

الباب السادس

الطريق إلينا

انحدرنا من القروء! يا عزيزي، لنأمل أن هذا ليس صحيحاً، ولكن إن كان صحيحاً، فلنصلُّ ألا يُعرف بشكل عام.
ملاحظة تُعزى إلى زوجة أسقف ورشستر بعد أن سُرحت لها نظرية دارون في النشوء.

الفصل السابع والعشرون

زمن الجليد

رأيت حلماً، لم يكن كله حلماً

انطفأت الشمس المشعة، وتجولت

النجوم...

بايرون، «الظلمة»

في عام 1815، وفي جزيرة سومباوا في إندونيسيا انفجر جبل كان جميلاً وهادئاً لوقت طويل يدعى تامبورا بشكل هائل، وقتل مئة ألف شخص هو والتسونامي المترافق معه. لم يسبق أن رأى أحد عنفاً كهذا. كان انفجار تامبورا أكبر من أي شيء سبق أن جربه أي إنسان حي. كان أكبر انفجار بركاني طيلة عشرة آلاف عام. كان أكبر بمئة وخمسين مرة من جبل سينت هيلينز، ومعادلاً لستين ألف قنبلة نووية من وزن التي استخدمت في هيروشيما.

لم تنتقل الأنباء بسرعة في تلك الأيام. وفي لندن نشرت التايمز قصة قصيرة وفي الحقيقة رسالة من تاجر بعد سبعة أشهر من الحدث. وفي ذلك الوقت كانت تأثيرات تامبورا قد شعر بها سابقاً. انتشر مئتان وأربعون كيلومتراً مكعباً من الرماد المدخن والغبار والرمل الناعم في الجو حاجباً أشعة الشمس ومبرّداً الأرض. كانت الغروب ملونة بشكل غير معتاد ولكنها غير واضحة، وهذا تأثير التقطه الفنان ج.م. دبليو. تيرنر، الذي ما كان من الممكن أن يكون أسعد من ذلك، ولكن العالم عاش تحت حجاب غسقي مزعج. كانت هذه العتمة المهلكة هي التي ألهمت بايرون كي يكتب تلك الأبيات المقتبسة أعلاه.

لم يأت الربيع أبداً ولم يأت الصيف بالدفع: 1816 صار يُعرف بالعام الذي دون صيف، لم تتم المحاصيل في كل مكان. وفي أيرلندا ترافقت المجاعة مع مرض التيفوئيد

الذي قتل خمسة وستين ألف شخص. وفي نيو إنجلاند، صار يُعرف العام بشكل مشهور 1800 والتجمد حتى الموت. وتواصل الصقيع الصباحي حتى حزيران ولم تتم تقريباً أي بذرة مزروعة. وبسبب نقص العلف نفقت الحيوانات أو كان يجب أن تُذبح قبل الأوان. كان عاماً مقيماً في كل شيء، ومن المؤكد أنه كان أسوأ عام للمزارعين في الأزمنة الحديثة. ومع ذلك لم تنخفض الحرارة في العالم أقل من 1 درجة مئوية. إن منظم حرارة الأرض - كما يعرف العلماء - أداة حساسة بشكل مفرط.

كان القرن التاسع عشر بارداً. ذلك أن أوروبا وأمريكا الشمالية كانتا تمران طيلة سنتي عام في عصر جليدي قصير، كما صار يُعرف، مما سمح بحوادث الشتاء جميعها كعروض الجليد على نهر التايمز، وسباقات التزلج على طول القنوات الهولندية التي هي مستحيلة الآن تقريباً. بتعبير آخر، كانت مدة لم يستوعب برودتها البشر. وهكذا ربما يمكننا أن نعذر علماء الجيولوجيا في القرن التاسع عشر لكونهم بطيئين في إدراك أن العالم الذي عاشوا فيه، كان في الحقيقة معتدلاً بالمقارنة مع الحقب السابقة، وأن كثيراً من الأرض التي حولهم صاغتها كتل الجليد الضخمة الساحقة البارد الذي يستطيع أن يدمر حتى العروض الجليدية.

كانوا يعرفون أن هناك شيئاً غريباً حياً في الماضي. كان المشهد الأوروبي منقطعاً بشذوذات غير قابلة للشرح كمظام الرنة القطبية، التي عُثر عليها في الجنوب الفرنسي الدافئ، والصخور الضخمة المعلقة في أماكن غير مرجحة، وكانوا دائماً يأتون بشروح مبتكرة، ولكن غير قابلة للتصديق على نحو كبير. وكان هناك عالم طبيعة فرنسي يدعى دي لوك، حاول أن يشرح كيف أن جلاميد الغرانيت استقرت عالياً على الجوانب الكلسية لجبال جورا، مقترحاً أن الهواء المضغوط في الكهوف أطلقها إلى هناك، مثل فليينات من بندقية هواء. إن المصطلح الذي يُستخدم لجلمود نازح هوضال، ولكن في القرن التاسع عشر كان التعبير يبدو كأنه ينطبق على النظريات أكثر مما ينطبق على الصخور.

اقتراح عالم الجيولوجيا البريطاني العظيم آرثر هالام أنه لو أن جيمس هتون - أبو الجيولوجيا في القرن الثامن عشر - زار سويسرة لرأى على الفور أهمية الأودية

المنحوتة، والتثلمات المصقولة، والخطوط الشاطئية المعبرة حيث رميت الصخور، والمفاتيح الأخرى كثيرة التي تشير إلى مرور كساء جليدي. ولسوء الحظ، لم يكن هتون مولعاً بالأسفار. ولكن بالرغم من أنه لم يكن تحت تصرفه شيء أفضل من قصص مستعملة، رفض هتون حلاً فكرة أن الطوفانات نقلت الجلاميد الضخمة إلى ارتفاع ألف متر على جانبي الجبال، وأشار إلى أن كل مياه العالم لن تجعل جلموداً يطفو وكان أول من قال بالتحاتّ الجليدي* الواسع الانتشار. ولسوء الحظ لم ينتبه أحد إلى أفكاره، وواصل معظم علماء الطبيعة مدة نصف قرن آخر إصرارهم على أن الأخاديد، التي على الصخور يمكن أن تُعزى إلى مرور العربات، أو خدش أحذية يوجد مسامير في نعالها.

أما الفلاحون المحليون - الذين لم تلوّتهم الأرتوذوكسية العلمية - فقد كانوا يعرفون بشكل أفضل. روى عالم الطبيعة جان دي شاربنتيه Jean de Charpentier قصة كيف كان يسير في عام 1834 في ممر ريفي ضيق مع حطاب سويسري، حين بدأ الحديث عن الصخور التي إلى جانب الطريق. أخبره الحطاب في الحقيقة أن الجلاميد أتت من جريمسيل، وهي منطقة غرانيتية تبعد قليلاً. «وحين سألته كيف يظن أن هذه الصخور وصلت إلى موقعها، أجاب دون تردد: إن مجلدة جريمسيل نقلتها إلى جانبي الوادي؛ لأن تلك المجلدة امتدت في الماضي بعيداً حتى مدينة برن». كان شاربنتيه مسروراً؛ لأنه وصل بنفسه إلى وجهة نظر كهذه؛ ولكن حين أثار الفكرة في الاجتماعات العلمية، رُفضت. وكان من أقرب أصدقاء شاربنتيه عالم طبيعة سويسري آخر يدعى لويس آجاسيز Louis Agassiz، الذي صار بعد قليل من الارتياح مناصراً للنظرية بشكل ملائم في النهاية.

درس آجاسيز على يد كوفيه Cuvier في باريس، ثم شغل منصب أستاذ التاريخ الطبيعي في كلية نيوشاتيل في سويسرة. وكان من أصدقاء آجاسيز الآخرين عالم النبات كارل شيمبر Karl Schimper الذي كان في الحقيقة أول من نحت مصطلح «العصر الجليدي» (وهو بالألمانية Eiszeit) في عام 1837، وأول من اقترح أن هناك

* تغيير سطح الأرض من طريق التحاتّ الجليدي والترسّب بفعل المجلدات. المترجم.

أدلة كافية لإظهار أن الجليد تراكم مرة بشكل سميك ليس فوق جبال الألب السويسرية فحسب وإنما أيضاً فوق أوروبا وآسية وأمريكا الشمالية. كانت تلك نظرية راديكالية. أعار أجاسيز ملاحظاته، ثم ندم على ذلك كثيراً؛ لأن أجاسيز هو الذي حصل على الجدارة لما شعر به شيمبر، وكان نظريته بشكل شرعي. وصار شاربنتييه في النهاية عدواً لدوداً بشكل مشابه لصديقه القديم. إن ألكسندر فون همبولت، الذي كان صديقاً آخر، ربما كان يفكر بأجاسيز حين قال: إن هناك ثلاث مراحل في الاكتشاف العلمي: أولاً، ينكر الناس أنه صحيح؛ ثم ينكرون أنه مهم؛ ثم في النهاية يكرّمون الأشخاص الخطأ.

على أي حال، جعل أجاسيز الميدان ميدانه. فضي بحثه لفهم دينامية التحاتّ الجليدي ذهب إلى الأمكنة جميعها. هبط عميقاً في الصدوع الخطرة وتسلق إلى قمم الألب الأكثر وعورة، وفي غالب الأحيان غير مدرك على ما يبدو أنه كان هو وفريقه أول من تسلّقها. وتقريباً في الأمكنة جميعها صادف أجاسيز تردداً لا يستسلم في قبول نظرياته. وحثه همبولت على أن يعود إلى مجال خبرته الحقيقي، وهو أحافير الأسماك، ويتخلى عن هوسه الجنوني بالجليد، ولكن أجاسيز كان رجلاً استحوذت عليه الفكرة.

عثرت نظرية أجاسيز على دعم أقل في بريطانيا، حيث لم ير معظم علماء الطبيعة مجلدة أبداً، ولم يستطيعوا في غالب الأحيان أن يفهموا القوى الساحقة التي يمارسها الجليد المتكتّل. «أيمكن أن تكون الخدوش واللمعان ناجمة عن الجليد فحسب؟» سأل رودريك مرتشسون بنبرة ساخرة في أحد الاجتماعات، على ما يبدو متخيلاً الصخور مغطاة بنوع من الجليد الخفيف والزجاجي. وحتى مماته شكك بكل صراحة في علماء الجليد «المهوسين بالجليد» الذين اعتقدوا أن المجلدات تفسّر كثيراً. ناصر وجهة النظر هذه وليم هوبكنز، الذي كان أستاذاً في كمبريدج وعضواً بارزاً في الجمعية الجيولوجية، وقال: إن النظرية القائلة: إن الجليد يمكن أن ينقل الجلاميد تعكس «سخافات ميكانيكة واضحة»، مما يجعلها غير مستحقة لانتباه الجمعية.

سافر أجاسيز غير هيَّابٍ وبلا كل؛ كي يدافع عن نظريته. وفي 1840 قرأ بحثاً في اجتماع للجمعية البريطانية لتقدم العلم في جلاسكو، انتقده في أثائه علناً العظيم تشارلز ليل. وفي العام اللاحق أصدرت الجمعية الجيولوجية في أدنبرة قراراً يسلم بأنه يمكن أن تكون النظرية صحيحة، ولكن بالتأكيد لا شيء فيها ينطبق على أسكتلندا.

استيقظ ليل في النهاية. وجاءت لحظة التجلي لديه حين أدرك أن المورين* أو خط الصخور قرب عزبة أسرته في أسكتلندا - الذي عبره مئات المرات - لا يمكن فهمه إلا إذا قيل المرء أن مجلدة رتمته هناك. بعد أن ارتد فقد ليل أعصابه وتراجع عن الدعم الشعبي لفكرة عصر الجليد. كان هذا وقتاً محبطاً لأجاسيز. كان زواجه يتحطم، وكان شيمبر يتهمه بسرقة أفكاره وشاربنتييه لا يتحدث معه، ولم يقدم لأعظم عالم جيولوجيا على قيد الحياة سوى الدعم الفاتر والمتذبذب.

وفي 1846 سافر أجاسيز إلى أمريكا لإلقاء سلسلة من المحاضرات وهناك أخيراً عثر على التقدير الذي تاق إليه. منحته هارفارد الأستاذية وبنيت له متحفاً من الدرجة الأولى، متحف علم الحيوان المقارن. ساعده دون شك هذا على الاستقرار في نيوانجلاند، حيث شجعت الشتاءات الطويلة على تعاطف معين مع فكرة مدد متواصلة من البرد. وساعد أيضاً أنه بعد ستة أعوام على وصوله أفادت الرحلة العلمية الأولى إلى غرينلند أن كل شبه القارة تلك كانت مغطاة بالجليد، مثل تلك القديمة التي تخيلها أجاسيز في نظريته. أخيراً، بدأت أفكاره تحظى بالدعم. كان النقص المحوري الوحيد في نظرية أجاسيز هو أن العصور الجليدية لا علل لها. ولكن المساعدة كانت على وشك القدوم من مكان غير مرجح.

ففي ستينيات القرن التاسع عشر بدأت المجلات والمنشورات العلمية الأخرى في بريطانيا تتلقى دراسات عن: علم توازن الموائع والكهرباء وموضوعات علمية أخرى من جيمس كرول في جامعة أندرسون في جلاسكو. جاء أحد الأبحاث، الذي يتحدث عن: كيف أن التنوعات في مدار الأرض يمكن أن تكون قد ولدت العصور الجليدية، نُشر في المجلة الفلسفية (فيلوسوفيكال ماجازين) في 1864 واعتُرف به في الحال

* ركام تراب وحجارة جرفه نهر جليدي، ثم رسَّبه. المترجم.

عمل من الطراز الأول. وهكذا كان هناك بعض المفاجأة، وربما فقط لمسة استياء، حين تبين أن كروول لم يكن أكاديمياً في الجامعة، وإنما ناطور.

ولد كروول في عام 1821 وترعرع فقيراً ولم يتعلم في المدرسة حتى سن الثالثة عشرة. عمل في وظائف متنوعة نجاراً وبنائع تأمينات وقيّم فندق قبل أن يعمل ناظراً في أندرسونز (التي هي الآن جامعة ستراتكلويد) في جلاسكو. وعبر إقناع أخيه بالقيام بعمله كله كان قادراً على تمضية أمسيات كثيرة في مكتبة الجامعة، يعلم نفسه الفيزياء والميكانيك وعلم الفلك وعلم توازن المواعع وعلومياً أخرى سائدة في زمنه، وبدأ تدريجياً يؤلف سلسلة من الدراسات مركّزاً بشكل خاص على حركات الأرض وتأثيرها على المناخ.

كان كروول أول من اقترح أن التغيّرات الدورية في شكل مدار الأرض - من الإهليلجيّ بشكل ضئيل إلى دائري تقريباً ثم ثانية إلى إهليلجيّ - يمكن أن تشرح بداية العصور الجليدية وانحسارها. لم يفكر أحد من قبل في أن يلجأ إلى شرح فلكيّ للتنوّعات في مناخ الأرض. وبفضل نظرية كروول المقنعة بدأ الناس في بريطانيا الاستجابة أكثر إلى فكرة أنه في وقت سابق ما، كانت أجزاء من الأرض في قبضة الجليد. وحين تم التعرف على إبداع وذكاء كروول مُنح وظيفة في هيئة المسح الجيولوجي الأسكتلندي وكُرّم على نطاق واسع: صار عضواً في الجمعية الملكية في لندن وفي أكاديمية نيويورك للعلم، ومُنح دكتوراه فخرية من جامعة سينت أندروز، بين أمور أخرى كثيرة.

ولسوء الحظ، تماماً وفيما كانت نظرية أجاسيز تعثر على مناصرين في أوروبا، كان منشغلاً في أخذها إلى مناطق أكثر غرابة في أمريكا. بدأ يعثر على أدلة على الجليد في كل مكان ذهب إليه، بما فيه قرب خط الاستواء. وصار أخيراً مقتنعاً بأن الجليد غطى مرة وجه الأرض كلها، قاضياً على الحياة، التي أعاد الله خلقها آنذاك. لم يدعم أي من الأدلة التي أوردها أجاسيز وجهة النظر هذه. مع ذلك، بدأت سمعته تزدهر في البلاد التي تبنته إلى درجة التأليه. وحين وافته المنية في عام 1873 شعرت جامعة هارفارد أنه من الضروري أن تعين ثلاثة أساتذة؛ كي يشغلوا مكانه.

وكما يحدث أحياناً، فقدت نظرياته جدتها بسرعة. وقبل أقل من عقد بعد وفاته كتب خلفه على كرسي الجيولوجيا في هارفارد «أن ما يدعى بالحقبة الجليدية... التي كانت مشهورة جداً منذ بضع سنوات بين علماء الجيولوجيا المهتمين بالجليد يمكن، رفضها الآن دون تردد».

كان جزءاً من المشكلة هو أن حسابات كرول أوحى بأن أحدث عصر جليدي حصل منذ ثمانين ألف عام، بينما يشير الدليل الجيولوجي بشكل متزايد إلى أن الأرض عانت من اضطراب عنيف في وقت أحدث من هذا بكثير. ودون شرح مقنع لما يمكن أن يكون قد حرّض على عصر جليدي، تم تعليق النظرية. كان يمكن أن تبقى معلقة لبعض الوقت لولا أكاديمي صربي يدعى ميلوتين ميلانكوفيتش، الذي لا يملك خلفية علمية عن حركات الأجرام السماوية مطلقاً، كان مهندس ميكانيك مدرباً، وفي أوائل التسعينيات طوّر اهتماماً غير متوقّع بالمسألة. أدرك ميلانكوفيتش أن المشكلة في نظرية كرول ليست في أنها غير صحيحة، وإنما في أنها في غاية البساطة.

عندما تتحرك الأرض عبر الفضاء، فهي لا تكون خاضعة لتنوعات في طول وشكل مدارها فحسب، وإنما أيضاً إلى تبدلات إيقاعية في زاوية توجّها نحو الشمس سرعتها، ودرجة ميلانها، وتذبذبها وكل هذا يؤثر في استمرارية وكثافة ضوء الشمس الساقط على أي بقعة من الأرض. إنها خاضعة بشكل خاص لثلاثة تغييرات في الموقع هي ميلها، مبادرة الاعتدالين*، والشذوذ (اللاتمركز)**، ومدد طويلة من الوقت. تساءل ميلانكوفيتش إن كان يمكن أن توجد علاقة بين هذه الدورات المعقدة ومجيء وذهاب العصور الجليدية؟ كانت الصعوبة هي أن الدورات تختلف كثيراً في مدتها عشرين ألف، وأربعين ألف ومئة ألف عام على التعاقب، ولكنها تتنوع في كل حالة إلى بضعة آلاف سنة مما عني أن تحديد نقاط تقاطعها في مدد طويلة من الوقت، تضمنت تقريباً كمية لانهائية من الحساب المخلص بشكل كبير. كان على ميلانكوفيتش أن يستنتج زاوية ومدّة الإشعاع الشمسي الداخل في كل منطقة من الأرض، وفي كل فصل، مدة مليون عام، معدلة بثلاثة متغيرات متبدلة بشكل دائم.

* تغيير بطيء في اتجاه محور دوران الأرض يفضي إلى تحرك الاعتدالين على نحو جدّ بطيء نحو الغرب. المترجم.

** بعد المركز الهندسي لجسم دائر عن محور الدوران. المترجم.

ومن حسن الحظ أن هذا كان بالضبط نوع الكدح المتكرر الذي ناسب مزاج ميلانكوفيتش. ففي الأعوام العشرين اللاحقة، وحتى في أثناء العطلة، عمل بلا توقّف بقلم الرصاص والمسطرة الحاسبة حاسباً جداول دوراته، وهذا عمل يمكن أن يتم الآن في يوم أو يومين بالكمبيوتر. كان يجب أن تتم الحسابات كلها في وقت فراغه، ولكن في عام 1914 حصل ميلانكوفيتش فجأة على كمية كبيرة من وقت الفراغ حين نشبت الحرب العالمية الأولى، وتم اعتقاله بسبب منصبه بوصفه احتياطياً في الجيش الصربي. أمضى معظم الأعوام الأربعة اللاحقة في إقامة جبرية مرنة في بودبست، وكان مطلوباً منه أن يبلغ الشرطة مرة في الأسبوع. أمضى بقية وقته يعمل في مكتبة أكاديمية العلوم الهنغارية. ربما كان أسعد سجين حرب في التاريخ.

كانت النتيجة النهائية لخربشاته المجهدة كتاباً صدر عام 1930 بعنوان «علم المناخ الرياضي والنظرية الفلكية للتغير المناخي». وكان ميلانكوفيتش صائباً بأنه كان هناك علاقة بين العصور الجليدية والتذبذب الكوكبي، بالرغم من أنه افترض مثل معظم الناس أن الازدياد المتدرج في فصول الشتاء القاسية، هو الذي قاد إلى تلك المدد الطويلة من البرودة. كان عالم الأرصاد الجوية الألماني من أصل روسي، فلاديمير كوبن Wladimir Koppen حما صديقنا التكتوني ألفرد فيجينر Alfred Wegener هو الذي رأى أن العملية كانت أكثر دقة، وأكثر إثارة للأعصاب، من ذلك.

قرر كوبن أن سبب العصور الجليدية يُعثر عليه في فصول الصيف الباردة وليس في فصول الشتاء القاسية. إذا كانت فصول الصيف باردة جداً بحيث لا تؤدي إلى ذوبان الثلوج كلها في منطقة معينة، فإن المزيد من أشعة الشمس القادمة يرتد من السطح الانعكاسي، مفاقماً التأثير المبرّد ومشجعاً على سقوط المزيد من الثلوج. نتيجة لهذا تميل العصور الجليدية إلى أن تكون مديمة لذاتها. حين يتراكم الثلج في غطاء جليدي فإن برودة المنطقة تزداد، مما يؤدي إلى تراكم المزيد من الجليد. وكما قال عالم الجيولوجيا جوين شولتز Gwen Schultz: «ليست كمية الثلج هي التي تسبب بالضرورة أغطية الجليد وإنما حقيقة أن الثلج - مهما كان قليلاً - يستمر». واعتقد أن العصر الجليدي يمكن أن يبدأ من صيف واحد في غير مواعده. فبقايا الثلوج تعكس الحرارة وتقاوم من تأثير البرودة. «إن العملية ذاتية التضخم، لا تتوقّف، وبما أن

الجليد يتنامى فهو يتحرك»، كما يقول مكفي McPhee. يكون لديك مجاليد متقدمة وعصر جليدي.

لم يكن العلماء قادرين في الخمسينيات، وبسبب نقص تكنولوجيا تحديد التواريخ، على ربط دورات ميلانكوفيتش المحسوبة بدقة مع التواريخ المفترضة للعصور الجليدية كما أدركت آنذاك، وهكذا أغفل ميلانكوفيتش هو وحساباته. توفي عام 1958، غير قادر على إثبات أن دوراته كانت صحيحة. وفي ذلك الوقت، وكما عبر أحد مؤرخي تلك المدة: «ستعاني من صعوبة كبيرة في رؤية عالم جيولوجيا، أو أرساد جوية ينظر إلى النموذج إلا من باب الفضول التاريخي». وظل الأمر هكذا إلى السبعينيات وصُقل منهج التأريخ بالبوتاسيوم الأرغون*، وذلك لتقدير عمر رسابة قاع البحر القديمة إلى أن أثبتت نظرياته.

لا تكفي دورات ميلانكوفيتش وحدها لشرح دورات العصور الجليدية. هناك عوامل أخرى كثيرة متضمنة ومنها ترتيب القارات، خصوصاً وجود كتل أرض فوق القطبين. ولكن حيثيات هذه لم تُفهم جيداً. واقترح أننا إذا نقلنا أمريكا الشمالية وأوراسية وغرينلندة فقط 500 كيلومتر إلى الشمال، فإننا سنحصل على عصور جليدية دائمة لا يمكن النجاة منها. لكننا محظوظون جداً على ما يبدو في الحصول على أي طقس جيد. والذي لم يُفهم بشكل جيد أيضاً هو دورات الدفاء النسبية في أثناء العصور الجليدية التي تدعى البيجليدية. وإنه لمن الباعث على الاضطراب قليلاً التفكير في أن التاريخ البشري الهادف ككل تطوّر الزراعة، إنشاء المدن، ونشوء الرياضيات والكتابة والعلم وكل ما تبقى حدث في فسحة شاذة من الطقس المعتدل. فقد استمرت الأوقات البيجليدية السابقة ثمانية آلاف عام. وقد عبرت مدتنا سابقاً ذراها السنوية العشرة آلاف.

والواقع أننا لا نزال في عصر جليدي؛ لكنه مقلّص نوعاً ما، بالرغم من أنه أقل تقلّصاً مما يعرف كثير من الناس. ففي أوج المدة الأخيرة من التّحات الجليدي،

* طريقة في تقدير عمر المواد الأثرية والجيولوجية عن طريق قياس كمية الأرغون المتراكمة في عينة منها نتيجة لتحلل البوتاسيوم المشع. المترجم.

منذ نحو عشرين ألف عام، كان نحو 30% من سطح الأرض مغموراً بالجليد. ولا يزال 10% مغموراً. (و14% هو في حالة من الجمد السرمدي*) . إن ثلاثة أرباع المياه العذبة في الأرض هي معتقلة في الجليد حتى الآن، ولدينا أنهار جليدية في كلا القطبين، وهذا موقف يمكن أن يكون فريداً في تاريخ الأرض. إن وجود فصول شتاء ثلجية في كثير من أنحاء العالم ومجلدات مستمرة حتى في الأماكن المعتدلة كنيوزلندا يمكن أن يبدو طبيعياً تماماً، ولكن في الحقيقة إنه موقف غير عادي للكوكب.

إن نموذج الأرض العام في معظم تاريخه حتى الأزمنة الحديثة تقريباً هو أن يكون حاراً، دون جليد دائم في أي مكان. بدأ العصر الجليدي الحالي الحقبة الجليدية، في الواقع منذ نحو أربعين مليون عام، وتسلسل من سيئ بشكل إجرامي إلى غير سيئ مطلقاً. إننا نعيش في الأوقات القليلة للعصر الأخير. ذلك أن العصور الجليدية تميل إلى محو الأدلة السابقة على العصور الجليدية، وهكذا فكلما عدت إلى الوراء صارت الصورة غامضة، ولكن يبدو أنه كان لدينا على الأقل سبع عشرة حادثة جليدية خطيرة في الأعوام المليونين ونصف السابقة أو ما يقارب ذلك، وهي المدة التي تتزامن مع ظهور الإنسان المنتصب homo erectus في إفريقية الذي تبعه البشر الحديثون. هناك متهمان يذكران بشكل شائع بأنهما مسؤولان عن الحقبة الحديثة هما نشوء جبال الهمالايا وتشكل جبال إزتموس في بنما، عطل الأول هبوب الهواء وشتت الثاني تيارات المحيط. إن الهند - التي كانت مرة جزيرة - اندفعت 2000 كيلومتر إلى كتلة الأرض الآسيوية في الأعوام الخمسة وأربعين مليون الأخيرة، رافعةً لا الهمالايا فحسب، وإنما المرتفع التيبتي خلفها. وتقول الفرضية: إن الأرض المرتفعة لم تكن أكثر برودة فحسب وإنما حرقت الريح بطريقة جعلتها تهبّ شمالاً نحو أمريكا الشمالية، مما جعلها أكثر ميلاً إلى طقس بارد أكثر طولاً. ثم - منذ خمسة ملايين عام - خرجت بنما من البحر، مغلقة الفجوة بين أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية، مقاطعة تدفق تيارات دافئة بين المحيط الهادي والمحيط الأطلسي، ومغيرة نماذج تساقط الأمطار في نصف العالم تقريباً. كانت إحدى النتائج هي جفاف إفريقية، مما جعل القردة تهجر الأشجار وتنطلق للبحث عن طريقة حياة جديدة في الأراضي المعشوشبة.

* طبقة متجلدة باستمرار على عمق متفاوت تحت سطح الأرض في المناطق القطبية المتجمدة. المترجم.

على أي حال - بهذا الترتيب الحالي للمحيطات والقارات - يبدو كأن الجليد سيكون جزءاً طويلاً الأمد من مستقبلنا. فبحسب جون مكفي، إنه يمكن توقع نحو خمسين حادثة جليدية، وكل منها يستمر مئة ألف عام، قبل أن نستطيع أن نأمل ذوباناً طويلاً.

لم يكن للأرض عصور جليدية منتظمة منذ خمسين مليون عام، ولكن حين حصلنا عليها مالت إلى أن تكون عملاقة. حصل تجمد شامل منذ 2.2 بليون سنة، تبعه بليون عام من الدفاء. ثم جاء عصر جليدي آخر أكبر من الأول، كبير بحيث إن بعض العلماء يشيرون الآن إلى المدة التي حصل فيها باسم العصر الجليدي الأعظم. ويعرف الوضع بشكل أكثر شهرة باسم الأرض كرة ثلج.

إن كلمة كرة ثلجية لا تكاد تعبر عن تلك الأوضاع الإجمالية. وتقول النظرية: إنه بسبب تراجع الإشعاع الشمسي نحو 6% وانحدار إنتاج غاز المخرضة أو (الاحتفاظ بالحرارة) فقدت الأرض قدرتها على التمسك بحرارتها. صارت كلها أنتاركتيكا. وانخفضت درجات الحرارة إلى 45 درجة مئوية تحت الصفر وصار وجه الأرض كله جليداً مرصوصاً، وصارت سماكة جليد المحيط 800 متر في الارتفاعات الأعلى، وبسماكة عشرة أمتار حتى في المناطق الاستوائية.

هناك مشكلة خطيرة في كل هذا، بحيث إن الدليل الجيولوجي يشير إلى وجود الجليد في الأمكنة جميعها بما فيه حول خط الاستواء، ويوحى الدليل البيولوجي بشكل قوي أيضاً أنه يجب أن يكون هناك مياه مفتوحة في مكان ما. ذلك أن بكتيريا السيانو نجت من التجربة وتقوم بعملية التخليق الضوئي. ومن أجل هذا كانت بحاجة إلى ضوء الشمس، ولكن كما ستعرفون لو حدث وقتم بالتحديق عبره، إن الجليد يصبح بسرعة عاتماً وبعد بضع ياردات لا يسمح بعبور الضوء مطلقاً. اقترح احتمالان: الأول هو أن قليلاً من ماء المحيط بقي معرضاً (ربما بسبب نوع ما من التدفئة المحلية في بقعة حارة)؛ والاحتمال الآخر هو أنه يمكن أن الجليد تشكل بطريقة بقي فيها شفافاً، وهذا وضع يحدث أحياناً في الطبيعة.

إذا تجمّدت الأرض، تواجهنا المسألة الصعبة جداً وهي كيف أصبحت دافئة مرة أخرى. إن كوكباً جليدياً يجب أن يعكس كثيراً من الحرارة بحيث يبقى متجمّداً إلى الأبد. وعلى ما يبدو من المحتمل أن الإنقاذ أتى من باطن الأرض المنصهر. مرة أخرى يمكن أن نكون مدينين للألواح التكتونية بالسماح لنا بأن نكون هنا. إن الفكرة هي أن البراكين قد أنقذتنا، عن طريق دفعها عبر السطح المدفون، ضاخة إلى الخارج كثيراً من الحرارة والغازات التي ذوّبت الثلج وأعدت تشكيل الجو. ومن المثير أن نهاية هذه الحادثة ذات التجميد المفرد حدّدها الانفجار الكمبري: حدث ربيع تاريخ الحياة. وفي الحقيقة، يمكن أن الأمر لم يكن هادئاً هكذا. فقيما كانت الأرض تسخن، ربما تعرضت لأسوأ طقس سبق أن مرّت فيه، وهبت فيها أعاصير قوية بما يكفي كي ترفع أمواجاً بعلوّ ناطحات سحب، وتسبب عواصف مطرية بكثافة لا تُوصف.

وفي أثناء هذا كله عاشت ديدان أنبويّة وبطلينوسات وأشكال أخرى من الحياة في حفر قاع المحيط العميقة، وكأنه لم يكن هناك أي مشكلة دون شك، ولكن كل أشكال الحياة الأخرى على الأرض اقتربت جداً من الانقراض بشكل كامل. وكل هذا حدث منذ وقت طويل جداً وفي هذه المرحلة نحن لا نعرف فحسب.

إن العصور الجليدية للأوقات الأحدث تبدو من الوزن الخفيف إذا ما قورنت بالعصر الجليدي الأعظم، ولكنها كانت بالطبع ضخمة جداً بمعايير أي شيء يمكن أن يوجد على الأرض اليوم. كانت سماكة الغطاء الجليدي الوسكونسي الذي غطى كثيراً من أوروبا وأمريكا الشمالية، أكثر من 3 كيلومترات في بعض الأمكنة وتقدم إلى الأمام بسرعة نحو 120 متراً في السنة. يا له من منظر! حتى في حافتها البارزة، يمكن أن يكون سمك الأكسية الجليدية 800 متر. تخيّل نفسك تقف في قاعدة جدار من الجليد بهذا الارتفاع. خلف هذه الحافة، وفي منطقة تبلغ مساحتها ملايين الكيلومترات المربعة، لن يكون هناك شيء سوى الجليد، وستنتأ بعض قمم الجبال الأكثر ارتفاعاً هناك وهناك. وهنت قارات بأكملها تحت ثقل هذا الكم من الجليد وحتى الآن - بعد اثني عشر ألف عام من انسحاب قطع الجليد - لا تزال ترتفع إلى مكانها. لم توزّع أكسية الجليد جلاميد الصخور فحسب والخطوط الطويلة من المورين

الحصوي، وإنما رمت كتل أرض برمتها جزيرة لونغ وكيب كود وناونتكت، بين أخرى فيما كانت تندفع ببطء. ومن المثير للعجب قليلاً أن علماء الجيولوجيا قبل أجاسيز واجهوا مشكلة في فهم قدرتها الضخمة على إعادة توزيع المشهد الطبيعي.

إذا تقدمت أكسية الجليد مرة أخرى، فلا نملك شيئاً في ترسانتنا لحرفها. ففي عام 1964، وفي برنس وليم ساوند في ألaska، ضرب أقوى زلزال سبق أن سُجِّل في القارة الحقول الجليدية في شمال أمريكا. كان يبلغ 9.2 درجات على مقياس ريختر. وعلى طول خط الصدع، ارتفعت الأرض 6 أمتار. كان الزلزال عنيفاً بحيث إنّه جعل الماء يندفع من الأحواض في تكساس. ما التأثير الذي أحدثه هذا الانفجار الذي لا مثيل له على مجالد برنس وليم ساوند؟ لم يؤثر مطلقاً. امتصّته وواصلت الحركة.

اعتقد لوقت طويل أننا ندخل العصور الجليدية ونخرج منها بالتدريج، طوال المئات أو الآلاف من السنين، ولكننا نعرف الآن أن الأمر لم يكن هكذا. ويفضل لب الجليد من غرينلندة صرنا نمتلك سجلاً مفصلاً للمناخ لأكثر من مئة ألف عام، ولكن ما عُثر عليه هناك مزعج. تبين أن الأرض في معظم تاريخها الحديث لم تكن مكاناً مستقراً وهادئاً كالذي عرفته الحضارة، وإنما تتقلت بعنف بين أوقات من الدفء والبرد المتوحّش.

وفي نهاية التحات الجليدي الأخير الكبير، منذ اثني عشر ألف عام، بدأت الأرض تسخن، وتماماً بسرعة، ثم بشكل مفاجئ غاصت في برد مريع لألف عام في حدث يعرفه العلم باسم الديرياس الأصغر Younger Dryas (جاء الاسم من النبتة القطبية الديرياس dryas، التي كانت أول من أعاد استعمار الأرض بعد انسحاب أكسية الجليد. كان هناك أيضاً مدة الديرياس الأقدم Older Dryas، ولكنها لم تكن حادة هكذا). وفي نهاية هجمة الألف عام هذه عادت الحرارة العادية من جديد وقفزت أربع درجات مئوية في عشرين سنة، وهذا لا يبدو مثيراً بشكل كبير، ولكنه مكافئ لاستبدال مناخ الدول الإسكندنافية بالمتوسطية في عقدين فقط. أما على الصعيد المحلي، فقد كانت التغيرات أكثر عنفاً. يُظهر لب الجليد في غرينلندة أن درجات الحرارة هناك تتغير بقدر 8 درجات مئوية في 10 أعوام، مغيرة نمط سقوط الأمطار وظروف الزراعة

بقوة. كان هذا مقلقاً جداً لكوكب عدد سكانه قليل. أما اليوم فإن العواقب ستكون خارج القدرة على التخيل.

ما يسبب ذعراً أكبر هو أننا لا نمتلك فكرة أي فكرة أي ظاهرة طبيعية يمكن أن تشير المنظّم الحراري للأرض بسرعة. وكما قالت إليزابيث كولبيرت في مقال في النيويوركر: «لا يوجد قوة خارجية معروفة، أو أي قوة مفترضة تبدو قادرة على دفع هذه الحرارة إلى الخلف وإلى الأمام بالعنف الذي أظهره لب الجليد». وتضيف: «يبدو كأن هناك حلقة تغذية ارتجاعية شاسعة ومروعة»، ربما تشمل المحيطات وانقطاعات النماذج المألوفة من دورة المحيط، ولكن هذا بعيد عن الفهم.

وتقول إحدى النظريات: إن التدفق العنيف للمياه الذائبة إلى البحار في بداية الديرياس الأصغر Younger Dryas خفف من الملوحة (ومن ثم الكثافة) في البحار الشمالية مما سبب انحراف تيار الخليج إلى الجنوب مثل سائق يحاول تجنب اصطدام. وحين حرمت المرتفعات الشمالية من دفء تيار الخليج عادت إلى ظروف البرودة. ولكن هذا لا يبدأ بشرح لماذا بعد ألف عام، حين سخنت الأرض مرة أخرى، لم ينحرف تيار الخليج كما في السابق. وبدلاً من ذلك، مُنحنا مدة من الهدوء غير العادي تُعرف باسم العصر الحديث الأعلى Holocene، الزمن الذي نعيش فيه.

ليس هناك سبب لافتراض أن هذه المدة من الاستقرار المناخي ستستمر إلى أطول. يعتقد بعض العلماء أن الأسوأ بانتظارنا. من الطبيعي أن نفترض أن الاحتباس الحراري يمكن أن يعمل كتوازن مضاد لميل الأرض إلى العودة إلى الأوضاع الجليدية. على أي حال - كما أشار كولبيرت - حين يواجه مناخ متذبذب لا يمكن التنبؤ به، «فإن الشيء الأخير الذي ستفعله هو أن تجري تجربة كبيرة دون إشراف عليها». اقترح - بدقة أكبر مما سيبدو في البداية - أن العصر الجليدي يمكن أن يغريه ارتفاع درجات الحرارة. والفكرة هي أن تسخيناً قليلاً ضئيلاً يمكن أن يقوي التبخرات والغطاء الغيمي، مما يقود في الارتفاعات العليا إلى تراكمات أكثر إلحاحاً من الثلج. وفي الحقيقة، إن ظاهرة الاحتباس الحراري يمكن بشكل معقول - ولو موهم بالتناقض - أن تقود إلى تبريد محلي في شمال أمريكا وشمال أوروبا.

إن المناخ هو نتاج متغيرات كثيرة ارتفاع وانخفاض مستوى ثاني أكسيد الكربون، انجراف القارات، والنشاط الشمسي، والتذبذبات المهيبه لدورات ميلانكوفيتش بحيث إنه من الصعب فهم أحداث الماضي كما كانت كي نتنبأ بأحداث المستقبل. إن كثير خارج طاقتنا ببساطة. خذوا أنتاركتيكة. فلمدة 20 مليون سنة على الأقل بعد أن استقرت فوق القطب الجنوبي بقيت مغطاة بالنباتات ودون جليد. وهذا يجب ألا يكون ممكناً.

إن الأصناف المعروفة من بعض الديناصورات المتأخرة ليست أقل خداعاً. يقول عالم الجيولوجيا البريطاني ستيفن دروري Stephen Drury: إن الغابات التي على ارتفاع 10 درجات من القطب الشمالي كانت موطناً لوحوش كبيرة، بينها الديناصور الضخم اللاحم. وكتب: «هذا غريب، ذلك أن ارتفاعاً كهذا مظلم بشكل مستمر مدة ثلاثة أشهر في السنة». فضلاً عن ذلك، ثمة دليل الآن بأن هذه الارتفاعات العالية عانت من شتاءات حادة. وتوحي دراسات نظائر الأوكسجين أن المناخ حول فيربانكس في ألاسكا كان نفسه في أواخر العصر الطباشيري كما هو الآن. إذاً ما الذي كان يفعله الديناصور اللاحم هناك؟ إما أنه كان يهاجر فصلياً قاطعاً مسافات شاسعة، أو يمضى معظم العام في الثلج المتراكم في الظلام. وفي أستراليا التي كانت في ذلك الوقت أكثر قطبية في توجّها لم تكن العودة إلى مناخات أدفاً ممكنة. كيف استطاعت الديناصورات أن تحيا في أوضاع كهذه أمر لا يزال في إطار التخمين.

هناك فكرة يجب وضعها في الذهن، ألا وهي أنه كان هناك كثير من المياه بالنسبة لها في ذلك الوقت. البحيرات الكبرى، وخليج الهدسون، وبحيرات كندة التي لا تُحصى. ولكن هذه المياه لم تكن هناك كي تقدم الوقود للعصر الجليدي الأخير. لقد أنشأها.

من ناحية أخرى، إن الطور اللاحق من تاريخنا يمكن أن يشهد تدويننا لكثير من الجليد بدلاً من صناعته. فإذا ذابت أكسية الجليد جميعها فسترتفع مستويات البحار 60 متراً بارتفاع بناء من 20 طابقاً، وستغرق المدن الساحلية جميعها. ومن المحتمل أكثر - على المدى القصير على الأقل - انهيار الكساء الجليدي الغربي في

أنتاركتيكية. ففي الخمسين عاماً الماضية سخنت المياه التي حوله 2.5 درجة مئوية، وازدادت الانهيارات بشكل درامي. وبسبب البنية الجيولوجية الداخلية للمنطقة فإن هناك احتمالاً لحدوث انهيار هائل. وإذا ما حدث هذا فإن مستويات البحار جميعها في العالم سترتفع وبسرعة بمعدل من 4.5 إلى 5 أمتار.

إن الحقيقة الفائقة للعادة هي أننا لا نعرف ما هو الأكثر ترجيحاً: مستقبل يمنحنا دهوراً من البرودة المهلكة، أو واحد يمنحنا مدداً مساوية من الحرارة البخارية. هناك شيء واحد مؤكد فحسب: إننا نعيش على حد السكين.

وعلى المدى الطويل، وبالمصادفة، إن العصور الجليدية ليست بأي طريقة أخباراً سيئة للكوكب. إنها تطحن الصخور تاركة خلفها تربة جديدة خصبة جداً، وتولد بحيرات من المياه العذبة تقدم احتمالات غذائية وافرة لمئات الأنواع من الكائنات. وهي تعمل كمهماز للهجرة وتجعل الكوكب أكثر حركةً (دينامياً). وكما قال تيم فلانيري: «هناك واحد فقط سؤال تحتاج أن تطرحه على قارة من أجل تحديد مصير سكانها: «هل كان لديكم عصر جليدي جيد؟» واضعين هذا في أذهاننا، حان الوقت؛ كي نتحدث عن نوع من القردة فعل هذا حقاً.



الفصل الثامن والعشرون

ثنائي الأقدام الغامض

تماماً قبل عطلة عيد الميلاد في عام 1887، وصل طبيب هولندي يحمل اسماً غير هولندي، هو ماري يوجين فرانسوا توماس دوبوا*، إلى سومطرة، في جزائر الهند الشرقية الهولندية، من أجل العثور على أقدم البقايا البشرية على الأرض.

كانت هناك عدة أمور فائقة للعادة تتعلق بهذا الأمر. لم يذهب أحد من قبل أبداً كي يبحث عن عظام بشرية قديمة من قبل. فكل ما عُثر عليه حتى الآن عُثر عليه بالمصادفة، ولم يوجح أي شيء في خلفية دوبوا أنه كان مرشحاً مثالياً لجعل العملية قصدية. كان عالم تشريح مدرباً ولكن دون خلفية في علم الإحاثة. ولم يكن هناك أي سبب خاص للافتراض بأن جزائر الهند الشرقية تحتوي على بقايا بشرية قديمة. وأملى المنطق أنه إذا كان يجب أن يُعثر على البشر القدماء، فإن هذا يجب أن يحدث في كتل أرض كبيرة ومسكونة طويلاً، وليس في أرخبيل ناء. لكن ما دفع دوبوا إلى جزائر الهند الشرقية هو إحساس باطني، وتوافر الوظيفة ومعرفة أن سومطرة ملاءم بالكهوف، البيئة التي عُثر فيها على معظم الأحافير البشرية المهمة التي اكتُشفت حتى الآن**. وما كان أكثر خرقاً للعادة في كل هذا هو أنه عُثر على ما كان يبحث عنه.

في الوقت الذي فكر فيه دوبوا بخطته للبحث عن صلة مفقودة، كان سجل الأحافير البشرية لا يحتوي إلا على القليل جداً: خمسة هياكل عظمية نياندرتالية ناقصة، وعظم فك جزئي أصله غير مؤكد وستة من بشر العصر الجليدي عثر عليهم حديثاً

* بالرغم من أنه هولندي كان (دوبوا) من (إيجسدن) وهي بلدة تتاخم الجزء الذي يتحدث الفرنسية في بلجيكة.

** وُضع البشر في عائلة «البشريات». وهي تشمل أي كائنات (بما فيها المنقرضة) التي لها الصلة الأكبر بنا من أي شيمبانزي حي. في غضون ذلك وُضعت القروود سوية في عائلة تُدعى البُنجد. وتعتقد كثير من المرجعيات أن الشيمبانزي والغوريلا وإنسان الغاب يجب أن يتم وضعهم أيضاً في عائلة البشريات، مع البشر والشيمبانزي في عائلة فرعية هي البشرية. والخلاصة هي أن الكائنات التي تُعرف تقليدياً بالبشرية تصبح - وفق هذا الترتيب - بشرية. (يصر ليكي وآخرون على هذا الترتيب). إن البشريات هو اسم العائلة الأعظم للقرد، التي تشملنا.

عمال سكك الحديد في كهف في جرف يدعى كرومينون قرب لو إيزيس Les Eyzies، في فرنسا. ومن بين العيّنات النياندرتالية، كان أفضل ما حفظ هو عيّنة غير ملحوظة موضوعة على رف في لندن. وقد عثر عليها عمال وهم فجّرون الصخور في مقلع في مضيق جبل طارق في عام 1848، وهكذا كان حفظها أعجوبة، ولكن لسوء الحظ لم يدرك أحد ماذا كانت. فبعد أن وُصفت بإيجاز في اجتماع للجمعية العلمية لاستعمرة جبل طارق أرسلت إلى متحف هنتيريان، حيث بقيت دون أن يقترب منها أحد لأكثر من نصف قرن. لم يُدوّن الوصف الأول لها حتى عام 1907 من قبل عالم جيولوجيا يدعى وليم سولاس «كانت له كفاءة عابرة فحسب في الجيولوجيا».

وبدلاً من ذلك ذهب شرف أسبقية اكتشاف البشر القدماء الأوائل إلى وادي نياندر في ألمانية، وليس بشكل غير ملائم، إذ بمصادفة غريبة تعني كلمة نياندر باليونانية «الإنسان الجديد». وهناك، في عام 1856 عثر العمال في مقلع للحجارة في وجه جرف يطل على نهر دوسيل على عظام غريبة الشكل منحوها لأستاذ مدرسة، كانوا يعرفون أنه يهتم بكل الأشياء الطبيعية. وبجدارة عظيمة اكتشف المدرّس جوهان كارل فوهلروت أن لديه نوعاً جديداً من البشر، بالرغم من أن ما هو، وكم هو خاص، كانا مسألتين خاضعتين للجدل لبعض الوقت.

رفض كثير من الناس قدم العظام النياندرتالية. وأصر أوغست ماير، الأستاذ في جامعة بون، ذو النفوذ، أن العظام هي لجندي مغولي قوزاقي جُرح حين كان يقاتل في ألمانية عام 1814، وزحف إلى كهف كي يموت. وحين سمع ت. هـ. هكسلي في بريطانيا قال بجفاف: كم كان لافتاً أن الجندي - الذي بالرغم من أنه تعرض لجرح مهلك - تسلّق جرفاً ارتفاعه ستون متراً، جرّد نفسه من ثيابه وممتلكاته الشخصية، وختم فتحة الكوخ ودفن نفسه تحت التربة على عمق قدمين. واقترح عالم أنثروبولوجيا آخر كان حائراً من قمة حاجب الإنسان النياندرتالي الكبيرة، أنها ناتجة عن التقطيب الطويل الأمد الناجم عن كسر في الساعد لم يعالج جيداً. ففي تلهفهم لرفض فكرة البشر الأوائل كان العلماء يرغبون في معظم الأحيان أن يعتنقوا الاحتمالات الأكثر فريديّة. وفي الوقت الذي كان ينطلق فيه دويوا إلى سومطرة عُثر على هيكل عظمي في بيريجيو Perigueux وأعلن بكل ثقة أنه لرجل من الإسكيمو. ولكن لم يُشرح أبداً

بشكل مريح ما الذي كان يفعله رجل من الإسكيمو في جنوب غرب فرنسا. كان في الحقيقة من الكرومانيون الأوائل.

إزاء هذه الخلفية بدأ دوبوا بحثه عن العظام البشرية القديمة. لم يبق بالحفر بنفسه، وإنما استخدم خمسين سجيناً استعارهم من السلطات الهولندية. عملوا مدة عام في سومطرة، ثم انتقلوا إلى جاوة. وهناك في عام 1891 قام دوبوا أو بالأحرى فريقه - ذلك أن دوبوا نادراً ما زار هذه المواقع - بالعثور على قسم من القسم العلوي لجمجمة بشرية تعرف باسم قبعة ترينيل Trinil Skullcap. وبالرغم من أن هذا كان جزءاً من جمجمة، تبين أن صاحبها لم تكن له ملامح بشرية مباشرة وإنما دماغ أكبر بكثير من دماغ أي قرد. سماه دوبوا الإنسان القرد المنتصب *Anthropithecus erectus* (تغير فيما بعد لأسباب تقنية إلى *Pithecanthropus erectus*)، وأعلن أنه الصلة المفقودة بين القروود والبشر. وبسرعة صار اسمه المشهور «إنسان جاوة». واليوم نعرفه باسم الإنسان المنتصب *Homo erectus*.

وفي العام اللاحق عثر عمال دوبوا على عظم فخذ كامل بدا حديثاً بشكل مذهش. والواقع أن كثيراً من علماء الأنثروبولوجيا يعتقدون أنه حديث، ولا علاقة له بإنسان جاوة. إذا كان عظماً منتصباً، فهو لا يشبه أي عظم عُثر عليه من قبل. مع ذلك استخدم دوبوا عظم الفخذ؛ كي يستنتج بشكل صحيح كما تبين أن إنسان جاوة سار منتصباً. شكّل عبر قشرة جمجمة وسن واحد نموذجاً للجمجمة الكاملة، التي برهنت أيضاً أنها صحيحة.

وفي عام 1895 عاد دوبوا إلى أوروبا متوقفاً استقبلاً كاستقبال الفاتحين. وفي الواقع صادف رد فعل معاكساً. فقد كره معظم العلماء استنتاجاته والطريقة المتعجرفة التي قدمها بها. وقالوا: إن قطعة الجمجمة كانت لقرد، وربما لجبّون*، وليست لأي إنسان أول. أملاً أن يدعم قضيته، سمح دوبوا في عام 1897 لعالم تشريح محترم من جامعة ستراسبورغ يدعى جوستاف شوالبه Gustav Schwalbe، أن يدرس القطعة ويصفها. ولكن لسوء حظ دوبوا كتب شوالبه دراسة مفصلة عنها، لفتت انتباهاً

* قرد من أشباه الإنسان. المترجم.

متعاطفاً أكثر من أي شيء سبق وكتبه هو، وتبعها بجولة محاضرات احتفي في أثنائها به وكأنه اكتشف الجمجمة بنفسه. انسحب دوبوا مروّعاً وشاعراً بالمرارة، إلى موقع غير مميّز ليكون أستاذاً للجيولوجيا في جامعة أمستردام، وفي العقدين اللاحقين رفض أن يطلع أحداً على أحافيره السابقة مرة أخرى. وافته المنية عام 1940 وكان وقتها في غاية التعاسة.

في غضون ذلك، وعلى بعد نصف عالم، في أواخر 1924 تلقى ريموند دارت رئيس قسم علم التشريح في جامعة ويتوتستراند في جوهانسبرغ، والمولود في أستراليا، جمجمة طفل صغيرة ولكنها كاملة، بوجه سليم، وفك منخفض وما يُعرف بالمظهر الطبيعي للدماغ، من مقلع جيرّي على حافة صحراء كالاهايري في موقع قاحل يدعى تاونغ. استطاع دارت أن يرى على الفور أن جمجمة تاونغ ليست للإنسان المنتصب مثل إنسان جاوة الذي اكتشفه دوبوا، وإنما هي لكائن أسبق يشبه القرد. قدر عمره بمليوني عام وأطلق عليه اسم القرد الجنوبي الإفريقي *Australopithecus africanus*. وفي تقرير نُشر في مجلة نيتشر، دعا (دارت) بقايا تاونغ «بشرية بشكل مذهل» واقترح الحاجة إلى عائلة جديدة كلياً، هي الإنسان القرد *Homo simiadae* كي يكيّف الاكتشاف.

كان العلماء أقل ميلاً إلى دارت من ميلهم إلى دوبوا وأغاظهم كل ما يتعلق بنظريته وبه. وبداية، برهن أنه وقع؛ لأنه قام بالتجربة وحده دون أن يطلب مساعدة ممن هم أكثر خبرة. وحتى الاسم الذي اختاره، القرد الجنوب أفريقي أظهر غياباً للتطبيق البحثي، دامجاً بين الجذور اليونانية واللاتينية. وقبل كل شيء، عارضت استنتاجاته الحكمة السائدة. فقد اتفق أن البشر والقروود انفصلا على الأقل منذ 15 مليون سنة في آسيا، فإذا نشأ البشر في إفريقية، فلماذا سيجعلنا هذا شبيهين بالزنج. بدا كأن شخصاً يعمل اليوم سيعلن أنه اكتشف عظام أسلاف بشريين في ميسوري. وهذا لم يتماش مع السائد.

كان المؤيد الوحيد المهم لدارت هو روبرت بروم، وهو عالم فيزياء وإحاثة يتمتع بذلك معتبر وطبيعة غريبة يحتفى بها، ولد في أسكتلندا. كان من عادة بروم، مثلاً أن يقوم بالعمل الميداني عارياً حين يكون الطقس دافئاً، وكان هكذا في غالب الأحيان.

وعرف أيضاً لقيامه بتجارب تشريحية ملتبسة على مرضى أكثر فقراً وانقياداً. وحين كان المرضى يموتون - وكان هذا يحدث غالباً - كان يدفن أجسادهم أحياناً في حديقته الخلفية وينبشها من أجل الدراسة فيما بعد.

كان بروم عالم إحاثة متقناً، وبما أنه كان مقيماً أيضاً في جنوب إفريقيا كان قادراً على فحص جمجمة تاونغ مباشرة. استطاع أن يرى فوراً أنها مهمة كما افترض (دارت) وتحدث بقوة لصالح دارت، ولكن دون نتيجة. وفي الأعوام الخمسين اللاحقة كانت الحكمة السائدة هي أن طفل تاونغ كان قرداً فحسب. إن معظم الكتب لا تذكره. وقد أمضى دارت خمس سنوات في تأليف دراسة، ولكنه لم يعثر على أحد كي ينشرها له. وفي النهاية، كفَّ عن البحث (بالرغم من أنه واصل البحث عن الأحافير). وطوال سنوات استخدمت الجمجمة كمتقلِّة تُوضع على الأوراق على مكتب زميل، وهي تُعرف اليوم بأنها أحد أهم كنوز الأنثروبولوجيا.

في الوقت الذي أعلن فيه دارت عن اكتشافه بدأ هاو كندي موهوب يدعى ديفدسون بلاك البحث في مكان يدعى دارجون بون هيل، كان مشهوراً على المستوى المحلي بوصفه مكاناً للعثور على العظام القديمة. ولسوء الحظ، بدلاً من حفظ العظام من أجل الدراسة، كان الصينيون يطحنونها من أجل صناعة الدواء. نستطيع فقط أن نخمّن كم من عظام الإنسان المنتصب، التي لا تُقدر بثمن انتهت بوصفها نوعاً من مكافئ صيني للبيكمباودر. كان المكان قد جرّد كثيراً حين وصل بلاك، لكنه عثر على أحفور ضرس واحد وعلى أساسه وحده أعلن بشكل متألّق اكتشاف إنسان بكين * *Sinanthropus pekinensis*.

وبالإحاح من بلاك، حدثت عمليات تنقيب أكثر تصميمياً وعثر على كثير من العظام الأخرى. ولسوء الحظ فقد كل هذا بعد يوم من الهجوم الياباني على بيرل هاربور في عام 1941، حين اعترض اليابانيون فرقة من رجال البحرية الأمريكيين، كانوا يحاولون تهريب العظام (وأنفسهم) من البلاد، وسجنوا. وحين اكتشف الجنود اليابانيون أنه لا يوجد في صناديقهم سوى العظام، تركها اليابانيون على جانب الطريق. وكان هذا آخر ما شوهد منها.

* إنسان منقرض يُقدّر العلماء أنه عاش قبل 350,000 سنة. وُجدت بقاياها في كهف قرب العاصمة الصينية بكين عام 1927 للميلاد. وقد أظهرت الأدوات البدائية وعظام الحيوانات المتفحمة التي عُثر عليها إلى جانب هذه البقايا أنه استخدم النار ومارس الصيد. المترجم.

في غضون ذلك، في مرج دوبوا القديم في جاوة، عثر فريق قاده رالف فون كوينغسفالد Ralph Von Koenigswald على مجموعة أخرى من البشر الأوائل. صارت تُعرف باسم بشر سولو، من موقع اكتشافهم على ضفة نهر سولو في نجاندونغ. كان يمكن أن تكون مكتشفات كوينغسفالد أكثر تأثيراً لولا خطأ تكتيكي أُدرك في وقت متأخر جداً. قدم للمحليين عشرة سننات مقابل كل قطعة من العظام البشرية التي يستطيعون العثور عليها، ثم اكتشف مذعوراً أنهم كانوا يحطّمون القطع الكبيرة إلى صغيرة؛ كي يحصلوا على المزيد من النقود.

وفي الأعوام اللاحقة، ومع اكتشاف المزيد من العظام وتحديدها، جاء طوفان من الأسماء الجديدة للإنسان الفرنسي *Homo aurignacensis*، والقرود الترانسفالي *Australopithecus transvaalensis*، *Paranthropus crassidens*، والإنسان الشرق إفريقي *Zinjanthropus boisei* وأعداد أخرى كثيرة، وكلها تقريباً تشتمل على نمط جنس جديد وكذلك على أنواع جديدة. وفي الخمسينيات ارتفع عدد الأنواع البشرية إلى أكثر من مئة بسهولة. ومما أضاف إلى التشوش أنه صار للأشكال الفردية سلسلة من الأسماء المختلفة، فيما كان علماء الأنثروبولوجيا الإحاثية يصقلون ويعيدون العمل ويتنازعون على التصنيفات. وقد عرف بشر سولو بشكل متنوع بأسماء مثل إنسان سولينسيس *Homo soloensis*، الإنسان البدائي الإفريقي *Homo soloensis*، *primigenius asiaticus*، والإنسان النياندرتالي سولوينسيس *Homo soloensis*، *neanderthalensis*، وإنسان سولوينسيس المفكر *Homo sapiens soloensis*، والإنسان المنتصب المنتصب *Homo erectus erectus* وأخيراً الاسم الواضح، الإنسان المنتصب *Homo erectus*.

وفي محاولة لإدخال بعض الترتيب اقترح ف. كلارك هاوول من جامعة شيكاغو، متبعاً اقتراحات إرنست ماير وآخرين من العقد السابق، اختصار أسماء الأجناس إلى اثنين هما الجنوب إفريقي والبشري وعقلنة كثير من الأنواع. وصار اسم كل من إنسان جاوة وإنسان بكين الإنسان المنتصب. وانتشر الترتيب لبعض الوقت في عالم البشر. لكنه لم يستمر.

وبعد عقد من الهدوء النسبي، دخلت الأنثروبولوجيا في مدة أخرى من الاكتشاف السريع والمتعدد، الذي لم يهدأ بعد. وأنتجت الستينيات الإنسان البارع homo habilis الذي اعتقد بعضهم أنه الصلة المفقودة بين القرودة والبشر، ولكن بعضهم الآخر لم يعدّه نوعاً منفصلاً. ثم جاء (بين أمور أخرى كثيرة) إنسان إرجاستر homo ergaster وإنسان لويسليكي Homo louisleakeyi، وإنسان رودولفنسيس Homo rudolfensis، والإنسان السلف Homo antecessor وكذلك حشد من القرودة الجنوب إفريقية: أي أفارنسيس A.afarensis وأي. برايجنز A. praegens، أي راميدوس A.ramidus، أي. ولكيري A.walker، أي أنامنسيس A. anamensis وأخرى غيرها. ويعرف اليوم في الأدبيات عشرون نمطاً من البشر. ولسوء الحظ، لا يوجد خبيران يعرفان الأنواع العشرين نفسها.

يواصل بعضهم التقيّد بالجنسين البشريين اللذين اقترحهما هاول في عام 1960، ولكن آخرين يضعون بعض القرودة الجنوب إفريقية في جنس مختلف يُدعى بارانثروبوس Paranthropus، وهناك آخرون يضيفون مجموعة أولى تدعى أوردبيثيكوس Ardipithecus. ويضع بعضهم البرايجنز praegens في الأوسترابييثيكوس Australopithecus، ويضعها بعضهم الآخر في تصنيف جديد هو البشر القدماء Homo antiques، ولكن معظمهم لا يعترفون بالبرايجنز praegens نوعاً منفصلاً. وليس هناك مرجع واحد يستبعد هذه الأمور. والطريقة الوحيدة التي يصبح فيها اسم مقبولاً، هي من خلال الإجماع، وهناك غالباً القليل جداً من هذا.

تكمن المفارقة في أن جزءاً كبيراً من المشكلة هو نقص الدليل. فمنذ فجر الزمن، عاش عدة بلايين من البشر (أو الشبيهون بالبشر) وكل منهم أسهم بقليل من التنوع الوراثي للجنس البشري ككل. ومن هذا العدد الهائل، إن فهمنا الكامل لما قبل التاريخ البشري يستند إلى البقايا المتشظية، ربما لخمسة آلاف شخص. «تستطيع أن تضعها كلها في شاحنة بيك آب إذا كان لا يهكم خلط الأمور»، هذا ما قاله إيان تاترسال، المدير المتحفي والودود للأنثروبولوجيا في المتحف الأميركي للتاريخ الطبيعي، حين سألته عن حجم الأرشيف العالمي الكلي من العظام البشرية وعظام البشر الأوائل.

لن يكون النقص سيئاً لو أن العظام كانت موزعة بالتساوي في الزمان والمكان، ولكنها بالطبع ليست كذلك. فهي تظهر عشوائياً، وفي غالب الأحيان بالطريقة الأكثر بعداً عن المتناول. فقد سار الإنسان المنتصب على الأرض لأكثر من ملايين السنين وسكن منطقة تمتد من أناركتيكة إلى حافة أوروبا، ثم إلى الجانب الصيني من المحيط الهادي، ولكن لو أعدت إلى الحياة البشر المنتصبين جميعاً الذين نستطيع البرهنة على حياتهم، فإنهم لن يملؤوا حافلة مدرسية. ويتألف البشر البارعون *Homo habilis* من أقل من ذلك: قطع من جمجمتين وعدد من العظام المنفصلة فحسب. إن شيئاً ما قصير الحياة كحضارتنا لن يُعرف بالتأكيد من سجل الأحافير مطلقاً.

قال تاترسال من أجل التوضيح: «في أوروبا اكتشفت جماجم بشرية في جورجيا تعود إلى 1.7 مليون سنة، ولكن لديك بعد ذلك فجوة من مليون عام تقريباً قبل أن تظهر البقايا اللاحقة في إسبانية، على الجانب الآخر من القارة، ثم لديك ثلاث مئة ألف عام آخر قبل أن تحصل على إنسان هايدلبرغ *Homo heidelbergensis* في ألمانية، ولا أحد منهم يشبه الآخر». ابتسم. «من هذه الأنواع من القطع المبعثرة تحاول أن تفهم تواريخ الأنواع برمتها. إنه نظام لا يصدق. والواقع أننا لا نملك إلا فكرة قليلة عن العلاقة بين أنواع قديمة كثيرة قادت إلينا، ووصلت إلى طريق مسدود على مستوى النشوء. ربما لا يستحق بعضها أن يعدّ نوعاً مستقلاً إطلاقاً».

إن نقص السجل يجعل كل اكتشاف جديد يبدو مفاجئاً ومميزاً عن الاكتشافات الأخرى. لو كان لدينا عشرات الآلاف من الهياكل العظمية الموزعة في فواصل منتظمة عبر السجل التاريخي، لكان هناك المزيد من درجات الغموض القابلة للفهم. إن أنواعاً جديدة برمتها لا تظهر على الفور - كما يوحي سجل الأحافير - وإنما تدريجياً من أنواع أخرى موجودة. وكلما اقتربت من نقطة تباعد زادت التشابهات، وهكذا يصبح من الصعب جداً، وأحياناً من المستحيل، تمييز إنسان منتصب متأخر عن إنسان حديث مبكر، بما أنه من المحتمل ألا يكون أيُّ منهما. ويمكن أن تنشأ اختلافات مشابهة عن مسائل الوصول إلى تعريف من بقايا مبعثرة أن نقرر، مثلاً إن كان عظم معين يمثل *Australopithecus boisei* أنثى أو إنساناً بارعاً *Homo habilis* ذكراً.

وبوجود القليل مما هم متأكدون منه، كان على العلماء في غالب الأحيان أن يقوموا بافتراضات تستند إلى أشياء يُعثر عليها في الجوار، ويمكن ألا تكون هذه أكثر من تخمينات جسورة. وكما قال آلن ووكر وبات شيبمان بجفاف: إذا ربطت بين اكتشاف الأداة ونوع الكائن الذي يوجد غالباً في الجوار، فسيكون عليك أن تستنتج أن الأدوات اليدوية الأولى صنعتها الطيلاء.

ربما لا شيء أفضل يصور الفوضى أكثر من حزمة التناقضات التي شكّلها الإنسان البارع *Homo habilis*. إذ لا معنى لعظامه. حين ترتب تُظهر إناثاً وذكوراً يتطورون بنسب مختلفة في اتجاهات مختلفة: الذكور يصبحون أقل شبيهاً بالقرود وأكثر إنسانية مع مرور الوقت، بينما الإناث من المدة نفسها يبتعدن كثيراً عن الشبه بالبشر إلى الشبه بالقرود. لا تصدق بعض المرجعيات أن الإنسان البارع فئة صالحة. ذلك أن تاترسال وزميله جيفري شوارتز يعدانه «سلة مهملات» يمكن أن «ترمى فيها الأحافير التي لا علاقة لها بالموضوع بشكل ملائم». حتى أولئك الذين يرون الإنسان البارع نوعاً مستقلاً لا يتفقون بشأن إن كان من الجنس نفسه مثلنا أو من فرع جانبي لم يتطور.

أخيراً، ولكن ربما قبل كل شيء، إن الطبيعة البشرية هي عامل مهم في كل هذا. يمتلك العلماء ميلاً طبيعياً إلى تأويل المكتشفات بالطريقة التي تطري منزلتهم الرفيعة. كان من النادر أن يكتشف عالم إحاثية مجموعة من العظام ويعلن أنها لا شيء يستدعي الإشارة. وكما يقول جون ريدر بشكل لا يوحى بالحقيقة كاملة في كتابه «الحلقات المفقودة»: «من اللافت كيف أنه في الغالب أكدت التأويلات الأولى للدليل الجديد انهاكات مكتشفها».

يترك هذا مجالاً واسعاً للجدل بالطبع، ولا يوجد مجموعة من البشر تحب أن تجادل أكثر من علماء الأنثروبولوجيا الإحاثية. «ومن بين المناهج العلمية جميعها تمتلك الأنثروبولوجيا الإحاثية ربما الحصاة الأكبر من الأنانية» كما يقول مؤلفا كتاب «إنسان جاوة»، وهو كتاب كما يبدو خصص نصوصاً طويلة ربما غير واعية لهجمات على أخطاء الآخرين، خصوصاً على زميل مؤلفي الكتاب السابق دونالد جوهانسون.

يجب أن نضع في أذهاننا أنه لا يوجد إلا القليل الذي يمكن قوله عن التاريخ قبل البشري الذي لن يجادله شخص في مكان ما، وبخلاف هذا ربما كان لنا بالتأكيد تاريخ، وهو ما نعتقد أننا نعرفه عن حقيقتنا ومن أين أتينا.

كنا في خط السلف نفسه كالشمبانزي بنسبة 99.99999% من تاريخنا كمتعضيات. والواقع أنه لا شيء معروف عن التاريخ السابق للشمبانزي، ولكن مهما كان، فقد كنا كذلك. ثم - منذ نحو سبعة ملايين عام - حدث شيء رئيس: خرجت مجموعة من الكائنات الجديدة من الغابات الاستوائية الإفريقية، وبدأت تتحرك إلى الأراضي المعشوشبة المفتوحة.

كانت هذه القردة الإفريقية الجنوبية، وفي الخمسة ملايين سنة اللاحقة صارت النوع البشري المهيمن على العالم. وقد جاءت هذه في أنواع عدة، بعضها نحيل وبعضها الآخر هزيل، مثل طفل تاونغ الذي اكتشفه ريموند دارت، وكان بعضها أكثر قوة وصلابة، ولكنها كانت كلها قادرة على السير منتصباً. وجدت بعض هذه الأنواع لأكثر من مليون عام، وبعضها الآخر لبضع مئات من آلاف السنين، ولكن من المهم أن نضع في أذهاننا أنه حتى الأقل نجاحاً لها تواريخ أطول مما حققناه حتى الآن.

إن البقايا البشرية الأكثر شهرة في العالم هي للقرد الشبيه بالإنسان الذي عثر عليه في هادار في إثيوبيا ويبلغ عمره 3.18 ملايين سنة، وقد اكتشفه في عام 1974 فريق كان يقوده دونالد جوهانسون. إن الهيكل العظمي الذي عُرف رسمياً باسم أي.إل 288-1 (من مكان بعيد) صار يعرف بشكل أكثر ألفة باسم لوسي، بعد أن غنت فرقة البيتلز أغنية «لوسي في السماء ومعها الماس». لم يشكك جوهانسون أبداً في أهميتها. «إنها سلفنا الأول، الحلقة المفقودة بين القرد والإنسان»، كما قال.

كانت لوسي صغيرة، طولها ثلاثة أقدام ونصف فحسب. كان بوسعها السير، بالرغم من أن هذه المسألة خاضعة لبعض الجدل. وكانت على ما يبدو متسلقة جيدة. ولكن هناك كثير مما هو غير معروف. كانت جمجمتها مفقودة بشكل كامل، وهكذا لا يمكن أن يُقال سوى القليل عن حجم دماغها، بالرغم من أن شظايا الجمجمة أوحى بأنه صغير. وتصف معظم الكتب الهيكل العظمي للوسي بأنه كامل بنسبة

40%، بالرغم من أن بعضهم الآخر قال: إنها أقرب إلى هيكل عظمي آخر أنتجه المتحف الأميركي للعلوم الطبيعية يجسّد ثلثين من لوسي. ودعاها برنامج البي بي سي، «الإنسان القرد» «هيكلاً عظميةً كاملاً»، بالرغم من أنها لم تكن كذلك.

يحتوي الجسم البشري على 206 عظام، ولكن كثيراً منها مكرر. إذا أخذت العظم الفخذي الأيسر من عينة، فأنت لا تحتاج إلى الأيمن كي تعرف أبعاده. أخرج العظام الفائضة جميعها وما سيبقى هو 120: ما يُدعى بنصف هيكل عظمي. وحتى بهذا المعيار السهل، وعبر إحصاء أصغر شظية كعظم كامل، لم تشكل لوسي إلا 28% من نصف هيكل عظمي (و20% فقط من هيكل كامل).

يروى آلن ووكر في كتابه حكمة العظام، أنه سأل مرة جوهانسون كيف وصل إلى نسبة 40%. أجاب جوهانسون بمرح: إنه لم يحص 106 عظام من اليدين والرجلين، وهذا أكثر من نصف العدد الكلي للجسد، وهو نصف مهم جداً أيضاً، كما سيعتقد المرء، بما أن صفة لوسي الرئيسية المعروفة هي استخدام اليدين والقدمين للتعامل مع عالم متغيّر. على أي حال، إن القليل هو معروف عن لوسي بخلاف ما يفترض عامة. ولا يُعرف إن كانت أنثى أيضاً. ربما افترض جنسها من حجمها الصغير.

* * * * *

بعد عامين من اكتشاف لوسي عثرت ماري ليكي في لايتولي في تنزانيا على آثار أقدام لفردين من عائلة البشر نفسها كما اعتُقد. وقد نجمت الآثار عن سير قردين يشبهان البشر على رماد طيني بعد انفجار بركاني. تصلّب الرماد فيما بعد محافظاً على آثار قدميهما لمسافة 23 متراً.

يمتلك المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي في نيويورك ديوراما (مشهداً استعادياً مصوراً) يسجل لحظة مرورهما. ترصد إعادة خلق بحجم الأصل أنثى وذكر يسيران معاً عبر السهل الإفريقي القديم. إنهما مشعران ويشبهان الشمبانزي في أبعادهما، ولكن لهما مشية توحى بأنهما من البشر. إن العلامة الأكثر إدهاشاً في العرض هي أن الذكر يضع يده على كتف الأنثى؛ كي يحميها. إنها إيماءة رقيقة ومؤثرة موحية بالرابط الوثيق.

قُدمت الصورة بطريقة جعلت بعضهم يعتقدون أنه من السهل إغفال اعتبار هو أنه كل ما هو غير آثار الأقدام هو من بنات الخيال. إن المظاهر الخارجية جميعها للشخصين درجة نمو الشعر، وعناصر الوجه إن كان لهما أنف إنسان أم أنف شمبانزي، والملامح، ولون البشرة، وحجم وشكل صدر الأنثى هي بالضرورة افتراضية. لا نستطيع أن نقول: إنهما زوجان. ربما كان الشكل الأنثوي طفلة في الحقيقة. ولا نستطيع التأكد من أنهما من القردة الجنوب إفريقية (الشبيهة بالإنسان). ولكن افترض أنهما هكذا؛ لأنه لا يوجد مرشحون آخرون معروفون.

قيل لي: إنهما صوراً هكذا، لأنه في أثناء بناء (الديوراما) كان مثال الأنثى يواصل السقوط، ولكن إيان تاترسال أصراً ضاحكاً أن القصة غير صحيحة. «من الواضح أننا لا نعرف إن كان الذكر قد وضع يده على كتف الأنثى أم لا، ولكننا نعرف من قياس الخطوة أنهما كانا يسيران معاً جنباً إلى جنب، قريبين بما يكفي كي يتلامسا. كانت منطقة مكشوفة، ولهذا كانا ربما يشعران بأنهما معرضان للخطر. لهذا حاولنا أن نمنحهما تعابير قلقة».

سألته إن كان متضايقاً من كمية الانحراف الذي تم في إعادة بناء الشكلين؟ «إنها دوماً مشكلة في إعادة الخلق»، وافق باستعداد كاف. «لن تصدق كم من النقاش الذي يتم لتحديد تفاصيل مثل إن كان النياندرتاليون لهم حواجب أم لا. والأمر هو نفسه بالنسبة لتمثالي لايتولي. فنحن نجعل تفاصيل مظهرهما الحقيقي، ولكننا نستطيع أن نحدد حجمهما ووقفتهما ونقوم ببعض الافتراضات المعقولة عن مظهرهما المرجح. إذا كان علي أن أصنعهما مرة أخرى، فربما جعلتهما يبدوان كالقرد أكثر وأقل بشرية. لم تكن هذه الكائنات بشراً. كانت قروداً ثنائية القدم».

افترض حتى وقت متأخر جداً أننا انحدرنا من لوسي وكائنات لايتولي، ولكن كثيراً من العلماء الآن غير متأكدين. وبالرغم من أن صفات جسدية معينة (الأسنان، مثلاً) توحي بصلة ممكنة بيننا، فإن أجزاء أخرى من تشريح القردة الجنوب إفريقية هي أكثر إزعاجاً. ويشير تاترسال وشوارتز في كتابهما «البشر المنقرضون» إلى أن الجزء الأعلى من عظم الفخذ البشري يشبه الجزء الأعلى لدى القردة، ولكنه لا يشبه الذي

لدى القردة الجنوب إفريقية؛ وهكذا إذا كانت لوسي صلة مباشرة بين القردة والبشر الحديثين، هذا يعني أنه لا بد أننا تبيننا عظم فخذ أعلى للقرود الجنوب إفريقي منذ مليون سنة، ثم عدنا إلى عظم الفخذ الخاص بالقردة حين انتقلنا إلى الطور الثاني من تطورنا. يعتقدان - في الحقيقة - أن لوسي ليست سلفنا فحسب، وإنما لم تكن أيضاً من النوع الذي يسير على قدمين.

يقول تاترسال بإصرار: «إن لوسي ونوعها لم ينتقلا على الطريقة البشرية الحديثة. حين كان يجب على هذه الكائنات أن تنتقل بين المساكن الشجرية وجدت نفسها تسير على قدمين، مجبرة على القيام بهذا بسبب بنيتها الجسدية». لكن جونسون لا يقبل هذا. «إن ردي لوسي والترتيب العضلي لحوضها»، كما كتب، «سيجعل من الصعب عليها تسلق الأشجار كما هو الأمر بالنسبة للبشر».

صارت الأمور أكثر إبهاماً في عامي 2001 و2002 حين تم العثور على أربع عينات استثنائية جديدة. اكتشف إحداها ميف ليكي من العائلة الشهيرة بجمع المستحاثات في بحيرة تركانا في كينيا ودعيت Kenyanthropus playtops أي (الوجه الكيني المسطح)، وهي من زمن لوسي وتثير احتمال أنها كانت سلفاً لنا، وأن لوسي كانت مجرد فرع غير ناجح. وعثر في عام 2001 أيضاً على Ardipithecus ramidus kadabba، ويعود إلى ما بين 5.2 و5.8 ملايين عام، وOrrion tugenensis الذي يعتقد أن عمره ستة ملايين عام، مما جعله أقدم بشري تم العثور عليه، ولكن لمدة قصيرة فحسب. وفي صيف 2002 عثر علماء يعملون في صحراء دجوراب في تشاد (وهي منطقة لم يُعثر فيها من قبل على عظام قديمة) على بشري عمره تقريباً سبعة ملايين عام، سموه الإنسان الساحلي التشادي Sahelanthropus tchadensis. (ويعتقد بعض النقاد أنه لم يكن إنساناً وإنما قرد أول، ولذا يجب أن يُدعى القرد الساحلي Sahelpithecus). كانت كل هذه كائنات أولى وبدائية جداً، ولكنها كانت تسير منتصبه، وكانت تفعل ذلك أبكر مما اعتُقد.

إن السير على قدمين إستراتيجية متطلبة وخطرة. هذا يعني إعادة صياغة الحوض إلى أداة حمل كاملة. ومن أجل الحفاظ على القوة المطلوبة يجب أن تكون قناة الولادة

في الأنثى ضيقة نسبياً. وكان لهذا عاقبتان فوريتان مهمتان، وواحدة طويلة الأمد. أولاً، هذا يعني كثيراً من الألم لأي أم منجبة وازدياد خطر موت الأم والطفل. فضلاً عن ذلك، إن مرور رأس الطفل عبر مكان ضيق كهذا يجب أن يولد بينما دماغه لا يزال صغيراً، وبينما يكون الطفل لا يزال ضعيفاً. وهذا يعني عناية طويلة الأمد بالطفل، مما يتضمن بدوره علاقة قوية بين الذكر والأنثى.

إن كل هذا إشكالي بما يكفي حين تكون السيد الفكري للكوكب، ولكن حين تكون قدراً صغيراً معرضاً للخطر، بدماغ بحجم برتقالة* فإن الخطر لا بد أن يكون كبيراً.

لماذا هبطت لوسي ونوعها من الأشجار وخرجت من الغابات؟ ربما لم يكن لديها خيار آخر. إن الارتفاع البطيء لإزثموس في بنما قطع تدفق المياه من المحيط الهادي إلى الأطلسي، دافعاً التيارات الدافئة بعيداً عن القطب الشمالي، مؤدياً إلى بداية عصر جليدي حاد جداً في المرتفعات الشمالية. وفي إفريقيا، أنتج هذا جفافاً وبرودة فصليين، محولاً الغابة بالتدرج إلى سهول معشوشبة. وكتب جون جريبين: «لم تغادر لوسي وأشباهها الغابات ولكن الغابات هي التي غادرتهم».

إن الخروج إلى السهول المعشوشبة المفتوحة جعل البشر الأوائل أكثر تعرضاً للخطر. فالإنسان المنتصب يمكن أن يرى بشكل أفضل، ولكن يمكن أن يرى أيضاً بشكل أفضل. وحتى الآن، نحن نوعٌ معرض للخطر الشديد في البرية. ذلك أن أي حيوان ضخم هو أقوى وأسرع منا وله أسنان أكبر. وإذا ما تعرض البشر الحديثون للهجوم فإن لهم ميزتين: يمتلكون دماغاً جيداً، يستطيعون عبه وضع خطط؛ ولديهم اليدان، اللتان يستطيعون بهما أن يقذفوا أو يهددوا الأشياء المؤذية. إننا الكائن الوحيد الذي يستطيع أن يؤدي من مسافة. وهكذا نستطيع أن ندرأ الأذى الجسدي.

* إن الحجم التام للدماغ لا يخبرك كل شيء، أو ربما أحياناً الكثير. إن للفيلة والحياتان أدمغة أكبر من أدمغتنا، ولكنك لن تعاني كثيراً من أن تكون أذكى منها في التفاوض على عقد. إن ما يهم هو الحجم النسبي، وهذه نقطة غالباً ما يتم إغفالها. كما يقول جولد: إن الأي أفريكانوس A.Africanus له دماغ حجمه 450 سنتمترًا مكعباً فقط، وهو أصغر من دماغ الغوريلا. ولكن ذكر أفريكانوس عادي يزن أقل بخمسة وأربعين كيلوغراماً، والأنثى أخف بكثير، بينما يمكن أن يتجاوز الغوريلا بسهولة 150 كيلوغراماً.

إن العناصر جميعها تبدو كأنها كانت مرتبة من أجل التطور السريع لدماع قوي، ولكن على ما يبدو لم يحدث هذا. فلأكثر من 3 ملايين سنة نادراً ما تغيرت لوسي وأشباهاها. لم تنم أدمغتها ولم يكن هناك إشارة على أنها استخدمت حتى أبسط الأدوات. والأغرب من ذلك، هو أننا نعرف الآن أنه لنحو مليون سنة عاشوا إلى جانب بشر أوائل آخرين استخدموا الأدوات، ولكن شبيه القردة لم يستند أبداً من هذه التكنولوجيا المفيدة التي كانت متوافرة حوله.

وفي نقطة ما بين ثلاثة ملايين سنة ومليون سنة يبدو أنه كان من المحتمل أنه وجد ستة أنواع من البشر الأوائل كانوا يتعايشون في إفريقيا. هناك نوع واحد كان من مصيره الاستمرار: الإنسان الذي بزغ من الضباب منذ مليون سنة. ولا أحد يعرف تماماً ما هي العلاقة بين القردة الشبيهة بالبشر الجنوب إفريقية والإنسان، ولكن ما هو معروف هو أنهما تعايشا لأكثر من مليون سنة قبل أن تتلاشى القردة الشبيهة بالبشر على نحو غامض، وربما فجأة منذ مليون سنة. لا أحد يعرف لماذا اختفوا. وقد اقترح مات ريديلي قائلاً: «ربما أكلناهم».

يبدأ خط الإنسان تقليدياً مع الإنسان البارع *Homo habilis*، وهو كائن لا نعرف عنه أي شيء، وينتهي بنا نحن البشر الحديثين *Homo Sapiens* (تعني حرفياً البشر المفكرين). وبينهما - وبحسب الرأي الذي تثمنه - كان هناك ستة من الأنواع البشرية الأخرى: إنسان إرجاستر *Homo ergaster* والإنسان النياندرتالي *Homo neanderthalensis* وإنسان رودولفنسيس *Homo rudolfensis* وإنسان هايدلبرغ *Homo heidelbergensis* والإنسان المنتصب *Homo erectus* والإنسان السلف *Homo antecessor*.

إن الإنسان البارع *Homo habilis* (الرجل البارع) سمي من قبل لويس ليكي وزملائه عام 1964 ودُعي هكذا؛ لأنه كان أول من استخدم الأدوات، بالرغم من أنها كانت بسيطة. كان كائناً بدائياً يشبه الشمبانزي أكثر مما يشبه الإنسان، ولكن دماغه كان أكبر بنسبة 50% من لوسي ولم يكن نسبياً أقل ضخامة مما جعله أينشتاين عصره. ولم يتم التوصل إلى سبب مقنع لماذا بدأت أدمغة البشر الأوائل تكبر فجأة

منذ مليوني عام. فقد افترض لوقت طويل أن الأدمغة الكبيرة والسير بانتصاب كانا وثيقي الصلة، إن الانتقال من الغابة اقتضى إستراتيجيات مكر جديدة غدت الأدمغة أو شجعتها وهكذا كان شيئاً مفاجئاً، بعد الاكتشافات المتكررة لكثير من الأغبياء ثنائيي الأقدام، إدراك أنه كان هناك صلة واضحة بينهم كلهم.

يقول تاترسال: «ليس هناك سبب نعرفه لشرح لماذا كبرت أدمغة البشر». إن الأدمغة الكبيرة أعضاء مطلّبة: إنها لا تشكل إلا 2% من كتلة الجسد، ولكنها تستهلك 20% من طاقته. وهي أيضاً صعبة الإرضاء نسبياً فيما تستخدمه وقوداً. إذا لم تأكل أبداً قطعة دهن أخرى، فإن دماغك لن يشكو؛ لأنه لن يلمس المادة. إنه يريد الغلوكوز بدلاً من ذلك، وكثيراً منه، حتى لو كان يعني هذا خداع الأعضاء الأخرى. وكما يقول جاي براون: «إن الجسد في خطر مستمر بسبب كونه يُستنزف من دماغ جشع، ولكنه لا يستطيع جعل الدماغ جائعاً؛ لأن هذا سيقود بسرعة إلى الموت». إن دماغاً كبيراً يحتاج إلى المزيد من الطعام والمزيد من الطعام يعني الخطر المتزايد.

يعتقد تاترسال أن نشوء دماغ كبير ربما كان حدثاً تطورياً. ويعتقد مع ستيفن جي جولد أنك لو أعدت تشغيل شريط الحياة، حتى لو أرجعته إلى الوراء مسافة قصيرة نسبياً فحسب إلى فجر البشر الأوائل، فإن الفرص «غير مرجحة» بأن البشر الحديثين أو أي شيء مثلهم سيكونون هنا الآن.

«إن أحد أصعب الأفكار قبولاً لدى البشر»، كما يقول: «هي أننا لسنا أوج أي شيء. ليس هناك أي شيء محتوم عن كوننا هنا. وإنه لجزء من خيالاتنا، كوننا بشراً أن نميل إلى التفكير بالنشوء كعملية مبرمجة كي نتجنأ. ومال حتى علماء الإناسة إلى التفكير بهذه الطريقة حتى السبعينيات». والواقع أنه في عام 1991 وفي الكتاب المشهور (مراحل النشوء) أصر سي. (لورنغ برييس) بعناد على المفهوم الخطي، معترفاً بطريق نشوء مسدود واحد، القرد الجنوب إفريقي القوي الشبيه بالإنسان. ومثّل كل شيء آخر تعاقباً مباشراً. كان كل نوع من البشر يحمل عصا التطور حتى نقطة معينة ثم يسلمها إلى متسابق أصغر. والآن - على أي حال - يبدو كأنه من المؤكد أن كثيراً من هذه الأشكال الأولى اتبعت مسارات جانبية لم تؤدِ إلى أي شيء.

ولحسن حظنا، نجح أحد الأشكال في الوصول: مجموعة من مستخدمي الأدوات بدوا وكأنهم خرجوا من اللامكان، وتجاوزوا الإنسان البارع *Homo habilis* الغامض والخاضع للجدل كثيراً. هذا هو الإنسان المنتصب *Homo erectus*، النوع الذي اكتشفه يوجين دوباو في جاوة عام 1891. وبحسب المصادر التي تعود إليها، وجد منذ 1.8 مليون سنة أو منذ نحو عشرين ألف سنة.

يقول مؤلفا كتاب (إنسان جاوة): إن الإنسان المنتصب هو الخط الفاصل: كل ما جاء قبله كان يشبه القردة وكل ما جاء بعده يشبه الإنسان. كان الإنسان المنتصب هو أول من مارس الصيد واستخدم النار وصنع أدوات معقدة وترك دليلاً على مواقع المخيمات، واعتنى بالضعفاء والمرضى. وبالمقارنة مع كل ما حدث من قبل، كان النوع بشرياً بشكل كبير في الشكل وكذلك في السلوك، أعضاؤه طوال ونحيلون وأقوياء جداً (أقوى من البشر الحديثين)، ولديهم الدافع والذكاء للانتشار في مناطق واسعة. ولا بد أن الإنسان المنتصب بدا ضخماً بشكل مرعب وقوياً وسريعاً وموهوباً بالنسبة للأنواع البشرية الأخرى. كانت أدمغة البشر المنتصبين أكثر تعقيداً من كل ما شهده العالم من قبل.

كان الإنسان المنتصب «سريعاً»، كما قال آلن ووكر من جامعة بن ستيت، وهو من أهم العلماء في العالم. إذا نظرت إلى واحد في عينيه يمكن أن يبدو بشرياً بشكل سطحي، «ولكنك لن تتصل. ستكون فريسة» بحسب ووكر، كان له جسم إنسان راشد، ولكن دماغه دماغ طفل.

وبالرغم من أن الإنسان المنتصب كان معروفاً لقرن تقريباً، إلا أنه كان معروفاً من شظايا مبعثرة، غير كافية للاقتراب حتى من صناعة هيكل عظمي كامل له. وهكذا لم تُدرك أهميته بشكل كامل أو أهميته المحتملة كنوع مبشر بالبشر الحديثين، إلى أن تم في إفريقيا اكتشاف فائق للعادة في الثمانينيات. إن الوادي البعيد لبحيرة توركانا (سابقاً بحيرة رودولف) في كينيا هي الآن أحد أكثر المراكز في العالم إنتاجاً للبقايا البشرية الأولى، لكن لم يفكر أحد في البحث هنا لوقت طويل. وحين كان رتشارد ليكي في طائفة حُرقت فوق الوادي اكتشف أنه يمكن أن يكون أكثر وعداً مما اعتُقد

سابقاً. أرسل فريقاً للتحقق من الأمر، ولكنه لم يعثر على أي شيء في البداية. ثم في أواخر بعد ظهر أحد الأيام عثر كامويا كيميو - الشخص الأكثر موهبة لدى ليكي في اكتشاف الأحافير - على قطعة صغيرة من جبين إنسان على تل بعيد عن البحيرة. كان من غير المحتمل أن يقدم موقع كهذا كثيراً ولكنهم حضروا احتراماً لغرائز كيميو، ومما أدهشهم أنهم عثروا على هيكل عظمي شبه كامل لإنسان منتصب. كان لفتى بين التاسعة والثانية عشرة من عمره توفى منذ 1.54 مليون سنة. كان للهيكل العظمي «بنية جسدية حديثة بشكل كامل»، كما قال تاترسال، بطريقة لم تكن مسبوقة. كان فتى توركانا «واحداً منا بشكل مؤكد جداً».

عثر كيميو أيضاً في بحيرة توركانا على كي إن إم إي آر KNM-ER 1808، وهو أنثى تعود إلى 1.7 مليون سنة مما قدم للعلماء الدليل الأول بأن الإنسان المنتصب كان أكثر أهمية وتعقيداً مما اعتقد سابقاً. كانت عظام المرأة مشوهة ومغطاة بمواد نامية خشنة بسبب وضعية مؤلمة تُعرف باسم فرط تناول الفيتامين إي، التي تنشأ فقط من تناول كبِد حيوان لائح. أخبرنا هذا أولاً أن الإنسان المنتصب كان يأكل اللحوم. وكان الأكثر إدهاشاً هو أن كمية النمو أظهرت أنها عاشت أسابيع أو حتى شهوراً مع المرض. لقد اعتنى بها شخص. وكانت هذه الإشارة الأولى على الرقعة في نشوء البشر.

اكتُشف أيضاً أن جماجم البشر المنتصبين احتوت على (أو ربما من وجهة نظر بعضهم من المحتمل أنها احتوت) باحة بروكا*، وهي منطقة في الفص الأمامي من الدماغ تتعلّق بالنطق. لم يكن للشمبانزي مزية كهذه. ويعتقد آلن ووكر أن النطق الشوكي** لم يكن له الحجم والتعقيد الذي يمكن من النطق، بحيث إنّ المنتصبين تواصلوا كالقردة الحديثة. وهناك آخرون مثل رتشارد ليكي مقتنعون بأنه كان بوسع البشر المنتصبين النطق.

وبدا لبعض الوقت أن الإنسان المنتصب كان النوع البشري الوحيد. كان مغامراً بشكل غير مسبوق وانتشر عبر الكوكب بسرعة مذهلة. ولو أخذنا سجل الأحافير حرفياً

* منطقة من مناطق الدماغ، تقع عادة في الجانب الأيسر من الفص الجبهي وأحياناً في الجانب الأيمن منه، ذات صلة بالحركات الضرورية لإحداث النطق. المترجم.

** قناة تتشكّل من مجموعات فتحات متلاحقة في الفقرات يمرّ عبرها الحبل الشوكي. المترجم.

لرأينا أنه يوحي أن بعض أعضاء النوع وصلوا إلى جاوة في الوقت الذي غادروا فيه إفريقيا أو قبله بقليل. قاد هذا بعض العلماء الآلمين إلى اقتراح أن البشر الحديثين ربما لم ينشؤوا في إفريقيا مطلقاً وإنما في آسية، مما سيكون لافتاً إذا لم نقل إعجازياً، بما أنه لم يوجد أي أنواع أخرى مبشرة عُثر عليها في أي مكان خارج إفريقيا. إن البشر الآسيويين ظهروا على ما يبدو تلقائياً. على أي حال، إن بداية آسيوية ستعكس مشكلة الانتشار؛ وستظل مطالباً بشرح كيف وصل بشر جاوة إلى إفريقيا بسرعة.

هناك شروح بديلة أكثر دقة عن: كيف نجح الإنسان المنتصب في الظهور في آسية في الحال بعد ظهوره في إفريقيا. أولاً، إن كثيراً من الجمع والطرح يتعلق بتقدير عمر بقايا البشر الأوائل. إذا كان العصر الفعلي للعظام الإفريقية هو في النهاية العليا لمدى التقديرات أو كانت الجاوية في الطرف الأدنى، أو كليهما، فحينئذ هناك كثير من الوقت للإنسان الإفريقي المنتصب كي يعثر على طريقه إلى آسية. ومن المحتمل أيضاً أن عظام الإنسان المنتصب الأقدم بانتظار الاكتشاف. بالإضافة إلى ذلك، إن تواريخ جاوة يمكن أن تكون غير صحيحة.

ما هو مؤكد هو أنه منذ أكثر من مليون سنة، غادرت بعض الكائنات الجديدة، والحديثة نسبياً، والمنتصبة، إفريقيا وانتشرت عبر الكوكب بكل جرأة. ربما فعلت ذلك بسرعة، قاطعة أربعين كيلومتراً في العام، وطوال الوقت كانوا يجتازون سلاسل الجبال والأنهار والصحارى وعوائق أخرى، ويتكيفون مع الاختلافات في المناخ ومصادر الغذاء. إن اللغز المحير هو كيف عبروا الجانب الغربي من البحر الأحمر؛ المنطقة القاحلة الآن، وكانت أكثر جفافاً في الماضي. وإنها لمفارقة غريبة أن الأوضاع التي حثتهم على مغادرة إفريقيا كانت ستصعب من المغادرة كثيراً. ولكنهم نجحوا نوعاً ما في العثور على طريقة للخروج وتفاذي الحواجز والازدهار في أراضٍ بعيدة.

وهنا - كما أخشى - يبدأ الخلاف. ما حدث فيما بعد في تاريخ التطور البشري هو مسألة جدل طويل وموسوم بالحق، كما سنرى في الفصل القادم.

ولكن من الجدير أن نتذكر قبل أن نتابع أن هذه الانتقالات جميعها في غضون أكثر من خمسة ملايين سنة من قرده جنوب إفريقيا بعيدة ومذهولة إلى بشر حديثين

جداً، أنتجت كائناً لا يزال لا يمكن تمييزه على المستوى الوراثي بنسبة 98.4% عن الشمبانزي الحديث. هناك فرق أكبر بين حمار وحشي وحصان، أو بين دلفين وخنزير بحر، أكثر مما يوجد فرق بينك وبين الكائنات المشعرة التي تركها أسلافك البعيدون خلفهم، حين انطلقوا لاحتلال العالم.



الفصل التاسع والعشرون

القرد الذي لا يهدأ

منذ نحو مليون ونصف سنة، فعل جنس منسيٍّ من البشر الأوائل شيئاً غير متوقَّع. تناول هو (أو ربما هي) حجراً واستخدمه بعناية كبيرة؛ كي يصوغ حجراً آخر. كانت النتيجة فأساً يدوية بسيطة على شكل دمعة، ولكنها كانت القطعة الأولى من التكنولوجيا المتقدمة في العالم.

كانت متفوقة على الأدوات الموجودة، بحيث إنَّ الآخرين بدؤوا يحذون حذو الصانع ويصنعون فؤوسهم اليدوية الخاصة. في النهاية، وجدت مجتمعات برمتها بدت أنها لا تفعل شيئاً آخر. يقول إيان تاترسال: «إنهم يصنعون الفؤوس بالآلاف. هناك بعض الأمكنة في إفريقيا حيث لا تستطيع أن تتحرك دون أن تدوس عليها. وهذا غريب؛ لأنها كانت تُصنع بكثافة. بدا وكأن صناعتها ممتعة جداً لهم».

ومن رف في الغرفة المغمورة بأشعة الشمس أنزل تاترسال علبة كبيرة، طولها متر وعرضها 20 سنتمترًا في نقطتها الأعرض، وسلّمها لي. كانت تشبه رأس الرمح، ولكنها بحجم حجر المعبر. كعلبة زجاج مغزول، كانت تزن عدة أونصات فقط، ولكن الأصلية، التي عثر عليها في تزانية تزن 11 كيلوغراماً. قال تاترسال: «كانت أداة بلا فائدة بشكل كامل. تحتاج إلى شخصين لرفعها بشكل ملائم وسيكون من المرهق جداً قذف أي شخص بها».

«لماذا كانت تُستخدم إذًا؟»

هز تاترسال كتفيه بلطف، مسروراً من لغزها. «لا نعرف. ربما كان لها أهمية رمزية، ولكن هذا تخمين فحسب».

صارت الفؤوس تُعرف باسم الأدوات الأشوليّة*، على اسم أشول وهي ضاحية في آميننز في شمال فرنسا حيث عُثر على الأمثلة الأولى في القرن التاسع عشر، وهي

* ذو علاقة بالعصر الباليوليثي الأدنى الذي تميّز باستعمال أدوات قاطعة ثنائية الوجه. المترجم.

تختلف عن الأدوات الأبسط والأقدم التي تُعرف باسم أولدوان، التي عُثر عليها أولاً في أولدوفاي جورج في تنزانية. وفي النصوص المدرسية الأقدم، كانت تصور أدوات أولدوان أحجاراً مستديرة كليلية بحجم اليد. والواقع أن علماء الأنثروبولوجيا الإحاثية يميلون الآن إلى الاعتقاد بأن أجزاء الأدوات من صخور أولدوان كانت القطع التي انفصلت عن الأحجار الكبيرة، التي يمكن أن تستخدم للقطع.

والآن هنا اللغز. حين بدأ البشر الحديثون الأوائل الذين صاروا في النهاية نحن بالانتقال من إفريقية منذ أكثر من مئة ألف سنة، كانت الأدوات الأشولية التكنولوجية المختارة. لقد أحب أولئك البشر المفكرون الأوائل أدواتهم الأشولية أيضاً. حملوها عبر مساحات شاسعة. ونقلوا أحياناً صخوراً غير مشغولة؛ كي يحولوها إلى أدوات فيما بعد. كانوا باختصار مخلصين للتكنولوجيا. ولكن بالرغم من أن الأدوات الأشولية عُثر عليها في إفريقية وأوروبا وغرب ووسط آسية فإنه لم يُعثر عليها أبداً في الشرق الأقصى. وهذا محيرٌ بشكل عميق.

وفي الأربعينيات، رسم عالم إحاثية من هارفارد يدعى هالم موفوس شيئاً ما يدعى خط موفوس يفصل الجانب، الذي عُثر فيه على الأدوات الأشولية عن الجانب الذي لم يُعثر عليها فيه. يجري الخط في اتجاه جنوبي شرقي عبر أوروبا والشرق الأوسط إلى جوار كلكتا وبنغلادش الحاليتين. ووراء خط موفوس، وعبر جنوب شرق آسية كله إلى الصين، لم يُعثر إلا على أدوات أولودوان الأقدم والأبسط. نعرف أن البشر الحديثين وصلوا إلى ما وراء هذه النقطة، وهكذا لماذا سيحملون تكنولوجيا حجرية متقدمة وثمانية إلى حافة الشرق الأقصى، ثم يهجرونها؟

تذكّر آلن ثورن من الجامعة القومية الأسترالية في كانبيرة: «لقد أزعجني هذا الوقت طويل. لقد استندت الأنثروبولوجيا الحديثة كلها إلى فكرة أن البشر جاؤوا من إفريقية في موجتين: موجة أولى من البشر المنتصبين، التي صارت إنسان جاوة وإنسان بكين، وفيما بعد، موجة أكثر تقدماً من البشر الحديثين، حلت مكان الأوائل. ولكن لقبول ذلك يجب أن تصدق أن البشر الحديثين وصلوا إلى هذا الحد البعيد بتكنولوجيتهم الأحدث ثم تخلوا عنها. كان هذا محيراً جداً، هذا إذا قلنا أدنى شيء».

وكما تبين، سيكون هناك كمية كبيرة تسبب الحيرة وأحد أكثر الاكتشافات إرباكاً، من بين الجميع جاء من المكان الذي يحيا فيه ثورن، في الريف النائي الأسترالي. ففي عام 1968 كان هناك عالم جيولوجياً يُدعى جيم باولر يبحث في قاع بحيرة جفت منذ وقت طويل، تدعى منغو في زاوية جافة ومعزولة من نيو ساوث ويلز الغربية حين جذب عينيه شيء مفاجئ جداً. كانت تتأ من حافة رملية على شكل هلال من النوع الذي يُدعى التل الهلالي عظام بشرية. كان يُعتقد في ذلك الوقت أن البشر كانوا في أستراليا منذ ثمانية آلاف عام فحسب، ولكن منغو كانت جافة لاثني عشر ألف عام. وهكذا ما الذي كان يفعله أي شخص في مكان كهذا غير قابل للسكن؟

إن الجواب، الذي قدّمه التأريخ بالكربون، هو أن صاحب العظام عاش هناك حين كانت بحيرة منغو مكاناً قابلاً للسكن، يبلغ طولها 20 كيلومتراً، وملاى بالمياه والأسماك، وتحف بها غيضات من أشجار الكاسوارينا Casuarina. وما سبب دهشة الجميع تبين أن العظام تعود إلى 23 ألف سنة. برهنت عظام أخرى عُثر عليها في الجوار على أن عمرها ستون ألف عام. كان هذا غير متوقع إلى درجة بدا فيها مستحيلًا عملياً. فمنذ أن نشأت الأنواع البشرية الأولى على الأرض كانت أستراليا جزيرة. إن البشر الذين وصلوا إلى هناك يجب أن يعبروا البحر، في أعداد كبيرة بما يكفي للبداية بإنجاب السكان، بعد عبور 100 كيلومتر أو أكثر من المياه المفتوحة دون أن يمتلكوا أي طريقة كي يعرفوا أن يابسة ملائمة تتظروهم. وبعد أن نزلوا على الشاطئ، عثر شعب المنغو على طريقه عابراً ثلاثة آلاف كيلومتر نحو داخل البلاد منطلقاً من ساحل أستراليا الشمالي نقطة الدخول المفترضة مما يوحي - بحسب تقرير في محاضر الأكاديمية القومية للعلوم - أنه «يمكن أن الناس وصلوا في البداية قبل ستين ألف سنة».

كيف وصلوا إلى هناك، ولماذا جاؤوا؟ سؤالان لا يمكن الإجابة عنهما. وبحسب معظم النصوص الأنثروبولوجية، ليس هناك دليل على أن الناس استطاعوا أن ينطقوا منذ ستين ألف سنة، أو أن ينخرطوا في جهود تعاونية ضرورية لبناء مراكز جديدة بالمحيط ويستعمروا القارات الجزر.

قال آلن ثورن لي حين قابلته في كانبيرة: «هناك كثير جداً الذي نجهله عن انتقال البشر قبل التاريخ المدون»، «هل تعرف أنه حين وصل علماء الأنثروبولوجيا في القرن

التاسع عشر إلى بابوا نيو غينيا، عثروا على بشر في أراضي الداخل المرتفعة - في بعض مناطق الأرض الأكثر صعوبة للوصول - يزرعون البطاطا الحلوة. إن البطاطا الحلوة ولدت في أمريكا الجنوبية. ولكن كيف وصلت إلى بابوا نيو غينيا؟ لا نعرف. لا نملك أدنى فكرة. ولكن ما هو مؤكد هو أن الناس كانوا ينتقلون بشكل لا يرقى إليه الشك مدة أطول مما ظنّ تقليدياً، وكانوا بالتأكيد يتقاسمون الجينات والمعلومات.»

إن المشكلة هي دوماً سجلّ الأحافير. يقول ثورن، وهو رجل ذو عين حادة ولحية صغيرة مشدّبة وأسلوب مرّكز وودّي: «إن أجزاء قليلة جداً من العالم يمكن أن تحفظ لوقت طويل البقايا البشرية»، «لولا بعض الأمكنة المنتجة مثل هادار وأولدوفاي في شرق إفريقية فإننا لن نعرف سوى القليل. وحين تبحث في مكان آخر فإننا لا نعرف في الغالب سوى القليل بشكل مخيف. إن الهند كلها لم تقدم إلا أحفوراً بشرياً واحداً قديماً، منذ نحو ثلاث مئة ألف عام. وبين العراق وفيتنام وهي مسافة خمسة آلاف كيلومتر كان هناك فقط اثنان: ذاك الذي في الهند وواحد نياندرتالي من أوزبكستان». ابتهم. «ليس هذا كثيراً كي تعمل عليه. أنت متروك في موقع ليس لديك فيه سوى بعض الأمكنة المنتجة للأحافير البشرية، وادي ريفت العظيم في إفريقية ومنغو هنا، في أستراليا، والقليل جداً بينهما. ليس من المفاجئ أن علماء الإحاثة يعانون من مشكلات في الوصل بين النقاط.»

إن النظرية التقليدية لشرح الانتقالات البشرية والنظرية التي لا تزال مقبولة من غالبية الناس في هذا الحقل هي أن البشر انتشروا عبر أوراسيا في موجتين. اشتملت الأولى على الإنسان المنتصب الذي غادر إفريقية بسرعة بشكل لافت تقريباً حالما ظهر كنوع، وبدأ تقريباً منذ مليوني سنة. ومع مرور الوقت، وحين استقروا في مناطق مختلفة، تطور منتصبو القامة الأوائل هؤلاء إلى أنواع متميزة: إلى إنسان جاوة وإنسان بكين في آسيا، وإلى إنسان هايدلبيرغ والإنسان النياندرتالي في أوروبا.

ثم نشأ شيء ما منذ مئة ألف سنة، كائن أكثر ذكاءً وصغير، وهو سلف كل منا الآن في السهول الإفريقية وبدأ موجة ثانية. أينما ذهبوا - بحسب هذه النظرية - فإن البشر الحديثين طردوا أسلافهم الأكثر بلادة والأقل قدرة على التكيف. أما كيف فعلوا هذا

فقد كان دوماً موضوعاً للجدل. لم يُعثر على آثار ذبح، وهكذا فإن معظم العلماء يعتقدون أن النوع البشري الجديد كان أكثر كفاءة من النوع القديم، بالرغم من أنه يمكن أن تكون عوامل أخرى قد أسهمت في ذلك. اقترح تاترسال: «ربما نقلنا إليهم الجدري. ليس هناك طريقة لمعرفة الحقيقة. الحقيقة الوحيدة هي أننا الآن هنا أما هم فلا».

إن البشر الحديثين الأوائل غامضون بشكل مفاجئ. نعرف عن أنفسنا أقل مما نعرف عن أي سلالة أخرى من البشر. وهذا غريب بالفعل، كما يقول تاترسال: «إن معظم الحدث الرئيس الأخير في النشوء الإنساني ظهور نوعنا ربما هو الأكثر غموضاً من كل شيء». ولا أحد يمكن أن يتفق تماماً أين ظهر البشر الحديثون أول مرة في سجل الأحافير. وتقول كثير من الكتب: إن الظهور الأول حدث منذ نحو مئة وعشرين ألف سنة في شكل بقايا، اكتشفت عند مصب نهر كلاسيك في جنوب إفريقيا، ولكن لا يقبل الجميع أن هؤلاء بشر حديثون بشكل كامل. ويؤكد تاترسال وشوارتز أنه «إن كان أي منهم أو كلهم يمثلون أنواعنا فإن هذا لا يزال ينتظر التوضيح».

إن الظهور الأول غير المتنازع عليه للبشر الحديثين هو في شرق المتوسط، المتعلق بإسرائيل الحديثة، حيث بدؤوا يظهرن منذ مئة ألف عام، ولكن حتى هناك تم وصفهم (من قبل ترنكاوس وشييمان) بأنهم «غريبون، من الصعب تصنيفهم وغير معروفين بشكل جيد». كان النياندرتاليون موجودين سابقاً في المنطقة، وكان لديهم نوع من الدلاء عرف باسم الأداة المستيرية، التي وجدها البشر الحديثون جديدة بأن تُستعار. لم يعثر على بقايا نياندرتالية أخرى، وتعايش البشر الحديثون بطريقة ما لعشرات الآلاف من السنين في الشرق الأوسط. يقول تاترسال: «لا نعرف إن عاشوا في المدة نفسها وفي المكان نفسه أو عاشوا جنباً إلى جنب». ولكن الحديثين واصلوا استخدام الأدوات النياندرتالية بسعادة، وهذا لا يشكل دليلاً مقنعاً على تفوق ساحق. وما لا يقل غرابة، هو أن الأدوات الأشولية عثر عليها في الشرق الأوسط منذ مليون عام، ونادراً ما وجدت في أوروبا إلا منذ ثلاث مئة ألف عام. مرة ثانية، والذي لا يزال لغزاً لماذا لم يأخذ الناس الذين لديهم التكنولوجيا هذه التكنولوجيا معهم؟

ظنّ لوقت طويل أن بشر كرومانيون Cro-Magnons، كما سُمي البشر الحديثون في أوروبا، طردوا النياندرتاليين الذين قبلهم فيما كانوا يتقدمون عبر القارة، وأجبروهم

في النهاية إلى الذهاب إلى الأطراف الغربية للقارة، حيث لم يكن لديهم خيار سوى السقوط في البحر أو الانقراض. والواقع أنه من المعروف الآن أن الكرومانيين كانوا في الغرب الأقصى الأوروبي في الوقت نفسه، الذي كانوا يأتون فيه من الشرق. يقول تاترسال: «كانت أوروبية مكاناً فارغاً في ذلك الوقت. يمكن ألا يكونوا قد قابلوا بعضهم بعضاً طوال ذلك الوقت بالرغم من مجيئهم وذهابهم». إن إحدى غرائب مجيء إنسان كرومانيون هو أنه جاء في وقت سمّاه علم المناخ القديم فاصل بوتاتيه Boutellier، حين كانت أوروبية تنتقل من مدة من الاعتدال النسبي إلى مدة أخرى طويلة من البرد القارس. ومهما كان ما شدهم إلى أوروبية، فإنه لم يكن الطقس العظيم.

على أي حال، إن فكرة أنه تم القضاء على النياندرتاليين على يد منافسيهم الكرومانيين الواصلين حديثاً غير مدعومة بأدلة كافية. كان النياندرتاليون أشداء. فقد عاشوا طوال عشرات آلاف السنين في ظروف لا يستطيع سوى قلة من العلماء القطبيين والمستكشفين أن يَمروا فيها. ففي أثناء أسوأ العصور الجليدية كانت العواصف الثلجية التي تهب بقوة الأعاصير مألوفة. وكانت درجات الحرارة تنخفض إلى 45 تحت الصفر. وكانت الدببة القطبية ترتحل في الأودية الثلجية لجنوب إنكلترا. وكان النياندرتاليون ينسحبون من الأسوأ، ولكنهم جربوا طقساً كان سيئاً كالشتاء السيبيري الحالي. من المؤكد أنهم عانوا فقد كان النياندرتالي الذي يعيش إلى فوق الثلاثين محظوظاً، ولكنهم كانوا نوعاً مقاوماً بشكل رائع وغير قابل للتدمير عملياً. عاشوا على الأقل مئة ألف عام، وربما ضعف ذلك، في منطقة تمتد من جبل طارق إلى أوزبكستان، وهذا مجرى ناجح لأي نوع في الوجود.

أما من هم؟ وكيف كانوا؟ فهي مسألة عليها خلاف وغير مؤكدة. فحتى منتصف القرن العشرين كانت وجهة النظر الأنثروبولوجية المقبولة عن النياندرتالي هي أنه مبهم ومحدودب ومتناقل القدمين ويشبه القرد؛ أي رجل الكهف المثالي. حصلت حادثة مؤلمة دفعت العلماء إلى إعادة التفكير بوجهة النظر هذه. ففي عام 1947، وفيما كان يقوم بعمل ميداني في الصحراء، لجأ عالم إحاثة فرنسي جزائري الأصل يدعى كميل أرامبورغ هاربياً من حرارة منتصف النهار إلى ظل جناح طائرته الخفيفة. حين

جلس هناك، انفجر إطار بسبب الحرارة فاهتزت الطائرة فجأة موجهة إليه ضربة في الجزء الأعلى من جسمه. فيما بعد في باريس ذهب كي يصور عنقه بأشعة إكس ولاحظ أن فقراته كانت مصطفة مثل فقرات الإنسان النياندرتالي المنحني والضخم. إما كان بدائياً على المستوى الفسيولوجي أو أن وضعية النياندرتالي لم تُوصف بشكل دقيق. وفي الحقيقة كان الأمر هو الثاني. لم تكن فقرات النياندرتالي تشبه القرد مطلقاً. غير هذا بشكل كامل فهمنا للنياندرتالي، ولكن لبعض الوقت كما تبين.

لا يزال هناك اعتقاد شائع بأن النياندرتاليين يفتقرون إلى الذكاء أو كي يتنافسوا بشكل مساوٍ مع الوافدين الجدد إلى القارة، التحيلين والأكثر ذكاء، أي البشر الحديثين. وإليك تعليقاً من كتاب صدر حديثاً: «لقد حيد البشر الحديثون هذه الميزة [البنية الجسدية الأكثر قوة للنياندرتاليين] بثياب أفضل، وثيران أفضل ومأوى أفضل؛ بينما كان النياندرتاليون عالقين بجسم ضخم يقتضي المزيد من الغذاء كي يستمر». بتعبير آخر، إن العوامل نفسها التي سمحت لهم بأن يحيوا بنجاح لمئة ألف عام صارت فجأة عقبة لا يمكن تجاوزها.

فضلاً عن ذلك، إن المسألة التي لم تُعالج أبداً هي أن النياندرتاليين كان لهم أدمغة أكبر من أدمغة البشر الحديثين: 1.8 ديسمتر للنياندرتاليين إزاء 1.4 ديسمتر للحديثين، وفق حساب واحد. وهذا أكثر من فرق بين الإنسان الحديث والإنسان منتصب القامة، النوع الذي يسعدنا أن نعدّه بصعوبة إنساناً. والحجة التي طُرحت هي أنه بالرغم من أن أدمغتنا كانت أصغر، فقد كانت أكثر فاعلية. أعتقد أنني أقول الحقيقة حين أقول: إنه لم تقد حجة كهذه إلى أنه ليس في أي مكان آخر في التطور الإنساني.

يمكنكم أن تسألوا إنه بما أن النياندرتاليين كانوا ضخام الجثة وقابلين للتكيف وبأدمغة جيدة، فلماذا ليسوا معنا؟ إن أحد الإجابات الممكنة ولكن المثيرة للجدل هي ربما هم معنا. إن آلن ثورن هو أحد مؤيدي نظرية بديلة تُعرف باسم فرضية تعدد الأقاليم، التي تقول: إن التطور الإنساني كان متواصلاً فكما تطور القرد الجنوب إفريقي إلى الإنسان البارع Homo habilis وصار إنسان هايدلبرغ مع مرور الزمن نياندرتالياً، وهكذا تطوّر الإنسان الحديث من الأشكال البشرية الأقدم. من هذا

المنظور، إن الإنسان المنتصب القامة ليس نوعاً منفصلاً وإنما طور انتقالي. وهكذا فإن الصينيين الحديثين ينحدرون من الإنسان المنتصب القامة القديم، وينحدر الأوروبيون الحديثون من منتصب القامة الأوروبيين، وهكذا دواليك. ويقول ثورن: «ليس هناك منتصبو قامة إلا بالنسبة لي. وأعتقد أنه مصطلح استمر أكثر مما ينبغي. بالنسبة لي منتصب القامة جزء أولي منا. أعتقد أن نوعاً واحداً من البشر فحسب غادر إفريقية، وذلك النوع هو البشر الحديثون».

إن معارضي نظرية تعدد الأقاليم يرفضونها أولاً على أساس أنها تتطلب كمية من التطور المماثل من قبل الأنواع البشرية عبر العالم القديم، في إفريقية والصين وأوروبا، وأكثر الجزر الأندونيسية بعداً، وأينما ظهرُوا. ويعتقد بعضهم أيضاً أن تعدد الأقاليم يُشجّع على النظرة العرقية. استغرق علماء الأنثروبولوجيا وقتاً طويلاً للتخلّص من هذه النظرية. ففي أوائل الستينيات اقترح عالم أنثروبولوجيا مشهور يدعى كارلتون كون من جامعة بنسلفانية، أن بعض السلالات الحديثة لها مصادر أصل مختلفة، مما يعني أن بعضنا جاء من أصل متفوق على الآخرين. عكست هذه النظرية بشكل غير مريح معتقدات قديمة بأن بعض السلالات الحديثة مثل «رجال الأدغال» (بشكل صحيح كالاهايري سان) والمواطنين الأصليين الأستراليين كانوا أكثر بدائية من الآخرين.

مهما كان ما شعر به كارلتون كون شخصياً فإن المعنى الضمني لكثير من البشر هو أن بعض السلالات كانت أكثر تقدماً، وأن بعض البشر يمكن أن يشكّلوا جوهرياً أنواعاً مختلفاً. إن وجهة النظر هذه، التي هي عدائية بشكل غريزي الآن، انتشرت بشكل واسع في كثير من المناطق المحترمة حتى أوقات متأخرة. أمامي كتاب نشرته دار منشورات الزمن الحياة في 1961 بعنوان «ملحمة الإنسان»، وهو يستند إلى سلسلة من المقالات من مجلة لايف. ويمكنك أن تعثر فيه على تعليقات مثل «إن الإنسان الروديسي... عاش منذ خمسة وعشرين ألف سنة وربما كان سلف الزوج الأفارقة. كان حجم دماغه قريباً إلى حجم دماغ الإنسان الحديث». بتعبير آخر، انحدر الأفارقة السود من مدة قصيرة من كائنات كانت فقط «قريبة» من البشر الحديثين.

رفض ثورن رفضاً قاطعاً - كما أعتقد - فكرة أن نظريته عرقية، وتفسّر تماثل التطور البشري عبر اقتراح أن هناك كثيراً من الاختلاط بين الثقافات والأقاليم. يقول: «ليس هناك سبب لافتراض أن البشر ذهبوا باتجاه واحد فحسب. كان الناس يتحركون في الأمكنة جميعها، وحيث كانوا يلتقون كانوا بالتأكيد يتقاسمون تقريباً المادة الجينية عبر التهاجن. لم يحل الوافدون الجدد مكان السكان الأصليين، وإنما انضموا إليهم. أصبحوا هم». وشبه الموقف بالموقف الذي صادف فيه مستكشفون مثل كوك أو ماجلان شعوباً بعيدة أول مرة. «لم تكن تجمعات أنواع مختلفة، وإنما النوع نفسه مع بعض الفروق الجسدية».

يصرّ ثورن على أن ما ترونه في سجل الأحافير هو تحوّل طفيف متواصل. «هناك جمجمة مشهورة من بترالونا في اليونان، تعود إلى نحو ثلاث مئة ألف عام، كانت موضوعاً للسجال بين التقليديين؛ لأنها تبدو بطريقة ما كالإنسان منتصب القامة وبطرق أخرى كالإنسان الحديث. حسناً، ما نقوله هو أن هذا ما ستوقعون أن تكتشفوه في أنواع كانت تتطور بدلاً من أن تنزح».

إن الشيء الذي سيساعد على حل المسائل سيكون دليل التهاجن، ولكن ليس من السهل البرهنة على هذا، أو دحضه، من المستحاثات. واكتشف علماء الأنثروبولوجيا في البرتغال عام 1999 هيكلاً عظمية لطفل عمره أربع سنوات مات منذ 24,500 سنة. كانت الجمجمة حديثة كلياً، ولكن ببعض السمات القديمة المهجورة التي ربما هي نياندرتالية: عظام ساقين قوية، وأسنان مسطحة وعريضة حديثة، (بالرغم من أن الجميع لا يتفقون على ذلك) وثلمة في ظهر الجمجمة تدعى التجويف، وهي صفة حصرية للنياندرتاليين. أعلن إيريك ترنكاوس من جامعة واشنطن في سينت لويس، المرجع الرئيس عن النياندرتاليين، أن الطفل مهجّن: وهذا دليل على التزاوج بين النياندرتاليين والبشر الحديثين. وواجه آخرون مشكلة أن ملامح البشر النياندرتاليين والحديثين لم تكن أكثر انسجاماً. وكما عبر أحد النقاد: «إذا نظرت إلى بغل، فليس لديك الطرف الأمامي الذي يبدو كحمار والطرف الخلفي الذي يبدو كحصان».

أعلن أيان تاترسال أن هذا ليس أكثر من طفل حديث قصير ومكتنز. قيل: إنه يمكن أن يكون هناك بعض المداعبة الجنسية بين النياندرتاليين والبشر الحديثين، ولكنه لا

يعتقد أن هذا يمكن أن ينتج سلالة ناجحة تناسلياً*. كما يقول: «لا أعرف عن أي متعضيين في أي حقل في البيولوجيا هما مختلفان هكذا، ولا يزالان في النوع نفسه».

ولأن سجل الأحافير غير مساعد هكذا، التفت العلماء بشكل متزايد إلى الدراسات الجينية، خاصةً الجزء المعروف باسم عضيات الـ (DNA). اكتشفت عضيات الـ (DNA) في 1964، ولكن في الثمانينيات أدركت بعض الأرواح العبقريّة من جامعة كاليفورنيا في بيركلي أن لها سميتين قدمتا لها ملاءمة معينة كنوع من الساعة الجزيئية؛ ويتم تمريرها عبر الخط الأنثوي، وهكذا فإنها لا تختلط مع الـ (DNA) الأبوي مع كل جيل جديد، وتتحوّل أسرع بعشرين مرة من الـ (DNA) النووي العادي، جاعلة من السهل رصد واتباع النماذج الجينية مع مرور الزمن. فعبر رصد نسب التحول استطاعوا استنتاج التواريخ الجينية وعلاقات مجموعات كاملة من البشر.

وفي عام 1987 قام فريق من بيركلي قاده المرحوم آلن ولسون بتحليل عضيات (DNA) من 147 فرداً، وأعلن أن نشوء البشر الحديثين تشريحياً حصل في إفريقية في المئة وأربعين ألف عام الأخيرة، وأن «كل بشر اليوم الحاليين انحدروا من أولئك السكان». كانت هذه ضربة قوية للقائلين بتعدد الأقاليم. ولكن عندئذ بدأ الناس ينظرون بدقة إلى تلك المعطيات. إن إحدى النقاط الفارقة للعادة التي هي فارقة للعادة حقاً كي تشرف، هي أن الأفارقة الذين استخدموا في الدراسة كانوا أمريكيين من أصل إفريقي، والذين على ما يبدو خضعت جيناتهم لتدخل معتبر عبر بضع مئات من السنين الماضية. وبزغت الشكوك في الحال في نسب التحولات المفترضة.

وفي عام 1992، رُفِضَت الدراسة. ولكن استمر صقل تقنية التحليل الجيني؛ ففي 1997 نجح العلماء في جامعة ميونخ في انتزاع وتحليل بعض الـ (DNA) من عظم ذراع الإنسان النياندرتالي الأصلي، وهذه المرة صمد الدليل. اكتشفت دراسة ميونخ

* إن أحد الاحتمالات هو أن النياندرتاليين وبشر كرومانيون كان لهم أعداد مختلفة من الكروموسومات، وهذا تعقيد ينتج عادة حين تتحد الأنواع القريبة ولكن غير المتماثلة. ففي عالم الخيول مثلاً، تمتلك الخيول 64 كروموسوماً والحمير 62. زواج بين الاثنين وتحصل على سلالة بعدد من الكروموسومات غير المفيدة تناسلياً، 63. تحصل، باختصار على بغل عقيم.

أن الـ (DNA) النياندرتالي لا يشبه أي (DNA) عثر عليه على الأرض الآن، مما يشير بقوة إلى أنه لم يكن هناك رابط جيني بين النياندرتاليين والإنسان الحديث. كانت هذه في الحقيقة ضربة للقائلين بتعدد الأقاليم.

في أواخر عام 2000، قالت مجلة نيتشر ومنشورات أخرى: إن دراسة سويدية لعضيات (DNA) ثلاثة وخمسين شخصاً أوحى أن كل البشر الحديثين بزغوا من إفريقية في أثناء المئة ألف سنة الماضية، وجاؤوا من أرومة لا تتجاوز عشرة آلاف شخص. بعد ذلك حالاً، أعلن مدير معهد وايتهد - مركز معهد ماساتشوستس لتكنولوجيا أبحاث الجينوم إريك لاندر - أن الأوربيين الحديثين وربما البشر البعيدين انحدروا من «ما لا يتجاوز بضع مئات من الأفارقة الذين غادروا وطنهم منذ 25 ألف سنة».

وكما سبق أن نبهنا، إن الكائنات البشرية تظهر تنوعاً جينياً قليلاً «هناك تنوع في مجموعة واحدة من 55 شمبانزياً أكثر مما يوجد في البشر جميعاً»، كما قال أحد العلماء وهذا يشرح السبب. ولأننا انحدرنا حديثاً من سكان قليلين مؤسسين، لم يكن هناك وقت كافٍ أو بشر كافون لتقديم مصدر من التنوع الكبير. وبدت هذه ضربة حادة جداً لتعدد الأقاليم. وقال أكاديمي من (بين ستيت) للواشنطن بوست: «بعد هذا، لن يكون الناس مهتمين جداً بنظرية تعدد الأقاليم، التي لا تملك أدلة كافية».

ولكن هذا أغفل القدرة اللانهائية تقريباً على المفاجأة التي أبداها شعب مونغو القديم من نيو ساوث ويلز الغربية. وفي أوائل 2001، أفاد ثورن وزملاؤه في الجامعة الأسترالية القومية أنهم أخرجوا الـ (DNA) من أقدم عينات المونغو، التي تعود الآن إلى 62 ألف سنة وأن هذا الـ (DNA) برهن أنه «متميز وراثياً».

إن إنسان المونغو، بحسب هذه الاكتشافات، كان حديثاً تشريحياً مثلك ومثلي ولكنه يحمل نسباً جينياً مميزاً. إن عضيات الـ (DNA) لديه لم يعد يُعثر عليها في البشر وكأنه انحدر مثل البشر الحديثين من أفراد غادروا إفريقية حديثاً.

قال ثورن بمتعة واضحة: «لقد قلب هذا كل شيء رأساً على عقب مرة أخرى».

ثم بدأت شذوذات أخرى أكثر لفتاً للنظر بالظهور. فقد اكتشفت روزاليند هاردنغ - وهي عالمة وراثة مختصة بالسكان في معهد الأنثروبولوجيا البيولوجية في أكسفورد،

فيما كانت تدرس جينات البتغلوبين betglobin في البشر الحديثين - فرقين شائعين بين الآسيويين والسكان المحليين لأستراليا، ولكن لا يكادان يوجدان في إفريقيا. إن الجينتين المتغايرتين، كما هي متأكدة، نشأتا منذ أكثر من مئتي ألف سنة ليس في إفريقيا ولكن في شرق آسيا، قبل وقت طويل من وصول البشر الحديثين إلى هذه المنطقة. إن الطريقة الوحيدة لتفسيرهما هي القول: إن أسلاف الشعب الذي يعيش الآن في آسيا اشتمل على بشر بدائيين: رجل جاوة وما شابه. ومن اللافت أن هذا الجين المختلف نفسه جين رجل جاوة يظهر في السكان الحديثين في أكسفوردشير.

ذهبت مشوشاً، إلى مقابلة هاردنغ في المعهد، الذي يقع في فيلا قديمة من الآجر في بانبري رود في أكسفورد. هاردنغ أسترالية صغيرة ومرحة، أصلها من بريسبين، وتتمتع بموهبة نادرة بأنها مرحة وجدية في آن واحد.

قالت على الفور، وهي تبتسم حين سألتها كيف أن الناس في (أكسفوردشير) يأوون سلاسل متعاقبة من البتغلوبين يجب ألا تكون هناك: «لا أعرف»، ثم واصلت كلامها بتجهم أكبر: «بالمجمل، إن السجل الجيني يدعم فرضية الخروج من إفريقيا. ولكنك حينئذ تعثر على تلك المجموعات من الحالات الشاذة، التي يفضل معظم علماء الوراثة عدم الحديث عنها. ثمة كميات كبيرة من المعلومات ستكون متوافرة لنا لو أننا نستطيع فهمها فحسب، ولكننا لم نفهمها بعد. بالكاد بدأنا». رفضت الاعتماد على ما يقوله لنا وجود جينات ذات أصل آسيوي في أكسفوردشاير، معتبرة أن الموقف معقد بوضوح. «كل ما نستطيع قوله في هذه المرحلة هو أن الأمر غير منظم بشكل كبير ولا نعرف في الحقيقة لماذا؟».

وفي وقت لقائنا، في أوائل 2002، كان هناك عالم آخر من أكسفورد يدعى برايان سايكس نشر كتاباً شعبياً بعنوان «البنات السبع لحواء» زعم فيه - مستخدماً دراسات جزيئات الـ (DNA) - أنه قادر على أن يتعقب تقريباً الأوروبيين الأحياء جميعاً إلى سكان مؤسسين من سبع نساء فحسب «بنات حواء»، كما يقول العنوان «عشن منذ عشرة آلاف إلى خمسة وأربعين ألف عام في زمن يعرفه العلم باسم العصر الباليوليثي. ومنح سايكس لكل من هؤلاء النساء اسماً أورسولا، وزينيا، وجاسمين وهكذا دواليك

وسيرة شخصية مفصلة. (كانت أورشولا الابنة الثانية لأمها. أما الطفلة الأولى فقد التهمتها لبوة حين كانت في الثانية من عمرها...).

حين سألت هاردنغ عن الكتاب ابتسمت ابتسامة عريضة ولكن بحرص، وكأنها غير متأكدة كيف تجيب: «حسناً، أعتقد أنك يجب أن تمنحه بعض الجدارة في جعل موضوع صعب شعبياً»، قالت ثم توقفت وهي تفكر. «ويبقى الاحتمال البعيد أنه على صواب». ضحكت، ثم تابعت بشكل أكثر تصميمياً: «إن المعطيات من أي جينة مفردة لا يمكن في الواقع أن تقول لك أي شيء محدد. إذا تبعت عضيّات الـ (DNA) إلى الخلف، فستأخذك إلى مكان محدد، إلى أورشولا أو تارا أو أي اسم آخر. ولكن إن أخذت أي قطعة أخرى من الـ (DNA)، أي جين لا على التعيين، وتقبته، فسيأخذك إلى مكان آخر».

إن الأمر يشبه سلوك طريق بنحو عشوائي خارج لندن واكتشاف أنه ينتهي أخيراً في جون أو جروتز، وتستنتج من هذا أن أي شخص في لندن لا بد أنه جاء نتيجة لذلك من شمال أسكتلندة. يمكن أنهم جاؤوا من هناك بالطبع، ولكن كان يمكن بنحو مساوٍ أن يأتوا من مئات الأمكنة الأخرى. بهذا المعنى، وبحسب هاردنغ، إن كل جين هو طريق سريع مختلف، وبالكاد بدأنا نضع خرائط الطرق. كما قالت: «لا يوجد جين واحد يستطيع أن يخبرك القصة كلها».

إذاً يجب ألا نتق بالدراسات الجينية.

«أه، ليس بوسعك أن تثق بالدراسات بما يكفي، إذا تحدثنا عامةً، فما يمكنك الثقة به هو النتائج الساحقة التي يربطها الناس غالباً بها».

إنها تعتقد أن الخروج من إفريقية هو «على الأرجح صحيح بنسبة 95%»، ولكنها أضافت: «أعتقد أن الجانبين سبباً ضرراً للعلم عن طريق الإصرار على أنه يجب أن يكون شيئاً أو آخر. من المحتمل أن يتبين أن الأشياء ليست صحيحة كما يريد كل معسكر منك أن تعتقد. إن الدليل بدأ يوحى بوضوح أن هناك هجرات متعددة وانتشارات في أجزاء مختلفة من العالم في الاتجاهات جميعها وتمزج عامةً زمرة الجينات. وليس من السهل ترتيب هذا».

كان هناك أيضاً عدد من التقارير التي تشكك بصدق مزاعم عن استعادة (DNA) قديمة. فقد نوّه أكاديمي في مقال نُشر في مجلة نيتشر كيف أن عالم إحاثة - حين سأله زميل إن كان يعتقد أن جمجمة قديمة هي مطلية - لعق قمتها وأعلن أنها كذلك. قالت مقالة نيتشر: «إن كميات كبيرة من الـ (DNA) البشري الحديث يتم نقلها إلى الجمجمة»، مما يجعلها دون فائدة للدراسة المستقبلية. سألت هاردنغ عن هذا فقالت: «لا بد أنها كانت ملوثة سابقاً. إنها مجرد معالجة عظم تلوثه. فالنفخ عليه يلوّثه. ومعظم المياه في مخبرنا ستلوّثه. إننا نسبح جميعاً في (DNA) أجنبي. من أجل الحصول على عينة نظيفة بشكل موثوق يجب أن ننقب عنها في ظروف معقمة، ونقوم بالاختبارات عليها في الموقع. إن أدق شيء في العالم هو ألا تلوث عينة».

سألتها: أيجب أن تعامل مزاعم كهذه بشك إذا؟

أجابت هاردنغ بتجهم كبير: «بشك كبير».

إذا رغبت أن تفهم في الحال لماذا لا نعرف سوى القليل عن الأصول البشرية، فبوسعي أن أدلك على المكان. إنه يبعد قليلاً خلف حافة تلال نجونج الزرقاء في كينية، إلى جنوب وغرب نيروبي. قدّ سيارتك خارج المدينة على الطريق السريع الرئيس إلى أوغندا وهناك ستأتي لحظة من العظمة المفاجئة حين ستنبسط الأرض وترى منظرًا كالذي يُشاهد من طائرة شراعية للسهل الإفريقي الأخضر الشاحب الذي بلا حدود.

هذا وادي الخسف الكبير الذي يتقوّس عبر 3000 ميل من شرق إفريقيا، محددًا التمزق التكتوني الذي فصل إفريقيا عن آسيا. هنا، ربما على بعد 65 كيلومتراً من نيروبي، على طول أرض الوادي اللافتحة، يوجد موقع قديم يدعى أولورجيسيلي Olorgesaili، الذي انتصب مرة إلى جانب بحيرة كبيرة وجميلة. وفي عام 1919، بعد أن اختفت البحيرة بوقت طويل، كان هناك عالم جيولوجيا يدعى جي. دبليو. غريغوري يفتش المنطقة، بحثاً عن المعادن حين عثر على فسحة من الأرض منقطعة بأحجار سوداء شاذة صنعتها يد بشرية كما بدا بوضوح. لقد عثر على أحد أعظم مواقع صناعة الأدوات الأشولية التي أخبرني عنها إيان تاترسال.

وعلى نحو غير متوقع، وفي خريف 2002 قمت بزيارة هذا الموقع الفائق للعادة. ذهبت إلى كينية من أجل هدف آخر، لزيارة بعض المشروعات التي تديرها المؤسسة الخيرية كير إنترناشنال، ولكن مضيقي الذين كانوا يعرفون أنني مهتم بأصول البشر من أجل هذا الكتاب الحالي، أدخلوا زيارة أولورجيسيلي في برنامج الزيارة.

بعد أن اكتشفه عالم الجيولوجيا غريغوري ظل موقع أولورجيسيلي دون إزعاج طوال عقدين قبل أن يبدأ الفريق المشهور المؤلف من الزوجين لويس وماري ليكي بالتقيب الذي لم يكتمل بعد. ما عثرا عليه كان موقعاً يمتد نحو عشرة دونمات، حيث كانت الأدوات تُصنع بأعداد لا تُحصى تقريباً مليون عام، من نحو 1.2 مليون سنة إلى منذ مئتي ألف سنة. واليوم تمت حماية مواقع الأدوات من أعتى العناصر تحت سقوف قصديرية مائلة، وتم تسييجها بالأسلاك الخاصة بالدجاج من أجل منع تخريب الزوار الانتهازيين، ولكن بخلاف ذلك، تُركت الأدوات حيث تركها صانعوها وحيث عثر عليها آل ليكي.

أخبرني جيلاني نجالي - وهو شاب ذكي من المتحف الوطني الكيني أرسل كي يعمل دليلاً - أن صخور الكوارتز والسبج التي صُنعت منها الفؤوس لم يعثر عليها أبداً في قاع الوادي. «كان عليهم أن يحملوا الأحجار من هناك»، قال مشيراً إلى جبلين في المسافة المتوسطة الضبابية، يقعان في الجهة المقابلة من الموقع: أولورجيسيلي وأول إيساكوت. ويبعد كل منهما 10 كيلومترات، وهذا طريق طويل لنقل الأحجار باليد.

لا نعرف على وجه اليقين لماذا تكبد شعب أولورجيسيلي عناء كهذا. لم ينقلوا أحجاراً ثقيلة لمسافات طويلة فحسب إلى جانب البحيرة، ولكن ربما - وبشكل أكثر لفتاً للنظر - قاموا عندئذ بتنظيم الموقع. كشفت تتقيبات ليكي أنه كان هناك مناطق تُصنع فيها الفؤوس ومناطق تُشحن فيها. كان الموقع، باختصار نوعاً من العمل؛ بقي مستخدماً لمليون عام.

أظهرت عمليات تصنيع نسخ مطابقة أن الفؤوس كانت صعبة الصنع، وتستغرق عملاً طويلاً، تستغرق صناعة الفأس ساعات ومع ذلك، وبشكل لافت، لم تكن جيدة للقطع والفرم أو التقشير أو أي مهمة أخرى صممت من أجلها كما هو مفترض. وهكذا

تُركنا في موقف أنه للمليون سنة، قبل ولادة نوعنا بوقت طويل جداً، وقبل انخراطه في جهود تعاونية متواصلة جاء الناس الأوائل بأعداد معتبرة إلى هذا الموقع الخاص؛ كي يصنعوا أعداداً كبيرة جداً من الأدوات التي يبدو كأنه لا هدف من ورائها.

من كان هؤلاء الناس؟ لا نملك في الواقع أي فكرة. نفترض أنهم كانوا البشر المنتصبي القامة؛ لأنه لا يوجد مرشّحون آخرون، مما يعني أنه في أوج وجودهم كان العمال في أولورجيسيلي يمتلكون دماغ رضيع. ولكن ليس هناك دليل مادي كي نبني عليه هذا الاستنتاج. فبالرغم من أكثر من ستين عاماً من البحث، لم يُعثر أبداً على عظم بشري في موقع أولورجيسيلي أو إلى جواره. ومهما كان الوقت الطويل الذي قضوه هناك يقطعون الصخور يبدو كأنهم ذهبوا إلى مكان آخر؛ كي يموتوا.

قال لي جيلاني نجالي، وهو يتألق بالسعادة: «كل هذا لغز».

اختفى شعب أولورجيسيلي من المشهد منذ نحو مئتي ألف سنة حين جفّت البحيرة، وبدأ وادي الخسف يصبح المكان الحار الصعب الذي هو عليه الآن. في ذلك الوقت كانت أيامهم نوعهم معدودة. كان العالم على وشك الحصول على سلالة السيدة: البشر المفكرون. إن الأمور لن تكون على ما هي عليه أبداً مرة ثانية.



الفصل الثلاثون

وداعاً

في أوائل ستينيات القرن السابع عشر، وفي الوقت الذي كان يجلس فيه إدموند هالي وصديقه كريستوفر رين وروبرت هوك في مقهى في لندن، ويباشرون الرهان الذي تم بالمصادفة ونتج عنه كتاب إسحاق نيوتن المبادئ، وفي الوقت الذي حدد فيه هنري كافندش وزن الأرض وتم كثير من المشروعات الأخرى المهمة والجديرة بالثناء التي شغلتنا في الصفحات الأربع مئة الأولى كان يجري حدث غير مرغوب في جزيرة موريتيوس، بعيداً في المحيط الهندي على بعد 1300 كيلومتر من جزيرة مدغشقر.

كان هناك بحار أو حيوان بحار يقتل آخر حيوانات الدودو، وهو الطائر المشهور بأنه لا يطير، ولكن طبيعته الغامضة التي تجعله يثق بالآخرين وافتقاره إلى السرعة جعله هدفاً سهلاً للبحارة الشبان الضجرين في أثناء الإجازة على الشاطئ. إن ملايين الأعوام من العزلة الآمنة لم تهيئه لمواجهة سلوك بني البشر العشوائي والمثير للأعصاب.

لا نعرف بالضبط الظروف - أو حتى العام - الذي يشهد اللحظات الأخيرة لآخر طائر دودو، وهكذا لا نعرف أيها نشأ أولاً، عالم يحتوي على المبادئ أو يحتوي على طيور الدودو، ولكننا نعرف أنهما حدثا في الوقت نفسه. ومهما بحثت فإنك لن تجد حدثين أفضل لإيضاح الطبيعة المقدسة والوضعية للكائن البشري، إنه نوع من المتعضيات القادرة على كشف أعماق أسرار السماء، بينما في الوقت نفسه يدفع نحو الانقراض - دون أي سبب على الإطلاق - كائنات لم يسبب لنا أي أذى ولم يكن قادراً أن يفهم من بعيد ما الذي كنا نفعله له. والواقع أن طيور الدودو لا تشاهد كثيراً ولكن إذا شئت أن تعثر عليها في منطقة، فكل ما عليك أن تفعله هو أن تأسر طائراً وتتركه يصرخ، وستأتي جميع الطيور الأخرى؛ كي ترى ما المشكلة.

لم تنتهِ الإساءات لطائر الدودو المسكين هنا. ففي 1755، بعد سبعين سنة من مقتل آخر طائر دودو، قرر مدير متحف آشمولين في أكسفورد أن طائر الدودو المحنط في

المؤسسة صار يصدر رائحة عفونة كريهة وأمر بإحراقه. كان هذا قراراً مفاجئاً؛ لأنه كان طائر الدودو الوحيد في الوجود. حاول موظف أربعته الحادثة أن ينقذ الطائر، ولكنه لم يستطع أن ينقذ إلا رأسه وجزءاً من أحد أعضائه.

نتيجة لهذا ولمخالفات أخرى للحس العام لسنا متأكدين بشكل كامل كيف كان طائر الدودو الحي. إن المعلومات التي نملكها في هذا الصدد قليلة بخلاف ما يظن الناس، وهي مجرد وصف خام قام به «رحالة غير علميين، وثلاث أو أربع لوحات زيتية، وبعض شظايا العظام المبعثرة»، كما قال بحزن عالم الطبيعة في القرن التاسع عشر (هـ. إي. ستريكلاند). وكما نبه بكآبة، لدينا المزيد من الأدلة المادية عن بعض الوحوش البحرية القديمة وعظائيات الأقدام (الصربود) ذات المشية المتثاقلة، أكثر مما نعرف عن طائر عاش حتى الأزمنة الحديثة ولم يقتضِ منا أي شيء كي يعيش سوى غيابنا.

وهكذا، فإن ما هو معروف عن الدودو هو الآتي: عاش في موريتيوس، وكان ممتلئاً ولكنه ليس طيب المذاق، وكان العضو الأكبر في عائلة الحمام، غير أن وزنه لم يسجل أبداً. تظهر التقديرات الاستقرائية من «الشظايا العظمية» لستريكلاند وبقايا أشميليون المتواضعة أن طوله كان أكثر من قدمين ونصف بقليل من قمة المنقار إلى المؤخرة. وكونه لا يطير، كان يعيش على الأرض تاركاً بيضه وفراخه فرائس سهلة للخنازير والكلاب والقرود التي يحضرها الأجنبي إلى الجزيرة. ربما انقرض طائر الدودو عام 1683 ومن المؤكد أنه انتهى عام 1693. بعد ذلك لا نعرف تقريباً أي شيء عن عاداته التناسلية وغذائه، أين انتشر، وأي صوت يصدره في الهدوء أو الذعر. لا نملك إلا بيضة دودو وحيدة.

إن ما نعرفه عن طيور الدودو هو أن حياتها استمرت سبعين سنة فحسب، وهذه مدة قصيرة جداً. هذا يدفعنا إلى القول - عند هذه النقطة في تاريخنا -: إننا قمنا طوال آلاف الأعوام بعمليات الاستئصال التي تؤدي إلى الانقراضات. لا أحد يعرف تماماً كم هم البشر مدمرون، وفي الخمسين ألف سنة الأخيرة، كانت الحيوانات تتلاشى وبأعداد مفاجئة في غالب الأحيان في الأمكنة كلها.

ففي أمريكا، اختفى ثلاثون جنساً من الحيوانات الكبيرة بعضها ضخماً بالفعل بعد وصول البشر الحديثين إلى القارة منذ 10 آلاف أو 20 ألف سنة. وفقدت كل من أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية ثلاثة أرباع حيواناتها الكبيرة تقريباً، حالما وصل الإنسان الصياد برماحه ذات الرؤوس الصوانية، وقدراته التنظيمية الذكية. أما أوروبية وآسية، حيث أمضت الحيوانات مدة أطول؛ كي تطوّر حذراً من البشر، فقد فقدتا من ثلث إلى نصف حيواناتها الكبيرة. وفقدت أسترالية 95% منها لأسباب أخرى.

كان الصيادون الأوائل قليلي العدد نسبياً، وكان عدد الحيوانات كبيراً جداً يُعتقد أن جثث عشرة ملايين ماموث تستلقي مجمدة في سهل السيبيري الأجرد وحده، وهذا ما دفع بعض العلماء إلى الاعتقاد بأنه يجب أن تكون هناك شروح أخرى، ربما تشتمل على التغير المناخي أو أنواع ما من الجوائح. وكما عبّر عن الأمر روس مكفي من المتحف الأميركي للعلم الطبيعي: «ليس هناك فائدة مادية من اصطياد الحيوانات الخطرة وليس هناك كثير من قطع لحم الماموث التي تستطيع أكلها». يعتقد آخرون أنه يمكن أن يكون سهلاً على نحو إجرامي اصطياد الفريسة وسحقها. يقول تيم فلاينري: «ربما لم تكن الحيوانات في أستراليا وأمريكا تعرف ما يكفي كي تهرب».

كانت بعض الحيوانات التي فقدت كبيرة بشكل هائل، ولو كانت موجودة لاحتجنا إلى طريقة للتعامل معها. تخيل حيوان الكسلان الأرضي الذي يستطيع أن ينظر عبر نافذة الطابق العلوي، سلاحف بحجم سيارة فيات تقريباً، وعطاءات تتشمس إلى جانب الطرق الصحراوية السريعة في غرب أستراليا. للأسف، تلاشت، ونحن نعيش على كوكب يشهد انقراضاً متزايداً لهذه الأنواع. واليوم، لا يوجد في أنحاء العالم كله إلا أربعة أنواع من الحيوانات الأرضية الثقيلة (طن أو أكثر): الفيل، والكركدن، وفرس النهر والزرافة. ولم يحدث طوال عشرات الملايين من السنين أن صارت الحياة على الأرض متناقصة ومحدودة.

إن السؤال الذي يطرح نفسه هو إن كانت انقراضات العصر الحجري وانقراضات الأزمنة الأحدث جزءاً من حدث انقراضي واحد، أو إن كان البشر يشكلون أنباء سيئة للكائنات الحية الأخرى؟ إن الاحتمال المحزن هو أننا يمكن أن نكون هكذا. فبحسب

عالم الإحاثة في جامعة شيكاغو ديفد روب، إن نسبة الانقراض على الأرض في أثناء التاريخ البيولوجي كانت فقدان نوع واحد كل أربع سنوات. قال رتشارد ليكي وروجر لوين في كتاب الانقراض السادس: إن الانقراض الذي يسببه البشر الآن يسبق ذلك المستوى بمئة وعشرين ألف مرة.

في منتصف التسعينيات، صُقع عالم الطبيعة الأسترالي تيم فلانيري، الذي يرأس الآن المتحف الأسترالي الجنوبي في أدلريد، من محدودية معرفتنا عن انقراضات كثيرة، بما فيها انقراضات حديثة نسبياً. «أينما نظرت يبدو أن هناك فجوات في السجلات، وقطعاً مفقودة، كما هو الأمر مع الدودو، أو غير مسجلة على الإطلاق»، هذا ما قاله لي في ملبورن في أوائل عام 2002.

طوّع فلانيري صديقه بيتر تشاوتن Peter Schouten وهو فنان وزميل أسترالي، وانطلقاً معاً في بحث استحواذي قليلاً؛ كي يبحث في المجموعات الرئيسة في العالم للعشور على ما هو مفقود، وما هو متبقٍ، وما لم يكن معروفاً على الإطلاق. أمضيا أربع سنوات وهما يبحثان عبر الجلود القديمة والعينات المتعفنة والرسوم القديمة والوصف المدون وكل ما كان متاحاً. وضع تشاوتن رسوماً مطابقة واقعية للحيوانات جميعها التي استطاعا إعادة تصويرها، وكتب فلانيري الكلمات. كانت النتيجة كتاباً فائقاً للعادة بعنوان «فجوة في الطبيعة»، يشكل الدليل الأكمل والأكثر تأثيراً عن انقراضات الحيوانات في الأعوام الثلاث مئة الماضية.

كانت السجلات جيدة لبعض الحيوانات ولكن لم يفعل أحد أي شيء بها، أحياناً لسنوات عدة، وأحياناً إلى الأبد. إن بقرة البحر التي اكتشفها ستيلار، وهي كائن يشبه الفقمة من فصيلة الأطوم، كانت واحدة من آخر الحيوانات الكبيرة التي انقرضت. كانت ضخمة في الواقع، فالبالغ منها يمكن أن يبلغ طوله 9 أمتار، ويزن 10 أطنان ولكننا لا نعرفها إلا، لأن بعثة روسية عام 1741 صادف أن غرقت سفينتها في المكان الوحيد الذي كانت تعيش فيه هذه الحيوانات، وهي جزر كوماندر البعيدة الضبابية في بحر بيرنغ.

ولحسن الحظ كان في الحملة عالم طبيعة يدعى جورج ستيلر سحره الحيوان. يقول فلانيري: «بدأ بوضع الملاحظات الوصفية الدقيقة له وقاس قطر شعره. كان

الشيء الوحيد الذي لم يصفه هو عضو الذكر، بالرغم من أنه كان سعيداً بما يكفي كي يصف عضو المرأة. حتى إنه أخذ قطعة من الجلد، وهكذا فإننا نمتلك فكرة جيدة عن نسيجه. ولكن لم نكن دوماً محظوظين هكذا».

إن الشيء الوحيد الذي لم يستطع أن يفعله ستيلر هو إنقاذ بقرة البحر نفسها. فأبقار البحر التي اصطيدت سابقاً إلى درجة الانقراض اختفت بعد 27 سنة من اكتشاف ستيلر لها. إن كثيراً من الحيوانات الأخرى لم يتم إدراجها؛ لأنها مجهولة: الفأر الوثاب في دارلنغ داون، التمس في جزر تشاسام، طائر المرعة الذي لا يطير في جزيرة أسنشن، على الأقل خمسة أنواع من السلاحف الضخمة، وأخرى كثيرة ضاعت إلى الأبد بالنسبة لنا ولم يبقَ إلا أسماؤها.

اكتشف فلانيري وتشاوتن أن كمية كبيرة من الانقراض لم تكن قاسية أو عابثة، وإنما ناجمة عن الحمق. ففي 1894 حين بُنيت منارة على صخرة منعزلة تُدعى جزيرة ستيفن في المضيق العاصف بين الجزر الشمالية والجنوبية في أيرلندا، كانت قطة حارس المنارة تحضر عصافير صغيرة غريبة اصطادتها. أرسل الحارس عينات إلى متحف ولنغتون. وهناك أثير مدير المتحف كثيراً؛ لأن الطائر كان نوعاً نادراً من طيور الصَّعو غير الطائرة والمغردة، التي لم يسبق أن عثر عليها في أي مكان. انطلق إلى الجزيرة على الفور، ولكن في الوقت الذي وصل فيه كانت القطة قد قتلت العصافير كلها. وكل ما تبقى الآن من طيور جزيرة ستيفن اثنا عشر طائراً محنطاً.

على الأقل لدينا هذه. وفي غالب الأحيان، لسنا أفضل في العناية بالأنواع بعد أن تلاشت مما كنا قبل أن نتقرض. خذ مثال بيغاء كارولينا متعدد الألوان، بلونه الزمردى الأخضر، ورأسه الذهبي الذي كان أجمل طائر في أمريكا الشمالية، فالببغاوات لا تغامر عادة بالذهاب بعيداً إلى الشمال، كما يمكن أن تلاحظوا عاش في أعداد كبيرة، لم تتجاوزها إلا الحمامة المهاجرة. ولكن بيغاء كارولينا عدّ آفة من قبل المزارعين ويمكن اصطياده بسهولة؛ لأنه لا يطير بشكل متماسك ومن عادته أن يهرب حين يسمع صوت طلقة البندقية، ثم يعود بسرعة؛ كي يفحص الرفاق الساقطين.

وصف تشارلز ولسون بيل في كتابه الكلاسيكي «طيور أمريكا» الذي كُتب في أوائل القرن التاسع عشر، مناسبة قام فيها بشكل متكرر بإطلاق النار في الشجرة التي تأوي إليها:

«لدى كل طليقة كان يسقط عدد كبير من الطيور، وبالرغم من ذلك كانت عاطفة الناجين تزداد؛ ذلك أنه بعد بضع دورات حول المكان كانت تحط قربي مرة ثانية، وتتنظر إلى زملائها المقتولين بأعراض جلية من التعاطف والقلق، مما جردني من سلاحه بالكامل».

في العقد الثاني من القرن العشرين تم اصطياد الطيور بشكل لا يلين، بحيث إن بعضها بقي حياً في الأسر فحسب. وكان آخرها الذي يدعى أنكا قد نفق في حديقة حيوانات سنسناتي عام 1918 (ولم يكن قد مرَّ أربع سنوات على نفوق الحمامة المهاجرة في الحديقة نفسها) وتم تحنيطه باحترام. وإلى أين ستذهب الآن كي تشاهد الأنكا المسكين؟ لا أحد يعرف. لقد فقدته الحديقة.

إن ما هو مخادع ومجيب في القصة أعلاه هو أن بول كان محباً للطيور، ومع ذلك لم يتردد في قتلها بأعداد كبيرة دون أي سبب سوى أن ذلك يمتعه. وإنه لمن المذهل حقاً أنه لوقت طويل جداً، كان الناس المهتمون أكثر بأشياء العالم الحية هم الذين يدفعونها إلى الانقراض.

لم يمثل أحد هذا الموقف على وزن كبير سوى لوينيل والتر روتشيلد، البارون روتشيلد الثاني، سليل العائلة المصرفية الكبيرة، الذي كان شخصاً غريباً انعزالياً. عاش حياته كلها من 1868 إلى 1937 في جناح الحضانة في منزله في ترينغ، في كنغهمشير، يستخدم أثاث طفولته، وينام في سرير طفولته، بالرغم من أن وزنه صار 135 كيلوغراماً.

كان مولعاً بالتاريخ الطبيعي وصار جامعاً مخلصاً للأشياء. كان يرسل حشوداً من الرجال المدربين أحياناً 400 في المرة الواحدة إلى زوايا الكوكب جميعها؛ كي يتسلقوا الجبال، ويشقوا طريقهم عبر الأدغال؛ بحثاً عن العيّنات، خاصةً، الأشياء التي تطير.

كانت توضع في صناديق وعلب وترسل إلى عزبة روتشيلد في ترينغ، حيث يبدون هو، وكتيبة من مساعديه ويحللون كل ما يأتي إليهم، منتجين جدولاً متدققاً من الكتب والأبحاث والدراسات، التي بلغ عددها 1200. وعالج معمل التاريخ الطبيعي الخاص بروتشيلد أكثر من مليوني عينة وأضاف خمسة آلاف نوع من الكائنات إلى الأرشيف العلمي.

من اللافت أن جهود روتشيلد في الجمع لم تكن الأكثر شمولاً أو تلك التي مؤلّت بكرم أكبر في القرن التاسع عشر. فاللقب ينتمي بالتأكيد إلى جامع بريطاني أقدم بقليل وثري أيضاً يدعى هيو كمينغ، صار منهمكاً بجمع الأشياء، بحيث إنّه بنى سفينة كبيرة لارتياح المحيط ووظف طاقماً، كي يبحر حول العالم لالتقاط كل ما يعثر عليه من الطيور والنباتات والحيوانات من الأنواع جميعها، خاصة الأصداف. كانت مجموعته التي لا تُضاهى من البرنقيل هي التي وصلت إلى دارون وخدمت كأساس لدراسته الرشيمية.

على أي حال، كان روتشيلد الجامع الأكثر علمية في عصره، بالرغم من أنه كان أيضاً الأكثر إهلاكاً بشكل يسبب الأذى، ذلك أنه في تسعينيات القرن التاسع عشر صار مهتماً بهاواي، التي ربما هي أكثر بيئة معرضة للخطر على الأرض بسبب إغرائها. سمحت ملايين سنوات العزلة لهاواي أن تطور 8800 نوع فريد من الحيوانات والنباتات. ما كان يهم روتشيلد هو طيور الجزيرة الملونة والمميزة التي كانت في الغالب تتألف من أعداد صغيرة جداً، تسكن سلاسل محددة جداً.

إن مأساة كثير من طيور هاواي هي أنها لم تكن مميزة، ومرغوبة ونادرة فحسب ومزيج خطر في أفضل الظروف، ولكن كان من السهل اصطياها بشكل يحطم القلب. إن طيور البرقش الكبيرة، وهي عدد من الطيور غير الضارة كانت تحط بخجل في ظلال أشجار الكوا Koa، ولكن حين يقلد أحد غناءها فإنها تهجر مخبأها في الحال وتطير في عرض جميل. تلاشت آخر الأنواع عام 1896 بعد أن قتلها صياد روتشيلد الممتاز هاري بالمر، بعد خمس سنوات من اختفاء أبناء عمومته طيور البرقش الأصغر، وهي من الطيور النادرة، بحيث إنّه لم يُر منها إلا واحد: ذلك الذي اصطيد لمجموعة روتشيلد. وفي أثناء عملية الجمع التي قام بها روتشيلد، التي استمرت عقداً، تلاشت تسعة أنواع من طيور هاواي، وربما أكثر.

لم يكن روتشيلد وحيداً في هذا الوله باصطياد الطيور مهما كانت الكلفة. كان هناك آخرون أكثر وحشية. ففي 1907 حين أدرك جامع مشهور يدعى الأنسون بريان أنه قتل العينات الثلاث الأخيرة من طيور المامو السوداء black mammo، وهي من طيور الغابة اكتشفت العقد الماضي فحسب، قال: إن هذا النبأ أمتعه كثيراً.

كان هذا عصراً من الصعب سبره. كانت الحيوانات جميعها تُضطهد إذا عُدَّت متطفلة قليلاً. ففي 1890 دفعت ولاية نيويورك مئة منحة مالية من أجل أسود الجبال الشرقية، بالرغم من أنه كان من الواضح أن المخلوقات التي اعتدي عليها كثيراً كانت على حافة الانقراض. وحتى الأربعينيات واصلت كثير من الولايات دفع المنح المالية من أجل أي نوع من الحيوانات الضارية. وقد منحت ويست فرجينية منحة كلية سنوية لكل من يُحضر العدد الأكبر من الحيوانات المؤذية، وكانت هذه تعني الحيوانات جميعها التي لا تُربى في المزارع أو يحتفظ بها لأنها أليفة.

ربما لا شيء يعبر بحيوية عن غرابة الأزمنة أكثر من مصير مغني باكامان الشادي، وهو طائر أصله من جنوب الولايات المتحدة ويشتهر بأغنيته الجميلة غير العادية، ولكن عدده - الذي لم يكن كبيراً أبداً - انحدر بالتدرج إلى أن تلاشى في الثلاثينيات ولم يُرَ سنين كثيرة. ثم في 1939 وبمصادفة سعيدة عثر رجلان متحمسان للطيور في منطقتين تفصل بينهما مسافة كبيرة على طائرين ناجيين منها بفاصل يومين. وأطلق كلاهما النار على الطائرين.

لم يكن دافع الاستئصال مقتصراً على أمريكا. ففي أستراليا، قدمت المنح من أجل الذئب التسماني، وهو حيوان يشبه الكلب عليه تخطيطات تشبه تخطيطات النمر، قبل وقت قصير من نفوق آخر واحد منها، مهجوراً وبلا اسم، في حديقة حيوان هوبارت في عام 1936. اذهب إلى متحف تسامانيان اليوم واطلب رؤية آخر حيوان من هذا النوع: الحيوان الجرابي الوحيد اللاحم والضخم الذي عاش حتى الأزمنة الحديثة، وكل ما يستطيعون تقديمه لك هو صور و61 ثانية من مشهد سينمائي قديم. وحينما نفق، رُمي آخر ذئب تسماني مع القمامة الأسبوعية.

أذكر كل هذا؛ كي أوضح أنكم إذا كنتم تصممون متعضياً للعناية بالحياة في كوننا الوحيد، كي يراقب إلى أين هو ذاهب ويسجل أين كان، فإنكم لن تختاروا الكائنات البشرية من أجل هذا العمل.

ولكن إليكم نقطة مهمة: لقد اختارنا القدر أو العناية الإلهية أو ما تشاؤون تسميته. وبقدر ما أستطيع القول، نحن أفضل الموجودات. وإنها لفكرة مثيرة للأعصاب أننا يمكن أن نكون الإنجاز الأعلى في الكون وكابوسه الأسوأ في آن واحد.

ولأننا مهملون بشكل لافت حيال العناية بالأشياء، سواء أكانت حية أم ميتة، فإننا لا نمتلك أدنى فكرة أو أي فكرة في الواقع عن كيفية انقراض أشياء كثيرة بشكل دائم، أو يمكن أن تنقرض بسرعة، أو يمكن ألا تنقرض أبداً، والدور الذي أديناه في أي جزء من العملية. وفي عام 1979، وفي كتابه السفينة التي تفرق، اقترح نورمان مايرز أن الأنشطة البشرية كانت تسبب انقراضين في الأسبوع على الكوكب. وفي أوائل التسعينيات، رفع الرقم إلى 600 في الأسبوع. (وهذا انقراض لأنواع جميعها: النباتات والحشرات وكذلك الحيوانات). وصدر تقرير عن الأمم المتحدة عام 1995 قال: إن عدد الانقراضات الكلي في الأعوام الأربع مئة الأخيرة هوتحت الخمس مئة بقليل للحيوانات، وأكثر من ست مئة وخمسين بقليل للنباتات. يضيف التقرير أن هذا «تقدير بخس بشكل مؤكد تقريباً»، بالنسبة لأنواع الاستوائية خاصة. ويعتقد بعض المؤلفين أن معظم أرقام الانقراضات مبالغ فيها.

والواقع أننا لا نعرف. ولا نمتلك أي فكرة. نجهل متى بدأنا نفضل كثيراً من الأشياء التي فعلناها. لا نعرف ماذا كنا نفضل أو كيف ستؤثر أفعالنا الحالية على المستقبل. ما نعرفه هو أن هناك كوكباً واحداً نفعله فيه، ونوع واحد قادر على أن يحدث فرقاً. وقد عبر إدوارد ولسون عن هذا بإيجاز رائع في كتابه تنوع الحياة: «كوكب واحد، تجربة واحدة».

إذا كان هذا الكتاب يعلم درساً، فهو أننا محظوظون بشكل رهيب لكوننا هنا، وأعني بكلمة نحن الأشياء الحية كلها. ذلك أن الحصول على أي نوع من الحياة في

هذا الكون الخاص بنا إنجاز مهم. ولأننا بشر، فنحن محظوظون بشكل مضاعف: فنحن لا نتمتع بامتياز الوجود فحسب، وإنما أيضاً بالقدرة على تقديره، وعلى جعله أفضل بطرق عديدة. وهذه خدعة بدأنا نفهمها لتونا.

وصلنا إلى هذا الموقع من البروز في وقت قصير بشكل مذهل. وعلى المستوى السلوكي كان البشر الحديثون موجودين ليس لأكثر من 0.0001 من تاريخ الأرض. هذا لا شيء تقريباً. إلا أن الوجود لوقت قصير كهذا تطلب خيطاً لانهائياً من الحظ الجيد.

نحن في الحقيقة في بداية الأمر كله. إن الخدعة بالطبع هي التأكد من أننا لن نصل إلى النهاية أبداً. وهذا، بالتأكيد، سيقضي أكثر من أوقات استراحة محظوظة.



△ هوامش △

الفصل الأول: كيف بُني كوناً

ص 29 البروتونات صغيرة جداً: Bodanis, $E=mc^2$, p.111.

ص 29 والآن ضعه في ذلك المكان الصغير جداً:

Guth, The Inflationary Universe, p.254

ص 30 يبدو أن الإجماع يتحرك نحو رقم هو نحو 13.7 بليون عام: نيويورك تايمز، «الكون يتوضع من أجل صورة مبكرة، يتخلى عن الأسرار»:

12 Feb. 2003, p.1, US News and World Report 'How old is the Universe?' 18-25 Aug.1997, pp.34-6.

ص 30 جاءت اللحظة التي عرفها العلم باسم $t = 0$:

Guth, The Inflationary Universe, p.86.

ص 31 صعدا إلى الطبقة اللاقط مرة ثانية بمكانس وفراشي ونظفاه:

Lawrence M. Krauss, Rediscovering Creation, in shore (ed) Mysteries of Life and the Universe, p.50.

ص 32 أداة يمكن أن تقوم بالعمل: the Bell antenna :30 an instrument that might do the job .p ,Lonely Hearts of the Cosmos .153.

ص 30 عثرا على حافة الكون: Echoes, Scientific American .pp ,2001 .an], `The.38-43 from the Big Bang`.

ص 32 لقد وسع اكتشاف بنزياس وولسون معرفتنا بالمرئي:

Guth, The Inflationary Universe, p.101.

ص 33 ترى نحو 1% من الثبات الراقص: Gribbin, In the Beginning, p. 18.
ص 33 «هذه قريبة جداً إلى المسائل الدينية»: New York Times, 'Before the
Big Bang, There Was...What?', 22 May 2001, p. F1.

ص 34 أو جزء من 10 ملايين ترليون ترليون من الترليون: Alan Lightman, 'First
Birth', in Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 13.

ص 34 كان في الثانية والثلاثين من عمره، وباعترافه هو، لم يحدث أبداً: Overbye,
Lonely Hearts of the Cosmos, p. 216.

ص 34 ألهمت المحاضرة جوث كي يهتم: Guth, The Inflationary Universe, p. 89.
ص 34 يتضاعف بالحجم كل 10-34 ثانية:

Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 242.

ص 34 غيرت الكون من شيء تستطيع إمساكه في يدك إلى شيء أكبر

بـ 10,000,000,000,000,000,000,000,000

New Scientist, 'The First Split Second', 31 March 2001, pp. 27-30.

ص 35 موزع بشكل تام من أجل خلق النجوم، والمجرات وأنظمة أخرى معقدة،
ساينتفيك أمريكان، «النجوم الأولى في الكون»، كانون الأول 2001، ص 64
71؛ نيويورك تايمز، «أصغ بدقة:

From Tiny Hum Came Big Bang', 30 April 2001, p. 1.

ص 36 «أكد تريون أنه لا أحد أحصى المحاولات الخائبة:

quoted by Guth, The Inflationary Universe, p.14.

ص 36 يقوم بتناظر مع مخزن ثياب ضخمة جداً:

Discover, 'Why Is There Life?', Nov. 2000, p.66.

Rees, Just Six Numbers, p. 147. ص 36 بالتعديل الأقل للأرقام الكون:.

ص 36 على المدى الطويل، يمكن أن يتكشف أن الجاذبية قوية جداً قليلاً:

Financial Times, 'Riddle of the Flat Universe', 1-2 July 2000;

Economist, 'The World is Flat after All', 20.

Weinberg, Dreams of a Final Theory, p. 26. ص 37 المجرات تبتعد عن بعضها:

ص 38 يفترض العلماء فحسب أننا لا نستطيع في الواقع أن نكون المركز:

Hawking, A Brief History of Time, p. 47.

ص 38 هذا الكون المرئي الكون الذي نعرفه ونستطيع التحدث عنه:

Hawking, A Brief History of Time, p. 13.

ص 38 عدد الأعوام الضوئية إلى حافة هذا الكون الأضخم غير المرئي:

Rees, just Six Numbers, p. 147.

الفصل الثاني: أهلاً بكم في المنظومة الشمسية

ص 39 من خفقان وتذبذب أصغر النجوم:

New Yorker, 'Among Planets', 9 Dec. 1996, p. 84.

Sagan, Cosmos, p. 261. ص 39 «أقل من طاقة ندفة تلج تضرب الأرض»:

ص 39 في صيف ذلك العام، عالم فلك شاب يدعى جيمس كريستي:

US Naval Observatory press release,

'20th Anniversary of the Discovery of Pluto's Moon Charon', 22

June 1998.

ص 39 كان بلوتو أصغر مما افترض الجميع:

Atlantic Monthly, 'When Is a Planet Not ~ Planet?', Feb. 1998, pp. 22-34.

ص 40 كما عبّر عالم الفلك كلارك تشابمان:

quoted on PHS Nova, 'Doomsday Asteroid', first broadcast 29 April 1997.

ص 40 استغرق الأمر سبع سنوات لأي شخص لرؤية القمر مرة ثانية:

US Naval Observatory press release, '20th Anniversary of the Discovery of Pluto's Moon Charon', 22 June 1998.

ص 41 بعد بحث صبور مدة سنة رأى نوعاً ما بلوتو:

Tombaugh paper, 'The Struggles to Find the Ninth Planet', from NASA website.

ص 41 واصل بضعة علماء فلك الاعتقاد أنه يمكن أن يكون هناك الكوكب إكس: Economist, 'X marks the spot', 16 Oct. 1999, p. 83.

ص 42 حزام كيبير ابتكره نظرياً عالم فلك اسمه ف. سي. ليونارد عام 1930:

Nature, 'Almost. Planet X', 24 May 2001, p. 423.

ص 42 فقط في 11 شباط 1999 عاد بلوتو إلى المجاز الخارجي:

Economist, 'Pluto Out in the Cold,' 6 Feb. 1999, p. 85.

ص 43 في بداية كانون الأول 2002 عثر على أكثر من ست مئة جرم إضافي عابر لنبتون: Nature, 'Seeing Double in the Kuiper Belt', 12 Dec. 2002, p. 618.

ص 43 مثل قطعة من الفحم:

Nature, 'Almost Planet X', 24 May 2001, p. 423.

ص 43 الآن يطير مبتعداً عنا بسرعة 56,000 كيلومتر في الساعة تقريباً:

PBS NewsHour transcript, 20 Aug. 2002.

ص 44 ولكن كل المادة المرئية فيه... تملأ ليس أقل من جزء من ترليون من الفراغ المتاح:

Natural History, 'Between the Planets', Oct. 2001, p. 20.

ص 45 العدد الكلي الآن هو على الأقل تسعون:

New Scientist, 'Many Moons', 17 March 2001, p. 39; Economist, 'A Roadmap for Planet-Hunting', 8 April 2000, p. 87.

ص 45 لن نصل إلى سحابة أورت حتى عشرة آلاف عام آخر:

Sagan and Druyan, Comet, p. 198.

ص 45 وربما يؤدي إلى موت الطاقم:

New Yorker, 'Medicine on Mars', 14 Feb. 2000, p. 39.

ص 46 وهكذا تندفع الشهب بطريقة مهيبة بسرعة 220 ميلاً في الساعة:

Sagan and Druyan, Comet, p. 195.

ص 47 إن الفراغ الأكمل الذي سبق وخلقه البشر ليس فارغاً كالفراغ الواقع بين النجوم: Ball, H₂O, p. 15

ص 47 جارنا الأقرب في الكون، قنطورس القريب Proxima Centauri:

Guth, The Inflationary Universe, p. 1; Hawking,

A Brief History of Time, p. 39.

ص 47 المسافة المتوسطة بين النجوم: Dyson, Disturbing the Universe, p. 251

ص 48 «لو أننا أقحمنا في الكون عشوائياً»، كتب ساغان: Sagan, Cosmos, p. 5

الفصل الثالث: كون الموقر إيفانز

ص 51 يطلق في لحظة ما يعادل طاقة 100 بليون شمس:

Ferris, The Whole Shebang, p. 37.

ص 12 «مثل ترليون قنبلة هيدروجينية ينفجرن سوية»:

Robert Evans, interviewed Hazelbrook, Australia, 2 Sept. 2001.

ص 52 يخصص له نصاً في فصل عن العلماء المتوحّدين:

Sacks, An Anthropologist on Mars, p. 189.

ص 53 «مهرج مزعج»: Thorne, Black Holes and Time Watps, p. 164

ص 54 رفض أن يُترك وحيداً معه: Ferris, The Whole Shebang, p. 125

Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 18.

ص 54 إن الذرات ستسحق في الواقع سوية:

Nature, 'Twinkle, Twinkle, Neutron Star', 7 Nov. 2002, p. 31.

ص 54 ما يكفي لإحداث أكبر انفجار في الكون:

Thorne, Black Holes and Time Watps, p. 171.

ص 54 لم يصادق عليه بعد:

Thorne, Black Holes and Time Watps, p.174.

ص 54 «أحد أكثر الوثائق علماً بالغييب في تاريخ الفيزياء وعلم الفلك»:

Thorne, Black Holes and Time Watps, p. 174.

ص 54 «لم يفهم قوانين الفيزياء»:

Thorne, Black Holes and Time Watps, p. 175.

ص 55 لن يشد انتباهاً جدياً لأربعة عقود تقريباً:

Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 18;

ص 55 نحو ستة آلاف نجم مرئية للعين المجردة:

Harrison, Darkness at Night, p. 3.

ص 57 في عام 1987 انطلق سول بيرلمتر للعثور على مزيد من مناهج البحث عنها:

BBC Horizon documentary, 'From Here to Infinity', transcript of programme first broadcast 28 Feb. 1999.

ص 58 «إن أخبار حدث كهذا تسافر بسرعة الضوء، وكذلك الدمار»:

interview with John Thorstensen, Hanover, NH, 5 Dec. 2001.

ص 59 فقط ستاً من المرات في التاريخ المدون كان المستشعر الفائق (السوبرنوفيا) قريباً بما يكفي كي يكون مرئياً للعين المجردة:

Note from Evans, 3 Dec. 2002.

ص 60 «عالم كون ومجادل»:

Nature, 'Fred Hoyle (1915-2001)', 17 Sept. 2001, p. 270.

ص 60 طور البشر أنوفاً ناتئة كطريقة لمنع البكتيريا الكونية من الدخول فيها:

Gribbin and Chermas, The First Chimpanzee, p. 190.

ص 60 باستمرار يخلق المادة فيما هو يتقدم:

Rees, Just Six Numbers, p. 75.

ص 61 في 200 مليون عام فقط، وربما أقل:

Stevens, The Change in the Weather, p. 6.

ص 62 معظم المادة القمرية - كما يُعتقد - جاءت من قشرة الأرض، وليس من لبها:

New Scientist supplement, 'Firebirth', 7 Aug. 1999, n.p.

ص 62 في الحقيقة اقترحت في البداية في الأربعينيات من قبل رجينالد دالي من هارفارد:

Powell, Night Comes to the Cretaceous, p.38.

ص 62 يمكن أن تتجمد الأرض بشكل مستمر:

Drury, Stepping Stones, p. 144.

الفصل الرابع: قياس الأشياء

ص 67 في مجرى مهنة طويلة ومنتجة: Sagan, Comet, p. 52.

ص 67 «منحنى محدد ودقيق جداً»: Feynman, Six Easy Pieces, p. 90.

ص 69 هوك... زعم أنه حل المشكلة: Gjertsen, The Classics of Science, p. 219.

ص 68 وحكها دائرياً «بين عيني والعظم»:

quoted by Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p.106.

ص 68 ثم لم يخبر أحداً عنها مدة 27 سنة: Durant, The Age of Louis .xIV, p. 538.

ص 70 حتى عالم الرياضيات الألماني العظيم جوتفريد فون لايبنتز:

Durant, The Age of Louis .xIV, p. 546.

ص 70 «أحد أقل الكتب توافراً»: Cropper, Great Physicists, p. 31.

ص 70 متناسب مع كتلة كل منها ويتنوع بشكل معكوس كمرجع المسافة بينهما:

Feynman, Six Easy Pieces, p. 69.

ص 72 وكما درجت العادة لدى نيوتن لم يسهم بأي شيء:

Calder, *The Comet Is Coming!*, p. 39.

71 دُفع له بدلاً من ذلك نسخ من كتاب تاريخ الأسماك:

Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 36.

ص 73 إلى «مقدار ضئيل»: Wilford, *The Mapmakers*, p.98

ص 74 كانت الأرض أكبر بثلاثة وأربعين كيلومتراً حين قيست من القمة إلى القاع حول القطبين:

Asimov, *Exploring the Earth and the Cosmos*, p. 86.

ص 75 كان غيوم لو جنتيل أقل حظاً:

Ferris, *Coming of Age in the Milky Way*, p. 134.

ص 77 ماسون ودكسون أرسلوا رسالة إلى الجمعية الملكية:

Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 141.

ص 78 «قيل: إنه ولد في منجم للفحم الحجري»:

Dictionary of National Biography, vol. 12, p. 1302.

ص 79 نعرف أنه في عام 1772:

American Heritage, 'Mason and Dixon: Their Line and its Legend',
Feb. 1964, pp. 23-9.

ص 80 من أجل الملاءمة، افترض هتون:

Jungnickel and McCormmach, *Cavendish*, p. 449.

ص 80 لجأ إلى ميتشل؛ كي يأخذ التعليمات من أجل صناعة التلسكوبات:

Calder, *The Comet Is Coming!*, p. 71.

ص 81 «إلى درجة تتأخم المرض»:

Jungnickel and McConnmach, Cavendish, p. 306.

ص 81 «يتحدث كأنما في فراغ»:

Jungnickel and McConnmach, Cavendish, p. 305.

ص 82 أشار أيضاً إلى «عمل كيلفن وج. إتش. دارون حول التأثير الاحتكاكي للمد والجزر»:

Crowther, Scientists of the Industrial Revolution, pp. 214-15.

ص 83 في قلب الآلة كان هناك كرتان من الرصاص تزنان 350 رطلاً:

Dictionary of National Biography, vol. 3, p.1261.

ص 84 ستة بلايين ترليون طن متري:

Economist, 'G Whiz', 6 May 2000, p. 82.

الفصل الخامس: كسّارو الأحجار

ص 85 كان هتون بحسب كل الروايات رجلاً بذكاء حاد وحيويًا في المحادثة:

Dictionary of National Biography, vol. 10, pp.354-6.

ص 85 «لا يتمتع بموهبة لغوية»:

Dean, James Hutton and the History of Geology, p. 18.

ص 86 صار عضواً بارزاً في جمعية دعيت أويستر كلب:

McPhee, Basin and Range, p. 99.

ص 88 اقتباسات من مصادر فرنسية، لا تزال في الأصل الفرنسي:

Gould, Time's A"ow, p. 66.

ص 88 مجلد آخر لم يكن مثيراً لم يُنشر حتى عام 1899:

Oldroyd, Thinking About the Earth, pp. 96-7.

ص 88 حتى تشارلز ليل... لم يستطع قبولها:

Schneer (ed.), Toward a History of Geology, p. 128.

ص 88 في شتاء 1807:

Geological Society papers, A Brief History of the Geological Society of London.

ص 89 كان الأعضاء يجتمعون مرتين في الشهر من تشرين الثاني حتى حزيران:

Rudwick, The Great Devonian Controversy,

ص 89 كما سلّم مرة داعم لمرتشيون:

Trinkaus and Shipman, The Neandertals, p. 28.

ص 90 في عام 1794 مؤامرة تبدو جنوبية قليلاً:

Cadbury, Tem'ble Lizard, p. 39.

ص 90 عُرف منذ ذلك الوقت باسم مرض باركنسون:

Dictionary of National Biography, vol. 15, pp. 314-15.

ص 91 لأن أمه أفتعت أن الأسكتلنديين كانوا سكارى طائشين:

Trinkaus and Shipman, The Neandertals, p.26.

ص 91 مرة وجدت السيدة بكلاند نفسها وقد استيقظت مهتزة:

Annan, The Dons, p. 27.

ص 92 خصوصيته الأخرى الضئيلة:

Trinkaus and Shipman, The Neandertals, p. 30.

ص 93 غالباً حين يشرّد مفكراً:

Desmond and Moore, Danvin, p. 202.

ص 93 ولكن كان ليل هو الذي قرأه معظم الناس:

Schneer (ed.), Toward a History of Geology, p. 139.

ص 93 «ودعا إلى رزمة جديدة»: Clark, The Huxleys, p.48.

ص 93 «لم يكن هناك دوغما أبداً حُسبت أكثر من هذا لتشجيع الكسل»:

quoted in Gould, Dinosaur in a Haystack, p.167.

ص 93 فشل أن يشرح كيف تشكلت سلاسل الجبال:

Hallam, Great Geological Controversies, p. 135.

ص 93 «تبريد الكرة الأرضية»: Gould, Ever since Danvin, p. 151.

ص 93 رفض فكرة أن الحيوانات والنباتات عانت من عمليات إبادة مفاجئة:

Stanley, Extinction, p. 5.

ص 94 «رأها بشكل جزئي بعينيه»:

quoted in Schneer (ed.), Toward a History of Geology, p. 288.

ص 94 «دي لا بيش كلب قدر»:

quoted in Rudwick, The Great Devonian Controversy, p. 194.

ص 95 باسم متغطرس هو (ج.ج. دي أوماليوس دي هالوي):

McPhee, In Suspect Teffain, p. 190.

ص 95 نوى ليل بالأصل أن يستخدم «متزامن» للواحقه:

Gjertsen, The Classics of Science, p.305.

ص 96 عدد هذه «عشرات الدزينات»:

McPhee, In Suspect Te'ain, p. 50.

ص 97 تُقسم الصخور إلى وحدات مستقلة تماماً:

Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 200.

ص 97 «لقد رأيت رجالاً ناضجين يتوهجون من الغضب»:

Fortey, Trilobite!, p. 238.

ص 97 حين تأمل بكلاندا: Cadbury, Terrible Lizard, p. 149.

ص 97 المحاولة الأولى الأكثر شهرة: Gould, Eight Little Piggies, p. 185.

ص 98 «قبل معظم الناس المفكرين فكرة أن الأرض كانت فتية»:

cited in Gould, Time's Arrow, p. 114.

ص 98 «لا يوجد عالم جيولوجيا من أي جنسية نُظر إلى عمله بجدية»:

Rudwick, The Great Devonian Controversy, p. 42.

ص 98 حتى المؤرّر بكلاندا: Cadbury, Terrible Lizard, p. 192.

ص 99 في مكان ما بين 75,000 و168,000 سنة:

Hallam, Great Geological Controversies, p.105 and Ferris, Coming of Age in the Milky Way, pp. 246-7.

ص 99 أعلن دارون أن العمليات الجيولوجية التي أنشأت الوبلد:

Gjertsen, The Classics of Science, p. 335 Cropper, Great Physidsts, p. 78.

ص 100 وكتب (بالإنكليزية والفرنسية) عشرات من الأوراق في الرياضيات البحتة

والتطبيقية تتمتع بأصالة عظيمة، بحيث كان عليه أن ينشرها دون أن يذكر
اسمه: Cropper, Great Physidsts, p. 79.

100 عاد في سن الثانية والعشرين إلى جلاسكو:

Dictionary of National Biography, Supplement 1901-1911. p.508.

الفصل السادس: التنافس العلمي العنيف

ص 103 الذي وصفه في اجتماع للجمعية الفلسفية الأمريكية:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 4.

ص 103 كان سبب هذا الزيد التأكيد الغريب من قبل كونت دي بفون:

Kastner, A Species of Eternity, p. 123.

104 هولندي يُدعى كورنيل دي بو: Kasmer, A Species of Eternity, p. 124

105 كتب كوفيهه ورقة مهمة، ملحوظة عن نوع الفيلة الحية والمستحاثية:

Trinkaus and Shipman, The Neandertals, p. 15.

ص 105 لم يستطع جفرسون تقبل الفكرة بأن كل الأنواع سيسمح لها بالانقراض:

Simpson, Fossils and the History of Life, p. 7.

ص 106 في مساء الخامس من كانون الثاني عام 1796 كان يجلس في نزل متنقل في

سومرست: Harrington, Dance of the Continents, p. 175

ص 107 «إن لماذا وممّ لا يمكن أن تأتي في منطقة ماسح المعادن»:

Lewis, The Dating Game, pp. 17-18.

ص 107 حل كوفيهه تلك المسألة بطريقة ترضيه:

Barber, The Heyday of Natural History, p. 217.

ص 107 في عام 1806 مرت بعثة لويس وكلاارك في تشكّل هيل كريك:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 5.

ص 108 يعتقد بشكل شائع أنها مصدر المعازلة:

Cadbury, Terrible Lizard, p. 3.

ص 108 إن البليصور وحده استغرق معها عشر سنوات من التنقيب الصبور:

Barber, The Heyday of Natural History, p. 127.

ص 109 اقترح الاسم على بكلاند صديقه الدكتور باركنسون:

Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 31.

ص 111 أُجبر في النهاية على بيع معظم مجموعته؛ كي يفي بديونه:

Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 34.

ص 111 حديقة الملاهي الأولى في العالم: Fortey, Life, p. 214.

112 استعار أحياناً الأعضاء وأجزاء أخرى بشكل غير قانوني:

Cadbury, Terrible Lizard, p. 133.

112 مرةً عادت زوجته إلى المنزل، فعثرت على كركدنات نافقة حديثاً تملأ المدخل

الأمامي: Cadbury, Terrible Lizard, p. 200.

ص 112 بعضها لم يكن أكبر من الأرانب:

Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 5.

ص 112 إن الشيء الوحيد الذي لم تكنه بشكل مؤكد هو العضاءات:

Bakker, The Dinosaur Heresies, p. 22.

ص 113 تشكّل الديناصورات لا نظاماً واحداً، بل نظامين من الزواحف:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 33.

ص 113 كان الشخص الوحيد الذي كان معروفاً أن تشارلز دارون يكرهه:

Nature, 'Owen's Parthian shot', 12 July 2001, p. 123.

ص 113 «أشار إلى قسوة فؤاد والده التي تلام»:

Cadbury, Terrible Lizard, p. 321.

ص 113 كان هكسلي يتصفح طبعة جديدة من دليل تشرشل الطبي:

Clark, The Huxleys, p. 45. Cadbury, Terrible Lizard, p.291.

ص 113 «ليس أصيلاً تماماً كما بدا»:

Cadbury, Terrible Lizard, pp. 261-2.

ص 114 صار القوة الدافعة وراء إنشاء متحف التاريخ الطبيعي في لندن:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 30.

ص 114 كانت المتاحف قبل أوين مصممة بشكل رئيس للنخبة:

Thackray and Press, The Natural History Museum, p. 24.

ص 114 اقترح بشكل جذري جداً وضع لصقات عليها معلومات على كل مادة معروضة:

Thackray and Press, The Natural History Museum, p. 98.

ص 117 «تستلقي في كل مكان كزنود الخشب»:

Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 97.

ص 117 نجح في ربحهم عبر نزع فكه بشكل متكرر واستبداله:

Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 100.

ص 117 كانت هذه إهانة لم ينسها أبداً:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 73.

ص 117 زاد عدد أنواع الديناصورات المعروفة في أمريكا من 9 إلى 150 تقريباً:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p.93.

ص 118 تقريباً كل ديناصور يستطيع أن يسميه الإنسان العادي:

Wilford, The Riddle of the Dinosaur, p. 90.

ص 118 نجحوا فيما بينهم في «اكتشاف» نوع يُدعى Uintatheres anceps ليس أقل من 22 مرة:

Psihoyos and Knoebber, Hunting Dinosaurs, p. 16.

ص 118 محتها برحمة قنبلة ألمانية في البليتز:

Cadbury, Terrible Lizard, p. 325.

ص 119 أخذ ولده والتر كثيراً منه إلى نيوزلندة:

Newsletter of the Geological Society of New Zealand, 'Gideon Mantell- The New Zealand Connection', April 1992; New Zealand Geographic, 'Holy Incisors! What a Treasure!' April-June 2000, p. 17.

ص 120 من هنا الاسم:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 151.

ص 120 حسب أن عمر الأرض 89 مليون سنة:

Lewis, The Dating Game, p. 37.

ص 120 هكذا كانت الفوضى:

Hallam, Great Geological Controversies, p. 173.

الفصل السابع: مسائل عناصرية

ص 121 استطاع جعل نفسه لامرئياً: Ball, H₂O, p. 125.

ص 121 أونصة من الفوسفور تباع بسعر 6 جنيهاً:

Durant, Age of Louis .xIV, p. 516

ص 122 ولم يحصل على شرف اكتشاف أي منها:

Strathem, Mendeleev's Dream, p. 193

ص 123 لهذا السبب انتهينا بفرعين من الكيمياء:

Davies, The Fifth Miracle, p. 14.

ص 123 الابنة التي عمرها 14 سنة لأحد رؤسائه:

Brock, The Norton History of Chemistry, p. 92.

ص 124 jour de bonheur:

Gould, Bully for Brontosaurus, p. 366.

ص 124 بمقدرة كهذه في عام 1780 قام لافوازييه ببعض الملاحظات الراضية:

Brock, The Norton History of Chemistry, pp. 95-6.

ص 124 أخفق في اكتشاف واحد:

Strathem, Mendeleev's Dream, p. 239.

ص 126 أخذت بعيداً وتم تذويبها إلى نفاية:

Brock, The Norton History of Chemistry, p. 124.

ص 126 «عمل مثير ممتع جداً»:

Cropper, Great Physidsts, p. 139.

ص 126 مسارح رتبت «أمسيات للغاز الضاحك»:

Hamblyn, The Invention of Clouds, p. 76.

ص 126 ما لحظه براون: Silver, The Ascent of Science, p.201.

ص 127 «فتور في قضية الحرية»:

Dictionary of National Biography, vol. 19, p. 686.

ص 129 قطر 0.00000008 سنتيمتر:

Asimov, The History of Physics, p. 501.

ص 130 فيما بعد، ليس لأي سبب خاص: Ball, H₂O, p. 139

ص 132 «أدق خريطة سبق أن وضعت»:

Krebs, The History and Use of our Earth's Chemical Elements, p.23.

ص 133 «120 أو ما يقارب ذلك» من العناصر المعروفة:

from a review in Nature, 'Mind over Matter?', by Gautum

R.Desiraju, 26 Sept. 2002.

ص 133 «تأملي محض»:

Heiserman, Exploring Chemical Elements and their Compounds, p. 33.

ص 133 سمت ماري كوري النتيجة «النشاط الإشعاعي»:

Bodanis, E = mil, p. 75.

ص 135 لم يقبل أبداً الأرقام المنقحة: Lewis, The Dating Game, p. 55.

ص 136 أبرز بفخر التأثيرات العلاجية «لينايبعها المعدنية الإشعاعية»:

advertisement in Time magazine, 3 Jan. 1927, p.

ص 136 لم تُحظر في المنتجات الاستهلاكية حتى عام 1938:

Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 133.

ص 136 وضعت كتب مخبرها في صناديق مخططة بالرصاص:

Science, 'We Are Made of Stars tuff, 4 May 2001, p. 863.

الفصل الثامن: كون أينشتاين

ص 140 جذبت محاضراته طالباً واحداً أو اثنين في الفصل الدراسي:

Cropper, Great Physidsts, p. 106.

ص 140 مجموعة ورق اللعب: Ebbing, General Chemistry, p. 755.

ص 140 التي أوضحت بشكل مذهل مبادئ الديناميكا الحرارية لكل شيء تقريباً:

Cropper, Great Physidsts, p. 109.

ص 140 ما فعله جيبز، جوهرياً، هو إظهار أن الديناميكا الحرارية لم تطبق ببساطة

على الحرارة والطاقة: Snow, The Physidsts, p. 7.

ص 140 دُعي توازن جيبز «مبادئ الديناميكا الحرارية:

Kevles, The Physidsts, p. 33.

ص 141 جاء إلى الولايات المتحدة مع أسرته رضيعاً وترعرع في معسكر تعدين في

كاليفورنية في مدة الاندفاع نحو الذهب:

Kevles, The Physidsts, pp. 27-8.

ص 142 «تبيّن أن سرعة الضوء هي نفسها في الاتجاهات كلها، وفي كل الفصول»:

Thome, Black Holes and Time Warps, p. 64.

ص 142 «إنها على الأرجح النتيجة السلبية الأكثر شهرة في تاريخ الفيزياء»:

Cropper, Great Physidsts, p. 208.

ص 142 حسب متشلسون نفسه بين أولئك الذين اعتقدوا أن عمل العلم كان يقترب من النهاية:

Nature, 'Physics from the Inside', 12 July 2001, p. 121.

ص 143 منهم ثلاثة، بحسب سي. بي. سنو، «كانوا من بين الأعظم في تاريخ الفيزياء»:
Snow, The Physidsts, p. 101.

ص 144 إن بحثه الأول، عن فيزياء السوائل في شاروفقات الشرب:

Bodanis, $E = mcI$, p. 6.

ص 144 فقط لاكتشاف أن ج. وليارد جيبز المنتج الصامت في كنيكتيكت قام بذلك
Boorse et al., The Atomic Sdentists, p. 142. العمل أيضاً:

ص 144 أحد أهم الأبحاث العلمية التي سبق أن نُشرت:

Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p.193.

ص 143 بدا الأمر وكأن أينشتاين «قد وصل إلى الاستنتاجات عن طريق التأمل
Snow, The Physidsts, p.101. الفكري الصرف، دون مساعدة»:

ص 143 ستحتوي في إطارك المتواضع على ما لا يقل عن 7×10^{18} جول من الطاقة
Thome, Black Holes and Time Warps, p. 172. الكامنة:

ص 146 «آه، ليس هذا ضرورياً»، أجاب. «نادراً ما يكون لدي واحد»:

Nature, 'In the Eye of the Beholder', 21 March 2002, p. 264.

ص 147 «إنه دون شك الإنجاز الفكري الأعلى للإنسانية»:

Boorse et al., The Atomic Sdentists, p.53.

ص 147 بحسب أينشتاين نفسه، كان يجلس على كرسي حين خطرت له مشكلة
Bodanis, $E = mcZ$, p. 204. الجاذبية:

ص 147 نشر بحثاً في أوائل 1917 بعنوان «اعتبارات كونية حول نظرية النسبية العامة»: Guth, The Inflationary Universe, p. 36.

ص 147 «دونها»، كتب سنو عام 1979: Snow, The Physicists, p. 21.

ص 148 لم يكن كروتش عميقاً وأخطأ تقريباً في كل شيء:

Bodanis, E = mcZ, p. 215.

ص 148 «أحاول التفكير من هو الشخص الثالث»:

quoted in Hawking, A Brief History of Time, p. 91; Aczel, God's Equation, p. 146.

ص 148 وكلما أسرع المرء توضّحت التأثيرات:

Guth, The Inflationary Universe, p.37.

ص 149 كرة قاعدة تُرمى بسرعة 160 كيلومتراً في الساعة، سوف تلتقط 0.00000000001 غرام من الكتلة في طريقها إلى الهدف:

Brockman and Matson, How Things Are, p.263.

ص 149 على أي حال، للعودة إلى بودانيس مرة أخرى، جميعنا نصادف بشكل مشترك أنواعاً أخرى من النسبية: Bodanis, E :::: mcZ, p. 83.

150 «الفراش المطلق المرتخي»:

Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 55.

150 «بمعنى ما الجاذبية لا توجد»:

Kaku, 'The Theory of the Universe?' in Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p.161.

Christianson, Edwin Hubble, p. 33. ص 152 في اجتماع تم في الثانوية:

ص 154 عالمة كمبيوتر من هارفارد، آني جمب كانون، استخدمت معرفتها المتكررة بالنجوم؛ كي تبتكر منهجاً لتصنيف النجوم:

Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 258.

ص 154 إنها نجوم كبيرة عبرت «طور تواترها الرئيس»:

Ferguson, Measuring the Universe, pp. 166-7.

ص 154 يمكن استخدامها شموماً عادياً:

Ferguson, Measuring the Universe, p. 166.

ص 155 كان يطور نظريته الرشيمية بأن البقع المظلمة على القمر سببها حشود من الحشرات التي تهاجر فصلياً:

Moore, Fireside Astronomy, p. 63.

ص 155 في عام 1923 أظهر أن نفخة من لعاب الشمس في كوكبة أندروميديا تُعرف باسم إم 31 لم تكن سحابة غازية مطلقاً:

Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 45; Natural History, 'Delusions of Centrality', Dec. 2002-Jan. 2003, pp. 28-32.

ص 155 إن الأعجوبة كما قال ستيفن هوكينغ هي أنه لا أحد اكتشف فكرة توسع الكون من قبل: Hawking, The Universe in a Nutshell, pp. 71-2.

ص 156 في عام 1936 ألف هبل كتاباً مشهوراً بعنوان مملكة السديم:

Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 13.

ص 157 بعد نصف قرن لا يزال مكان أعظم عالم فلك في القرن العشرين مجهولاً: Overbye, Lonely Hearts of the Cosmos, p. 28.

الفصل التاسع: الذرة الجبارة

ص 179 «إن الأشياء جميعها مصنوعة من الذرات»:

Feynman, Six Easy Pieces, p. 4.

ص 179 45 بليون بليون جزيء:

Gribbin, Almost Everyone's Guide to Science, p. 250.

ص 160 بليون لكل منا، كما اقترح:

Davies, The Fifth Miracle, p. 127.

ص 160 إن الذرات نفسها، على أي حال، تتواصل عملياً إلى الأبد:

Rees, Just Six Numbers, p. 96.

ص 160 إذا أردت أن ترى حيواناً أحادي الخلية يسبح في قطرة ماء:

Feynman, Six Easy Pieces, pp. 4-5.

ص 162 «يمكن أن نحاول أيضاً أن ندخل كوكباً جديداً إلى المجموعة الشمسية»:

Boorstin, The Discoverers, p.679.

ص 162 في عام 1826، سافر عالم الكيمياء الفرنسي بي. ج. بيليتيه إلى مانشستر:

Gjertsen, The Classics of Science, p.260.

ص 162 بتيليه مشوش، وتلثم حين شاهد الرجل العظيم:

Holmyard, Makers of Chemistry, p. 222.

ص 162 نظر أربعون ألف شخص إلى الكفن وامتدت الجنازة ميلين:

Dictionary of National Biography, vol. 5, p. 433.

ص 163 بعد أن قدم دالتون اقتراحه بقرن:

Von Baeyer, Taming the Atom, p. 17.

ص 163 قيل: إنه أدى دوراً في انتحار لودفيغ بولتزمان:

Weinberg, The Discovery of Subatomic Particles, p. 104.

ص 163 «هل تزوجت مصارع ثيران؟»:

quoted in Cropper, Great Physicists, p. 259.

ص 163 كان شعوراً سيفهمه رزرفورد:

Cropper, Great Physicists, p. 317.

ص 164 سيتوقف في منتصف الشرح ويخبر الطلاب أن يستنتجوا بأنفسهم:

Wilson, Rutherford, p.174.

ص 164 «بقدر ما يستطيع أن يرى»:

Wilson, Rutherford, p. 208.

ص 164 كان أول من رأى: Wilson, Rutherford, p. 208.

ص 164 «لماذا استخدام المذيع؟»:

quoted in Cropper, Great Physicists, p. 328.

ص 164 «كل يوم أنمو في الحجم وفي العقل»:

Snow, Variety of Men, p. 47.

ص 165 تخلى عنه حين أقنعه زميل أن المذيع لا مستقبل له:

Cropper, Great Physicists, p. 94.

ص 166 اعتقد بعض علماء الفيزياء أن الذرات يمكن أن يكون شكلها مكعباً:

Asimov, The History of Physics, p. 551.

ص 166 إن عدد البروتونات هو الذي يمنح الذرة هويتها الكيماوية:

Guth, The Inflationary Universe, p.90.

ص 166 أضف أو اطرح نيتروناً أو اثنين وتحصل على نظير:

Atkins, The Periodic Kingdom, p. 106.

ص 167 فقط جزء من مليون من بليون من الحجم الكلي للذرة:

Gribbin, Almost Everyone's Guide to Science, p.35.

ص 167 ولكن ذبابة أثقل بآلاف المرات من كاتدرائية:

Cropper, Great Physicists, p. 245.

ص 167 «يستطيعون، كالمجرات، أن يمروا عبر بعضهم دون أذى، فيريس،:

Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p.288.

ص 168 «لأن السلوك الذري لا يشبه التجربة العادية»:

Feynman, Six Easy Pieces, p. 117.

ص 169 كان التأخر في الاكتشاف شيئاً جيداً جداً على الأرجح:

Boorse et al., The Atomic Scientists, p. 338.

ص 170 «لا أعرف حتى ما هو المنبت»: Cropper, Great Physicists, p. 269

ص 170 ليست هذه مسألة الحاجة إلى أدوات أكثر دقة:

Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p.288.

ص 171 إلى أن تمت ملاحظة أن الإلكترون يجب أن يُنظر إليه على أنه «في كل مكان وليس في أي مكان في آن واحد»:

David H. Freedman, 'Quantum Liaisons', in Shore (ed.), Mysteries of Life and the Universe, p. 137.

ص 171 «إن الشخص الذي لا يغضب لدى سماعه أول مرة عن النظرية الكوانتية لم يفهم ما الذي قيل»:

Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 109.

ص 171 «لا تحاول»: Yon Baeyer, *Taming the Atom*, p. 43.

ص 171 إن السحابة نفسها هي جوهرياً منطقة احتمال إحصائي:

Ebbing, *General Chemistry*, p. 295.

ص 171 «منطقة من الكون أدمغتنا غير مهيأة لفهمها»:

Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 62.

ص 171 «لا تتصرف الأمور على ميزان صغير بأي طريقة كالأشياء على ميزان كبير»:

Feynman, *Six Easy Pieces*, p. 33.

ص 171 حيث المادة تستطيع أن تخرج إلى الوجود من العدم:

Alan Lightman, 'First Birth', in Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p. 13.

ص 172 يبدو الأمر كأنه لديك كرتا بليارد:

Lawrence Joseph, 'Is Science Common Sense?' in Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, pp. 42-3.

ص 172 تم إثبات الظاهرة بشكل لافت عام 1997:

Christian Science Monitor, 'Spooky Action at a Distance', 4 Oct. 2001.

ص 172 لا يستطيع المرء «التنبؤ بالأحداث المستقبلية بدقة»:

Hawking, *A Brief History of Time*, p. 61.

ص 173 عالج العلماء هذه المشكلة... «عبر عدم التفكير فيها»:

David H. Freedman, 'Quantum Liaisons', in Shore (ed.), *Mysteries of Life and the Universe*, p.141.

ص 173 القوة النووية الضعيفة... هي أقوى بعشرة بلايين بليون مرة من الجاذبية:

Ferris, *The Whole Shebang*, p. 297.

ص 173 إن قبضة القوة القوية لا تصل إلا إلى نحو واحد بالمئة من الآلاف من قطر الذرة: Asimov, *Atom*, p. 258.

ص 173 «كرس بقية حياته»: Snow, *The Physicists*, p. 89.

الفصل العاشر: التخلص من الرصاص

ص 174 إن من بين الأعراض الكثيرة المرتبطة بالتعرض المفرط هي العمى والأرق والفشل الكلوي والطرش والسرطان:

McGrayne, *Prometheans in the LAb*, p. 88.

ص 174 «لقد فقد هؤلاء الرجال عقولهم على الأرجح؛ لأنهم عملوا بجد»:

McGrayne, *Prometheans in the LAb*, p.92.

ص 175 إن تسرباً واحداً من براد في مستشفى في كليفلاند، أوهايو، في عام 1929 قتل أكثر من مئة شخص:

McGrayne, *Prometheans in the LAb*, p. 92.

ص 176 إن كيلو غراماً واحداً من CFCs يمكن أن يدمر سبعين ألف كيلوغرام من أوزون الغلاف الجوي:

Biddle, *A Field Guide to the Invisible*, p. 62.

ص 177 إن جزيئاً من CFC هو أكثر فاعلية بعشرة آلاف مرة في مفاقمة ظاهرة الاحتباس الحراري من جزيء من ثاني أكسيد الكربون:

Sdence, 'The Ascent of Atmospheric Sciences', 13 Oct. 2000, p. 299.

ص 178 كان موته غير عادي على نحو لا يُنسى:

Nature, 27 Sept. 2001., p. 364.

ص 178 حتى هذا الوقت، إن التواريخ الأقدم الموثوقة تعود ليس إلى أكثر من السلالة الأولى في مصر:

Willard Libby, 'Radiocarbon Dating', from Nobel Lecture, 12 Dec. 1960.

ص 178 بعد ثماني أنصاف حياة، فقط 0.39 من الكربون المشع يبقى:

Gribbin and Gribbin, Ice Age, p. 58.

ص 180 «إن كل تاريخ بالكربون خام تقرؤه اليوم قدم بأنه أصغر بنسبة 3%»:

Flannery, The Eternal Frontier, p. 174.

ص 181 الجدل الذي استمر طويلاً حول إن كان منشأ السفلس هو العالم الجديد أو القديم:

Sdence, 'Can Genes Solve the Syphilis Mystery?', 11 May 2001, p. 109.

ص 182 لسوء الحظ، قابل الآن عائقاً آخر قوياً في وجه القبول:

Lewis, The Dating Game, p.204.

ص 182 هذا ما قاده في النهاية إلى إنشاء مختبر معقم:

Powell, Mysteries of Terra Firma, p. 58.

ص 183 «رقم يظل دون تغيير 50 عاماً آخر»:

McGrayne, *Prometheans in the LAb*, p. 173.

ص 183 في دراسة كهذه، إن طبيباً غير متخصص في علم الأمراض الكيميائي:

McGrayne, *Prometheans in the LAb*, p. 94.

ص 183 يبدو أن 90% منه يأتي من عوادم السيارات:

Nation, 'The Secret History of Lead', 20 March 2000.

ص 184 صارت الفكرة أساس دراسات اللب الجليدي، واستند إليها كثير من العمل

Powell, *Mysteries of Terra Firma*, p. 60. المناخي الحديث:

ص 184 يُزعم أن المديرين التنفيذيين لإيثيل عرضوا أن يقدموا كرسيّاً في كالتيك
«إذا تراجع باترسون»:

Nation, 'The Secret History of Lead', 20 March 2000.

ص 184 على الفور تراجع مستوى الرصاص في دم الأمريكيين بنسبة 80%:

McGrayne, *Prometheans in the LAb*, p. 169.

ص 184 إن الأمريكيين الأحياء اليوم، كل منهم يوجد في دمه من الرصاص أكثر بـ 625

مرة مما كان في دم الناس منذ قرن: Nation, 20 March 2000.

ص 185 إن كمية الرصاص في الجو تواصل النمو أيضاً، بشكل قانوني، ولكن نحو مئة
ألف طن في العام:

Green, *Water, Ice and Stone*, p. 258.

ص 185 «بعد كل أوروبية بـ 44 سنة»:

McGrayne, *Prometheans in the LAb*, p. 191.

ص 185 واصل الجدل بأن «البحث أخفق في إظهار أن الغازولين المرصص يهدد الصحة البشرية»:

Biddle, A Field Guide to the Invisible, pp. 110-11.

ص 185 والأسوأ، لا نزال نُدخل كميات كبيرة من CFCs إلى الجو كل عام:

Biddle, A Field Guide to the Invisible, p.63.

ص 186 صدر كتابان مشهوران أخيراً عن تاريخ تحديد عمر الأرض كتبها اسمه خطأ:

The books are *Mysteries of Tma Pinna* and *The Dating Game*, both of which make his name 'Claire'. (Since this note first appeared, I have received a rather severe rebuke from the author of the latter book, Cherry Lewis, informing me that her choice of spelling was intentional and arose from correspondence she had had with Patterson's widow. Except for the other cited book, Lewis's choice of spelling accords with no other published sources I can find, including Patterson's many obituaries in leading journals -which were, after all, literally the last word on the man and his name. Nonetheless I am happy to accept that Ms Lewis's variant spelling of Patterson's name was done intentionally and I unreservedly apologize to her for any dismay caused).

ص 186 قام بالخطأ أيضاً والفاضح، معتقداً أن باترسون امرأة:

Nature, 'The Rocky Road to Dating the Earth', 4 Jan. 2001, p. 20.

الفصل الحادي عشر: كواركات مستر مارك

ص 187 في عام 1911، عالم بريطاني يدعى سي. تي. ر. ولسون:

Cropper, *Great Physicists*, p. 325.

ص 188 «لو استطعت تذكر أسماء تلك الجزيئات لكنت عالم نبات»:

quoted in Cropper, Great Physicists, p. 403.

ص 188 يمكن القيام بـ 47,000 دورة في نفق طوله 7 كيلومترات في أقل من ثانية:

Discover, 'Gluons', July 2000, p. 68.

ص 189 في 1998 أفاد الراصدون اليابانيون أن النيوترون له كتلة:

Economist, 'Heavy Stuff', 13 June 1998 p. 82; National

Geographic, 'Unveiling the Universe', Oct. 1999, p. 36.

ص 189 تحطيم الذرات... سهل:

Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p.48.

ص 189 إن صادم الهادرون الضخم لـ سي إي آر إن سينجز 14 ترليون فولت من الطاقة:

Economist, 'Cause for concern CERN', 28 Oct. 2000, p.75.

ص 190 «تنتشر في محيطه سلسلة من البلدات الصغيرة الخائبة الأمل»:

letter from Jeff Guinn.

ص 190 إن مرصد نيوترون مقترح في منجم هومستيك القديم في ليد، ساوث داكوتا:

Science, 'U.S. Researchers Go for Scientific Gold Mine', 15 June 2001, p. 1979.

ص 190 مسرّع جسيمات في مخبر فيرمي في إيلينوي... الكلفة 260 مليون دولار:

Science, 8 Feb. 2002, p. 942.

ص 190 إن عدد الجزيئات اليوم هو فوق 150:

Guth, The Inflationary Universe, p. 120; Feynman, Six Easy Pieces, p.39.

ص 190 يعتقد بعض الناس أن هناك جزيئات تُدعى التاكيونات:

Nature, 27 Sept. 2001, p. 354.

ص 190 «التي هي في ذاتها أكوان في المستوى اللاحق، وهكذا إلى الأبد»:

Sagan, Cosmos, pp. 265-6.

191 «إن البايونات المشحونة والبايونات المضادة تتآكلان على التعاقب»:

Weinberg, The Discovery of Subatomic Particles, p. 163.

191 «لاستعادة بعض الاقتصاد إلى حشد الهادرونات»:

Weinberg, The Discovery of Subatomic Particles, p.165.

ص 191 أراد أن يدعو هذه الجزيئات الأساسية الجديدة البارتونات:

von Baeyer, Taming the Atom, p. 17.

ص 191 وأخيراً بزغ من كل هذا ما دعي النموذج العادي:

Economist, 'New realities?', 7 Oct. 2000, p. 95; Nature,

'The Mass Question', 28 Feb. 2002, pp.969-70.

ص 192 إن البوزونات هي جسيمات تنتج القوى وتحملها:

Scientific American, 'Uncovering Supersymmetry', July 2002, p. 74.

ص 192 «لديه كثير من البارامترات الاعتبارية»:

quoted on the PHS video Creation of the Universe, 1985; also

quoted, with slightly different numbers, in Ferris, Coming of

Age in the Milky Way, pp. 298-9.

ص 192 بوزون هيجز النظري:

CERN website document 'The Mass Mystery', undated.

p. 212 'So we are stuck with a theory': Feynman, Six Easy Pieces, p. 39.

ص 193 يسلم هذا أن كل تلك الأشياء الصغيرة مثل الكواركات:

Science News, 22 Sept. 2001, p. 185.

ص 193 صغير بما يكفي للمرور كجزيئات نقطة:

Weinberg, Dreams of a Pinal Theory, p. 168.

ص 193 «يتألف الخيط heterotic من خيط مغلق له نمطان من التذبذبات»:

Kaku, Hyperspace, p. 158.

ص 193 إن نظرية الخيط؛ ولدت شيئاً آخر يُدعى نظرية إم:

Scientific American, 'The Universe's Unseen Dimensions', Aug.

ص 194 «تبدأ ekpyrotic process بعيداً في الماضي غير المحدد»:

New York Times, 'Before the Big Bang, There Was ...What?', 22 May 2001, p. F1.

ص 194 جاءت الفكرة بشكل ممتع إلى رأس:

New York Times website, 'Are They a) Geniuses or b) Jokers?; French Physicists' Cosmic Theory Creates a Big Bang of Its Own', 9 Nov. 2002; Economist, 'Publish and Perish', 16 Nov. 2002, p. 75.

ص 194 كارل بوير... اقترح مرة أنه يمكن ألا يكون هناك في الواقع نظرية نهائية: Weinberg, Dreams of a Pinal Theory, p. 184.

ص 194 «لا يبدو أننا نقترّب من نهاية مصادرنا الفكرية»:

Weinberg, *Dreams of a Pinal Theory*, p.187.

ص 195 حسب هبل أن عمر الكون بليوناً عام:

US News and World Report, 'How Old Is the Universe?', 25 Aug. 1997, p. 34.

ص 195 عمر جديد للكون بين سبعة بلايين وعشرين بليون عام:

Trefil, *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*, p. 91.

ص 196 في الأعوام التي تلت نشأً جدل استمر طويلاً:

Overbye, *Lonely Hearts of the Cosmos*, p. 268.

ص 196 في شباط 2003، فريق من ناسا:

New York Times, 'Cosmos Sits for Early Portrait, Gives up Secrets', 12 Feb. 2003, p. 1.

ص 196، «بني جبل من النظريات على كومة خلد من الأدلة»:

Economist, 'Queerer than we can suppose', 5 Jan. 2002, p. 58.

ص 197 «يمكن أن يعكس ندرة المعطيات وليس امتياز النظرية»:

National Geographic, 'Unveiling the Universe', Oct. 1999, p. 25.

ص 197 ما يعنونه في الواقع: Goldsmith, *The Astronomers*, p.82.

ص 198 «ثلثا الكون لا يزالان مفقودين من بيان الميزانية»:

Economist, 'Dark for Dark Business', 5 Jan. 2002, p. 51.

ص 198 إن النظرية هي أن الفضاء الفارغ غير فارغ مطلقاً:

PBS Nova, 'Runaway Universe', transcript of programme first broadcast 21 Nov. 2000.

ص 198 إن الشيء الوحيد الذي يحل كل هذا هو ثابت أينشتاين الكوني:

Economist, 'Dark for Dark Business', 5 Jan. 2002, p. 51.

الفصل الثاني عشر: الأرض تتحرك

ص 199 في نبذة دعت القارئ للانضمام إليه في ابتسامه تسامح:

Hapgood, Earth's Shifting Crust, p.29.

ص 201 وضعوا «جسوراً أرضية» قديمة أينما كانت هناك حاجة إليها:

Simpson, Fossils and the History of Life, p. 98.

ص 201 حتى الجسور الأرضية لم تستطع شرح بعض الأمور:

Gould, Ever since DanlJin, p. 163.

ص 202 ملأى «بكثير من الصعوبات النظرية الجديدة»:

Encylopaedia Britannica, vol. 6, p. 418.

ص 202 اغتاض أحد المراجعين مرة... أن الطلاب يمكن أن يصدقوهم:

Lewis, The Dating Game, p.182.

ث 202 نحو نصف الحاضرين الآن اعتنقوا فكرة الانجراف القاري:

Hapgood, Earth's Shifting Crust, p. 31.

ص 203 «أشعر أن الفرضية فنتازية»:

Powell, Mysteries of Te"ra Finna, p. 147.

ص 203 من المثير أن علماء جيولوجيا شركات النفط عرفوا ذلك طيلة سنوات:

McPhee, Basin and Range, p. 175.

ص 204 على متن قاربه كان هناك مسبار أعماق جديد يدعى مسبار الأعماق:

McPhee, Basin and Range, p. 187.

ص 206 جبال بحرية دعاها الموائد البحرية على اسم عالم جيولوجيا في برنستون:

Harrington, Dance of the Continents, p.208.

ص 206 «ربما أهم بحث في علوم الأرض رفض نشره»:

Powell, Mysteries of Te”a Finna, pp. 131-2.

ص 207 حتى السبعينيات:

Powell, Mysteries of Te”a Finna, p. 141.

ص 207 لا يزال عالم جيولوجيا أميركي واحد من بين كل ثمانية لا يؤمن بالألواح

التكتونية: McPhee, Basin and Range, p. 198.

ص 207 اليوم نعرف أن سطح الأرض مصنوع مما بين ثمانية إلى اثني عشر لوحاً

كبيراً: Simpson, Fossils and the History of Life, p. 113.

ص 208 اكتُشف أن الروابط أكثر تعقيداً بشكل لانهائي مما تخيل أي شخص:

McPhee, Assembling California, pp. 202-8.

ص 208 بسرعة نموّ ظفر:

Vogel, Naked Earth, p. 19.

ص 208 عشر 1% من تاريخ الأرض:

Margulis and Sagan, Microcosmos, p. 44.

ص 208 اعتقد أن الألواح التكتونية جزء مهم من وجود الأرض العضوي:

Trefil, *Met/itations at 10,000 Feet*, p. 181.

ص 209 مقترحاً أنه يمكن أن تكون هناك علاقة بين تاريخ الصخور وتاريخ الحياة:

Science, 'Inconstant Ancient Seas and Life's Path', 8 Nov. 2002, p. 1165.

الفصل الثالث عشر: الانفجار!

ص 215 في عام 1912 كان هناك رجل يحضر بئراً من أجل تزويد البلدة بالماء، أفاد أنه أخرج كثيراً من الصخور المشوهة على نحو غريب:

Raymond R. Anderson, Geological Society of America GSA Special Paper 302, 'The Manson Impact Structure: A Late Cretaceous Meteor Crater in the Iowa Subsurface', Spring 1996.

ص 216 في الواقع ظهرت البلدة كلها:

Des Moines Register, 30 June 1979.

ص 216 «في كثير من الأحيان يأتي أشخاص ويسألون أين يجب أن يذهبوا كي يروا الحفرة»: 5:

Interview with Schlapkohl, Manson, Iowa, 18 June 2001.

ص 217 المحقق الرئيس الأول، جي.كي. جلبرت من جامعة كولومبيا:

Lewis, *Rain of Iron and Ice*, p. 38.

ص 217 قام جلبرت بهذه التجارب ليس في مخبر في كولومبيا، ولكن في غرفة فندق:

Powell. *Night Comes to the Cretaceous*, p. 37.

ص 218 «في الوقت الذي بدأنا فيه كان قد تم اكتشاف أكثر اثني عشر بقليل من هذه الأمور:

trans- cript from BBC Horizon documentary, 'New Asteroid Danger', p. 4; program first transmitted 18 March 1999.

ص 219 دعاها النيازك الكلمة اللاتينية التي تعبر عن شبيه النجم:

Science News, 'A Rocky Bicentennial', 28 July 2001, pp.61-3.

ص 219 تم رصده أخيراً في عام 2000 بعد أن فُقد لـ 89 سنة:

Ferris, Seeing in the Dark, p.150.

ص 219 في تموز 2001، تم تسمية وتحديد 26,000 نيزك:

Science News, 'A Rocky Bicentennial', 28 July 2001, pp. 61-3.

ص 220 نطلق إليه بسرعة أكثر من مئة ألف كيلومتر في الساعة:

Ferris, Seeing in the Dark, p. 147.

ص 220 «قادرة كلها على الاصطدام بالأرض وتتحرك كلها في مسارات مختلفة في السماء بسرعات متنوعة»:

transcript from BBC Horizon documentary 'New Asteroid Danger', p. 5; first transmitted 18 March 1999.

ص 220 تحدث هذه الأخطار القريبة على الأرجح مرتين أو ثلاث مرات في الأسبوع، ولا تُلاحظ:

New Yorker, 'Is This the End?', 27 Jan. 1997, pp. 44-52.

ص 222 في كل عام تراكم الأرض نحو 30,000 طن من «الأجسام الكونية الكروية الصغيرة»: Vernon, Beneath our Feet, p.191.

ص 223 «حسناً، كانت ساحرة جداً، ومقنعة جداً»:

telephone interview with Asaro, 10 March 2002.

ص 223 عالم فيزياء فلكية من جامعة نورثويسترن يدعى رالف ب. بالدوين اقترح احتمالاً كهذا في مقال نُشر في مجلة بوبيولار أسترونومي:

Powell, *Mysteries of Te'a Firma*, p. 184.

ص 224 في عام 1956 بروفيسور من جامعة أوريغون ستيت يدعى م. دبليو. لوينفيلز:

Peebles, *Asteroids: A History*, p. 170.

ص 225 يمكن أن يكون سبب حدث أولي يعرف باسم انقراض فراسنيان Frasnian:

Lewis, *Rain of Iron and Ice*, p.107.

ص 225 «كانوا مثل جامعي الطوايح»:

quoted by Officer and Page, *Tales of the Earth*, p. 142.

ص 225 حتى حين يسلم في مقابلة صحفية أنه ليس لديه دليل فعلي عليه:

Boston Globe, 'Dinosaur Extinction Theory Backed', 16 Dec. 1985.

ص 225 واصل الاعتقاد أن انقراض الديناصورات لم يكن له أي علاقة مع اصطدام نيزكي:

Peebles, *Asteroids: A History*, p. 175.

ص 226 إن جزءاً كبيراً من العمل الذي تقوم به هو تقويم خطط إدارة السماد:

Iowa Department of Natural Resources Publication, *Iowa Geology* 1999, Number 24.

ص 227 «فجأة كنا في مركز الأشياء»:

inter- view with Anderson and Witzke, Iowa City, 15 June 2001.

ص 228 جاءت إحدى تلك اللحظات في اللقاء السنوي لاتحاد الجيوفيزياء الأميركي في 1985:

Boston Globe, 'Dinosaur Extinction Theory Backed', 16 Dec.1985.

ص 228 عشر على التشكّل بيمكس، شركة النفط التي من نيومكسيكو، في 1952:

Peebles, Asteroids: A History, pp. 177-8; Washington Post, 'Incoming', 19 April 1998.

ص 228 «أتذكر أنه كانت لدي بعض الشكوك الأولية القوية في فاعلية حدث كهذا»:

Gould, Dinosaur in a Haystack, p. 162.

ص 228 «سيبتلع المشتري هذه النيازك دون أن يتجشأ»:

quoted by Peebles, Asteroids: A History, p.196.

ص 228 ضرب جزء واحد عرف باسم النواة ج، بقوة نحو ستة ملايين ميغاطن:

Peebles, Asteroids: A History, p. 202.

ص 229 قُتل شومكر على الفور، جُرحت زوجته:

Peebles, Asteroids: A History, p. 204.

ص 231 تقريباً كل ما هو منتصب سيُسط، وكل ما هو حي سيهلك:

Anderson, Iowa Department of Natural Resources, Iowa Geology 1999, 'Iowa's Mansion Impact Structure.

ص 231 إن الهرب سيُعني «اختيار موت بطيء بدلاً من موت سريع»:

Lewis, Rain of Iron and Ice, p. 209.

ص 231 حلل نظائر الهليوم من ترسبات تركها اصطدام كي تي، واستنتج أنه أثر على مناخ الأرض لعشرة آلاف سنة:

Arizona Republic, 'Impact Theory Gains New Supporters', 3 March 2001.

ص 231 توم جهرلز... يعتقد أنه حتى تحذير قبل سنة لن يكون كافياً على الأرجح:

New York Times magazine, 'The Asteroids Are Coming! The Asteroids Are Coming!', 28 July 1996, pp. 17-19.

ص 231 شومكر ليفي 9 كان يدور حول المشتري في طريقة واضحة منذ 1929 ولكن
مرّ نصف قرن قبل أن يلحظ أحد ذلك:

Ferris, Seeing in the Dark, p. 168.

الفصل الرابع عشر: النار في الباطن

ص 236 «كان مكاناً غير مناسب للبحث عن العظام»:

interview with Mike Voorhies, Ashfall Fossil Beds State Park,
Nebraska, 13 June 2001.

ص 236 اعتقدوا في البداية أن الحيوانات دفنت حية:

National Geographic, 'Ancient Ashfall Creates Pompeii of Prehistoric Animals', Jan. 1981, Six Easy Pieces, p. 60.

ص 238 المسافة من سطح الأرض إلى الوسط هي 6,370 كيلومتر:

Williams and Montaigne, Suwiving Galeras, p. 78.

ص 239 شخص رزين، لم يشر أبداً إلى الميزان باسمه:

Ozima, The Earth, p. 49.

ص 240 مات ستون ألف شخص:

Officer and Page, Tales of the Earth, p. 52.

ص 241 «المدينة تنتظر الموت»:

McGuire, A Guide to the End of the World, p. 21.

ص 241 إن الكلفة الاقتصادية المحتملة هي 7 ترليونات دولار:

McGuire, A Guide to the End of the World, p. 130.

ص 242 «أوقع مصطبة مبنية حول بناء الكابيتول»:

Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 158.

ص 242 صار المشروع معروفاً، بشكل محتم، باسم الموهول:

Vogel, Naked Earth, p. 37.

ص 242 «كمحاولة حفر حفرة... مستخدمين المعكرونة»:

Valley News, 'Drilling the Ocean Floor for Earth's Deep Secrets',
21 August 1995.

ص 243 تمثل قشرة الأرض 0.3% فقط من حجم الكوكب:

Schopf, Cradle of Life, p. 73.

ص 244 نعرف القليل جداً عن الدثار مما صار يُعرف باسم أنابيب kimberlite:

McPhee, In Suspect Terrain, pp. 16-18.

ص 244 العلماء متفقون عامةً:

Scientific American, 'Sculpting the Earth from Inside Out', March

2001, pp. 4()-7, and New Scientist, 'Journey to the Centre of the Earth', supplement, 14 Oct. 2000, p. 1.

ص 245 بكل قوانين الجيوفيزياء:

Earth, 'Mystery in the High Sierra', June 1996, p. 16.

ص 245 الصخور لزجة... كالزجاج: Vogel, Naked Earth, p. 31.

ص 245 الحركات لا تحدث بالمعنى الحر في فقط:

Science, 'Much About Motion in the Mande', 1 Feb. 2002, p.982.

ص 246 اقترح كاهن إنكليزي يدعى أوزموند فيشر ببصيرة:

Tudge, The Time Before History, p. 43.

ص 246 «هناك مجموعتان من المعطيات، من نظامين مختلفين»:

Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 146.

ص 246 نحو 82% من حجم الأرض و65% من كتلتها:

Nature, 'The Earth's Mande', 2 Aug. 2001, pp. 501-6.

ص 247 تلك التي وُجِدَت على الأسطح تبلغ أكثر من ثلاثة ملايين عام:

Drury, Stepping Stones, p. 50.

ص 247 كانت في أثناء عصر الديناصورات أقوى مما هي الآن بثلاث مرات:

New Scientist, 'Dynamo Support', 10 March 2001, p. 27.

ص 247 «أعظم سؤال لم يُجب عنه في العلوم الجيولوجية»:

Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 150.

ص 248 «نادراً ما يذهب علماء الجيولوجيا والجيوفيزياء إلى الاجتماعات نفسها»:

Vogel, Naked Earth, p. 139.

ص 248 بنى علماء الزلازل بعزم استنتاجاتهم على سلوك البراكين في هاواي:

Fisher et al., Volcanoes, p. 24.

ص 249 كان أكبر انزلاق في التاريخ البشري:

Thompson, Volcano Cowboys, p. 118.

ص 249 بقوة تعادل قوة خمس مئة قنبلة ذرية بحجم قنبلة هيروشيما:

p. 275 'only shake my head in wonder': Williams and Montaigne,
Suwiving Caleras, p. 151.

ص 250 أبلغ أن طائفة... رُجمت بالصخور»:

Thompson, Volcano Cowboys, p. 123.

ص 251 مع ذلك لا يوجد إجراءات طوارئ خاصة بالزلازل في ياكوما:

Fisher et al., Volcanoes, p. 16.

الفصل الخامس عشر: جمال خطر

ص 253 في باريكوتن في المكسيك: Smith, The Weather, p. 112.

ص 254 «لن تكون قادراً على الدخول في نطاق ألف كيلومتر منها»:

BBC Horizon documentary, 'Crater of Death', first broadcast 6
May 2001.

ص 255 انفجار تردّد صدها في أنحاء العالم لتسعة أيام:

Lewis, Rain of Iron and Ice, p. 152.

ص 256 آخر انفجار لبركان عملاق على الأرض كان في توبا:

McGuire, A Guide to the End of the World, p. 104.

ص 256 هناك بعض الدليل لاقتراح أن عدد السكان الكلي في العشرين ألف سنة القادمة لن يكون أكثر من بضعة آلاف:

McGuire, A Guide to the End of the World, p. 107.

ص 257 «يمكن ألا تشعر أنك أنها هكذا، ولكنك تقف على أكبر أنشط بركان في العالم»:

interview with Paul Doss, Yellowstone National Park, Wyoming,
16 June 2001.

ص 260 كما كان واضحاً على نحو مروع في ليلة 17 آب 1959، في موضع يُدعى هيبجن
ليك: Smith and Siegel, Windows into the Earth, pp. 5-6.

ص 264 صغير كجزئي في ظروف مثالية:

Sykes, The Seven Daughters of Eve, p. 12.

ص 264 في غضون ذلك، كان العلماء يعثرون على ميكروبات أكثر قوة:

Ashcroft, Life at the Extremes, p. 275.

ص 265 كما عبّر عن الأمر عالم ناسا جي بيرجسترا:

PBC NewsHour transcript, 20 Aug. 2002.

الفصل السادس عشر: كوكب وحيد

ص 269 ليس أقل من 99.5% من حجم الفضاء القابل للسكن:

New York Times Book Review, 'Where Leviathan Lives', 20
April 1997, p. 9.

ص 268 إن الماء أثقل بألف وثلاث مئة مرة من الهواء،

Ashcroft, Life at the Extremes, p. 51.

ص 268 ستتهار شرايينك وتضغط رئتكَ إلى أبعاد علبة كوك:

New Scientist, 'Into the Abyss', 31 March 2001.

ص 270 إن الضغط يعادل الانسحاق أربع عشرة شاحنة محمّلة بالإسمنت:

New Yorker, 'The Pictures', 15 Feb. 2000, p. 47.

ص 270 لأننا مصنوعون من الماء بشكل كبير:

Ashcroft, Life at the Extremes, p.69.

ص 271 «كلّ ما تُرك في البذلة هو عظامه وبعض أشلاء اللحم»:

Haldane, Mat Is Lift?, p. 188.

ص 272 يروي آشكروفت قصة عن مديري قناة جديدة تحت نهر التيمز أقاموا مأدبة

احتفالية: Ashcroft, Lift at the Extremes, p. 59.

ص 273 حين أثير، شرح هالدين وجد نفسه ينزع رداءه وقال: إنه وقت النوم:

Norton, Stars beneath the Sea, p. 111.

ص 273 إن موهبة هالدين في الغطس هي أن يصل إلى الفواصل المتبقية الضرورية:

ليقوم بصعود من الأعماق دون التواءات:

Haldane, Mat Is Life?, p. 202.

ص 273 «لكن هل هو الهيموغلوبين المؤكسد أو الهيموغلوبين الذي يحتوي على

الكربوكسيل؟»:

quoted in Norton, Stars beneath the Sea, p. 121.

ص 274 اكتشف هالدين الشاب أن الحرب العالمية الأولى تجربة ممتعة جداً:

Norton, Stars beneath the Sea, p.124.

ص 274 «انتهت التجارب جميعها تقريباً بشخص أصابته نوبة، نرف أو تقيؤ»:

Norton, Stars beneath the Sea, p. 133.

ص 274 كان انثقاب غشاء الطبل شائعاً جداً:

Haldane, What Is Life?, p. 192.

ص 275 فقد هالدين أي إحساس بردفيه وأسفل عموده الفقري لست سنوات:

Haldane, What Is Life?, p. 202.

ص 275 أنتج هذا أيضاً تقلبات وحشية في المزاج:

Ashcroft, Life at the Extremes, p. 78.

ص 275 «كان المُختبر ثملاً كالمُختبر»:

Haldane, What Is Life?, p. 197.

ص 276 إن سبب الثمل لا يزال لغزاً حتى الآن:

Ashcroft, Life at the Extremes, p. 79.

ص 276 حتى في الطقس المعتدل إن الحريرات التي تحرقها تذهب كي تدفئ جسمك:

Attenborough, The Living Planet, p. 39.

ص 276 إن أقسام الأرض التي نحن مستعدون كي نعيش عليها، أو قادرون على أن نعيش فيها هي متواضعة بالفعل:

Smith, The Weather, p.40.

ص 277 لو كانت شمسنا أكبر بعشر مرات مما هي عليه لاستنفدت نفسها بعد عشرة ملايين عام بدلاً من عشرة بلايين:

Ferris, *The Whole Shebang*, p. 81.

ص 277 يصله دفء الشمس قبل أن يلمسنا بدقيقتين:

Grinspoon, *Venus Revealed*, p. 9.

ص 277 يبدو أنه في أثناء الأعوام الأولى من المجموعة الشمسية كان كوكب الزهرة أكثر دفئاً بقليل من الأرض، وربما كان فيه محيطات:

National Geographic, 'The Planets', Jan. 1985, p. 40.

ص 278 الضغط الجوي على السطح هو أكبر مما هو على الأرض بتسعين مرة:

McSween, *Stardust to Planets*, p. 200.

ص 279 القمر ينزلق من قبضتنا بسرعة 4 سنتيمترات في العام:

Ward and Brownlee, *Rare Earth*, p. 33.

ص 280 إن العنصر الأكثر خداعاً من الكل يبدو أنه الفرنسيوم:

Atkins, *The Periodic Kingdom*, p. 28.

ص 281 نبذ تقديم العشاء الخاص بالدولة بصحون الفضة واستبدالها بالألمنيوم:

Bodanis, *The Secret House*, p.13.

ص 281 يصل إلى نسبة متواضعة هي 0.048 من قشرة الأرض:

Krebs, *The History and Use of our Earth's Chemical Elements*,
p. 148.

ص 281 «لولم يكن الأمر يتعلق بالكربون، فإن الحياة كما نعرفها ستكون مستحيلة»:

Davies, *The Fifth Miracle*, p. 126.

ص 281 من بين كل 200 ذرة في جسمك، هناك 126 ذرة هيدروجين و51 ذرة
أوكسجين، و19 ذرة كربون فحسب:

Snyder, The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things, p. 24.

ص 282 إن درجة تطلب المتعضيات أو سماحها لعناصر معينة هي ذخيرة تطورها:

Parker, Inscrutable Earth, p. 100.

ص 283 أسقط كمية قليلة من الصوديوم الصرف في الماء العادي وستفجر بقوة
كافية للقتل:

Snyder, The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things, p.42.

ص 283 نكّه الرومان أيضاً خميرتهم بالرصاص:

Parker, Inscrutable Earth, p. 103.

ص 284 اعتاد عالم الفيزياء رتشارد فينمان أن يمزح:

Feynman, Six Easy Pieces, p. xix.

الفصل السابع عشر: داخل التروبوسفير

ص 285 ستكون الأرض دونه كرة جليد لا حياة عليها:

Stevens, The Change in the Weather, p. 7.

ص 286 واكتشفه في عام 1902 رجل فرنسي كان في منطاد هوليون فليبي تسيرينك
د. بورت:

Stevens, The Change in the Weather, p. 56; Nature, '1902 and All
That', 3 Jan. 2002, p. 15.

ص 286 إنها من الجذر اللاتيني نفسه ككلمة menopause:

Smith, The Weather, p. 52.

ص 286 ستؤدي في البداية إلى وزمة حادة في المخ أو الرئة:

Ashcroft, Life at the Extremes, p. 7.

ص 286 إن الحرارة على ارتفاع عشرة كيلومترات يمكن أن تكون 57 تحت الصفر:

Smith, The Weather, p. 25.

ص 286 نحو جزء من ثمانية ملايين من السنتمتر؛ كي نكون دقيقين:

Allen, Atmosphere, p. 58.

ص 287 إذا ضربت عربة وافدة الثرموسفير (الغلاف الحراري) في زاوية واهية،

يمكن أن تقفز مرتدة إلى الفضاء: Allen, Atmosphere, p. 57.

ص 288 يسجل ديكنسون كيف أن هوارد سومرفيل «وجد نفسه يختنق حتى الموت بعد

أن دخلت قطعة من اللحم الملوث قصبته الهوائية»:

Dickinson, The Other Side of Everest, p. 86.

ص 288 إن الحد النهائي للسماح بالحياة البشرية هو نحو 5,500 متر:

Ashcroft, Life at the Extremes, p. 8.

ص 288 حتى النساء الأكثر تكيفاً بشكل جيد لا يستطعن على ارتفاع 5,500 متر أن

يقدمن لجنين نام ما يكفي من الأوكسجين:

Attenborough, The Living Planet, p. 18.

ص 289 «تراكم علينا نصف طن تقريباً بهدوء في أثناء الليل»:

quoted by Hamilton-Paterson, The Great Deep, p. 177.

ص 289 إن جبهة طقس عادية يمكن أن تتألف من 750 مليون طن من الهواء البارد المضغوط

تحت بليون طن من الهواء الأكثر دفئاً: Smith, The Weather, p. 50.

ص 290 كمية من الطاقة كافية لاستخدام الكهرباء مدة أربعة أيام في الولايات المتحدة: Junger, The Perfect Storm, p. 102.

ص 290 في أي لحظة تتقدم 1800 عاصفة حول الكوكب الأرضي:

Stevens, The Change in the Weather, p. 55.

ص 290 إن كثيراً من معرفتنا لما يجري في الأعلى حديثة بشكل يدعو إلى الدهشة:

Biddle, A Field Guide to the Invisible, p.161.

ص 290 إن ريحاً تهب بسرعة 300 كيلومتر في الساعة ليست أقوى بعشر مرات من ريح تهب بسرعة 30 كيلومتراً في الساعة، ولكن أقوى بمئة مرة:

Bodanis, E = mfl, p. 68.

ص 292 كمية من الطاقة تعادل ما تستهلكها دولة غنية متوسطة الحجم في عام:

Ball, H2O, p. 51.

ص 292 إن دافع الجول للتوازن اشتبه به أول مرة إدموند هالي:

Sdence, 'The Ascent of Atmospheric Sciences', 13 Oct. 2000, p. 300.

ص 292 إن تميّز كوريوليس الآخر في المدرسة هو إدخال مبردات الماء، التي لا تزال تحمل اسمه هناك:

Trefil, The Unexpected Vista, p. 24.

ص 293 تمنح أنظمة الطقس التفافات وتُرسل الأعاصير تتدور كالقمم:

Drury, Stepping Stones, p. 25.

ص 294 يتم تذكر هوارد الآن بشكل رئيس لمنحه أنماط الغيوم أسماءها في 1803:

Dictionary of National Biography, vol. 10, pp. 51-2.

ص 295 أضيف إلى نظام هوارد كثير مع مرور الأعوام:

Trefil, Meditations at Sunset, p. 62.

ص 295 يبدو أن هذا مصدر تعبير «على الغيمة رقم 9»:

Hamblyn, The Invention of Clouds, p. 252.

ص 295 إن ركاماً صيفياً خفيفاً من الغيوم يبعد جانباً مئات عدة من الأمتار يمكن أن يحتوي على أكثر من 100 150 متراً من الماء:

Trefil, Meditations at Sunset, p. 66.

ص 295 فقط نحو 0.035% من مياه الأرض العذبة تعوم فوقنا في أي لحظة:

Ball, H₂O, p.57.

ص 295 هذا يعتمد على المكان الذي يسقط فيه، إن التكهن بجزيء الماء يتنوع بشكل واسع:

Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 8.

ص 296 حتى بحر كبير كالمعتاد يمكن أن يجف في ألف سنة إذا لم يمتلئ مرة ثانية:

Gribbin and Gribbin, Being Human, p.123.

ص 296 حصل حدث كهذا قبل ستة ملايين عام بقليل:

New Scientist, 'Vanished', 7 Aug. 1999.

ص 296 يعادل نتاج العالم من الفحم الحجري مدة عشرة سنوات:

Trefil, Meditations at 10,000 Feet, p. 122.

ص 297 لهذا السبب هناك تلكؤ في البداية الفلكية الرسمية لفصل والشعور الحقيقي

بأن الفصل بدأ: Stevens, The Change in the Weather, p.III.

ص 297 بالنسبة لمسألة كيف أن أي شخص يمكن أن يستنتج كم تستغرق قطرة الماء؛
كي تنتقل من محيط إلى آخر:

National Geographic, 'New Eyes on the Oceans', Oct. 2000, p. 101.

ص 299 هناك من الكربون في الجو أكثر بعشرين مرة مما يوجد في صخور الأرض:

Stevens, The Change in the Weather, p. 7.

ص 299 إن المستوى الطبيعي لغاز ثاني أكسيد الكربون في الجو:

Science, 'The Ascent of Atmospheric Sciences', 13 Oct. 2000, p. 303.

الفصل الثامن عشر: البحر المتسع

ص 300 تخيل أنك تحاول أن تعيش في عالم يهيمن عليه أكسيد مهدرج:

Margulis and Sagan, Microcosmos, p.100.

ص 300 إن حبة البطاطا مؤلفة من 80% من الماء، البقرة 74% والبكتيريا 75%:

Schopf, Cradle of Life, p. 107.

ص 301 لا شيء فيه يمكن استخدامه للقيام بتنبؤات حول مواصفات سوائل أخرى:

Green, Water, Ice and Stone, p. 29; Gribbin, In the Beginning, p. 174.

ص 301 في الوقت الذي يصبح فيه صلباً يصبح أكبر مما كان عليه بعشر مرات:

Trefil, Meditations at 10,000 Feet, p. 121.

ص 301 «صفة غرائبية جداً»: Gribbin, In the Beginning, p. 174.

ص 302 كالشركاء المتغيرين دوماً في رقصة الكدريل:

Kunzig, The Restless' Sea, p. 8.

ص 302 في أي لحظة معطاة فقط 15% منها مؤثرة بالفعل:

Dennis, The Bird in the Waterfall, p.152.

302 في غضون أيام تتلاشى الشفتان وكأنهما بُترتا، تسود اللثة، يذوي الأنف إلى نصف طوله»: «

Economist, 13 May 2000, p. 4.

ص 302 إن لتراً عادياً من مياه البحر لا يحتوي إلا على 2.5 ملعقة صغيرة من الملح العادي: Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 248.

ص 303 هناك 1.3 بليون كيلومتر مكعب من الماء على الأرض، وهذا كل ما سنحصل عليه: Green, Water; Ice and Stone, p. 25.

ص 303 منذ 3.8 بلايين عام حقت المحيطات تقريباً أحجامها الحالية:

Ward and Brownlee, Rare Earth, p. 360.

ص 303 يحتوي المحيط الهادئ على نصف مياه المحيطات:

Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 226.

ص 303 سيكون من الأفضل أن ندعو كوكبنا ماءً لا أرضاً: Ball, H₂O, p. 21.

ص 304 من 3% من المياه التي على الأرض التي هي عذبة:

Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 6; Scientific American, 'On Thin Ice', Dec. 2002, pp. 100-5.

ص 304 اذهب إلى القطب الجنوبي وستقف على سمك ميلين من الثلج، في القطب الشمالي السماكة 15 قدماً: Smith, The Weather, p. 62.

ص 304 ما يكفي لرفع المحيط إلى ارتفاع 200 قدم إذا ذاب كلّه:

Schultz, Ice Age Lost, p. 75.

ص 305 «ضلله الروتين المبلد للذهن الناجم عن سنوات من التنقيب:

Weinberg, A Fish Caught in Time, p.34.

ص 305 ولكنهم أبحروا سبعين ألف ميل بحري تقريباً:

Hamilton-Paterson, The Great Deep, p. 178.

ص 305 مساعدات إناث وصف علمهنّ «كمؤرخات وتقنيات» أو «مساعدات في مشكلات الأسماك»:

Norton, Stars beneath the Sea, p. 57.

ص 306 بعد ذلك بوقت قصير شكّل فريقاً مع بارتون، الذي جاء من أسرة أكثر ثراء:

Ballard, The Eternal Darkness, pp. 14-15.

ص 306 لم تكن الكرة تملك قدرة على المناورة... و فقط نظام التنفس الأكثر بدائية:

Weinberg, A Fish Caught in Time, p. 158; Ballard, The Eternal Darkness, p.17.

ص 307 مهما كان، لم ير مثله شيء منذ ذلك الوقت:

Weinberg, A Fish Caught in Time, p. 159.

ص 308 في عام 1958 تعاملت مع البحرية الأمريكية:

Broad, The Universe Below, p. 54.

ص 309 «لم نتعلم كثيراً منها سوى أننا نستطيع أن نفعلها»:

quoted in Underwater magazine, 'The Deepest Spot on Earth', Winter 1999.

ص 309 كانت هناك مشكلة واحدة فحسب: لم يجد المصممون أي شخص يرغب في بنائها:

Broad, The Universe Below, p.56.

ص 310 في عام 1994 جُرف 43,000 قفاز هوكي عن متن سفينة شحن كورية في أثناء عاصفة في المحيط الهادي:

National Geographic, 'New Eyes on the Oceans', Oct. 2000, p. 93.

ص 310 يمكن أن يكون البشر قد فحصوا جزءاً من مليون أو بليون من ظلمة البحر:
Kunzig, The Restless Sea, p. 47.

ص 312 ديدان أنبوبية بطول 3 أمتار، بطليينوس بعرض 30 سنتمترًا، قريديس وبلح بحر كثير: 30. Attenborough, The Living Planet, p. 30.

ص 313 اعتُقد قبل هذا أنه لا يمكن أن تحيا متعضيات حية في ماء أكثر سخونة من 54 درجة مئوية:

National Geographic, 'Deep Sea Vents', Oct. 2000, p. 123.

ص 313 ما يكفي لدفن كل قطعة من الأرض على الكوكب إلى عمق 150 متراً:

Dennis, The Bird in the Waterfall, p. 248.

ص 312 يمكن أن يستغرق الأمر عشرة ملايين عام لتنظيف محيط:

Vogel, Naked Earth, p. 182.

ص 312 ربما لا شيء يتحدث بوضوح أكبر عن بعدنا السيكلولوجي عن أعماق المحيط:

Engel, The Sea, p.183.

ص 312 حين لم تغرق، الأمر الذي كان يحدث عادة، كان رماة البحرية يتقبنها بالرصاص؛ كي يدخلوا المياه إليها:

Kunzig, The Restless Sea, pp. 294-305.

ص 313 تطلق الحيتان الزرق أغنية أحياناً، ثم تطلقها مرة ثانية في البقعة المحددة نفسها بعد ستة أشهر: 271. Sagan, Cosmos, p. 271.

ص 313 فكّروا في الحَبَّار الخرائفِ العملاق:

Good Weekend, 'Anned and Dangerous', 15 July 2000, p. 35.

ص 313 يمكن أن يكون هناك 30 مليون نوع من الحيوانات التي تعيش في البحر، ومعظمها لم يُكتشف بعد:

Time, 'Call of the Sea', 5 Oct. 1998, p. 60.

ص 313 حتى على عمق 5 كيلومترات تقريباً عثروا على 3700 حيوان:

Kunzig, The Restless Sea, pp. 104-5.

ص 314 تقريباً أقل من عشر المحيط يُعدّ منتجاً على المستوى الطبيعي:

Economist survey, 'The Sea', 23 May 1998, p. 4.

ص 314 لا يجعلها حتى بين الخمسين التي في القمة بين دول صيد الأسماك:

Flannery, The Future Eaters, p. 104.

ص 315 ينتف كثير من الصيادين زعانف سمك القرش:

Audubon, May-June 1998, p. 54.

ص 315 ويرفعون خلفها شباكاً كبيرة بما يكفي للإسماك بعشرٍ من طائرات الجumbo:

Time, 'The Fish Crisis', 11 Aug. 1997, p.66.

ص 315 «لا نزال في العصور المظلمة. فقط نرمي شبكة إلى الأسفل، ونرى ما يخرج إلى الأعلى»:

Economist, 'Pollock Overboard', 6Jan. 1996, p. 22.

ص 315 ربما 22 مليون طن من ذلك السمك غير المرغوب يرمى ثانية في البحر ميتاً:

The Sea', 23 May 1998, p. 12.

ص 316 مناطق واسعة من قاع بحر الشمال تصطاد فيها الجاروفات الأسماك سبع
مرات في العام: Outside, Dec. 1997, p. 62.

ص 316 كان الصيادون يجرفونها بالسلال:

National Geographic, Oct. 1993, p. 18.

ص 316 هبط هذا في عام 1990 إلى 22,000 طن:

Economist survey, 'The Sea', 23 May 1998, p. 8.

316 «اصطادها كلها الصيادون»:

Kurlansky, Cod, p. 186.

ص 316 سلالات لم تعاود الظهور:

Nature, 'How Many More Fish in the Sea?', 17 Oct. 2002, p. 662.

ص 317 في هذه الأيام، كما قال بجفاف: إن الأسماك هي كل ما تبقى»:

Kurlansky, Cod, p. 138.

ص 317 «إن علماء الجيولوجيا يقدرّون أن 90% من سرطانات البحر تصطاد في
أثناء عام بعد أن تصل إلى الحد الأدنى من الحجم القانوني»:

New York Times magazine, 'A Tale of Two Fisheries', 27 Aug.
2000, p. 40.

ص 317 يمكن أن يعيش 15 مليون منها في ألواح الجليد في أناركتيكة: نص من برنامج

BBC Horizon transcript, 'Antarctica: The Ice Melts', p. 16.

الفصل التاسع عشر: نشوء الحياة

319 بعد بضعة أيام، صار الماء الذي في القوارير أخضر و أصفر في خليط قوي من
الأحماض الأمينية: Earth, 'Life's Crucible', Feb. 1998, p. 34.

ص 319 أنتج تكرار تجارب ميلر بمزيد من هذه التغذية الجديدة حمضاً أمينياً بدائياً واحداً فحسب: Ball, H₂O, p. 209.

ص 319 يمكن أن يكون هناك مليون نمط من البروتين في الجسم البشري:

Discover, 'The Power of Proteins', Jan. 2002, p. 38.

ص 320 ما يتضارب مع المئتين في ترتيب موصوف هو 1 في 10²⁶⁰:

Crick, Life Itself, p. 51.

ص 320 إن الهيموغلوبين هو فقط بطول 146 من الأحماض الأمينية، قزم بمعايير البروتين: Sulston and Ferry, The Common Thread, p. 14.

ص 322 إن الـ (DNA) ماهر جداً في نسخ نفسه ويستطيع أن يصنع نسخة من نفسه في ثوانٍ: Margulis and Sagan, Microcosmos, p.63.

ص 321 «إذا كل شيء يحتاج إلى كل شيء آخر، فكيف نشأت جماعة الجزيئات في البداية؟»: Davies, The Fifth Miracle, p. 71.

ص 32 يجب أن يكون هناك نوع من عملية الانتخاب التراكمية سمحت للأحماض الأمينية بأن تتجمع: Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 45.

ص 322 إن كثيراً من الجزيئات في الطبيعة تجتمع سوية؛ كي تشكل سلاسل تدعى البوليمرات: Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 115.

ص 322 «تجلُّ إلزامي للمادة»:

quoted in Nuland, How We Live, p. 121.

ص 323 إذا شئت أن تخلق شيئاً حياً آخر فستحتاج في الواقع تقريباً إلى أربعة عناصر رئيسية فحسب: Schopf, Cradle of Life, p. 107.

ص 323 «ليس هناك ما هو خاص في المواد التي تُصنع منها الأشياء الحية»:

Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 112.

ص 323 كما يعبر عن الأمر نص بارز في البيولوجيا، بتلميح من عدم الراحة:

Wallace et al., *Biology*, p.428.

ص 323 حتى الخمسينيات، اعتُقد أن الحياة هي أقل من ست مئة مليون سنة:

Margulis and Sagan, *Microcosmos*, p. 71.

ص 323 نستطيع أن نستنتج فحسب من هذه السرعة أنه ليس من «الصعب على حياة من المرتبة البكتيرية أن تتطوّر»:

New York Times, 'Life on Mars? So What?', 11 Aug. 1996.

ص 323 «تنشأ الحياة، حينما تستطيع، كان مقدراً عليها كيميائياً أن تكون»:

Gould, *Eight Little Piggies*, p. 328.

ص 324 حين بوغت عشرات الآلاف من الأستراليين بسلسلة من الانفجارات الصوتية ومشهد كرة من النار تندفع من الشرق إلى الغرب عبر السماء:

Sydney Morning Herald, 'Aerial Blast Rocks Towns', 29 Sept. 1969, and 'Farmer Finds "Meteor Soot"', 30 Sept. 1969.

ص 324 كان منقطاً بالأحماض الأمينية 74 نوعاً كلها:

Davies, *The Fifth Miracle*, pp. 209-10.

ص 325 بضع أحجار نيزكية أخرى كربونية ضلت في مدار الأرض مذاك:

Nature, 'Life's Sweet Beginnings?', 20-27 Dec. 2001, p. 857; Earth, 'Life's Crucible', Feb.1998, p. 37.

ص 325 «على حافة الاحترام العلمي»:

Gribbin, *In the Beginning*, p. 78.

ص 326 «أينما ذهبت في العالم، أي حيوان أو نبات أو حشرة أو جسم تنظر إليه»:

Ridley, Genome, p. 21.

ص 329 «لا يمكن أن نتأكد من أن ما تحمله كان يحتوي مرة على متعضيات حية»:

interview with Victoria Bennett, Australia National University,
Canberra, 21 Aug. 2001.

ص 330 متلىء بالأبخرة الكريهة من أحماض الهيدروكربونيك والأحماض الكبريتية
القوية بما يكفي كي تخترق الثياب، وتسبب التآكل في الجلد:

Ferns, Seeing in the Dark, p. 200.

ص 330 «ما من شك أنه اختراع الاستقلاب هو الأكثر أهمية في تاريخ الحياة على
الكوكب»: Margulis and Sagan, Microcosmos, p. 78

ص 330 إن كريات دمنا البيضاء تستخدم الأوكسجين في الحقيقة كي تقتل البكتيريا
الغازية: note provided by Dr Laurence Smaje

ص 331 ولكن منذ نحو 3.5 بليون عام هناك شيء أكثر تشديداً صار واضحاً:

Wilson, The Diversity of Life, p.186.

ص 332 «إن هذا في الحقيقة الزمن مسافراً»: Fortey, Life, p. 66

ص 332 إن بكتيريا السيانيت في شارك بي ربما هي المتعضيات الأبطأ تطوراً على
الأرض: Schopf, Cradle of Life, p. 212

ص 332 «لا تستطيع الحيوانات أن تستدعي الطاقة على العمل»:

Fortey, Life, p. 89.

ص 333 لن تكون أي شيء أكثر من أثر من ميكروبات بسيطة:

Margulis and Sagan, Microcosmos, p. 128.

ص 333 يمكن أن تحشد بليوناً في المكان الذي تحتله حبة رمل:

Brown, The Energy of Life, p. 101.

ص 333 عُثر على مستحاثات كهذه مرة واحدة فقط، ثم لم يعرف عنها لخمس مئة مليون عام: Ward and Brownlee, Rare Earth, p. 10.

ص 333 أكثر من «حقائب من المواد الكيماوية»: Drury, Stepping Stones, p. 68.

ص 333 ما يكفي، كما قال كارل ساغان، لملء ثمانين كتاباً من خمس مئة صفحة:

Sagan, Cosmos, p. 273.

الفصل العشرون: عالم صغير

ص 335 صار لويس باستور، عالم الكيمياء والبكتيريا الفرنسي العظيم مشغولاً بهذا إلى درجة أنه كان ينظر بشكل نقدي إلى كل صحن يوضع أمامه بمنظار مكبر:

Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 16.

ص 335 إذا كنت في صحة جيدة وجاد في موضوع الصحة فسيكون لديك حشد من ترليون بكتيريا ترعى في سهولك اللحمية:

Ashcroft, Life at the Extremes, p. 248; Sagan and Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 4.

ص 335 إن نظام الهضم لديك وحده يستضيف أكثر من مئة مليون ترليون ميكروب، من 400 نمط على الأقل:

Biddle, A Field Guide to the Invisible, p. 57.

ص 335 عدد مدهش ليس له وظيفة قابلة للرصد:

National Geographic, 'Bacteria', Aug. 1993, p.51.

ص 335 يتألف كل جسم بشري من نحو عشرة كدريليون خلية، ولكنه يستضيف مئة كدريليون من الخلايا البكتيرية:

Margulis and Sagan, *Microcosmos*, p. 67.

ص 336 لا نستطيع أن نحيا يوماً واحداً دونها:

New York Times, 'From Birth, Our Body Houses a Microbe Zoo',
15 Oct. 1996, p. C-3.

ص 336 تعيش الأشنيات والمتعضيات الأخرى الصغيرة في البحر، وتنتج 150 بليون كيلوغرام من المادة كل عام:

Sagan and Margulis, *Garden of Microbial Delights*, p. 11.

ص 336 الجراثيم اللاهوائية العصوية الشكل *Clostridium perfringens*، المتعضي الصغير المكروه الذي يسبب الغرغرينا، ويمكن أن يتناسل في تسع دقائق:

Outside, July 1999, p. 88.

ص 336 بسرعة كهذه تستطيع بكتيريا واحدة أن تنتج نظرياً المزيد من السلالة في يومين أكثر مما يوجد بروتونات في الكون:

Margulis and Sagan, *Microcosmos*, p. 75.

ص 336 «تستطيع خلية بكتيرية واحدة أن تولد 280,000 بليون فرد في يوم واحد»:

de Duve, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 2, p. 320.

ص 337 إن كل البكتيريا تسبح جوهرياً في مجموعة جينية واحدة:

Margulis and Sagan, *Microcosmos*, p. 16.

ص 337 اكتشف العلماء في أستراليا ميكروبات تُعرف باسم *thiobacillus cocretivorans*:

Davies, *The Fifth Miracle*, p. 145.

ص 337 تحلل بعض البكتيريا مواد كيميائية لا تستفيد منها مطلقاً:

National Geographic, 'Bacteria', August 1993, p. 39.

ص 328 «كأعضاء لمصاص دماء تنبعث من جديد في فيلم رعب»:

Economist, 'Human Genome Survey', 1 July 2000, p. 9.

ص 328 ربما كان البقاء الأكثر خرقاً للعادة الذي اكتُشف هو بكتيريا تدعى المكورة العقديّة التي أخرجت من العدسات المختومة لكاميرا بقيت على القمر سنتين:

Davies, The Fifth Miracle, p. 146.

ص 328 اقتُرح أن قضمها الذي لا يكلّ هو الذي أنشأ قشرة الأرض:

New York Times, 'Bugs Shape Landscape, Make Gold', 15 Oct. 1996, p. C-1.

ص 329 إذا أخرجت البكتيريا كلها من داخل الأرض وألقيتها على السطح فإنها ستغطي الكوكب إلى عمق 15 متراً:

Discover, 'To Hell and Back', July 1999, p. 82.

ص 329 الأكثر حيوية بينها يمكن أن تنقسم ليس أكثر من مرة في قرن:

Scientific American, 'Microbes Deep Inside the Earth', Oct. 1996, p. 71.

ص 329 «المفتاح إلى الحياة الطويلة، على ما يبدو، هو ألا تعمل كثيراً:

Economist, 'Earth's Hidden Life', 21 Dec. 1996, p.112.

ص 329 عادت بعض المتعضيات الصغيرة إلى الحياة بعد أن أخرجت من علبة لحم معلب عمرها 118 سنة ومن زجاجة بييرة عمرها 166 سنة:

Nature, 'A Case of Bacterial Immortality?', 19 Oct. 2000, p. 844.

ص 329 زعم أنه أحيأ بكتيريا متجمدة في الجمد السرمدي السيبيري لثلاثة ملايين عام:

Economist, 'Earth's hidden life', 21 Dec. 1996, p. 111.

ص 329 هذا ما زعمه رسل فريلاندر وزملاؤه في جامعة ويست تشيستر حيال الاستمرارية:

New Scientist, 'Sleeping Beauty', 21 Oct. 2000, p. 12.

ص 340 اقترح أكثر العلماء تشكيكاً أن العينة يمكن أن تكون ملوثة:

BBC News online, 'Row over Ancient Bacteria', 7 June 2001.

ص 340 كانت البكتيريا تتجمع عادة في النباتات، أيضاً:

Sagan and Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 22.

ص 342 في عام 1969 وفي محاولة لإدخال بعض التنظيم في أخطاء التصنيف:

Sagan and Margulis, Garden of Microbial Delights, p. 24.

ص 342 في ذلك الوقت، وبحسب ووز Woese فقط نحو 500 نوع من البكتيريا كان معروفاً:

New York Times, 'Microbial Life's Steadfast Champion', 15 Oct. 1996, p. C-3.

ص 343 فقط 1% سينمو في الثقافة:

Science, 'Microbiologists Explore Life's Rich, Hidden Kingdoms', 21 March 1997, p. 1740.

ص 343 «كالتعلم عن الحيوانات عبر زيارة إلى حديقة الحيوانات»:

New York Times, 'Microbial Life's Steadfast Champion', 15 Oct. 1996, p. C-7.

ص 344 ووز... «شعر بخيبة أمل مريرة»:

Ashcroft, Life at the Extremes, pp. 274-5.

ص 345 «انتقلت البيولوجيا، كالفيزياء قبلها إلى مستوى، حيث الموضوعات المهمة وتفاعلاتها غالباً لا يمكن أن تُدرك عبر الملاحظة المباشرة»:

Proceedings of the National Academy of Sciences, 'Default Taxonomy: Ernst Mayr's View of the Microbial World', 15 Sept. 1998.

ص 345 «لم يكن ووز مدرباً كعالم بيولوجيا ولم يكن يمتلك معرفة شاملة بمبادئ التصنيف:

Proceedings of the National Academy of Sciences, 'Two Empires or Three?', 18 Aug. 1998.

ص 345 من الأقسام الثلاثة والعشرين للحياة فقط ثلاثة... طويلة بما يكفي كي تراها العين البشرية:

Schopf, Cradle of Life, p. 106.

ص 346 إذا جمعت كل الكتلة البيولوجية للكوكب فستشكل الميكروبات تقريباً 80% منها:

New York Times, 'Microbial Life's Steadfast Champion', 15 Oct. 1996, p. C-7.

ص 346 المتعضي الأكثر نقلاً للعدوى على الكوكب، بكتيريا تدعى الولباتشيا:

Nature, 'Wolbachia: a tale of sex and survival', 11 May 2001, p. 109.

ص 346 فقط ميكروب من كل ألف ممرض للبشر:

National Geographic, 'Bacteria', Aug. 1993, p.39.

ص 346 لا تزال الميكروبات القاتلة رقم ثلاثة في العالم الغربي:

Outside, July 1999, p. 88.

ص 347 إن التاريخ ممتلئ بالأمراض التي «سببت مرة أوبئة مرعبة، ثم اختفت بشكل غامض، كما جاءت»:

Diamond, Guns, Genns and Steel, p.208.

ص 348 مرض يُدعى necrotizing fasciitis فيه تقوم البكتيريا بالتهايم الضحية من الداخل إلى الخارج: p. 234. Gawande, Complications,

349 «حان الوقت لإغلاق الكتاب الخاص بالأمراض المعدية»:

New Yorker, 'No Profit, No Cure', 5 Nov. 2001, p.46.

ص 349 حتى حين كان يتحدث كان 90% من تلك السلالات في عملية تطوير مناعة من البنسلين:

Economist, 'Disease Fights Back', 20 May 1995, p. 15.

ص 349 في عام 1997 أفاد مستشفى في طوكيو عن ظهور سلالة تستطيع مقاومة حتى هذا:

Boston Globe, 'Microbe Is Feared to Be Winning Battle Against Antibiotics', 30 May 1997, p. A-7.

ص 349 كما قال جيمس سورويكي:

New Yorker, 'No Profit, No Cure', 5 Nov. 2001, p. 46.

ص 350 لم تعتنق المؤسسات الصحية القومية في أمريكا رسمياً الفكرة حتى 1994:

Economist, 'Bugged by Disease', 21 March 1998, p. 93.

ص 350 «مئات، مات آلاف من تقرحات كان يجب ألا يموتوا منها»:

Forbes, 'Do Germs Cause Cancer?', 15 Nov. 1999, p. 195.

ص 350 «منذ ذلك الوقت أظهر المزيد من البحث أن هناك مركباً بكتيرياً في أنواع الاضطرابات الأخرى جميعها:

Science, 'Do Chronic Diseases Have an Infectious Root?', 14 Sept. 2001, pp. 197~.

ص 350 «قطعة من الحمض النووي محاطة بأخبار سيئة»:

quoted in Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 8.

ص 350 إن خمسة آلاف نمط من الفيروس تقريباً هي معروفة:

Biddle, A Field Guide to the Invisible, pp. 153-4.

ص 351 قتل الجدري في القرن العشرين ما يقدر بثلاث مئة مليون شخص:

Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 1.

ص 351 في عشرة أعوام قتل المرض خمسة ملايين شخص، ثم اختفى بهدوء:

Kolata, Flu, p. 292.

ص 351 قتلت الحرب العالمية الأولى 21 مليون إنسان في أربع سنوات: فعلت أنفلونزا الخنزير الأمر نفسه في أشهرها الأربعة الأولى:

American Heritage, 'The Great Swine Flu Epidemic of 1918', June 1976, p.82.

ص 352 في محاولة لاخترع لقاح قامت السلطات الطبية بتجارب على متطوعين في سجن عسكري في جزيرة دير في بوسطن هاربر:

American Heritage, 'The Great Swine Flu Epidemic of 1918', June 1976, p. 82.

ص 354 اكتشف الباحثون في مشفى مانشستر الملكي أن بحاراً مات من علل غامضة لا تُعالج عام 1959 كان في الحقيقة مصاباً بالإيدز:

National Geographic, 'The Disease Detectives', Jan. 1991, p. 132.

ص 354 في عام 1969 كان هناك طبيب في مخبر جامعة ييل في نيوهيفن، كونيتيكت
يدرس حمى لاسّا:

Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 126.

ص 354 في 1990 أصيب نيجيري يعيش في شيكاغو بحمى لاسّا حين زار بلاده:

Oldstone, Viruses, Plagues and History, p. 128.

الفصل الواحد والعشرون: الحياة تستمر

ص 355 مصير جميع المتعضيات الحية تقريباً:

Schopf, Cradle of Life, p. 72.

ص 355 إن نحو 15% فحسب من الصخور يمكن أن تحتفظ بالمستحاثات:

Lewis, The Dating Game, p. 24.

ص 356 أقل من نوع واحد من بين عشرة آلاف دخل إلى سجل الأحافير:

Trefil, 101 Things You Don't Know About Science, p. 280.

ص 356 مقولة: إنه كان هناك 250,000 نوع من الكائنات في سجل الأحافير:

Leakey and Lewin, The Sixth Extinction, p. 45.

ص 356 نحو 95% من المستحاثات جميعها التي نملكها هي لحيوانات عاشت مرة

تحت الماء: Leakey and Lewin, The Sixth Extinction, p. 45.

ص 357 «يبدو عددها كبيراً، وافق:

interview with Richard Fortey, Natural History Museum, London,
19 Feb. 2001.

ص 357 عاش البشر حتى الآن نصف 1% من طول حياتهم:

Fortey, Trilobite!, p. 24.

ص 358 «Elenellus أو Profallotaspis كاملة كبيرة كسرطان»:

Fortey, Trilobite!, p. 121.

ص 358 وجمع مجموعة لها تميّز كافٍ، بحيث إنّ لويس أجاسيز اشتراها:

From Farmer- Laborer to Famous Leader: Charles D. Walcott (1850--1927)', GSA Today, Jan. 1996.

ص 359 استلم والكوت عام 1879 وظيفة باحث ميداني:

Gould, Wonderful Life, pp. 242-3.

ص 359 «تملاً كتبه رفاً في مكتبة»:

Fortey, Trilobite!, p.53.

ص 360 «فسحتنا الوحيدة عند استهلال الحياة الحديثة»:

Gould, Wonderful Life, p. 56.

ص 360 جولد، ميّال إلى التدقيق دوماً، اكتشف:

Gould, Wonderful Life, p. 71.

ص 360 نوعاً، في رواية واحدة:

Leakey and Lewin, The Sixth Extinction, p. 27.

ص 361 «مدى من التنوع لم يضاء ثانية أبداً»:

Gould, Wonderful Life, p. 208.

ص 361 «تحت تأويل كهذا»، جولد تنهّد: Gould, Eight Little Piggies, p. 225.

ص 361 ثم في عام 1973 طالب متخرج من كمبريدج:

National Geographic, 'Explosion of Life', Oct. 1993, p.126.

ص 361 كان هناك كثير من الجدة غير المعترف بها... بحيث في نقطة ما:

Fortey, Trilobite!, p. 123.

ص 362 كلها تستخدم الهندسة التي أنشئت في البداية في الحفلة الكمبرية:

US News and World Report, 'How Do Genes Switch On?', 18-25
Aug. 1997, p. 74.

Gould, Wonderful Life, p. 25. ص 362 على الأقل 15 وربما 20:

Gould, Wondeljill Life, p.14. ص 362 «أعد إلى الوراء شريط الحياة»:

ص 363 في عام 1946 سبريج، معاون عالم جيولوجيا حكومي:

Corfield, Architects of Eternity, p. 287.

ص 363 ولكن لم يقبلها رئيس المؤسسة:

Corfield, Architects of Eternity, p. 287.

ص بعد تسع سنوات، في 1957: Fortey, Life, p. 85.

Fortey, Life, p. 88. ص 365 «ليس هناك شيء اليوم حي بشكل مشابه»:

Fortey, Trilobite!, p 125. ص 365 «إنها صعبة التأويل»:

ص 365 «لو استطاع ستيفن جولد أن يفكر بوضوح فقط كما يكتب!» دوكينز:

Dawkins, Sunday Telegraph, 25 Feb. 1990.

ص 365 واحد، كتب في النيويورك تايمز بوك ريفيو:

New York Times Book Review, 'Survival of the Luckiest', 22
Oct. 1989.

ص 366 باغت كثيرين في جماعة علم الإحاثة مهاجماً جولدي في كتاب من تأليفه، بوتقة الخلق:

New York Times Book Review, 'Rock of Ages', 10 May 1998, p. 15.

ص 366 «لم أقابل أبداً حقداً كهذا في كتاب يؤلفه محترف»:

Fortey, Trilobite!, p. 138.

ص 367 يقدم فورتى مثلاً فكرة مقارنة بين الزبابة والفيل:

Fortey, Trilobite!, p. 132.

ص 368 «لا شيء غريب كبرنقيل اليوم الحاضر»: Fortey, Life, p. 111.

ص 368 «ليس أقل أهمية، أو غرابة، فقط أكثر قابلية للشرح»:

Fortey, 'Shock Lobsters', London Review of Books, 1 Oct. 1998.

ص 368 إنه لأمر واحد الحصول على كائن جيد الشكل كتلاثي الفصوص يندفع إلى العزلة: Fortey, Trilobite!, p.137.

الفصل الثاني والعشرون: وداعاً لكل هذا

ص 371 في مناطق من أناركتيكا حيث في الواقع لا شيء آخر سينمو:

Attenborough, The Living Planet, p. 48.

ص 372 «يصبح الحجر اللاعضوي تلقائياً نبتة حياة»:

Marshall, Mosses and Lichens, p. 22.

ص 372 يحتوي العالم على أكثر من عشرين ألف نوع من الأشنيات:

Attenborough, The Private Life of Plants, p. 214.

ص 372 تلك التي بحجم صحون العشاء... هي من ثمّ «من المحتمل أن تكون بعمر

مئات إن لم يكن آلاف السنين»:

Attenborough, The Living Planet, p. 42.

ص 373 إذا تخيلت الأربعة آلاف وخمسة مئة مليون عام من تاريخ الأرض مضغوطة في يوم أرضي:

adapted from Schopf, Cradle of Life, p. 13.

ص 373 مد ذراعيك إلى النهاية وتخيل الاتساع على أنه التاريخ الكامل للأرض:

McPhee, Basin and Range, p. 126.

ص 375 «كانت مستويات الأوكسجين بارتفاع 35%:

Officer and Page, Tales of the Earth, p. 123.

ص 376 تتراكم النظائر بنسب سرعة مختلفة بحسب كمية الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون في الجو:

Officer and Page, Tales of the Earth, p. 118.

ص 376 «وضعتها القوات الجوية الأمريكية في أنفاق للريح؛ لتراقب كيف تفعل ذلك ويئست»:

Conniff, Spineless Wonders, p. 84.

ص 377 «في الغابات المكوّنة للفحم تصبح اليعاسيب بحجم الغريبان»:

Fortey, Life, p. 201.

ص 378 لحسن الحظ عثر الفريق على كائن كهذا فحسب:

BBC Horizon, 'The Missing Link', first broadcast 1 Feb. 2001.

ص 379 تشير الأسماء إلى عدد ومكان الثقوب التي عثر عليها إلى جانب جماجم مالكيها:

Tudge, The Variety of Life, p. 411.

ص 379 ولكن العدد رُفِع إلى 4,000 بليون:

Tudge, *The Variety of Life*, p. 9.

ص 379 «في نتيجة صحيحة أولية... الأنواع جميعها انقرضت»:

quoted by Gould, *Eight Little Piggies*, p. 46.

ص 379 معدل مدة الحياة هو فقط نحو 4 ملايين عام:

Leakey and Lewin, *The Sixth Extinction*, p.38.

ص 379 «إن بديل الانقراض هو الركود»:

inter- view with Ian Tattersall, *American Museum of Natural History*, New York, 6 May 2002.

ص 379 تُربط الأزمات في تاريخ الأرض بشكل ثابت بقفزات درامية فيما بعد:

Stanley, *Extinction*, p. 95; Stevens, *The Change in the Weather*, p. 12.

ص 380 في العصر البرمي، على الأقل 95% من الحيوانات المعروفة من سجل الأحافير اختفت دون أن تعود أبداً:

Harper's, 'Planet of Weeds', Oct. 1998, p. 58.

ص 380 حتى نحو ثلث أنواع الحشرات تلاشى المناسبة الوحيدة التي فقدت فيها بالجملة: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 12

ص 380 «كان في الحقيقة انقراضاً جماعياً»: Fortey, *Life*, p.235

ص 381 تتراوح التقديرات عن عدد أنواع الحيوانات الحية في نهاية العصر البرمي بين 45,000 و240,000:

Gould, *Hen's Teeth and Horse's Toes*, p.340.

ص 381 بالنسبة للأفراد يمكن أن تكون نسبة الوفيات أعلى بكثير في كثير من الحالات، وعملياً كلية:

Powell, Night Comes to the Cretaceous, p.143.

ص 381 الحيوانات التي ترعى، وبينها الأحصنة، انقرضت تقريباً في الحدث Hemphilian:

Flannery, The Eternal Frontier, p. 100.

ص 381 هناك اثنان وعشرون من المجرمين على الأقل أتهموا كعلل أو مسهمين رئيسين:

Earth, 'The Mystery of Selective Extinctions', Oct. 1996, p. 12.

ص 381 «أطنان من التخمين والقليل جداً من البراهين»:

New Scientist, 'Meltdown', 7 Aug. 1999.

ص 382 إن انفجاراً كهذا ليس من السهل تصوّره:

Powell, Night Comes to the Cretaceous, p. 19.

ص 382 كانت لنيزك كي تي ميزة إضافية مميزة لو كنت من الثدييات، أي:

Flannery, The Eternal Frontier, p. 17.

ص 383 «لماذا ستخرج حيوانات حساسة كهذه دون أذى من كارثة كهذه لا مثيل لها؟»:

Flannery, The Eternal Frontier, p. 43.

ص 383 كانت القصة نفسها في البحار:

Gould, Eight Little Piggies, p. 304.

ص 383 «لا يبدو مرضياً أن نسميها «محظوظة» ونتركها عند هذا»:

Fortey, Life, p.292.

ص 384 إن المدة التي تأتي حالياً بعد انقراض الديناصورات يمكن أن تسمى عصر
السلاحف: Flannery, The Eternal Frontier, p. 39.

ص 385 «إن التطور يمكن أن يمقت الفراغ... ولكن غالباً ما يستغرق وقتاً طويلاً؛ كي
يملأه»: Stanley, Extinction, p. 92.

ص 385 ربما بقيت الثدييات صغيرة بحذر لعشرة ملايين عام:

Novacek, Time Traveler, p.112.

ص 385 كان هناك لبعض الوقت خنزير كينية بحجم الكركدن وكركدن بحجم منزل
من طابقين: Dawkins, The Blind Watchmaker, p. 102.

ص 385 لملايين الأعوام، طائر عملاق، لا يطير ولاحم دعي تايتانيس كان ربما المخلوق
الأكثر شراسة في شمال أمريكا:

Flannery, The Eternal Frontier, p. 138.

ص 386 بني في عام 1903 في بتسبرغ وقدمه إلى المتحف أندرو كانيجي:

Colbert, The Great Dinosaur Hunters and their Discoveries, p. 164.

ص 386 حتى وقت متأخر جداً جاء كل ما نعرفه عن الديناصورات في هذه المدة من
ثلاث مئة عينة فقط:

Powell, Night Comes to the Cretaceous, pp. 168-9.

ص 387 «ليس هناك سبب للاعتقاد بأن الديناصورات كانت تتفق تدريجياً»:

BBC Horizon, 'Crater of Death',- first broadcast 6 May 2001.

ص 387 إن البشر هنا اليوم؛ لأن خطنا الخاص لم يتشظَّ أبداً:

Gould, Eight Little Piggies, p. 229.

الفصل الثالث والعشرون: غنى الوجود

ص 390 إن غرفة الكحول وحدها فيها 15 ميلاً من الرفوف:

Thackray and Press, The Natural History Museum, p. 90.

ص 391 44 سنة من انتهاء البعثة:

Thackray and Press, The Natural History Museum, p. 74.

ص 391 نشر في عام 1956 ولا يزال يمكن العثور عليه على رفوف بعض المكتبات وبعدها المحاولة الأولى:

Conard, How to Know the Mosses and Liverworts, p. 5.

ص 392 «إن المناطق الاستوائية هي المكان الذي تعثر فيه على التنوع»:

inter- view with Len Ellis, Natural History Museum, London, 18 April 2002.

ص 394 نخل كمية من العلف مرسله لحيوانات السفينة وقام باكتشافات جديدة:

Barber, The Heyday of Natural History: 1820-1870, p. 17.

ص 396 منح لأجزاء نوع واحد من البطليينوس الأسماء:

Gould, Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms, p. 79.

ص 397 «الحب يأتي حتى إلى النباتات. الذكور والإناث يتزاوجون»:

quoted by Gjertsen, The Classics of Science, p. 237, and at University of California/UCMP Berkeley website.

ص 397 أرجعها لينيوس إلى *physalis angulata*:

Kastner, A Spedes of Eternity, p. 31.

ص 398 الطبعة الأولى من كتابه نظام الطبيعة:

Gjertsen, The Classics of Science, p. 223.

ص 398 كتاب جون ريس المؤلف من ثلاثة أجزاء بعنوان التاريخ العام للنباتات في إنكلترا: Durant, The Age of Louis XIV, p.519.

ص 398 تماماً في الوقت المناسب لجعل ليينيوس نوعاً من الأب لعلماء الطبيعة البريطانيون: Thomas, Man and the Natural World, p. 65.

ص 398 قبل بسذاجة من البحارة ومسافرين ذوي خيال خصب:

Schwartz, Sudden Origins, p. 59.

ص 398 رأى أن الحيتان تنتمي مع الأبقار والفئران وحيوانات أرضية أخرى إلى فئة رباعيات الأقدام (تغيرت فيما بعد إلى الثدييات):

Schwartz, Sudden Origins, p. 59.

ص 399 تضمنت أسماء أخرى في الاستخدام اليومي ضراط الفرس، والسيدات العاريات، والخصيتان المرتعشتان، وبول الكلب، والاست المفتوح، ومنديل المؤخرة: Thomas, Man and the Natural World, pp. 82-5.

ص 400 بينما يضع إدوارد و. ولسون في تنوع الحياة الرقم بشكل قوي على نحو مفاجئ 89:

Wilson, The Diversity of Life, p. 157.

ص 400 نقل وسط الزئير إلى جنس الأعشاب الغرنوقية:

Elliott, The Potting-Shed Papers, p. 18.

ص 400 تتراوح التقديرات بين 3 ملايين إلى 200 مليون:

Audubon, 'Earth's Catalogue', Jan.-Feb. 2002; Wilson, The Diversity of Life, p. 132.

ص 400 من المحتمل أن 97% من نباتات الأرض والأنواع الحيوانية لم تُكتشف بعد:

Economist, 'A Golden Age of Discovery', 23 Dec. 1996, p. 56.

ص 400 قدر عدد الأنواع المعروفة من الأنماط جميعها: الحيوانات والحشرات والجراثيم والأشنيات، وكل شيء بـ 1.4 مليون:

US News and World Report, 18 Aug. 1997, p. 78.

ص 401 استغرق الأمر مع جروفز أربعة عقود؛ كي يحل كل شيء:

New Scientist, 'Monkey Puzzle', 6 Oct. 2001, p. 54.

ص 403 إن خمسة عشر ألف نوع من كل الأنواع يسجل كل عام فحسب:

Wall Street Journal, 'Taxonomists Unite to Catalog Every Species, Big and Small', 22 Jan. 2001.

403 «إنها ليست أزمة تنوع بيولوجي، بل أزمة علم تصنيف»:

interview with Koen Maes, National Museum, Nairobi, 2 Oct. 2002.

ص 403 «وصفت كثير من الأنواع بشكل سيئ في منشورات معزولة»:

Nature, 'Challenges for Taxonomy', 2 May 2002, p. 17.

ص 404 أطلق مشروعاً دعاه مؤسسة كل الأنواع:

The Times, 'The List of Life on Earth', 30.

ص 404 إن فرشتك منزلٌ ربما للمليون جراثومة:

Bodanis, The Secret House, p. 16.

ص 404 إذا اقتبسنا الشخص الذي قام بالقياس، الدكتور جون موندنر من مركز علم الحشرات الطبي البريطاني:

New Scientist, 'Bugs Bite Back', 17 Feb. 2001, p. 48.

ص 305 إن هذه الميكروبات كانت معنا منذ الزمن السحيق:

Bodanis, *The Secret House*, p. 15.

ص 305 ستحتوي عينتك أيضاً على مليون خميرة ريانة:

National Geographic, 'Bacteria', Aug. 1993, p.39.

ص 305 «إذا وجد أكثر من 9000 نمط ميكروبي في مقدارين ضئيلين من منخمرة من موضعين مختلفين في النروج»:

Wilson, *The Diversity of Life*, p. 144.

ص 305 بحسب تقدير واحد يمكن أن تكون 400 مليون:

Tudge, *The Variety of Life*, p. 8.

ص 406 واكتشف ألف نوع جديد من النبات المزهر:

Wilson, *The Diversity of Life*, p. 197.

ص 406 بالمجمل، إن الغابات المطرية الاستوائية تغطي نحو 6% فقط من سطح الأرض: ولسون، تنوع الحياة، ص 197.

ص 406 «أكثر من ثلاثة بلايين عام ونصف من التطور»:

Economist, 'Biotech's Secret Garden', 30 May 1998, p. 75.

ص 407 عشر على بكتيريا قديمة على حائط بار ريفي:

Fortey, *Life*, p. 75.

ص 407 نحو 500 نوع تم تحديده (بالرغم من أن مصادر أخرى تقول: 360):

Ridley, *The Red Queen*, p. 54.

ص 407 اجمع كل الفطريات التي يعثر عليها في هكتار معين من أراضي المروج:

Attenborough, *The Private Life of Plants*, p. 177.

ص 407 يُعتقد أن العدد الكلي يمكن أن يكون 1.8 مليون:

National Geographic, 'Fungi', Aug. 2000, p. 60; Leakey and Lewin, The Sixth Extinction, p. 117.

ص 408 الطائر النيوزلندي الضخم الذي لا يطير الذي يدعى تاكاهي:

Flannery and Schouten, A Gap in Nature, p. 2.

ص 408 عدّ الحصان حالة نادرة في العالم الأوسع:

New York Times, 'A Stone-Age Horse Still Roams a Tibetan Plateau', 12 Nov. 1995.

ص 408 «الحيوان العملاق»، نوع من الكسلان الأرضي العملاق يمكن أن يبلغ ارتفاعه ارتفاع الزرافة:

Economist, 'A World to Explore', 23 Dec. 1995, p. 95.

ص 409 سطر واحد من نص في جدول كرامبتون:

Gould, Eight Little Piggies, pp. 32-4.

ص 409 تسلق 4000 كيلومتر؛ كي يجمع مجموعة من ثلاث مئة ألف دبور:

Gould, The Flamingo's Smile, pp. 159-60.

الفصل الرابع والعشرون: الخلايا

411 عليك أن تصفّر العدد نفسه من المركّبات التي يعثر عليها في طائرة بوينغ 777:

New Scientist, 2 Dec. 2000, p. 37.

ص 412 لا نفهم إلا 2% منها:

Brown, The Energy of Life, p. 83.

ص 412 كان هدفه في البداية لغزاً، ولكن عندئذ بدأ العلماء يعثرون عليه في كل مكان:

Brown, *The Energy of Life*, p. 229.

ص 412 يتحول إلى حمض نثري في تيار الدم، يرخي بطانة الشرايين، سامحاً للدم أن يتدفق بحرية أكبر:

Alberts, et al., *Essential Cell Biology*, p.489.

ص 412 تملك «بضع مئات» من أنواع الخلايا:

de Duve, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 1, p.21.

ص 413 إذا كنت بالغا متوسط الحجم فلا بد أن لديك 2 كيلوغرام من الجلد الميت:

Bodanis, *The Secret Family*, p. 106.

ص 413 يمكن أن تعيش خلايا الكبد سنوات:

de Duve, *A Guided Tour of the Living Cell*, vol. 1, p. 68.

ص 414 ليس كثيراً كجزء ضال:

Bodanis, *The Secret Family*, p. 81.

ص 415 حسب هوك أن مربع بحجم إنش من السدادة سيحتوي على 1,259,712,000

من هذه الغرف الصغيرة: Nuland, *How We Live*, p. 100.

ص 415 بعد أن أفاد أنه اكتشف «أدلة حيوانية» في عينة من ماء الفلفل

pepper- water في 1676:

Jardine, *Ingenious Pursuits*, p. 93.

ص 415 حسب أن هناك 8,280,000 من هذه الكائنات الصغيرة في قطرة ماء

واحدة:

Thomas, *Man and the Natural World*, p. 167.

ص 415 دعا الكائنات الصغيرة «الأقزام»:

Schwartz, Sudden Origins, p. 167.

ص 415 في واحدة من أقل تجاربه:

Carey (ed.), The Faber Book of Science, p. 28.

ص 415 فقط في عام 1839 أدرك الجميع أن كل المادة الحية خلوية:

Nuland, How We Live, p. 101.

ص 416 فورنت الخلية مع أمور كثيرة:

Trefil, 101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either, p. 33; Brown, The Energy of Life, p. 78.

ص 416 على أي حال، ارفع هذا، وسيصبح صدمة من 20 مليون فلوٲ في كل متر:

Brown, The Energy of Life, p. 87.

ص 416 له الاستمرارية التقريبية لـ «درجة خفيفة من زيت الآلة»:

Nuland, How We Live, p. 103.

ص 417 وتطوير في بعضها بعضاً بليون مرة في الثانية:

Brown, The Energy of Life, p. 80.

ص 418 «يجب أن يبقى عالم الجزيئات بالضرورة بشكل كامل خارج قدرة خيالنا»:

de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 293.

ص 419 «الحاصل هو حد أدنى من 100 مليون جزيء من البروتين في كل خلية»:

Nuland, How We Live, p.157.

ص 419 في أي لحظة معطاة، إن الخلية العادية في جسمك ستحتوي على نحو بليون جزيء

إي تي بي فيها: Alberts et al., Essential Cell Biology, p. 110.

ص 419 في كل يوم تنتج وتستهلك كمية من إي تي بي معادلة لنصف وزن جسمك:

Nature, 'Darwin's Motors', 2 May 2002, p. 25.

ص 419 يعاني الناس من مرض واحد مهلك في كل مئة مليون بليون انقسام للخلية:

Ridley, Genome, p.237.

ص 420 ما دُعي «الفكرة المفردة الأفضل التي سبق أن خطرت لإنسان»:

Dennett, Dan4lin's Dangerous Idea,p.21.

الفصل الخامس والعشرون: فكرة دارون الفذة

ص 421 «الجميع مهتمون بالحمام»:

quoted in Boorstin, Cleopatra's Nose, p. 176.

ص 421 «لا تأبه بأي شيء سوى إطلاق النار والكلاب واصطياد الجرذان»:

quoted in Boorstin, The Discoverers, p. 467.

ص 422 إن تجربة مشاهدة عملية على طفل متألم:

Desmond and Moore, Damlin, p. 27.

ص 423 بعضهم «يتاخم الجنون»:

Hamblyn, The Invention of Clouds, p. 199.

ص 423 في خمس سنوات... لم يلمح مرة واحدة إلى ارتباط:

Desmond and Moore, Danvin, p. 197.

ص 424 مما أوحى، ليس بالمصادفة، أن attols لا يمكن أن تتشكل في أقل من مليون

عام: Moorehead, Danvin and the Beagle, p. 191.

ص 424 لم يحدث إلى أن عاد دارون إلى إنكلترة وقرأ مقالة توماس مالتوي مقالة في
مبدأ السكان: Gould, Ever since Danvin, p. 21.

ص 424 «كم كنت غيبياً؛ لأنني لم أفكر في الأمر»:

quoted in Sunday Telegraph, 'The Origin of Darwin's Genius', 8
Dec. 2002.

ص 424 كان صديقه عالم الطيور جون جولد:

Desmond and Moore, Danvin, p. 209.

ص 425 وسع هذه إلى وصف من 230 صفحة:

Dictionary of National Biography, vol. 5, p. 526.

ص 426 «أكره البرنقيل، كما لم يعرف أي إنسان من قبل»:

quoted in Ferris, Coming of Age in the Milky Way, p. 239.

ص 426 تساءل بعضهم إن كان دارون نفسه يمكن أن يكون المؤلف:

Barber, The Heyday of Natural History, p. 214.

ص 426 «لم يكن قادراً على أن يقوم بتجريد مختصر أفضل:

Dictionary of National Biography, vol. 5, p. 528.

ص 426 «هذا الصيف سيصنع القرن العشرين (1) منذ أن فتحت دفتر ملاحظاتي
الأول»: Desmond and Moore, Darnlin, pp. 454-5.

ص 427 «مهما كبرت ستتخطم»: Desmond and Moore, Darnlin, p. 469.

ص 427 «كل ما كان جديداً فيها كان مزيفاً، وما كان صحيحاً كان قديماً»:

quoted by Gribbin and Chervas, The First Chimpanzee, p. 150.

428 كان الحدائقى الأسكتلندي باتريك ماثيو أقل إذعاناً لزعم دارون عن الأسبقية:

Gould, *The Flamingo's Smile*, p. 336.

ص 428 شعر «كأنه يعترف بجريمة»:

quoted in Desmond and Moore, *Darwin*, p. xvi.

ص 429 «يجب أن تبقى المسألة حالياً دون شرح»:

quoted by Gould, *Wonderful Life*, p. 57.

ص 429 تأمل عن طريق الشرح:

Gould, *Ever Since Darwin*, p. 126.

ص 429 «دارون يشطح بعيداً»:

quoted by McPhee, *In Suspect Terrain*, p. 190.

ص 429 كان هكسلي عالم أملاح:

Schwartz, *Sudden Origins*, pp.81-2.

ص 430 «تمنحني العين، حتى هذا اليوم رعشة برودة»:

quoted in Keller, *The Century of the Gene*, p. 97.

ص 430 «أعترف بحرية أنه يبدو في غاية السخف» أن الانتخاب الطبيعي يمكن أن

ينتج شيئاً كهذه الأدوات في خطوات متدرجة:

Darwin, *On the Origin of Species* (facsimile ed.), p. 217.

ص 430 «في النهاية... فقد دارون في الواقع كل الدعم الذي تبقى»:

Schwartz, *Sudden Origins*, p. 89.

ص 431 كان فيه مكتبة من عشرين ألف كتاب:

Lewontin, *It Ain't Necessarily So*, p. 91.

ص 433 ودارون، بدوره، درس بحث فوك المؤثر كما هو معروف:

Ridley, Genome, p. 44.

ص 433 تم حث هكسلي؛ كي يحضر من قبل روبرت تشامبرز:

Trinkaus and Shipman, The Neandertals, p. 79.

ص 433 شق طريقه بجرأة عبر ساعتين من الملاحظات التمهيدية:

Clark, The Sun/ivai of Charles Danvin, p. 142.

ص 434 كان في إحدى تجاربه يعزف لها على البيانو:

Conniff, Spineless Wonders, p. 147.

ص 435 بعد أن تزوج ابنة عمه:

Desmond and Moore, Danvin, p. 575.

ص 435 كُرم دارون دوماً في مدة حياته، ولكن لم يكرم أبداً من أجل كتابه في أصل

Clark, The Sun/ivai of Charles Danvin, p. 148. الأنواع:

ص 435 لم تحظ نظرية دارون في الواقع بقبول واسع الانتشار، حتى الثلاثينيات والأربعينيات:

Tattersall and Schwartz, Extinct Humans, p. 45.

ص 435 بدا كأنه يزعم أن اكتشافات ميندل له:

Schwartz, Sudden Origins, p. 187.

الفصل السادس والعشرون: مادة الحياة

ص 437 «تقريباً قاعدة نووية واحدة في كل ألف»:

Sulston and Ferry, The Common Thread, p. 198.

ص 437 إن الاستثناءات هي كريات الدم الحمراء، بعض خلايا الجهاز المناعي، وخلايا البويضة والسائل المنوي:

Woolfson, Life with- out Genes, p. 12.

ص 439 «صُمن أن يكون فذاً في وجه أي تناقض»:

de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p.314.

ص 439 سيكون هناك ما يكفي منه؛ كي يمتد من الأرض إلى القمر ذهاباً وإياباً، ليس مرة واحدة أو مرتين، وإنما مرة بعد أخرى:

Dennett, Darwin's Dangerous Idea, p. 151.

ص 439 يمكن أن يكون لديك 20 مليون كيلومتر من الـ (DNA) متجمعة داخلك:

Gribbin and Gribbin, Being Human, p. 8.

ص 439 «بين أكثر الجزيئات عدم تفاعل وبلادة كيميائية»:

Lewontin, It Ain't Necessarily So, p. 142.

ص 439 اكتُشفت في عام 1869: Ridley, Genome, p. 48.

ص 440 لم يفعل الـ (DNA) أي شيء مطلقاً، بقدر ما يستطيع أن يقول أي شخص:

Wallace et al., Biology, p. 211.

ص 440 اعتُقد أن التعقيد الضروري يجب أن يوجد في البروتينات في النواة:

de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 295.

ص 442 بدأ العمل من مختبر صغير صار يدعى غرفة الذبابة:

Clark, The Survival of Charles Darwin, p. 259.

ص 442 لا يوجد إجماع حول ماهية الجينات: سواء كانت حقيقية أم خيالية»:

Keller, The Century of the Gene, p. 2.

ص 443 نحن في الموقف نفسه اليوم بخصوص العمليات الذهنية كالفكر والذاكرة:

Wallace et al., Biology, p. 211.

ص 443 اقترح تشارجاف أن اكتشاف آفيري يستحق جائزتي نوبل:

Maddox, Rosalind Franklin, p.327.

ص 443 بما فيه تعبئة السلطات كما قيل... من أجل عدم منح آفيري جائزة نوبل:

White, Rivals, p.251.

ص 443 عضو برنامج إذاعي مشهور جداً يدعى أطفال السؤال والإجابة:

Judson, The Eighth Day of Creation, p.46.

ص 445 «كان أمني أنه يمكن أن يُحل الجين دون تعلّمي أي كيمياء»:

Watson, The Double Helix, p. 21.

ص 445 تم الحصول على نتائجها «بالمصادفة»:

Jardine, Ingenious Pursuits, p. 356.

ص 445 في صورة حادة دون إطراء:

Watson, The Double Helix, p. 17.

ص 445 «مؤلم بلا مسوغ»: Jardine, Ingenious Pursuits, p.354.

ص 446 مما سبب مقت ولكينز وارتباكه المفترض في صيف 1952 أرسلت ملاحظة ساخرة:

White, Rivals, p. 257; Maddox, Rosalind Franklin, p. 185.

ص 446 «على ما يبدو دون علمها أو موافقتها»:

PBS website, 'A Science Odyssey', n.d.

ص 446 بعد سنوات، أقر واتسون أنه «كان الحدث الأساسي... لقد عبأنا»:

quoted in Maddox, Rosalind Franklin, p. 317.

ص 447 مقالة من 900 كلمة كتبها واتسون وكريك بعنوان «بنية الـ (DNA)»:

de Duve, A Guided Tour of the Living Cell, vol. 2, p. 290.

ص 447 ذكرت بشكل عابر في نيوز كرونيكل وتم تجاهلها في أمكنة أخرى:

Ridley, Genome, p. 50.

ص 448 نادراً ما ارتدت فرانكلين رداء مضاداً للرصاص، وكانت تقف دون انتباه أمام

الشعاع: Maddox, Rosalind Franklin, p.144.

ص 448 «استغرق الأمر 25 سنة لنموذجنا من الـ (DNA) كي ينتقل من كونه قابلاً

للتصديق إلى كونه صادقاً جداً»:

Crick, What Mad Pursuit, p. 73-4.

ص 448 في عام 1968 استطاعت مجلة ساينس أن تنشر مقالاً بعنوان «هذا ما كانته

البيولوجيا الجزيئية التي كانت»:

Keller, The Century of the Gene, p. 25.

ص 448 بهذا المعنى إنها مثل مفاتيح البيانو، وكل منها يعزف لحناً مفرداً ولا شيء

آخر:

National Geographic, 'Secrets of the Gene', Oct. 1995, p. 55.

ص 449 إن الفوانين، مثلاً، هو المادة نفسها التي تتكاثر، وتمنح اسمها للفوانين:

Pollack, Signs of Life, p. 22-3.

ص 450 «بوسعك القول: إن كل البشر لا يشتركون في أي شيء، وسيكون هذا صحيحاً

أيضاً»: Discover, 'Bad Genes, Good Drugs', April 2002, p. 54.

ص 453 «توجد من أجل السبب النقي والبسيط بأنها جيدة في نسخ نفسها»:

Ridley, Genome, p.127.

ص 453 سوية، تقريباً نصف الجينات البشرية... لا تفعل أي شيء على الإطلاق،
بقدر ما نستطيع القول:

Woolfson, Life without Genes, p. 18.

ص 453 إن الـ (DNA) الرديء له استخدام:

National Geographic, 'The New Science of Identity', May 1992, p. 118.

ص 454 «الأمبراطوريات تسقط، الهوات تنفجر، سمفونيات عظيمة تؤلف، ووراء هذا
كله غريزة واحدة تتطلب الإشباع»:

Nuland, How We Live, p. 158.

ص 454 كان هناك كائنان لم يشتركا في سلف واحد لخمس مئة مليون سنة:

BBC Horizon, 'Hopeful Monsters', first transmitted 1998.

ص 454 على الأقل 90% يتواشج على مستوى ما مع تلك التي اكتشفت في الفئران:

Nature, 'Sorry, dogs -man's got a new best friend', 19-26 Dec.
2002, p. 734.

ص 454 لدينا حتى الجينات نفسها لصناعة ذيل، لو أنها تعمل فقط:

Los Angeles Times (reprinted in Valley News), 9 Dec. 2002.

ص 498dubbed homeotic (من كلمة يونانية تعني «مشابه») أو جينات hox:

BBC Horizon, 'Hopeful Monsters', first transmitted 1998.

ص 455 إن السمك الرثوي، الأقل تطوراً من الحيوانات المعقدة جميعها، يمتلك من

الـ (DNA) أكثر بأربعين مرة منا: Schopf, Cradle of Life, p. 240.

ص 455 ربما أوج أو (الدرك الأسفل) هذا الإيمان بالاحتمية البيولوجية كان دراسة نشرت في مجلة ساينس في عام 1980:

Lewontin, It Ain't Necessarily So, p. 215.

ص 456 إن سرعة نمو لحية الرجل ربما لها علاقة بكم يفكر في الجنس:

Wall Street journal, 'What Distinguishes Us from the Chimps? Actually, Not Much', 12 April 2002, p. 1.

ص 457 «إن البروتيوم أكثر تعقيداً من الجينوم»:

Scientific American, 'Move Over, Human Genome', April 2002, pp. 44-5.

ص 457 بحسب المزاج والظرف الاستقلابي ستسمح لنفسها أن تكون مفسفرة، وتحتوي على الغليكوسيل، ومؤستلة، وتصبح كلية الحضور:

The Bulletin, 'The Human Enigma Code', 21 Aug. 2001, p. 32.

ص 457 اشرب كأساً من النبيذ... وستغير مادياً عدد البروتينات وأنماطها بشكل كبير في نظامك»:

Scientific American, 'Move Over, Human Genome', April 2002, pp. 44-5.

ص 458 «إن أي شيء يصح على e.Coli يجب أن يصح على الفيلة، عد كثير من هذا»:

Nature, 'From E. coli to Elephants', 2 May 2002, p. 22.

الفصل السابع والعشرون: الزمن الجليدي

ص 461 نشرت التايمز في لندن مقالة قصيرة:

Williams, Suwiving Galeras, p. 198.

ص 461 لم يأت الربيع ولم يأت الصيف بالدفء أبداً:

Officer and Page, Tales of the Earth, pp. 3-6.

ص 462 عالم طبيعة فرنسي يدعى دي لوك:

Hallam, Great Geological Controversies, p. 90.

ص 463 عالم الطبيعة جان دي شاربنتيه روى القصة:

Hallam, Great Geological Controversies, p. 90.

ص 464 أعار أجاسبيز ملاحظاته:

Hallam, Great Geological Controversies, pp. 92-3.

ص 464 لاحظ همبولت أن هناك ثلاث مراحل في الاكتشاف العلمي:

Ferris, The Whole Shebang, p.173.

ص 464 في بحثه لفهم دينامية التجلد ذهب إلى الأمكنة كلها:

McPhee, In Suspect Terrain, p.182.

ص 464 وليم هوبكنز، بروفيسور في كمبريدج وقائد بارز للجمعية الجيولوجية:

Hallam, Great Geological Controversies, p. 98.

ص 466 بدأ العثور على دليل عن المجلدات عملياً في الأمكنة كلها:

Hallam, Great Geological Controversies, p. 99.

ص 466 صار مقتنعاً في النهاية أن الجليد غطى الأرض كلها مرة:

Gould, Time's A'ow, p. 115.

ص 466 حين وافته المنية في عام 1837 شعرت هارفارد أنه من الضروري تعيين ثلاثة

أساتذة؛ كي يحلوا مكانه. McPhee, In Suspect Terrain, p. 197.

McPhee, In Suspect Terrain, p. 197. ص 467 أقل من عقد بعد وفاته:

ص 467 في الأعوام العشرين اللاحقة، حتى حين يكون في عطلة:

Gribbin and Gribbin, Ice Age, p. 51.

ص 468 قرر كوين أن سبب العصور الجليدية يعثر عليه في الأصفاء الباردة، وليس

في الشتاءات العنيفة: Chorlton, Ice Ages, p. 101.

ص 468 «ليست بالضرورة كمية الثلج هي التي تسبب أكسية الجليد، وإنما حقيقة أن

الثلج، مهما كان قليلاً، يستمر»: Schultz, Ice Age Lost, p. 72.

ص 468 «العملية مضخمة للذات»:

McPhee, In Suspect Terrain, p. 205.

ص 469 «ستعاني صعوبة كبيرة في العثور على عالم جيولوجيا أو عالم أرصاد جوية

اعتبر النموذج أي شيء سوى فضول تاريخي»:

Gribbin and Gribbin, Ice Age, p. 60.

ص 469 الحقيقة هي أننا لا نزال في عصر جليدي:

Schultz, Ice Age Lost, p. 5.

ص 469 موقف يمكن أن يكون فريداً في تاريخ الأرض:

Gribbin and Gribbin, Fire on Earth, p. 147.

ص 469 يبدو أن لدينا على الأقل 17 حادثة جليدية حادة في الأعوام 2.5 مليون

الأخيرة: Flannery, The Eternal Frontier, p. 148.

ص 470 يمكن توقع نحو خمسين حادثة جليدية أخرى:

Stevens, The Change in the Weather, p. 10.

ص 471 العصر الجليدي الضخم:

McGuire, A Guide to the End of the World, p. 69.

ص 472 يمكن أن يتجمد وجه الأرض كله:

Valley News (from Washington Post), 'The Snowball Theory', 19 June 2000, p. C1.

ص 473 الطقس الأكثر وحشية الذي سبق ومرت فيه:

BBC Horizon transcript, 'Snowball Earth', broadcast 22 Feb. 2001, p. 7.

ص 473 في حدث يعرفه العلم باسم يونجر دراياس:

Stevens, The Change in the Weather, p. 34.

ص 4734 «الشيء الأخير الذي سترغب في فعله هو القيام بتجربة كبيرة غير مشرف عليها»: 36. New Yorker, 'Ice Memory', 7 Jan. 2002, p.

ص 474 إن فكرة أن تدفئة قليلة ستعزز نسب التبخر:

Schultz, Ice Age Lost, p. 72.

ص 475 وليس أقل خداعاً السلاسل المعروفة لبعض الديناصورات المتأخرة:

Drury, Stepping Stones, p. 268.

ص 475 في أستراليا التي كانت في ذلك الوقت أكثر قطبية في توجّها لم يكن الانسحاب إلى مناخات أكثر دفئاً ممكناً:

Thomas H. Rich, Patricia Vickers-Rich and Roland Gangloff, 'Polar Dinosaurs', manuscript, n.d.

ص 475 هناك كثير من الماء بالنسبة لهم؛ كي يعتمدوا عليه في هذا الوقت:

Schultz, Ice Age Lost, p. 159.

ص 476 إذا كان الأمر كذلك، فإن مستويات البحر سترتفع في العالم وبسرعة كبيرة ما بين 4.5 أمتار إلى 6 أمتار: 75. Ball, H₂O, p.

476 «هل كان لديكم عصر جليدي جيد؟»:

Flannery, *The Eternal Frontier*, p. 267.

الفصل الثامن والعشرون: ثنائي الأقدام الغامض

ص 477 تماماً قبل عيد الميلاد 1887:

National Geographic, May 1997, p. 87.

ص 477 عثر عليه عمال السكك الحديدية في كهف في جرف يدعى كرو ماجنون:

Tattersall and Schwartz, *Extinct Humans*, p.149.

ص 478 الوصف الرسمي الأول:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, p. 173.

ص 478 وهكذا بدلاً من الاسم والجدارة من أجل اكتشاف البشر القدماء الأوائل ذهب إلى وادي نياندر في ألمانيا:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, pp. 3-6.

ص 479 حين سمع بهذا قال (تي.إتش. هكسلي) في إنكلترا بجفاف:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, p. 59.

ص 479 لم يتم بالحفر بنفسه، ولكنه استخدم بدلاً من ذلك 50 سجيناً أعارتهم له

Gould, *Eight Little Piggies*, pp. 126-7. السلطات الهولندية:

ص 479 في الحقيقة يعتقد كثير من علماء الإناسة أنه حديث، ولا علاقة له بإنسان

Walker and Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 39. جاوة:

ص 479 إذا كان عظم إنسان منتصب فإنه لا يشبه أي عظم اكتُشف منذ ذلك الوقت:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, p. 144.

ص 479 أنتج أيضاً وليس لديه سوى رفاقة من الجمجمة و سن واحد نموذجاً للجمجمة الكاملة التي برهنت أيضاً أنها صحيحة بشكل واضح:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, p. 154.

ص 479 مما أثار اشمئزاز دوبوا، أنتج شوالبه دراسة:

Walker and Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 42.

ص 480 استطاع دارت أن يرى على الفور أن جمجمة تونغ لم تكن للإنسان المنتصب:

Walker and Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 74.

ص 480 كان يدفن جثثهم أحياناً في حديقته الخلفية من أجل الدراسة فيما بعد:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, p. 233.

ص 481 أمضى دارت خمس سنوات يعمل على دراسة، ولكنه لم يعثر على أحد كي ينشرها له: Lewin, *Bones of Contention*, p. 82.

ص 481 طوال سنوات جلست الجمجمة كثقالة على مكتب زميل:

Walker and Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 93.

ص 481 عثر على جزء واحد من الغرام من مادة مستحاثية، وعلى أساسها وحدها أعلن بشكل متائق اكتشاف *Sinanthropus pekinensis*:

Swisher et al., *Java Man*, p. 75.

ص 482 ثم اكتشف ما أربعه وهو أنهم كانوا يحطمون القطع الكبيرة إلى صغيرة:

Swisher et al., *Java Man*, p. 77.

ص 482 إن شعب السولو عرف بشكل متنوع باسم *Homo* و *Homo solensis* و *primigenius asiaticus*:

Swisher et al., *Java Man*, p. 211.

ص 482 في عام 1960 ف. كلارك هاوول من جامعة شيكاغو، متبعاً اقتراحات إرنست ماير وآخرين في العقد الماضي:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, pp. 267-8.

ص 483 إن فهمنا كله لما قبل التاريخ البشري يستند إلى البقايا، التي هي في غالب الأحيان مبعثرة، ربما لخمسة آلاف فرد:

Washington Post, 'Skull Raises Doubts about our Ancestry', 22 March 2001.

ص 483 «يمكن أن تضعها كلها في صندوق بيك آب إن كان لا يهمك خلط الأشياء»:
interview with Ian Tattersall, American Museum of Natural History, New York, 6 May 2002.

ص 485 عليك أن تستنتج أن الأدوات اليدوية الأولى صنعها الطيبي:

Walker and Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 66.

ص 485 يظهرون إنانثاً وذكوراً، يتطورون في نسب مختلفة وجهات مختلفة:

Walker and Shipman, *The Wisdom of the Bones*, p. 194.

ص 485 رفضها كأوراق «لسلة المهملات»:

Tattersall and Schwartz, *Extinct Humans*, p. 111.

ص 485 «من اللافت كيف في الغالب أن التأويلات الأولى للدليل الجديد أكدت أنهما كانا مكتشفيها:

quoted by Gribbin and Cherfas, *The First Chimpanzee*, p. 60.

ص 485 «ومن كل الأنظمة في العلم، إن الأنثروبولوجيا الإحاثية تتباهى، ربما بالحصّة الأكبر من الأنانيات»:

Swisher et al., *Java Man*, p. 17.

ص 486 في 99.99999% الأولى من تاريخنا كمتعضيات، كما في خط الأسلاف نفسه
كالشيمبانزي: Tattersall, The Human Odyssey, p. 60.

486 «إنها سلفنا الأول، الحلقة المفقودة بين القرد والإنسان»:

PBS Nova, 'In Search of Human Origins', first broadcast Aug. 1999.

ص 487 أجاب جونسون بمرح أنه لم يحسب 106 عظام من اليدين والقدمين:

Walker and Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 147.

ص 489 «إن لوسي ونوعها لم يسيرا بأي طريقة مثل الطريقة البشرية الحديثة»:

Tattersall, The Monkey in the Mirror, p. 88.

ص 489 «فقط حين كان على هؤلاء البشر أن يسافروا بين المساكن الشجرية وجدوا
أنفسهم يسرون على قدمين»:

Tattersall and Schwartz, Extinct Humans, p. 91.

ص 489 «إن ردي في لوسي والترتيب العضلي لحوضها»، كتب:

National Geographic, 'Face-to-Face with Lucy's Family', March
1996, p. 114.

ص 489 في صيف 2002 عشر فريق فرنسي يعمل في صحراء دجوراب في تشاد على
إنسان عمره تقريباً سبعة ملايين عام:

Sdentijic American, 'An Ancestor to Call our Own', Jan. 2003,
pp. 54-63.

ص 489 يعتقد بعض النقاد أنها لم تكن إنساناً، بل قرداً:

Nature, 'Face to Face with our Past', 19-26 Dec. 2002, p. 735.

ص 490 حين تكون إنساناً قرداً australopithecine صغيراً ومعرضاً للخطر بدماع بحجم برتقالة، فلا بد أن تكون المجازفة أكبر:

Stevens, *The Change in the Weather*, p. 3; Drury, *Stepping Stones*, pp. 335-6.

ص 490 «ولكن تركتهم الغابات»:

Gribbin and Gribbin, *Being Human*, p. 135.

ص 491 لأكثر من ثلاثة ملايين عام، نادراً ما تغيرت لوسي وزملاؤها من القردة الشبيهين بالبشر:

PBS Nova, 'In Search of Human Origins', first broadcast Aug. 1999.

ص 491 حجم دماغ مطلق: Gould, *Ever since Darwin*, pp. 181-3.

ص مع ذلك لم يستفد الإنسان القرد أبداً من هذه التكنولوجيا المفيدة التي كانت في كل مكان حولهم: Drury, *Stepping Stones*, p. 338.

ص 491 «ربما أكلناهم كما قال مات ريدلي»: Ridley, *Genome*, p. 33.

ص 492 «يشكلون فقط 2% من كتلة الجسد، ولكنها تلتهم 20% من طاقتها:

Drury, *Stepping Stones*, p. 345.

ص 492 «إن الجسد في خطر مستمر من أن يستنفده الدماغ الجشع»:

Brown, *The Energy of Life*, p. 216.

ص 492 سي. لورين بريس تمسك بعناد بالمفهوم الخطي:

Gould, *Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms*, p. 204.

ص 493 إن الإنسان المنتصب هو الخط الفاصل:

Swisher et al., *Java Man*, p. 131.

ص 494 كانت لفتى عمره بين التاسعة والثانية عشرة مات منذ 1.54 مليون سنة:

National Geographic, May 1997, p. 90.

ص 494 كان فتى توركانا واحداً منا بشكل مؤكد:

Tattersall, The Monkey in the Mi”or, p. 132.

ص 494 شخص ما اعتنى بها:

Walker and Shipman, The Wisdom of the Bones, p. 165.

ص 494 كانوا مغامرين بشكل غير مسبوق، وانتشروا عبر العالم فيما بدا كأنه سرعة هائلة:

Scientific American, ‘Food for Thought’, Dec. 2002, pp. 108-15.

الفصل التاسع والعشرون: القرد الذي لا يهدأ

ص 497 «جعلوها في الآلاف»:

interview with Ian Tattersall, American Museum of Natural History, New York, 6 May 2002.

ص 499 «يمكن أن يكون البشر قد وصلوا بنحو جوهري أول مرة قبل 60,000 سنة»:

Proceedings of the National Academy of Sciences, 16 Jan. 2001.

ص 499 «هناك كثير الذي لا نعرفه عن تحركات البشر قبل التاريخ المدون»:

interview with Alan Thome, Canberra, 20 Aug. 2001.

ص 501 «إن الحدث الرئيس الأخير في التطور الإنساني ظهور نوعنا، وربما هو الأكثر غموضاً من كل شيء»:

Tattersall, The Human Odyssey, p. 150.

ص 501 «سواء كلها أم أي منها مثل بالفعل نوعنا لا يزال ينتظر التوضيح المحدد»:

Tattersall and Schwartz, *Extinct Humans*, p. 226.

ص 501 «غريب، وصعب التصنيف، وغير معروف جيداً»:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, p. 412.

ص 501 لم يُعثر على أي بقايا نياندرتالية في شمال إفريقيا بالرغم من أن أطقم أدواتهم كانت في أنحاء المكان جميعها:

Tattersall and Schwartz, *Extinct Humans*, p. 209.

ص 502 معروف لعلم المناخ القديم باسم فاصل بوتيه Boutellier:

Fagan, *The Great journey*, p. 105.

ص 502 لقد عاشوا على الأقل مئة ألف عام، وربما أكثر من هذا بمرتين:

Tattersall and Schwartz, *Extinct Humans*, p. 204.

ص 502 بينما كانوا يقومون بعمل ميداني في الصحراء:

Trinkaus and Shipman, *The Neandertals*, p. 300.

ص 503 لا يزال يعتقد بنحو مشترك أن النياندرتاليين كانوا يفتقرون إلى الذكاء أو النسيج؛ كي يضاهاوا الوافدين القاريين الجدد الرشيقين والأذكاء، الإنسان العاقل:

Nature, 'Those Elusive Neanderthals', 25 Oct. 2001, p. 791.

503 «تغلب البشر الحديثون على هذه الميزة... بلباس أفضل، ونيران أفضل ومأوى أفضل»: Stevens, *The Change in the Weather*, p. 30.

ص 503 1.8 لتر للنياندرتاليين إزاء 1.4 لتر للبشر الحديثين:

Flannery, *The Future Eaters*, p. 301.

ص 504 «عاش الإنسان الروديسي إلى ما قبل 25,000 سنة ويمكن أن يكون سلف
الزنج الأفارقة»: Canby, The Epic of Man, page unnoted.

ص 505 «ليس لك الطرف الأمامي الذي يبدو كالحمار والطرف الخلفي الذي يبدو
كالحصان»:

Sdence, 'What -or Who -Did In the Neandertals?', 14 Sept. 2001,
p. 1981.

ص 506 «إن البشر الحاليين جميعاً انحدروا من أولئك السكان»:

Swisher et al.,Java Man, p. 189.

ص 506 ولكن عندئذ بدأ الناس بتفحص المعطيات بدقة أكبر:

Sdentifi'c American, 'Is Out of Africa Going Out the Door?',
August 1999.

ص 506 في عام 1997 نجح علماء من جامعة ميونخ في استخراج وتحليل بعض
الـ(DNA) من عظم ذراع إنسان نياندرتالي أصلي:

Proceedings of the National Academy of Sciences, 'Ancient DNA
and the Origin of Modern Humans', 16 Jan. 2001.

ص 507 اقترح أن البشر الحديثين جميعاً بزغوا من إفريقية في الأعوام المئة ألف
السابقة، وجاءوا من سلالة لا تزيد عن عشرة آلاف شخص:

Nature, 'A Start for Population Genomics', 7 Dec. 2000, p. 65;
Natural History, 'What's New in Prehistory', May 2000, pp.
90-1.

ص 507 «هناك المزيد من التنوع في مجموعة اجتماعية من خمسين شمبانزي أكثر
مما يوجد في السكان البشريين برمتهم»:

Science, 'A Glimpse of Humans' First Journey out of Africa', 12 May 2000, p. 950.

ص 507 في أوائل 2001، أفاد ثورن وزملاؤه في الجامعة الأسترالية القومية أنهم استخرجوا الـ (DNA) من أقدم عينات المونغو:

Proceedings of the National Academy of Sciences, 'Mitochondrial DNA sequences in Ancient Australians: Implications for Modern Human Origins', 16Jan. 2001.

ص 508 «بالمجمل... إن السجل الوراثي يدعم فرضية الخروج من إفريقية»:

interview with Rosalind Harding, Institute of Biological Anthropology, Oxford, 28 Feb. 2002.

ص 510 نبه كيف أن عالم إحاثه سأله زميل إن كان يعتقد أن الجمجمة القديمة مطلية أم لا، لعقها وأعلن أنها كذلك: Nature, 27 Sept. 2001, p. 359.

ص 511 حين عرف اهتمامي بالأصول البشرية من أجل هذا الكتاب، أدخل في البرنامج زيارة إلى أولورجيسيلى:

Just for the record, the name is also commonly spelled Ologasailie, including in some official Kenyan materials. It

was this spelling that I used in a small book I wrote for CARE concerning the visit. I am now informed by Ian

Tattersall that the correct spelling is with a median 'e'.

الفصل الثلاثون: وداعاً

ص 514 «رحالة غير علميين، ثلاث أو أربع لوحات زيتية وبعض قطع العظام المبعثرة»:

quoted in Gould, Leonardo's Mountain of Clams and the Diet of Worms, p. 237.

ص 515 فقدت أسترالية ما لا يقل عن 95%:

Flannery and Schouten, A Gap in Nature, p. xv.

ص 515 «لا يوجد فائدة مادية في صيد الحيوانات الخطرة لا يوجد إلا بعض قطع الماموث التي تستطيع أكلها»: نيو ساينتست:

New Scientist, 'Mammoth Mystery', 5 May 2001, p. 34.

ص 515 فقط أربعة أنماط من الحيوانات البرية الضخمة جداً:

Flannery, The Eternal Frontier, p. 195.

ص 516 إن الانقراض الذي يسببه البشر يتسارع على مستوى أعلى من 120,000 مرة: Leakey and Lewin, The Sixth Extinction, p.241.

ص 517 انطلق على الفور إلى الجزيرة، ولكن في الوقت الذي وصل فيه إلى هناك كانت القطعة قد قتلت الطيور كلها:

Flannery, The Future Eaters, pp. 62-3.

ص 518 «لدى كل طليقة متعاقبة»:

quoted in Matthiessen, Wildlife in America, pp. 114-15.

ص 518 فقدته حديقة الحيوانات:

Flannery and Schouten, A Gap in Nature, p. 125.

ص 519 هيو كمنغ، الذي صار منشغلاً بجمع الأشياء، بحيث بنى سفينة ضخمة لارتياح المحيط، ووظف طاقماً للإبحار حول العالم لإحضار كل ما يصادفونه:

Desmond and Moore, Darnlin, p. 342.

519 ملايين الأعوام من العزلة سمحت لهاواي:

Hawaii's Vanishing Species', Sept. 1995, pp. 2-37.

519 طائر البرقش الأكبر، وهو عضو حميد من عائلة الهونكريير:

Flannery and Schouten, A Gap in Nature, p. 84.

ص 519 طائر نادر جداً لم يُرَ إلا واحد منه:

Flannery and Schouten, A Gap in Nature, p. 76.

ص 520 في أوائل التسعينيات رفع الرقم إلى ست مئة في الأسبوع:

Easterbrook, A Moment on the Earth, p. 558.

ص 520 «تقريباً بالتأكيد سوء تقدير»:

Washington Post, in Valley News, 27 Nov. 1995, 'Report Finds Growing Biodiversity Threat'.

ص 520 «كوكب واحد، تجربة واحدة»:

Wilson, Diversity of Life, p. 182.

