الجزء الرابع

تأمل متبصر: نظرة مستقبلية

الفصل الرابع عشر

انقراض الفضول البشري أم بقاؤه؟

تتمثَّل إحدى خصائص البحث في عدم معرفة ما ستَعثر عليه. فقد كان كولومبوس يبحث عن طريق للوصول إلى جزر الهند من خلال السفر غربًا عبر المحيط الأطلنطي، وبدلًا من هذا عثر على الأمريكتين؛ وبعد ٤٠٠ سنة كان ديفيد ليفينجستون يبحث عن منبع نهر النيل؛ فعثر على منابع نهر الكونغو. وكان نيوتن يبحث عن تفسير لحركة الكواكب، فاكتشف الجاذبية؛ وكان واطسون وكريك يبحثان عن التركيب الصحيح للدي إن إيه، فاكتشفا طريقة تعبير الجينات وتناسخها. وطالما أن الحال كذلك، يستحيل توقُّع التطورات التي تنتظرنا. فإذا كنت طلبت من أي شخص في عام ١٩٠٠ توقع كيف ستكون حياة الإنسان في عام ٢٠٠٠، ربما كانوا سيتوقعون ظهور السيارة بوصفها وسيلة انتقال أكثر راحة من الحصان أو العربة التي تجرُّها الخيول أو قطار السكك الحديدية الذي يَسير في مسار محدَّد، لكنهم لم يكونوا ليتوقعوا أن تصبح شوارع بومباي وبانكوك وكاراكاس وجاكرتا أكثر ازدحامًا بالسيارات من شوارع لندن أو باريس أو نيويورك. كذلك لم يكن ليُفاجئهم اختراع الطائرة — فقد ظهرت آلات الطيران على لوحات الرسم منذ عصر ليوناردو دافنشي — لكن كان سيُفاجئهم الانتقال من لندن إلى نيويورك في أقل من ٤ ساعات. كان من الممكن كذلك أن يتوقَّعوا ظهور وسائل الاتصال الإلكترونية — فقد اختُرع التلغراف في منتصف القرن وسرعان ما تبعه الراديو، وبث ماركوني أول إرسال له عبر مصبِّ نهر سيفرن من مدينة بينارث إلى ويستون-سوبر-مير في عام ١٨٩٦ — لكن لم يكن ليخطر ببالهم أن كلَّ طفلٍ في المدرسة وأمينِ مكتبة وموظَّف في بنك ومُمرضة وبائع في متجر سيبرع في استخدامها. وربما كانوا سيتوقعون اكتشاف القطبين الشمالي والجنوبي، وتسلُّق جبل إفرست، لكنهم لم يكونوا ليتخيلوا أنه من الممكن للبشر السير على القمر.

عندما وضع ماكس بلانك نظريته عن الكم في عام ١٩٠٠، لم يتوقَّع أي عالِم أن مدلولاتها ستؤدي إلى الاستخدام اليومي لأجهزة الترانزستور أو الليزر أو التصوير بالرنين المِغناطيسي. تتَّسم طبيعة الاكتشافات العلمية بالعشوائية، ويكون معدَّل التقدم التكنولوجي سريعًا للغاية، بحيث يصعب توقع المستقبل. يرفض العلماء الجادُّون توقع مسار العلوم الأساسية. عندما طلبتُ من صديق (حاصل على جائزة نوبل) توقُّع الاكتشافات المستقبلية التي ستحدث في مجال تخصُّصه، ردَّ قائلًا: «أنا عالِم تجريبي، ولستُ مُنجِّمًا.» وأحيانًا لا تكون التوقعات بها قدر كبير من التفاؤل؛ فتكون التكنولوجيا المطلوبة والدعم المادي دون المستوى، كما يُمكن للرأي العام أن يدمِّر أكثر المشروعات بَراعة. في عام ١٩٥٥ كان من المتوقع أنه في خلال ٥ سنوات أو في أسوأ الأحوال ١٥ سنة، ستَعبُر الطائرات التي تعمل بالطاقة الذرية المحيط الأطلنطي في ٣٠ دقيقة. مرت ٥٠ سنة ولم يحدث شيء؛ فقد جعلتْنا مخاطر استخدام الطاقة النووية نحتاط.

(١) القرن القادم

هل تريد مني توقع كيف سيكون شكل الحياة في عام ٢١٠٠ نتيجة لأبحاثنا؟ بما أني لن أكون موجودًا — ولا أنت أيضًا، على ما أظن، وكذا معظم قرائي إلا إذا كانوا مُتعلِّمين منذ سنٍّ مبكِّرة للغاية، وينعمون في الوقت نفسه بطول العمر الفائق[١] — فليس لديَّ ما أخسره. يَعتقد المتشائمون بالطبع أن الحياة كما نعرفها ستنتهي فعليًّا؛ فسيؤدي تلاعبنا بالطبيعة وبأنفسنا — المحاصيل المعدَّلة جينيًّا والبشر المعدَّلين جينيًّا — إلى كارثة مفجعة. أما أنا فلا أتفق معهم في هذا الرأي للأسباب المذكورة في الفصول السابقة. فيوجد أناس يتوقَّعون وقوع أحداث كارثية مع كل كسوف كلي للشمس ومع كل ألفية جديدة، ويتحدثون عن دقة تنبؤات نوستراداموس منذ ٥٠٠ عام التي توقَّعت اغتيال الرئيس كينيدي، وانتهاء الحرب الباردة، وغزو صدام حسين للكويت، ووفاة الأميرة ديانا أميرة ويلز. عندها أبتسم بأدب وأغيِّر الحوار؛ فعندما يَغيب المنطق في منتصف الحوار، من الأفضل التوقُّف عنه.

بالطبع من الممكن أن يَضرب الأرض كُويكب ضخم مثل ذلك الذي ارتطم بالأرض منذ ٦٥ مليون سنة.[٢] وفي الواقع ستكون عواقب مثل هذا الحدث كارثية، لكن احتمالات حدوثه ضئيلة.[٣] ومع ذلك يوجد أكثر من ١٠٠ ألف كويكب في حجم ملعب كرة القدم

في مجموعتنا الشمسية وحدها.[٤] ونحن نعلم أن احتمال ارتطام كويكب صغير بالأرض بقوة مِائة قنبلة نووية — كالتي ضربت هيروشيما — في ٢١ سبتمبر ٢٠٣٠ هو مجرد ١ في ٥٠٠. تحدد مؤخرًا أيضًا كويكب آخر، «إن تي ٧»، في مسار الاصطدام بالأرض. تبلغ كتلته ١١ مليار طن، ويبلغ قطره من ١ إلى ٢ ميل، ويدور حول الشمس بسرعة ١٧ ميلًا في الثانية. إذا ضرَب الأرض، فإنه سيفعل هذا — في ١ فبراير ٢٠١٩ — بقوة تزيد عن قوة مليون قنبلة هيدروجينية. لكن لا تيأس؛ فالعلماء يخططون من الآن لطرق تجعله يحيد عن مساره الحالي؛ عن طريق إلصاق شراع ضخم يعمل بالطاقة الشمسية به، أو دفعه جانبًا باستخدام مُفاعل نووي، أو تفجيره بالطبع باستخدام قنبلة نيوترونية.[٥]

مع ذلك بين كل أنواع الحيوانات والنباتات التي ربما تَنقرض، بالتأكيد سيكون الإنسان الأقل تأثرًا؛ فسعيه للبقاء قويٌّ للغاية. بالطبع سيؤدِّي بحث الإنسان عن مساحة إضافية للحياة وعن طعام ومياه عذبة إلى حالات من التوتر؛ فيَزيد عدد سكان العالم بمعدل ٢٤ شخصًا كل ١٠ ثوانٍ، ومع كل ٨ ثوانٍ تمر يُفقَد هكتار من الأرض المزروعة.[٦] إن عصرنا الحالي يضم ثُلثي البشر الذين وصلت أعمارهم إلى ٦٥ عامًا على الإطلاق. وفي غضون ٢٠ سنة، سيعيش نصف سكان الدول النامية في مناطق حضرية مقارنةً بأقل من الثُّلث في العصر الحالي. وسيحاول الناس ذوو النوايا السيئة استغلال مثل هذه المواقف[٧] بتوفير مزيد من أسلحة الدمار الشامل الفعالة. وبالفعل توجد بين أيدينا تكنولوجيا لتدمير الناس انتقائيًّا؛ ومثال على هذا القنبلةُ النيتروجينية والجراثيم الفتاكة، فضلًا عن التعقيم الجماعي. لكن من غير المحتمَل أن يخرج مثل هذا الهجوم عن السيطرة بما يكفي للقضاء على الإنسان العاقل على سطح الأرض. فصفة العملية، التي تُعتبر واحدة من الصفات المميزة للإنسان، توفِّر قيدًا يعمل على تحجيم الأهداف الخبيثة ذات الأبعاد العالمية. تذكَّر الحرب الباردة التي حدثَت مؤخرًا، واستمرَّت ٤٠ عامًا بين الاتحاد السوفييتي والدول الديمقراطية الغربية، التي انتصر فيها ضبط النفس على انتهاز فرصة استخدام الأسلحة النووية.

بعض جوانب الحياة في عام ٢١٠٠ لن تتغير؛ فستظل الخلافات بشأن التكنولوجيا الجديدة موجودة.[٨] وستظل تقع مشاجَرات وتَندلع حروب، وتُخرَق معاهَدات ووعود. وستكون الفوضوية منتشرةً تمامًا مثلما كان الحال في عام ٢٠٠٠ أو ١٩٠٠، وسيستمرُّ تبرير أعمال الإرهاب على أسس دينية، كما كان الحال منذ أول حرب صليبية اندلعَت منذ ألف سنة. وسيظل عدد الاكتشافات العلمية هو نفسه تقريبًا كما كان في خلال القرن

الماضي، لكن من المتوقَّع أن تصبح التطورات التكنولوجية التي تنتج عنها ضخمة. ولن يزيد عدد الكتب المميزة التي تؤلَّف، أو المقطوعات الموسيقية التي تُلَحَّن، أو الصور التي تُرسم، عن العدد الذي ظهر في أثناء السنوات المِائة الماضية؛ فسيَشعُر بالراحة أولئك الذين يرَوْن أن جودة الفن في العصر الحالي أصبحت بالفعل في حالة من التراجُع المستمر؛ مثال لذلك الروايات التي تُطعَّم بمواد إباحية، والموسيقى الناتجة عن تنافر الأصوات، وأشكال الصور التي تحصد الجوائز ولا تزيد عن كونها عُلبة حساء أو حيوان محفوظ في الفورمالدهايد. ويرجع السبب في هذا الثبات في الإنجاز، كما أشرتُ سابقًا، إلى أن صفات الكره والشر، وانعدام الكفاءة وانعدام الأمانة، والتميز العلمي والإبداع الفني، موزَّعة عشوائيًّا بيننا، ونسبة المحظوظين أو الملعونين بواحدة أو أكثر من هذه الصفات لا تتغير على مدار مِائة سنة فقط. تعكس هذه الصفات عمل مزيج الجينات التي نَرثها عن والدينا. تتعرض الجينات إلى إعادة توزيعٍ مع كل جيل، لكن إجمالي التجميعة الجينية يظلُّ ثابتًا إلى حدٍّ ما. في الواقع تتعرض تجميعة الجينات للتغيير لكن على مدار ملايين — وليس مئات — السنين؛ فربما تظهر أنواع جديدة من الإنسان العاقل — لا بل هي تظهر بالفعل — لكنَّنا لا نُدركها؛ فالتغييرات التي تحدث بسيطة للغاية.

تتغيَّر البيئة بمعدل أسرع، وقد أكدتُ على أن وظائف أجسامنا يُحدِّدها التفاعل بين العوامل الوراثية والبيئية. فهل التغيرات التي تحدث في هذه الأخيرة ستؤثر علينا بحلول عام ٢١٠٠؟ من المتوقع أن يعمل الاحترار العالمي على رفع متوسِّط درجة الحرارة في العالم إلى نحو ٦٠ درجة مئوية على مدار السنوات المِائة التالية، مقارنةً بارتفاع قدره ٠٫٦ درجة مئوية في القرن الماضي. وسيكون التأثير الأكبر على القطبين؛ فسيذوب كل الجليد في القطب الشمالي مع مطلع القرن القادم؛ مما سيجعل القطب الشمالي في وسط محيط. ويتمثَّل السبب في ارتفاع درجة الحرارة هذا في تأثير الصوبة الزجاجية، الذي يَنتج جزئيًّا من ثاني أكسيد الكربون الذي يصدره الإنسان من خلال وسائل المواصلات والتلوث الصناعي، وجزئيًّا من إنتاج غاز الميثان مع زيادة عدد الحيوانات المجترَّة، وجزئيًّا من انخفاض نسبة ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصُّه النباتات بسبب تدمير الغابات. وتُعادل الزيادات في درجة الحرارة أو تعمل على تفاقمها تغيراتٌ لا يَستطيع الإنسان التحكُّم فيها؛ مثل التغيرات التي تحدُث في دورة الكربون في العالم وفي الإشعاع الشمسي. تنتج الأولى من ثاني أكسيد الكربون الذي يَصدر من الانفجارات البركانية ويدخل في الغِلاف الجوي ويعود إلى الأرض في صورة أمطار حمضية؛ ويُسهم في ذلك أيضًا التقلبات

في كَمِّية ثاني أكسيد الكربون الذي تمتصُّه النباتات[٩] والتغيرات في المحتوى الميكروبي في المحيطات.[١٠] أما التغير الثاني فيكون نتيجةً للبقع الشمسية. ربما يُمثِّل التلوث الذي يتسبَّب فيه الإنسان عاملًا رئيسيًّا في الاحترار العالمي على مدار القرن التالي،[١١] لكنه لا يكون بأيِّ حالٍ من الأحوال العامل الوحيد.[١٢]

ستكون آثار الاحترار العالمي إقليمية؛ فسيذوب الجليد على قمة جبل كليمنجارو، لكن ربما يصبح الشتاء في شمالي أوروبا في الواقع أكثر برودة. وسيؤدِّي ذوبان جليد القطب الشمالي إلى برودة المحيط الأطلنطي وإبطال مفعول الدفء الذي يَجلبه تيار الخليج حاليًّا إلى الجزر البريطانية وشمال غرب أوروبا. وقد انخفضَت سرعة تيار الخليج بالفعل بنحو ٢٠٪ على مدار السنوات الخمسين الماضية. ونتيجة لهذا سيكون الشتاء في لندن وبروكسل أكثر شبهًا بالشتاء في مناطق أخرى على خط العرض نفسه؛ مثل خليج سانت لورانس وسهول سيبيريا، اللتان تتجمَّدان كليًّا في منتصف الشتاء.[١٣] وعلى العكس من هذا، سترتفع درجة حرارة جنوبي أوروبا، وربما يعود البعوض الحامل للأمراض — الذي ينقل فيروسات مثل فيروس حمى الضنك وفيروس حمى النيل الغربي وطفيل الملاريا — ليُصبح مُستوطنًا.[١٤] كذلك ربما يرتفع مستوى سطح البحر بما يقرب من متر، وستحتاج كثير من المدن الساحلية في إنجلترا إلى حماية الخنادق التي تمنع حاليًّا مياه بحر الشمال والقناة الإنجليزية من الدخول إلى هولندا. تتفاقم هذه المشكلات بزيادة الرياح المطيرة؛ فبنهاية هذا القرن ستَحمل السماء فوق جنوبي إنجلترا مزيدًا من الأمطار بنسبة ٥٠٪ من الموجودة حاليًّا.[١٥] لكن هل الاحترار العالمي فعليًّا أمر كارثي للغاية؟ يرى الثنائي المنفرد برأيه، الراحل فريد هويل وشاندرا ويكراماسينج، اللذان التقينا بهما في الفصل الثالث، أن زيادة الاحترار العالمي ستكون مفيدة للأرض؛ إذ ستُنقذنا من عصر جليديٍّ آخر.[١٦] ربما يكونان مُحقَّين على المدى الطويل، لكن فيما يتعلق بهذا القرن، لا يتفق مع وجهة نظرهما إلا عدد قليل.

ستتحدى التغيرات المُناخية براعة المتأثِّرين بها، لكنها لن تؤثر كثيرًا على كيميائهم الحيوية، فسيعادل التهديد بعودة الملاريا إلى إيطاليا احتمال إتاحة لقاح لها بحلول ذلك الوقت. ثمة تغيرات بيئية أخرى من المرجَّح أن تترك أثرًا في تعداد البشر؛ وأحدها انتشار فيروس العوز المناعي البشري. ففي أفريقيا، حيث تصل نسبة إصابة السكان بهذا الفيروس إلى ٤٠٪ في بعض الدول، من المحتمل أن يُنجب المقاومون للإصابة بمرض الإيدز[١٧] ذرية تفوق في عددها الغالبية العظمى المعرَّضة لخطر الإصابة به. تحدُث مثل

هذه التغيرات في التكوين الجيني للسكان طوال الوقت؛ فكثير من الذين نجَوْا من وباء الإنفلونزا في عام ١٩١٨ (الذي قَتل ٤٠ مليونًا) ربما حدَث لهم هذا بسبب تمتُّعهم بميزة جينية. مع الأسف، لا يتمتَّع بالضرورة أحفادهم الموجودون حاليًّا بحماية مستقبلية من الأوبئة؛ لأن الفيروس تعرَّض لتغييرات مستمرة؛[١٨] فأحفاد المقاومين حاليًّا لفيروس العوز المناعي البشري ربما يقعون فريسة له غدًا. ما أريد الإشارة إليه أن الجراثيم المسبِّبة للعدوى في البيئة مسئولة عن الانحراف الجيني الذي يَحدث بين السكان؛ فهو جزء من عملية التطور. لكن على حدِّ علمنا، لا ترتبط قابلية الإصابة بالمرض بصفات مثل الإبداع أو الذكاء أو العدوانية أو الطيبة. ولهذا السبب لن يَختلف سعي الإنسان في عام ٢١٠٠ كثيرًا عنه في عام ٢٠٠٠.

تزدهر حضارات وتتدهور حضارات، وأصبح الآن مُصطلح «مجتمع» ملائم أكثر من مصطلح «حضارة»؛ حيث أصبح الإنسان «متحضرًا» في جميع أنحاء العالم، ليس بالضرورة من خلال الاضطرار إلى تسلُّق بضع درجات من سُلم الإنجاز بنفسه، لكن من خلال الارتقاء دون جهد منه. ألم أقُل من قبل أن السُّلم نفسه يرتفع إلى الأعلى باستمرار؟ وأنه سُلم متحرِّك؟ أفكر على وجه الخصوص في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، التي تعرَّضت لأشكال أوروبية من الحكم والتكنولوجيا عبر الغزو والاندماج لعدة قرون.[١٩] وفي حين أفنت المذابح والعبودية سكانها منذ قرنين، تَضطلع المجاعات والإيدز بهذا الدور في عصرنا الحالي. إلا أن الناجين يستفيدون من التكنولوجيا الغربية في مجالات معيَّنة ويعيشون حتى سن متقدمة؛ ولهذا السبب يحتاج إنتاج الطعام لديهم إلى أن يتضاعف باستخدام التكنولوجيا الحديثة.

بحلول عام ٢١٠٠ ستتغير الخريطة السياسية والاجتماعية للعالم؛ فستنمو بعض المجتمعات، وستضعف مجتمعات أخرى. وقد عبَّر المؤرخ أوزفالد شبنجلر عن هذا منذ قرن مضى فقال: «الثقافات ... تزدهر وتهرم ... لكن «البشرية» لا تهرم. فلكل ثقافة إمكانياتها الجديدة للتعبير عن ذاتها، وهي ترتقي وتنضج وتتحلل ولا تعود أبدًا ... [فهي] تنمو دون هدف تمامًا مثل الزهور في الحقل.»[٢٠] ويكون المعيار الذي نقيس به النجاح مزيجًا من التأثير والثروة؛ فقد كان الاتحاد السوفييتي طوال معظم القرن العشرين يتمتَّع بتأثير كبير مع قليل من الثروة، بينما تمتَّعت سويسرا وبروناي بثروة كبيرة لكن مع تأثير ضئيل. ومنذ منتصف القرن العشرين (ويقول بعض المؤرخين حتى قبل هذا) كانت أوروبا في حالة تدهور. أدرك رئيس الوزراء الإنجليزي اللورد ساليسبوري

هذا منذ مِائة سنة، عندما كانت الإمبراطورية البريطانية لا تزال في أوج ازدهارها؛ إذ قال: «أيًّا كان ما سيحدث [في السياسة الخارجية] فإنه سيكون للأسوأ؛ ومن ثم مِن مصلحتنا أن يحدث أقل قدر ممكن.» والجمود بلا شك هو عدو السعي.

قابل اضمحلالَ تأثير أوروبا على مدار القرن السابق ارتفاعُ شأن الولايات المتحدة الأمريكية، التي ما تزال مهيمنة في مطلع القرن الحادي والعشرين. لا أعتقد أن اتحادًا أوروبيًّا فيدراليًّا يستطيع حاليًّا تغيير ما حدَث في القرن الماضي؛ فإن بيروقراطيته الخانقة وقوانين العمل غير المرنة ستجعله غير قادر على المنافسة مع الدول الأخرى. وفي المقابل من المفترض أن تصل الصين والهند، التي تُسهم كل منهما حاليًّا بنحو ٢٠٪ من تعداد السكان في العالم، إلى كامل قدرتهما الاقتصادية، ويُصبح لهما دور مسيطر على الساحة العالمية. يَفترض هذا عدم انفصال جنوب الصين عن الشمال — المنافسة القديمة بين متحدثي الكانتونية في الجنوب والمندارين في الشمال — وأن تظلَّ الهند دولة ديمقراطية علمانية، دون أن يَحصل إقليم كشمير والأقاليم المسلمة الأخرى على استقلالها عن الحكومة المركزية في نيودلهي. ومن المحتمل أيضًا أن تفقد الولايات المتحدة الأمريكية كثيرًا من تأثيرها، خاصةً إذا آثَرت ولايات معيَّنة داخل الاتحاد — تتبادر إلى الذهن تكساس وكاليفورنيا — الحصول على استقلالٍ أكبر؛ فستكون الاختلافات السياسية والاجتماعية أسبابًا للانفصال، وهذه المرة من دون حرب أهلية. وداخل أوروبا، ربما تحصل مناطق، مثل اسكتلندا وويلز وكتالونيا وإقليم الباسك، على استقلالها من حكامها الحاليين. ومن غير المحتمل أن يحصل الشرق الأوسط مرةً أخرى على المكانة التي كان يتمتَّع بها في النصف الأول من الألفية الماضية (من القرن الحادي عشر حتى القرن الخامس عشر)؛ فالأصولية الإسلامية ستُعيق حدوث هذا، كما سيَنفد البترول. وستشهد أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى أكبر تغيير من بين القارات الأخرى؛ فربما يَحين أخيرًا وقت زيادة ازدهارها — الذي يحدث حاليًّا بسبب انخفاض كبير في عدد السكان نتيجة لمرض الإيدز — بمجرد انحسار الوباء.

إذن ستتحوَّل الأهمية الثقافية والسياسية والاقتصادية مرةً أخرى — بعد ٥٠٠ سنة من التفوق الغربي — إلى الشرق؛ من أوروبا وأمريكا الشمالية إلى الهند والصين وجنوب شرق آسيا واليابان. ما السبب في تأكيدي على هذا؟ جزئيًّا «تراجُع المستوى الفكري» — الانحطاط إلى أقل قاسم مشترك — الذي نشهده حاليًّا في العالم الغربي؛ في التعليم والثقافة أيضًا. فهو بمنزلة النزول لبضع درجات أسفل سُلم التنوير. وبصرف النظر عما إذا كانت التكنولوجيا في الغرب تُواصل المضي قُدمًا أم لا، فإن التعليم الذي يتلقاه الغالبية

العظمى في أوروبا وأمريكا الشمالية سيبدأ في التدهور، كما يحدث حاليًّا بالفعل، ورغم ذلك ستظل دومًا مجموعات متفرقة من النخبة موجودة.

أجرَت الجمعية الدولية لتقييم التحصيل التربوي مؤخرًا دراسة على الأطفال في سن الرابعة عشرة (في الصف الثامن) في ٣٨ دولة في مادة العلوم، احتلَّت إنجلترا المرتبة التاسعة، بعد تايوان وسنغافورة واليابان وكوريا (الجنوبية)، وجاءت الولايات المتحدة الأمريكية بعد ذلك في المرتبة السادسة عشرة؛ وفي الرياضيات احتلت إنجلترا المرتبة العشرين والولايات المتحدة الأمريكية المرتبة التاسعة عشرة، بينما احتلت سنغافورة وكوريا وتايوان وهونج كونج واليابان المراكز الخمسة الأولى.[٢١] ومن بين الدول الأوروبية، تفوقت الدول التي تَنتمي للكتلة الشرقية السابقة، مثل المجر وجمهورية التشيك وروسيا نفسها، في المتوسط على الدول الديمقراطية الغربية؛ فيُحقِّق أسلوبها التعليمي نتائج أفضل. صحيح أن الفروق في التحصيل لم تكن كبيرة؛ ففي مادة العلوم حقَّقت الدول متوسطة المستوى نتيجة ٨٨٪ مقارنةً بالدول الأكثر تفوقًا، بينما في الرياضات كانت النسبة ٨٢٪. ومع ذلك فإن التوجه واضح؛ فأخلاقيات العمل في الشرق الأقصى تؤدِّي إلى إنتاج أطفال تعليمهم أفضل مقارنة بالأسلوب الأكثر تكاسلًا المعمول به في الغرب. ويعتبر أداء الأطفال اليوم مؤشرًا على أداء دولتهم غدًا. فعندما يَنخفض التعطش للمعرفة، سرعان ما تتلاشى المنافسة. ويتبع هذا انخفاض عام في المعايير، ويَصحبه التزام «باللياقة السياسية» الذي يكون فعليًّا غير صائب.

لا يُسمح لأي شخص في عصرنا الحالي بالفشل في أي امتحان (فهذا من قبيل التمييز). يستطيع خرِّيجو الجامعة بالكاد كتابة مقال مترابط. في المملكة المتحدة منذ عدة سنوات، تضاعف عدد الجامعات بين عشية وضحاها؛ فهل ارتفع فعليًّا فجأة عدد الطلبة المؤهَّلين والمدرِّسين الأكْفاء الذين يستطيعون التدريس لهم؟ أكَّد رجال السياسة والبيروقراطيون على أن هذا حدث، وأن مجموعة كبيرة من الطلاب في الثامنة عشرة من عمرهم والمحاضرين الأذكياء ينتظرون منذ فترة طويلة دورهم للحصول على فرصة للاشتراك في الحياة الأكاديمية. عندما كنتُ أُدرِّس في أكسفورد منذ ٣٠ عامًا، أُرسلت مجموعة منا «الأساتذة» الشباب في جميع أنحاء بريطانيا بحثًا عن بعضٍ من هؤلاء الدارسين البائسين الذي فشلوا في التمكُّن من دخول الجامعة. لم نعثر عليهم، لكني حددتُ مكانهم فيما بعد؛ فكانوا بالفعل طلابًا ومعلمين يتمتَّعون بموهبة استثنائية، لكنهم محبَطون بسبب حظهم. إلا أنهم لم يكونوا في مانشستر أو هال أو برمنجهام أو

لستر؛ فقد كانوا في كلكتا وبانكوك، وفي أكرا وبغداد، وفي كاراكاس ومكسيكو سيتي. ومن أجل تمكين بعضٍ منهم — الذين يَرغبون في تحقيق إمكانياتهم في مجال العلوم الطبية الحيوية — أنشأتُ فيما بعد مركز أكسفورد الدولي للطب الحيوي. هذا استطراد.

ماذا حدث للجامعات الجديدة في بريطانيا؟ ازدهرت، إلا أن الطلاب فيها لا يَدرسون الفلسفة أو الفيزياء أو علم النفس، بل التعبئة وتجارة العطور وإدارة مشروعات تربية الخنازير ودراسات الموسيقى الشعبية؛ ويَشغل مُدرِّسوهم منصب الأستاذية ليس في اللغويات أو القانون أو الأدب، بل في تكنولوجيا صناعة الجلود وإدارة وقت الفراغ وتصميم الإضاءة. إذا كنتَ تعتقد أني أبالغ، اقرأ بنفسك كتاب ماسكيل وروبنسون «فكرة جديدة عن الجامعة».[٢٢] علينا ألا نتفاجأ بهذا التوجه؛ فالجامعات الجديدة نشأت إلى حدٍّ كبير من كليات فنية ومتعدِّدة التقنيات، وظلت مُخلصة لهدفها الأصلي فحسب؛ فلم تصحَب الطفرة التي حدثت في مكانتها طفرةٌ مماثلة في الفضول الفكري. إنها تقدم مثالًا جيدًا لما عنَيته بتراجع المستوى التعليمي. ولا يقتصر هذا الانخفاض في المعايير على المملكة المتحدة؛ فهو يحدث في الولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الدول الأوروبية أيضًا. في الواقع كانت معظم التغيرات الثقافية التي حدثت منذ القرن التاسع عشر مثل الرياح السائدة، انتشرت عبر المحيط الأطلنطي من الغرب إلى الشرق. وللإنصاف، على مدار السنوات المِائة الماضية ارتفع عدد الأطفال والشباب الذين يَتلقون تعليمًا في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية للغاية. تَتمثل النقطة التي أريد توضيحها في أن النمو يتحقَّق حاليًّا على حساب الجودة. وحتى الآن، لم يُصِب تراجع المستوى الفكري جيوبًا متناثرة من التعليم الحقيقي في هارفرد ويال وهايدلبرج وأوبسالا. ولا يَرغب المرء في توقع ما إذا كانت مثل هذه المجموعات ستتمكَّن من مقاومة ضغوط الانحدار الفكري في المجتمع على مدار السنوات المِائة التالية؛ فقد بدأت الصدوع تظهر بالفعل.

يَعرف القارئ آرائي بشأن الاتجاه الذي يتبعه الفن الغربي المعاصر؛ إحلال الوقاحة محل الموهبة، والتبلُّد محل الجمال، والفضلات محل الأعمال الأدبية.[٢٣] إلا أن تراجع المستوى الفكري يشمل المجتمع بأكمله؛ فلا يَقضي معظم الناس — سواء كانوا أطفالًا أو كبارًا، متزوجين أو غير متزوجين — فترات المساء في القراءة (واختفت كتابة الخطابات تمامًا)، أو الاستماع إلى الموسيقى، بل يُشاهدون التليفزيون.[٢٤] أصبحت أشهر البرامج هي برامج المسابقات، وبرامج الألعاب، والمسلسلات التليفزيونية الدرامية الاجتماعية، وبرامج الثرثرة التي لا طائل منها عن «المشاهير» (نجوم الأفلام، ونجوم موسيقى البوب،

ورجال السياسة سيئي السمعة والقتلة المتسلسلين). وحلَّ الكُسالى الذين يشاهدون التليفزيون طوال الوقت محلَّ الأشخاص الذين يكتبون يومياتهم، وحل الباحثون عن الحانات والشواطئ الرملية محل المحبين للسفر بحثًا عن ثقافات أخرى. وكما هو الحال في التعليم فقد تمكن مزيد من الناس من الاستفادة من الترفيه والسفر أكثر مما كان يَحدث منذ قرن مضى، وستزيد الأعداد أكثر خلال السنوات المِائة القادمة. ومرةً أخرى، تكون مثل هذه الزيادة تحديدًا مسئولةً عن تراجع المستوى الفكري. هل ما أُشير إليه هو أن الفضول الفكري لدى الغالبية العظمى أقل مِن الموجود لدى الأقلية؟ نعم؛ فضمن أيِّ مجموعة من البشر، سيكون البعض أكثر ابتكارًا من الناحية الفكرية، والبعض أكثر مهارة يدوية، والبعض أكثر تفوقًا رياضيًّا، والبعض الآخر أكثر تميزًا فنيًّا. فكان البحث — عن المعرفة وعن تكنولوجيا جديدة — من جانب نسبة قليلة من السكان هو ما أدَّى إلى إقامة الحضارات الرئيسية منذ ٥ آلاف سنة، وإلى الارتقاء فيما بعدُ بمستوى خلفائهم. حتى القرن الماضي، لم تكن آراء الغالبية العظمى لها تأثير كبير على أفعال الأقلية، التي كانت تضمُّ المبتكرين والمعلمين والحُكام؛ فلم يكن معظم الناس لديهم حتى الحق في التصويت.

هل يؤدي إذن ارتفاع مستويات المعيشة ووجود رأي للأغلبية في حُكم الدولة حتمًا إلى انهيارها؟ لا على الإطلاق؛ فكانت بريطانيا أكثر قوة في نهاية القرن التاسع عشر من أيِّ وقت مضى، ومع ذلك استطاع في هذا الوقت عدد متزايد من الرجال التصويت عقب قوانين الإصلاح في أعوام ١٨٣٢ و١٨٦٧ و١٨٨٤–١٨٨٥، كما أن مستوى المعيشة تحسَّن منذ منتصف القرن. ثمة مثال آخر عن اليابان في العقود التي أعقبت انتهاء الحرب العالمية الثانية. لقد خسرت اليابان الحرب، لكن كفاح شعبها (مع مشروع مارشال) عوَّض الدمار الذي لحق بالدولة وخسارة مكانتها. فحصل السكان على طعام أفضل، ومساكن أفضل، وتعليم أفضل من أي وقت مضى، وأصبحوا الآن هم الذين يختارون الزعماء السياسيِّين في البرلمان (تذكَّر ملاحظاتي بشأن الحُكام بالوراثة في الفصل السادس). إن وجود أغلبية متعلمة لا يُضعف الدولة، بل يقوِّيها. لكن وجود أغلبية متكاسلة وغير تنافسية يحكم على الدولة بالانهيار. ألم يكن هذا أحد أسباب سقوط شعب جزيرة الفصح؟ أولم يُسهم هذا في زوال الإمبراطورية الرومانية؟ فعندما يحل الاكتفاء محل البحث، يهبط المجتمع بضع درجات أسفل السُّلم. فيُعتبر الطموح عنصرًا أساسيًّا لإحراز التقدم؛ ويكون الجهل عدوه. كان النازيون يتمتعون بالاثنين، لكن الثاني كان هو الأقوى، وسرعان ما أدَّى إلى

انهيارهم؛ وعلى الصين أن تتوخى الحذر. وبصرف النظر عن الملاحظة الأخيرة، أكرِّر أنه بحلول عام ٢١٠٠ ستصبح الدول التي تمتد جذورها في الحضارات الهندية والصينية — الهند والصين وكوريا واليابان وماليزيا وتايلاند — مرةً أخرى مُسيطِرة على العالم؛ فقد بدأت الحضارة الأوروبية منذ ٣ آلاف سنة، والآن تتدهور ثقافتها. هذه ليست وجهة نظر تمييزية؛ اقرأ ما كتبه الكاتب الفرنسي جون جامبل،[٢٥] الذي توقع حدوث تطور مماثل لا يعتمد كثيرًا على «تدهور المستوى الفكري» بقدر اعتماده على التدهور الاقتصادي وما يتبعه من انخفاض في التكنولوجيا القابلة للتطبيق. فيبدو أنه لا يُمكن إنكار العلاقة بين السعي والتنمية البشرية.

من المستحيل توقُّع كيف ستغير التكنولوجيا نمط حياة أولئك الذين سيعيشون في عام ٢١٠٠؛ فمن المفترض أن تزيد سرعة السفر جوًّا بمعدل أُسِّي تقريبًا، وربما يقضي السياح معظم وقتهم في الفضاء أو على القمر. وقد تعمدتُ أن أقول «من المفترض»؛ فكما رأينا في بداية هذا الفصل، لم يكن السفر بالطاقة الذرية اختُرع حتى القرن الماضي، وكذلك السفر التِّجاري بالصاروخ، هذا رغم إعلان شركة بيل للطيران في ولاية بافلو في عام ١٩٥٥ أن المسافرين سيتمكَّنون قريبًا من السفر من نيويورك إلى سان فرانسيسكو — بحرًا بسرعة ٧٥٠٠ ميل في الساعة — في ٧٥ دقيقة. تحدَّد موعد الرحلة الأولى للصاروخ في عام ١٩٦١، لكن الخطط تأجلت فيما بعد. هل يكون توقُّع حدوثها بعد ١٤٠ سنة أمرًا مفرطًا في التفاؤل؟

سيرتدي الناس بالتأكيد في عام ٢١٠٠ ملابس مختلفة، وستكون تصفيفات شعرهم مختلفة أيضًا. ستكون فرص حدوث الأمر الثاني هذا محدودة؛ فربما تعود أشكال معينة من الشعر المستعار للظهور، رغم أن الصلع لن يحتاج إلى هذا، حيث سيُصبح الشعر المعدَّل جينيًّا — من أي لون ولا يشيب أبدًا — متاحًا. كذلك سيكون الطعام الذي يتناولونه مختلفًا، وسيَعيشون في منازل مختلفة ويقودون مركبات مختلفة.[٢٦] ربما ستظهر السيارة التي تنطلق عموديًّا في هذا الوقت؛ أنا أتعجَّب طوال الوقت من أنها لم تُخترَع حتى يومنا هذا.[٢٧] وسيشمل التواصل الإلكتروني العروض المرئية، التي تُصنَّع حتى في عصرنا الحالي، وسيُتاح للجميع استخدامها في معظم أنحاء العالم في غضون عَقد. ماذا عن الخصوصية؟ حسنًا، أفترض أنك تستطيع دومًا غلق أي شيء أو غلق عينيك عن الشاشات التي تُحدِّق فيك من كل مكان في منزلك؛ تَعرض لك درجة الحرارة والرطوبة والتلوث داخل المنزل وخارجه، وتفاصيل عن قرضك البنكي الذي لم يُبَتَّ فيه، وسعر

الأفوكادو والوجبات الفورية المكونة من ثلاثة أطباق في السوبر ماركت الكبير في منطقتك السكنية، وسُبل الترفيه التي في انتظار أن تُحضرها هذا المساء، وتقرير عن حالة الخضرة في ملعب الجولف المفضل لك (سواء القريب منك أو الموجود في تسمانيا)، وأخبار من المدن والقرى من جميع أنحاء العالم؛ بما في ذلك المغامرات الجنسية وحالة كبد كلِّ سياسي ونجم تمثيل أو كرة قدم (ثمة أنشطة ترفيهية أخرى ربما تتفوق على الجولف وكرة القدم، لكن الحُجة تظل قائمة).

إن السبب في تنبؤاتي بسيط للغاية؛ توقَّفْ لحظة وفكر في نمط حياة أجدادك. عندما كانوا في مثل سنك، منذ نحو نصف قرن أو ما شابه، ألم تكن حياتهم مختلفة عن حياتك الآن؟ ربما كانت قديمة الطراز قليلًا، أليس كذلك؟ فنحن لا يُمكننا — حتى إذا أردنا — مقاومة الأدوات الجديدة التي تَفرضها التكنولوجيا الجديدة علينا، ووتيرة الحياة المتسارعة. فنادرًا ما يظل العلم والتكنولوجيا جامدَين؛ فالفضول والتغيير في جيناتنا. إذن هل تعلَّمْنا كيف نُسيطر على الأعاصير والفيضانات والبراكين والزلازل؟ حاليًّا نحن لا نستطيع توقُّع آخر اثنين، ناهيك عن التحكم فيهما. إلا أن الزلازل حصدت وحدها حياة ١٠ ملايين شخص في جميع أنحاء العالم على مدار القرن الماضي، نتيجةً لهزات زلزالية استمرت في مجملها أقل من ساعة واحدة. وعلى الأرجح أمكن احتواء الفيضانات من خلال بناء السدود في حجم الكاتدرائيات على طول ضفاف نهر المسيسيبي، وشواطئ بنجلاديش، وأنهار شمالي أوروبا والخط الساحلي بها؛ ويحتمل أنه بحلول عام ٢١٠٠ أن تصبح تكنولوجيا إسقاط الأمطار على مناطق تُعاني من الجفاف أكثر تطورًا ومجدية اقتصاديًّا، بما أنه يَجري تطويرها حاليًّا بالفعل. إلا أن فُرَص التحكم في الأعاصير وحرائق الغابات والانفجارات البركانية والزلازل — ناهيك عن منْع حدوثها — ليست جيدة.

منذ عَقدين فقط لم يَستطِع رئيسا أكبر دولتين على وجه الأرض — ميخائيل جورباتشوف زعيم الاتحاد السوفييتي وجورج بوش (الأب) رئيس الولايات المتحدة الأمريكية — عقد لقاء على مدمِّرة بحرية في البحر الأسود لأن الأمواج كانت عاتية للغاية بحيث منعَت زورقيهما من أن يقترب كلٌّ منهما من الآخر بما يكفي. لقد صنَع بلد كلٍّ منهما في هذا الوقت أكثر تكنولوجيا متطوِّرة عرفها الإنسان، وأرسلَ كلٌّ منهما رواد فضاء روسًا وأمريكانًا إلى السماء، لكنهما اضطُرا إلى إلغاء موعدهما. وفي المُناخ المضطرب لا تستطيع المعديات التي تقطع القناة الإنجليزية (المانش) بين دوفر وكاليه أن ترسو، وتُضطر إلى الانتظار لساعات خارج مدخل الميناء حتى تهدأ الأمواج. وفي حال وجود

ضباب على الأرض لا تستطيع الطائرات الهبوط، وإذا تعرَّضت أطراف أجنحتها إلى التجمُّد لا يُمكنها الإقلاع. وتؤدي عاصفة ثلجية كبيرة إلى دخول كثير من المدن في الولايات المتحدة الأمريكية في حالة من الجمود التام. فربما استطاع الإنسان تطويع الحيوانات والنباتات الموجودة على القشرة الأرضية لخدمة احتياجاته، لكنه لم يستطع التحكم في العناصر الموجودة فوق القشرة أو تحتها. فيُمثِّل تطويع قوى الطبيعة الأكثر عنفًا تحديًا من غير المحتمل أن يعثر الإنسان عن حلول له في غضون ١٠٠ سنة.

من ناحية أخرى، يخطط الإنسان للسفر إلى المريخ. من حيث حجمه يشبه المريخ الأرض أكثر من القمر؛ فالجاذبية على سطحه ثُلث الجاذبية على الأرض، وليست سُدسها. ستَستغرِق الرحلة ٦ أشهر؛ ومن المخطط أن يمكث أول مُستكشفين لسطح المريخ سنة ونصف سنة عليه. بالطبع سيحتاجون إلى أخذ أكسجين وطعام معهم؛ ويُقال إن الماء موجود هناك، في حالة متجمِّدة. رغم أنه بحلول هذا الوقت ربما تكون اختُرعت طريقة لبناء نظام بيئي صغير ذاتي الاستدامة — نباتات تُصدر كَمِّية كافية من الأكسجين والعناصر الغذائية — ستكون الشمس المصدر الأساسي للطاقة، تمامًا مثل الحال على الأرض. وبينما ينشغل بعض العلماء بتعديل جينات خضراوات مناسبة من أجل تحقيق هذا، يدرس آخرون عادات النوم لدى الدببة السوداء.[٢٨] يرجع هذا إلى وجود كثير من الأمور التي نتعلمها من الحيوانات التي تَدخُل في سبات شتوي عن تجنُّب ضمور العضلات في أثناء الفترات الطويلة من انعدام النشاط والوزن. ومع ذلك، من المتوقع أن يفقد المسافرون في رحلة الذهاب والعودة من المريخ المقترحة نحو ٤٠٪ من كتلتهم العضلية. ومن المحتمل أن تنخفض كثافة عظامهم بنحو ٢٥٪؛ مما يجعل الإصابة بهشاشة العظام نتيجة محتملة. بالإضافة إلى هذا، ستزيد نسبة الإشعاع الذي يمتصونه في الطريق من احتمالات إصابتهم بالسرطان. إلا أنه في ظلِّ التطورات التي تحدث حاليًّا في الإجراءات الطبية، يَحتمِل التغلبُ على هذه المشكلات. ما الذي يتوقع المستكشِفون العثور عليه على سطح المريخ الأجدب؟ سيبحثون[٢٩] عن آثار لأي كائناتٍ ربما تكون عاشت عليه في وقت ما. لا يوجد أي شيء في تعقيد النباتات أو الحيوانات الأرضية، لكن ربما توجد بعض أنواع البكتيريا البدائية. ففي النهاية، احتلت الكائنات أحادية الخلية وحدها الأرض لأكثر من مليارَي سنة — تقريبًا نصف عمرها حتى الآن. وإذا لم تظهر أيُّ صور للحياة على هذا الكوكب الأحمر، فإن الجزء الأكثر متعة بالطبع سيكون تحليل الجزيئات المكوِّنة له؛ سواء ثبت أنها تشبه بأيِّ طريقةٍ الجزيئات التي تطورت على الأرض أم لا.

ثمة أهداف أخرى ستَشغل العلماء طوال هذا القرن؛ أحدها البحث عن حياة على كوكب خارج مجموعتنا الشمسية. وتُعتبر احتمالات اكتشاف هذا بحلول عام ٢١٠٠ مرتفعة. فتحتوي درب التبانة وحدها، التي تمثِّل المجرة الرئيسية التي نَنتمي إليها، على ١٠٠ مليار نجم؛ وتعتبر مجرتنا واحدة فقط من بين نحو ١٢٥ مليار مجرة في الكون كله. ألا يُمكن أن تكون الغازات المنبعثة من بعضٍ من هذه النجوم على الأقل تجمَّعت لتكوِّن كواكب مثلما حدث مع الأبخرة المنبعثة من الشمس والتي كونت كواكب الزهرة والأرض والمريخ والمشتري؟ الإجابة أن هذا حدث بالفعل؛ فقد اكتُشف بالفعل في أثناء تأليفي لهذا الكتاب ٧٥ كوكبًا في مجموعات شمسية أخرى،[٣٠] ومن المحتمل أن يزيد هذا الرقم إلى ملايين، إن لم يكن مليارات، بحلول عام ٢١٠٠؛ ومن ثم يوجد احتمال جيد أن يكون بعضها، على الأقل، خضعَ لتسلسل أحداث مُشابه لذلك الذي حدث على الأرض. إن الظروف التي تسمح بحدوث هذا — البرودة الكافية (لكن غير المبالغ فيها) وتكوين غِلاف جوي عازل بحيث يُمكن نمو الجزيئات العضوية وبعض أشكال الحياة — صارمة للغاية وبعيدة الاحتمال؛ ومع ذلك نحن نعلم أن هذا حدث بالفعل مرة من قبل. وبما أن الحياة استغرقت مليار سنة حتى تنشأ على الأرض، وأن كثيرًا من النجوم يبلغ عمرها ضعف عمر شمسنا، يبدو افتراض أن مثل هذه الأحداث تَحدُث في مكانٍ آخر لا يمكن دحضه. وفي الواقع، ربما تحتوي على كائنات أكثر تطورًا من الإنسان العاقل.

من أجل اختبار هذا الاحتمال، يبحث العلماء في الكون عن علامات دالة على وجود ذكاء خارج الأرض. ضُبطت محطة إذاعية في الغابة المطيرة في بورتوريكو، وأخرى في مركز جودرل بانك في بريطانيا. تفحص هاتان المحطتان معًا ٢٠ مليون تردد، وتَستمعان إلى أي شيء ربما يَصدر من مكان عميق في الفضاء. في الوقت نفسه تبحث معدات أخرى عن موجات ميكرونية وإشارات تُشبه الليزر ذات طول موجي منخفض.[٣١] حتى الآن لم تَعثر على شيء. لكن في غضون قرن، مَن يدري؟ وإذا كانت ثمة أشكال أخرى للحياة في الخارج، فهل ستزورنا بحلول عام ٢١٠٠؟ بالطبع سيقول لك المؤمنون بالأجسام الطائرة الغريبة إن هذا بالضبط ما فعلته هذه الأشكال بالفعل. أما بقيتنا فيُدرك حقيقة أن أقرب كوكب اكتُشف حتى الآن (في كوكبة السرطان) يبعد ٤١ سنة ضوئية. فإذا كان يأوي كائنات وصلت للمعرفة التي تُمكِّنها من بناء مركبة فضاء تشبه الموجودة لدينا،[٣٢] فكان لزامًا عليها الانطلاق عندما كان الإنسان المنتصب يسير عبر أوراسيا؛ لأنها ستَستغرق أكثر من ٤٠٠ ألف سنة لتصل إلينا. أما سفينتنا الفضائية (غير المأهولة) بيونير ١٠،

التي انطلقت منذ ٣٠ سنة، فإنها تتجه إلى كوكبة الثور. لقد تخطت حدود مجموعتنا الشمسية منذ ١٩ عامًا، لكنها ستَستغرق مليونَي سنة أخرى حتى تصل إلى وجهتها.

(٢) المليونية القادمة

دعونا إذن نَنظر إلى أبعد من عام ٢١٠٠، وإلى أبعد من الألف سنة القادمة، ونتدبَّر ما سيحدث بعد مليون عام.[٣٣] وربما يكون السؤال الذي تريد الحصول على إجابة عنه الآن هو: هل من المحتمل أن يؤدي بحثنا الدءوب إلى حدوث كارثة ما تُنهي سعي الإنسان إلى الأبد؟ هل الإنسان الفضولي مصيره إلى الانقراض؟ ثمة سيناريوهات وُصِفت لحدوث خلل في أجهزة الكمبيوتر وتسبُّبها في أحداث كارثية، ولخروج كائنات معدَّلة جينيًّا عن السيطرة وقضائها على الجنس البشري، ولاستيلاء الروبوتات على العالم، ولم يَقتصر هذا على الذين يستخدمون الخيال العلمي. كما ذكرتُ سابقًا، أنا لا أشاركهم هذه المخاوف؛ فالإنسان هو أكثر الكائنات ذكاءً على الأرض؛ فقد استطاع التحكم في العواقب المحتمَلة لكارثة نووية باستخدام المنطق السليم، ونتائج الكوارث البيولوجية — تفشِّي فيروس العوز المناعي البشري، على سبيل المثال[٣٤] — من خلال البحث العلمي والابتكار التكنولوجي والتحذيرات الصحية المتكررة؛ ومن ثم فإن استنتاجي بسيط؛ إذا ظهرت مخاطر جديدة غير متوقَّعة، لا يوجد كائن أفضل من الإنسان لمواجهتها. فقدرته على البحث عن حلول جديدة، وقدرته العقلية التي تمكنه من العثور عليها، ستضمن بقائه رغم كل الصعوبات.

ثمة تساؤل آخر يدور في أذهان كثيرين؛ هل يَحتمِل أن تظهر أنواع جديدة من البشر بمرور الزمن، بحيث تحلُّ في النهاية محل الإنسان الفضولي، مثلما كان هو (ربما) مسئولًا عن زوال إنسان نياندرتال؟ نوع جديد يَنحدر منا، أو من أقاربنا من الرئيسيات، الشمبانزي الشائع والبونوبو؟ من غير المحتمل حدوث كلا الأمرين؛ ففي الحالة الأولى، لا يتطور نوع جديد إلا في حالات انفصال مجموعتَين أو أكثر من أسلافه عن بعضهما. وهذا ما أعطى تشارلز داروين المِفتاح لأصل الأنواع؛ فقد توصل إلى استنتاج أن طيور البرقش الموجودة على جزر جالاباجوس المتعدِّدة كانت مختلفة لأنها فقدت القدرة على الطيران لمسافة طويلة؛ ومن ثم انفصلت عن أقرانها من النوع نفسه. وبالتدريج أصبح عددٌ من الأشكال المختلفة موزَّعًا على كل جزيرة. ومن بين هذه الأنواع، نما نوع واحد أكثر من الأنواع الأخرى؛ لأنه اتضح أن قدرته على البقاء أفضل، ربما كان السبب في ذلك تجنُّبه للمفترسات — تمتُّعه، على سبيل المثال، بلون ريش يضاهي تمامًا لون بيئته —

أو قدرته الأكبر على العثور على الطعام أو التزاوج. ونظرًا لاختلاف الظروف قليلًا على كل جزيرة، يوجد اختلاف طفيف أيضًا في الأنواع التي نجحت في البقاء؛ فأصبحت أنواعًا متمايزة. استعمر الإنسان الكرة الأرضية بالكامل؛ لذلك لم تَعد توجد مجموعات متفرقة منعزلة. كما يحدث التزاوج بين كل الأفراد على نطاق واسع، بحيث يوجد احتمال ضئيل لبقاء تجميعة من الجينات مُنعزلة عن الجينات الأخرى لأي فترة من الزمن. بالطبع تتغير الجينات ببطء وباستمرار عبر الطفرات، وربما يَنتج عن طفرة معيَّنة مقاوَمة مُتزايدة لسلالة جديدة من الفيروسات القاتلة. وسيتمتَّع أحفاد الشخص المقاوم لهذه السلالة، الذين يرثون الجين، بميزة انتقائية مقارنةً بكل الأشخاص الآخرين. إلا أنه للأسباب المذكورة توًّا — قدرة الإنسان على التحرك وتزاوجه غير المقيد — لن تتطور هذه المجموعة من الأفراد لتُصبح نوعًا مميزًا. ومن حيث التطور من جنس مُنفصل مثل الشمبانزي، فالاحتمال أقل بكثير. فتتعرض القِرَدة الشائعة والبونوبو إلى خطر الانقراض بسبب الإنسان وتقليصه المستمر للمِنطقة التي تعيش فيها، فليس لديها نعمة التوسع. وفي الواقع تكون احتمالات تكرار ٥ ملايين سنة من التطور البشري في وادٍ ما في صدع شرق أفريقيا ضئيلة. وإذا فكرتَ في تقليد هذه العملية في قفص أو في حظيرة صناعية للعدد نفسه من السنين، فإن خيالك أكثر جموحًا من خيالي.

المكان الوحيد الذي يَحتمِل أن يَعثر فيه الإنسان على أرض خصبة مُنعزلة ربما يكون خارج حدود كوكب الأرض؛ على القمر أو المريخ،[٣٥] أو على متن محطة فضائية في مدار حول الأرض. لكن حتى لو أمكن توفير كل العناصر المطلوبة — الأكسجين والماء والغذاء على سبيل المثال — على نحو مستديم يمكِّن مُجتمعًا من البقاء لأشهر وسنوات بل وملايين السنين، أفلا تعتقد أنه من المرجح أن يسيطر فضول الإنسان عليه قبل هذا بوقت طويل، ويَرغب الموجودون على الأرض في زيارة الموجودين في الفضاء والعكس؟ وبمجرد حدوث هذا، سيحدث اختراق للمجموعة المنعزلة. ومع ذلك، ربما ينطلق مجتمع مكتفٍ ذاتيًّا، مثل نسخة عصرية من سفينة نوح، خارج مجموعتنا الشمسية بالكامل، ويَبحث عن حياة على كوكب آخر في ركن مختلف من مجرَّتنا، أو في مجرة أبعد من ذلك. كما أشرتُ مسبقًا، إن أقرب نجم اتضح حتى الآن أن ثمة كوكب يدور حوله يَبعد أكثر من ٤٠ سنة ضوئية. لذا بالمعدل الحالي للسفر في الفضاء سيستغرق الوصول إليه نحو ٤٠٠ ألف سنة أو ٢٠ ألف جيل. حسنًا، أنت تقول إن هذا يمثل متسعًا من الوقت لنشأة الإنسان — الإنسان الفضائي — في الطريق. أجد نفسي عاجزًا عن دحض هذا؛ لأنه كلما زاد إمعان الاقتراح في

المستقبل، زادت صعوبة العثور على حُجج تدحضه. لكن مرةً أخرى، ربما تكون كائنات لديها ذكاء أكبر ومعرفة تكنولوجية أكبر في طريقها إلينا بالفعل، بحثًا عن عالمنا الصغير. إن كان هذا هو الحال، فإن الوقت في صفهم؛ فأمامهم ٧ مليارات سنة أخرى قبل احتراق شمسنا ذاتيًّا واختفاء الضوء على الأرض. ومع ذلك، قبل حدوث هذا بوقت طويل سنكون قد هلكنا بالفعل. هذا لأنه قبل زوالها ستشتعل الشمس بأكثر من ١٠٠ ضعف حجمها وتَرفع حرارة كوكبنا لدرجة أن مياه المحيطات ستبدأ في الغليان، وفي ظل غياب الماء ودرجات الحرارة هذه، ستكون الحياة على الأرض مستحيلةً تمامًا مثل استحالتها حاليًّا على عطارد أو الزهرة. وبذلك سينتهي سعي الإنسان.

هوامش

(١) من غير المحتمل أن يزيد متوسط العمر المتوقع بأكثر من ١٠ سنوات أو ما شابه خلال القرن المقبل.

(٢) ثمة جدال حول ما إذا كان ذلك أدَّى إلى القضاء على الديناصورات.

(٣) منذ ٤ مليارات سنة ونصف كانت كويكبات ضخمة تصطدم بالأرض باستمرار. وفي الآونة الأخيرة حدثت هذه الاصطدامات الكبيرة مرتين أو ثلاث مرات على الأقل. وتنهال النيازك — أجسام أصغر حجمًا مكوَّنة أيضًا من الحجارة والمعادن — علينا بمعدَّل الثورات البركانية.

(٤) يُقال أيضًا إن ثمة جسيمات مُتناهية الصغر (المادة الغريبة)، في حجم حبوب اللقاح لكن الواحد منها يزن أكثر من طن، تتحرك في الفضاء بسرعة تساوي ٤٠ ضعف سرعة الصوت. يوجد اعتقاد بأنها تتكون من جسيمات دون ذَرية تُعرف باسم الكواركات. وتعني قوة اندفاعها الهائلة أن مسارها نادرًا ما يتأثَّر بالمادة الصلبة. ويعتقد العلماء أن اثنين من هذه الجسيمات ارتطم بالأرض في عام ١٩٩٣؛ إذ ضرب أحدها القطب الجنوبي وخرج بعد ٢٦ ثانية من قاع المحيط الهندي؛ وضرب الآخر المحيط الهادئ بالقرب من جزر بيتكيرن وخرج بعد ١٩ ثانية من القارة القطبية الجنوبية. انظر صحيفة ذا صنداي تليجراف في ١٢ مايو عام ٢٠٠٢. ومع ذلك، من غير المحتمَل أن تتسبب هذه الجسيمات الغريبة في أي ضرر يَزيد عما تحدثه رصاصة في حوض كبير مليء بالزُّبْد.

(٥) كان من المزمع انعقاد مؤتمر برعاية ناسا في واشنطن العاصمة في سبتمبر عام ٢٠٠٢ لمناقشة هذه الأمور (كما ورَد في صحيفة ذا صنداي تليجراف، في ٢٨ يوليو ٢٠٠٢).

انظر أيضًا مقال ستيف ناديس «حماية الكواكب»، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٧ (أكتوبر)، ص١٢، ٢٠٠٢.

(٦) الأرقام مأخوذة من المعهد الدولي لبحوث الأرز، لوس بانوس، الفلبين. انظر أيضًا مقال إدوارد ويلسون عن «عنق الزجاجة» (مقتبس من كتابه «مستقبل الحياة» المرجع السابق)، في مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٦ (فبراير)، الصفحات من ٧٠ حتى ٧٩، ٢٠٠٢.

(٧) منذ ٣٥٠ سنة توقع توماس هوبز بالفعل أنه «عندما يكتظُّ العالم كله بالسكان، فإن آخر علاج لهذا كله يكون الحرب ...» المرجع السابق (الجزء الثاني، الفصل ثلاثين، ص٢٢٧).

(٨) سيُواصل العلماء التلاعب بالجينات، حتى إنهم ربما يحاولون إعادة بناء السلف المشترك للشمبانزي والإنسان، أو الأوسترالوبيثكوس مثل لوسي. انظر كتاب «السنوات الخمسين التالية»، وهو مجموعة من المقالات حرَّرها جون بروكمان، المرجع السابق.

(٩) تمتص سنويًّا النباتات الموجودة في العالم (الغابات في المقام الأول، والسافانا والمروج أيضًا)، نحو ٦٠ مليار طن من الكربون عبر عملية التمثيل الضوئي؛ وتصدر مقدارًا مقاربًا (ليس مساويًا) من الكربون، جزئيًّا من خلال تصنيع ثاني أكسيد الكربون في الليل (انظر الفصل الثالث)، وجزئيًّا من خلال التحلل الميكروبي للمادة المشتقة من النبات. ويجب مقارنة هذا الرقم بمقدار الكربون المنبعث من إحراق الإنسان للوقود الحفري؛ نحو ٦,٥ مليار طن. انظر مقال جون جريس ومارك رايمنت «التنفس في خطر»، مجلة نيتشر، العدد ٤٠٤، الصفحات من ٨١٩ حتى ٨٢٠، ٢٠٠٠.

(١٠) تحتوي المحيطات إجمالًا على نحو ٣ × ١٠^{٢٨} بكتيريا، والتي تؤثر تأثيرًا كبيرًا على المُناخ من خلال دورتي الكربون والنيتروجين الخاصة بها؛ انظر مقال جون كوبلي «كله في البحر»، مجلة نيتشر، العدد ٤١٥، ص٥٧٢، ٢٠٠٢. وينطبق هذا أيضًا على العوالق النباتية، انظر مقال بول جي فالكوفسكي «غابة المحيط الخفية»، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٧ (أغسطس)، الصفحات من ٣٨ حتى ٤٥، ٢٠٠٢. إلا أنه من غير الواضح ما إذا كان التأثير الإجمالي للمحيطات على دورة الكربون العالمية يتمثَّل في كونها مصرفًا محضًا أم مصدرًا محضًا؛ انظر مقال بول إيه ديل جورجو وكارلوس إم دوارتي «التنفس في البحر المفتوح»، مجلة نيتشر، العدد ٤٢٠، الصفحات من ٣٧٩ حتى ٣٨٤، ٢٠٠٢.

(١١) تُقر اللجنة الدولية للتغيرات المُناخية بوضوح أن «معظم الاحترار العالمي المرصود على مدار السنوات الخمسين الماضية يُنسَب إلى أنشطة بشرية.» وتتوقع مجموعتان لديها أن درجات الحرارة بين عامي ٢٠٢٠ و٢٠٣٠ ستفوق بنحو درجة مئوية واحدة الزيادة التي حدثت بين عامي ١٩٩٠ و٢٠٠٠؛ انظر مقال فرانسيس دبليو تفيس، مجلة نيتشر، العدد ٤١٦، الصفحات من ٦٩٠ حتى ٦٩١، ٢٠٠٢. إلا أن الأسباب الطبيعية غير المتوقعة لا بد ألا تُستبعَد؛ فحرائق الغابات في إندونيسيا عام ١٩٩٧ وحدها تسببت في تضاعف الانبعاث العالمي لثاني أكسيد الكربون (انظر مقال ديفيد شيمل وديفيد بيكر «عامل الحرائق الهائلة»، مجلة نيتشر، العدد ٤٢٠، الصفحات من ٢٩ حتى ٣٠، ٢٠٠٢).

(١٢) على أيِّ حال، كما أشار الدكتور روبرت إي ديكنسون في اجتماع الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم في بوسطن في ٧ فبراير عام ٢٠٠٢، في كلمة بعنوان «توقع تغير المُناخ»، يوجد مقدار كبير بالفعل من غاز الصوبة الزجاجية في الغِلاف الجوي، بحيث لا يمكن لأي شيء إيقاف ارتفاع درجة حرارة العالم على مدار القرن القادم، حتى إذا انخفض استخدام الوقود الحفري كثيرًا. انظر أيضًا مقال دانيال جروسمان، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٥ (نوفمبر)، الصفحات من ٢٦ حتى ٢٧، ٢٠٠١.

(١٣) إلا أن دور تيار الخليج في إبقاء شمال أوروبا دافئًا يبدو حاليًّا غير مهم؛ إذ إن التيارات الجوية هي العامل الأكثر أهمية. انظر مقال ريتشارد إيه كير «نسبة فصول الشتاء المعتدلة في الأغلب للهواء الدافئ لا لتيار الخليج»، مجلة ساينس، العدد ٢٩٧، ص٢٢٠٢، ٢٠٠٢.

(١٤) منذ ٢٠٠ عام فقط كانت الملاريا السبب الرئيسي للوفاة بين الذين يعيشون في المستنقعات المالحة في جنوب إنجلترا.

(١٥) وفقًا لدراسة أجرتْها وحدة أبحاث المُناخ في جامعة شرق أنجليا (المملكة المتحدة)، ذكرها روبرت دوبسون وتوم روبينس في مقالهما «العواصف العاتية سترفع خطر حدوث فيضان»، ذا صنداي تايمز، ٢١ أكتوبر ٢٠٠١.

(١٦) علينا أن نزيد انبعاثات غاز الصوبة الزجاجية، هذا وفقًا لما يراه فريد هويل وشاندرا ويكراماسينج، «الفيزياء الفلكية»، مجلة سبيس ساينس، العدد ٢٧٥، الصفحات من ٣٦٧ حتى ٢٧٦، ٢٠٠١.

(١٧) لأنها تفتقر إلى وجود جزَيْء على سطح خلايا الدم البيضاء لديها، يعمل كمُستقبِل لفيروس العوز المناعي البشري. أما الغالبية العظمى من الناس فتملك هذا

الجزَيْء وتُصاب خلايا الدم البيضاء لديهم بالمرض بمجرد دخول فيروس العوز المناعي البشري إلى أجسامهم.

(١٨) إن فيروس الإنفلونزا، التي يصاب بها مليار شخص سنويًّا، مثل فيروس العوز المناعي البشري، فيروس آر إن إيه وليس دي إن إيه؛ ومن ثم يتعرض لطفرات سريعة لأن الآر إن إيه ليس لديه آلية «تصحيح أخطاء» مثل الموجودة في الدي إن إيه.

(١٩) ويتمثل الجانب السلبي في فقدان المهارات التقليدية والأدوية العشبية.

(٢٠) مقتبسة من جون جامبل، المرجع السابق، الصفحات من ٩٩ حتى ١٠٠.

(٢١) مايكل أوه مارتن وآخرون: التقرير العلمي الدولي لسنة ١٩٩٩ التابع لتوجهات الدراسة العالمية للرياضيات والعلوم، مركز الدراسة العالمي في مدرسة لينش للتعليم، كلية بوسطن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية (٢٠٠٠)، الصفحات ٣٢ وما يليها؛ وإينا في إس موليس وآخرون: تقرير الرياضيات الدولي لعام ١٩٩٩ التابع لتوجهات الدراسة العالمية للرياضيات والعلوم، مركز الدراسة العالمي في مدرسة لينش للتعليم، كلية بوسطن، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية (٢٠٠٠)، الصفحات ٣٢ وما يليها.

(٢٢) وإذا أردت تحضير الماجستير في طعام الرحلات الجوية، فإن جامعة سري في جيلدفورد هي الأفضل لك. وبفضل منحة سخية من الجمعية الدولية لتموين الطائرات، مُنح مؤخرًا منصب الأستاذية في هذا الموضوع تحديدًا.

(٢٣) كما الحال في الجامعات، يقع اللوم إلى حدٍّ كبير على مدرِّسي الفن في الكليات. استمع إلى ما يقوله الطلاب السابقون في إحدى المؤسسات النموذجية، كلية كامبرويل للفنون في لندن؛ اشتكى أحدهم من عدم عثوره على أي شخص يُعلمه القواعد الأساسية للفن. وعبَّر آخر عن انتقادٍ مشابه، فقال: «لم نمارس بأي شكل تقنية الرسم ولم نتعلم أي شيء فعليًّا عن تاريخ الفن. واتضح لي أنك إذا التحقت بالكلية وأنت تمارس الفن التشخيصي ورسم المناظر الطبيعية وتخرَّجت فيها وأنت تمارس الأمرَين نفسيهما، فإنك لن تُحرز أي تقدم. أما إذا تخرجتُ لأصنع مقاطع فيديو عن مؤخرتي، فإني بذلك أكون قد حققتُ تقدمًا ملحوظًا» (تقرير من صحيفة التايمز التي تصدر في لندن، ٨ يوليو ٢٠٠٢).

(٢٤) انظر الملحوظة ٤١ في الفصل الثالث.

(٢٥) جون جامبل، المرجع السابق.

(٢٦) ربما يحل غاز الهيدروجين محل البترول (الجازولين) كوقود للسيارات. انظر لورنس دي بيرنز وآخرين، «مركبة التغيير»، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٧ (أكتوبر)، الصفحات من ٤٠ حتى ٤٩، ٢٠٠٢.

(٢٧) كان من المزمع اختراعها في سبعينيات القرن العشرين بوصفها سيارة فائقة الخفَّة، لكن هذا لم يحدث أبدًا، في الأغلب لأسباب اقتصادية.

(٢٨) مقال هنري جيه هارلو وآخرين «قوة العضلات لدى الدببة التي تدخل في سبات شتوي»، مجلة نيتشر، العدد ٤٠٩، ص٩٩٧، ٢٠٠١.

(٢٩) من المرجَّح إلغاء مهمة إرسال البشر إلى المريخ في غضون السنوات القليلة التالية؛ فيستطيع الروبوت إجراء معظم المهام بكفاءة جيدة، وبتكلفة أقل كثيرًا، ودون تعريض الحياة للخطر. انظر المقال الافتتاحي «هل ما زلنا بحاجة إلى رواد فضاء؟»، مجلة نيتشر، العدد ٤١٩، ص٦٥٣، ٢٠٠٢.

(٣٠) انظر مقال توني رايكارد «صور الكواكب»، مجلة نيتشر، العدد ٤١٥، الصفحات من ٥٧٠ حتى ٥٧١، ٢٠٠٢: ومقال جاك جيه ليساور «الكواكب خارج المجموعة الشمسية»، مجلة نيتشر، العدد ٤١٩، الصفحات من ٣٥٥ حتى ٣٥٨، ٢٠٠٢.

(٣١) من برنامج «احتمال وجود حياة على كواكب أخرى»، برنامج يُذاع على تليفزيون المملكة المتحدة (القناة الرابعة)، ٥ فبراير ٢٠٠١.

(٣٢) بالسفر بسرعة ٧ × ٤١٠ أميال في الساعة على أحسن تقدير.

(٣٣) لا توجد كلمة لاتينية تعبر عن مليون (على عكس الصينيين، اعتبر الرومان الألف ألف مجرَّد مقدار «كبير للغاية»، واستخدموا عبارة «عشر مِائة ألف» للتعبير عن مليون). أما أنا فسمحتُ لنفسي بابتكار كلمة «مليونية» من المليون تمامًا مثل اشتقاق كلمة «ألفية» من الألف.

(٣٤) من المتوقَّع انخفاض نسبة الإصابة بالإيدز، على الأقل في الجزء الأخير من هذا القرن.

(٣٥) انظر آراء السير مارتن ريس، الفلكي الملكي، التي لخَّصها مقال آدام ناثان «الوجهة المريخ، الغرب الجامح الجديد»، صحيفة صنداي تايمز، ٨ سبتمبر ٢٠٠٢.

الخاتمة

لا يُضيف التلخيص الصريح للموضوعات المذكورة في أحد الكتب كثيرًا لرسالة الكتاب، كما أن التكرار هو الملجأ الأخير للكاتب الذي استنفد طاقته. من ناحية أخرى، فإن تقييم حصافة الاقتراح، بأثر رجعي، ليس فقط أمرًا مسموحًا به، بل هو بالتأكيد أمر ضروري. دعونا إذن نلقي نظرة شاملة.

عرضتُ في المقدمة ثلاثة اقتراحات تمثِّل جوهر هذا الكتاب. يتعلق الأول بالفروق الجينية بين الشمبانزي والبشر؛ فقد اتضح منذ عَقدين تقريبًا أن جينومي النوعين — مجموع جزيئات الدي إن إيه لديهما — متشابهين بنسبة تزيد عن ٩٥٪. ثمَّة تفسيران لهذه النتيجة؛ الأول أن معظم جينات الشمبانزي والإنسان هي نفسها، مع وجود عدد صغير — أقل من ٥٪ — يكون بوجه عام حكرًا على الشمبانزي أو حكرًا على الإنسان. أما التفسير الثاني فيتمثل في أن كل الجينات، في المتوسط، أكثر من ٩٥٪ يشبه بعضها بعضًا وأن أقل من ٥٪ هي المختلفة. اخترتُ أنا التفسير الثاني، الذي يؤدِّي إلى استنتاج أن الجينات الخاصة «بالبشر» لا وجود لها. ربما يبحث العلماء عنها، لكنهم لن يَعثروا عليها؛ فكل ما سيكتشفونه هو نُسخ بشرية من الجينات الموجودة في الرئيسيات الأخرى.[1] رأينا في الفصل الثاني أن تحليل الأحداث الجزيئية التي يحدث بسببها انفصال الأنواع يَدعم هذا الرأي تمامًا. تنسحب هذه الحُجة بالطبع على عملية التطور بأكملها؛ فلا توجد جينات خاصة بـ «القرد» في مقابل جينات لـ «السعدان»، وهكذا. فجميع الكائنات التي عاشت على الإطلاق مكوَّنة من جينات يمكن تتبعها حتى أول فرد متعدد الخلايا في المملكة الحيوانية ظهر منذ نحو ٥٠٠ مليون سنة. وحتى هذا الكائن وَرث الجينات المسئولة عن عملية التمثيل الغذائي لديه من البكتيريا العتيقة التي عاشت قبل هذا بمليونَي سنة. لا ينتج التطور جينات جديدة خاصة بنوع واحد؛ فإن ما يفعله مجرَّد تعديل في الجينات

الموجودة بالفعل ويُضيف عليها بعض الأشكال. نحن ننخدع بالتنوع الموجود في أشكال الحيوانات؛ من قنافذ البحر وقنديل البحر، وديدان الأرض والنمل، والتماسيح والأفيال. وعند فحصنا للجينات الأساسية، نجد أن ثمَّة علاقة بين جناح النحلة وذراع الغوريلا، وجلد الأفعى وجلد القندس؛ فكل التكوينات هي في النهاية أشكال متنوِّعة من فكرة مشتركة. بالطبع إذا قارنَّا جينات الشمبانزي بجينات دودة مثل الربداء الرشيقة فسنجد اختلافًا كبيرًا، إلا أن السبب في هذا أن هذَين الكائنين يفصلهما أكثر من ٥٠٠ مليون سنة من التطور. فكِّر في هذا؛ يوجد أكثر من ١٠ ملايين نوع من الحيوانات تعيش في عصرنا الحالي،[٢] و١٠ مليارات نوع آخر انقرضت، ونحن نشترك مع كلٍّ منها على الأقل في ٥٠٪ من تكويننا الجيني، لكنَّنا لا نملك إلا ٣٠ ألف جين؛ ألا يجعل هذا وجود جينات مقصورة على نوع معيَّن وضعًا بعيدَ الاحتمال للغاية؟

تمثَّل اقتراحي الثاني في أن البحث جزء أساسي لدى كل شكل من أشكال الحياة. فتبحث النباتات عن ضوء الشمس الذي يُساعدها في النمو، وتبحث النباتات آكلة اللحم عن غذاء لها أيضًا، ويفعل كثير من الجراثيم الأمر نفسه. ومن هذا المنطلَق توسعتُ في تطبيق أفكار أليستر هاردي،[٣] التي أشرتُ لها في الفصل الأول، إلى أبعد من مملكة الحيوان، بحيث امتدت إلى أول جرثومة عاشت على الإطلاق. وقد أمكن التعرف على بعض الجينات، ومن ثم البروتينات، الأساسية في عملية البحث. إذن هل يوجد تماثُل بين البروتينات المشتركة في عملية البحث عن الضوء، التي تقوم بها النباتات والجراثيم، والعمليات البصرية لدى الحيوانات، التي يكون دون وجودها البحث عن الرفيق والطعام والماء مستحيلًا؟ والإجابة أن ثمَّة تماثُلًا؛ فأوضحتُ في الفصل الثالث أن كثيرًا من الجزيئات التي تدخل في عملية الإبصار لدى الحيوانات (والبشر) تُشبه تلك المسئولة عن البحث واستخدام الضوء لدى النباتات والبكتيريا التي تمارس التمثيل الضوئي. ثمة تسلسل في التركيب الجزيئي من أبسط أشكال الحياة إلى أكثرها تعقيدًا؛ فإذا كان الدافع الاستكشافي لدى الحيوانات يعتمد على الضوء، فيُمكن إرجاع أصوله إلى أول بكتيريا ظهرت على سطح الأرض منذ ٣ مليارات سنة. وبكتابتي لهذه الجملة، أجد نفسي أُكرِّر تعليقًا قاله الفيلسوف كارل بوبر منذ عَقد مضى: «كل الكائنات الحية تبحث عن عالم أفضل. البشر والحيوانات والنباتات وحتى الكائنات الأحادية الخلية تكون دومًا في نشاط؛ فهي تحاول تحسين وضعها، أو على الأقل تَجنُّب تعرُّضها للتدهور.»[٤]

إن تطور الكائنات من حيث القدرة المتزايدة على السعي يحل المشكلات التي واجهت بعض أتباع داروين — خاصةً جيمس مارك بولدوين — في أواخر القرن التاسع عشر.

ففي اعتقادهم لم يكن عقل الحيوانات يلعب دورًا مهمًّا بما يكفي في عملية التطور، في تكوين كائنات جديدة. فيقول عن هذا الفيلسوف الأمريكي دان سي دينيت إنهم «شرعوا في إثبات أن الحيوانات، نتيجة لأفعالها الذكية في العالم ربما تُعجِّل أو ترشد عملية تطور نوعها.»[٥] ويستخدم دينيت الرافعة كتشبيه هندسي لوصْف كيف من المحتمل أن تعمل الحيوانات، من خلال وجود «خدعة جيدة»، على تحسين تنظيمها فيما يُطلق عليه «مساحة التصميم». أما أنا فقد وسعتُ نطاق هذه الفكرة لتشمل جميع الكائنات — النباتات والجراثيم بالإضافة إلى الحيوانات — وعرَّفتُ استخدام بولدوين «للعقل» ودينيت للرافعة أو الخدعة الجيدة، بقدرة الكائن على البحث؛ وكلما زادت مهارته في ذلك، أصبح أكثر نجاحًا من الناحية التطورية.[٦]

بدا الاقتراح الثالث للوهلة الأولى مُتناقضًا؛ فيبدو ثمة تناقض بين الإشارة إلى أن جميع الكائنات تمارس البحث، وفي الوقت نفسه اقتراح أن البحث هو ما يُميِّز الإنسان عن الشمبانزي. يختفي هذا التعارض عند تعريف سعي الإنسان على نحوٍ أكثر دقة؛ فليس البحث في حدِّ ذاته هو الذي يُميِّز الإنسان، بل قدرته المتزايدة على فعل هذا. إن الاختلاف بين الإنسان والشمبانزي كَمِّي وليس نوعيًّا. وأرى أن هذا الاختلاف يعتمد على تفاعل بين أربع صفات، يسهم المزج بينها في السلوك المميز للبشر. ظهرت المشية المستقيمة، الضرورية من أجل تحرير اليدين، بالفعل في رئيسيات مثل الأوسترالوبيثكوس وإنسان كينيا، التي سبقت الأنواع الأولى للإنسان بعد ملايين من السنين. وعلى مدار مليونَي سنة تالية ظهرت الصفات الأخرى التي تميِّز البشر بالتدريج؛ أولًا المهارة اليدوية عبر الإبهام الدوَّار بالكامل، ثم صندوق الصوت الذي يعطي صاحبه القدرة على الكلام؛ وتزامَن مع هذين التطوُّرين زيادة حجم القشرة الدماغية في المخ تدريجيًّا. ويتطلَّب امتلاك كلٍّ من هذه الصفات حدوث تغير طفيف في وظيفة الجزيئات الأساسية المعنية، وحدوث أقل قدر مُمكن من التغير داخلها؛ على سبيل المثال، لا يوجد اختلاف بين الشمبانزي والإنسان في أكثر من اثنين من أصل ٧١٥ حمضًا أمينيًّا في حالة البروتين FOXP2 الأساسي في الحديث واللغة. يتناسب هذا بالتأكيد مع الاقتراح الأول بعدم وجود شيء يُسمى جينًا «بشريًّا».

منذ مِائة ألف سنة، عندما كانت مجموعات من الإنسان العاقل تسير عارية على طول الوادي في صدع شرق أفريقيا، وتأكل التوت وتصطاد الطرائد — وإن كان هذا باستخدام أسلحة وأدوات بدائية صنَعها بالفعل جدهم الإنسان المنتصب والإنسان الماهر — لم يكن يوجد اختلاف كبير بينهم وبين الشمبانزي الشائع الذي كان يعيش حولهم

في هذا الوقت. منذ ذلك الحين بالكاد تغيرت جينات الإنسان العاقل؛ تمامًا مثل جينات الشمبانزي الشائع. فقد كانت قدرة الإنسان على الكتابة والرسم، والتحليل والبناء، والقمع والذل، موجودة منذ ١٠٠ ألف سنة. لقد كنا في ذلك الوقت نتمتع بقدر من الذكاء وحب الانتقام تمامًا بقدر ما نتمتَّع به في عصرنا الحالي. فكل ما حدث — خاصةً على نحو سريع في آخر ١٠ آلاف سنة — هو تراكم للإنجازات. وكما أشرتُ في الفصل السادس، المعرفة تراكُميَّة؛ فتَنتقل إنجازات أحد الأجيال رأسيًّا إلى الجيل التالي، وتنتشر أفقيًّا في جميع أنحاء العالم مثل عشب الطيور. من ناحية أخرى، ظل المنطق السليم دون تغير، شأنه شأن حجم كبدنا أو طول أحبالنا الصوتية. إذن إلى أيِّ مدًى يَصمد الافتراض الثالث؟

كلما زاد ما نعرفه عن تصرفات الحيوانات، وخاصةً الرئيسيات، اتضح أكثر أن قدرة الإنسان على التفكير — الإنسان العاقل — ليست ما يُميزه عن الأنواع الأخرى. وأنا لا أعتقد أيضًا أن الوعي صفة خاصة بالإنسان. في الواقع ثمة مَن لا يرَوْن الوعي لدى البشر أكثر من مجرد إدراك للبيئة، ومن هذا المنطلق يَستطيعون تتبع حيازته وصولًا إلى البكتيريا؛ فقد رأينا في الفصل الثالث كيف تتجنَّب بكتيريا، مثل سالمونيلا تيفيموريم، وبروتوزوا، مثل ستنتور، المحفِّزات الضارة باستخدام الزوائد الشبيهة بالسوط أو الأهداب لتُحرِّك نفسها إلى موضع جديد. إن مثل هذا الإدراك يمثل أساس التطور الذي تعرَّضت له مملكة الحيوان، وأنا أقول إن تجنُّب الخطر ما هو إلا الوجه الآخر للبحث عن الطعام. منذ ربع قرن مضى اخترع ريتشارد دوكينز كلمة «الميم» كوحدة للمحاكاة لوصف النظير الثقافي للجين. اشتق الكلمة من الكلمة الإغريقية mimeme لكنه اختصرها حتى تشبه في نطقها كلمة «جين»، وأراد منها أيضًا أن تعبِّر عن جوانب «الذاكرة» وكلمة «نفس» بالفرنسية.[٧] فمثلما يكون الجين «أداة نسخ» للمعلومات الجزيئية — إذ تُنسَخ بأمانة من جيل لآخر، لكنها تتعرض في غضون وقت التطور إلى تغير بطيء — فإن الميم هو «أداة نسخ» للأفكار؛ وللقصص والأغاني؛ وللعادات والمهارات؛ وللاختراعات والإجراءات. فتتعرَّض هذه الأشياء للنسخ، إلى حدٍّ ما مثل الجينات — بالمحاكاة في هذه الحالة — من جيل إلى جيل. وتُصبح الميمات، مثل الجينات، متنوعة بمرور الوقت، لكن بمعدَّل أسرع بكثير؛ في غضون سنوات، وليس ألفيات. يَعتقد علماء النفس، مثل سوزان بلاكمور في إنجلترا، أن الميمات هي التي تُفرِّق البشر عن الرئيسيات الأخرى.[٨] يبدو هذا بعيد الاحتمال، فنحن نعلم أن الحيوانات بدايةً من الأسماك حتى الثدييات تقلِّد بعضها طوال الوقت؛ وبالطبع تدرك بلاكمور هذا، وتضع بعض القيود الصارمة على استخدامها لكلمة «تحاكي» حتى

تستثني أي شيء غريزي، مثل تجنُّب الخطر. ومع ذلك، كما ذكرنا في الفصل الرابع، لا يكون تجنُّب الخطر دومًا أمرًا غريزيًّا؛ فحيوان الموظ الذي يعيش في حديقة يلوستون الوطنية فقَد قدرته على التعرف على الحيوانات المفترسة مثل الدب الرَّمادي والذئاب بعد اختفائها من الحديقة. وحتى يدرك مرةً أخرى أن هذه الكائنات تُنذر بالخطر عليه أن يتعلم هذا، مثل الميم. وتُظهر التجارِب على طيور الشحرور أنها تملك القدرة على تقليد بعضها لبعض لأسباب أخرى بخلاف حاجتها لذلك؛ فمثل البشر الذين يَهتفون في مباراة لكرة القدم، فإن هذه الطيور تصدر صوتًا حادًّا لمجرد أن أعضاءً أخرى في مجموعتها تفعل هذا.[٩] وماذا عن القدرات اللغوية لدى الشمبانزي القزم بانبانيشا والغوريلا كوكو، الواردة في الفصل الرابع؟ إلا أن اللغة، في رأي بلاكمور، هي ميمٌ نموذجي. ويمكن لمفهوم الميم تفسير بعض من طرق استخدام الإنسان لصفاته المتمثِّلة في المهارة اليدوية والكلام ومستوى الذكاء الأكثر ارتفاعًا، في صنع أنماط ثقافية، لكن يجب ألا يقتصر على «الإنسان العاقل وحده».[١٠] بالإضافة إلى ذلك، فهو يَستثني الصفة التي اعتبرتُها بشرية بالدرجة الأولى؛ التفكير المبتكَر. فلا تستطيع الميمات تفسير إبداع ليوناردو دافنشي أو لايبنتس أو شوبرت أو شكسبير. بالتأكيد يكون الاختراع والإلهام عكس المحاكاة. وإذا لم تكن الميمات هي التي تَكمن وراء وضع الإنسان، فما الذي يكمن وراءه؟ هل تكون في النهاية القدرة المتزايدة على السعي — الجسدية والعقلية أيضًا — صفة مناسبة أكثر لتُميِّز نوعنا عن الأنواع الأخرى؟

أرى أن هذا صحيح؛ فتظل الرئيسيات الأخرى داخل بيئتها، أما الإنسان فقد استعمر معظم العالم؛ وتظل الرئيسيات الأخرى على الأرض، في حين تعلَّم الإنسان السباحة (والطيران، بمساعدة بسيطة)؛ وتلتزم الرئيسيات الأخرى بنظامها الغذائي، بينما يغير الإنسان نظامه الغذائي في كل فرصة؛ وتعيش الرئيسيات الأخرى إلى حدٍّ كبير كما كان أجدادها يعيشون، أما الإنسان فلا يتوقف عن تحسين أسلوب بنائه لمأواه. ربما يستطيع الشمبانزي استخدام أدوات، مثل العِصيِّ في جمع النمل الأبيض، أو الحجارة في كسر الجوز، أو أوراق الشجر في تنظيف نفسها، لكن لم يُرَ حتى الآن شمبانزي في البرِّيَّة وهو يَصنع أداة أو يُشعل نارًا. ألا يُعتبر البحث عن أفكار جديدة أكثر معيار مناسب يُمكن أن يوصف به اختراع الإنسان لتكنولوجيا أبعد من أي شيء يُمكن تخيُّله في عالم الحيوان؟ يمكنك القول إن السمات الدماغية التي تُميِّز الإنسان عن الشمبانزي تظهر بوضوح أكبر في صفات مثل الطموح لتحقيق النجاح، والدافع للإبداع، والرغبة في

الاستكشاف، والتعطُّش للمعرفة، واشتهاء الفهم، والتلهُّف للتحدي. لكن أليس النجاح والإبداع والاكتشاف والمعرفة والفهم ثمارًا للبحث؟ وألا يُعتبر التلهف لمواجهة تحديات جديدة أحد أشكال السعي؟ وما الاختراع الذي لم يشتمل على تجربة وخطأ، وبحث ورفض؟ أولم تنجح الحضارات التي صنعها الإنسان بسبب البحث عن أساليب جديدة للحكم — كالحكم الفردي والديمقراطي والبيروقراطي — وللتواصل؛ كاللغة والنصوص المكتوبة ورقاقة السليكون؟ وأي ثقافة ابتكَرها الإنسان لم تكن نتيجة للسعي لتحقيق المنفعة والكفاءة والفن؟ أولم تكن الاكتشافات العلمية نتيجة للبحث عن تفسير منطقي؟ أوليست جودة حياتنا نتيجة للبحث عن تحسين؟ أوليس السعي هو سبب ظهور التطورات الحالية التي حدثَت في التكنولوجيا الوراثية من أجل زيادة الإنتاج الزراعي، وتحسين فاعلية تشخيص الأمراض وعلاجها؟ فربما يتساءل الشمبانزي والكلاب والدلافين أيضًا عن العالم من حولهم ويُحاولون تغييره، لكنهم يكونوا مقيَّدين بافتقارهم النسبي للصفات التي أشرتُ إلى كونها أساسية في الكفاءة المُتزايدة لسعي الإنسان.

إذن هل يدعم وصفي للأحداث التي وقعت على مدار آخر ١٠٠ ألف سنة — التي تشكل معظم هذا الكتاب — مفهوم كون سيطرة الإنسان على العالم الذي يعيش فيه نتيجةً لبحثه؟ أترك للقارئ الحكم على هذا، وأنتظر ردَّه بترقب شديد، وكذلك أنتظر رأي النقاد المحترفين بقدرٍ من التخوف. وحتى أتجنَّب بعضًا من هذه الانتقادات، دعوني أعود إلى نقطة تحدثتُ عنها في فصل سابق. عند إشارتي إلى مجتمعات تعيش حياة زراعية بسيطة بعيدًا عن جيرانها «المتحضرين» — في الوادي الكبير في بابوا غينيا الجديدة أو على طول شواطئ نهر أورينوكو في غابات الأمازون — حرصتُ على ألا أنسب إليهم عدم الرضا؛ فكل ما ذكرتُه أنهم صعدوا سُلم الإنجاز تمامًا كغيرهم. لكن ثمة بعض الذين لا يرَوْن أن السُّلم المتحرك (الفصل السادس) يؤدي إلى الأعلى على الإطلاق. فبالنسبة لهم يكون الاتجاه إلى الأسفل؛ فيكون التحضُّر مدمِّرًا، وليس خلاقًا. استمع إلى كلمات أحد المعتنقين لوجهة النظر هذه، عالم الأنثروبولوجيا روبن فوكس: «منذ تطور الإنسان ليصبح نوعًا يصطاد ويقتات على الحيوانات والنباتات، ترتَّب على هذا تدميره للحيوانات والنباتات وحتى الأفراد الآخرين من نوعه الذين يُهدِّدونه.»[١١] كانت ذروة تاريخ الإنسان في العصر الحجري القديم. فمن أجل منع انقراض نوعنا، علينا الكفاح من أجل استعادة الظروف التي كانت موجودة في العالم السابق لظهور الزراعة. فعلينا اعتماد نمط حياة شعب الكونج الصائد جامع الطرائد في صحراء كالاهاري في أفريقيا، أو قبيلة يانومامي

في فنزويلا، أو السكان الأصليين لأستراليا في المناطق النائية بها. لا يفعل فوكس أكثر من مجرد ترديد آراء الكُتَّاب القدماء، مثل اختصاصي السلوك عند الحيوانات النمساوي (والحاصل على جائزة نوبل عن أبحاثه على سلوك الإوَز) كونراد لورنتس. يرى لورنتس أن الحضارة تشبه تمامًا عملية استئناس الحيوانات؛ فهي حدَث مُؤسِف وغير طبيعي. ورغم فصلي عند حديثي عن سيطرة الإنسان على العالم بين تطور ظهور الزراعة وتأسيس الحضارات — كما يفصلهما زمنيًّا نحو ٥ آلاف سنة — فإن هذه تُعتبر نقطة ثانوية. فإذا اختار علماء أحياء محدَّدون رؤية آخِر ١٠ آلاف سنة على أنها «انحدار الإنسان»، فإن هذا من حقهم.

يختلف رأيي أنا عن هذا؛ فالحضارة ليست أكثر من مجرد نتيجة لجيناتنا؛ فامتلاكنا إبهامًا متحركًا، وأحبالًا صوتية مكانها منخفض، وعددًا كبيرًا من الخلايا العصبية في القشرة الدماغية؛ كانت كلها نتيجة لطفرات بالمصادفة في الدي إن إيه لدينا جعلت الإنسان العاقل ينجو في وقت العصر الحجري الحديث، بينما انقرضت كل أنواع البشر الأخرى، مثل إنسان نياندرتال. لماذا؟ ربما لأنها كانت أقل قدرة على التنافُس مع القدرة المتزايدة عند الإنسان العاقل على البحث. ويُعتبر احتكار الإنسان للعالم — الذي يشتمل أحيانًا، بالفعل، على تدميره الوحشي لبيئته والكائنات الأخرى — مجرد استمرارٍ لبحثه. عليك أن تَعتبر هذا هبوطًا أو صعودًا كيفما تشاء؛ أنا أختار الثانية ببساطة لأن معظم الناس يرَون أن أسلوب الحياة الأكثر تطورًا يُعَد تقدُّمًا، وليس تراجعًا. ومع ذلك، فإن مضمون حديثي لا يتسم بالذاتية؛ فإن معدل التغيير في نمط حياتنا أكبر من أي كائن آخر، سواء كان نحلة أو حوتًا أو غوريلا. وتكون هذه السرعة نتيجة للقدرة المتزايدة على ممارسة الدافع الفطري على السعي الموجود داخل كل كائن حي. بالطبع سأُتهم بكوني داروينيًّا اختزاليًّا يرى سلوك الإنسان الفريد على أنه مجرَّد سلوك حيوان متطور إلى حدٍّ ما. حسنًا، ليكن هذا. ألم أفترض في فصل سابق[١٢] أن كل شعور إنساني، سواء كان سعادة أو يأسًا، إيمانًا أو شكًّا، إبداعًا أو كرهًا، يمكن في النهاية تفسيره بالتفاعلات الجزيئية؟ إن عقلنا جهاز في غاية التعقيد، لكن هذا التعقيد ليس مرادفًا لعدم القدرة على التفسير. بالطبع تؤثر البيئة التي نعيش فيها على طريقة تفاعل الجزيئات؛ ومن ثم تؤثِّر في سلوكنا تمامًا مثل تأثيرها في تمثيلنا الغذائي؛[١٣] وبما أن أفعالنا تغيِّر البيئة — بداية من إحلال الأراضي الزراعية والمدن محل الغابات، ووصولًا إلى تلوث الماء والهواء — توجد دائرة من التعزيز المتبادل بين الاثنين. لكن لا يوجد سبب لاستدعاء علاقة «خارج الجزيئات» بين الإنسان والعالم الذي يعيش فيه من أجل تفسير تطور مخِّه وظهور الثقافة والحضارة.

إذن ما هي رسالة هذا الكتاب؟ ليس للأفراد فحسب، بل للمؤسسات والمجتمعات ودول العالم؟ إنها رسالة بسيطة: استمرُّوا في البحث. فلم تستمرَّ دولة مثل أفغانستان تحت حكم طالبان، الذين ألغَوا الابتكار والتعليم والفن.[١٤] أما دولة مثل الصين، التي تتَّسم بالجرأة والإبداع، والتي تُجرِّب أساليب جديدة حتى إن أخفقت أحيانًا، فتظل باقية. استخدم الخصائص التي مُنحت إليك — اليدين والصوت والعقل — حتى تُطلق الْعِنان لفضولك. فمَن يبحث عن دروب جديدة في الحياة يزدهر أكثر ممَّن يتبع المسار الذي يسير فيه الجميع. فالإنسان الذي يتقاعد ليُصبح شخصًا كسولًا يَنهار؛ أما الذي يبدأ مشروعات جديدة في سن متقدمة فيظل يقظًا؛ فالخلايا العصبية مثل العضلات، تبقى وقتًا أطول عند استخدامها. وبالفعل لاحظ ليوناردو دافنشي منذ ٥٠٠ سنة أنه «كما يصدأ الحديد عندما لا يُستخدم، وتُصبح المياه كريهة الرائحة عند ركودها أو تتحوَّل إلى جليد عن تعرُّضها للبرودة، يتدهور الذكاء عند التوقف عن استخدامه.» لا يعني البحث الذهني أن عليك اعتناق الاتجاهات الموجودة في عصرنا الحالي. فإذا لم تكن تحب المراكز التِّجارية الحالية، أو الطُّرق السريعة ذات الحارات الثماني، أو حدائق الملاهي الصاخبة التي تُقام حول منزلك، وإذا لم تكن ترغب في الانضمام إلى زملائك في رحلتهم الأولى إلى القمر وأبعد من ذلك، وإذا لم تكن ترغب في معرفة الأصوات والرؤية المقبولة في الفن في العصر الحالي، فعليك الانضمام إليَّ في سعيي؛ لنذهب إلى بقعة في الريف يُمكننا فيها الاستماع إلى تغريد العصافير وحفيف أوراق الأشجار، وحيث يُمكننا استنشاق عبير الطبيعة ورائحة دخان الحطب، وحيث يُمكننا مشاهدة سنجاب يجري مُرتعدًا مع غروب الشمس وتلاشيها في الأفق، وحيث يُمكنك التخطيط لمشروعك الجديد ويُمكنني أنا تأليف كتابي التالي.

أيًّا كانت طبيعة مشروعك من المؤكد أنه سينطوي على عنصر البحث؛ من أجل الحصول على نتيجة ناجحة، إن لم يكن لأي شيء آخر. لكنَّك حتى عندما تُطلق العنان لهذه الصفة البشرية الخالصة، عليَّ أن أُحذِّرك من أن رحلتنا هذه مستمرة:

الإنسان هو المكوك، الذي على بحثه الدائر،
ومروره عبر هذه الأنوال،
كتب الله عليه الحركة، لكنه لم يقضِ له بالراحة.[١٥]

هوامش

(١) وعلى الأرجح يمثِّل قدرٌ كبير من هذا الاختلاف البالغ ٥٪ الطفرات في المناطق التي لا تحمل شفرة في الدي إن إيه، بالإضافة إلى الطفرات «الصامتة» في الجينات، التي تراكمت على مدار آخِر ٦–٨ ملايين سنة لدى الشمبانزي والبشر على حدٍّ سواء، والتي ليست لها أهمية وظيفية كبيرة.

(٢) ربما يتساءل القارئ عن سبب ذكري لرقم ١٠ ملايين بوصفه عدد كل الأنواع التي تعيش في العصر الحالي — النباتات والجراثيم والحيوانات أيضًا — في فصل سابق. يتمثل السبب في هذا في أن الحشرات تُمثل الغالبية العظمى من الكائنات — نحو ٩ ملايين — بحيث تُمثِّل باقي الكائنات أقلية عددية نسبيًّا.

(٣) إيه سي هاردي، المرجع السابق.

(٤) من كتاب كارل بوبر «البحث عن عالم أفضل: محاضرات ومقالات منذ ثلاثين عامًا» روتليدج، لندن ونيويورك، ١٩٩٢.

(٥) دانيال سي دينيت، المرجع السابق الصفحات ٧٣–٨٠.

(٦) سواء أكان التطور عبر الانتقاء الطبيعي يفسر «كل شيء» عن سلوك الإنسان (والحيوان) أم لا، فهذا موضوع آخر. حتى داروين نفسه ترك المجال مفتوحًا للشك، وأضاف ستيفن جاي جولد ببراعة تحفظاته الخاصة في مقال «مزيد من الأشياء في السماء والأرض»، في الكتاب الذي حرَّره هيلاري وستيفن روس، المرجع السابق، الصفحات من ٨٥ حتى ١٠٥.

(٧) ريتشارد دوكينز، كتاب «الجين الأناني»، المرجع السابق، ص١٩٢.

(٨) سوزان بلاكمور، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٣ (أكتوبر)، الصفحات من ٥٢ حتى ٦١، ٢٠٠٠.

(٩) لي آلان دوجاتكين، مجلة ساينتيفيك أمريكان، العدد ٢٨٣ (أكتوبر)، ص٥٥، ٢٠٠٠.

(١٠) انظر على سبيل المثال، كتاب فرانس دي والـ «القرد وسيد السوشي: تأملات ثقافية لمتخصص في علم الرئيسيات»، ألين لين، لندن، ٢٠٠١، وبيزك بوكس، نيويورك، ٢٠٠١.

(١١) روبن فوكس، المرجع السابق، الصفحات ١٢٧ و٢١٨.

(١٢) تشارلز باسترناك، المرجع السابق الصفحات ٢٤٥–٢٧٦.

(١٣) يُمكن العثور على مثال رائع على الأسلوب الاختزالي، المطبَّق بنجاح على مشكلة التعلم والذاكرة، في محاضرة إريك كاندل عند حصوله على جائزة نوبل في عام ٢٠٠٠ «علم الأحياء الجزيئي للتخزين في الذاكرة: حوار بين الجينات والتشابكات العصبية»، أُعيدت طباعتها من مجلة بايوساينس ريبورتس، العدد ٢١، الصفحات من ١ إلى ٤٧، ٢٠٠١. انظر أيضًا الملحوظة رقم ٢٧ في الفصل الثاني.

(١٤) كتبتُ هذه الجملة في الأصل في شكل تنبؤ قبل عدة أشهر من وقوع الأحداث في خريف عام ٢٠٠١.

(١٥) هنري فوجان، ١٦٢٢–١٦٩٥: «الإنسان» من كتابه «الجرانيت المتلألئ».

مسرد المصطلحات

التعريفات التالية للمصطلحات الطبية والعلمية مأخوذة بالأساس من مسرد المصطلحات في كتاب تشارلز باسترناك «الجزيئات بداخلنا: جسمنا في الصحة والمرض» (المرجع السابق). وللاطلاع على المزيد من المصطلحات العلمية يمكنك الاستعانة بكتُب مرجعية مثل «القاموس الطبي الموجز الملون»، الطبعة الثانية، مطبعة جامعة أكسفورد، أكسفورد، ١٩٩٨، وللحصول على المزيد من المعلومات الكيميائية الحيوية يمكنك الرجوع إلى موسوعة جيه سي كندرو «موسوعة علم الأحياء الجزيئي»، بلاكويل ساينس، أكسفورد، ١٩٩٥.

إيميا: لاحقة بمعنى دم.

أحادي الجين: حالة، عادةً ما تكون اضطرابًا، يتحكَّم فيه جين واحد (عكس **مُتعدِّد الجينات**).

أحادي المنشأ: جلوبين مناعي مُشتَقٌّ من **خلية ليمفاوية** واحدة (عكس **متعدِّد المنشأ**).

آر إن إيه: الحَمض النووي الريبوزي؛ جزَيْء يتكون من سلسلة طولية من **النيوكليوتيدات**.

الابتناء: هو عملية البناء المتمثِّلة في صنع **جزيئات** أكثر تعقيدًا باستخدام التخليق الحيوي (عكس **الأيض الهدمي**).

الأحماض الأمينية: هي **جزيئات** تُمثِّل حجر الأساس **للبروتينات**، المكوَّنة من ٢٠ حمضًا أمينيًّا مختلفًا.

الاختزال: إضافة الهيدروجين إلى جزَيْء، أو نزع الأكسجين منه.

الاستسقاء: تراكُم السوائل داخل أنسجة الجسم.

الأكسدة: إضافة الأكسجين إلى الجزَيْء، أو إزالة الهيدروجين منه.

الالتهاب الكبدي: التهاب الكبد.

الأليل: أحد الأشكال البديلة **للجين**.

الإمراض: نشوء المرض، مسبِّب المرض هو عامل (مثل الجرثومة) يُسبِّب الإصابة بالمرض.

الانجذاب الكيميائي: تحرُّك الجراثيم نحو المحفِّز الكيميائي أو بعيدًا عنه.

الإنزيم: بروتين له وظيفة تحفيزية.

الأنسولين: هرمون ذو طبيعة بروتينية يُفرزه البنكرياس يَدعم امتصاص **الجلوكوز** في الأنسجة.

الانقسام الاختزالي: نوع خاصٌّ من انقسام الخلية يَحدث في الغدد التناسلية (الخصيتين لدى الذكور والمِبيضَين لدى الإناث) من أجل إنتاج الحيوانات المنَوية والبيوض (تنمو الثانية فيما بعد لتُصبح بويضات). يَنتج عن هذا أربع خلايا وليدة (ليس اثنتين كما في **الانقسام المتساوي**)، تحتوي كلٌّ منها على مجموعة واحدة فقط من الكروموسومات. ونظرًا لأن انقسام أزواج الكرموسوم يكون عشوائيًّا، تحتوي خلية الحيوان المنوي أو البُوَيضة على خليط من الكرموسومات؛ يكون بعضها مِن الأب والبعض الآخر من الأم. يَحدث مزيد من التنوع من خلال عملية «التعابُر» التي تَحدث قبل انقسام الخلية، التي يحدث فيها تبادُل في أماكن داخل الكرموسوم (**جينات** معينة) بين كرموسومات الأب والأم.

الانقسام المتساوي: هو انقسام الخلية في أثناء نموِّ الكائن الحي ينتج عنه خليتان وليدتان مُتطابقتان.

الأنيميا: نقص كَمِّية **الهيموجلوبين** في الدم.

الإيدز: متلازمة نقص المناعة المكتسبة؛ هو مرض يتسم بعدم القدرة على شنِّ دفاعٍ مناعي ضد الجراثيم المسبِّبة للعدوى، وتُسبِّبه الإصابة بفيروس العوز المناعي البشري قبل هذا ببضع سنوات.

الأيض الهدمي: تفكيك الطعام أو جزيئات التخزين (مثل الطاقة، عكس **الابتناء**).

الأيون: هو **ذرة** حصلت على شحنة سالبة أو أكثر (إليكترونات)، Cl^- (أيون الكلوريد) أو SO_4^{2-} (أيون الكبريتات)، أو **ذرة** فقَدت شحنة سالبة أو أكثر، مثل H^+ (أيون الهيدروجين)، أو K^+ (أيون البوتاسيوم)، أو Na^+ (أيون الصوديوم)، أو Ca^{2+} (أيون الكالسيوم). وعند إذابة أملاح مثل NaCl (كلوريد الصوديوم أو المِلح الشائع) في الماء، فإنها تَنفصل إلى Na^+ وCl^-.

الببتيد: جزَيْء مكوَّن من عدة بقايا **للحمْض الأميني** (عادةً من ٣ إلى ١٢)؛ ومن ثم تكون جزءًا من **البروتين**.

البروتين: جزَيْء مكوَّن من سلسلة طولية من **الأحماض الأمينية**.

البريون: «بروتين مسبِّب للعدوى»؛ **بروتين** يوجد في الجسم عادةً، ترتبط الأشكال **الطافرة** منه بأمراض مثل **جنون البقر** الذي يُصيب الماشية **ومرض كروتزفيلد جاكوب** لدى البشر.

البوليمر: جزَيْء ضخم مكوَّن من عدة وحدات أصغر متكرِّرة، مثل **البروتينات والآر إن إيه والدي إن** إيه والجليكوجين والنشا واللدائن.

التطعيم: إعطاء **اللقاح** من أجل الحماية من الأمراض المُعدية.

التليف الكيسي: مرض وراثي يسدُّ فيه المخاط البنكرياس والرئتين؛ ويَنتج عن هذا عادةً التهابات حادة في الجهاز التنفُّسي.

التمايز: زيادة تخصص الخلايا في أثناء نموها.

التمثيل الضوئي: العملية التي تُصنِّع بها النباتات وبعض البكتيريا **الكربوهيدرات** من ثاني أكسيد الكربون والماء، مستغِلة في ذلك طاقة الضوء.

التهاب الدماغ الإسفنجي البقري (جنون البقر): اضطراب عصبي مرَضي تنكُّسي يصيب الماشية، يرتبط بخلل في بروتين **البريون**.

التهاب الدماغ: هو التهاب يَحدث في المخ.

التهاب المفاصل: هو التهاب لمفصل أو أكثر، ويضمُّ التهاب المفاصل الروماتويدي (الذي يرتبط عادةً **بمرض المناعة الذاتية**)، وهشاشة العظام (الذي يرتبط عادةً بكبر السن).

الجزَيْء: هو أصغر جزء من المادة العضوية يكون مستقرًّا في ظلِّ الظروف الموجودة على سطح الأرض (مثل الأكسجين والماء و**الجلوكوز والبروتين والدي إن إيه**).

الجلوبين المناعي: بروتين يرتبط **بمستضد** أو **مادة مسبِّبة للحساسية**.

الجلوكوز: جزَيْء صيغته $C_6H_{12}O_6$؛ نوع السكر الأكثر شيوعًا في الخلايا والمكونات الأساسية **للكربوهيدرات**، مثل الجليكوجين والنشا.

الجهاز القلبي الوعائي: جهاز القلب مع الأوعية الدموية.

الجين: امتداد من الدي إن إيه يحدد **بروتين** معيَّن.

الجينوم: المادة الوراثية بالكامل للكائن الحي؛ ويُشير أيضًا إلى إجمالي **الدي إن إيه** لدى الكائن الحي.

الحاجز الدموي الدماغي: يمنع دخول كثير من مكوِّنات الدم إلى الدماغ والسائل الدماغي الشوكي، والعكس.

الحمل: نمو البويضة المخصَّبة إلى مولود.

الخلايا اللمفاوية: فئة من **كريات الدم البيضاء** تَشترك في **المناعة**.

الدهن الفسفوري: جزَيْء يَحتوي على **حمضين دهنيَّين**؛ الجليسرول والفوسفات، مع أحد الرواسب مثل الكولين أو الأينوزيتول. تُعتبر الدهون الفسفورية المكوِّنات الأساسية للأغشية الحيوية، مثل غشاء البلازما الذي يُحيط بالخلية.

الذرة: جزء من **الجزَيْء**، وتتفاوت كتل الذرات (على سبيل المثال، H^2 وC^{12} وN^{14} وO^{16} ... إلخ).

الربو: ضيق الممرات الهوائية في الرئتين؛ مما يؤدِّي إلى السعال وإصدار أزيز وصعوبة في التنفُّس، وعادةً ما ينتج عن **مادة تسبب الحساسية**.

الربيطة: جزَيْء يَرتبط بجزَيْء آخر، على سبيل المثال، **هرمون** أو **ناقل عصبي** أو أي إشارة أخرى ترتبط **ببروتين** مُستقبِل.

السببيات: سبب المرض.

الستيرويد: جزَيْء، مثل **الكوليسترول** أو التيستوستيرون أو الأستروجين، له شكل حلقي مميَّز.

السرطان: ورم **خبيث**.

السمنة: حالة مرَضية تَنتج عن تراكم الدهون داخل الجسم؛ إجمالًا الوزن الزائد.

الضمور: إصابة نسيج أو عضو بالضعف.

الطفرة: تغيُّر في **الدي إن إيه** ربما ينتج عنه تغيُّر في **النمط الظاهري**؛ وتَنتقل التغيُّرات في الخلايا الجنسية إلى الجيل التالي، أما التغيرات في الخلايا (الجسدية) الأخرى فلا تَنتقل.

الظهارة: طبقة من الخلايا تُبطِّن سطحًا، مثل الجلد (البشرة) أو الجهاز الهضمي (الغشاء المخاطي).

العصبون: خلية عصبية.

العلاج الكيميائي: علاج أحد الأمراض بالمواد الكيميائية.

الغدد الصماء: تفرز الهرمونات.

القشرة الدماغية: الطبقة الخارجية للمخ؛ تشكل ٤٠٪ من دماغ الإنسان وتحتوي على ١٥ مليار **خلية عصبية** تعمل في الوعي والإدراك والذاكرة والتفكير والقدرة العقلية والذكاء.

الكربوهيدرات: جزَيْء يتكون من وحدات سكر؛ ربما يكون سكرًا أحاديًّا مثل **الجلوكوز**، أو ثنائيًّا مثل اللاكتوز أو السكروز، أو وحدات سكر متعددة (**بوليمر**) مثل الجليكوجين أو النشا.

الكروموسوم: تكوين داخل الخلية يُخزَّن فيه معظم الدي إن إيه.

الكروموسومات الجنسية: كرموسومات X وY لدى الفرد؛ تكون الإناث XX والذكور XY.

الكوليسترول: جزَيْء (نوع من **الستيرويد**) يوجد في الأطعمة الدهنية، بالإضافة إلى وجوده في الجسم.

اللقاح: مُستحضَر من جرثومة، أو جزَيْء مُستخرَج منها، يؤدِّي إلى **مناعة** من المرض الذي تسبِّبه هذه الجرثومة.

اللوكيميا (سرطان الدم): مرض **خبيث** يُنتِج فيه **نخاع** العظام كمًّا مُفرطًا من **كريات دم بيضاء** غير الناضجة أو غير طبيعية. قد يكون **حادًّا** أو **مزمنًا**.

المرض الحاد: هو مرض يَظهر بسرعة وتكون أعراضه حادة ومدته قصيرة (عكس **مُزمن**).

المرض المزمن: مرض طويل الأمد يَشتمل على تغيرات بطيئة، ويَظهر عادةً بالتدريج (عكس **حاد**).

المستضد: مادة غريبة، مثل بروتوزوا أو بكتيريا أو فيروس، ترتبط **بجسم مضاد**؛ ومن ثم تُثير استجابة **مناعية**.

المُطَفِّر: عامل (جزَيْء أو إشعاع) يُسبِّب **طفرة**.

المناعة الذاتية: مرض يُسبِّبه هجوم جهاز **المناعة** في الجسم على أعضاء أو أنسجة معينة.

المناعة: الحماية من الأمراض المُعدية.

النخر: هو موت بعض خلايا عضوٍ أو نسيج أو جميعها.

النظير: أشكال مختلفة من الذرَّة؛ تكون أشكالٌ منها أكثر وزنًا غير مُستقرَّة وتُصدر إشعاعات مشعة (على سبيل المثال، قارن بين **الكربون**-١٤ **والكربون**-١٢).

النقيلة: هو انتشار ورمٍ **خبيث** من موقع نشأته.

النمط الظاهري: صفة واضحة أو يُمكن قياسها بأيِّ طريقة أخرى لكائن حي تَنتج من **نمطه الوراثي**.

النمط الوراثي: التكوين الوراثي للكائن الحي (عكس **النمط الظاهري**).

النيوكليوتيد: جزَيْء يُمثِّل المكوِّن الأساسي للأحماض النووية؛ تحتوي النيوكليوتيدات في الآر إن إيه على الريبوز، أما في **الدي إن إيه** فتحتوي على ريبوز منقوص الأكسجين. يحتوي **ثلاثي فوسفات الأدينوسين** أيضًا على نيوكليوتيد.

الهربس: نوع من الفيروسات.

الهرمون: جزَيْء، يَكون بوجهٍ عام **بروتينًا** أو أحد مشتقات **الأحماض الأمينية** أو **ستيرويدًا**، يُفرزه نوع من الأنسجة أو الأعضاء ويُؤثِّر في وظيفة نسيج أو عضو آخر.

الهيم: جُزيء يحتوي على **الحديد** يَرتبط **ببروتين** الجلوبين في **الهيموجلوبين**.

الهيموجلوبين: البروتين الأساسي المكوِّن لخلايا الدم الحمراء، الذي يرتبط بالأكسجين ويَحمله من الرئتين إلى جميع الأعضاء والأنسجة في الجسم.

الورم الخبيث: هو **ورم** يَنتشر ويغزو أنسجةً أخرى (عكس **حميد**).

الوفيات (معدَّل): حالات الوفاة في تعداد من السكان في فترة معينة.

الوليد: الطفل الحديث الولادة؛ الفترة في أول ٤ أسابيع بعد الولادة.

أندروجين: هرمون ستيرويدي (مثل التيستوستيرون) يُحفِّز على تطور الصفات الجنسية لدى الذكور.

بطاني: السطح المبطِّن للأوعية الدموية وغيرها من التجويفات المملوءة بالسائل.

تصلُّب الشرايين: تكون صفائح دهنية في جدران الشرايين تحدُّ من تدفق الدم، وتجعل الجسم عرضة للإصابة بتجلُّط الدم.

تصلب شرياني: مرض تتكون فيه لويحات عصيدية.

تعدُّد الأشكال: خاصية وراثية توجد في عدة أشكال مختلفة، تَعكس وجود **أليلات** مختلفة.

تكوُّن الورم: حدوث نموٍّ غير طبيعي أو **ورم**؛ يُمكن أن يكون **حميدًا** أو **خبيثًا**.

تولُّد الأوعية: تكوين أوعية دموية جديدة، وهو أمر أساسي في تكوُّن **الأورام**.

ثلاثي الجليسريد: جزَيْء مكوَّن من الجليسرول وثلاثة **أحماض دهنية**؛ هو المكوِّن الأساسي للأطعمة الدهنية والنسيج **الدهني**.

ثلاثي فوسفات الأدينوسين: جزَيْء يتصرف بمثابة «عملة الطاقة» للخلايا؛ فينتج عن طريق **تأكسُد** المواد الغذائية (**الجلوكوز والأحماض الدهنية**) أو من خلال عملية **التمثيل الضوئي**، ويُستخدم في انقباض العضلات (بما في ذلك ضخ القلب للدم)، وضخ الأيونات عبر الأغشية، والتخليق الحيوي لجزيئات مثل **الكربوهيدرات والبروتينات والآر إن إيه والدي إن إيه**.

جسم مضاد: بروتين، يُسمى أيضًا **الجلوبين المناعي**، يَرتبط **بمستضد**.

حالة مرضية: الإصابة بالمرض.

حسي: النبضات العصبية المشتقَّة من الحواس التي تَنتقل إلى المخ.

حمض دهني: جزَيْء يتكوَّن من سلسلة من ذرات الكربون (عادةً من ١٦ إلى ٢٤ ذرة كربون). يمكن أن يكون مُشبعًا (تكون كل ذرات الكربون مُهدرجة بالكامل) أو غير مشبعة (تكون بعض ذرات الكربون غير مُهدرجة بالكامل).

حميد: ورم أو إصابة أخرى ليست **خبيثة**.

خارجي المنشأ: ينشأ خارج الجسم أو الخلية (عكس **داخلي المنشأ**).

خَلقي: حالة توجد منذ الولادة.

داء السُّكري: اضطراب يحدث فيه خلل في امتصاص **الجلوكوز** وتمثيله الغذائي في الخلايا؛ ويُسببه نقص **الأنسولين**، أو عدم الحساسية تجاهه.

داخلي المنشأ: ينشأ من داخل الجسم أو الخلية (عكس **خارجي المنشأ**).

دُهني: متعلق بالدهون، على سبيل المثال، نسيج دهني.

دورة الخلية: تسلسل الأحداث بين كل انقسام للخلية والانقسام التالي عليه.

دي إن إيه: حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين؛ جزَيْء مكوَّن من سلسلة طولية من **النيوكليوتيدات**، وتمثِّل امتدادات معينة من الدي إن إيه **الجينات**.

سابق للولادة: تشخيص يَحدث قبل الولادة من أجل رصد الأمراض المحتمَلة باستخدام بزل السائل الأمنيوسي، أو أخذ عينات من الزغابات المشيمية، أو تقنيات أخرى.

سام عصبي: سام على **الخلايا العصبية**.

شعيرة دموية: أضيق نوع من الأوعية الدموية.

صدمة الحساسية: هي رد فعل **تحسُّسي** حاد ومنتشر يَتسبب في انتفاخ القصيبات في الرئتين واحتباس الماء فيها وانقباضها، وكذلك تتسبَّب في قصور في القلب، وهبوط في الدورة الدموية وأحيانًا الوفاة.

ضغط الدم المفرط: ارتفاع ضغط الدم.
عديم الأعراض: عدم إظهار أي علامات للمرض، سواء كان المرض موجودًا أو لا.
علم الأنسجة: دراسة تركيب الأنسجة.
علم الأوبئة: دراسة الأوبئة؛ ظهور الأمراض داخل الشعوب أو انتشارها.
علم الدم: دراسة الدم وتكوينه.
علم الشكل: علم دراسة شكل جسم الكائنات الحية وأعضائها وبِنيَتها.
عوز الأكسجين: حالات تحصل فيها أنسجة الجسم على كَمِّيات غير كافية من الأكسجين.
فرط كوليسترول الدم: ارتفاع الكوليسترول في الدم.
فرط كوليسترول الدم: وجود كم كبير من الكوليسترول في الدم.
في الجسم الحي: بمعنى أنه يَحدث داخل الجسم.
في المختبر: «في أنبوب»، بعبارة أخرى، في صحن أو أنبوب اختبار؛ أي يحدث خارج الجسم.
فيروس العوز المناعي البشري: فيروس يؤدِّي إلى الإصابة بمرض **الإيدز**.
قشرة (قشري): الطبقة الخارجية لعضو، مثل المخ.
كبدي: يتعلَّق بالكَبد.
كرات الدم الحمراء: خلايا الدم الحمراء الناضجة.
كُلَوي: مُتعلِّق بالكُليتين.
مادة حيوية دخيلة: مادة غريبة على الجسم البشري؛ يَنطبق الاسم على الأدوية وعلى أنسجة الحيوانات (على سبيل المثال، الأعضاء المزروعة).
مادة مسببة للحساسية: هي مادة، مثل حبوب اللقاح أو نبات القراص أو الجلوتين، تَتسبَّب في ردِّ فعل **مناعي** لدى الأفراد ذوي الحساسية المفرطة، قد تنتهي بالإصابة **بصدمة الحساسية**.
مادة مُسرطِنة: مادة تُسبب السرطان.
مادة مناهضة: مادة مثبطة لعمل **هرمون** أو **ناقل عصبي** (عكس **الناهضة**).
متعدِّد الجينات: حالة، عادةً ما تكون اضطرابًا، تتحكَّم فيها عدة **جينات** مختلفة (عكس **أحادي الجين**).
متعدِّد المنشأ: جلوبين مناعي مُشتَق من أكثر من **خلية لمفاوية** واحدة (عكس **أحادي المنشأ**).

مُتغاير اللواقح: وراثة **أليلات** مختلفة لأي **جين** من كلٍّ من الوالدين (عكس **مُتماثل اللواقح**).

متلازمة: مجموعة من الأعراض الخاصة بمرض مُعيَّن.

مُتماثل اللواقح: وراثة الأليل نفسه من أي جين من كلا الوالدَين (عكس **مُتغاير اللواقح**).

مُتنحٍّ: تُشير إلى **أليل** يوجد على **كروموسوم** لا يُحدِّد الحالة أو **النمط الظاهري** (التي يُحدِّدها الأليل الموجود على الكروموسوم الآخر؛ عكس **مُسيطِر**).

محيطي: بالقُرب من السطح أو نحو الأطراف.

مرض الخلية المنجلية: اضطراب تَتخذ فيه خلايا الدم الحمراء شكلًا منجليًّا؛ ويُسبِّبه وجود خلل في **الهيموجلوبين**.

مرض ألزهايمر: اضطراب عصبي يتسم بالفقدان التدريجي للذاكرة قصيرة الأمد، وتدهور في الأداء السلوكي والذهني، وبطء في التفكير.

مرض كروتزفيلد جاكوب: اضطراب عصبي تنكُّسي يرتبط بخلل في بروتين **البريون**؛ أحد أشكال المرض الذي يبدو أنه يَحدث بسبب تناول لحوم مصابة بمرض جنون البقر.

مرض مُستوطِن: يَحدث باستمرار في مِنطقة معينة أو شعب معيَّن.

مُستضدات الكريات البيضاء البشرية: بروتين على سطح الخلايا المسئولة عن التعرف على المركَّبات الغريبة. ويمكن للأفراد الذين لديهم النوع نفسه من مستضدات الكريات البيضاء البشرية تقبُّل النسيج الحي من بعضهم.

مسيطر: تشير إلى أليل على **كروموسوم** يحدِّد الحالة أو **النمط الظاهري** (عكس **متنحٍّ**).

مضاد حيوي: مركب تنتجه الجراثيم عادةً يثبط انتقائيًّا أو يقتل جراثيم أخرى (مثل البنسلين).

معدي (معوي): يتعلق بالمعدة.

مناعي: رد **فعل الخلايا اللمفاوية** تجاه جسم غريب مثل جرثومة مسبِّبة للعدوى، ورد فعل الخلايا البدينة **لمادة مسبِّبة للحساسية**.

ناقل عصبي: جزَيْء يعمل على نقل النبضات العصبية.

ناهضة: مادة تُحفز استجابةً في الخلية، مثل هرمون أو ناقل عصبي (عكس **المناهضة**).

نطاق: جزء محدَّد التكوين أو الوظيفة في **البروتين**.

ورم: انتفاخ، يَحدث عادةً نتيجة لخلل في تكاثُر الخلية كما يحدث في مرض **السرطان**، انظر **تكوُّن الورم**.

المراجع

تضم القائمة التالية بعضًا من المقالات والكتب التي استعنتُ بها. وسيجد القارئ، الذي يرغب في التعمق أكثر في موضوعات معينة من المذكورة في هذا الكتاب، هذه القائمة مفيدة، بالإضافة إلى بعضٍ من الكتب الدراسية التي أدرجتها.

Lesley and Roy Adkins. *The Keys of Egypt: the Race to Read the Hieroglyphs.* Harper Collins, London, 2000.

Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts and Peter Walter. *Molecular Biology of the Cell,* 4th edn. Garland Science, NewYork, 2002.

Karen Armstrong. *Buddha.* Weidenfeld & Nicolson/Phoenix, London, 2000.

Patrick Bateson and Paul Martin. *Design for a Life. How Behaviour Develops.* Jonathan Cape, London, 1999.

David Berlinski. *Newton's Gift. How Sir Isaac Newton Unlocked the System of the World.* Duckworth, London, 2001.

John H. and Evelyn Nagai Berthrong. *Confucianism: a Short Introduction.* Oneworld, Oxford, 2000.

Baruch S. Blumberg. *Hepatitis B: the Hunt for a Killer Virus.* Princeton University Press, Princeton, NJ, 2002.

Fernand Braudel. *Civilization and Capitalism. Fifteenth–Eighteenth Century,* vol I, 1981, and vol II, 1982 (English translation). William Collins Sons & Co, London.

British Medical Association. *The BMA Guide to Living with Risk.* Penguin, London, 1990.

John Brockman (ed.). *The Next Fifty Years.* Weidenfeld & Nicolson, London, 2002.

R. A. Buchanan. *History and Industrial Civilisation.* Macmillan, London, 1979.

Nigel Calder. *Technopolis. Social Control of the Uses of Science.* MacGibbon & Kee, London, 1969.

Luigi L. Cavalli–Sforza. *Genes, Peoples and Languages.* Allen Lane/Penguin, London, 2000.

Father Bernabe Cobo. *Inca Religion and Customs* (translated by Roland Hamilton). University of Texas Press, Austin, TX, 1990.

Peter Coles. *Einstein and the Total Eclipse.* Icon Books, Cambridge/Totem Books, NewYork, 1999.

Glenn C. Conroy. *Reconstructing Human Origins: a Modern Synthesis.* W.W. Norton, NewYork, 1997.

Nicholas Crane. *Mercator: the Man who Mapped the Planet.* Weidenfeld & Nicolson, London, 2002.

Richard Dawkins. *The Selfish Gene.* Oxford University Press, Oxford, 1976; new edition, 1989.

Richard Dawkins. *Unweaving the Rainbow. Science, Delusion and the Appetite for Wonder.* Penguin, London, 1999.

Daniel C. Dennett. *Darwin's Dangerous Idea. Evolution and the Meanings of Life.* Allen Lane, Penguin, London, 1995.

Jared Diamond. *The Rise and Fall of the Third Chimpanzee,* Vintage edn. Random House, London, 1992.

Robin Dunbar. *Grooming, Gossip and the Evolution of Language.* Faber and Faber, London, 1996.

Paul and Anne Ehrlich. *Extinction. The Causes and Consequences of the Disappearance of Species.* Victor Gollancz, London, 1982.

John L. Esposito. *Islam.* Oxford University Press, NewYork, 1988.

Caesar E. Farah. *Islam. Beliefs and Observances,* 5th edn. Barron's Educational Series Inc., Hauppauge, NY, 1994.

Steven Roger Fischer. *A History of Language.* Reaktion Books, London, 1999.

Steven Roger Fischer. *A History of Writing.* Reaktion Books, London, 2001.

Robin Fox. *The Search for Society: Quest for a Biosocial Science and Morality.* Rutgers University Press, New Brunswick, NJ, 1989.

Henry Gee (ed.). Nature Insight: Astrobiology (features articles on 'The habitat and nature of early life', 'The search for extraterrestial intelligence', 'Humans in space' and other topics). *Nature* 409: 1079–1122; 2001.

Gerd Gigerenzer. *Reckoning with Risk: Learning to Live with Uncertainty.* Allen Lane/Penguin, London, 2002.

Marija Gimbutas. *The Language of the Goddess: Unearthing the Hidden Symbols of Western Civilisation.* Thames and Hudson, London, 1989.

Jean Gimpel. *The End of the Future. The Waning of the High-Tech World* (translated from the French by Helen McPhail). Adamantine Press, London, 1995.

Jane Goodall. *The Chimpanzees of Gombe.* Bellknap Press, Harvard, MA, 1986.

Graham Hancock. *Underworld.* Michael Joseph, London, 2002.

A. C. Hardy. *The Living Stream: a Restatement of Evolution Theory and Its Relation to the Spirit of Man.* Collins, London, 1965.

Sir Thomas Heath. *Archimedes.* a volume in *Men of Science*, G. Chapman (ed.). Society for Promoting Christian Knowledge, London, 1920.

Thor Heyerdahl. *The Ra Expeditions.* George Allen & Unwin, London, 1971.

Leo Tan Wee Hin and R. Subramanian. 'Scientific societies build better nations'. *Nature* 399: 633; 1999.

Thomas Hobbes. *Leviathan, or the Matter, Forme and Power of a Commonwealth Ecclesiastical and Civil,* Michael Oakeshott (ed.). Blackwell, Oxford, 1960; originally published 1651.

Mark Honigsbaum. *The Fever Trail.* Macmillan, London, 2001.

David Horrobin. *The Madness of Adam and Eve: how Schizophrenia Shaped Humanity.* Bantam, London, 2001.

Nicholas Humphrey. *The Mind Made Flesh. Essays from the Frontiers of Psychology and Evolution.* Oxford University Press, Oxford, 2002.

Peter Jay. *Road to Riches, or The Wealth of Man.* Weidenfeld & Nicolson, London, 2000.

Terence Kealey. *The Economic Laws of Scientific Research.* Macmillan, London, 1996.

John Kobler. *The Reluctant Surgeon: the Life of John Hunter.* Heinemann, London, 1960.

Jaroslav Krejči. *The Human Predicament: Its Changing Image. A Study in Comparative Religion and History.* St Martin's Press/Macmillan, Basingstoke, 1993.

Richard Leakey. *The Origin of Humankind.* Weidenfeld & Nicolson, London, 1994.

Roger Lewin. *Human Evolution: an Illustrated Introduction,* 3rd edn. Blackwell Scientific, Oxford, 1993.

Roger Lewin. *Principles of Human Evolution.* Blackwell Scientific, Oxford, 1998.

Bernard Lewis. *The Multiple Identities of the Middle East.* Weidenfeld & Nicolson, London, 1998.

David Lewis–Williams. *The Mind in the Cave. Consciousness and the Origins of Art.* Thames and Hudson, London, 2002.

Bruce Lincoln. *Priests, Warriors, and Cattle. A Study in the Ecology of Religions.* University of California Press, Berkeley, CA, 1981.

C. Scott Littleton (ed.). The Sacred East Series. *Hinduism* (Mary McGee); *Buddhism* (Ornan Rotem); *Confucianism* (John Chinnery); *Daoism* (John Chinnery); and *Shinto* (C. Scott Littleton). Macmillan, London, 1996.

John Maddox. *What Remains to Be Discovered. Mapping the Secrets of the Universe, the Origins of Life, and the Future of the Human Race.* Macmillan, London, 1998.

Kenan Malik. *Man, Beast and Zombie. What Science Can and Cannot Tell Us about Human Nature.* Weidenfeld & Nicolson, London, 2000

Vincent H Malmström. *Cycles of the Su, Mysteries of the Moon. The Calendar in Mesoamerican Civilization.* University of Texas Press, Austin, TX, 1997.

Duke Maskell and Ian Robinson. *The New Idea of a University.* Haven Books, London, 2001.

Alan McHughen. *A Consumer's Guide to Genetically Modified Food. From Green Genes to Red Herrings.* Oxford University Press, Oxford, 2000.

Steven J. Mithen. *The Prehistory of the Mind: a Search for the Origins of Art, Religion and Science.* Thames and Hudson, London, 1996.

J. R. McNeill. *Something New Under the Sun: an Environmental History of the Twentieth Century World.* Allen Lane/W.W. Norton, NewYork, 2000.

Ernst Mayr. *What Evolution Is.* Basic Books, NewYork, 2001, and Weidenfeld & Nicolson, London, 2002.

John Merson. *Roads to Xanadu. East and West in the Making of the Modern World.* Weidenfeld & Nicolson, London, 1989.

Giles Milton. *Nathaniel's Nutmeg. How One Man's Courage Changed the Course of History.* Sceptre/Hodder & Stoughton, London, 1999.

Gary F. Moring. *The Complete Idiot's Guide to Understanding Einstein.* Alpha Books, Macmillan, Indianapolis, IN, 2000.

David L. Nelson and Michael M. Cox. *Lehninger Principles of Biochemistry,* 3rd edn.Worth, NewYork, 2000.

Daniel Nettle. *Strong Imagination: Madness, Creativity and Human Nature.* Oxford University Press, Oxford, 2001.

New Encyclopaedia Britannica, vols 1–29. Encyclopaedia Britannica Inc, NewYork, 1994.

Sherwin B. Nuland. *Leonardo da Vinci.* Weidenfeld & Nicolson, London, 2000.

Edwin R. Nye and Mary E. Gibson. *Ronald Ross: Malariologist and Polymath.* Macmillan, Basingstoke, and St Martin's Press, NewYork, 1997.

Haim Ofek. *Second Nature. Economic Origins of Human Evolution.* Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

Stephen Oppenheimer. *Eden in the East. The Drowned Continent of Southeast Asia.* Weidenfeld & Nicolson, London, 1998.

Oxford Paperback Encyclopedia. Oxford University Press, Oxford, 1998.

Charles Pasternak. *The Molecules Within Us: Our Body in Health and Disease.* Plenum, NewYork, 1998.

Sir Flinders Petrie. *Religious Life in Ancient Egypt.* Cooper Square Publishers, NewYork, 1972.

Steven Pinker. *How the Mind Works.* Penguin, Harmondsworth, 1997.

Roy Porter. *The Greatest Benefit to Mankind: a Medical History of Humanity from Antiquity to the Present.* Harper Collins, London, 1997.

V. S. Ramachandran and Sandra Blakeslee. *Phantoms in the Brain.* Fourth Estate, London, 1998.

John H. Relethford. *Genetics and the Search for Modern Human Origins.* Wiley–Liss, NewYork, 2001.

Hilary and Steven Rose (eds). *Alas, Poor Darwin. Arguments Against Evolutionary Psychology.* Jonathan Cape, London, 2000.

Richard Rudgley. *Lost Civilisations of the Stone Age.* Arrow Books, London 1999.

Carl Sagan and Ann Druyan. *Shadows of Forgotten Ancestors. A Search for Who We Are.* Random House, NewYork, 1992.

Denise Schmandt–Besserat. *Before Writing, Volume One: From Counting to Cuneiform.* University of Texas Press, Austin,TX, 1992.

Michael Sharratt. *Galileo. Decisive Innovator.* Blackwell, Oxford, 1994.

Dava Sobel. *Galileo's Daughter.* Fourth Estate, London, 2000.

Jacques Soustelle. *Los Mayas* (originally *Les Maya*). Fondo de Cultura Economica, Mexico, DF, 1992.

Irving Stone. *The Origin.* Corgi Books, London, 1980.

Sun Tzu. *The Art of War.* Foreword by James Clavell. Hodder & Stoughton, London, 1981.

Bryan Sykes. *The Seven Daughters of Eve.* Bantam Press, London, 2001.

Keith Thomas (ed.). Founders of Faith Series: *the Buddha* (Michael Carrithers); *Confucius* (Raymond Dawson); *Jesus* (Humphrey Carpenter); and *Muhammad* (Michael Cook). Oxford University Press, Oxford, 1986.

J. Eric S. Thompson. *Maya History and Religion.* University of Oklahoma Press, Norman, OK, 1970.

Arnold J. Toynbee. *A Study of History,* vols I–VI (abridged by D. C. Somervell). Oxford University Press, NewYork, 1946.

Eric Trinkhaus and Pat Shipman. *The Neandertals. Changing the Image of Mankind.* Pimlico, London, 1994.

Colin Tudge. *The Day before Yesterday.* Jonathan Cape, London, 1995.

James D.Watson. *The Double Helix.* Weidenfeld & Nicolson, London, 1968.

Peter Watson. *A Terrible Beauty. A History of the People and Ideas that Shaped the Modern Mind.* Weidenfeld & Nicolson, London, 2000.

Steven Weinberg. *Facing Up. Science and Its Cultural Adversaries.* Harvard University Press, Cambridge, MA, 2001.

Richard S.Westfall. *Never at Rest. A Biography of Isaac Newton.* Cambridge University Press, Cambridge, 1980.

Michael White. *Leonardo. The First Scientist,* Little, Brown, London, 2000.

Paul Wildish. *Taoism.* Thorsons, London, 2000.

Endymion Wilkinson. *Chinese History. A Manual.* Harvard University Asia Center, Cambridge, MA, 2000.

Ian Wilmut, Keith Campbell and Colin Tudge. *The Second Creation.The Age of Biological Control by the Scientists who Cloned Dolly.* Headline Book Publishing, London, 2000.

Edward O. Wilson. *Sociobiology. The New Synthesis.* Harvard University Press, Cambridge, MA, 1975.

Edward O. Wilson. *The Diversity of Life.* Harvard University Press, Cambridge, MA, 1992.

Edward O. Wilson. *The Future of Life.* Little, Brown, London, and Alfred A. Knopf, NewYork, 2002.

Lewis Wolpert. *The Unnatural Nature of Science.* Faber and Faber, London, 1992.

Alexander Wood. *ThomasYoung, Natural Philosopher, 1773–1829.* Cambridge University Press, 1954.

J. Z. Young. *An Introduction to the Study of Man.* Oxford University Press, Oxford, 1971.

R. C. Zaehner. *Hinduism.* Oxford University Press, Oxford, 1962.

Semir Zeki. *Inner Vision—an Exploration of Art and the Brain.* Oxford University Press, Oxford, 1999.