان الثدي لدى الفأر (حمة أيبشتاين بار)	2015
التصلب العصيدي	ذات الرئة المندثرة، أورام احمرار اللثة، حمة عرطل خلوي، عصيات سوداء	2015
الألزيهايمر	حلأ بسيطة 1 ج، ذات الرئة المندثرة	2015
انفصام الشخصية	توكسوبلازما غوندي، حلأ بسيطة، حمة مرتدة داخلية، حمة مرض بورنا	2020
الاكتئاب ثنائي القطب	حمة مرض بورنا BDV	2025
سرطان الموثة	حمة خلقية غير معروفة	2025

تَستَخدِم التنبؤات المبينة في الجدول الفترات الإنتقالية الماضية كدليل ولكنها لاتفترض مجرد ثبات الوقت المنقضي بين ظهور أول دليل مقنع والقبول به. هناك أمر آخر في الاعتبار هو حجم القفزة عما تم قبوله في السابق بإعتباره مسبباً بالإنتان. إنني أتوقع أن تُقبَل سببية الإنتان لبعض سرطانات الرأس والعنق في وقت أسرع مما تُقبَل كسبب للتصلب العصيدي وذلك رغم أن الدليل على الأول هو اليوم أقل اكتمالاً. السبب الرئيسي هو الأسبقية، إذ سبق القبول بأن العنصر الممرض المرشح كسبب لسرطان الرقبة هو حمة الورم الحليمي البشري، علاوة على ذلك فإن دراسة متوازنة للتفسيرات الممرضة لهذه السرطانات (مثل تفسيرات ابيضاض الدم لدى الفتيان وورم كابوسي Kaposi's ليست مثقلة بنفس الدرجة من تباطؤ الإهتمامات المكتسبة القوية). وإذا قبلنا بشكل مماثل أن ذات الرئة المتدثرة هي سبب لأي من الأمراض المزمنة الرئيسية التي تدخل ضمنها أمراض التصلب العصيدي والسكتة الدماغية ومرض ألزهايمر والتصلب المتعدد فإن مقاومة القبول بها كسبب للأمراض الباقية يجب أن تسقط مثل أحجار لعبة الدومينو. ومع ذلك فإن الأرضية العمومية في هذه الحالة لاتكمن في نوع النسيج ولكنها استعداد وراثي مسبق ـ هو الأليل إيبسيلون 4 epsilom 4 allele الذي كان مرتبطاً بتأثُّر متزايد تجاه ذات الرئة المتدثرة.

يبدو أن المعارضة العامة للإنتان كسبب للسرطان متأصلة

على وجه الخصوص، وعندما تُدرَس هذه المعارضة على أساس الدليل الحقيقي فإنها تثير الدهشة لأن الباحثين الطبيين قبلوا من قبْل بسبب الإنتان لحوالي 15 ـ 20٪ من السرطانات البشرية (وذلك انطلاقاً من أقل من 1٪ قبل 25 سنة) وهنالك أمثلة قليلة جداً عن السرطانات البشرية (أقل من 5٪) التي يمكن صرف النظر بشأنها عن سببية الإنتان التي استمرت الحرب عليها في السرطان البشري منذ سنة 1910 حينما بيَّن بيتون روس Peyton Rous أن الجراثيم يمكن أن تسبب السرطان في الفراريج. أُعلِن الانتصار في أواخر سبعينيات القرن العشرين من قِبَلِ أكثر المدافعين عن عدم الإنتان حماساً عندما تم التأكيد على مساهمات المُوَرِّثات الورَمية والمسرطنات غير الإنتانية وبذلك تم الوصول إلى آلية مجدية، واستمروا في إعلان انتصارهم في ظل تزايد تراجعهم سنة بعد سنة. تضمَّنت شذرات المنطق لديهم دليلاً مخطئاً لصالح إحدى الآليات المساهِمة كدليل ضد المساهَمة من قبل آلية أخرى (توافق تبادلي). غالباً ما كانت جميع صنوف سببية الأمراض الثلاثة متناغمة.

إن قبول سببية الإنتان لأمراض عقلية شديدة مثل انفصام الشخصية والاضطراب ذي القطبين فهي محكوم عليها بالتأخير بسبب اهتمامات الخبراء المكتسبة، كما كان الحال بالنسبة للتصلب العصيدي والسرطان. تُضاف إلى هذا التباطؤ خصوصية الأمراض العقلية لدى البشر والتي تجعل العرْض التجريبي لسببية

الإنتان صعباً. كيف يمكن لشخص أن يعرف متى يكون الفأر مصاباً بالهذيان الهوسي الناجم عن الاضطراب العقلي أو بالارتياب أو بالاكتئاب أو بالمَس؟ يمكن الرد على هذا النقاش من خلال الإشارة إلى الاعتراف المبكر بمرض الخبَل الزهري syphilitic insanity ولكن الإنتان كسبب للخبَل الزهري قُبِل بسهولة لأن الباحثين ربطوه بمرض الزهري syphilis نفسه. وعندما تم قبول الإنتان سبباً للزهري كان الخبراء على استعداد تام لقبول تسبب الإنتان لمرض الخبل بسبب الإصابة بالزهري الذي كان حينذاك قد عُزِل بشكل مريح ضمن نطاق الأمراض العقلية في مجال منفصل للسببية. لم تكن الأمراض العقلية الموجودة في هذه الأيام ـ والتي لايعرف لها سبب ـ قد ربطت بالأمراض الحادة المعروفة بوضوح، وهي في هذا الصدد أكثر شبهاً بابيضاض الدم لدى البالغين وورم كابوسي Kaposi منها بمرض الخبَل بسبب الإصابة بالزهري. لماذا كنت متفائلاً حينذاك حيال القبول الوشيك للإنتان كسبب لمرض انفصام الشخصية؟ تشتمل الأنماط الوبائية epidemiological بشدة على سببية الإنتان، إذ أن ولادة المصابين بانفصام الشخصية على سبيل المثال تميل إلى أن تكون في أواخر الشتاء أو أوائل الربيع، وهذا دليل على أن انفصام الشخصية ربما نتج بسبب إنتان حدث قبل الولادة أو خلال الشهر الأول منها ثم تفاقم خلال الشتاء أو أوائل الربيع. إن اكتشاف الربط الملفت للنظر

بالعوامل الممْرِضة المرشحة كذلك ينطوي على سببية الإنتان. وقد بيَّنت دراسة حديثة على سبيل المثال وجود التفاعل الإيجابي لطُفيْلي الدماغ المسمى توكسوبلازما غوندي toxoplasma gondii لدى 42٪ من المصابين بانفصام الشخصية، ولكنه موجود لدى 11٪ فقط من الشواهد الأصحاء. يتصدى الخبراء في الوقت الراهن بصورة جدية لمعالجة سببية الإنتان لمرض انفصام الشخصية، وهم الذين كانوا قد صرفوا النظر عن هذه الفكرة قبل عقد من الزمن، وهناك مخابر كثيرة الآن بصدد البحث في هذه الإمكانية بصورة حثيثة. وكل هذا يقودني إلى أن القبول بسببية الإنتان لمرض انفصام الشخصية سوف ينتج بشكل كبير من عامل التقاعد وانتهاء العمل الذي يجب أن يميل بميزان الرأي في غضون السنوات العشر وحتى الخمسين القادمة.

في غضون العقود الخمسة التالية يجب أن يأتي تطور اللقاحات ـ ضد الأمراض المزمنة التي يسببها الإنتان ـ مباشرة بعد اكتشافنا للعوامل الممرضة. يمكن أن تكون اللقاحات فعالة على وجه الخصوص عندما لايكون العامل ممرضاً متقلباً بوجهٍ خاص. لذلك يمكننا أن نتوقع زيادة في قابلية التحكم بواسطة اللقاحات بحمات تتكون من الـ دي إن إيه DNA مثل حمة الورم الحليمي البشري أكثر منها بالحمات التي تتكون من الـ آر إن إيه RNA مثل حمة نقص المناعة البشرية HIV المسببة لمرض نقص المناعة المكتسبة AIDS. لاتتطلب هذه الهيمنة على الأمراض في

المستقبل تقدماً تكنولوجياً جوهرياً جديداً، ونحن نعرف مسبقاً أن اللقاحات المناسبة ستمنع الأمراض، وأن العوامل المضادة يمكن أن تحمي من الأمراض وتمنع تفاقم الإنتانات إلى حالات مؤذية، وأن تحطيم سلسلة الانتقال يمكن أن يمنع الإنتان في فرد وأحياناً في مجموعة كاملة، وأن سجل السيرة المرضية لتطوّر مثل هذه الحلول تجاه عوامل إنتانية تتم معرفتها حديثاً هو أمر جيد جداً.

أما بالنسبة للأمراض الإنتانية فإن سببية النشوء تتعلق بشكل كبير بتطور الفوعة[44]: ماهو الذي يؤدي ببعض الطفيليات إلى أن تتطور إلى الحالة الحميدة أو الحالة المهلِكة أو بين بين؟ الأجوبة على هذا السؤال تَبشِّر بمسلك رئيسي ثالث للسيطرة على الأمراض الإنتانية، أي أننا سنكون قادرين على السيطرة على تطور العامل الممرض بالإضافة إلى التخلص من الإنتان والتحكم بانتشاره، وبذلك نحوِّل الأعداء الذين يهددون حياتنا إلى معايشين لنا غير مؤذين. أما فيما يخص كل من الصنوف الرئيسية للأمراض فإن النظرية والدليل المتوفرين تشيران إلى أن هناك نوع واحد على الأقل من التدخل يمَكِّنُ من تحقيق هذا الهدف. أتوقع خلال الربع التالي من القرن أن يتم عرض أول قصص هذا النجاح التطوري وربما من خلال استخدام اللقاحات

(44) virulence الفوعة هي مقدار حدّة الحمّة.

بمهارة أو منع انتقال العوامل المُمْرضة بالإسهالات عبر الماء وذلك في البلدان الفقيرة. لم يُحسم بعد موضوع السيطرة على المقاومة ضد المضادات الحيوية، فمع تزايد الحالة الحميدة لدى العوامل الممرضة يتناقص انتشار استخدام المضادات الحيوية وكذلك تطوير مقاومتها، وإذا تمكنا من السيطرة على تطور الفَوعة استطعنا أن نسيطر على تطور المقاومة ضد المضادات الحيوية.

وإذا كان تاريخ الطب يعيد نفسه، فإن أول قصة نجاح سوف تشجع على نفس السلوك تجاه الأمراض الأخرى كما كانت حال اللقاحات والمضادات الحيوية والتحسينات الصحية. ومع ذلك فمن الصعب تخمين توقيت هذا التفاعل المتسلسل بسبب صعوبة توقع وقت النجاح الأول. لعلنا نكون قد شرعنا بحلول منتصف القرن في الانتقال التطوري من الفوعة إلى الحالة الحميدة لِحفنة أمراض مثل الإسهالات المُميتة، ولكننا سنكون مانزال في منتصف عملية اختبار معظم ماتبقى منها.

ماهو الأمر الذي لن يحدث في غضون السنوات الخمسين التاليات؟ قدرُنا أن نناضل ضد بعض العوامل التي تحبِط جهودنا في مجال السيطرة الحاسمة، وإذا لم يتحقق على سبيل المثال إجراء جديد حاسم على صعيد حمة الـHIV كان ذلك مشكلة ماتزال كامنة ولكنها غير محلولة من خلال الحلول المرحلية، أي أن مضادات الحُمّات واللقاحات التي تكبح جماح الحمات

لن تسيطِر عليها بشكل حاسم. إن المرونة الوراثية للحمّة HIV هي التي يوجَّه إليها اللوم بسبب هذه النظرة المخيفة: فهي التي تطور مقاومة لمضادات الحُمّات ويمكن أن تتفادى قيود اللقاحات. قد يعطى الطب ميزة باستخدام مجموعات من مضادات الحمات بمهارة ـ كما هي الحال في السنوات الكثيرة الماضية ـ ولكن ذلك لن يؤدي إلى الشفاء منها. يكمن الأمل الأكبر في اغتنام الوقت ـ عِقد من الحياة خالٍ من مضادات حمات مرض نقص المناعة المكتسبة AIDS وربما عِقد أو نحو ذلك خالٍ من اللقاحات العلاجية يتم تعاطيها بُعيد الإنتان، وعقد من السنين أو نحو ذلك من السيطرة على تطور الفوعة. سوف تضيف هذه العقود إلى نوع من السيطرة الحاسمة التي فرضها الطب على أمراض مثل الخانوق والجدري والسعال الديكي والحصبة وشلل الأطفال ولكنها لن توفر هذه السيطرة خصوصاً بعد أن تؤخذ بعين الاعتبار الآثار الجانبية لاستخدامات المركبات المضادة للحمات مدة طويلة.

وعلى الرغم من القلق الحالي حيال الأمراض المرعبة الجديدة التي تظهر مكتسحة الكرة الأرضية، فنحن متأكدون تقريباً من أن عدد الأوبئة المهلِكة المميتة ـ مثل وباء نقص المناعة المكتسبة AIDS سيساوي الصفر أو الواحد ـ ربما الصفر ـ في غضون نصف القرن التالي. طوال قرن ونيِّفٍ كان هناك اختلاط عالمي للبشر غير مسبوق من جميع أصقاع المعمورة.

ولا بُدَّ أن يكون هذا الاختلاط قد عرَّضنا لعوامل ممرضة من كل أنحاء العالم في نهاية الأمر. ومع ذلك وبالرغم من كل هذا الاختلاط فقد وُلِد (في حدود ماهو معروف) عامل ممرض جديد واحد انتشر من منطقة محصورة جغرافياً وسبَّب وباء عالمياً ماحقاً هو الـHIV-1 وإذا استخدمنا وباء نقص المناعة المكتسبة AIDS كمثال فإن العلماء وعامة الناس على حد سواء قد حذَّروا من أن عوامل ممرضة أخرى قد تشكل تهديدات مماثلة. وتشتمل قائمة المرشحين المعروفة على الحمات المسببة للنزف مثل حمات الإيبولا وحمّة النيل الغربي التي يحملها البعوض، والحمات الاستوائية (التي تسبب مرض «الأركان الأربعة» الحديث في جنوب الغرب الأمريكي) وحمة البُرِيون التي تسبب مرض جنون البقر ونظيره البشري وهو نوع متحول من مرض جنون البقر. ولكن هذا القلق في غير محله، فهذه العوامل الممرضة لاتشكل تهديداً بكارثة عالمية رغم أنها تسبب الرعب لمن تُنْزِل المرض بهم، فقط لأنها لاتمتلك الميزات المناسبة. لايمكن أن تنتقل حمة النيل الغربي من البشر إلى البعوض، وحمة الإيبولا ليست قادرة على البقاء في البيئة الخارجية بالقدر الذي يكفي للمحافظة على دورات الإنتان البشرية المهلكة. أما البُريونات فتنتقل بين الناس فقط عبر ممارسات غير عادية ومحدودة مثل أكل لحم البشر وزرع القرنية.

يأتي التهديد الحقيقي من تلكم العوامل الممرضة المنتشرة فيما بيننا وهي تفتك بنا أو قد تطوِّر مزيداً من القدرات على القيام بذلك، وإذا كان وضع الدليل الحالي ينطوي على أن الهدف هو سببية الإنتان، فنحن نموت بأوبئة عالمية مخيفة مثل الأزمة القلبية والسكتة الدماغية ومرض ألزيهايمر والسرطان، وهي وبائيات تَنتُج عن عوامل الإنتان المهلكة ولكن النظر مصروف عنها. يساورنا القلق بسبب حفنة من القطط التائهة وننسى الفهود، ولسوف نعرف هذه الفهود في غضون النصف التالي من القرن بشكل نهائي، ونتخذ إجراءات تُبْقي بعضها على الأقل تحت الملاحقة.

❑

بول دبليو. إيوولد PAUL W. EWALD أستاذ علم الحياة في كلية أمهيرست Amherst College ومتخصص بالطب التطوري، وهو عبارة عن تخصص ساعد على إنشائه وألقى محاضرات عنه في جامعات ونظم حلقات بحث وندوات في مختلف أنحاء العالم. وقد ألف كتاب تطور الأمراض الإنتانية Evolution of Infectious Disease (والمعروف بأن هذا الكتاب هو الحدث الفصل في نشوء هذا التخصص) وكتاب زمن الطاعون: كيف تتسبب الإنتانات المباغِتَة بأنواع السرطانات وبمرض القلب وبأمراض مزمنة مميتة أخرى Plague Time : How Stealth Infections Are Causing Cancers , Heart Disease, and Other Deadly Ailments .