

الباب الخامس

الحياة نفسها

كلما فحصت الكون ودرستُ تفاصيل هندسته كلما عثرت على دليل بأن الكون كان يعرف بطريقة ما أننا قادمون.

فريمان دايسون

الفصل السادس عشر

كوكب وحيد

ليس من السهل أن تكون متعضياً. وبقدر ما نعرف حتى الآن، هناك مكان واحد في الكون فحسب - موقع واحد في الطريق اللبنية غير واضح يُدعى الأرض - سيبقيك حياً لكن من الممكن أن يرضنَّ عليك أيضاً.

من قاع أعمق حفرة في المحيط إلى قمة أعلى جبل، إن المنطقة التي تشمل الحياة المعروفة كلها هي بسماكة 20 كيلومتراً فقط. وهذا ليس كثيراً إذا قيست باتساع الكون.

هذا أسوأ بالنسبة لنا نحن البشر؛ لأنه صادف أننا ننتمي إلى الأشياء الحية التي اتخذت القرار المتهوّر، والمغامر منذ 400 مليون سنة كي تزحف خارجة من البحار وتصبح بريّة ومنتفّسة للأوكسجين. ومن ثمّ، ما لا يقل عن 99,5% من حجم العالم القابل للسكن، بحسب أحد التقديرات، هو جوهرياً - من زاوية عملية بشكل كامل - محظور علينا.

ليس السبب لأننا لا نتنفس في الماء فحسب، وإنما لأننا أيضاً لا نستطيع تحمّل الضغط. لأن الماء أثقل من الهواء بنحو 1,300 مرة، يرتفع الضغط بسرعة فيما أنتم تهبطون بما يعادل جويّة* واحدة على عمق كل 10 أمتار. أما على اليابسة، إذا صعدتم إلى قمة ارتفاعها 150 متراً كاتدرائية كولونيا أو الصرح التذكاري في واشنطن فإن التغيير في الضغط سيكون ضئيلاً وغير قابل للتمييز. أما على عمق 150 متراً تحت الماء - على أي حال - فستتمزّق شرايينك وتُضغَط رئتاك وتصيران بحجم علبه كولا. ومن المفاجئ أن الناس يقومون طوعياً بالغوص إلى أعماق كهذه، دون أجهزة تنفس، من أجل التسلية، في رياضة تُعرف باسم الغطس الحر. وعلى ما يبدو، يُعتقد أنّ تجربة

* وحدة ضغط تعادل ضغط الهواء عند سطح البحر، أو 14,69 رطلاً إنكليزياً في الإنش المربع. المترجم.

تشويه أعضائك الداخلية بشكل سيئ منعشة (بالرغم من أنها على ما يُفترض ليست منعشة مثل جعلها تعود إلى أبعادها السابقة لدى الخروج إلى السطح). للوصول إلى أعماق كهذه، يجب أن يُجر الغطاسون إلى الأسفل، وبخفة، بالأثقال. كان العمق الذي استطاع أي شخص أن يصل إليه دون مساعدة وعاد كي يتحدث عنه هو 72 متراً، وهذا إنجاز كبير حققه إيطالي يُدعى أمبرتو بليزاري، الذي غاص في 1992 إلى ذلك العمق، بقي جزءاً من مليون من الثانية ثم اندفع عائداً إلى السطح. ومن زاوية أرضية، إن 72 متراً هي أقصر بقليل من رمية كرة. وهكذا حتى في أكثر أعمالنا حيوية وإثارة بالكاد نستطيع الزعم أننا سادة الهاوية.

تستطيع متعضيات أخرى بالطبع أن تتعامل مع الضغط في الأعماق، بالرغم من أنه لا يزال لغزاً كيف يستطيع بعضها أن يفعل ذلك. إن أعمق نقطة في المحيط الهادئ هي خندق ماريانا. هناك -على عمق 11.3 كيلومتر في الأسفل- يرتفع الضغط إلى 16 ألف رطل في كل إنش مربع. وقد نجحنا مرة واحدة فقط -ولوقت قصير جداً- في إرسال البشر إلى ذلك العمق في غواصة قوية، ومع ذلك اكتُشف أنها مستعمرات لمزدوجات الأرجل، وهي نوع من القشريات الشبيهة بالقرديدس، ولكنها شفافة، تحيا دون أي حماية مطلقاً. إن معظم المحيطات هي بالطبع أقل عمقاً، ولكن حتى على عمق 4 كيلومترات يعادل الضغط انسحاقك تحت كومة من أربع عشرة شاحنة محملة بالإسمنت.

يفترض الجميع تقريباً، بالإضافة إلى مؤلفي بعض الكتب المشهورة عن علم المحيطات، أن الجسم البشري سيتفتت تحت الضغط الهائل للمحيط العميق. إلا أن الأمر لا يبدو في الواقع هكذا. ولأننا مصنوعون من الماء بشكل كبير، ولأن الماء هو «غير قابل للانضغاط» -كما عبّر فرانسيس آشكروفت من جامعة أكسفورد- «فإن الجسم يبقى في الضغط نفسه كالماء المحيط، ولا يُسحق في العمق». فالغازات التي داخل الجسم -وخصوصاً في الرئتين- هي التي تسبب المشكلة. فهذه تنضغط بالرغم من أنه من غير المعروف في أي نقطة يُصبح هذا الضغط قاتلاً. واعتقد حتى وقت متأخر أن أي شخص يغوص إلى عمق 100 متر أو ما يقارب ذلك، سيموت من الألم بما أن رثتيه تتفجران نحو الداخل أو ينهار جدار صدره، ولكن الذين يقومون بالغطس

الحر برهنوا مراراً على ما يخالف ذلك. ويبدو - كما يقول آشكروفت - كأن: «البشر يمكن أن يشبهوا الحيتان والدلافين أكثر مما هو متوقع».

يمكن أن تكون أمور كثيرة أخرى خطأ. ففي أيام بزات الغطس ذلك النوع الذي يتم وصله إلى السطح بخراطيم طويلة، كان الغطاسون يعانون أحياناً من ظاهرة مقبلة تُدعى «العصر». كان هذا يحصل حين تُعطل مضخات السطح، مؤدية إلى فقدان كارثي للضغط في البزة. يترك الهواء البزة بعنف، بحيث إن الغطاس السيئ الحظ سيُمتص من الخوذة وأنبوب الخرطوم. حين يُرفع إلى الأعلى، «كل ما يبقى من البزة هو عظامه وبعض قطع لحمه»، كما قال عالم البيولوجيا ج.ب.س هالدين في 1947، مضيفاً كي يبدد الشكوك: «لقد حدث هذا».

(والجدير بالذكر أن خوذة الغطس التي صمّمها إنكليزي يُدعى تشارلز دين، لم تكن تهدف إلى الغطس وإنما لإطفاء الحريق. دُعيت «خوذة الدخان»، لكنها كانت حارة وثقيلة لأنها مصنوعة من المعدن؛ وكما اكتشف دين في الحال، لم يكن رجال الإطفاء متلهفين لدخول الأبنية المشتعلة في أي نوع من أنواع اللباس، وخصوصاً في شيء يسخن كركوة ويضايقهم في أثناء العمل. وفي محاولة لإنقاذ استثماره، جربها دين تحت الماء واكتشف أنها مثالية للإنقاذ من الغرق).

إن ما يثير الرعب الحقيقي في الأعماق هو الآلام الحادة وصعوبة التنفس ليس لأنها غير سارة - بالرغم من أنها كذلك بالطبع - بقدر ما لأنها مرجحة أكثر. إن الهواء الذي نتنّفسه يحتوي على 80% من النتروجين. ضع الجسم الإنساني تحت الضغط، فيتحول ذلك النتروجين إلى فقاعات صغيرة تهاجر إلى الدم والأنسجة. إذا تغيّر الضغط بسرعة كما لدى الصعود السريع لغطّاس، فإن الفقاعات العالقة داخل الجسم ستبدأ بالفوران على غرار زجاجة شمبانيا لدى فتحها، سادة الأوردة الدموية الصغيرة، ومجردة الخلايا من الأوكسجين ومسببة ألماً كبيراً بحيث إن المعانين يتلوّون من الألم الشديد المضاعف.

كانت هذه الآلام الحادة تشغل الغطاسين من أجل صيد الإسفنج واللائي منذ الزمن القديم، ولكنها لم تلفت انتباهاً كثيراً في الغرب حتى القرن التاسع عشر،

وحينها كانت تحدث بين أشخاص لم يتبللوا إطلاقاً (أو على الأقل، غير مبللين جداً ولا يقفون في الماء عادة إلى فوق الكاحلين). كانوا عمال البناء تحت الماء. كانت القيسونات حجرات صامدة أمام الماء تُستخدم للبناء تحت المياه. وهي مملوءة بالهواء المضغوط، وحين كان العمال يخرجون بعد مدة مطولة من العمل تحت هذا الضغط الاصطناعي، كانوا يعانون من أعراض خفيفة كالوخز أو الحكّة وشعر بعضهم بألم حادّ في المفاصل، وكانوا ينهارون من الألم، ويموتون في أحيان أخرى.

كان هذا محيراً جداً. كان العمال يذهبون أحياناً إلى النوم شاعرين بالراحة، ولكنهم كانوا يستيقظون مشلولين. وكانوا لا يستيقظون مطلقاً في أحيان أخرى. روى آشكروفت قصة عن مديري نفق جديد تحت نهر التيمز أقاموا مأدبة احتفالية حين اكتمل النفق. ومما سبب رعبهم أن الشمبانيا لم تفر حين فتحت في الهواء المضغوط للنفق. على أي حال، حين خرجوا أخيراً إلى الهواء النقي في مساء لندني، اندفعت الفقاعات فوراً إلى الفوران، مقوية عملية الهضم كما يُذكر.

وإذا ما غضضنا الطرف عن تجنب بيئات الضغط المرتفع، فليس هناك إلا إستراتيجيتين مضمونتين ضد الآلام الحادة وضيق التنفّس: الأولى هي معاناة التعرض لتغيرات في الضغط لوقت قصير جداً. لهذا السبب يستطيع الغطاسون الأحرار - الذين ذكرتهم في السابق - الغوص إلى عمق 150 متراً دون تأثيرات مرضية. وهم لا يمكنون في الأسفل طويلاً بما يكفي كي ينحلّ النتروجين في أنظمتهم ويدخل أنسجتهم. إن الحلول الأخرى هي الصعود بعناية على مراحل. يسمح هذا للفقاعات الصغيرة بأن تتحلل دون أن تسبب أذى.

يعود الفضل في جزء كبير مما نعرفه عن النجاة من الأخطار إلى الفريق الفائق للعادة المؤلف من الأب والابن (جون سكوت وج.ب.س هالدين). كان الاثنان غربيين بشكل مدهش حتى وفقاً للمعايير المتطلّبة للمفكرين البريطانيين. وكّد هالدين الأب في 1860 لأسرة أسكتلندية أرستقراطية (كان أخوه الفسكونت هالدين)، ولكنه أمضى معظم حياته المهنية كأستاذ متواضع لعلم وظائف الأعضاء في أكسفورد. كان مشهوراً بشروده. مرة، بعد أن أرسلته زوجته إلى الطابق العلوي؛ كي يبدل ثيابه من أجل حفل

عشاء، لم يعد واكتُشف أنه كان نائماً في سريرهِ بالبيجاما. حين نهض، شرح هالدين أنه وجد نفسه يتعرقى مفترضاً أنه وقت النوم. كانت فكرته عن العطلة هي السفر إلى كورنوال لدراسة داء الأنسيلوستوما لدى عمال المناجم. وسخر ألدوس هكسلي، الروائي وحفيد ت.ه. هكسلي، الذي عاش مع آل هالدين مدة منه بشكل لا يرحم وسماه العالم إدوارد تانتماونت في رواية نقطة ضد نقطة.

كانت هبة هالدين للغطس هي أن يعمل على أوقات الاستراحة الضرورية لتدبير الصعود من العمق دون حدوث الآلام الحادة والصعوبة في التنفس، ولكن اهتماماته تجاوزت علم وظائف الأعضاء (السيولوجيا) إلى دراسة داء الارتفاع لدى متسلقي الجبال، وضربة الشمس في المناطق الصحراوية. كان له اهتمام خاص بتأثيرات الغازات السامة على الجسم البشري. وكي نفهم بدقة أكبر كيف تقتل تسربات أول أكسيد الكربون عمال المناجم، سمم نفسه منهجياً، وقام بسحب عينات من دمه وقاسها بدقة. وتوقف حين كان على وشك فقدان السيطرة العضلية ووصل مستوى التشبع في دمه إلى 56%، وهو مستوى - كما قال تريفور نورتون في كتابه الممتع عن تاريخ الغطس، «نجوم تحت البحر»- لا يفصله عن الهلاك سوى جزء يسير.

إن ابن هالدين، جاك، الذي تعرفه الأجيال اللاحقة باسم (ج.ب.س)، كان عبقرياً لافتاً للنظر اهتم بعمل والده منذ الصغر تقريباً. وفي سن الثالثة سُمع وهو يطلب من والده بإلحاح: «ولكن هل هو الهيموغلوبين المؤكسج أم الهيموغلوبين المكرين؟» في أثناء شبابه، ساعد هالدين والده في التجارب. وفي أثناء مراهقته، اختبر الاثنان الغازات والأقنعة الواقية منها، وقاما بالأمر بالدور؛ كي يعرفا كم يستغرق الأمر كي يغمى عليهما.

وبالرغم من أن ج.ب.س هالدين لم يحصل على أي شهادة في العلم (درس الآداب الكلاسيكية في أكسفورد)، فإنه صار عالماً متألقاً بطريقته الخاصة، وكان يعمل معظم الوقت للحكومة في كمبريدج. دعاه عالم البيولوجيا بيتر ميداوار، الذي أمضى حياته في مشفى أولمبيان للأمراض العقلية «أذكى رجل سبق أن التقيت به». سخر هكسلي من هالدين الشاب في روايته (أنتيك هي) Antic Hay، ولكنه استخدم أيضاً أفكاره عن التلاعب الجيني بالبشر كأساس لحبكة روايته العالم الجديد الطريف. وبين

إنجازات أخرى كثيرة، أدى هالدين دوراً محورياً في مزاجية المبادئ الداروينية مع العمل الجيني لغريغور منديل، لإنتاج ما يعرفه علماء الجينات الحديثون باسم المركب الحديث Modern Synthesis.

وجد هالدين الشاب الحرب العالمية الأولى «تجربة ممتعة جداً»، بخلاف البشر أجمعين، وأقر علناً أنه «استمتع بفرصة قتل البشر». جرح مرتين، وبعد الحرب صار داعية شعبياً ناجحاً للعلم وألّف 23 كتاباً (وأكثر من 400 بحث علمي). لا تزال كتبه قابلة للقراءة ومفيدة جداً، بالرغم من أنه ليس من السهل العثور عليها دائماً. صار أيضاً ماركسياً متحمساً. واقترح -ليس بشكل ساخر تماماً- أن هذا كان ناجحاً عن طبيعة تناقضية محضة وأنه لو ولد في الاتحاد السوفييتي لكان ملكي الهوى. على أي حال، ظهرت معظم مقالاته أولاً في الصحيفة الشيوعية (ديلي ووركر).

وبينما انصبّت اهتمامات والده الرئيسة على المعدّنين والتسمّم، صار الشاب هالدين مهووساً بإنقاذ الفواصات والغطاسين من أخطار عملهم. ويتمويل من الأميرالية صمّم غرفة لإزالة الضغط دعاها «إناء الضغط». كانت عبارة عن أسطوانة معدنية يمكن أن يخدم فيها ثلاثة أشخاص كل مرة، ويخضعون لاختبارات من أنماط مختلفة، كلها مؤلمة وخطرة. يمكن أن يطلب من المتطوعين الجلوس في المياه المتجمدة، بينما يتنفسون في «جوفاسد»، أو يتم إخضاعهم لتغيرات سريعة في الضغط. في إحدى التجارب، قام هالدين نفسه بخروج سريع خطر من الفوص؛ كي يرى ما الذي سيحدث. ما حدث هو أن الحشوات السنوية لديه انفجرت. كتب نورتون: «إن التجارب جميعها تقريباً انتهت بنوبة، من النزف أو التقيؤ». كانت الغرفة عازلة للصوت، وكانت الطريقة الوحيدة للذين في داخلها كي يشيروا إلى أنهم غير مرتاحين، أو متألّمين هي أن يقرعوا باستمرار على جدار الغرفة، أو يرفعوا إشارة إلى نافذة صغيرة.

وفي مناسبة أخرى، وبينما كان يسمم نفسه بمستويات مرتفعة من الأوكسجين، أصيب هالدين بنوبة كانت حادة إلى درجة أنه سحق فقرات عدة. كان انهيار الرئتين من الأخطار الشائعة. وكان انثقاب غشاء الطبل شائعاً أيضاً؛ ولكن، كما يشير هالدين بكل ثقة في إحدى مقالاته: «إن غشاء الطبل يشفى عادة؛ وإذا بقي الثقب،

فإن المرء يصاب بالصمم نوعاً ما، لكنه يستطيع أن يخرج دخان التبغ من الأذن، وهذا إنجاز اجتماعي».

ما كان فائتقاً للعادة حيال هذا هو أن هالدين لم يكن يرغب في إخضاع نفسه لمجازفات وأخطار كهذه في ملاحقة العلم، وإنما لم يجد مشكلة في التحدث مع زملائه وأحبائه، والطلب منهم أن يدخلوا إلى الغرفة أيضاً. ومرة حين طلب من زوجته القيام بصعود تجريبي أصيبت بنوبة استمرت ثلاث عشرة دقيقة، ثم أوقفها على قدميها وأرسلها إلى المنزل؛ كي تعد العشاء. وظّف هالدين بسعادة كل من صادف وكان حوله، ومن المناسبات المشهورة أن رئيس وزراء أسبانية خوان نغرين شكا فيما بعد من وخز ثانوي و«إحساس مدغدغ غريب على شفتيه» ولكنه نجا دون أذى. ربما عدّ نفسه محظوظاً جداً. وتركت تجربته أخرى في الحرمان من الأوكسجين هالدين دون إحساس في ردفه وأسفل عموده الفقري لست سنوات.

وكان بين اهتمامات هالدين كثيرة المحددة التمثل بالنتروجين. ولأسباب لا تزال مفهومة بشكل محدود، يصبح النتروجين على عمق نحو 30 متراً مسكراً قوياً. وتحت تأثيره كان من المعروف أن الفواصين يقدمون أنابيب هوائهم لسمكة عابرة، أو يقررون القيام باستراحة من أجل التدخين. وقد أنتج أيضاً تقلبات مزاجية وحشية. وقال هالدين عن أحد الاختبارات: تذبذب «الشخص بين الكآبة والفرح، في لحظة كان يتوسل كي يُحرر من الضغط؛ لأنه شعر «بشعور مقيت وكريه» وفي الدقيقة اللاحقة كان يضحك ويحاول التدخل في اختبار براعة زملائه». ومن أجل قياس نسبة التدهور في الموضوع يجب أن يدخل عالم إلى الغرفة مع المتطوع؛ كي يقوم بحسابات رياضية بسيطة. ولكن بعد بضع دقائق - كما تذكر هالدين فيما بعد - «يصبح المختبر ثملاً كالمُختبر، وغالباً ما ينسى أن يشغل ساعة التوقيت، أو تدوين الملاحظات الملائمة». إن سبب التمثل لا يزال لغزاً حتى الآن. أعتقد أنه يمكن أن يكون الشيء نفسه الذي يسبب السكر من الكحول، ولكن بما أنه لا أحد يعرف بشكل مؤكد ما يسبب ذلك، فلنأخذ أكثر حكمة. على أي حال - دون العناية الأكبر - من السهل الوقوع في مشكلة حالما تغادر عالم السطح.

يعيدنا هذا إلى ملاحظتنا الأولى بأن الأرض ليست المكان الأسهل لوجود المتعضي، حتى لو كانت المكان الوحيد. يحتوي الجزء الصغير من سطح الكوكب الجاف بما يكفي كي نقف عليه على قسم كبير حار جداً أو بارد جداً أو جاف أو منحدر أو مرتفع بحيث لا ينفعنا كثيراً. ويجب أن نسلّم، جزئياً، أنّ هذا خطأً. ومن زاوية القدرة على التكيف لا فائدة للبشر بشكل مدهش. فعلى غرار معظم الحيوانات نحن لا نجب الأمكنة الحارة كثيراً، ولكن لأننا نتعرّق فإننا نخضع بسهولة للسكتات. نحن معرضون للخطر بشكل خاص. وفي أسوأ الظروف حين يسير الناس دون ماء في صحراء حارة فإنّ معظمهم سيصاب بالهذيان وبالإغماء، ومن المحتمل ألاّ ينهضوا ثانيةً لأكثر من سبع أو ثماني ساعات. ويأسنا ليس أقل من ذلك في البرد. فعلى غرار معظم الثدييات البشر جيّدون في توليد الحرارة، ولكن لأننا تقريباً غير مشعرين لسنا جيدين في الاحتفاظ بها. فحتى في الطقس الجيّد فإنّ نصف الحريرات أو السعرات التي تحرقها تجعل جسدك دافئاً. نستطيع بالطبع أن نواجه نقاط الضعف هذه إلى حد كبير عبر استخدام الثياب والمأوى، ولكن حتى هكذا فإن أقسام الأرض التي نحن مهيوّن، أو قادرون أن نعيش فيها هي قليلة بالفعل، إنها لا تمثّل إلا 12% من مساحة الأرض الكلية و فقط 4% من السطح كلّ إذا شملت البحار. مع ذلك حين تفكرون في الأوضاع في مكان آخر من الكون المعروف، فما يثير العجب ليس أننا نستخدم قليلاً من كوكبنا، وإنما هو أننا نجحنا في العثور على كوكب نستطيع أن نستخدم قطعة منه. عليكم فقط أن تنظروا إلى منظومتنا الشمسيّة، أو إلى الأرض في أوقات معيّنة من تاريخها، كي تدرّكوا أنّ معظم الأمكنة أكثر قسوة وأقل إمكانيّة للحياة من كوكبنا المائي الأزرق واللطيف.

اكتشف علماء الفضاء حتى الآن نحو سبعين كوكباً خارج المنظومة الشمسيّة من بين عشرة بلايين ترليون كوكب، أو ما يقارب ذلك يُعتقد أنّهم موجودون. وهكذا فإنّ البشر لا يستطيعون الزعم بأنهم يتحدّثون بدقّة علمية عن الموضوع، ولكن يبدو أنه إذا كنت ترغب في الحصول على كوكب ملائم للحياة يجب عليك أن تكون محظوظاً، وكلما كانت الحياة أكثر تقدماً كان عليك أن تكون أكثر حظاً. حدّد راصدون مختلفون

اثنتين وعشرين من الاستراحات المحظوظة التي حصلنا عليها على الأرض، هذا مسح سريع وهكذا فإننا سنختصرها إلى الأربع الرئيسية.

موقع ممتاز. إننا على بعدٍ ملائمٍ إلى درجة غريبة تقريباً من النوع الصحيح من الكواكب، وهو النوع الكبير بما يكفي كي يطلق كثيراً من الطاقة، ولكنه ليس كبيراً بحيث يحرق نفسه بسرعة. ومما يثير فضول الفيزياء أنه كلما كان النجم أكبر ازدادت سرعة احتراقه، فلو كانت شمسنا أكبر مما هي عليه بعشر مرات لاستنفدت نفسها بعد عشرة ملايين عام بدلاً من عشرة بلايين، ولما كنا هنا الآن. إننا محظوظون بأننا ندور في المكان الذي نحن فيه، فلو كنا أقرب بكثير لاحترق كل ما على الأرض، ولو كنا أبعد بكثير لتجمد كل ما عليها.

في عام 1978 قام عالم فيزياء فلكية يدعى مايكل هارت ببعض الحسابات، واستنتج أن الأرض ستكون غير قابلة للسكن لو كانت أبعد 1% أو أقرب 5% من الشمس، وهذا ليس كثيراً، وفي الحقيقة لم يكن كافياً. وقد عدلت الأرقام منذ ذلك الوقت وصارت أكثر كرمياً 5% أقرب و15% أبعد اعتُقدَ أنهما التقديران الأصح لمنطقة سكننا، ولكن هذا لا يزال حزاماً ضيقاً*.

وكي نفهم كيف هو ضيق، علينا فقط أن ننظر إلى كوكب الزهرة، فهو أقرب إلى الشمس بـ 25 مليون ميل منا. ويصل إليه ضوء الشمس قبلنا بدقيقتين. إن كوكب الزهرة يشبه الأرض في حجمه وتركيبته ولكن الفارق القليل في المسافة المدارية هو المهم في الكيفية التي صار عليها. ويبدو أنه في أثناء الأعوام الأولى من المنظومة الشمسية، كان الزهرة أكثر دفئاً من الأرض بقليل، وعلى الأرجح كان فيه محيطات. كانت تلك الدرجات القليلة من الدفء الزائد تعني أن الزهرة لم يستطع أن يحتفظ بالماء على سطحه، مما أدى إلى نتائج كارثية في مناخه. وبما أن مياهه تبخرت، هربت ذرات الهيدروجين إلى الفضاء وامتزجت ذرات الأوكسجين بالكربون لتشكيل

* إن اكتشاف الإكستريموفيلز في القدر الطينية التي تغلي في يلوستون، ومتعضيات مشابهة في أمكنة أخرى، جعل العلماء يدركون أن حياة من نمط ما يمكن أن تتعدى ذلك بكثير حتى تحت القشرة الجليدية لبلوتو. ما نتحدث عنه هنا هو الأوضاع التي ستتج مخلوقات سطح معقدة بشكل معقول.

جو كثيف من غاز ثاني أكسيد الكربون الخاص بالاحتباس الحراري. صار كوكب الزهرة خانقاً. وبالرغم من أن الناس في عمري يتذكرون وقتاً كان فيه علماء الفلك يأملون أن الزهرة يمكن أن يحتوي على الحياة تحت غيومه التي تشكل دثاراً، وربما على نوع من الخضرة الاستوائية، فإننا نعرف الآن أنه بيئة وحشية جداً لا تصلح لأي نوع من أنواع الحياة القابلة للإدراك. إن درجة حرارة سطحه هي 470 درجة مئوية، حارة بما يكفي لتذويب الحديد، والضغط الجوي على السطح هو أكبر من ضغط الأرض بتسعين مرة، أكثر مما يستطيع أي كائن بشري أن يحتمل. ونفتقر إلى التكنولوجيا كي نصنع بزازات أو حتى مركبات فضائية تسمح لنا بزيارته. إن معرفتنا بسطح كوكب الزهرة تستند إلى صور رادار بعيدة وبعض الضجيج المخيف من مسبار سوفياتي دون رواد رمي بشكل أمل داخل الغيوم في عام 1972، وعمل تقريباً مدة ساعة قبل أن ينغلق بشكل دائم.

إذاً هذا ما يحدث حين تقترب دقيقتين ضوئيتين من الشمس. أما إذا ابتعدت فإن المشكلة تصبح برداً لا حرارة، كما يشهد المريخ على ذلك بقسوة. كان هو أيضاً مكاناً أنيساً في إحدى المرات، ولكن لم يستطع الاحتفاظ بجو قابل للاستخدام وتحول إلى خراب متجمد.

ولكن البعد بشكل ملائم عن الشمس لا يمكن أن يكون القصة كلها، وإلا لكان القمر مليئاً بالغابات وجميلاً، وهو ليس كذلك على نحو واضح. فمن أجل ذلك أنت بحاجة إلى:

النوع الملائم من الكواكب. لا أتصور أن كثيراً من علماء الجيوفيزياء، إذا سئلوا بأن يحصوا بركاتهم، سيذكرون الحياة على كوكب ذي باطن منصهر، ولكنها تقريباً حقيقة مؤكدة بأنه دون تلك الماغما كلها، التي تدوم تحتنا لن نكون هنا الآن. وبغض النظر عن أمور كثيرة أخرى، إن باطننا الحيوي أنشأ اندفاعات الغاز التي ساعدت في بناء الجو، وقدمت لنا الحقل المغناطيسي الذي يحمينا من الإشعاع الكوني. قدم لنا أيضاً الألواح التكتونية، التي تجدد السطح باستمرار وتغضنه. فلو كانت الأرض

منبسطة بشكل تام، لغطيت في كل مكان بالماء إلى عمق 4 كيلومترات. يمكن أن يكون هناك حياة في المحيط الموحش، ولكن بالتأكيد لن يكون هناك كرة قدم.

وبالإضافة إلى الحصول على باطن مفيد، لدينا أيضاً العناصر الملائمة في النسب الصحيحة. وبالمعنى الأكثر حرفية، إننا مصنوعون من المادة الصحيحة. وهذا حاسم لسعادتنا وسنناقشه بشكل كامل بعد قليل، ولكننا نحتاج في البداية إلى التفكير في العاملين المتبقين، بادئين بواحد غالباً ما يتم إغفاله:

نحن كوكب توعوم. لا يفكر كثير منا عادة في القمر ككوكب رقيق، ولكنه هكذا بالفعل. إن معظم الأقمار صغيرة بالعلاقة مع الكوكب المَعْلَم. إن قمر المريخ فوبوس وديموس، مثلاً، قطرهما 10 كيلومترات فحسب. إلا أن قمرنا هو أكثر من ربع قطر الأرض، مما يجعل كوكبنا هو الوحيد في المنظومة الشمسية الذي يملك قمراً كبيراً بالمقارنة مع نفسه (عدا بلوتو، الذي لا يهم في الحقيقة؛ لأن بلوتو نفسه صغير) وأي فرق يحدثه هذا لنا.

دون تأثير القمر الثابت، فإن الأرض ستتميل كقمة محتضرة، ولا أحد يعرف ما النتائج الكارثية التي ستترتب على المناخ والطقس. إن تأثير القمر الجاذبي الثابت يجعل الأرض تدور بالسرعة المناسبة والزاوية المناسبة، كي تقدم نوع التوازن الضروري للتطور الطويل والناجح للحياة. ولكن هذا لن يستمر إلى الأبد. إن القمر ينزل من قبضتنا بسرعة 4 سنتمترات في العام. فبعد بليون عام سيتراجع بعيداً بحيث إننا لن نزل ثابتين، وسيكون علينا أن نأتي بحل آخر، ولكن في غضون ذلك يجب أن نفكر في ذلك أكثر من كونه سمة ظريفة في السماء الليلية.

افترض علماء الفلك لوقت طويل إما أن الأرض والقمر تشكّلا معاً، أو أن الأرض أمسكت بالقمر بينما كان يبتعد. ونعتقد الآن - كما يمكن أن تتذكروا من الفصل السابق - أنه منذ نحو 4.4 بلايين عام اصطدم جرم بحجم المريخ بالأرض، مفجراً ما يكفي من المواد لخلق القمر من حطامه. كان هذا على ما يبدو شيئاً مهماً جداً لنا، وخصوصاً أنه حدث منذ وقت طويل جداً. لو حدث في 1896 أو الأربعمائة الماضي، لما سرنا الأمر. مما يأخذنا إلى الموضوع الرابع والأكثر جوهرياً بطرق كثيرة.

التوقيت. إن الكون مكان متقلب وزاخر بالأحداث الخطرة ووجودنا فيه أعجوبة. فلو لم يلعب تعاقب مركب طويل وغير قابل للتصور من الأحداث يعود إلى 4.6 بلايين سنة بطريقة معينة في أوقات معينة مثلاً، لو أن الديناميكيات لم تنقرض بسبب سقوط النيازك لكننا أطول سنتمترات عدة، مشعرين وبذيل، ونقرأ هذا الكتاب في وكر.

نحن لا نعرف حقاً؛ لأنه ليس لدينا شيء آخر نستطيع أن نقارن به وجودنا، ولكن يبدو من الواضح أنه إذا كنت ترغب بأن تنتهي كمجتمع متقدم ومفكر بشكل معتدل، فإنك تحتاج إلى أن تكون في النهاية الصحيحة لسلسلة طويلة من النتائج بما فيه مدد معقولة من الاستقرار موشاة فقط بالكمية نفسها من التوتر والتحدي (تبدو عصور الجليد مفيدة خاصة في هذا الصدد)، ومعلمة بغياب كلي للجوائح الحقيقية. كما سنرى في الصفحات التي ستبقى لنا، نحن محظوظون جداً بالعثور على أنفسنا في هذا الموقع.

وعن هذه الملاحظة، لنعد الآن بشكل موجز إلى العناصر التي شكّلتنا.

هناك 92 من العناصر التي تحصل بشكل طبيعي على الأرض، بالإضافة إلى عشرين أخرى أو ما يقارب ذلك ابتكرت في المخابر، ولكننا نستطيع أن نضع جانباً بعض هذه كما يميل علماء الكيمياء إلى أن يفعلوا. ومن المفاجئ أن كثيراً من موادنا الكيميائية الأرضية غير معروف بشكل جيد. إن الأستاتين مثلاً، غير مدرّوس عملياً. له اسم ومكان على الجدول الدوري (إلى جانب البولونيوم الذي اكتشفته ماري كوري)، ولكن لا شيء آخر. إن المشكلة ليست اللامبالاة العلمية، وإنما ندرته. إذ لا يوجد كثير منه. إن العنصر الأكثر مكرراً بين الكل هو الفرانسيوم الذي هو نادر جداً، بحيث يُعتقد أن كوكبنا كله، يمكن أن يحتوي في أي لحظة معطاة، على أقل من عشرين من ذرات الفرانسيوم. إن 30 من العناصر التي تولد بشكل طبيعي هي واسعة الانتشار على الأرض، وهناك ست منها ليس لها أهمية محورية للحياة.

كما يمكن أن تتوقعوا، إن الأوكسجين هو عنصرنا الأكثر وفرة، ولا يشرح إلا أقل من 50% من قشرة الأرض، ولكن وفرته النسبية مذهلة. من سيحزر -على سبيل المثال- أن السليكون هو العنصر الثاني الأكثر شيوعاً على الأرض، وأن التيتانيوم هو العاشر؟

إن الوفرة لا تتعلق كثيراً بمعرفتها أو فائدتها لنا. إن كثيراً من أكثر العناصر غموضاً هي في الواقع أكثر شيوعاً من تلك المعروفة بشكل أفضل. هناك سيريوم في الأرض أكثر من النحاس، نيوديميوم ولنتانوم أكثر من الكوبالت أو النتروجين. القصدير بالكاد يصبح في الخمسين الأولى، تبدّده عناصر غامضة مثل البراسيوديميوم، والساماريوم والجادولنيوم والديسبروسيوم.

لا علاقة للوفرة بسهولة الرصد. إن الألمنيوم هو العنصر الرابع الأكثر شيوعاً على الأرض، ويُفسر تقريباً عشر كل ما هو تحت أقدامكم، ولكنه لم يُعرف إلى أن اكتشفه في القرن التاسع عشر همفري ديفي، وعومل لوقت طويل بعد هذا على أنه نادر وثمين. وقد ثبت الكونغرس تخطيطاً براقاً لحلية من الألمنيوم فوق تذكار واشنطن لإظهار كم صرنا أمة ثرية ومزدهرة، وقامت الأسرة الإمبراطورية الفرنسية في المدة نفسها بنبذ خدمة عشاء الدولة بالآنية الفضية واستبدالها بالألمنيوم. وكانت الموضة حادة أكثر من السكاكين.

لا تشير الوفرة بالضرورة إلى الأهمية. إن الكربون هو العنصر الخامس عشر الأكثر شيوعاً، يفسر نسبة متواضعة جداً من قشرة الأرض هي 0.048%، ولكننا سنهلك من دونه. ما يميّز ذرة الكربون هي أنها مشوشة بوقاحة. إنها الحيوان المشارك للعالم الذري، وتتعلق بكثير من الذرات الأخرى (بما فيه نفسها) وتتمسك بشدة، مشكلة خطوطاً طويلة متمعجة جزيئية من القوة المتماسكة كرقصة الكونفا الكوبية، وهذه خدعة الطبيعة الضرورية لبناء البروتين والـ (DNA). وكما قال بول ديفيز: «لولا الكربون لكانت الحياة كما نعرفها مستحيلة. إن أي نوع من الحياة على الأرجح سيكون مستحيلًا». مع ذلك ليس الكربون متوافراً جداً حتى فينا نحن الذين نعتمد عليه بشكل حيوي. فبين كل 200 ذرة في أجسامكم، 126 هي هيدروجين، و51 أوكسجين، و19 كربون فقط*.

إن العناصر الأخرى حاسمة ليس لخلق الحياة فحسب وإنما لاستمرارها. نحتاج إلى الحديد لصناعة خضاب الدم، ومن دونه سنموت. الكوبالت ضروري لتصنيع

* من الأربعة المتبقية، ثلاثة نتروجين، والذرة المتبقية تقسم بين كل العناصر الأخرى.

فيتامين ب 12. البوتاسيوم وقليل جداً من الصوديوم جيدان لأعصابنا. ويساعد المولبيدنيوم، والمنغنيز والفنديوم في جعل الأنزيمات تخرخر. أما الزنك الذي يستحق أن تباركوه فيؤكسد الكحول.

تطورنا كي نستفيد من هذه الأشياء أو نسمح بها، لا نستطيع أن نكون هنا بخلاف ذلك ولكن بالرغم من ذلك فإننا نعيش داخل سلاسل ضيقة من القبول. إن السليوم حيوي لنا جميعاً، ولكن تناولوا كثيراً منه وسيكون هذا آخر شيء تفعلونه. إن درجة تطلب المتعضيات أو سماحها بعناصر معينة هما ذخيرة تطورها. إن الخراف والماعز ترعى الآن إلى جانب بعضها، ولكن لها في الواقع متطلبات معدنية مختلفة جداً. تحتاج الماعز الحديثة إلى كثير من النحاس؛ لأنها تطورت في أجزاء من إفريقية وأوروبا كان النحاس فيها وافراً. بينما الخراف -من ناحية أخرى- تطورت في مناطق في آسية الوسطى فقيرة بالنحاس. كقاعدة -وهذا ليس مدهشاً- إن سماحنا للعناصر متناسب طردياً مع وفرتها في قشرة الأرض. لقد تطورنا كي نتوقع، وفي بعض الحالات كي نحتاج بالفعل، إلى الكميات القليلة من العناصر النادرة التي تتراكم في اللحوم أو النسيج الذي نأكله. ولكن ارفعوا الجرعات، في بعض الحالات بكمية قليلة جداً فحسب، ويمكن أن تهلكوا حالاً. إن كثيراً من هذا غير مفهوم بشكل كامل. لا أحد يعرف، مثلاً إذا كانت كمية قليلة من الزرنيخ ضرورية لخيرنا أم لا. يقول بعض العلماء: نعم؛ ويقول بعضهم الآخر: لا. وكل ما هو مؤكد هو أن كثيراً منه سيقتلكم.

يمكن أن تصبح خصائص العناصر أكثر غرابة حين تختلط. إن الأوكسجين والهيدروجين، مثلاً هما من أكثر العناصر صداقة للاحتراق، ولكن امزجوهما سوية فيصنعان ماء غير قابل للاحتراق*. والأكثر غرابة في المزج هو الصوديوم؛ الأكثر اضطراباً بين العناصر، والكلورين؛ الأكثر سميّة. أسقطوا قطعة من الصوديوم الصرف في الماء العادي وستنفجر بقوة كافية للقتل. إن الكلورين أكثر خطراً كما هو

* الأوكسجين نفسه غير قابل للاحتراق؛ ولكنه يسهل احتراق أشياء أخرى. فلو كان الأوكسجين قابلاً للاحتراق لاشتعل الجو الذي حولك في كل مرة تشعل فيها عود ثقاب. من ناحية أخرى، إن غاز الهيدروجين، قابل للاحتراق كثيراً -كما بيّنت سفينة هندنبرغ الهوائية الموجهة في 6 أيار 1937- في ليكهرست، ونيوجرسي، حين انفجر الهيدروجين الذي رفعها وقتل 36 شخصاً.

معروف. بالرغم من أنه مفيد في تركيبات صغيرة لقتل المتعضيات المتناهية الصغر (الكلورين هو الذي تشمه في المادة المقصرة)، إلا أنه مهلك في كميات كبيرة. كان الكلورين عنصر الاختيار لكثير من الغازات السامة في الحرب العالمية الأولى. وكما سيشهد سباحون كثيرون متقرحو الأعين، حتى في شكل واهٍ جداً لا يتقبله الجسم البشري. ولكن إذا جمعتهم هاتين المادتين الكريهتين سوية فما الذي ستحصلون عليه؟ كلور الصوديوم: ملح المائدة المألوف.

على العموم، إذا لم يعثر عنصر على طريقه بشكل طبيعي إلى داخل نظامنا إن لم يكن قابلاً للانحلال في الماء مثلاً فإننا لا نتقبله. إن الرصاص يسممنا؛ لأننا لم نتعرض له أبداً إلى أن بدأنا نستخدمه في أنية الطعام وأنايب السمكرة (وليس من قبيل المصادفة أن رمز الرصاص هو Pb من الكلمة اللاتينية plumbum، مصدر كلمة plumbing الحديثة). كان الرومان ينكّهون خمرتهم بالرصاص أيضاً، وربما هذا جزء من السبب الذي أدى إلى ضعف قوتهم. وكما رأينا في مكان آخر، إن أداءنا الخاص مع الرصاص (دون أن نذكر الزئبق، والكاديوم الملوثات الصناعية جميعها التي نتجرعها بشكل روتيني) لا يترك لنا مجالاً كبيراً لابتسامة متكلفة. حين لا تحصل العناصر بشكل طبيعي على الأرض، فإننا لا نطور قبولاً لها وهكذا تميل إلى أن تكون أكثر سميّة لنا، كما هو الأمر مع البلوتونيوم. إن تقبلنا للبلوتونيوم هو صفر: لا يوجد مستوى منه لن يجعلك ترغب بالاستلقاء.

لقد جعلتكم تسلكون طريقاً طويلاً؛ كي أوضح نقطة بسيطة: إن جزءاً كبيراً من الأرض يبدو بشكل إعجازي مسكناً لنا؛ لأننا تطورنا كي نلائم أوضاعها. ما يثير عجبنا ليس أنها ملائمة للحياة وإنما لأنها ملائمة لحياتنا، وبالكد يعدّ هذا مفاجئاً. من المحتمل أن كثيراً من الأشياء التي تجعلها رائعة هكذا لنا هي السماء المناسبة، وقمر شديد التعلق بها، وكربون اجتماعي، والمزيد من الماغما المنصهرة التي لا يمكن الاقتراب منها، وغير ذلك من الأمور الأخرى. ومن الرائع أننا ولدنا كي نعتمد عليه. لا أحد يستطيع أن يجزم.

إن عوالم أخرى يمكن أن تأوي بشراً ممتنين لبحيراتهم الفضية من الزئبق وسحابات الأمونيا المندفعة. يمكن أن يسرهم أن كوكبهم لا يهزهم بألواح الطاحنة أو يبصق عليهم الحمم البركانية، وإنما يوجدون في هدوء دائم غير تكتوني. إن أي زوار للأرض من بعيد سيدهشون بالتأكيد من رؤيتنا نعيش في جو مؤلف من النتروجين، وهو غاز لا يميل إلى التفاعل مع أي شيء، والأوكسجين، الذي هو متحيز للاحتراق بحيث يجب أن نضع محطات إطفاء في كل مدنا لحماية أنفسنا من تأثيره الأقوى. ولكن حتى لو كان زوارنا من ثنائي الأقدام لديهم أماكن ضخمة للتسوق ومولعون بأفلام الأكشن، من غير المحتمل أن يجدوا الأرض مثالية. لا نستطيع حتى أن نقدم لهم الغداء؛ لأن طعامنا كله يحتوي على آثار المنغنيز والسليوم والزنك وجزيئات عنصرية أخرى سيكون بعضها ساماً لهم. يمكن ألا تبدو الأرض لهم مكاناً أليفاً ورائعاً.

اعتاد عالم الفيزياء رتشارد فينمان أن يستخدم نكتة عن استنتاجات لاحقة عانداً بتفكيره من الحقائق المعروفة إلى العلل المحتملة. قال: «تعلمون أن الشيء الأكثر دهشة حدث لي الليلة. شاهدت سيارة كُتب على لوحها إي آر دبليو 357. هل تستطيعون تخيل هذا؟ من بين اللوحات المليون جميعها في الولاية ما هي المصادفة التي جعلتني أشاهد هذه النمرة المحددة اليوم؟ مدهش!» إن ما يرمى إليه بالطبع هو أنه من السهل جعل أي موقف مبتذل يبدو فائقاً للعادة إذا تعاملت معه على أنه مقدر.

وهكذا من الممكن أن الأحداث والأوضاع التي قادت إلى نشوء الحياة على الأرض ليست تماماً فائقة للعادة كما نميل إلى الاعتقاد. مع ذلك، كانت فائقة للعادة بما يكفي، وهناك شيء واحد مؤكد: ستظل هكذا إلى أن نجد ما هو أفضل.



الفصل السابع عشر

داخل التروبوسفير

(الطبقة السفلى من الغلاف الجوي)

نشكر الله على التروبوسفير. إنه يبقينا دافئين. من دونه تتحول الأرض إلى كرة جليدية بلا حياة بدرجة حرارة ناقص خمسين تحت الصفر. بالإضافة إلى ذلك، يمتص الجو أو يحرف حشود الأشعة الكونية الوافدة، والجزيئات المشحونة، والأشعة فوق البنفسجية وما شابه. إن الدثار الغازي للجو يعادل سماكة أربعة أمتار ونصف المتر من الإسمنت الحامي، ومن دونه فإن الزوار غير المرئيين من الفضاء سيمزقوننا إرباً كالخناجر. حتى قطرات المطر ستضربنا بقوة لولا السحب البطيء للجو.

إن ما هو أكثر دهشة في غلافنا الجوي هو أنه لا يوجد كثير منه. يمتد نحو الأعلى نحو 190 كيلومتراً، مما يجعله يبدو سميكاً حين يُنظر إليه من مستوى الأرض، ولكن إذا قلصت الأرض إلى حجم كرة على مكتب سيكون بسماكة طبقتين من الورنيش فحسب.

يُقسم الغلاف الجوي إلى أربع طبقات غير متساوية ولأسباب علمية: التروبوسفير، والستراتوسفير، والميسوسفير والأيونوسفير (الذي يدعى غالباً بالثيرموسفير). إن التروبوسفير هو الجزء الغالي علينا. فهو وحده يحتوي على ما يكفي من الدفء والأوكسجين كي يسمح لنا بالحياة، بالرغم من أنه يصبح بسرعة غير ملائم للحياة فيما تصعد خلاله. من مستوى الأرض إلى نقطته الأعلى، إن التروبوسفير (أو الجو الدائر) هو تقريباً بسماكة 16 كيلومتراً عند خط الاستواء وليس أعلى من 10 أو 11 كيلومتراً في المناطق المعتدلة حيث يعيش معظمنا. إن 80% من كتلة الغلاف الجوي - عملياً كل الماء وكل الطقس - محتوى داخل هذه الطبقة الرقيقة والصغيرة. والواقع أنه لا يوجد كثير بينكم وبين النسيان.

وراء التروبوسفير هناك الستراتوسفير. حين ترون قمة السحابة العاصفية تتبسط وتتخذ شكل السندان الكلاسيكي، فأنتم تنظرون إلى الحد بين التروبوسفير والستراتوسفير. فهذا السقف غير المرئي يُعرف باسم التروبوبوز، وقد اكتشفه في 1902 فرنسي على متن منطاد يدعى ليون فيليب تيسيران دو بور Leon-Philippe Teisserence de Bort. إن بوز pause لا تعني في هذه الحالة التوقف مؤقتاً وإنما بشكل دائم؛ وهي كلمة مشتقة من الجذر اليوناني نفسه مثل menopause. حتى في حد التروبوسفير الأعلى، ليس التروبوبوز بعيداً جداً. إن مصعداً سريعاً من النوع الذي يُستخدم في ناطحات السحاب الحديثة سيوصلك إلى هناك في نحو 20 دقيقة، بالرغم من أنه ستكون نصيحة جيدة ألا تقوم بالرحلة. إن صعوداً سريعاً كهذا دون ضغط سينتج عنه -في أقل تقدير- وذمة دماغية أو رئوية، وهو تراكم غير سوي للسائل المائي في أنسجة الجسم. وحين يفتح الباب عند منصة الرؤية، فإن أي شخص في الداخل سيكون ميتاً بالتأكيد أو سيموت. حتى الصعود المدروس أكثر سيتوافق مع انزعاج كبير. إن الحرارة على ارتفاع 10 كيلومترات يمكن أن تكون ناقص 57 حينها ستحتاج، أو على الأقل ستقدر جداً الأوكسجين الإضافي.

بعد أن تغادر التروبوسفير ترتفع الحرارة مرة ثانية، إلى نحو 4 مئوية، بفضل التأثيرات الامتصاصية للأوزون (وهذا شيء آخر اكتشفه دي بور في صعوده الجسور في 1902). ثم تنخفض إلى 90 تحت الصفر في الميزوسفير قبل أن تصعد بسرعة إلى 1500 درجة مئوية أو أكثر في الثيرموسفير الذي سمي هكذا بشكل ملائم، ولكنه عشوائي جداً بحيث يمكن أن تتنوع درجات الحرارة إلى ما فوق 500 من النهار إلى الليل، بالرغم من أنه يجب أن يقال: إن «الحرارة» في ارتفاع كهذا تظل مفهوماً نظرياً. إن درجة الحرارة هي مقياس لنشاط الجزيئات فحسب. فعلى مستوى البحر، تكون جزيئات الهواء كثيفة، بحيث إن جزيئاً واحداً يمكن أن يجتاز فقط أصغر مسافة، جزءاً من ثمانية بالمليون من السنتمتر، كي نكون دقيقين قبل أن يصدم آخر. ولأن ترليوناً من الجزيئات تصطدم باستمرار، فإن كثيراً من الحرارة يتم تبادلها. ولكن في قمة الثيرموسفير -على ارتفاع 80 كيلومتراً أو أكثر- الجوريقق بحيث إن أي

جزيئين سيكونان منفصلين لمسافة ميل ونادراً ما يتصلان. وهكذا بالرغم من أن الجزيئات جميعها هي حارة جداً، فهناك بعض التقاطعات القليلة بينها مما يؤدي إلى نقل محدود للحرارة. هذه أنباء جيدة للأقمار الصناعية وسفن الفضاء؛ لأنه لو كان تبادل الحرارة أكثر فاعلية، فإن أي شيء من صنع الإنسان يدور في ذلك المستوى سينفجر ويشتعل.

وحتى هكذا، يجب أن تتبته المركبات الفضائية في الغلاف الجوي الخارجي، وخصوصاً لدى رحلة العودة إلى الأرض، كما بين الموك الفضائي كولومبيا بشكل مأساوي في شباط 2003. وبالرغم من أن الغلاف الجوي رقيق جداً، إذا جاءت مركبة في زاوية منحدره جداً أكثر من نحو 6 درجات أو بسرعة كبيرة فإنه يمكن أن تصدم ما يكفي من الذرات لتوليد مقاومة ذات طبيعة احتراقية. وبشكل معكوس، إذا صدمت عربة داخلة الثيرموسفير في زاوية واهنة، يمكن أن تقفز مرتدة في الفضاء، كفقاعة على وجه الماء.

ولكن لا حاجة لمغامرة الوصول إلى حافة الغلاف الجوي كي تتذكروا كم نحن كائنات يائسة متعلقة بالأرض. وكما سيعرف أي شخص أمضى الوقت في مدينة مرتفعة، لا تحتاج إلى الارتفاع مئات كثيرة من الأمتار عن سطح البحر قبل أن يبدأ جسدك بالاحتجاج. حتى متسلقو الجبال المجرّبون، والمستفيدون من كمال الأجسام والتدريب والأوكسجين المعب، يصبحون معرضين بسرعة في المناطق المرتفعة للارتباك والغثيان والإنهاك والصقيع والفتور والشقيقة، وفقدان الشهية وكثير من الأمراض المزعجة. يذكر الجسد الإنساني صاحبه بمئة طريقة مؤكدة بأنه غير مصمم كي يعمل فوق مستوى سطح البحر كثيراً.

قال المتسلق بيتر هابيلر عن الأوضاع في قمة إفرست: «حتى في الظروف الملائمة إن كل خطوة في ارتفاع كهذا تقتضي جهداً ضخماً من الإرادة. يجب أن تجبر نفسك على القيام بالحركات جميعها وتصل إلى كل مسكة لليد. أنت مهدد بشكل دائم بإعياء مرهق ومهلك». وفي الجانب الآخر من إفرست ذكر المتسلق والمخرج السينمائي البريطاني مات دكنسون كيف أن هوارد سومرفيل -الذي كان عضواً في بعثة بريطانية

في 1924 إلى أفرست- «وجد نفسه يختنق حتى الموت حين فلتت قطعة من اللحم وسدت أنبوب الهواء الخاص به». بجهد كبير نجح سومرفيل في سعل العائق. وتبين أنه «البطانة المخاطية الكاملة لحنجرته».

إن الإزعاج الجسدي يبدأ فوق 7500 متر المنطقة التي يسميها المتسلقون منطقة الموت، ولكن كثيراً من الأشخاص يصبحون واهنين جداً، أو مرضى بنحو خطر، على ارتفاعات لا تزيد على 4500 متر أو ما يقارب ذلك. إن القابلية للتأثر لا علاقة لها بكمال الأجسام. إن العجائز يثبون مرحاً في الأماكن المرتفعة بينما سلاتهم الأكثر قوة على المستوى الجسدي تتحول إلى أكوام يائسة تصدر أنيناً إلى أن تنقل إلى ارتفاعات أقل.

إن الحد الأعلى لبقاء الإنسان حياً بشكل مستمر هو 5500 متر، ولكن حتى الناس المتكيفون مع الحياة في مكان مرتفع لا يستطيعون تحمل مرتفعات كهذه طويلاً. قالت فرانسيس أشكروفت في كتابها (حياة في الحدود القصوى): إن هناك مناجم كبريت آندية على عمق 5800 متر ولكن المعدنين يفضلون الانحدار 460 متراً كل مساء، ويصعدون عائدين في اليوم الثاني، بدلاً من أن يعيشوا باستمرار في ذلك الارتفاع. إن الناس المعتادين على الحياة في مناطق مرتفعة أمضوا غالباً آلاف الأعوام في تطوير صدور ورنات ضخمة، وزادوا من كثافة كريات الدم الحمراء الحاملة للأوكسجين إلى الثلث تقريباً، بالرغم من أن هناك حدوداً للكثافة التي يمكن أن تتحملها الكريات الحمراء التي يزودها الدم وذلك من أجل أن تتدفق بارتياح. فضلاً عن ذلك، على ارتفاع أكثر من 5500 متر لا تستطيع أكثر النساء تكيفاً تزويد جنين نام بما يكفي من الأوكسجين لجعله يكتمل.

وفي ثمانينيات القرن الثامن عشر حين بدأ الناس في أوروبا يجربون الطيران بالمناطيد، كان من بين الأمور التي أدهشتهم البرودة الشديدة في الأعلى. تنخفض الحرارة 1.6 درجة مئوية في كل 1000 متر تصعده. يقول المنطق: إنه كلما اقترب المرء إلى مصدر الحرارة، شعر بدفء أكبر. إن ما يفسر البرودة هو أنكم لا تقتربون أبداً من الشمس بأي معنى واضح. تبعد الشمس 93 مليون ميل. إن اقترابكم بضع مئات

من الأمطار منها، هو مثل الاقتراب خطوة من حريق غابي في أستراليا، وتوقع شم الدخان وأنتم تقفون في أوهايو. يأخذنا الإجابة مرة أخرى إلى مسألة كثافة الجزيئات في الغلاف الجوي. إن ضوء الشمس يشحن الجزيئات بالطاقة. إنها تزيد من سرعة تهزها ووثبها، وفي حالتها المقواة تصطدم ببعضها بعضاً مطلقة الحرارة. حين تشعر أن الشمس تدفئ ظهوركم في يوم صيفي، فأنتم في الواقع تشعرون بالذرات المثارة. كلما تسلقتم إلى أعلى قل عدد الجزيئات وقلت الاصطدامات فيما بينها. إن الهواء مادة خادعة. حتى على مستوى البحر نميل إلى التفكير في الهواء على أنه أثيري ولا وزن له. إنه يحتوي على كثير من الكتلة وتلك الكتلة تمارس الضغط. وكما كتب عالم بحار يدعى ويفل تومسون Wyville Thomson منذ أكثر من نصف قرن: «نجد أحياناً حين نهض في الصباح -وبعد ارتفاع إنش واحد في البارومتر- أن نصف طن تقريباً تجمّع علينا في أثناء الليل، ولكننا لا نعاني من أي شيء، وإنما نشعر بالابتهاج والحماس، بما أن تحريك أجسادنا يحتاج إلى جهد أقل في المادة الأكثر كثافة». والسبب في أنكم لا تشعرون بالانسحاق تحت نصف الطن الزائد ذلك من الضغط هو السبب، نفسه الذي لا يجعل جسمكم ينسحق عميقاً تحت البحر: إنه مصنوع في معظمه من سوائل غير قابلة للضغط، تدفع إلى الخلف، مساوية بين الضغط في الداخل والخارج.

ولكن واجهوا الهواء في أثناء الحركة، كالإعصار أو النسيم المتصلّب، وستذكرون بسرعة أن له كتلة معتبرة. هناك نحو 5200 مليون طن من الهواء حولنا 25 مليون طن لكل متر مربع من الكوكب وهذا حجم ليس غير مهم. حين تقوم ملايين الأطنان من الجو بالاندفاع بسرعة 50 أو 60 كيلومتراً في الساعة، فلن يكون مفاجئاً أن تتكسر أغصان الشجر ويتطاير أجر السقوف. وكما قال أنطوني سميث: إن جبهة طقس عادية يمكن أن تتألف من 750 مليون طن من الهواء البارد المضغوط تحت بليون طن من الهواء الساخن. ونادراً ما يكون عجباً أن النتيجة هي أحياناً مثيرة على سعيد علم الأرصاد الجوية.

من المؤكد أنه لا يوجد نقص في الطاقة في العالم الذي فوق رؤوسنا. إن عاصفة رعدية واحدة يمكن أن تحتوي على كمية من الطاقة مساوية لاستهلاك الكهرباء مدة

أربعة أيام في كل الولايات المتحدة. وفي الأوضاع المناسبة، يمكن أن تصعد السحب العاصفية إلى ارتفاع من 10 إلى 15 كيلومتراً، وتحتوي على تيارات هوائية صاعدة وأخرى هابطة سرعتها أكثر من 150 كيلومتراً في الساعة. وهذه تكون غالباً إلى جانب بعضها، ولهذا السبب لا يريد الطيارون المرور عبرها. فبسبب الاضطراب الداخلي، سرعان ما تلتقط الجزيئات التي داخل السحب شحنات كهربائية. ولأسباب غير مفهومة بشكل كامل، إن الجزيئات الأخف تميل إلى أن تصبح مشحونة إيجابياً وأن ترفعها التيارات الهوائية إلى قمة السحابة. الجزيئات الأثقل تبقى في القاعدة، مراكمة شحنات سلبية. وهذه الجزيئات المشحونة تملك حافزاً قوياً كي تندفع إلى الأرض المشحونة إيجابياً وحظاً سعيداً لكل ما يعترض الطريق. إن الصاعقة تسافر بسرعة 435 ألف كيلومتر في الساعة، ويمكن أن تسخن الهواء الذي حولها إلى 28,000 درجة مئوية، أعلى من سطح الشمس بعدة مرات. وفي أي لحظة، هناك 1800 عاصفة رعديّة تتقدم حول الكوكب، نحو 40,000 في اليوم. نهاراً وليلاً عبر الكوكب، في كل ثانية تضرب نحو مئة صاعقة الأرض. إن السماء مكان يمور بالحيوية.

إن كثيراً من معرفتنا لما يجري في الأعلى هو حديث بشكل مدهش. إن التيارات النفثية*، التي هي عادة على ارتفاع من 9000 إلى 10000 متر في الأعلى، يمكن أن تندفع بسرعة 300 كيلومتر في الساعة وتؤثر بسرعة على أنظمة الطقس في كل القارات، مع ذلك فإن وجودها لم يُكتشف إلى أن بدأ الطيارون يطيرون فيها في أثناء الحرب العالمية الثانية. وحتى الآن، إن جزءاً كبيراً من الظواهر الجوية غير مفهوم جيداً. هناك نوع من حركة الموجة يُعرف بشكل شائع باسم اضطراب الجو الصائفي** ينشط تحليق الطائرات. يحدث نحو 20 حادثة كهذه في العام خطيرة بما يكفي بحيث يجب أن يُبلغ عنها. إنها ليست مرتبطة ببنية الغيوم أو أي شيء آخر يمكن أن يرصد بصرياً أو بالرادار. إنها فقط جيوب من الاضطراب المدهش في وسط السماوات الهادئة. وفي حادثة مشابهة، كان هناك طائرة في طريقها من سنغافورة إلى سدني،

* تيار من الرياح ذات السرعة العالية تهب من ناحية الغرب عادة، وتتجاوز سرعته في كثير من الأحيان أربع مئة كيلومتر في الساعة. المترجم.

** اضطراب عنيف مفاجئ يحدث في الأرجاء الخالية من الغيوم فيعرض الطائرات الشديدة السرعة لتيارات صاعدة وهابطة. المترجم.

وتحلق فوق وسط أستراليا في أوضاع هادئة حين سقطت فجأة 90 متراً، ما يكفي لقتل الأشخاص غير الآمنين إلى السقف. جرح 12 شخصاً، كانت إصابة أحدهم خطيرة. لا أحد يعرف ما الذي يسبب مطبات الهواء هذه.

إن العملية التي تحرك الهواء في الغلاف الجوي هي العملية نفسها التي تقود المحرك الداخلي للكوكب، وأعني الحمل الحراري. فالهواء الرطب الدافئ من المناطق الاستوائية يرتفع إلى أن يضرب حاجز التروبوبوز وينتشر. حين ينتقل بعيداً عن خط الاستواء ويبرد يغوص. حين يضرب القاع يبحث الهواء الفأص عن منطقة ضغط منخفض؛ كي يملاؤه، ثم يعود إلى خط الاستواء، مكملًا الدورة.

إن عملية الحمل الحراري مستقرة عادة والطقس جيد عند خط الاستواء، ولكن في المناطق المعتدلة النماذج فصلية، ومحلية أو عشوائية مما يؤدي إلى معركة لانهائية بين أنظمة الضغط المرتفع والضغط المنخفض. تنشأ أنظمة الضغط المنخفض عن الهواء المرتفع، الذي ينقل جزيئات الماء إلى السماء، مشكلاً السحب ثم المطر في النهاية. ويمكن أن يحمل الهواء الساخن رطوبة أكثر من الهواء البارد، ولهذا السبب تميل العواصف الاستوائية أو الصيفية إلى أن تكون أثقل. وهكذا تميل المناطق المنخفضة إلى الارتباط بالسحب والمطر، بينما تتميز المرتفعة عادة بضوء الشمس والطقس الجيد. حين يلتقي نظامان كهذين، يتجلى هذا غالباً في السحب. مثلاً، إن الرهج تلك السحب المنتشرة غير المحبوبة، التي لا سمات لها وتمنحنا سماءنا المكفهرة يحدث حين تفتقر التيارات الصاعدة الحاملة للرطوبة للقدرة على اقتحام مستوى من الهواء أكثر استقراراً في الأعلى، وبدلاً من ذلك ينتشر كدخان يضرب السقف. وبالفعل، إذا راقبتم مدخناً أحياناً، يمكنكم الحصول على فكرة جيدة عن: كيفية عمل الأمور عبر مراقبة كيفية صعود الدخان من سيجارة في غرفة هادئة. في البداية، يصعد مباشرة (هذا يدعى الاندفاع الصّفحي* إذا أردتم أن تؤثروا بأي شخص) ثم ينتشر في طبقة موزعة وتموجية. إن أعظم كمبيوتر عملاق في العالم - يأخذ القياسات في البيئة الأكثر تحكماً - لا يستطيع أن يتنبأ بشكل صحيح أي شكل ستتخذه هذه التموجات، وهكذا

* جريان انسيابي لسائل لزج في خطوط متميزة ومنفصلة. المترجم.

تستطيعون تخيل الصعوبات التي تواجه علماء الأرصاد الجوية حين يحاولون التنبؤ بحركات كهذه في عالم دائر؛ ريحي وكبير.

ما نعرفه هو لأن الحرارة الصادرة عن الشمس موزعة بشكل غير متساوٍ، فإن الاختلافات في ضغط الهواء تنشأ على الكوكب. لا يستطيع الهواء أن يتحمل هذا، وهكذا يندفع محاولاً أن يوازن الأمور في كل مكان. إن الريح هي ببساطة طريقة الهواء في محاولة جعل الأمور متوازنة. فالهواء يتدفق دوماً من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط المنخفض (تخيلوا أي شيء بهواء مضغوط منطاد أو حجرة هواء أو طائرة بنافاذة مفقودة، وسترون كم يلحّ ذلك الهواء المضغوط على الذهاب إلى مكان ما)، وكلما كان الفرق في الضغط أكبر، كلما هبت الريح بسرعة أكبر.

إن الريح تتسارع -كمعظم الأشياء التي تتراكم- وتكبر بقوة أسّيّه، وهكذا فإن ريحاً تهبّ بسرعة 300 كيلومتر في الساعة ليست أقوى بعشر مرات من ريح تهب بسرعة 30 كيلومتراً في الساعة فحسب، وإنما أقوى بمئة مرة، ولهذا هي أكثر تدميراً. أدخلوا ملايين الأطنان من الهواء إلى هذا التأثير المسرع ويمكن أن تولّد طاقة أكبر. إن إعصاراً استوائياً يمكن أن يطلق في عشرين ساعة طاقة تعادل تلك التي تستهلكها دولة غنية متوسطة الحجم مثل بريطانيا أو فرنسا في عام واحد.

اكتشف دافع الغلاف الجوي للبحث عن التوازن في البداية (إدموند هالي) الرجل الذي كان في كل مكان، وأوضحه فيما بعد في القرن الثامن عشر زميله بريتون جورج هادلي، الذي رأى أن أعمدة الهواء الصاعدة والهابطة تميل إلى إنتاج «وحدات» (عرفت باسم وحدات هادلي). وبالرغم من أن مهنته كانت المحاماة كان لهادلي اهتمام كبير بالطقس (كان إنكليزياً، في النهاية) واقترح أيضاً صلة بين وحداته، ودوران الأرض والانحرافات الظاهرة في الهواء التي تمنحنا رياحنا التجارية. على أي حال، كان هناك أستاذ هندسة في بولي تكنيك إيكول في باريس يدعى جوستاف غاسبار دي كوريوليس Gustave – Gaspard de Coriolis، الذي استخرج تفاصيل هذه التفاعلات في 1935، وهكذا نسميها تأثيرات كوريوليس. (كان تميز كوريوليس الآخر في الكلية هو إدخال مبردات الماء، التي لا تزال تعرف باسم كوريوليس). إن الأرض تدور بسرعة 1675

كيلومتراً في الساعة عند خط الاستواء، بالرغم من أنه فيما تتحرك نحو القطبين تخف السرعة بنحو معتبر إلى 900 كيلومتر في الساعة في لندن أو باريس مثلاً. السبب في هذا جلي حين تفكرون فيه. إذا كنتم في خط الاستواء فإن الأرض الدائرة يجب أن تحملكم مسافة نحو 40,000 كيلومتر كي تعيدكم إلى البقعة نفسها، بينما إذا وقتم بجانب القطب الشمالي يمكن أن تحتاجوا إلى السفر فقط بضعة أمتار كي تكملوا دوراناً؛ مع ذلك، في كلتا الحالتين يستغرق الأمر 24 ساعة لإعادتكم من حيث بدأتكم. لذا، كلما اقتربتم من خط الاستواء زادت سرعة دورانكم.

إن تأثير كوريوليس يشرح لماذا أي شيء يتحرك في الجو في خط مستقيم بجانب دوران الأرض سوف -مفترضين مسافة كافية- يبدو منعطفأً إلى اليمين في نصف الكرة الشمالي، وإلى اليسار في النصف الجنوبي فيما الأرض تدور تحته. إن الطريقة العادية لتصور هذا هي أن تتخيلوا أنفسكم في مركز دوامة خيل، وتقذفوا كرة إلى شخص يجلس على الحافة. في الوقت الذي تصل فيه الكرة إلى المحيط، يكون الشخص المستهدف قد تحرك ومرت الكرة خلفه. من منظوره، يبدو وكأن الكرة انحرقت بعيداً عنه. هذا هو تأثير (قوة) كوريوليس وهي ما يمنح أنظمة تنوعها شذوذاً ويجعل الأعاصير تتدور كالمقمم. ويشرح تأثير كوريوليس لماذا يجب أن تُعدّل مدفعية البحرية إلى اليسار أو اليمين؛ ذلك أن قذيفة تطلق لمسافة 15 ميلاً يمكن أن تحرف نحو 100 ياردة، وتسقط في البحر دون أن تؤذي أحداً.

بالرغم من الأهمية السيكلوجية والعملية للطقس للجميع تقريباً، فإن علم الأرصاد الجوية لم يصبح علماً حتى وقت قصير قبل بداية القرن التاسع عشر (بالرغم من أن مصطلح علم الأرصاد الجوية كان موجوداً منذ 1626 وقد نحتته تي. جرانجر في كتاب عن المنطق).

كان جزءاً من المشكلة هو أن علم الأرصاد الجوية الناجح يقتضي القياسات الدقيقة لدرجات الحرارة، وبرهنت المقاييس لوقت طويل أنه من الصعب صناعتها. وكانت القراءة الصحيحة تعتمد على إدخال عيار دقيق جداً في أنبوب زجاجي ولم يكن من السهل فعل هذا. كان الشخص الأول الذي حل المشكلة هو (دانييل جابرييل فاهرنهايت)، وهو صانع هولندي للأدوات، أنتج مقياساً دقيقاً لدرجات الحرارة في

1717. على أي حال، لأسباب مجهولة غير الأداة بطريقة وضعت التجمد عند 32 درجة والغليان عند 212 درجة. كانت هذه الغرابة العددية مزعجة لبعض الأشخاص من البداية، وفي 1742 قام عالم الفلك السويدي أندريز سلسيوس بصناعة مقياس منافس. وباعتباره برهاناً على فرضية أن المخترعين نادراً ما يقومون بالأشياء بشكل صحيح تماماً، جعل سلسيوس نقطة الغليان هي الصفر والتجمد هي 100 على هذا المقياس، ولكن هذا عكس في الحال.

إن الشخص الذي يشار إليه دوماً على أنه والد علم الأرصاد الجوية الحديثة كان الصيدلاني الإنكليزي لوك هوارد، الذي برز في بداية القرن التاسع عشر. ويُذكر هوارد بشكل رئيس الآن لمنح أنماط السحب أسماءها في 1803. وبالرغم من أنه كان عضواً فاعلاً ومحترماً في الجمعية اللينيوسية* وطبق المبادئ اللينيوسية في خطته الجديدة، اختار هوارد الجمعية الأسكيسية Askesian منتدى أعلن فيه خطته الجديدة في التصنيف. (والجمعية الأسكيسية - كما تتذكرون من فصل سابق - هيئة كان أعضاؤها مكرسين بشكل غير عادي لمتع الأكسيد النثري، وهكذا نستطيع فقط أن نأمل أنهم سيعاملون تقديم هوارد بانتباه جدي يستحقه. إنها نقطة صمت عنها دارسو هوارد بشكل يثير الفضول).

قسم هوارد السحب إلى ثلاث مجموعات: الرهج للسحب ذات الطبقات، والركام لتلك الخفيفة (الكلمة تعني متراكمة في اللاتينية) والطُخاف (يشبه الصوف) لتلك المرتفعة، وهي تشكيلات رقيقة ناعمة تنذر عادة بطقس أبرد. وأضاف إلى هذه مصطلحاً رابعاً هو السحاب الممطر. وكان جمال نسق هوارد هو أن المكونات الأساسية يمكن أن يعاد مزجها بحرية كي تصف الأشكال والأحجام جميعاً للسحابة العابرة القرد**، السّمحاق***، الركام المكفهر****، وهكذا دواليك. كان هذا مفاجئاً، وليس في إنكلترا فقط. ولقد سُحر غوته بهذا النسق بحيث إنه أهدى أربع قصائد لهوارد.

* نسبة إلى عالم النبات السويدي كارولوس لينيوس.

** سحاب مؤلف من كرات ضخمة داكنة فوق قاعدة أفقية مسطحة كثيراً ما تحجب السماء كلها وخصوصاً في الشتاء.

*** سحاب مرتفع أشبه ما يكون بحجاب أبيض رقيق.

**** كتلة من السحب ترتفع قممها على صورة جبال، أو أبراج وتطلق وابلًا من مطر أو ثلج. المترجم.

أضيف كثير لنسق هوارد مع مرور الزمن إلى حد أنه بالرغم من أن موسوعة أطلس سحب العالم تقراً قليلاً إلا أنها صارت تتألف من جزأين، ومن المثير أن كل أنماط السحب التي صُنِّفَت بعد هوارد، كالماتوس *mammatus*، والبايلوس *pileus*، والسديمية، وسبساتوس *spissatus*، والصوفية *floccus*، والمعتدلة *mediocris*، لم يفهمها أي شخص خارج علم الأرصاد الجوية ولم يفهمها كثيرون يعملون فيها كما قيل لي. بالمصادفة، إن الطبعة الأولى الأقل سماكة من الأطلس، التي صدرت في 1896، قسمت الغيوم إلى عشرة أنماط أساسية، التي من بينها كانت الأكثر امتلاء والتي تشبه الوسادة هي رقم 9، الركام المفكهر*. وهذا مصدر التعبير «أن تكون في السحابة رقم 9».

وبالمقارنة مع ثقل وعنف السحابة العاصفية التي تتشكل أحياناً وذات الرأس الذي يشبه السندان، فإن السحابة العادية هي شيء حميد وغير جوهري بشكل مدهش. إن سحباً ركامية صيفية زغبية تنتشر مئات عدة من الأمتار إلى جانبيها يمكن ألا تحتوي على أكثر من 100 إلى 150 لتراً من الماء «ما يكفي لملء البانيو» - كما قال جيمس تريفل. يمكن أن تفهم الصفة غير الرمادية للسحب عبر الطواف في الضباب، الذي ليس أكثر من سحابة تفتقر إلى إرادة الطيران. ولنقتبس فريل مرة ثانية: «إذا سرت 100 ياردة عبر ضباب عادي فلن تصادف إلا نصف إنش مكعب من الماء، غير كاف كي يقدم لك شربة مشبعة». لذا ليست السحب مخزناً كبيراً للمياه. إن نحو 0.035 فقط من مياه الأرض العذبة يعوم فوقنا في أي لحظة.

إن التكهّنات عن جزيء الماء تتنوع بشكل واسع بحسب مكان سقوطه. فإذا سقط على أرض خصبة فستتشربه النباتات أو يتبخر من جديد في غضون ساعات أو أيام. إذا عثر على طريقه إلى المياه الجوفية يمكن ألا يرى ضوء الشمس مرة أخرى

* إذا حدث وأدهشك كم هي حواف السحب الركامية ناضرة بشكل جميل ومحددة، بينما سحب أخرى هي ضبابية أكثر، فإن الشرح هو أن هناك حداً معبراً عنه بين الداخل الرطب للركامي والهواء الجاف الذي وراءه. إن أي جزيء ما يضل وراء حافة السحابة يصدمه الهواء الجاف سامحاً للسحابة بالاحتفاظ بحافتها الرائعة. إن كثيراً من سحب الطخاف المرتفعة مؤلفة من الجليد والمنطقة بين الحافة والهواء الذي وراءها غير مرسومة بشكل واضح، ولهذا تكون ضبابية عند الحواف.

لسنوات؛ بل لآلاف السنوات إذا تغلغل عميقاً. وحين تنظرون إلى بحيرة فأنتم تنظرون إلى مجموعة من الجزيئات كانت هناك لمدة عقد. وفي المحيط يعتقد أن مدة الإقامة مئة عام. إن 60% من جزيئات الماء في أثناء سقوط المطر تتم إعادتها إلى الغلاف الجوي في يوم أو اثنين. فحالما تتبخّر، لا تمضي إلا أسبوعاً أو ما يقارب ذلك يقول دروري: إنها تمضي 12 يوماً في السماء قبل أن تسقط مرة أخرى مطراً.

إن التبخر عملية سريعة، كما يمكن أن تقدّر من مصير بركة في يوم صيفي. إن شيئاً كبيراً كالبحر الأبيض المتوسط سيجف في ألف سنة إذا لم يُزود باستمرار. حصل حدث كهذا منذ أقل من ستة ملايين عام بقليل؛ وأثار ما يعرفه العلم باسم أزمة الملوحة الميسينية Messinian Salinity Crisis. ما حدث هو أن الانجراف القاري أغلق مضيق جبل طارق. وفيما كان المتوسط يجف سقطت محتوياته المتبخرة مطراً من المياه العذبة في بحار أخرى، مخففاً قليلاً من ملوحتها وجعلها في الواقع قليلة العمق بما يكفي كي تتجمد فوق مناطق ضخمة أكثر من المعتاد. أنعشت حرارة الشمس المنطقة الموسّعة من الجليد ودفعت الأرض إلى عصر جليدي.

ما هو صحيح بنحو مؤكد - بقدر ما نستطيع القول - هو أن تغييراً قليلاً في حركية (دينامية) الأرض يمكن أن يؤدي إلى عواقب لا نستطيع تخيلها. إن حدثاً كهذا - كما سنرى فيما بعد - يمكن أن يكون قد خلقنا.

إن محطة توليد الطاقة الحقيقية في سلوك سطح الأرض هي المحيطات. والواقع أن علماء الأرصاد الجوية يعاملون المحيط والغلاف الجوي كنظام واحد بشكل متزايد، ولهذا يجب أن نمنحهم قليلاً من انتباهنا هنا. إن الماء مدهش في الاحتفاظ بالحرارة ونقلها، وبكميات كبيرة لا يمكن تخيلها. كل يوم يحمل تيار الخليج* كمية من الحرارة إلى أوروبا تعادل منتج العالم من الفحم الحجري لعشر سنوات، ولهذا السبب بريطانية وأيرلندا فيهما شتاء معتدل بالمقارنة مع كندا وروسية. ولكن الماء

* تيار أوقيانوسي دافئ من المحيط الأطلسي الشمالي. ينطلق من خليج المكسيك ويجري شرقاً عبر مضيق فلوريدا ثم شمالاً بشرق على الساحل الجنوبي الشرقي من الولايات المتحدة الأمريكية ومن هناك إلى الجزر البريطانية. ولهذا التيار أثر مباشر في تلطيف مناخ أوروبا. المترجم.

يسخن ببطء أيضاً، لهذا السبب إن البحيرات والمساح باردة حتى في الأيام الحارة. وهذا سبب التأخر في البداية الرسمية الفلكية لفصل والشعور الفعلي بأن الفصل قد بدأ. وهكذا فإن الربيع يمكن أن يبدأ رسمياً في نصف الكرة الشمالي في آذار، ولكن الناس لا يشعرون بالأمر في معظم الأمكنة حتى شهر نيسان.

إن المحيطات ليست كتلة واحدة موحدة من الماء. فالفروق بينها في درجة الحرارة والملوحة والعمق والكثافة، وغير ذلك لها تأثير كبير في كيفية نقلها للحرارة، التي بدورها تؤثر في المناخ. إن المحيط الأطلسي - على سبيل المثال - أكثر ملوحة من المحيط الهادئ، وهذا شيء جيد أيضاً. فكلما كانت المياه أكثر ملوحة كانت أكثر كثافة، والمياه الكثيفة تغوص. فدون حملها الزائد من الملح، فإن تيارات المحيط الأطلسي سوف تندفع إلى المحيط المتجمد الشمالي وتدفع القطب الشمالي، ولكنها ستجرد أوروبا من كل دفئها. إن العامل الأساسي لنقل الحرارة على الأرض هو ما يُعرف باسم دورة الحرارة، التي تنشأ في تيارات بطيئة وعميقة تحت السطح بكثير، وهذه عملية اكتشفها في البداية العالم المغامر الكونت فون رمفورد في 1797*. ما يحدث هو أن مياه السطح - فيما تصل إلى جوار أوروبا - تصبح كثيفة وتغوص إلى أعماق كبيرة وتبدأ عودة بطيئة إلى الخلف إلى نصف الكرة الجنوبي. وحين تصل إلى أناركتيكا، تعلق في التيار الأناركتيكي الحوقطي (واقع حول أحد قطبي الأرض أو السماء). إن العملية بطيئة جداً. يمكن أن يستغرق الأمر بالنسبة للمياه 1500 سنة كي تنتقل من شمال الأطلسي إلى وسط الهادي، ولكن كميات الماء والحرارة التي تنقلها كبيرة جداً والتأثير في المناخ ضخم جداً.

(أما بالنسبة لسألة كيف يمكن لأي شخص أن يحزر كم تستغرق قطرة مطر كي تصل من محيط إلى آخر، فإن الإجابة هي أن العلماء يستطيعون أن يقيسوا مركبات

* إن المصطلح يعني عدداً من الأشياء لبشر مختلفين، على ما يبدو. فني تشرين الأول 2002، قال كارل ونش من إم أي تي في تقرير نُشر في مجلة ساينس: «ما هي دورة الحرارة؟» قال في هذا التقرير: إن التعبير استُخدم في مجالات بارزة كي يشير إلى سبع ظواهر مختلفة على الأقل (الدوران على مستوى الغور، الدوران الذي تدفعه اختلافات في الكثافة أو الحماس، «دوران الانقلاب الجنوبي للكثلة»، وإلى ما هنالك. بالرغم من أنها كلها تتعلق بدورانات المحيط ونقل الحرارة، والمعنى الغامض يحذر والمعبر الذي استخدمته هنا.

في المياه مثل كربون الكلوروفلور chlorofluorocarbons ويستنتجوا كم مرّ من الوقت منذ أن كانت آخر مرة في الجو. وعبر مقارنة الكثير من القياسات من أعماق وأماكن مختلفة يستطيعون أن يرسموا خريطة حركة الماء بشكل معقول).

إن دورة الحرارة لا تنقل الحرارة فحسب، وإنما تساعد أيضاً على إثارة المواد الغذائية حين تصعد التيارات وتهبط، جاعلة مساحات كبيرة من المحيط قابلة للسكن بالنسبة للأسماك والكائنات البحرية الأخرى. ولسوء الحظ، يبدو كأن الدوران يمكن أن يكون حساساً جداً للتغير. فبحسب عمليات المحاكاة التي تقوم بها الكمبيوترات، حتى انخفاض عادي في المحتوى الملحي للمحيط بسبب الذوبان المتزايد لطبقة جليد غرينلندة يمكن أن يقاطع الدورة بشكل كارثي.

تقوم البحار بأعمال معروفة كبيرة لنا. فهي تمتص كميات كبيرة من الكربون وتقدم وسيلة لحبسه بأمان. إن إحدى غرائب مجموعتنا الشمسية هي أن الشمس تشع الآن بنسبة أعلى بـ 25% مما كانت تفعله حين كانت المجموعة الشمسية فتية. كان يجب أن يؤدي هذا إلى أرض أكثر سخونة. وبالفعل، وكما عبر عن الأمر عالم الجيولوجيا الإنكليزي أوبري ماننغ: «إن هذا التغير الضخم كان يجب أن يحدث تأثيراً كارثياً على الأرض، ولكن مع ذلك يبدو كأننا بالكاد قد تأثر».

وهكذا ما الذي يبقى الكوكب مستقراً وبارداً؟ إن الحياة تفعل هذا. إن ترليونات فوق ترليونات من المتعضيات البحرية الصغيرة لم يسمع بها أبداً معظمنا المنخرجات والكوكوليث coccoliths، والطحالب الكلسية تلتقط كربون الغلاف الجوي - في شكل ثاني أكسيد الكربون - حين يسقط مطراً وتستخدمه (في مزيج مع أشياء أخرى) كي تصنع أصدافها الصغيرة. فعن طريق حبس الكربون في أصدافها، تمنعه من التبخر من جديد إلى الغلاف الجوي حيث سيتجمع بشكل خطر كغاز المخضرة. وفي النهاية إن المنخرجات والكوكوليث جميعاً وغيرها تموت وتسقط إلى قاع البحر، حيث تضغط في حجر جيرى. ومن اللافت، أن هناك سمة خارقة للطبيعة هي الجروف البيضاء في دوفر في إنكلترا، وهي مصنوعة بشكل كامل من متعضيات بحرية صغيرة منقرضة، ولكن الأكثر لفتاً للنظر هو حين تدركون كم تعزل من الكربون بشكل تراكمي. إن

مكعباً من ستة إنشات من حوَّار دوفر يحتوي على أكثر من ألف لتر من ثاني أكسيد الكربون المضغوط الذي كان بخلاف ذلك سيؤذي بنا. هناك أكثر بنحو عشرين ألف مرة من هذا القدر من الكربون المحبوس في صخور الأرض كما في الغلاف الجوي. وفي النهاية إن كثيراً من هذا الحجر الكلسي سينتهي إلى تغذية البراكين وسيعود الكربون إلى الجو، ويسقط على الأرض في المطر، وهذا ما يُدعى دورة الكربون طويلة الأمد. تستغرق العملية وقتاً طويلاً نحو نصف مليون سنة لذرة كربون عادية ولكن في غياب أي إزعاج آخر تسهم جيداً في جعل المناخ مستقراً.

ولسوء الحظ، إن للكائنات البشرية ميلاً طائشاً لإزعاج هذه الدورة من خلال وضع كثير من الكربون الإضافي في الجو، سواء أكانت المنخرجات مستعدة له أم لا. ومنذ 1850 - كما قُدِّرَ - رفَعنا نحو 100 مليون طن من الكربون الإضافي في الجو، وهذه محصلة تزداد 7 ملايين طن سنوياً. بالمجمل، ليس هذا دقيقاً. إن الطبيعة وفي معظم الأحيان عبر ثوران البراكين وتآكل النباتات ترسل نحو 200 بليون طن من ثاني أكسيد الكربون إلى الجو كل عام، تقريباً أكثر بثلاثين مرة مما نفعله عن طريق السيارات والمعامل. وعليكم فقط أن تنظروا إلى الضباب العالق فوق مدننا أو الجرانديون أو حتى أحياناً الجروف البيضاء لدوفر، كي تروا أي فرق يحدثه إسهامنا.

نعرف من عينات الجليد القديمة جداً أن «المستوى الطبيعي لثاني أكسيد الكربون في الجو أي قبل أن نبدأ بتضخيمه عبر النشاط الصناعي هو نحو 280 جزءاً في المليون. وفي 1958 - حين بدأ الناس في المختبرات ينتبهون إليه - كان قد ارتفع إلى 315 جزءاً في المليون. واليوم هو أكثر من 360 جزءاً في المليون ويرتفع تقريباً ربع 1% كل عام. وفي نهاية القرن العشرين سيرتفع كما تنبأ العلماء إلى نحو 560 جزءاً في المليون.

نجحت محيطات وغابات الأرض (التي تمتص أيضاً كثيراً من الكربون) في إنقاذنا من أنفسنا، ولكن وكما قال بيتر كوكس من مكتب الأرصاد الجوية البريطاني: «هناك عتبة حرجة حيث يتوقف الغلاف الأحيائي* عن حمايتنا من تأثيرات ما يصدر عنا

* ذلك الجزء من العالم الذي يمكن للحياة أن توجد فيه. المترجم.

من انبعاثات وبيدأ بالفعل بزيادتها». والخشية هي أنه سيكون هناك زيادة سريعة جداً في سخونة الأرض. سيهلك كثير من الأشجار والنباتات بسبب عدم قدرتها على التكيف، مطلقة مخازنها من الكربون مما سيعقد المشكلة. حدثت دورات كهذه أحياناً في الماضي البعيد حتى دون تدخل بشري. والأنباء الطيبة هي أنه حتى في هذا الأمر، الطبيعة رائعة جداً. ومن المؤكد تقريباً أن دورة الكربون في النهاية ستعيد تأكيد نفسها وستعود الأرض إلى موقف استقرار وسعادة. وفي آخر مرة حدث فيها هذا استغرق الأمر ستين ألف عام.



الفصل الثامن عشر

البحر المتّسع

تخيّلوا أنكم تعيشون في عالم يهيمن عليه حمض مهدرج، وهو مركّب لا طعم له ولا رائحة، ومتنوّع في خصائصه، بحيث يُعد حميداً ولكنه أحياناً يهلك بسرعة. وبحسب حالته، فإنه يستطيع أن يحرقكم أو يجمّدكم. يمكن أن يشكّل مع جزيئات عضوية معيّنة أحماضاً كربونية كريهة قادرة على تعرية الأشجار من أوراقها، وجعل أوجه التماثيل تتآكل. وحين يكون بمقادير كبيرة ويثار فإنه يضرب بعنف يعجز عن مقاومته أي صرح بشري. وهو مادة قاتلة في غالب الأحيان حتى بالنسبة للذين تعلموا العيش معه. إنه ما نسمّيه الماء.

إن الماء في كل مكان. تتألّف حبة البطاطا من 80% من الماء، وتتألّف البقرة من 74%، والبكتيريا من 75%، وحبّة الطماطم من 95%. حتى البشر يتألّفون من 65% من الماء، مما يجعلنا في حالة سائلة أكثر مما نحن في حالة صلبة بهامش اثنين إلى واحد تقريباً. إن الماء مادة غريبة. فهو بلا شكل وشفاف، ومع ذلك نتوق إلى أن نكون قربه. ليس له طعم ومع ذلك نحبّ طعمه. نقطع مسافات شاسعة وندفع ثروات صغيرة؛ كي نراه في ضوء الشمس. وبالرغم من أننا نعرف أنه خطر ويغرق عشرات الآلاف من الناس كل عام، نتلهّف كي نلهو فيه.

ولأن الماء كليّ الحضور فإننا نميل إلى إغفال المادة الفائقة للعادة الموجودة فيه. وتقريباً لا شيء فيه يمكن أن يُستخدم للقيام بنبوءات موثوقة عن مواصفات سوائل أخرى، والعكس صحيح. إذا كنت لا تعرف أي شيء عن الماء وبنيت فرضياتك على سلوك المركّبات التي هي أقرب إليه كيميائياً مثل سليينيد الهيدروجين وكبريتيد الهيدروجين فستتوقع غليانه في الدرجة 93 تحت الصفر، وأن يكون غازاً في درجة حرارة الغرفة.

إن معظم السوائل حين تُبرّد تتقلص نحو 10%. يفعل الماء ذلك أيضاً، ولكن إلى نقطة معينة فحسب. حالما يكون على شفا التجمد، يبدأ بعناد، وخذاع، وبشكل غير متوقع إلى أبعد حد بالتمدد. وفي الوقت الذي يصبح فيه صلباً، يصبح أكبر مما كان عليه بعشر مرات. ولأنه يتمدد، فإن الجليد يعوم في الماء «وهذه سمة في غاية الغرابة»، كما قال جون جريبين. إذا افتقر إلى هذا التقلّب الرائع، فإن الجليد يمكن أن يغوص، وتتجمد البحيرات والمحيطات من القاع نحو الأعلى. ودون جليد السطح -لحبس الحرارة في الداخل- فإن دفء الماء سيتلاشى لوقت طويل جداً ويصبح أكثر برودة مراكماً المزيد من الجليد. مما يؤدي إلى تجمد المحيطات وبقائها هكذا لوقت طويل جداً؛ وعلى الأرجح إلى الأبد خالقاً وضعاً لا يكفي لنشوء الحياة. وبفضلنا نحن، يبدو الماء غير واع لقواعد الكيمياء وقوانين الفيزياء.

يعرف الجميع أن صيغة الماء الكيميائية هي H_2O ، وهذا يعني أنه يتألف من ذرة أوكسجين ضخمة وذرتي هيدروجين أصغر مرتبطين بها. إن ذرتي الهيدروجين تتمسكان بشدة بمضيفتهما ذرة الأوكسجين، ولكنهما أيضاً ترتبطان أحياناً مع جزيئات ماء أخرى. إن طبيعة جزيء ما تعني أنه ينخرط في نوع من الرقص مع جزيئات ماء أخرى، تتزاوج الجزيئات مدة قصيرة ثم تتحرك، مثل الشركاء الذين يتبدلون دوماً في رقصة الكدريل الرباعية، هذا إذا استخدمنا عبارة روبرت كونزنج الجميلة. إن كأساً من الماء يمكن ألا يبدو حيويًا بشكل كبير، ولكن كل جزيء فيه يغير شركاءه بلايين المرات في ثانية. لهذا السبب تلتصق ذرات الماء ببعضها؛ كي تشكل أجساماً كالبرك والبحيرات، ولكن ليس بشكل محكم جداً بحيث يمكن أن تنفصل كما حين -مثلاً- تغوص في بركة منها. في أي لحظة لا يلمس إلا 15% منها.

إن العقد قوي جداً بمعنى ما، لهذا السبب تستطيع ذرات الماء أن تتدفق نحو الأعلى حين تستخدم الأنابيب، ولهذا السبب تبدو قطرات الماء على غطاء سيارة مصممة كي تتساقط مع شركائها. ولهذا الماء متوتر على السطح. فالجزيئات التي على السطح منجذبة بقوة أكبر إلى الجزيئات الشبيهة في الأسفل، التي إلى جانبها أكثر مما هي

منجذبة إلى جزيئات الهواء في الأعلى. وهذا يخلق نوعاً من الغشاء القوي بما يكفي لدعم الحشرات وتخطي الأحجار. إنه ما يلسع البطن في أثناء ارتماء البطن*.

لا حاجة للقول: إننا سنضيق دونه. حين يُجرّد الجسم البشري من الماء سرعان ما يتداعى. ففي أثناء أيام تتلاشى الشفتان «كأنهما قُطعتا، وتسودُّ اللثة، ويذوي الأنف إلى النصف، ويتقلّص الجلد حول العينين كي يمنعهما من الحركة»، كما تقول إحدى الروايات. إن الماء حيوي جداً لنا بحيث من السهل أن نغفل أن كل المياه الأخرى - عدا هذا الجزء الأصغر من الماء - سامة بشكل مميت بسبب الأملاح التي فيها.

نحتاج إلى الملح؛ كي نحيا إلى كميات صغيرة جداً منه، ولكن مياه البحر تحتوي على كثير من الأملاح، أكثر بسبعين مرة من الملح الذي نستطيع أن نحولّه إلى طاقة. إن لتراً عادياً من ماء البحر لا يحتوي إلا على 2.5 ملعقة شاي من الملح الشائع من النوع الذي نرشه على الطعام، ولكنه يحتوي أيضاً على كميات أكبر من عناصر ومركبات ومواد صلبة أخرى منحلة، يُطلق عليها اسم الأملاح. إن نسب هذه الأملاح والمواد المعدنية في أنسجتنا مشابهة بشكل غريب لتلك التي في مياه البحر؛ نحن نتعرق ونبكي مياه بحر، كما عبر مارجوليس وساغان عن الأمر ولكن الغريب في الأمر هو أننا لا نستطيع أن نتقبله بوصفه غذاء. إذا تناولتم كثيراً من الملح فستعانون من أزمة في الاستقلاب. من كل خلية، تندفع جزيئات الماء مثل كثير من رجال الإطفاء المتطوعين وتحاول أن تنقص، أو تحمل الملح الزائد المفاجئ. هذا يترك الخلايا بحاجة إلى الماء بشكل خطر وهي بحاجة إليه؛ كي تقوم بوظائفها العادية. إنها تصبح - باختصار - فاقدة للماء. وفي مواقف خطيرة، ستقود الزمومة (إزالة الماء) إلى نوبات مرض مفاجئة، كفقدان الوعي والعطب الدماغي. في غضون ذلك تنقل كريات الدم المجهدة الملح إلى الكليتين، اللتين تُغمران وتُعطلّان في النهاية. ودون كليتين عاملتين تموتون. لهذا السبب لا نشرب مياه البحر.

هناك 1.3 بليون كيلومتر مكعب من الماء على الأرض، وهذا كل ما سنتمكن من الحصول عليه. إن النظام مغلق: وإذا ما تحدثنا عملياً، فلا شيء يمكن أن يضاف أو

* غطس أو غوص يتحمل فيهما البطن وطأة السقوط على الماء.

ينقص. إن المياه التي تشربها كانت موجودة وتقوم بعملها منذ أن كانت الأرض فتية. فمئذ 3.8 بلايين سنة قامت المحيطات بإنجاز أحجامها الحالية (قليلاً أو كثيراً).

يُعرف حقل الماء باسم الهيدروسفير (غلاف الأرض المائي) وهو محيطي بشكل كبير. إن 97% من كمية الماء على الأرض هي في البحار، والجزء الأكبر منه هو في المحيط الهادئ، الذي هو أكبر من كل كتل الأرض مجموعة سوية. ويحتوي الهادئ على أكثر بقليل من نصف كل مياه المحيطات (51.6%)؛ أما الأطلسي فيحتوي على 23.6% والهندي على 21.2%، تاركين فقط 3.6% للبحار الأخرى. إن العمق العادي للمحيط هو 3.86 كيلومترات، أما الهادئ فهو أعمق من الأطلسي والهندي بـ 300 متر. إن 60% من سطح الكوكب هو محيط يبلغ عمقه أكثر من 1.6 كيلومتر. وكما يقول فيليب بول: من الأفضل أن ندعو كوكبنا ماءً لا أرضاً.

إن 3% من مياه الأرض العذبة معظمه طبقات جليدية. وتوجد الكمية الأصغر 0.036% في البحيرات، والأنهار والخزانات، وهناك جزء أصغر 0.001 فقط يوجد في الغيوم أو بخاراً. إن 90% من جليد الكوكب هو في أناركتيكة ومعظم ما تبقى في غرينلندة. اذهبوا إلى القطب الجنوبي وستقنمون على ميلين من الجليد، أما في القطب الشمالي فلا يوجد إلا 15 قدماً منه. في أناركتيكة يوجد 6 ملايين ميل مكعب من الجليد فقط، ما يكفي لرفع المحيطات 200 قدم إذا ذاب كله. ولكن لو سقط كل المطر الذي في الغلاف الجوي -بشكل متساوٍ في كل مكان- فلن يزداد عمق المحيطات إلا 2 سنتيمتر.

إن مستوى البحر -بالمناسبة- هو تقريباً مفهوم نظري بالكامل. فالبحار غير مستوية على الإطلاق. فالمد والرياح وقوة كريوليس وتأثيرات أخرى تبدل مستوى الماء بشكل معتبر من محيط إلى آخر وحتى داخل المحيطات. إن المحيط الهادئ أعلى بقدم ونصف على طول حافظته الغربية بسبب القوة النابذة التي يسببها دوران الأرض. حين تدفع حوض ماء فإن الماء يميل إلى التدفق نحو الطرف الآخر، وكأنه متردد في المجيء معك، وهكذا فإن دوران الأرض نحو الشرق يجمع المياه على الهوامش الغربية للمحيط.

وإذا ما فكّرنا في أهمية البحار الموهلة في القدم بالنسبة لنا، فسيدھشنا كم استغرق العالم من الوقت كي يهتم علمياً بها. فحتى القرن التاسع عشر معظم ما كان معروفاً عن المحيطات كان يستند إلى ما يصل إلى الشاطئ أو يخرج بشباك الصيد، وكان كل ما كُتب تقريباً مستنداً إلى الحكايات والخرافات أكثر مما هو الأمر إلى الدليل المادي. وفي ثلاثينيات القرن التاسع عشر مسح العالم الطبيعي البريطاني إدوارد فوربس قاع المحيط الأطلسي والبحر الأبيض المتوسط، وأعلن أنه لا توجد حياة في البحر مطلقاً تحت 600 متر. بدا هذا افتراضاً معقولاً. لم يكن هناك ضوء في ذلك العمق، وهكذا لا توجد حياة نباتية، ومن المعروف أن ضغط المياه في أعماق كهذه قوي جداً. وهكذا كان الأمر مفاجأة حين رُفِع في 1860 كبل للتلفراف للتصليح من عمق أكثر من 3 كيلومتر، واكتشف أنه مغلف بطبقة سميكة من المرجان والبطلينوس ونثار حي آخر.

لم يحدث الاستقصاء الأول المنظم للبحار حتى عام 1872 حين أرسل المتحف البريطاني والجمعية الملكية والحكومة البريطانية بعثة مشتركة انطلقت من بورتسماوث في سفينة حربية سابقة تدعى إتش إم إس تشالنجر. أبحروا مدة ثلاث سنوات ونصف حول العالم، أخذين عينات من المياه، ومصطادين الأسماك بالشباك ورافعين طبقة من الرسابة. كان عملاً كئيباً على ما يبدو. فمن بين 240 من العلماء ومن أفراد الطاقم، قفز واحد من كل أربعة من السفينة ومات ثمانية أو جنّوا «بعد أن دفعهم إلى الذهول الروتين المخدر للعقل وسنوات الاستخراج» كما قالت المؤرخة سمانثا واينبرغ. ولكنهم اجتازوا 70,000 ميل بحري، وجمعوا أكثر من 4700 نوع جديد من المتعضيات البحرية، وما يكفي من المعلومات لتأليف تقرير من 50 مجلداً (استغرق 19 سنة كي يجمع)، وقدموا للعالم اسم منهج علمي جديد: الأوقيانوغرافيا*. واكتشفوا أيضاً - عن طريق قياس الأعماق - أن هناك جبلاً مغمورة بالمياه في منتصف الأطلسي، مما حث بعض الراصدين المثارين إلى التفكير بأنهم عثروا على قارة أطلنطيس المفقودة.

* علم يُعنى بدراسة المحيطات أو الأوقيانوسات من حيث اتساعها، وعمقها، وطبيعة مياهها، وما تشتمل عليه من ثروة حيوانية وغير حيوانية، وطريقة استغلال هذه الثروة. المترجم.

ولأن العالم المؤسساتي أهمل البحار في معظم الأحيان، وقع الأمر على عاتق هواة مخلصين، وبالمصادفة كي يقولوا لنا ما الذي هناك في الأسفل. وبدأ الاستقصاء الحديث للمياه العميقة مع تشارلز ويليم بيبي وأوتيس بارتون في 1930. وبالرغم من أنهما كانا شريكين متكافئين، فإن بيبي الأكثر تلوناً تلقى الثناء والانتباه أكثر. ولد بيبي في 1877 لأسرة موسرة في نيويورك سيتي، ودرس علم الحيوان في جامعة كولومبيا. وحين تعب من هذا، قرر أن يعيش حياة مغامر وسافر في الربع الآتي من القرن بشكل واسع عبر آسية وأمريكا الجنوبية، مع مجموعة من المعاونات الإناث الجذابات اللواتي وُصف عملهن بشكل مزيف بأنهن «مؤرخات أو تقنيات» أو «مساعدات في مشكلات الأسماك». وقد دعم المساعي بسلسلة من الكتب الشعبية بعنوانين مثل حافة الغابة وأيام الغابة، بالرغم من أنه أُلّف أيضاً بعض الكتب المحترمة عن الحياة البرية وعلم الطيور.

في منتصف العشرينيات، وفي رحلة إلى جزر الغلاباغوس اكتشف «متع التآرجح»، كما وصف الغوص في أعماق البحر. وبعد ذلك حالاً شكل فريقياً مع بارتون الذي جاء من أسرة أكثر ثراء، ودرس أيضاً في كولومبيا وتاق إلى المغامرة. وبالرغم من أن بيبي كان يحصل على الثناء دوماً، كان بارتون في الواقع هو الذي صمم كرة الأعماق ودفع 12,000 دولار لقاء صناعتها. كانت غرفة صغيرة وقوية مصنوعة من الحديد المسبوك وتبلغ سماكتها 1.5 إنش، وفيها كوتان تحتويان على قطع كوارتز بسماكة 3 إنشات. كانت تتسع لرجلين، ولكن إذا كانا مستعدين كي يصبحا مطلعين جداً. حتى بمعايير العصر، كانت التكنولوجيا غير معقدة. لم يكن هناك قدرة على المناورة. كانت تُعلّق ببساطة بطرف كبل طويل وتحتوي على أكثر أنظمة التنفس بدائية: وكي يحمّدا غاز ثاني أكسيد الكربون ركباً علباً مفتوحة من كلس الصودا، ومن أجل امتصاص الرطوبة فتحاً حوضاً صغيراً من كلوريد الكالسيوم، كان يلوّحان فوقه أحياناً بسعف نخل؛ كي يشجّعا على التفاعل الكيميائي.

قامت كرة الأعماق التي بلا اسم بالعمل الموكل إليها. ففي الغطسة الأولى -في حزيران 1930، في الباهاماس- حطم بارتون وبيبي رقماً قياسياً عالمياً في الغوص إلى عمق 183 متراً. وفي 1934، رفعا الرقم القياسي إلى 900 متر، الذي سيبقى هكذا

حتى بعد نهاية الحرب العالمية الثانية. كان بارتون واثقاً من أن الأداة آمنة على عمق 1400 متر، بالرغم من أن التوتري في كل مسمار ملولب وبرشام كان مسموعاً في كل عمق يهبطان إليه. كان هذا عملاً جسوراً وينطوي على مجازفة. وعلى عمق 900 متر كانت كوتهما الصغيرة تخضع لـ 19 طنناً من الضغط في كل إنش مربع. فلو أنهما تجاوزا الحدود التي تسمح بها الآلة، لكان الموت فورياً في عمق كهذا، كما قال بيبي في كتبه الكثيرة ومقالاته ومواده المذاعة. كانا يخشيان بشكل خاص من أن ينقطع الحامل (الونش) الذي على ظهر السفينة الذي تربط به الكرة المعدنية وطنان من الكبل المستقر، ويغرقهما في قاع البحر. في حالة كهذه، لا شيء يمكن أن ينقذهما.

كان الشيء الوحيد الذي لم تنتجه عمليات الغوص التي قاما بها هو كمية من العلم الجدي. فبالرغم من أنهما شاهدا كثيراً من المخلوقات التي لم تُر من قبل، فإن حدود الرؤية وحقيقة أنه لا أحد من رائدي المياه المغامرين كان عالم أوقيانوسات مدرباً، كانا يعنيان أنهما لم يكونا في الغالب قادرين على وصف مكتشفاتهما بطريقة تفصيلية يتوق إليها العلماء الحقيقيون. لم تحمل الكرة ضوءاً خارجياً، فقط لمبة مياه بقوة 250 واطاً تبتأها إلى النافذة، ولكن المياه تحت 150 متراً كانت عملياً غير قابلة للاختراق بأي حال، وكانوا يحدقون بالمياه عبر كوراتز سمكه ثلاثة إنشات، ولذلك فإن كل ما ينظران إليه يجب أن يكون مهتماً بهما كما يهتمان به. ومن ثم كل ما كانا قادرين على الإبلاغ عنه هو أنه كان هناك كثير من الأمور الغريبة في الأعماق. ففي غوص قاما به في عام 1934 بوغت بيبي حين شاهد أفعى عملاقة «طولها أكثر من عشرين قدماً وعريضة جداً». مرت بسرعة كبيرة مما جعلها أكثر من ظل. مهما كانت، لم يشاهد شيء مثلها من قبل. وبسبب غموض كهذا، تجاهل الأكاديميون تقاريرهما عامةً.

وبعد غوصهما الذي سجل رقمياً قياسياً في 1934، فقد بيبي الاهتمام بالغوص وانتقل إلى مغامرات أخرى ولكن بارتون ثابر على الأمر. ولحسن حظه، كان بيبي يقول دوماً لكل من يسأله: إن بارتون هو الدماغ الحقيقي وراء المشروع، ولكن بارتون بدا غير قادر على الخروج من الظلال. كتب هو أيضاً قصصاً مثيرة عن مغامراتهما تحت الماء، وقد مثل أيضاً في فيلم من إنتاج هوليوود بعنوان: (عمالقة الأعماق)، يتحدث عن

كرة الأعماق وظهر في كثيرٍ من المقابلات المثيرة والمضخّمة خيالياً مع حَبّار عملاق عدواني وما شابه ذلك. وقام بالإعلان عن سجنائر الجمل قاتلاً: (إنها لا تسبّب لي نرفزة). وفي عام 1948 سجل رقماً قياسياً آخر في الغوص زاد عن الأول 50% وصل فيه إلى 1,370 متراً في المحيط الهادئ قرب كاليفورنية، ولكن العالم بدا مصمماً على إغفاله. واعتقد أحد الصحفيين الذين راجعوا فيلم (عمالقة الأعماق) أن نجم الفيلم هو بيبي. ولكن في هذه الأيام، بارتون محظوظ في الحصول على الانتباه.

على أي حال، كان على وشك أن يُطفأ كلياً على يد فريق مؤلف من أب وابنه من سويسرة، هما أوكوست وجاك بيكار، اللذان كانا يصممان نوعاً جديداً من المسبار دُعي غوّاصة الأعماق. عُمد باسم تريست Trieste على اسم المدينة الإيطالية التي بُني فيها. كانت الآلة الجديدة قادرة على المناورة بنحو مستقل بالرغم من أنها فعلت أكثر من مجرد الصعود والهبوط. وفي واحدة من رحلاتها الأولى إلى الأعماق - في أوائل 1945 - نزلت إلى تحت 4,000 متر، متجاوزة تقريباً بثلاث مرات الرقم القياسي الذي حققه بارتون قبل ست سنوات. ولكن الغوص إلى أعماق البحار كان يتطلب كمية كبيرة من الدعم المكلف وكان بيكار وولده على شفا الإفلاس.

وفي 1958، وقّع صفقة مع البحرية الأمريكية حصلت بمقتضاها البحرية على الملكية ولكن تركتهما مشرفين. والآن بعد أن أغدق عليهما التمويل، بنى بيكار وابنه المركبة من جديد وزوداها بجدران بسماكة 13 سنتراً، وقلّص قطر النوافذ إلى 5 سنترات، وكان هذا أكبر بقليل من ثقوب النظر. وصارت قوية الآن وتستطيع تحمّل الضغط الكبير، وفي كانون الثاني 1960 غاص جاك بيكار والملازم أول دون لاش من البحرية الأمريكية ببطء إلى قاع أعمق وادٍ في المحيط، هو خندق مريانا، الذي يبعد عن جوام 400 كيلومتر في غرب المحيط الهادئ (الذي اكتشفه -ولكن ليس بالمصادفة- هاري هيس بمسبارهِ للأعماق). استغرق الأمر أربع ساعات للهبوط إلى عمق 10.918 متر، أو 7 أميال تقريباً. وبالرغم من أن الضغط في ذلك العمق كان 17,000 رطل تقريباً في كل إنش مربع، لاحظا بدهشة أنهما أزجعا سمكاً مسطحاً يعيش في القاع. لم يكن لديهما العدة لالتقاط صور، ولهذا لا يوجد سجل بصري للحدث.

بعد عشرين دقيقة فقط في أعرق نقطة في العالم، عادا إلى السطح. كانت المناسبة الوحيدة التي هبط فيها البشر إلى أعماق كهذه.

بعد أربعين سنة، السؤال الذي يخطر بنحو طبيعي هو: لماذا لم يعد أحد منذ ذلك الوقت؟ والسبب في البداية هو أن الأميرال هيمان جي. ريكوفر عارض بقوة المزيد من الغوص، وهو رجل ذو مزاج عنيف، ووجهات نظر قوية، ويحكم سيطرته على دفتر الشيكات الخاص بالقسم. واعتقد أن الاستكشاف تحت الماء تبيد للموارد وأشار إلى أن البحرية ليست مؤسسة للأبحاث. فضلاً عن ذلك، كانت الأمة على وشك أن تصبح مشغولة بشكل كامل بالسفر إلى الفضاء والبحث لإرسال إنسان إلى القمر، الأمر الذي جعل استكشاف أعماق البحار يبدو غير ذي أهمية وعتيق الطراز. ولكن الاعتبار الحاسم هو أن غوص تريست لم ينجز كثيراً في الواقع. وكما قال مسؤول في البحرية فيما بعد: «لم نتعلم كثيراً من ذلك، سوى أننا استطعنا القيام بالأمر. لماذا نفعل هذا مرة ثانية؟» كان الأمر يعني - باختصار - اجتياز طريق طويل للعثور على سمكة مسطحة، ومكلفة أيضاً. إن تكرار التجربة اليوم سيكلف 100 مليون دولار كما قالت التقديرات.

حين أدرك الباحثون تحت الماء أن البحرية لا تنوي القيام ببرنامج استكشاف موعود، دوّت صرخة مؤلمة. وكي تهدئ نقادها، قدمت البحرية تمويلاً لغواصة أكثر تقدماً، تشغلها مؤسسة وود هول للأبحاث البحرية في ماساتشوسيتس. دُعيت ألفن على شرف عالم البحار آلن سي فاين. كانت غواصة بالغة الصغر قادرة على المناورة بشكل كامل، بالرغم من أنها لم تبلغ العمق الذي بلغته تريست. كانت هناك مشكلة واحدة فحسب: لم يستطع المصممون العثور على أي شخص يرغب في بنائها. وكما قال وليم جي. بورد في كتابه: (الكون الذي في الأسفل): «لم ترغب شركة كبيرة مثل جنرال داينمكس - التي صنعت الغواصات للبحرية - أن تتولى مشروعاً حط من قدره كل من مكتب السفن والأميرال ريكوفر، وهما زعيما الرعاية البحرية». أخيراً، صنعت شركة جنرال ميلز للأغذية ألفنز، في معمل كانت تصنع فيه الآلات لإنتاج حبوب الفطور.

كان الناس في الواقع لا يمتلكون سوى فكرة محدودة عن الأشياء الأخرى التي كانت هناك في الأسفل من أشياء أخرى. وحتى الخمسينيات، كانت أفضل الخرائط المتوافرة لعلماء المحيطات تستند بشكل كبير إلى تفاصيل قليلة من مسوح متفرقة تعود إلى 1929، ومطعمة جوهرياً بمحيط من العمل القائم على التخمين. كانت البحرية الأمريكية تمتلك خرائط ممتازة لتوجيه الغواصات عبر الأودية وحول الموائد البحرية*، ولكنها لم ترد أن تصل معلومات كهذه إلى أيدي السوفييت، ولهذا أبقّت معلوماتها سرية. كان على الأكاديميين أيضاً أن يلجؤوا إلى بديل آخر هو المسوح القديمة الناقصة أو الاعتماد على الحدس. وحتى اليوم إن معرفتنا بقاع المحيط لا تزال ناقصة. إذا نظرتم إلى القمر بتلسكوب عادي في الفناء الخلفي فإنكم ستشاهدون حفراً واضحة فراكتوريوس Fracastorius، وبلانكانوس Blancanus، وزاخ Zach، وبلانك Planck، وأخرى كثيرة مألوفة لعلماء القمر ستكون مجهولة لو كانت في قيعان محيطاتنا. لدينا خرائط للمريخ أكثر مما لدينا لقيعان بحارنا.

كانت تقنيات الاستقصاء ارتجالاً تافهاً على مستوى السطح. وفي 1994 سقط عن ظهر سفينة شحن كورية 34,000 قفاز خاص برياضة الهوكي على الجليد في أثناء عاصفة في المحيط الهادي. وصلت القفازات كلها إلى الشاطئ من فانكوفر إلى فيتنام وساعدت علماء المحيطات على رصد التيارات بشكل أكثر دقة مما سبق وفعلموه.

واليوم، يبلغ عمر ألفن أربعين سنة تقريباً، ولكنها لا تزال غواصة الأبحاث الأولى في العالم. وليس هناك غواصات تستطيع أن تغوص إلى أي مكان بعمق خندق مريانا، وهناك خمس منها فحسب - بينها ألفن- تستطيع الوصول إلى أعماق «سهل الهاوية» قاع المحيط العميق الذي يغطي نصف سطح الكوكب. إن غواصة عادية تكلف 25000 دولار في اليوم كي تعمل، ولهذا نادراً ما تغوص من أجل نزوة، أو ترسل إلى أعماق البحار على أمل أنها ستعثر عشوائياً على شيء ما مهم. ويبدو كأن تجربتنا المباشرة مع عالم السطح كانت تستند إلى عمل خمسة أشخاص يستكشفون على عربات يدوية في الحديقة بعد أن يخيم الظلام. وكما قال روبرت كنزينغ: ربما فحص البشر «جزءاً من مليون أو بليون من ظلمة البحر. ربما أقل. ربما أقل بكثير».

* جبال بحرية صغيرة مسطحة القمة.

كان علماء المحيطات مثابرين وقاموا بعدة اكتشافات مهمة بمواردهم المحدودة، وبينها - في عام 1977 - أحد أهم الاكتشافات البيولوجية المذهلة في القرن العشرين. في ذلك العام، عثرت ألفن على مستعمرات متكاثرة من متعضيات ضخمة تعيش في فجوات بحرية عميقة أو حولها مقابل جزر الغلاباغوس، وهي ديدان أنبوبية طولها أكثر من 3 أمتار، وبطلينوسات عرضها 30 سنتمترًا، وقرديدس وبلح بحر غزير، وديدان متلوية رفيعة. وكلها تدين بوجودها إلى مستعمرات شاسعة من البكتيريا التي تستمد طاقتها وغذاءها من كبريتيد الهيدروجين؛ وهو مركب سام جداً لمخلوقات السطح، وتتدفق بثبات من الفتحات. كان عالماً مستقلاً عن ضوء الشمس والأكسجين أو أي شيء آخر يرتبط عادة بالحياة. كان هذا نسق حياة لا يستند إلى التخليق الضوئي، وإنما إلى التخليق الكيميائي، وهذا ما كان سيرفضه علماء البيولوجيا ويعدونه منافياً للطبيعة والعقل لو طرحه أحد أصحاب الخيال الجامح.

تُطلق هذه الفتحة كميات كبيرة من الحرارة والطاقة. إن أربعاً وعشرين من هذه الفتحات تُنتج من الطاقة ما يعادل إنتاج محطة كهربائية كبيرة، أما الحرارة فمتنوعة ومرتفعة جداً. إن درجة الحرارة عند نقطة التدفق الخارجي يمكن أن تصل إلى 400 درجة مئوية، بينما على بعد مترين يمكن أن تكون المياه أعلى من درجة التجمد بدرجتين أو ثلاث. وقد عُثر على نوع من الديدان يُدعى الديدان المعوية *alvinellids* في الأطراف، حيث حرارة الماء أعلى بـ 78 درجة عند رؤوسها مما هي عند ذيولها. اعتقد قبل هذا أنه لا يمكن أن تحيا متعضيات معقدة في ماء درجة حرارته أعلى من 54 درجة مئوية، واكتُشفت الآن متعضيات تعيش في مياه أكثر سخونة من هذا وفي البرد الشديد. لقد حوّل هذا الاكتشاف فهمنا لمتطلبات الحياة.

حلّ أيضاً أحد الألغاز الكبرى في علم المحيطات، وهو شيء لم يدرك كثير منا أنه لغز، وأعني السبب في عدم ازدياد ملوحة المحيطات مع مرور الوقت. تحتوي المحيطات على كثير من الأملاح، ما يكفي لدفن سطح الكوكب الأرضي إلى عمق 150 متراً تقريباً. وكان من المعروف طيلة قرون أن الأنهار تحمل المواد المعدنية إلى البحر، وأن هذه المواد المعدنية تمتزج بالأيونات في مياه المحيط لتشكل الأملاح. وحتى الآن لا

توجد مشكلة. ولكن ما كان لغزاً هو أن مستويات الملوحة في البحر ثابتة. تتبخر ملايين غالونات المياه العذبة من المحيط يومياً، تاركة كل أملاحها خلفها، وهكذا فإن من المنطقي أن تصير البحار أكثر ملوحة مع مرور الأعوام، ولكن هذا لا يحصل. هناك شيء ما يأخذ كمية من الأملاح من الماء مساوية للكمية التي توضع فيه. ولوقت طويل جداً، لم يستطع أحد أن يعرف السبب.

إن اكتشاف ألفن لفتحات البحر العميقة قدم الإجابة. أدرك علماء الفيزياء الجغرافية أن الفجوات تعمل كمصافٍ في حوض للأسماك. فحين تتحدر المياه إلى داخل قشرة الأرض، تُخَلَّص من الأملاح، ثم تخرج المياه النظيفة مرة أخرى عبر أنابيب المدخنة. إن العملية ليست سريعة يمكن أن يستغرق الأمر عشرة ملايين عام لتنظيف المحيط، ولكن العملية فاعلة بشكل مدهش إذا لم تكونوا مستعجلين.

ربما لا شيء يتحدث بشكل أفضل عن بعدنا السيكولوجي عن أعماق المحيطات أكثر من الهدف الرئيسي، الذي عبر عنه علماء المحيطات في أثناء العام الجغرافي العالمي، 1957 - 1958، وهو دراسة «استخدام أعماق المحيطات لدفن النفايات الإشعاعية». لم تكن هذه وظيفة رسمية - كما تفهمون - وإنما عجرفة عامة. وبالرغم من أن الأمر لم يُعلن عنه كثيراً، فقد كان دفن المواد المشعة في 1957 - 1958 يحدث بقوة مرعبة، لأكثر من عقد. ومنذ 1946، كانت الولايات المتحدة تنقل براميل تتسع لخمس وخمسين غالوناً من المواد القذرة المشعة إلى جزر فالارون - التي تبعد عن كاليفورنيا 50 كيلومتراً قرب سان فرانسيسكو - حيث كانت ترميها ببساطة عن ظهر السفينة.

كان هذا عملاً قذراً بشكل فائق للعادة. وكانت معظم البراميل من النوع الذي تراه يصدأ خلف محطات الوقود أو ينتصب أمام المصانع، دون بطانة حامية من أي نوع. وحين لا تغوص - وهذا ما كان يحدث عادة - كان رماة البحرية يتقبنونها بالرصاص؛ كي يجعلوا الماء يدخل فيها (وبالطبع لجعل البلوتونيوم واليورانيوم والسترونشيوم تخرج منها). وقبل أن تتوقف عملية دفن النفايات هذه في التسعينيات كانت الولايات المتحدة قد دفنت مئات الآلاف من البراميل في خمسين موقفاً في المحيط، ودفنت خمسين ألف منها تقريباً في جزر فالارون وحدها. لم تكن الولايات المتحدة هي وحدها

التي تفعل ذلك. فمن بين دافني النفايات المتحمسين الآخرين هناك روسية والصين ونيوزلندا ومعظم الدول الأوروبية تقريباً.

ما التأثير الذي يمكن أن يكون قد أحدثه هذا على الحياة في أعماق البحار؟ إنه قليل - كما نأمل - ولكننا في الواقع لا نمتلك فكرة عن ذلك. فجهلنا للحياة في أعماق البحار كبير جداً ومفاجئ. فنحن لا نعرف إلا قليلاً عن أكثر حيوانات المحيط قوة، كالحوت الأزرق الكبير على سبيل المثال، هذا الكائن ذو المواصفات العملاقة كما يقول ديفد أتبورو: «لسانه بوزن فيل، وقلبه بحجم سيارة وبعض شرايينه عريضة بحيث تستطيع أن تسبح فيها». إنه أضخم وحش أنتجته الأرض حتى الآن، وهو أكبر حتى من أضخم الديناصورات البطيئة. ولكن حياة الحيتان الزرقاء لا تزال مجهولة. أحياناً تطلق الحيتان الزرقاء أغنية ثم تلتقطها مرة أخرى تماماً في البقعة نفسها بعد ستة أشهر. وأحياناً تطلع بأغنية جديدة، لم يسمعها أي عضو من قبل ولكن يعرفها سابقاً. أما كيف تفعل هذا ولماذا فغير مفهوم تماماً. وهذه حيوانات تخرج إلى السطح بانتظام؛ كي تتنفس.

بالنسبة للحيوانات التي لا تريد السطح أبداً فإن الغموض يمكن أن يكون مشوّقاً أكثر. فكروا بمعرفتنا بالحبّار الخراف في العملاق. بالرغم من أنه لا شيء بالمقارنة مع الحوت الأزرق، فإنه حيوان قوي جداً، عيناه بحجم كرة القدم وطول مجساته المتدلية 18 متراً. يزن طناً تقريباً وهو أكبر لافقاري على الأرض. إذا وضعتم واحداً في مسبح صغير، فلن يكون هناك كثير من المجال لأي شيء آخر. ومع ذلك لم ير أي عالم أو أي شخص على حد علمي حباراً عملاقاً على قيد الحياة. كرّس علماء الحيوانات حياتهم المهنية محاولين أسر أو لمح حبار عملاق حي لكنهم لم يفلحوا في ذلك. وهي تُعرف من أنها تُطرح على الشاطئ، وخصوصاً، ولأسباب مجهولة، على شواطئ جزيرة نيوزلندا الشمالية. لا بد أنها توجد في أعداد كبيرة؛ لأنها تشكّل جزءاً محورياً من غذاء حيتان العنبر، التي تحتاج إلى كثيرٍ من الغذاء*.

* إن الأجزاء غير القابلة للهضم من الحبار العملاق - وخصوصاً مناقيرها - تتراكم في معدات حيتان العنبر في مادة تدعى العنبر، التي تستخدم في صناعة العطور مثبتاً. في المرة الآتية التي ترش فيها شانيل رقم 5 (لنفترض أنك تفعل) يمكن أن تفكر في أنك ترش نفسك بقطارة حوت بحري لامرئي.

وبحسب أحد التقديرات، يمكن أن يكون هناك 30 مليون نوع من الحيوانات التي تعيش في البحر، معظمها لم يُكتشف بعد. لم يحدث التلميح الأول عن غزارة الحياة في البحار العميقة إلا في الستينيات بعد اختراع الجاروفة، وهي أداة لاستخراج المتعضيات ليس من قاع البحر فحسب، وإنما أيضاً من الرسابة التي في الأسفل. ففي عملية صيد واحدة بالجاروفة على طول الإفريز القاري، وعلى عمق 1.5 كيلومتر، اصطاد عالما محيطات من وودس هما (هول هوارد ساندلر) و(روبرت هسلر) أكثر من 25 ألف مخلوق ديدان، ونجوم البحر، وخيار البحر، وغيرها وهي تمثل 365 نوعاً. وحتى على عمق 5 كيلومترات، عثرا على 3700 مخلوق يمثلون تقريباً مئتي نوع من المتعضيات. ولم تستطع عملية الاستخراج أن تصطاد إلا تلك الأشياء التي كانت بطيئة جداً أو غبية، بحيث كانت تضل طريقها. وفي أواخر الستينيات خطرت لعالم بيولوجيا بحرية يدعى جوزف إساكس فكرة إنزال كاميرا مع طعام مثبت عليها، فعثر على حشود كثيفة من الجريث الملتف، وهو مخلوق بدائي يشبه الأنقليس، وكذلك على حشود سريعة من سمك الفرناد. حيث يتوافر مصدر للطعام بشكل مفاجئ على سبيل المثال، حين يموت حوت ويغوص إلى القاع يمكن أن يعثر على 390 نوعاً من المخلوقات البحرية تتغذى عليه. وعُثر على كثير من هذه المخلوقات وهي تخرج من ثقوب على بعد 1600 كيلومتر. وتتضمن أنواعاً مثل بلح البحر والبطلينوس، اللذين لا يُعرف أنهما يسافران مسافات طويلة. ويعتقد الآن أن يرقات متعضيات معينة يمكن أن تندفع عبر المياه ويُعرف عن طريق وسائل كيميائية معينة أنها وصلت إلى مصدر للغذاء وتوقفت عنده.

لماذا نفرض على المحيطات ضريبة مفرطة كهذه إذا كانت شاسعة هكذا؟ إن بحار العالم ليست سخية جداً. إن أقل من عشر المحيط يُعدّ منتجاً بشكل طبيعي. وتحب معظم الأنواع المائية أن تكون في المياه الضحلة، حيث يوجد الدفء والماء ووفرة من المادة العضوية لإعداد سلسلة الغذاء. إن الشعب المرجانية -على سبيل المثال- تشكل أقل من 1% من سعة المحيط ولكنها تُؤوي نحو 15% من الأسماك.

ليست المحيطات غنية وفي أمكنة أخرى. خذوا أستراليا. فاسترالية التي تملك 36,735 كيلومتراً من الخط الساحلي وأكثر من 23 مليون كيلومتر مربع من المياه الإقليمية، تملك من البحر الذي يلامس شاطئها أكثر من أي بلد آخر، مع ذلك -وكما

يقول تيم فلانيري- فإن هذا لا يجعلها من الدول الخمسين الأولى في صيد الأسماك. والواقع أن أسترالية هي مستوردة كبيرة للطعام البحري. والسبب هو أن كثيراً من مياه أسترالية صحراء على غرار كثير منها (والاستثناء الملحوظ هو الحاجز المرجاني الكبير مقابل كوينزلاند، الذي هو خصب بشكل سخي. ولأن التربة فقيرة فهي لا تنتج عملياً مواد مغذية في صيبيها).

وحتى حيث تزدهر الحياة، فهي غالباً حساسة إلى حد كبير من الإزعاج. ففي السبعينيات، اكتشف الصيادون الأستراليون- وإلى حد أقل النيوزلنديون- أسماكاً معروفة قليلاً تعيش على عمق 800 متر في أفاريزهم القارية. كانت تعرف باسم الريف البرتقالية، وهي لذيذة وتوجد في أعداد كبيرة. كانت أساطيل الصيد تخرج 40000 طن من الريف في العام. ثم قام علماء البيولوجيا البحرية ببعض الاكتشافات المخيفة. إن أسماك الريف معمرة وتتضج ببطء. يمكن أن يصل عمر بعضها إلى 150 عاماً؛ إن أي سمكة ريف سبق أن تناولتها يمكن أن تكون قد ولدت حين كانت فكتوريا ملكة. تبنت الروفي نمط الحياة غير السريع هذا؛ لأن المياه التي تعيش فيها فقيرة الموارد. ففي مياه كهذه، تسراً* الأسماك مرة واحدة في حياتها. ومن الواضح أن هذه الأسماك لا تستطيع تحمّل كثير من الإزعاج. ولسوء الحظ، في الوقت الذي أدرك فيه هذا نقص المخزون كثيراً. وحتى بإدارة جيدة ستمر عقود قبل أن ينتعش من جديد، هذا إذا حصل هذا.

وفي مكان آخر، كان سوء استغلال المحيط ضاراً ومتعمداً أكثر. إن كثيراً من الصيادين ينتزعون زعانف أسماك القرش ثم يرمونها إلى الماء؛ كي تتفق. ففي 1998 بيعت زعانف القرش بـ 110 دولار للكيلوغرام الواحد، ويبلغ ثمن صحن من حساء القرش في طوكيو 100 دولار. وقدّر صندوق الحياة البرية العالمي في 1994 أن عدد أسماك القرش التي تُقتل سنوياً يتراوح بين 40 إلى 70 مليوناً.

وفي 1995، كانت 37,000 سفينة صيد مهياًة صناعياً ونحو مليون من الزوارق الأصغر تأخذ من أسماك البحر أكثر بمرتين مما كانت تفعل قبل 25 سنة. إن

* تضع بيضها.

الجاروفات في هذه الأيام (سفن الصيد) هي أحياناً كبيرة جداً وتجر وراءها شباكاً كبيرة بما يكفي لحمل دزينة من الطائرات الضخمة. بعضها تستخدم طائرات رصد لتحديد أمكنة حشود الأسماك من الجو.

ويقدر أن ربع كل شبكة صيد تُرفع يحتوي على «صيد جانبي»، وهي أسماك لا يمكن إنزالها؛ لأنها صغيرة جداً، أو من النوع الخطأ أو تُصطاد في الفصل غير المناسب. وكما قال أحد المراقبين لمجلة الإكونومست: «لا نزال في العصور الوسطى المظلمة. إننا نرمي الشبكة ونخرجها لنشاهد ما يعلق فحسب». ومن المحتمل أن 22 مليون طن من هذه الأسماك غير المرغوب بها تُرمى في البحر مرة ثانية كل عام، ومعظمها على شكل جثث. فمقابل كل كيلوغرام من القريدس، يُقضى على نحو أربعة كيلوغرامات من الأسماك والكائنات البحرية الأخرى.

تُفرغ سفن الصيد مناطق شاسعة من قاع بحر الشمال سبع مرات في العام، وهذه درجة من الإزعاج لا يمكن أن يتحملها أي نظام بيئي. فقد أُفترط في اصطيد ثلثي الأنواع في بحر الشمال كما تقول تقديرات كثيرة. أما الأمور عبر الأطلسي فليست أفضل. تكاثرت أسماك الهلبوت مرة في أعداد كبيرة على مبعدة من نيوانجلاند، بحيث إن الزوارق المفردة كانت تصطاد منها 20000 رطل في اليوم. أما الآن فإن الهلبوت منقرض على الساحل الشمالي الشرقي لأمريكا.

لا شيء - على أي حال - يُقارن بمصير سمك القد. ففي أواخر القرن الخامس عشر، اكتشف المستكشف جون كابوت أسماك القد في أعداد لا تصدق على الضفاف الشرقية لأمريكا الشمالية، وهي مناطق من المياه الضحلة مشهورة بوجود أسماك تتغذى في القاع مثل القد. ووجد السمك بأعداد كبيرة، بحيث إن كابوت المدهوش قال: إن البحارة كانوا يفرغونها بالسلال. كانت بعض الضفاف شاسعة. فضاف جورجيز - على مبعدة من ماساتشوسيتس - هي أكبر من الولاية التي تتاخمها. أما الضفاف الكبرى التي على مبعدة من نيوفاوندلاند فهي أكبر، وكانت لقرون تحتوي على كثير من أسماك القد. اعتقد أنها لا تُستنفد. ولكنها بالطبع انقرضت.

وفي 1960 انحدر عدد أسماك القد في شمال الأطلسي إلى ما قدر بـ 1.6 طن. وفي 1990 انحدر إلى 22,000 طن. وبالمصطلحات التجارية، انقرض القد. وقال مارك كرلانسكي في كتابه الرائع (أسماك القد): «إن الصيادين اصطادوا كل أسماك القد». يمكن أن يكون القد قد ضيَّع المحيط الأطلسي إلى الأبد. وفي 1992 توقف صيد أسماك القد في الضفاف الكبرى، ولكن في 2002 -وبحسب تقرير نُشر في مجلة نيتشر- لم يعد المخزون من جديد. ويقول كرلانسكي: إن أسماك الفيليه أو أصابع السمك كانت في الأصل أسماك قد، ولكنها استبدلت بها سمك الحدوق، ثم السمك الأحمر، ثم سمك البلوق من المحيط الهادئ. وقال بجفاف: «في هذه الأيام إن السمك هو أي شيء يبقى».

ويمكن قول الشيء نفسه عن كثير من الأغذية البحرية الأخرى. ففي مصائد نيوانجلاند التي على مبعدة من رود آيلاند، كان اصطياد سرطانات بحرية تزن 9 كيلوغرامات عملاً روتينياً في إحدى المرات. كانت أحياناً تزن أكثر من 13 كيلوغراماً. إن السرطانات إذا تركت دون صيد يمكن أن تعيش لعقود نحو 70 سنة، كما يعتقد ولا تتوقف أبداً عن النمو. وفي هذه الأيام قلة من السرطانات تزن كيلوغراماً واحداً. وقالت النيويورك تايمز: «إن علماء البيولوجيا يقدرّون أن 90% من السرطانات اصطيدها خلال عام بعد أن وصل إلى الحجم الأدنى القانوني في نحو سن السادسة». وبالرغم من انحدار الصيد، يواصل صيادو نيوانجلاند تلقي حوافر ضريبية تشجيعية فدرالية ومن الولاية، وفي بعض الأحيان يرغمون على اقتناء قوارب أكبر والانطلاق إلى حصاد البحر بشكل أكبر. واليوم لا يعثر صيادو ماساتشوسيتس إلا على أسماك الجريث الكريهة، التي لا يوجد لها إلا سوق ضئيلة في الشرق الأقصى، ولكن أعدادها تنحدر الآن.

من اللافت أننا نجهل الآلية (الدينامية) التي تحكم الحياة في البحر. إن حياة البحر أفقر مما ينبغي أن تكون عليه في مناطق أفرط في الصيد فيها، وفي بعض المياه الفقيرة بشكل طبيعي هناك من الحياة أكثر مما ينبغي أن يكون. إن المحيطات الجنوبية حول أناركتيكا لا تنتج إلا 3% من العوالق النباتية في العالم، وهذا قليل جداً - كما يبدو - لدعم نظام بيئي معقد، ولكنها مع ذلك تفعل. إن الفقمة الآكلة

للسرطانات ليست أنواعاً من الحيوانات التي سمع معظمنا بها، ولكن من المحتمل أنها بالفعل النوع الثاني الأكثر عدداً من الحيوانات على الأرض، بعد البشر. من المحتمل أن 15 مليوناً منها يعيش على الجليد المرصوص حول أناركتيكة. من المحتمل أن هناك أيضاً مليوني فقمة ويدل، وعلى الأقل نصف مليون بطريق. إن سلسلة الغذاء غير مستقرة بشكل مقلق، ولكنها تعمل نوعاً ما. ومن اللافت أنه لا أحد يعرف كيف.

إن كل ما سبق طريقة ملتوية للقول: إننا نعرف قليلاً عن نظام الأرض الأكبر. ولكن -وكما سنرى في الصفحات المتبقية- حالما تبدوون بالحديث عن الحياة، فإن هناك كثيراً جداً الذي لا نعرفه، وخصوصاً كيف استمرت هذه الحياة في المقام الأول.



الفصل التاسع عشر

نشوء الحياة

في 1953 أحضر طالب متخرج في جامعة شيكاغو يدعى ستانلي ميلر قارورتين: واحدة تحتوي على قليل من الماء تمثّل المحيط البدائي، وتحتوي الأخرى على مزيج من الميثان والأمونيا وغازات كبريتيد الهيدروجين تمثّل الغلاف الجوي الأول للأرض. وصلهما بأنابيب مطاطية وأدخل بعض الشرارات الكهربائية التي تمثّل البرق. بعد بضعة أيام صار لون الماء في القارورتين سائلاً أخضر وأصفر قوياً من الأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية، والسكريات والمركبات العضوية الأخرى. قال المشرف على ميلر، هارولد أوري، الحاصل على جائزة نوبل: «لولم يفعل الله الأمر هكذا، لخسر رهاناً جيداً».

قالت التقارير الصحفية في ذلك الوقت: «إن كل ما يحتاج إليه الأمر هو أن يهز المرء القارورتين جيداً، وحينئذ ستزحف الحياة خارجة منهما». وكما بينّ الزمن، لم يكن الأمر سهلاً هكذا. فبالرغم من نصف قرن من الدراسة المكثفة المتواصلة، لم تقترب اليوم إلى تركيب الحياة أكثر مما كنا عليه في 1953، ولا تزال بعيدين جداً عن التفكير في أننا نستطيع فعل ذلك. إن العلماء متأكدون الآن من أن الغلاف الجوي الأول لم يكن شيئاً مهياً للتطور كسائل ميلر وأوري الغازي، وإنما كان مزيجاً تفاعلياً من النتروجين وثاني أكسيد الكربون. إن تكرار تجارب ميلر بهذه المعطيات الأكثر تحدياً لم ينتج حتى الآن سوى الحمض الأميني. على أي حال، إن ابتكار الأحماض الأمينية ليس هو المشكلة في الحقيقة. إن المشكلة هي البروتينات.

إن البروتينات هي ما تحصلون عليه حين تُنظّم هذه الأحماض الأمينية سوية في سلسلة، ونحن نحتاج إلى كثير منها. ولا أحد في الواقع يعرف، ولكن ربما هناك مليون نوع من البروتين في الجسم البشري، وكل واحد منها معجزة صغيرة. وبحسب كل قوانين الاحتمال إن البروتينات يجب ألا توجد. فلكي تصنع البروتين أنت بحاجة إلى

جمع الأحماض الأمينية أنا مضطر هنا بسبب التراث الطويل، كي أشير إليها باسم «الآجر الباني للحياة» في نظام خاص كما تجمع الأحرف بطريقة معينة كي تشكل كلمة. إن المشكلة هي أن الكلمات في أبجدية الحمض الأميني هي غالباً طويلة بشكل مفرط. ولكي نتهجى كلمة «الكولاجين»^{*}، وهم اسم نمط شائع من البروتين، نحتاج إلى ترتيب سبعة أحرف في الترتيب الصحيح. لصناعة الكولاجين، نحتاج إلى ترتيب 1,055 حمضاً أمينياً ترتيباً صحيحاً. ولكن -وهنا نقطة واضحة لكنها حاسمة- أنت لا تصنعها. إنها تصنع نفسها، تلقائياً دون اتجاه، ومن هنا تأتي الأمور البعيدة الاحتمال.

إن فرص ترتيب 1,055 جزيئاً مثل الكولاجين الذي يتجمع ذاتياً بشكل تلقائي هي صفر. إن هذا لن يحدث فحسب. كي نفهم معجزة وجوده، علينا أن نتصور آلة شقبيية للقمار في لاس فيغاس موسّعة بشكل كبير إلى نحو 27 متراً، -إذا توخينا الدقة- كي تحتوي على 1,055 من العجلات الدائرة بدلاً من الثلاث أو الأربع العادية، وعلى عشرين رمزاً على كل عجلة (رمز واحد لكل حمض أميني شائع)^{*}، فكم سيستغرق الوقت لشد القبضة قبل أن ترتصف كل الرموز الـ 1,055 بشكل فاعل، إلى الأبد في الترتيب الصحيح. حتى لو خفّضتم عدد العجلات الدائرة إلى 200، الذي هو بالفعل العدد العادي للأحماض الأمينية للبروتين، فإن فرصة وضع المثلثين في ترتيب موصوف هي 1 من 10^{260} (أي 1 يتبعه 260 صفراً). وهذا في حد ذاته عدد أكبر من الذرات جميعاً التي في الكون.

إن البروتينات -باختصار- هي وحدات معقدة. إن الهيموغلوبين (خضاب الدم) هو بطول 146 حمضاً أمينياً فحسب، وهذا قَرَمَ بمعايير البروتين، ومع ذلك يقدم ¹⁹⁰10 مزيجاً ممكناً من الأحماض الأمينية، ولهذا السبب استغرق عالم الكيمياء في جامعة كمبريدج ماكس بيروتز 23 عاماً من حياته المهنية، تقريباً كي يحله. إن إنتاج

* المادة البروتينية التي في النسيج الضام وفي العظام التي تنتج الهلام عند غليها في الماء الحار. المترجم.
* هناك في الواقع 22 حمضاً أمينياً تتكون بشكل طبيعي ومعروفة على الأرض، ويمكن أن المزيد ينتظر الاكتشاف، ولكن فقط 20 منها ضروري لإنتاجنا ومعظم الأشياء الحية الأخرى. إن الثاني والعشرين الذي يدعى البيروليسين، اكتشفه في 2002 باحثون في جامعة ولاية أوهايو ووجد فقط في نمط واحد قديم (شكل أساسي من الحياة سنناقشه فيما بعد) يدعى ميثانوسارسينا باركري

الحوادث العشوائية حتى لمادة بروتين واحدة يبدو احتمالاً غير مرجح بشكل مذهل، مثل زوبعة تدور في فناء خردة وتترك خلفها طائفة كبيرة مجمعة بشكل كامل، كما استخدم عالم الفلك فريد هويل هذا التشبيه الملون.

مع ذلك نحن نتحدث عن مئات الآلاف من أنماط البروتين، وربما مليون، كل منها فريد - بقدر ما نعلم - وحيوي للحفاظ عليكم أقوياء وسعداء. ينطلق الأمر من هنا. كي يكون مفيداً، يجب على البروتين ألا يتجمع في أحماض في الترتيب الصحيح فحسب، يجب أن ينخرط أيضاً في نوع من الأَرغُمِيَّة* ويطوي نفسه في شكل محدد جداً. حتى بعد أن ينجز هذا التركيب المعقد، لن يكون البروتين جيداً لكم إذا لم يقدر على إعادة إنتاج نفسه، لكن البروتينات عاجزة عن ذلك. من أجل هذا أنتم بحاجة إلى الـ (DNA)**.

قال (DNA) عظيم البراعة في إعادة إنتاج نفسه يستطيع أن يصنع نسخة من نفسه في ثوانٍ، ولكنه في الواقع لا يستطيع أن يفعل أي شيء آخر. وهكذا لدينا موقف ينطوي على مفارقة. إن البروتينات لا تستطيع أن توجد دون (DNA) والـ (DNA) لا هدف له دون بروتينات. هل علينا الافتراض، إذاً، أنهما ينشأان بنحو متزامن من أجل دعم بعضهما بعضاً؟ وإذا كان الأمر كذلك فيا للعجب!

ثمّة المزيد أيضاً. إن الـ (DNA)، والبروتينات، ومكوّنات الحياة الأخرى لم يكن بوسعها الازدهار دون نوع من الغشاء الذي يحتويها. لا ذرة أو جزيء حدث وأنجز الحياة بشكل مستقل. انتزعوا أي ذرة من أجسامكم ولن تكون أكثر حياة من حبة رمل. لا تستطيع هذه المواد المختلفة أن تؤدي دوراً في الرقصة المذهلة التي ندعوها الحياة إلا حين تجتمع سوية داخل الملاذ المغذي للخلية. فدون الخلية، ليست شيئاً أكثر من مواد كيميائية مهمة. ولكن دون المواد الكيميائية، لا هدف للخلية. كما يعبر ديفز عن الأمر: «إذا كان كل شيء يحتاج إلى كل شيء آخر، فكيف حدث إذاً ونشأت جماعة الذرات في البداية؟» يبدو كأن كل المكوّنات في مطبخكم تجتمع سوية نوعاً ما وتطبخ نفسها كي تصير كعكة، ولكنها كعكة يمكن أن تنقسم عند الضرورة كي تنتج

* فن ياباني المنشأ قوامه طي الورق على شكل زهرة أو طير أو غير ذلك. المترجم.

** حمض ديكوسي ريبيونيكليك: حمض نووي يوجد في نوى الخلايا بخاصة ويتحكم تحكماً كبيراً في عمليات الوراثة. المترجم.

المزيد من الكعك. وما يثير العجب أننا ندعوها معجزة الحياة. وما يثير العجب أيضاً أننا قد بدأنا لتونا بفهمها.

ما الذي يفسر كل هذا التعقيد المثير للعجب؟ إن أحد الاحتمالات هو أنه ليس مثيراً للعجب بشكل كامل كما يبدو في البداية. فكّروا بتلك البروتينات. إن الأعجوبة التي نراها في اجتماعها تأتي من افتراض أنها وصلت إلى المشهد مشكّلة بشكل كامل. ولكن ماذا لو لم تجتمع سلاسل البروتين كلها فوراً؟ ماذا لو - في الآلة الشقبية الكبيرة للخلق - يمكن أن تمسك بعض العجلات، كما يمكن أن يمسك مقامر عدداً من الأوراق الواعدة؟ ماذا لو - بتعبير آخر - لم تتبثق البروتينات فجأة إلى الوجود، وإنما تطورت؟

تخيلوا أنكم أخذتم كل المكوّنات التي تصنع إنساناً: الكربون، والهيدروجين، والأوكسجين، وغيرها ووضعتموها في إناء فيه بعض الماء، وحرّكتم المكوّنات بقوة وخرج فجأة شخص مكتمل. سيكون هذا مذهلاً. حسناً، هذا ما قاله بشكل جوهري هويل وآخرون (وكثير من دعاة الخلق المتحمسين) حين اقترحوا أن البروتينات تشكلت تلقائياً كلها. لم تفعل ذلك ولا تستطيع. وقال رتشارد دوكنز في كتابه (صانع الساعات الأعمى): «لا بد أنه كان هناك عملية انتقاء تراكمية سمحت للأحماض الأمينية بالتجمّع في مقادير وافرة. ربما يرتبط اثنان أو ثلاثة من الأحماض الأمينية من أجل هدف بسيط ما، ثم بعد وقت تظهر في عنقود آخر صغير وبفعلها لهذا «تكون قد اكتشفت» تحسناً إضافياً».

إن التفاعلات الكيميائية المرتبطة بالحياة هي في الواقع شائعة. يمكن أن يكون خارج مقدرتنا أن نطبخها في مختبر ستانلي ميلر وهارولد أوري، ولكن الكون يقوم بها بما يكفي. إن كثيراً من الذرات في الطبيعة تجتمع سوية؛ كي تشكل سلاسل طويلة تدعى البوليمرات. وتجتمع السكريات باستمرار؛ كي تشكل النشويات. ويستطيع الكريستال القيام بعدد من الأمور الشبيهة بالحياة: التناسخ، والاستجابة للدافع البيئي، واتخاذ تعقيد نموذجي. لم تتجز الحياة نفسها أبداً - بالطبع - ولكنها تبين باستمرار أن التعقيد حدث طبيعي وتلقائي وموثوق بشكل كامل. يمكن أن يكون هناك أو لا يكون كمية كبيرة من الحياة في الكون بعامّة، ولكن ليس هناك نقص في التجميع الذاتي المنظم، في كل شيء من التناسق الأسر لندف الثلج إلى أطواق زحل الجميلة.

إن هذا الدافع الطبيعي للتجمع قوي جداً، بحيث إن كثيراً من العلماء يعتقدون الآن أن الحياة يمكن أن تكون حتمية أكثر مما نظن، أي، وكما قال كريستيان دي دوف Christian de Duve، الحاصل على جائزة نوبل: «إنها تَجَلُّ إلزامي للمادة، محتم عليه أن ينشأ أينما كانت الظروف ملائمة». واعتقد دي دوف أنه من المحتمل أن ظروفًا كهذه ستُصادف مليون مرة في كل مجرة.

ليس هناك بالتأكيد أي شيء غرائبي جداً في المواد الكيميائية التي تحيينا. إذا رغبتم بخلق أي شيء حي - سواء كان سمكة ذهبية أو رأس خسة أو كائنًا بشرياً - فإنكم ستحتاجون في الواقع إلى أربعة عناصر رئيسة فحسب: الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنيتروجين، بالإضافة إلى كميات صغيرة من المواد الأخرى، وخصوصاً الكبريت والفسفور والكالسيوم والحديد. اجمعوا هذه سوية في ثلاث (دزينات) أو خلائط بهذا العدد؛ كي تشكل بعض السكريات والأحماض ومركبات أخرى أساسية، وعندها تستطيعون صنع أي شيء حي. وكما قال دوكنز: «لا شيء يميِّز المواد التي تُصنع منها الأشياء الحية. الأشياء الحية هي مجموعات من الجزيئات، مثل أي شيء آخر».

إن النقطة الجوهرية هي أن الحياة مذهلة ومرضية، وربما حتى إعجازية، ولكنها ليست مستحيلة كما يشهد على ذلك وجودنا المتواضع باستمرار. إن كثيراً من التفاصيل الرائعة لبدايات الحياة لا تزال غير قابلة للسبر. فكل سيناريو سبق أن اطلعتم عليه بخصوص الظروف الضرورية للحياة يشتمل على الماء، من «البركة الصغيرة الدافئة» حيث افترض دارون أن الحياة بدأت في ثقوب البحر ذات الفقاعات التي هي المرشحة الأكثر شهرة لبدايات الحياة، ولكن هذا كله يهمل حقيقة أن تحويل المونيمرات monomers إلى بوليمرات (أي البدء بخلق البروتين) يشتمل على نموذج من التفاعل تعرفه البيولوجيا باسم «ترابطات الزمومة». وكما يعبر عن الأمر نص بيولوجي بارز، بتلميح بعدم الارتياح: «يتفق البحّاث على أن تفاعلات كهذه لن تكون مفضلة بقوة في البحر البدائي، أو في أي وسيط مائي، بسبب قانون فعل الكتلة». يشبه الأمر قليلاً وضع السكر في كأس ماء وجعله يصبح مكعباً. يجب ألا يحصل هذا،

ولكن نوعاً ما، يحصل في الطبيعة. إن الكيمياء الفعلية لكل هذا مبهمة قليلاً بالنسبة لأهدافنا هنا، ولكن يكفي أن نعرف أنه إذا جعلت المونيمرات رطبة فإنها لا تتحول إلى بوليمرات إلا في أثناء خلق الحياة على الأرض. كيف ولماذا يحدث الأمر هنا ولا يحدث بأي طريقة أخرى هو أحد أعظم الأسئلة التي لم يجب عليها علم الأحياء.

إن إحدى المفاجآت الكبرى في علوم الأرض في العقود الأخيرة كانت اكتشاف كيف نشأت الحياة في بداية التاريخ. فحتى الخمسينيات كان يُعتقد أن عمر الحياة أقل من ست مئة مليون عام. وفي السبعينيات شعرت بعض الأرواح المغامرة أن عمرها على الأرجح 2.5 بليون سنة. ولكن العمر الحالي 3.85 بليون سنة هو مبكر جداً بنحو مذهل. إن سطح الأرض لم يصبح صلباً إلا منذ نحو 3.9 بليون سنة.

قال ستيفن جي جولد في النيويورك تايمز في 1996: «نستطيع أن نستنتج من هذه السرعة فحسب أنه ليس من الصعب على حياة بكتيرية أن تتطور على كواكب بظروف ملائمة». أو كما عبر عن الأمر في مكان آخر: من الصعب تجنب استنتاج أن «الحياة تنشأ حتماً تستطيع، كان هذا محتوماً كيميائياً».

نشأت الحياة بسرعة - في الواقع - بحيث إن بعض العلماء يعتقدون أنها تلقت مساعدة، وربما كمية جيدة من المساعدة. إن فكرة احتمال أن الحياة الأرضية أتت من الفضاء لها تاريخ. فقد أثار اللورد كلفن العظيم الاحتمال في 1871 في اجتماع للجمعية البريطانية لتقدم العلم، حين قال: إن من المحتمل «أن نيزكاً ما أحضر جراثيم الحياة إلى الأرض». ولكن المفهوم بقي مهمشاً حتى أحد أيام الأحد في أيلول 1969 حين أجفل عشرات الآلاف من الأستراليين من سلسلة انفجارات مدوية اخترقت جدار الصوت، ومشهد كرة نارية تندفع من الشرق إلى الغرب في السماء. أصدرت كرة النار صوت فرقعة غريباً حين مرت وخلفت وراءها رائحة شبيهة بعضهم بالكحول المميثل، ووصفها آخرون بأنها كريهة فحسب.

انفجرت كرة النار فوق مرتشيسون، وهي بلدة يسكنها ست مئة شخص في وادي جولبرن إلى الشمال من ملبورن، وتساقطت في قطع، بعضها يزن خمسة كيلوغرامات.

ولحسن الحظ لم يتأذَّ أحد. كان النيزك من نوع نادر يعرف باسم الكوندريت الكربوني، وجمع سكان القرية القطع وأحضروا 90 كيلوغراماً منها. لم يكن التوقيت جيداً. فقبل شهرين عاد رواد أبولو 11 إلى الأرض بحقيبة مليئة بالصخور القمرية، بحيث إنَّ المختبرات في أنحاء العالم انشغلت بشكلٍ صاحب بصخور الفضاء الخارجي.

اكتشف أن عمر نيزك مرتشيسون 4.5 ملايين سنة، وكان مرصعاً بأربعة وسبعين نوعاً من الأحماض الأمينية، وثمانية منها منخرطة في تشكيل البروتينات الأرضية. وفي أواخر 2004 - بعد ثلاثين سنة على سقوط النيزك - أعلن فريق في مركز أبحاث أيميس في كاليفورنيا أن صخور مرتشيسون تحتوي على خيوط معقدة من السكريات تدعى البوليلول polyols لم يعثر عليها على الأرض من قبل.

ضل (كوندريت) كربوني آخر في ممر الأرض منذ 1969 سقط واحد قرب بحيرة تاغيش في يوكون بكندا في كانون الثاني عام 2000، وكان قد شوهد فوق أجزاء كبيرة من أمريكا الشمالية مما أكد بشكل مشابه أن الكون هو في الواقع غني بالجزئيات العضوية. ضعوا ما يكفي من هذا الحطام في مكان ملائم للأرض، مثلاً وستحصلون على العناصر الأساسية التي تحتاجها الحياة.

هناك مشكلتان في نظريات البانسبرميا panspermia، كما تُدعى النظريات عن العوالم الأخرى: الأولى هي أنها لا تجيب عن سؤال كيف نشأت الحياة، وإنما تنقل المسؤولية عنها إلى مكان آخر. المشكلة الثانية هي أن البانسبرميا تميل أحياناً إلى إثارة حتى أكثر المخلصين احتراماً لمستويات تفكير يمكن أن تُدعى طائشة. اقترح فرانسيس كريك -المشارك في اكتشاف الـ (DNA) - وزميلته ليزلي أورجيل أن «غرباء أذكىاء بذروا الحياة على الأرض بشكل متعمد»، وهذه فكرة يدعوها جريبين «على حافة الاحترام العلمي تماماً»، أو بتعبير آخر، نظرية ستُعدّ جنونية لو طرحها أحد ما لم يحصل على جائزة نوبل. قلل فريد هويل وزميله تشاندرا ويكرامسينغ أيضاً من الحماس للبانسبرميا مقترحين -كما قلنا في الفصل الثالث- أن الفضاء الخارجي لم يحضر لنا الحياة فقط وإنما أيضاً أمراضاً كثيرة كالأنفلونزا والطاعون الدبلي، ولكن علماء الكيمياء الحيوية فتّدوا هذه الأفكار.

إن ما أنشأ الحياة على الأرض - بغض النظر عن هويته - حدث مرة واحدة فقط. هذه هي الحقيقة الفاتكة للعادة في البيولوجيا، وربما الحقيقة الأكثر خرقاً للعادة التي نعرفها. فكل ما سبق وعاش - سواء أكان نباتاً أو حيواناً - تعود بداياته إلى الانتفاضة البدئية. ففي نقطة ما في ماضٍ بعيد لا يمكن تخيله اندفعت حقيبة صغيرة ما من المواد الكيميائية إلى الحياة. امتصت بعض المواد المغذية، نبضت بلطف، وكان لها وجود قصير. ربما حدث هذا الشيء كثيراً من قبل، ربما مرات كثيرة. ولكن رزمة الأسلاف هذه فعلت شيئاً إضافياً وفائقاً للعادة: شقت نفسها وأنتجت وريثاً. عبرت رزمة صغيرة من المادة الجينية من كيان حي إلى آخر، ولم تتوقف أبداً عن الانتقال منذ ذلك الوقت. كانت هذه لحظة الخلق لنا جميعاً. وأحياناً يدعوها العلماء الولادة العظيمة.

قال مات ريدلي: «أينما ذهبتم في العالم - أي حيوان أو نبات أو حشرة أو نقطة تنظرون إليها، إذا كانت حية - فإنها ستستخدم القاموس نفسه وتعرف الشفرة نفسها. إن الحياة كلها واحدة». أنتجتنا خدعة جينية واحدة سلّمت من جيل إلى آخر طوال أربعة ملايين عام تقريباً، إلى درجة أنكم تستطيعون أن تأخذوا جزءاً من توجيه جيني بشري وتلصقوه على خلية خميرة غير كاملة، وسترون أنها ستجعلها تعمل كأنها ملك لها. وفي الواقع إنها لها.

يجلس فجر الحياة أو شيء ما يشبهه جداً على رف في مكتب عالمة كيمياء أرضية مختصة بالنظير، وودودة تدعى فكتوريا بينيت، في بناء علوم الأرض في جامعة أستراليا الوطنية في كانبيرة. جاءت بينيت الأميركية إلى هذه الجامعة من كاليفورنيا بمقتضى عقد لمدة عامين في 1989، وظلت هناك منذ ذلك الوقت. حين زرتها - في أواخر 2001 - سلّمتني قطعة ضخمة وثقيلة جداً من الصخر مؤلفة من خطوط متعاقبة من الكوارتز ومادة رمادية مخضرة تدعى الكليينوبروكسين. جاءت الصخرة من جزيرة أكيليا في غرينلندة، حيث عثر على صخور قديمة غير عادية في 1997. كان عمر الصخور 3.85 بلايين عام وتمثل أقدم الرواسب البحرية التي سبق وعُثر عليها.

قالت بينيت: «لا نستطيع التأكد من أن ما تحمله احتوى مرة على متعضيات حية؛ لأنه عليك أن تسحقها لتكتشف ذلك؛ ولكنها جاءت من الرسابة نفسها، حيث تم

التنقيب عن أقدم أشكال الحياة، وهكذا فإنها على الأرجح تحتوي على الحياة». لن تعثروا على ميكروبات مستحاثية فعلية مهما فتشتم بدقة. إن أي متعضيات بسيطة -للأسف- سوف تكون قد اختفت بسبب العمليات التي حولت طين المحيط إلى حجر. وبدلاً من ذلك، إن ما سنراه إذا سحقتنا الحجر وفحصناه مجهرياً سيكون المواد الكيميائية المتبقية التي تركتها المتعضيات خلفها، وهي نظائر الكربون ونمط من الفوسفات يدعى الأباتيت، التي تشكل سوية دليلاً قوياً على أن الصخرة احتوت مرة على مستعمرات من الأشياء الحية. وأضافت بينيت: «نستطيع أن نخمن فقط كيف كان المتعضي يبدو. ربما كان جوهرياً كما يمكن أن تكون الحياة ولكنه كان حياة. لقد عاش. لقد تكاثر».

وأخيراً قاد إلينا.

إذا كنتم مهتمين بالصخور -على غرار بينيت- فإن الجامعة الوطنية الأسترالية هي المكان الأمثل لذلك. ويعود الفضل في هذا إلى براعة رجل متقاعد الآن يدعى بيل كومبستون، اخترع في السبعينيات مسبار الأيونات الصغير الحساس ذا الوضوح الحالي، الذي يُعرف باسم شريمب Shrimp من أحرفه الاستهلاكية الأولى مما يحرك المشاعر أكثر. وهذه آلة تقيس نسبة تآكل اليورانسيوم في المعادن الصغيرة التي تدعى الزركونات. وتظهر الزركونات في معظم الصخور عدا البازلت وهي قابلة للاستمرار بشكل كبير، وتنجو من العمليات الطبيعية جميعها عدا السحج. إن الجزء الأكبر من قشرة الأرض تراجع نحو الداخل في نقطة ما، ولكن علماء الجيولوجيا كانوا يعثرون في بعض الأحيان في غرب أستراليا وجرينلندة، مثلاً على نتوءات صخرية كانت تبقى دوماً على السطح. قامت آلة كومبستون بقياس عمر هذه الصخور بدقة لا مثيل لها. بُني النموذج الأولي للمسبار واستُخدم في مشاغل قسم علوم الأرض، وتبين أنه صُنع من قطع غيار وبميزانية محدودة ولكنه عمل بشكل عظيم. وفي اختباره الرسمي الأول في 1982 قاس عمر أقدم شيء سبق وعُثر عليه صخرة قديمة عمرها 4.3 ملايين سنة من غرب أستراليا. أخبرتني بينيت: «لقد وُلد الأمر إثارة في ذلك الوقت، وخصوصاً العثور على شيء مهم بسرعة بواسطة تقنية جديدة».

أخذتني عبر الصالة لرؤية النموذج الحالي من المسبار، شريمب 2. كان آلة من الفولاذ كبيرة وثقيلة، طوله على الأرجح 3.5 أمتار وارتفاعه 1.5 وكان قوياً كمسبار أعماق البحار. وفي جزء ناتئ في مقدمته، كان هناك رجل يراقب خطوط الأشكال المتغيرة دوماً على شاشة وهو يدعى بوب من جامعة كانتربري في نيوزلندا. كان هناك منذ الرابعة صباحاً، كما قال لي. كانت الساعة بعد التاسعة بقليل وشغل بوب الآلة حتى الظهر. يعمل (شريمب 2) أربعاً وعشرين ساعة في اليوم؛ فهناك كثير من الصخور التي يجب معرفة عمرها. اسأل زوجين من علماء الجيوفيزياء كيف يعمل شيء كهذا، وسبب أن الحديث عن وفرة النظائر ومستويات التآين بحماس ودي أكثر مما هو قابل للفهم. إن خلاصة الكلام على أي حال هي أن الآلة - عبر قصف عينة من الصخر بجداول من الذرات المشحونة - قادرة على رصد فروق دقيقة في كميات الرصاص واليورانيوم في عينات الزركونات، وبهذه الوسيلة يمكن استنتاج عمر الصخور بشكل دقيق. أخبرني بوب أن الوقت يستغرق 17 دقيقة لقراءة زركون واحد، ومن الضروري قراءة عشرات من كل صخرة لجعل المعطيات موثوقة. وبدا كأن العملية تشتمل على عدد من الأنشطة المتفرقة، وعلى القدر نفسه من الحافز، كالذهاب إلى مصبغة عامة. وبدا بوب في غاية السعادة. على أي حال؛ وهذه عادة النيوزلنديين المعروفة.

كان مجمع علوم الأرض مزيجاً غريباً من الأشياء، ويحتوي على مكتب هو مخبر ومستودع للآلات في آن واحد. قالت: «اعتدنا أن نصنع كل شيء هنا. كان لدينا نافخ زجاج، لكنه تقاعد. ولدينا آلتان لسحق الصخور تعملان وقتاً كاملاً». رأت نظرة الدهشة التي اعتلت وجهي. «ندرس كثيراً من الصخور. ويجب أن تُحضر بعناية كبيرة. يجب أن تتأكد من أنه لا يوجد تلوث من عينات سابقة، لا غبار أو أي شيء آخر. إنها عملية شديدة التدقيق في التفاصيل». أررتي آلات سحق الصخور، التي كانت في الواقع قديمة، بالرغم من أن المشرفين عليها ذهبوا على ما يبدو لتناول القهوة. كان هناك إلى جانب الآلات علب كبيرة تحتوي على صخور من مختلف الأشكال والأحجام. وكانوا في الواقع يدرسون كثيراً من الصخور في الجامعة الوطنية الأسترالية.

عدنا إلى مكتب بينيت، فرأيت على جدار مكتبها لوحة ملوّنة للأرض رسمها فنان، وتخليها كما كانت منذ 3.5 بلايين سنة، حين كانت الحياة في بدايتها، في العهد القديم الذي يدعوه علم الأرض بالدهر السحيق*. أظهرت اللوحة مشهداً غريباً من البراكين الضخمة الناشطة جداً وبحراً بخارياً بلون النحاس تحت سماء حمراء متجهمة. كانت الستروماتوليت؛ وهي نوع من الصخور البكتيرية، تملأ الأماكن الضحلة في المقدمة. لم تبدُ الأرض مكاناً واعداً جداً لخلق الحياة وتغذيتها. سألتُ بينيت إن كانت اللوحة صحيحة؟

«تقول إحدى المدارس الفكرية: إنها كانت في الواقع باردة؛ لأن الشمس كانت أكثر ضعفاً بكثير». (عرفت فيما بعد أن علماء البيولوجيا، حين يشعرون بالميل إلى النكته، يشيرون إلى هذا بـ «مشكلة المطعم الصيني» لأنه لدينا شمس خافتة). «فدون غلاف جوي تقوم الأشعة فوق البنفسجية من الشمس؛ حتى من شمس ضعيفة، بتحطيم أي رابطة أولية تصنعها الجزيئات. ومع ذلك هنا تماماً» أشارت إلى الستروماتوليت «لديك متعضيات تقريباً على السطح. إنه لغز».

«إذاً، لا نعرف كيف كان العالم آنذاك؟».

وافقت وهي تفكر.

«بأي طريقة لا يبدو مفضياً جداً إلى الحياة».

وافقت بدهشة. «ولكن لا بد أنه كان هناك شيء ما لاءم الحياة. وإلا فإننا لن نكون هنا».

من المؤكد أن الحياة لم تكن مناسبة لنا. فلو عدتم من زمن الآلة إلى عالم الدهر السحيق، فإنكم ستركضون عائدين إلى الداخل بسرعة؛ لأنه لم يكن هناك أوكسجين للتنفس على الأرض في ذلك الوقت كما هو الأمر على المريخ الآن. كانت الأرض أيضاً مليئة بالأبخرة المزعجة من حمضي الهيدروكروليك والكبريت، التي كانت قوية بما يكفي كي تثقب الثياب وتحرق الجلد. ولن تسمح بوجود تلك الفسحات النظيفة

* الدهر الذي تكوّنت فيه أقدم الصخور المعروفة. المترجم.

والمتوهجة المرسومة في اللوحة في مكتب فكتوريا بينيت. إن السائل الكيميائي الذي كان الغلاف الجوي آنذاك لم يسمح إلا بقليل من ضوء الشمس بالوصول إلى الأرض. وكان القليل الذي تستطيعون رؤيته يضاء مدة وجيزة بوميض برق مشع متكرر. باختصار، كانت أرضاً، ولكنها أرض لن نتعرف عليها بأنها أرضنا.

كانت الأعياد السنوية قليلة ومتباعدة في عالم الدهر السحيق. وكانت المتعضيات البكتيرية الأشكال الوحيدة للحياة طوال بليون سنة. عاشت، وتكاثرت، واحتشدت، ولكنها لم تظهر أي ميل معيّن للانتقال إلى مستوى آخر أكثر تحدياً من الوجود. وفي نقطة ما في الأعوام البليون الأولى من الحياة، تعلمت بكتيريات السيانو-cyano bacteria أو الأشنة الخضراء المزرقة أن تختار مورداً متاحاً مجاناً: الهيدروجين الذي يوجد بغزارة هائلة في المياه. كانت تمتص جزيئات الماء، وتتجرّع الهيدروجين وتطلق الأوكسجين كنفاية، وبفعلها لهذا أنتجت التخليق الضوئي. وكما يقول مار جوليس وساغان: إن التخليق الضوئي هو «دون شك أهم ابتكار استقلابي في تاريخ الحياة على الكوكب» ولم تبتكره النباتات وإنما البكتيريا.

حين انتشرت بكتيريا السيانو بدأ العالم يمتلئ بـ O_2 ، مما سبب الرعب لتلك المتعضيات التي وجدته ساماً. وكان ساماً لها كلها في تلك الأيام. وفي عالم لا يستخدم الأوكسجين يكون الأوكسجين عالي السمية. تستخدم كريات دمنا البيضاء الأوكسجين لقتل البكتيريا الغازية. إن سمية الأوكسجين نادراً ما تقاوى بعض الذين يجدونه جوهرياً لحياتنا. ويعود هذا إلى أننا نشأنا كي نستهلكه. إنه ما يجعل الزبدة فاسدة والحديد صدئاً. ولا يمكن أن نجيزه إلا إلى حد ما. إن مستوى الأوكسجين في خلايانا هو عشر المستوى الموجود في الجو فحسب.

إن المتعضيات الجديدة المستخدمة للأوكسجين لها فائدتان. كان الأوكسجين طريقة أكثر فاعلية لإنتاج الطاقة، وتغلب على المتعضيات المنافسة. فانسحب بعضها إلى العالم غير الهوائي الرطب للمستنقعات وقيعان البحيرات. وفعلت متعضيات أخرى الشيء نفسه ولكن فيما بعد (فيما بعد بكثير) هاجرت إلى جهازي وجهازكم الهضمي. إن عدداً جيداً من هذه الكائنات البدائية حية داخل أجسامكم الآن، تساعد

في هضم الطعام، ولكنها تمقت حتى أدنى تلميح عن O_2 . لكن عدداً غير معروف منها أخفق في التكيف ومات.

كانت بكتيريا السيانو عملية هرب ناجحة. في البداية، لم يتراكم الأوكسجين الزائد الذي أنتجته في الغلاف الجوي، ولكنه امتزج مع الحديد لتشكيل أكسيد الحديد، الذي غاص إلى قاع البحار البدائية. لملايين من السنين، علا الصدأ العالم وهذه ظاهرة تتجلى بوضوح في رسابة الحديد التي تقدم اليوم كثيراً من حديد العالم. وطوال عشرات الملايين من السنين لم يحدث شيء أكثر من هذا. فلو عدتم إلى عالم الدهر الفجري (الدهر الجيولوجي الثاني) فلن تعثروا على إشارات كثيرة عن وعد الحياة المستقبلية على الأرض. ربما ستعثرون هنا وهناك في البرك المحمية على طبقة من الجفاء الحي، أو على غطاء من ألوان خضراء وبنية لامعة على صخور الشاطئ، ولكن بخلاف ذلك ظلت الحياة لامرئية.

ولكن منذ نحو 3.5 بلايين سنة تجلّى شيء ما أكثر حضوراً. فأينما كانت البحار ضحلة، بدأت البنى المرئية بالظهور. ومرت في روتينها الكيميائي، وصارت بكتيريا السيانو لزجة بشكل ضئيل، واصطادت تلك اللزوجة جزيئات صغيرة من الغبار والرمال، وتوحدت سوية؛ لتشكل بنى صلبة وغريبة قليلاً، مثل الستروماتوليت التي ظهرت في الأمكنة الضحلة في اللوحة التي على جدار مكتب فكتوريا بينيت. جاء الستروماتوليت في أشكال وأحجام مختلفة. كانت تبدو أحياناً مثل القرنبيط الضخم، وفي أحيان أخرى كحشيات زغبية (الستروماتوليت كلمة أتت من الكلمة اليونانية التي تعني الحشية)؛ وقارة جاءت في شكل أعمدة ارتفعت عشرات الأمتار فوق سطح الماء، وفي إحدى المرات ارتفعت 100 متر. كانت نوعاً من الصخور الحية في تجلياتها جميعها، وجسدت المغامرة المشتركة الأولى في العالم، مع بعض الأنواع الأخرى من المتعضيات البدائية التي تعيش على السطح ومع أخرى تعيش في الأسفل، وكانت كل منها تستفيد من ظروف خلقتها الأخرى. وهكذا حصل العالم على نظامه البيئي الأول.

كان العلماء يعرفون طوال سنوات كثيرة عن الستروماتوليت من تشكيلات الأحافير، ولكن في عام 1961 فوجئوا باكتشاف جماعة من الستروماتوليت الحية في (شارك

بي) على الساحل الشمالي الغربي البعيد لأستراليا. كان هذا غير متوقع، بحيث مرت بعض الأعوام قبل أن يدرك العلماء تماماً ما الذي عثروا عليه. واليوم -على أي حال- إن (شارك بي) يجذب السواح أو كثيراً من انتباه السواح بالرغم من أنه يبعد مئات الأميال عن أي مكان. بنيت ألواح للسير في الخليج بحيث يستطيع السواح أن يسيروا فوق الماء للنظر جيداً إلى الستروماتوليت، الذي يتنفس بهدوء تحت السطح. إنها دون لمعان ورمادية وتبدو -كما قلت في كتاب سابق- كروث بقر ضخمة. ولكنكم تمررون في لحظة تسبب الدوار بشكل مثير للفضول حين تجدون أنفسكم تنظرون إلى بقايا حية للأرض كما كانت منذ 3.5 بلايين سنة. وكما عبر ريتشارد فورتني عن الأمر: «هذا في الحقيقة سفر زمن، ولو أن العالم كان متاغماً مع أعاجيبه الحقيقية لعُرف هذا الموقع على غرار أهرامات الجيزة». وبالرغم من أنكم لن تخمّنوا الأمر، فإن هذه الصخور البليدة تكتظ بالحياة، بما يقدر بثلاثة بلايين من المتعضيات الفردية في كل ياردة مربعة من الصخر. وحين تنظرون بدقة سترون خطوطاً صغيرة من الفقاعات ترتفع إلى السطح حين تطرح الأوكسجين. وعبر بليونني عام قامت عمليات الطرح الصغيرة برفع مستوى الأوكسجين في الغلاف الجوي للأرض 20%، ممهدة الطريق للفصل الآتي، الأكثر تعقيداً في تاريخ الحياة.

قيل: إن بكتيريا السيانوف في خليج شارك هي المتعضيات الأكثر بطئاً في النشوء على الأرض، وهي بالتأكيد الأكثر ندرة الآن. فبعد أن مهّدت الطريق لأشكال حياة أكثر تعقيداً، انقرضت بعد ذلك من الوجود في كل مكان تقريباً من قبل المتعضيات نفسها التي جعلت حياتها ممكنة. (توجد في خليج بي: لأن المياه عالية الملوحة بالنسبة للمخلوقات التي تتغذى عليها عادة).

إن أحد الأسباب التي جعلت الحياة تستغرق وقتاً طويلاً كي تصبح معقدة، هو أن العالم كان عليه أن ينتظر حتى تقوم المتعضيات الأبسط بأكسجة الجو بما يكفي. وكما قال فورتني: «لم يكن بوسع الحيوانات الحصول على الطاقة كي تعمل. استغرق الأمر نحو بليونني عام، 40% تقريباً من تاريخ الأرض كي تصل مستويات الأوكسجين إلى المستويات الحديثة من التركيز في الجو. ولكن حالما تم ترتيب المسرح -وعلى ما يبدو

فجأة- نشأت خلية جديدة، نوع يحتوي على نواة وأجسام أخرى صغيرة بشكل جماعي تدعى العضيات (organelles) (من الكلمة اللاتينية التي تعني «أدوات صغيرة»). ويعتقد أن العملية بدأت حين قامت بكتيريا مفترسة، أو مغامرة إما بغزو بكتيريا أخرى أو أسرت من قبلها وتبين أن هذا الأمر ناسبهما كليهما. أصبحت البكتيريا الأسيرة - كما يُعتقد - كوندريوسوم*. إن هذا الغزو الكوندريوسومي (أو حدث التكافل الباطني هذا، كما يحب علماء البيولوجيا تسميته) جعل الحياة المعقدة ممكنة. (أنتج غزو مشابه في النباتات جبيلة اليخضور، التي تمكن النبات من القيام بعملية التركيب الضوئي).

إن الكوندريوسومات تتحكم بالأوكسجين بطريقة تحرر الطاقة من مواد الغذاء. ودون هذه الخدعة المسهّلة بشكل رائع فإن الحياة على الأرض لن تكون أي شيء سوى راسب موحل من الميكروبات البسيطة. إن الكوندريوسومات صغيرة جداً بوسعكم أن تضعوا بليوناً منها في المكان الذي تشغله حبة رمل، ولكنها أيضاً جائعة جداً. فكل مادة مغذية تمتصها تذهب لتغذيتها تقريباً.

لا نستطيع أن نعيش لدقيقتين دونها، ولكن مع ذلك حتى بعد بليون سنة تتصرف الكوندريوسومات، وكأنها تفكر أن الأمور يمكن ألا تعمل بيننا. إنها تحتفظ بـ (DNA) الخاص بها، والـ (RNA) والجسيمات الريبية. وهي تتكاثر في وقت مختلف عن تكاثر خلاياها المضيفة. تبدو كالبكتيريا، تنقسم كالبكتيريا وأحياناً تستجيب للمضادات الحيوية كما تفعل البكتيريا. وهي لا تتحدث اللغة الجينية نفسها كالخلية التي تعيش فيها. باختصار، تحافظ على حقائبها محزومة. إن الأمر مثل استضافة غريب في منزلك، ولكنه شخص كان فيه لليون عام.

إن النوع الجديد من الخلايا يعرف باسم حقيقيّة النواة، بالمقارنة مع النمط القديم الذي يخلو من النواة، أو السابق لها، ويبدو كأنه وصل فجأة إلى سجلّ الأحافير. إن أقدم حقيقيّة نواة عرفت حتى الآن هي الجرابانيا Grypania التي اكتشفت في رسابات الحديد في ميشيغان عام 1992. وعُثر على أحافير كهذه مرة واحدة، ثم لم يعرف أي شيء عنها مدة خمس مئة مليون عام.

* إحدى جسيمات حبيبية عصوية الشكل أو خيطية الشكل في سيتوبلازم الخلايا. المترجم.

قامت الأرض بخطوتها الأولى؛ كي تصبح كوكباً ممتعاً. وبالمقارنة مع حقيقية النواة فإن التي تخلو من النواة لم تكن سوى «حقائب من المواد الكيميائية»، كما وصفها عالم الجيولوجيا البريطاني ستيفن دروري. كانت حقيقية النواة أكبر أكبر بعشرة آلاف مرة من أبناء عمها الأيسر، وكان بوسعها أن تحمل من الـ (DNA) أكثر بألف مرة. وبالتدرج -وبفضل هذه الفتوحات- صارت الحياة معقدة وخلقت نمطين من المتعضيات: تلك التي تطرح الأوكسجين (كالنباتات) وتلك التي تستهلكه (مثلك ومثلي).

إن حقيقية النواة ذات الخلية الواحدة دعت مرة بالحيوانات وحيدة الخلية (الأوليّات) protozoa أي ما قبل الحيوان، ولكن المصطلح ازدري. أما اليوم فإن المصطلح الشائع لها فهو protists أي الفرطيسات*. وبالمقارنة مع البكتيريا السابقة، إن هذه الفرطيسات الجديدة كانت أعجوبة في التنظيم والتعقيد. إن الأميبة (وحيدة الخلية) البسيط، يتألف فقط من خلية كبيرة دون أي طموح سوى إلى الوجود، يحتوي على 400 مليون قطعة من المعلومات الجينية في الـ (DNA) الخاص به، ما يكفي -كما قال كارل ساغان- لملء 80 كتاباً وكل منها مؤلف من 500 صفحة.

في النهاية تعلمت حقيقية النواة خدعة أكثر فداذة. استغرقت بليون عام ولكنها كانت جيدة حين أتقنتها. تعلمت أن تتشكل سوية في كائنات معقدة متعددة الخلايا. وبفضل هذا الابتكار كان من الممكن وجود الكيانات الكبيرة والمعقدة والمرئية مثلي ومثلكم. كان كوكب الأرض جاهزاً؛ كي ينتقل إلى طوره الطمّوح الآتي.

ولكن قبل أن يثيرنا هذا، من الجدير أن نذكر أن العالم -كما سنرى- لا يزال ينتمي إلى الصغير جداً.

* مجموعة من المتعضيات وحيدة الخلية، أو غير الخلوية تشمل البكتيريا والفطور وأحياناً الفيروسات.

الفصل العشرون

عالم صغير

من الأفضل ألا تشغلكم ميكروباتكم بشكل موسوس. كان عالم الكيمياء والبكتيريا الفرنسي العظيم لويس باستور منشغلاً بميكروباته إلى درجة أنه كان ينظر باشمئزاز إلى الصحنون جميعاً التي توضع أمامه بعدسة مكبرة، وهذه عادة لم تكسبه على الأرجح كثيراً من الدعوات المتكررة إلى العشاء.

إن محاولة الاختباء من الجراثيم لا تجدي؛ لأنها موجودة فيكم وحولكم دوماً، وفي أعداد لا تستطيعون تصورها. إذا كنتم تتمتعون بصحة جيدة ومجتهدين إلى حد ما في اتباع قواعد الصحة، فإنكم ستمتلكون قطعاً من نحو ترليون بكتيريا ترعى في سهولكم اللحمية، نحو مئة ألف واحدة منها في كل سنتيمتر مربع من الجلد. وهي هناك كي تأكل عشرة بلايين قشرة أو ما يقارب ذلك من الجلد الذي تطرحونه كل يوم، بالإضافة إلى كل الزيوت الطيبة والمعادن المدعمة التي تتدفق من كل خلية وشق. أنتم بالنسبة لها مطعم، بجو من الدفاء والحركية المستمرة. إنها تفضل عليكم وتمنحكم الرائحة الجسدية الكريهة.

هذه هي الجراثيم التي تسكن جلدك فقط. هناك ترليونات منها ملتصقة في أحشائك ومسالك أنفك، وتتمسك بشعرك وأهدابك، وتسبح فوق سطح عينيك، وتحضر عبر مينا أسنانك. إن جهازك الهضمي يستضيف أكثر من مئة ترليون ميكروب، من أربعة أنماط على الأقل. بعضها يتعامل مع السكر، وبعضها الآخر مع النشويات، وبعضها الآخر يهاجم بكتيريا أخرى. وهناك عدد كبير جداً، مثل الملتوية المعوية الكلية الحضور، لا وظيفة مرصودة لها مطلقاً. يتألف كل جسم بشري من نحو مئة كدريليون خلية بكتيرية. فهي - باختصار - تشكل جزءاً كبيراً منا. ومن وجهة نظر الجراثيم، بالطبع، نحن جزء صغير منها.

ونظراً لأننا أذكىء بما يكفي لإنتاج المضادات الحيوية والمعقّمات واستخدامها، من السهل أن نقنع أنفسنا أننا طردنا الجراثيم إلى هوامش الوجود. لا تصدقوا ذلك. إن الجراثيم لا تبني المدن أو تمتلك حياة اجتماعية ممتعة، ولكنها ستكون هنا حين تتفجر الشمس. هذا هو كوكبها، ونحن عليه لأنها تسمح لنا بذلك.

لا تنسوا أبداً أن الجراثيم، عاشت بلايين السنين دوننا. لكننا لا نقدر أن نعيش يوماً واحداً دونها. فهي تعالج نفاياتنا وتجعلها قابلة للاستخدام مرة ثانية؛ ولن يفسد أي شيء لولا قضمها المجتهد. إنها تطهر مياهنا وتجعل تربتنا منتجة. وتركّب الجراثيم الفيتامينات في أحشائنا، وتحول الأشياء التي نأكلها إلى سكريات مفيدة وإلى السكر العُداوي (متعدّد السكر). وتشن الحرب على الميكروبات الغريبة التي تنزلق إلى المريء.

نعتمد كلياً على الجراثيم من أجل انتزاع النتروجين من الجو وتحويله إلى نيوكليوتيد* وأحماض أمينية لنا. إنه إنجاز مهم وسار. وكما قال مارجوليس وساغان: إن القيام بالشيء نفسه صناعياً (كما حين نصح السمامد) يقتضي أن يسخّن الصناع مواد المصدر إلى 500 درجة مئوية، ويعصروها بضغط أعلى بثلاث مئة مرة من الضغط العادي. إن الجراثيم تعمل الشيء نفسه طوال الوقت دون جلبة، وشكراً لله، إذ لا يمكن أن يعيش متعض أكبر دون النتروجين الذي تمرره. وقبل كل شيء، تواصل الميكروبات تزويدنا بالهواء الذي نتنفسه ولإبقاء الجو مستقراً، إن الميكروبات -وبينها النسخ الحديثة من جراثيم السيانو-cyanobacteria- تقدم الجزء الأكبر من أوكسجين الكوكب القابل للتنفس. إن الأشنيات وامتعضيات أخرى صغيرة تفرقر في البحر تطرح إلى الخارج نحو 150 بليون كيلوغرام من الأوكسجين كل عام.

إنها غزيرة بشكل مدهش. ويستطيع الأكثر ذعراً بينها أن يقدم جيلاً جديداً في أقل من عشر دقائق. إن كلوستريديوم برفرنجينس *Clostridium perfringens*. المتعض الصغير غير المستساغ الذي يسبب الفرغرينا، يستطيع أن يتكاثر في تسع دقائق ثم ينقسم ثانية. وتستطيع جرثومة واحدة، في سرعة كهذه، أن تنتج نظرياً

* أي من عدة مركّبات عضوية تتألف من النيوكليوسيد متّحداً بحمض الفوسفوريك. المترجم.

سلالات في مدة يومين أكثر مما يوجد بروتونات في الكون. «إن خلية جرثومية واحدة تستطيع -إذا ما مُنحت زاداً ملائماً من المواد المغذية- أن تولد 280,000 بليون فرد في يوم واحد»، كما قال عالم الكيمياء البيولوجية الحاصل على جائزة نوبل كرستيان دي دوف Christian de Duve. وفي المدة نفسها، تستطيع الخلية البشرية أن تقوم بانقسام واحد فحسب.

إنها تنتج طفرة مرة في كل مليون انقسام. وهذا حظ سيئ للطفرة؛ ذلك لأن التغيير بالنسبة للمتعضي ينطوي دوماً على مجازفة، ولكن الجرثومة الجديدة تُمنح أحياناً بعض الفوائد العرضية، مثل القدرة على الخداع أو درء هجوم المضادات الحيوية. وبالإضافة إلى المقدرة على التطور بسرعة، تكتسب فائدة أخرى مخيفة أكثر. إن الجراثيم تتشاطر المعلومات. إن أي جرثومة تستطيع أن تأخذ قطعاً من الشفرة الوراثية من أي جرثومة أخرى. إن الجراثيم جميعاً -كما يعبر مارجوليس وساغان عن الأمر- تسيح في بركة جينية واحدة. إن أي تغيير تكيّفي يحدث في إحدى المناطق من كون الجراثيم يمكن أن ينتشر إلى منطقة أخرى. ويبدو الأمر كأن الإنسان يستطيع أن يذهب إلى حشرة، ويحصل على الشفرة الجينية الضرورية كي ينمو له جناحان أو يسير على السقف. هذا يعني -من وجهة نظر جينية- أن الجراثيم أصبحت متعضيات فائقة (سوبر) فردية وصغيرة ومنتشرة، ولا تُقهر.

تعيش الجراثيم وتزدهر على كل ما تسفحونه أو تقطرونه أو تطرحونه. امنحوها قليلاً من الرطوبة كما حين تمررون قطعة قماش رطبة على طاولة، وسوف تزدهر كأنها خلقت من العدم. تأكل الأخشاب، والصمغ في ورق الجدران، والمعدن في الدهان المقسى. وقد اكتشف العلماء في أستراليا ميكروبات تعرف باسم ثيوباسيلوس كونكريتيفورانس *Thiobacillus concretivorans*، التي عاشت ولا تستطيع أن تعيش إلا في أحماض الكبريتيك القوية والمركزة بما يكفي لتذويب الحديد. واكتُشف أن نوعاً يُدعى ميكروكوكوس راديوفيلوس *Micrococcus radiophilus* يعيش بسعادة في أحواض نفايات المفاعلات النووية، يلتهم البلوتونيوم وكل ما هو هناك. إن بعض الجراثيم تحلّل المواد الكيميائية التي لا تكتسب منها أي فائدة مطلقاً.

عُثر على الجراثيم في حفر الطين التي تغلي وبحيرات الصودا الكاوية (هيدروكسيد الصوديوم)، عميقاً داخل الصخور، وفي قاع البحر، وفي برك مخبأة من الماء المتجمد في أودية مكموردو الجافة في أستراليا، وعلى عمق أحد عشر كيلومتراً في قاع المحيط الهادي حيث الضغط أعلى بألف مرة. ويبدو كأن بعض هذه الجراثيم لا يمكن القضاء عليه. إن الدينوكوكوس راديودورانس radiodurans Deinococcus، كما قالت مجلة الإكونومست: «تمتلك مناعة ضد النشاط الإشعاعي». وإذا ما تم تفجير الـ (DNA) الخاص بها بالإشعاع تقوم القطع بإعادة التشكل على الفور «كأعضاء مصاص الدماء التي تعاود تشكلها بسرعة في فيلم رعب».

ربما كان بقاء جرثومة ستريبتوكوكس Streptococcus على قيد الحياة هو الأمر الأكثر خرقاً للعادة الذي وجد حتى الآن. وقد أخرجت هذه البكتيريا من العدسات المختومة لكاميرا بقيت على القمر مدة عامين. باختصار، هناك بضع بيئات ليست الجراثيم مجهزة كي تعيش فيها. وقد أخبرتني فكتوريا بينيت: «إن العلماء يكتشفون الآن حين يدفعون المسبارات في فوهات المحيط الحارة أن المسبارات تبدأ بالذوبان، هناك جراثيم حتى هناك».

في العشرينيات، أعلن عالمان من جامعة شيكاغو، هما إدسون باستن وفرانك جريير أنهما عزلا من آبار النفط عترة من البكتيريا تعيش على أعماق 600 متر. رُفضت الفكرة على أنها جوهرياً منافية للطبيعة أو العقل ليس هناك شيء يعيش على عمق 600 متر، وافترض مدة خمسين عاماً أن عيناتهما ملوثة بميكروبات السطح. لكننا نعرف الآن أن هناك كثيراً من الميكروبات التي تعيش عميقاً داخل الأرض، وكثير منها لا علاقة له بالعالم العضوي التقليدي. إنها تأكل الصخور أو المواد التي داخل الصخور كالحديد والكبريت والمنغنيز وغيرها. وتتنفس أشياء غريبة أيضاً مثل الحديد والكروميوم والكوبالت وحتى اليورانيوم. إن عمليات كهذه يمكن أن تكون مفيدة في تركيز الذهب والنحاس ومعادن ثمينة أخرى، وربما النفط والغاز الطبيعي. واقترح أن قضمها الذي لا يكلّ كوّن قشرة الأرض.

يعتقد بعض العلماء الآن أنه من المحتمل أن هناك 100 ترليون طن من الجراثيم التي تعيش تحت أقدامنا فيما يدعى باسم النظام البيئي الجرثومي تحت السطحي

lithoautotrophic الذي يختصر هكذا SLiME. وقدّر توماس جولد من جامعة كورنل أنكم لو أخرجتم كل الجراثيم من باطن الأرض ورفعتموها إلى السطح، فإنها ستغطي الكوكب على عمق 15 متراً، بارتفاع بناء من أربعة طوابق. إذا كانت التقديرات صحيحة يمكن أن يكون هناك حياة في باطن الأرض أكثر مما هو على سطحها.

في الأعماق، تتقلص الميكروبات في الحجم وتصبح بليدة بشكل كبير. إن الأكثر حيوية بينها يمكن ألا ينقسم أكثر من مرة في قرن، وبعضها لا ينقسم أكثر من مرة في 500 عام. وكما عبّرت مجلة الإكونومست عن الأمر: «إن المفتاح إلى طول الحياة على ما يبدو هو عدم العمل كثيراً». حين تكون الظروف صعبة، تستعدّ الجراثيم لإغلاق الأنظمة جميعها والانتظار إلى أوقات أفضل. وفي 1997 نشط العلماء بنجاح بعض أبواغ الجمرّة الخبيثة التي دخلت مرحلة سبات مدة ثمانين عاماً في عرض متحف في تروندهايم، وفي النرويج. عادت بعض المتعضيات الصغيرة الأخرى إلى الحياة بعد أن أخرجت من علبة لحم قديمة عمرها 118 سنة ومن زجاجة بيّرة عمرها 166 سنة. وفي 1996 زعم العلماء في أكاديمية العلوم السوفيتية أنهم أحيوا جراثيم مجمدة في جَمَدٍ سرمدٍ مدة ثلاثة ملايين عام في سيبيريا. ولكن العملية التي سجلت رقماً قياسياً حتى الآن هي التي قام بها رسل فريلاندر وزملاؤه في جامعة ويست تشيسستر في بنسلفانيا في عام 2000، حين أعلنوا أنهم أحيوا جرثومة عمرها 250 مليون عام تدعى باسيلوس برميانس *Bacillus permians* اصطيدت في رسابة ملح على عمق 600 متر تحت الأرض في كارلسباد، ونيومكسيكو. وإذا كان الأمر هكذا، فإن هذه الجرثومة أقدم من القارات.

قبل التقرير ببعض الشكوك القابلة للفهم. وأكد كثير من علماء الكيمياء الحيوية أنه في مدة طويلة كهذه ستصبح مكوّنات الميكروب بلا فائدة إلا إذا بعث الميكروب نفسه بين وقت وآخر. على أي حال، إذا تحركت الجرثومة بين مدة وأخرى، فهذا يعني أنه لا يوجد قوة داخلية من الطاقة قابلة للتصديق يمكن أن تستمر هذا الوقت الطويل. واقترح أكثر العلماء الأكثر تشكيكاً أن العيّنة يمكن أن تكون ملوثة، وإذا لم يحدث هذا في أثناء استردادها، فربما حدث حين كانت لا تزال مدفونة. وفي 2001، قال فريق من جامعة تل أبيب: إن الباسيلوس برميانس *Bacillus permians* مماثلة تقريباً لسلالة من

الجراثيم الحديثة، تدعى باسيلوس ماريسمورتوي *Bacillus marismortui*، اكتشفت في البحر الميت. ولم يختلف إلا اثنان من متوالياتها الجينية بشكل ضئيل فحسب.

كتب الباحثون الإسرائيليون: «هل ينبغي أن نصدق أنه خلال 250 مليون سنة راكمت باسيلوس بيرميانس الكمية نفسها من الفروق الجينية، التي يمكن أن تُعجز بين 3 إلى 7 أيام في المخبر؟» إجابة على ذلك، اقترح فريلاندر أن «الجراثيم تتطور بشكل أسرع في المخبر منه في البرية».

من اللافت أن معظم المقررات المدرسية ظلت تقسم العالم الحي إلى فئتين فقط حتى عصر الفضاء: النبات والحيوان. نادراً ما ذُكرت المتعضيات الصغيرة. إن الأميبات والمتعضيات الوحيدة الخلايا عوملت بوصفها حيوانات أولية. وعدت الأشنيات كسلف للنباتات. وصنفت الجراثيم عادة مع النباتات دون تمييز، بالرغم من أن الجميع يعرفون أنها لا تنتمي إليها. وفي أواخر القرن التاسع عشر اقترح عالم الطبيعة الألماني إرنست هايكل Ernest Haeckel أن الجراثيم تستحق أن توضع في مملكة مستقلة، سماها مونيرا، ولكن الفكرة لم تجذب علماء البيولوجيا حتى الستينيات، وبعضهم فقط. (إن قاموس أمريكيان هيرتج الذي طبع عام 1969 لا يعرف المصطلح).

إن كثيراً من المتعضيات في العالم المرئي خُدمت أيضاً بشكل سيئ عبر التقسيم التقليدي. فالفطريات - المجموعة التي تشتمل على الفطور والعفن والعفن الفطري والخمائر وقُوع الذئب* - عوملت دوماً كأشياء نباتية، بالرغم من أنه في الواقع لا شيء فيها، فكيف تتكاثر وتتفّس، وكيف تبني نفسها يطابق عالم النبات. تجمعها - بنيوباً - أمور مشتركة أكبر مع الحيوانات في أنها تبني خلاياها من الكيتين، وهي مادة تمنحها نسيجها المميز. وتستخدم المادة نفسها لصناعة أصداف الحشرات ومخالب الثدييات، بالرغم من أنها ليست مستساغة في الحنط* كما في فطر بورتيلو. وقبل كل شيء - وعلى عكس النباتات - إن الفطريات لا تقوم بالتخليق الضوئي، وهكذا ليس فيها كلوروفيل ولهذا ليست خضراء. وبدلاً من ذلك تنمو بشكل مباشر على مصدر

* الفطر النفاث، ضرب من الفطور يطلق إذا ضغطت عليه أboatاً يانعة على شكل سحابة من دخان. المترجم.

** ضرب من الخنافس لذكوره فكان طويلاً شبيهان بقرنى الأيل. المترجم.

غذائها، الذي يمكن أن يكون أي شيء تقريباً. إن الفطريات تأكل الكبريت عن جدار إسمنتى أو المادة المتأكلة بين أصابع قدميك: وهذا ما لا يفعله النبات. إن الصفة النباتية الوحيدة التي تملكها هي امتلاكها للجذور.

هناك مجموعة لا تقبل التصنيف بسهولة هي المجموعة الفريدة من المتعضيات التي تعرف باسم الفطور المخاطية*. يتعلق الاسم دون شك بكثير من غموضها. وبدت تسمية كهذه دينامية قليلاً «بروتوبلازما متنقلة منشطة لذاتها» ولا تشبه المادة التي تجدها حين تصل عميقاً إلى مجرور مسدود، وهي التي جذبت الانتباه الذي تستحقه هذه الكيانات الفائقة للعادة، ذلك أن الفطور المخاطية، هي من بين المتعضيات الأكثر أهمية في الطبيعة. حين تكون الأوقات جيدة توجد كأفراد أحادية الخلايا، كالأميبات. ولكن حين تكون الظروف قاسية، ترحل إلى مكان تجمع مركزي وتصبح يرقانة رخوية بشكل إعجازي. ليست هذه اليرقانة شيئاً جميلاً، ولا تذهب بعيداً جداً عادة من قاع كومة من نثار الأوراق الميتة إلى الأعلى، حيث تكون في موقع مكشوف أكثر بقليل، ولكن لملايين الأعوام يمكن أن تكون هذه أروع خدعة في الكون.

لا يتوقف هنا. فبعد أن يرفع نفسه إلى موقع مفضل أكثر، يحول الفطر المخاطي نفسه مرة أخرى، آخذاً شكل نبتة. وبعملية تنظيمية ما غريبة تعاود الخلايا التشكل، كأعضاء فرقة موسيقية صغيرة سائرة كي تصنع عنقاً تتشكل فوقه بصلة تعرف باسم الجسم المثمر. وفي داخل الجسم المثمر هناك ملايين الأبواغ، التي تُطلق في اللحظة الملائمة، إلى الريح كي تندفع بعيداً وتصبح متعضيات أحادية الخلية تستطيع أن تبدأ العملية مرة ثانية.

طوال سنوات، زعم علماء الحيوان أن الفطور المخاطية هي البرزويات*. أما علماء الفطريات فقد زعموا أنها من الفطريات، بالرغم من أن معظم الناس يمكن أن يلاحظوا أنها لا تنتمي إلى أي منهما. وحين وصل الفحص الجيني، دهّش الأشخاص الذين يرددون المعاطف المخبرية من أن الفطور المخاطية كانت مميزة وفريدة، بحيث إنَّها لم تكن ترتبط بشكل مباشر بأي شيء آخر في الطبيعة، وأحياناً لا ترتبط ببعضها.

* ضرب من الفطر يقع عند الحد الفاصل بين المملكة النباتية والمملكة الحيوانية. المترجم.

وفي 1969، وفي محاولة لتنظيم الأخطاء المتزايدة للتصنيف، قدّم عالم بيئة من كورنيل يدعى (ر.هـ. ويتاكر) في مجلة ساينس اقتراحاً لتقسيم الحياة إلى خمسة فروع رئيسة الممالك، كما تعرف تدعى الحيوانية، والنباتية، والفطرية، والفرطيسات والمونيرا Monera. كان مصطلح الفرطيسات Protista تعديلاً لمصطلح آخر هو protoctista الذي اقترحه منذ قرن عالم البيولوجيا الأسكتلندي جون هوغ، وكان يهدف إلى وصف أي متعضيات ليست حيواناً ولا نباتاً.

وبالرغم من أن خطة ويتاكر الجديدة كانت تحسناً كبيراً، فإن الفرطيسات بقيت دون تعريف جيد. حفظ بعض علماء التصنيف المصطلح للمتعضيات الوحيدة الخلية الكبيرة المتعضيات ذات النواة الحقيقية، ولكن آخرين نظروا إليه كدرج للبيولوجيا، يضعون فيه أي شيء لا يتلاءم في أي مكان. وشمل (بحسب النص الذي ترجع إليه) الفطور المخاطية، والأميبات، وحتى أعشاب البحر، بين أشياء أخرى كثيرة. كان يحتوي على مئتي ألف نوع مختلف من المتعضيات كلها مذكورة. وكان فيه كثير من الأخطاء.

فيما كان تصنيف ويتاكر المؤلف من خمس ممالك يعثر على طريقه إلى المقررات المدرسية، كان هناك أكاديمي غير مدعٍ في جامعة إلينوي يشق طريقه نحو اكتشاف سيتحدي كل شيء. كان اسمه كارل ووس (تتناغم كنيته مع كلمة وردة بالإنكليزية: روز). ومنذ منتصف الستينيات أو منذ أن كان ممكناً فعل ذلك كان يدرس بهدوء المتتاليات الجينية في الجراثيم. وفي الأيام الأولى، كانت هذه عملية مجهدّة جداً. فالعمل على جرثومة واحدة يمكن أن يستهلك عاماً. وفي ذلك الوقت، وبحسب ووس، لم يكن معروفاً سوى خمس مئة نوع من الجراثيم، وهذا أقل من عدد الجراثيم الموجودة في فمك. أما اليوم فإن العدد أكبر من هذا بعشر مرات، بالرغم من أن هذا دون الـ 26,900 نوع من الأشنيات والـ 70,000 نوع من الفطريات، والـ 30,800 نوع من الأميبات والمتعضيات الأخرى ذات الصلة التي تملأ سيرها حوليات البيولوجيا.

ليست عدم المبالاة هي التي تجعل العدد الكلي منخفضاً. يمكن أن تكون الجراثيم صعبة العزل والدراسة بشكل يثير الغضب. لا ينمو إلا نحو 1% منها في الجو الحضاري، أما ما تبقى فقابل للتكيف بشكل وحشي في الطبيعة، وإنها لحقيقة غريبة

أن المكان الوحيد الذي تبدو أنها لا ترغب بأن تعيش فيه هو صَحْفَة بترى*. ارمها في طبقة من (الأغرة)** وأشبعها كما تشاء، وسيسكن معظمها هناك، رافضاً أي إغراء للفتوح. إن أي جراثيم تزدهر في مخبر هي بالتعريف استثنائية، ومع ذلك، كانت هذه، حصرياً المتعضيات التي درسها علماء الأحياء المجهرية. كان الأمر - كما قال ووس-: «مثل التعلّم عن الحيوانات من خلال زيارة حدائق الحيوانات».

على أي حال، سمحت الجينات لووس بأن يقارب المتعضيات المجهرية من زاوية مختلفة. وفيما كان يعمل، أدرك أن هناك انقسامات أكثر جوهرية في العالم الميكروبي أكثر مما اشتبه أي شخص. إن كثيراً من المتعضيات الصغيرة التي بدت كالبكتيريا وتصرفت مثلها كانت بالفعل شيئاً آخر تماماً، شيئاً تفرّع عن البكتيريا منذ زمن طويل جداً. دعا ووس هذه المتعضيات البكتيريا القديمة.

يجب أن نضيف أن المواصفات التي تميز الجراثيم القديمة عن الجراثيم الحالية ليست من النوع الذي سيسرّع نبض أي شخص سوى عالم البيولوجيا. إنها معظمها فروق في المركبات العضوية وغياب شيء ما يدعى الببتيدوجليكان peptidoglycan. ولكن هذا ينطوي عملياً على فرق كبير. إن الجراثيم القديمة مختلفة عن البكتيريا أكثر من اختلاف في أنا وأنت عن عنكبوت أو سرطان. واكتشف ووس انقساماً جوهرياً للحياة غير قابل للشك، يتوضع فوق مستوى المملكة في أوج شجرة الحياة الكونية، كما تُعرف بشكل تبجيلي.

وفي 1976 فاجأ العالم أو على الأقل القسم القليل منه الذي كان ينتبه إلى الأمر عبر إعادة رسم شجرة الحياة لإدخال ليس خمسة انقسامات رئيسية، وإنما ثلاثة وعشرين. صنّف هذه تحت فئات ثلاث رئيسية الجراثيم، والجراثيم القديمة، واليوكاريات Eukarya دعاها حقولاً. الترتيب الجديد هو كالآتي:

• البكتيريا: بكتيريا السيانو، والبكتيريا الأرجوانية، والبكتيريا الخضراء غير الكبريتية، وبكتيريا الفلافو flavobacteria، وبكتيريا الثيرموتوجاليس thermotogales.

* صحن زجاجي صغير رقيق ذو غطاء مرن يُستعمل خصوصاً في المختبرات لزراعة البكتيريا. المترجم.
** مادة هلامية تُستخلص من بعض الطحالب البحرية تُستخدم في صنع المرببات والعقاقير الطبية ومستحضرات التجميل. المترجم.

• البكتيريا أو الجراثيم القديمة: المتعضيات القديمة التي تألف الملح، الميثانوسارسينا methanosarcina، والميثانوباكتريوم، والميثانوكوكس methanococcus، والثيرموسيلر thermoceler، والثيرموبروتيسوس thermoproteus وبايروديكتيوم pyrodictium.

• اليوكاريا Eukarya: الدبلمواد diplomads، والميكروسبوريديا microsporidia، والتريكومونادز trichomonads، والسوطيَّات*، والأميبات الداخلية، الفطور المخاطية، والهدبيَّات، والنباتات، والفطريات والحيوانات.

لم تعصف تقسيمات ووس الجديدة بعالم البيولوجيا. رفض بعضهم نسقه قائلين: إنه منحاز جداً إلى العالم الميكروبي. وتجاهله كثيرون. وكما قالت فرانسيس أشكروفت: «شعر ووس بخيبة أمل مريرة». ولكن خطته الجديدة بدأت تشد ببطء انتباه علماء الأحياء المجهرية. كان علماء النبات والحيوان أكثر بطئاً في فهم إسهاماته. وليس من الصعب معرفة سبب ذلك. ففي نموذج ووس، نُفي عالم النبات والحيوان إلى بضعة أغصان على الفرع الخارجي لغصن اليوكاريا. أما كل شيء آخر فينتهي إلى الكائنات وحيدة الخلية.

قال ووس لمحاوّر في عام 1996: «إن هؤلاء الأشخاص يصنفون من زاوية التشابهات والفروق اللغوية الواضحة. فقد واجه كثيرون منهم صعوبة في فهم فكرة فعل هذا من زاوية التواتر الجزيئي». باختصار، حين لا يقدرّون على فهم الفرق بأعينهم، فإنهم لا يحبونه. وهكذا أُصرّوا على تقسيم الممالك الخمس التقليدي، وهذا ترتيب دعاه ووس «غير مفيد جداً» في لحظاته الأكثر دماثة و«مضلاً جداً» في كل ما تبقى من الوقت.

قال ووس: «إن البيولوجيا - كالفيزياء قبلها - انتقلت إلى مستوى حيث لا يمكن إدراك الأشياء المهمة وتفاعلاتها عبر الرصد المباشر».

وفي 1998 قام عالم الحيوان العظيم والمسّن في جامعة هارفارد إرنست ماير (الذي كان آنذاك في الرابعة والتسعين من عمره وحين بدأت بتأليف الكتاب كان يقترب من المئة ولا يزال قوياً) بإثارة الموضوع أكثر حين أعلن أنه يجب أن يكون

* حيوانات وحيدة الخلية.

هناك تقسيمان للحياة فحسب وسمّاهما إمبراطوريتين. وفي بحث نُشر في محاضر الأكاديمية الوطنية للعلوم، قال ماير: إن اكتشافات ووس مهمة ولكنها مضللة بشكل كامل، مضيفاً أن «ووس لم يكن مدرباً باعتباره عالم بيولوجيا في مبادئ التصنيف»، وهذا قريب من قول عالم متميز عن آخر: إنه لا يعرف ما يتحدث عنه.

إن مواصفات انتقادات ماير تقنية جداً فهي تشتمل على مسائل الانقسام المنصف (الاختزالي) الجنسي، وتأويلات مثيرة للجدل لجينوم ميثانوبكتريوم ثيرموأتروفيكوم *Methanobacterium thermoautotrophicum*، بين أمور أخرى كثيرة إلا أن جوهر ما يقوله هو: إن ترتيب ووس يخل بتوازن شجرة الحياة. يتألف حقل البكتيريا، كما يقول ماير، ليس أكثر من بضعة آلاف من الأنواع، بينما الجراثيم القديمة تحتوي على 175 عيّنة مسماة، وربما هناك بضعة آلاف أخرى يمكن أن تُكتشف، «ولكن ليس أكثر من هذا». بالمقابل، إن اليوكاريا أي المتعضيات المعقدة التي تحتوي على خلايا بنواة، مثلنا يصل عددها إلى ملايين الأنواع. ومن أجل «مبدأ التوازن»، يدعو ماير إلى مزج المتعضيات البكتيرية البسيطة في فئة واحدة، هي بروكاريوتا *Prokaryota*، بينما يجب وضع الأكثر تعقيداً «والمتطورة أكثر» في إمبراطورية اليوكاريوتا *Eukaryota*، التي يجب أن تقف إلى جانبها كند. بتعبير آخر، يدعو إلى إبقاء الأشياء كما كانت من قبل. فهذا التقسيم بين الخلايا البسيطة والخلايا المعقدة «حدث لحظة الانفجار العظيم في العالم الحي».

إذا كان ترتيب ووس الجديد يعلمنا أي شيء فهو أن الحياة هي في الواقع متنوّعة وأن معظم ذلك التنوع قليل، ووحيد الخلية، وغير مألوف. وإنه لدافع إنساني طبيعي أن نفكر بالتطور كسلسلة طويلة من التحسينات، بتقدم لا ينتهي أبداً نحو الضخامة والتعقيد: باختصار، نحونا. يجب أن نظري أنفسنا. إن معظم التنوع الحقيقي كان محدوداً. فتحن الأشياء الضخمة مجرد شعب؛ فرع جانبي مهم. ومن التقسيمات الثلاثة والعشرين للحياة، هناك فقط ثلاثة: النبات، والحيوان والفطريات، كبيرة بما يكفي كي تراها العين البشرية، وهي تشتمل حتى على أنواع مجهرية. وبحسب ووس، إذا جمعنا الكتلة الأحيائية للكوكب كل ما هو حي بما فيه النبات، فإن الميكروبات

ستشكل 80% من كل ما هو موجود، وربما أكثر. إن العالم ينتمي إلى ما هو متناهي الصغر وقد فعل هذا لوقت طويل جداً.

* * *

من المحتم أن تسألوا في نقطة ما من حياتكم: لماذا تريد الميكروبات أن تؤذينا دوماً؟ ما الذي يشبع الميكروب في جعلنا نُصاب بالحمى أو بالقشعريرة، أو بأن تشوهنا الندوب، أو نموت؟ إن مضيئاً مبيئاً - في النهاية - بالكاد سيقدم مضافة على المدى الطويل.

من الجدير بالذكر أن معظم المتعضيات الميكروبية حيادية أو مفيدة لرفاه البشر. إن أكثر متعض على الأرض نشراً للعدوى هو بكتيريا تدعى الوباشيا *Wolbachia* وهي لا تؤذي البشر مطلقاً أو أي حيوان من الفقاريات، ولكن إذا كنت قريداً أو دودة أو ذبابة فاكهة فإنها تستطيع أن تجعلك تتمنى لو أنك لم تولد. إن ميكروباً واحداً من بين ألف هو ممرض للبشر، بحسب مجلة ناشيونال جيوغرافيك، وإذا عرفنا ما يمكن أن يفعله بعضها، يمكن أن نسامح على التفكير في أن هذا كافٍ. حتى لو كانت كلها حميدة، فإن الميكروبات هي القاتل رقم ثلاثة في العالم الغربي، وكثير منها الذي لا يقتلنا يجعلنا نأسف على وجودها بشكل عميق.

إن جعل المضيف مريضاً له فوائد معينة للميكروب. فأعراض المرض تساعد غالباً على نشره. إن التقيؤ والعطس والإسهال هي أساليب ممتازة للخروج من مضيف إلى موقع للانتقال إلى آخر. والإستراتيجية الأكثر فاعلية هي تسجيل مساعدة طرف ثالث متنقل. إن المتعضيات المعدية تحب البعوض؛ لأن لسعة البعوضة تنقلها مباشرة إلى مجرى الدم، حيث تستطيع الوصول مباشرة إلى العمل قبل أن تستطيع آليات الدفاع لدى الضحية معرفة ما الذي أصابها. لهذا السبب إن كثيراً من أمراض الدرجة آ كالمالاريا والحمى الصفراوية وحمى الضنك والتهاب الدماغ ومئة، أو ما يقارب ذلك من أقل الأمراض احتفاءً، لكن المفترسة تبدأ بلسعة بعوضة. وإنه لحظ جيد لنا أن فيروس (HIV) (الإيدز) ليس بينها، على الأقل حتى الآن. إن أي فيروس (HIV) تمتصه البعوضة في تنقلاتها ينحل عبر عملية الاستقلاب في البعوضة. وحين يأتي اليوم الذي يحول فيه الفيروس طريقه خارج هذا، فإننا سنواجه مشكلة كبيرة.

من الخطأ على أي حال أن نفكر في المسألة بعناية شديدة من موقع المنطق؛ لأن المتعضيات المجهرية ليست كما هو واضح كيانات حسابية. فهي لا يهملها ما تفعله بك مثلما لا تأبه بها حين تقتل الملايين منها حين تستحم بالصابون أو برشة من مزيل التعرق. إن المرة الوحيدة التي تكون فيها السعادة مهمة لمرض هي حين يقتلك جيداً. إذا قتلتك الجرثومة قبل أن تنتقل، فإنها يمكن أن تموت هي أيضاً. يقول جاريد دياموند: «إن التاريخ يعج بالأضرار» التي سببت مرة أوبئة مرعبة ثم اختفت بشكل غامض كما جاءت». ذكر مرض التعرق الإنكليزي الذي كان عابراً بشكل رحيم، الذي استمر من 1485 إلى 1552 وقتل عشرات الآلاف قبل أن يستنفد نفسه. إن كثيراً من الفاعلية ليس شيئاً جيداً لأي متعض مُعدٍ.

تنشأ كمية كبيرة من المرض ليس بسبب ما يفعله المتعضي بك وإنما بسبب ما يحاول جسمك أن يفعله للمتعضي. ففي محاولته لتخليص الجسم من الممرضات، يدمر الجهاز المناعي أحياناً الخلايا أو يؤدي أنسجة مهمة، وهكذا غالباً حين تكون مريضاً فإن ما تشعر به ليس الممرضات وإنما استجاباتك المناعية الخاصة. على أي حال، إن المرض هو استجابة حسية للعدوى. يأوي المرضى إلى الفراش وهكذا فإن تهديدهم للجماعة يقل.

ولأن هناك كثيراً من الأمور في الخارج من المحتمل أن تلحق بك الأذى، فإن جسمك يحمل كثيراً من الأنواع المختلفة من كريات الدم البيضاء الدفاعية، نحو عشرة ملايين نوع منها، وكل منها مصمم لتحديد وتدمير نوع معين من الغزاة. وسيكون من غير الفاعل الاحتفاظ بعشرة ملايين من الجيوش الجاهزة، وهكذا فإن كل نوع من كريات الدم البيضاء يحتفظ ببعض الكشافة لأداء واجبهم.

حين يغزو وسيط معدٍ يدعى بـ «مولد المضاد» تحدد الكشافة ذات الصلة المهاجم وتستدعي تعزيزات من النمط الصحيح. وبينما يصنّع جسمك هذه القوى، من المحتمل أن تشعروا بالبوؤس. وتبدأ الصحة بالعودة حين تبدأ القوات بالعمل.

لا تعرف الكريات البيض الرحمة وستصطاد وتقتل أي عامل ممرض تستطيع العثور عليه. لكن المهاجمين طوّروا إستراتيجيتين جوهريتين لتجنب الانقراض. إما

أن يضربوا بسرعة وينتقلوا إلى مضيف ثانٍ، كما في الأمراض المعدية كالأنفلونزا، وإما أن يتنكروا بحيث تفشل الكريات البيض في تحديدهم، كما هو الأمر مع فيروس (HIV)، المسؤول عن نشر الإيدز، الذي يستطيع أن يجلس دون أن يؤدي أو يرى في نواة الخلايا لسنوات قبل أن يخرج إلى العمل.

إن أحد أكثر المظاهر غرابة للعدوى هو أن الميكروبات التي لا تؤذي مطلقاً تدخل أحياناً في الأجزاء الخاطئة من الجسم «وتصبح مجنونة نوعاً ما»، كما عبر الطبيب برايان مارش، وهو متخصص في الأمراض المعدية في المركز الطبي دارتماوث هتشوك في لبنان، نيو مهمبشير. «هذا يحدث طول الوقت في حوادث السيارات حين يعاني الناس من إصابات داخلية. إن الميكروبات التي هي عادة حميدة في الأحشاء تدخل في أجزاء أخرى من الجسم مجرى الدم، مثلاً وتسبب خراباً مروعاً».

إن الاضطراب البكتيري الأكثر إخافة وقلتاناً من السيطرة الآن هو مرض يُدعى necrotizing fasciitis الذي تآكل الجراثيم فيه الكائن من الداخل نحو الخارج، ملتزمة النسيج الداخلي تاركة خلفها فضالة لبيبة مزعجة. وغالباً ما يأتي المرضى بسبب شكاوى خفيفة كحساسية جلدية وحمى ولكن صحتهم تتدهور بنحو مروع، حين يفحصون يتبين أنهم قد استهلكوا. إن العلاج الوحيد يعرف باسم «الجراحة الاستئصالية الجذرية»، أي بتر كل المنطقة المصابة. يموت 70% من الضحايا؛ ويبقى كثيرون مشوهين بشكل مروع. إن مصدر العدوى هو عائلة دنيوية من الجراثيم تدعى المجموعة I العقدية، التي لا تفعل أي شيء عادة سوى أنها تسبب مرضاً في الحنجرة. وفي أحيان كثيرة، ولأسباب مجهولة، تنتقل هذه الجراثيم من بطانة الحنجرة إلى الجسم محدثة الدمار الأكبر. وهي مقاومة بشكل كامل للمضادات الحيوية. تحدث نحو ألف إصابة سنوياً في الولايات المتحدة ولا أحد يستطيع القول: إن الأمر لن يسوء أكثر.

يحدث الأمر نفسه في التهاب السحايا. إن 10% من الشبان البالغين، وربما 30% من المراهقين، يحملون جرثومة التهاب السحايا القاتلة، ولكنها تحيا دون أن تسبب أذى في الحنجرة. وفي بعض الأحيان لدى شاب من بين كل مئة ألف تدخل في مجرى الدم وتجعل المصاب مريضاً جداً. وفي أسوأ الحالات، يمكن أن تحدث الوفاة خلال 12

ساعة. وهذا سريع وصاعق. قال مارش معبراً عن الأمر: «يمكن أن تشاهدوا شخصاً في صحة تامة في أثناء تناول الإفطار، وميتاً في المساء».

لولم نكن مهملين لسلاحنا ضد البكتيريا أي المضادات الحيوية لقضينا عليها. ومن اللافت -وفق أحد التقديرات- أن 70% من المضادات الحيوية المستخدمة في العالم النامي تُمنح لحيوانات المزرعة، وتُستخدم في بعض الأحيان بشكل روتيني لتغذية الماشية، لتعزيز نموها أو لحمايتها من العدوى. إن استخدامات كهذه تمنح البكتيريا الفرص جميعها كي تطور مقاومة ضدها. وهي فرصة استغللتها الجراثيم بحماس.

كان البنسلين في 1952 فاعلاً جداً ضد سلالات من بكتيريا المكور العنقودي إلى درجة أنه في أوائل الستينيات شعر كبير الأطباء في أمريكا وليام ستيوارت بالثقة بما يكفي كي يصرح: «جاء الوقت لطبي صفحة الأمراض المعدية. قضينا على الأمراض المعدية في الولايات المتحدة». وحين قال هذا كان 90% من هذه السلالات يطور المناعة ضد البنسلين. وفي الحال، بدأت إحدى هذه السلالات الجديدة، التي تدعى باسم المكورة العنقودية أوريوس المقاومة للميثيسلين methicillin-resistant staphylococcus aureus تظهر في المستشفيات. كان هناك نوع واحد من المضادات الحيوية يدعى الفانومايسين ظل فاعلاً ضدها، ولكن في 1997 أُبلغ في مستشفى في طوكيو عن ظهور سلالة تستطيع مقاومة حتى هذا المضاد الحيوي. وفي شهور انتشرت في ست مستشفيات يابانية أخرى. وفي كل مكان، بدأت الميكروبات تريح الحرب من جديد: ففي المستشفيات الأميركية وحدها يموت 14 ألف شخص سنوياً من عدوى يلتقطونها هناك. وكما قال جيمس سورويكي في مقال نشر في النيويورك: حين يكون هناك خيار بين تطوير المضادات الحيوية التي يتناولها الناس كل يوم مدة أسبوعين ومضادات الكأبة التي يتناولها الناس كل يوم إلى الأبد، ليس من المفاجئ أن تختار شركات العقاقير الأخيرة. وبالرغم من أنه تم تقوية بعض المضادات الحيوية قليلاً، فإنه لم تقدم لنا الصناعة الدوائية مضاداً حيوياً جديداً منذ السبعينيات.

إن إهمالنا مرعب، كما يظهر اكتشاف أن كثيراً من الأمراض الأخرى يمكن أن تكون بكتيرية الأصل. بدأت عملية الكشف في عام 1983 حين اكتشف باري مارشال

وهو طبيب في بيرث، غرب أستراليا، أن كثيراً من سرطانات المعدة ومعظم قرحاتها سببها بكتيريا تدعى هيليكوباكتر بايلوري *Helicobacter Pylori*. وبالرغم من أن اكتشافه اختبر بسهولة، كانت النظرية جذرية بحيث إنه مر أكثر من عقد قبل أن تُقبل لدى الجميع. إن مؤسسة الصحة القومية الأميركية، مثلاً لم تناصر الفكرة رسمياً حتى عام 1994. وقال مارشال لصحفي من فوربيس في عام 1999: «يموت مئات بل آلاف الناس من قرحات يجب ألا يموتوا منها».

منذ ذلك الوقت، أظهر المزيد من البحث أنه يوجد أو يمكن أن يوجد مرّكب بكتيري في كل أنواع الأمراض الأخرى كأمراض القلب والربو والتهاب المفاصل والتصلّب المضاعف* وأنماط متعددة من الاضطرابات الذهنية، وكثير من السرطانات، بالإضافة إلى السمّنة كما قالت مجلة ساينس. ولن يطول الوقت حتى نصبح في أمس الحاجة إلى مضاد حيوي فاعل وليس لدينا واحد نعتمد عليه.

يمكن أن تريحنا قليلاً معرفة أن البكتيريا نفسها تمرض. فهي تصاب أحياناً بالجراثيم المدمرة، وهي نوع من الفيروسات. إن الفيروس كيان غريب غير محبب، فهو «قطعة من الحمض النووي محاطة بأخبار سيئة» كما عبر بشكل لا يُنسى بيتر ميداور الحاصل على جائزة نوبل. إن الفيروسات التي هي أصغر وأبسط من البكتيريا ليست حية في ذاتها. فحين تعزل تكون مهمدة ولا تؤذي. ولكن أدخلها إلى مضيف ملائم وستضجّ بالحياة. هناك نحو خمسة آلاف نوع من الفيروسات المعروفة، وهي تصيبنا بمئات الأمراض، التي تتسلسل من الأنفلونزا والرشح العادي إلى تلك التي هي أكثر أذى لسعادة الإنسان: الجدري، الكلب، الحمى الصفراء، إيبولا، الشلل والإيدز.

تزهّر الفيروسات عن طريق اختطاف المادة الجينية لخلية حية، واستخدامها لإنتاج المزيد من الفيروسات. إنها تتكاثر بطريقة عدوانية ثم تندفع إلى الخارج؛ بحثاً عن مزيد من الخلايا كي تغزوها. وبما أنها ليست متعضيات حية، فإنها تستطيع أن تبقى بسيطة جداً. إن كثيراً منها - بما فيه (HIV) - يمتلك عشرة جينات أو أقل،

* حالة مرضية تصيب الجهاز العصبي المركزي، محدثة تصلباً في أنسجة الدماغ، أو في أنسجة الحبل الشوكي أو في أنسجتهما كليهما. المترجم.

بينما أبسط بكتيريا تتطلب آلافاً عدة. وهي صغيرة جداً أيضاً، بحيث لا يمكن أن ترى بمجهر تقليدي. ولم يستطع العلم أن يراها لأول مرة حتى عام 1943 بعد اختراع مجهر الإلكترون. ولكنها تستطيع أن تسبب ضرراً كبيراً. لقد قتل الجدري في القرن العشرين وحده ما يقدر بثلاث مئة مليون شخص.

تمتلك الفيروسات أيضاً قدرة مثيرة للأعصاب على مهاجمة العالم بشكل جديد مباغت، ثم الاختفاء بسرعة كما جاءت. ففي 1916، أصيب الناس في أوروبا وأمريكا بمرض غريب يسبب النعاس، أصبح معروفاً باسم السبات الالتهابي الدماغى encephalitis lethargica. كان الضحايا يذهبون إلى النوم ولا يستيقظون. كان يمكن إيقاظهم بصعوبة كبيرة لتناول الطعام أو الذهاب إلى المرحاض، ويجيبون على الأسئلة بوعي يعرفون من هم وأين كانوا بالرغم من أن تصرفهم فاتر دوماً. عن أي حال، في اللحظة التي يسمح لهم فيها بالراحة، يدخلون على الفور في أعماق سبات ويبقون في هذه الحالة طالما هم متروكون فيها. تتواصل هذه الحالة لدى بعضهم شهوراً قبل الموت. إن قلة محدودة بقيت على قيد الحياة واستعادت وعيها ولكنها فقدت حيويتها السابقة. وجدوا في حالة من الفتور الشديد، «كبراكين مطفأة» كما قال أحد الأطباء. وفي عشر سنوات قتل المرض خمسة ملايين شخص ثم تلاشى بهدوء. لم يحظَ بانتباه طويل مستمر؛ لأنه في غضون ذلك انتشر في أنحاء العالم وباء أشد فتكاً وهو الأسوأ في التاريخ. دعي أحياناً إنفلونزة الخنزير الكبير وأحياناً وباء الأنفلونزة الإسباني الكبير ولكنه كان في كلتا الحالتين وحشياً. قتلت الحرب العالمية الأولى 21 مليون شخص في أربع سنوات؛ إلا أن أنفلونزة الخنزير فعلت الأمر نفسه في الأشهر الأربعة الأولى من انتشارها. إن 80% من الضحايا الأميركيين في الحرب العالمية الأولى لم يسقطوا بنار الأعداء وإنما من الأنفلونزة. وكانت نسبة الوفيات في بعض الوحدات 80%.

نشأت أنفلونزة الخنزير كأنفلونزة عادية غير مهلكة في ربيع 1918، ولكن نوعاً ما، في الأشهر اللاحقة لا أحد يعرف لماذا وكيف وأين تحولت إلى شيء أكثر حدّة. لم يعانِ إلا خمس الضحايا من أعراض خفيفة، ولكن الآخرين مرضوا بشكل خطر ومات كثيرين. استسلم بعضهم في ساعات؛ وصمد آخرون بضعة أيام.

سجلت الوفيات الأولى في الولايات المتحدة بين البحارة في بوسطن في أواخر آب 1918، ولكن الوباء انتشر بسرعة في أنحاء البلاد كلها. أُغلقت المدارس، وأُغلقت أماكن التسلية العامة، وارتدى الناس الأقنعة في كل مكان. لكن هذا لم يفعل سوى القليل. فبين خريف 1918 وربيع العام الثاني مات في أمريكا من الأنفلونزا 548,452. أما عدد الوفيات في بريطانيا فقد وصل إلى 220,000 وبأعداد مشابهة في فرنسا وألمانيا. لا أحد يعرف عدد الوفيات في العالم كله - بما أن السجلات في العالم الثالث فقيرة في غالب الأحيان - ولكنه لم يكن أقل من عشرين مليوناً وربما خمسين مليوناً. وقالت بعض التقديرات: إن العدد العالمي الكلي هو مئة مليون.

وفي محاولة لاخترع لقاح أجرت السلطات الطبية تجارب على متطوعين في سجن عسكري في جزيرة دير في بوسطن هاربر. وُعد السجناء بإطلاق سراحهم إذا بقوا على قيد الحياة. كانت الاختبارات صارمة جداً. أولاً، كان الخاضعون للاختبار يُحقنون بنسيج رئوي مصاب يؤخذ من الموتى، ثم يرشون على أعينهم وأنفهم وأفواههم بذيورات معدية. إذا لم تنتقل العدوى إليهم كانت حناجرهم تملأ بعينات مأخوذة مباشرة من المرضى والموتى. إذا خاب كل شيء يطلب منهم أن يجلسوا فاغري الأفواه، بينما كان يجلس مريض ويسعل في وجوههم.

اختار الأطباء للاختبارات 62 من بين 300 متطوع، وكان من المفاجئ أنه لم يصب أحد منهم بالأنفلونزا. كان الشخص الوحيد الذي مرض هو طبيب الجناح، الذي مات بسرعة. إن الشرح المرجح لهذا هو أن الوباء مر عبر السجن قبل بضعة أسابيع، وطوّر كل من نجا من تلك الزيارة من المتطوعين مناعة طبيعية.

لا يزال الكثير عن وباء الأنفلونزا في عام 1918 مفهوماً بشكل سيئ أو غير مفهوم مطلقاً. وكان أحد الألغاز هو كيف انتشر فجأة في أماكن تفصل بينها محيطات وسلاسل جبلية وعوائق أرضية أخرى. وبما أن الفيروس لا يستطيع أن يعيش أكثر من بضعة ساعات خارج جسد المضيف، فكيف استطاع إذاً الظهور في مدريد وبومباي وفيلادلفيا في الأسبوع نفسه؟

إن الإجابة المرجحة هي أنه احتُضن وانتشر عن طريق أشخاص كانت لديهم أعراض خفيفة أو لم يكن لديهم على الإطلاق. وكان احتكاكهم مع البشر السبب الأكبر للمرض.

يشرح هذا الانتشار الواسع في عام 1918، ولكنه لا يشرح كيف استطاع الوباء الكمون لعدة أشهر قبل أن يندفع انفجارياً في الوقت نفسه تقريباً وفي الأمكنة جميعها. وكان الأمر الأكثر غموضاً هو أنه كان أكثر تدميراً للناس في أوج الحياة. إن الإنفلونزا هي عادة أفسى على الأطفال والعجائز، ولكن في 1918 كانت الوفيات أكثر انتشاراً بين أشخاص في العشرينيات والثلاثينيات. من المحتمل أن الكبار استفادوا من المقاومة التي اكتسبوها من تعرضهم المبكر للسلالة نفسها، ولكن لماذا استهدف الوباء الشبان بشكل مفاجئ ومجهول؟ إن اللغز الأكبر هو لماذا كانت أنفلونزا عام 1918 مهلكة بشكل وحشي فيما أن معظم أنواع الأنفلونزا غير مهلكة. لا نزال نجهل ذلك.

تعود سلالات معينة من الفيروسات بين وقت وآخر. إن فيروساً روسياً مكروهاً يعرف باسم H1N1 انتشر في مناطق واسعة في 1933، ثم انتشر مرة ثانية في الخمسينيات، ومرة أخرى في السبعينيات. لا يعرف أحد أين اختفى آنذاك أو في كل مرة. ثمة رأي يقول: إن الفيروسات تختبئ في مجموعات الحيوانات البرية قبل أن تجرب الانتقال إلى جيل جديد من البشر. لا أحد يستطيع استبعاد احتمال انتشار أنفلونزا الخنزير الكبير مرة ثانية.

وإذا لم تنتشر هذه الفيروسات، فإن فيروسات أخرى يمكن أن تفعل ذلك. ذلك أن فيروسات جديدة ومخيفة تظهر طوال الوقت. الإيبولا، وحمى لاسا وماربورغ، كلها تنتعش وتموت مرة ثانية، ولكن لا أحد يستطيع أن يقول: إنها لا تقوم بتحوّل هادئ في مكان ما، أو تنتظر الفرصة المواتية كي تنتشر بطريقة كارثية. من الواضح الآن أن الإيدز كان بيننا أطول مما اشتبه أي شخص. فقد اكتشف الباحثون في مشفى مانشستر رويال أن بحاراً توفي من علل غامضة غير قابلة للعلاج في 1959 كان مصاباً في الواقع بالإيدز. مع ذلك -ولأني من الأسباب- بقي المرض مهتماً مدة عشرين سنة أخرى.

كانت المعجزة هي أن أمراضاً أخرى كهذه لم تنتفش. فحمى لاسا التي لم تكتشف لأول مرة حتى عام 1969، في غرب إفريقيا، معدية جداً ومفومة قليلاً. وفي 1969 كان هناك طبيب في مختبر في جامعة بيل في نيو هيفن، كونيتيكت، يدرس حمى لاسا وأصيب بها. نجا منها، ولكن الأمر الذي سبب ذعراً أكبر، هو أن تقنياً في مختبر في الجوار، بعيد عن مجال العدوى المباشر، أصيب بالمرض أيضاً ومات.

ومن حسن الحظ أن الانتشار توقف هنا، ولكن لا نستطيع الاعتماد على كوننا محظوظين دوماً. إن أنماط حياتنا تدعو الأوبئة. فالسفر جواً يجعل من الممكن نشر وكلاء مسببين للمرض عبر الكوكب بسهولة مذهلة. إن فيروس إيبولا يمكن أن يبدأ اليوم في بنين وينتهي في نيويورك أو هامبورغ أو نيروبي أو في المدن الثلاث. هذا يعني أن السلطات الطبية تحتاج باستمرار إلى التعرف على كل مرض يوجد في أي مكان، ولكنها بالطبع لا تفعل ذلك. ففي 1990 أصيب نيجيري يعيش في شيكاغو بحمى لاسا لدى زيارة إلى وطنه، ولكن الأعراض لم تظهر إلى أن عاد إلى الولايات المتحدة. توفي في مستشفى شيكاغو دون تشخيص، ودون أن يتخذ أي شخص أي احتياطات في معالجته، دون أن يدرك الأطباء أنه مصاب بأحد أكثر الأمراض تفشياً وفتكاً على الكوكب. ولحسن الحظ لم يصب أي شخص آخر. ربما لا نكون محظوظين هكذا في المرة الآتية.

وبعد هذا التنبيه المفيد، حان الوقت كي نعود إلى عالم الذين يعيشون بشكل مرثي.



الفصل الواحد والعشرون

الحياة تستمر

ليس من السهل أن تصبح أحفوراً. إن مصير جميع المتعضيات الحية تقريباً أكثر من 99.9% منها هو العدم. حين تنطفئ شراراتك، فإن كل جزيء تمتلكه سيُلتهم أو يَصوّل؛ كي يُستخدم في نظام آخر. هذا ما يحدث فحسب. ولو وصلت إلى البركة الصغيرة للمتعضيات، التي لا تلتهم والتي هي أقل من 0.1، فإن فرص تحويلك إلى مستحاث قليلة جداً.

من أجل أن تُصبح أحفوراً، يجب أن تحصل عدة أشياء. أولاً، يجب أن تموت في المكان المناسب. إن نحو 15% من الصخور فحسب تستطيع حفظ الأحافير، وهكذا ليس من الجيد أن نفقد الوعي في موقع مستقبلي من الغرانيت. يجب أن يُدفن الميت عملياً في رسابة، حيث يمكن أن يترك أثراً، كورقة في الطين، أو أن يتحلل دون التعرض للأوكسجين، سامحاً بأن يحل مكان جزيئات عظامه (وأحياناً جداً الأشياء الناعمة) معادن منحلة، خالفاً نسخة متحجرة من الأصل. ثم، وبما أن الرسابة التي يكمن فيها الأحفور مغطوة بإهمال ومطوية ومدفوعة من قبل عمليات الأرض، فإن الأحفور يجب أن يحافظ على شكل قابل للتحديد نوعاً ما. أخيراً -ولكن قبل كل شيء- بعد عشرات الملايين أو ربما مئات الملايين من السنين من الاختباء يجب أن يعثر عليه ويتم التعرف عليه كشيء يستحق الحفظ.

يُعتقد أن عظماً واحداً فحسب من بين بليون يصبح أحفوراً. وإذا كان الأمر هكذا، فهذا يعني أن التراث الأحفوري للأميركيين الأحياء جميعاً اليوم 270 مليون شخص، وكل منهم له 206 عظام سيكون فقط نحو خمسين عظماً، أي ربع هيكل عظمي كامل. لا يعني هذا القول: إن أيّاً من هذه العظام يمكن العثور عليه فعلاً. إذا وضعنا في أذهاننا أنها يمكن أن تُدفن في أي مكان داخل منطقة مساحتها أكبر بقليل من 9.3 ملايين متر مربع، فإن قليلاً منها سيكتشف، والأقل سيفحص، وسيكون الأمر

معجزة إذا حصل هذا. إن الأحافير نادرة ومتلاشية بكل ما في الكلمة من معنى. إن معظم ما عاش على الأرض لم يترك خلفه سجلاً على الإطلاق. وهذه نسبة متناهية الصغر بنحو مذهل. على أي حال، إذا قبلتم التقدير الشائع بأن الأرض أنتجت ثلاثين بليون نوع من المخلوقات في زمنها، ومقولة رتشارد ليكي وروجر لوين (في الانقراض السادس): إن هناك 250,000 نوع من الكائنات في سجل الأحافير، فإن هذا يخفض النسبة إلى واحد فقط في كل 120,000. على أي حال، إن ما نملكه هو العينة الأقل من كل الحياة التي احتضنتها الأرض.

فضلاً عن ذلك، إن السجل الذي لدينا محرّف. فمعظم الحيوانات البرية لا تموت في مواد رسابية. تُدفن أو تؤكل أو تترك كي تتعفن أو تتلاشى. ومن ثمّ، فإن سجل الأحافير منحاز بشكل سخيف إلى مخلوقات البحر. إن نحو 95% من جميع الأحافير التي نملكها هي لحيوانات عاشت مرة تحت الماء، ومعظمها في بحار قليلة العمق.

أذكر كل هذا؛ كي أشرح لماذا في يوم رمادي في شباط ذهبت إلى متحف التاريخ الطبيعي في لندن، كي أقابل عالم إحاثة مبتهجاً، متعصّباً بشكل يوحى بالغموض، ومحبوياً جداً يدعى رتشارد فورتى.

يعرف فورتى أموراً كثيرة جداً وكريهة. إنه مؤلف كتاب ساخر ورائع عنوانه الحياة: سيرة غير مرخصة، يغطي كل مهرجان الخلق الحي. ولكن حبه الأول هو نوع من الكائنات البحرية يدعى المفصليات (ثلاثي الفصوص)، التي تزوجت مرة في بحار العصر الأردفيشي، ولكنها لم تعش مدة طويلة سوى في شكل أحافير. يتألف جسم المفصليات من ثلاثة أجزاء أو فصوص: الرأس، والذيل والصدر، ومن هنا أتى الاسم. عثر فورتى على أولها حين كان فتى يتسلق فوق الصخور في خليج سينت ديفد في ويلز. كان متشبهاً بالحياة.

أخذني إلى صالة من الخزن المعدنية الطويلة. كان كل منها مليئاً بالأدراج قليلة العمق، وكان كل درج مليئاً بالمفصليات المتحجرة: كان عددها عشرين ألف عينة.

قال: «إنه يبدو عدداً كبيراً ولكن عليك أن تتذكر أن ملايين فوق ملايين من المفصليات عاشت ملايين فوق ملايين من الأعوام في البحار القديمة، وهكذا فإن

عشرين ألفاً ليس رقماً كبيراً. إن معظمها عينات جزئية فقط. إن العثور على أحفور مفصلي كامل سيشكل حدثاً كبيراً لعالم إحاثه».

ظهرت المفصليات ثلاثية الفصوص في البداية بشكل كامل، على ما يبدو من لامكان منذ نحو 450 مليون سنة، قرب بداية الانبعاث الكبير للحياة المعقدة المعروفة بشكل واسع باسم الانفجار الكمبري، ثم تلاشت، مع كمية كبيرة أخرى، في الانقراض البرمي في العصر السابع والأخير من الدهر القديم الكبير والذي ما يزال غامضاً بعد ثلاثة ملايين قرن. وكما هو الأمر بالنسبة للكائنات المنقرضة، ثمة إغراء طبيعي لاعتبارها كائنات خائبة، ولكنها كانت في الواقع من بين أكثر الحيوانات الأكثر نجاحاً التي سبق وعاشت. سادت 300 مليون سنة، أكثر من مدة الديناصورات بمرتين، التي كانت بين حيوانات التاريخ العظيمة التي نجت. ويشير فورتى إلى أن بقاء البشر على قيد الحياة حتى الآن لا يعادل إلا نصف 1% من مدة بقاء تلك الحيوانات.

انتشرت المفصليات بشكل واسع بسبب امتلاكها لكثير من الوقت. بقي معظمها صغيراً، بحجم الخنافس الحديثة، ولكن بعضها صار بحجم أسطوانة فونوغرافية. وشكلت خمسة آلاف جنس وستين ألف نوع على الأقل، بالرغم من أن المزيد ظهر طول الوقت. كان فورتى أخيراً في مؤتمر في جنوب أمريكا وقد اقتربت منه أكاديمية من جامعة إقليمية صغيرة في الأرجنتين. «كان لديها علبة مملوءة بالأشياء المثيرة، وبينها المفصليات التي لم تر أبداً من قبل في أمريكا الجنوبية، أو في أي مكان، وأشياء أخرى كثيرة أيضاً. لم تملك تسهيلات بحث كي تدرسها ولا تمويلاً كي تبحث عن المزيد. إن أجزاء ضخمة من العالم لم تُستقص بعد».

«هل تعني المفصليات؟».

«كلا، أعني كل شيء».

كانت المفصليات، في أثناء القرن التاسع عشر، الأشكال الوحيدة المعروفة للحياة المبكرة المعقدة، ولهذا السبب جمعت ودُرست بمواظبة. كان اللغز الكبير الذي يحيط بها هو ظهورها المفاجئ. حتى الآن، كما يقول فورتى، يمكن أن يكون مدهشاً الذهاب

إلى تشكيلات الصخور الصحيحة، وأن تشق طريقك إلى الأعلى عبر الدهور، دون أن ترى حياة مرئية مطلقاً، ثم فجأة تعثر على بروفالوتاسبيس Profalotaspis كاملة أو على إينيلوس Elenellus كبير كسرطان. كان هناك مخلوقات بأعضاء، وخياشيم، وأجهزة عصبية، وهوائيات سابرة، تُعد «دماغاً من نوع ما»، كما قال فورتى، وأغرب ما رآته الأعين. إنها مصنوعة من عصيات من كربونات الكالسيوم المتبلرة: المادة نفسها التي تصنع حجر الكلس، وشكلت أجهزة الإبصار الأولى المعروفة. فضلاً عن ذلك، إن المفصليات الأولى لم تتألف من نوع واحد مغامر فحسب وإنما من العشرات، ولم تظهر في موقع واحد أو اثنين وإنما في كل مكان. إن كثيراً من الناس المفكرين في القرن التاسع عشر نظروا إلى هذا كبرهان على عمل الله ودحض لمثل دارون النشوئية. إذا التطور تم ببطء، كما سألوا، إذاً كيف يفسّر دارون هذا الظهور المفاجئ لكائنات معقدة مكتملة الشكل؟ وفي الحقيقة، عجز عن ذلك.

وهكذا بدا كأنه من المقدر أن تبقى الأمور إلى الأبد حتى أحد الأيام في 1909، قبل الذكرى الخمسين لنشر كتاب دارون أصل الأنواع بثلاثة أشهر، حين قام عالم إحاثة يدعى تشارلز دوليتل والكوت باكتشاف فائق للعادة في الروكيز الكندية Canadian Rockies.

ولد والكوت عام 1850 وترعرع قرب أوتيكا، نيويورك، لأسرة فقيرة مادياً، التي صارت أكثر فقراً بعد موت والده المفاجئ حين كان تشارلز رضيعاً. حين كان طفلاً، اكتشف والكوت أنه كان لديه ميل للعثور على الأحافير، وخصوصاً المفصليات، فجمع مجموعة متميزة اشتراها لويس أجاسيز لمتحفه في هارفارد بثروة صغيرة تعادل 45,000 باوند بنقود اليوم. وبالرغم من أنه لم يكمل تعليمه الثانوي واعتمد على نفسه في تعلم العلوم، صار والكوت مرجعاً أساسياً في المفصليات وكان أول شخص قال: إنها مفصليّة، وهي المجموعة التي تشتمل على الحشرات والقشريات الحديثة.

في عام 1879 تولى والكوت عملاً في بحث ميداني في هيئة المسح الجيولوجي الأميركية المشكلة حديثاً، وعمل بشكل متميز جعله بعد 15 عاماً يُرقى كي يصبح رئيساً لهيئة المسح. وفي 1907 عُيّن أميناً لمؤسسة سميثونيان، حيث بقي حتى وافته المنية

في عام 1927. وبالرغم من القيود الإدارية، واصل القيام بالعمل الميداني والكتابة بغزارة. «إن كتبه تملأ رف مكتبة»، كما قال فورتى. وليس مصادفة أنه كان أيضاً مدير لجنة المستشارين القوميين لرواد الفضاء، التي صارت في النهاية وكالة علم الطيران والفضاء (ناسا)، وهكذا يمكن أن يُعدّ بشكل صحيح جدّاً عصر الفضاء.

إن ما يُذكر من أجله الآن هو اكتشاف ذكي ومحظوظ في بريتش كولومبيا، عالياً فوق بلدة فيلد الصغيرة في أواخر صيف 1909. إن النسخة المعتادة من القصة هي أن والكوت وزوجته، كانا يركبان الأحصنة على طريق جبلي حين انزلق حصان زوجته بسبب أحجار غير ثابتة. وحين ترجّل كي يساعدها، اكتشف والكوت أن الحصان قلب لوحاً من رقائق الطين، التي تحتوي على أحافير قشريات من نوع قديم وغير عادي. كان الثلج يتساقط، ذلك أن الشتاء يأتي مبكراً في كنيديان روكيز وهكذا لم يترئّثا، ولكن في العام الثاني وفي أول فرصة عاد والكوت إلى البقعة. سلك طريق منحدر الصخور، وتسلق إلى ارتفاع 750 قدماً عن سطح البحر إلى قرب قمة الجبل. هناك، على ارتفاع 8000 قدم عن مستوى سطح البحر عثر على طبقة طفّل سطحي بارزة بطول حجر رَصْف، تحتوي على عدد لا يحصى من الأحافير تعود إلى ما بعد اللحظة التي بدأت فيها الحياة المعقدة تنبعث في انتشار مدهش: الانفجار الكمبري الشهير. عثر والكوت -نتيجة لهذا- على الجزرة الذهبية لعلم الإحاثة. سمّى الطبقة البارزة بطّفّل برجيس Burgess Shale، على اسم الحافة التي عثر عليها فيها، وقدم «فسحتنا الوحيدة عن بداية الحياة الحديثة في كل كمالها»، كما قال ستيفن جي جولد في كتابه الشهير (الحياة الرائعة).

اكتشف جولد -المدقّق دوماً- من قراءة يوميات والكوت أن قصة اكتشاف طفّل برجيس تبدو على أنها نوعاً ما منمّقة، ذلك أن والكوت لا يذكر انزلاق الحصان ولا سقوط الثلج. ولكن الاكتشاف كان فائقاً للعادة دون شك.

من المستحيل بالنسبة لنا -نحن الذين يقتصر زمن وجودهم على الأرض على عقود عابرة كالنسيم ومحدودة- أن نفهم كم كان الانفجار الكمبري بعيداً زمنياً عنا. إذا كان بوسعكم أن تسافروا إلى الوراء نحو الماضي بسرعة عام في الثانية، فيستغرق

الأمر نصف ساعة كي تصلوا إلى زمن المسيح، وأكثر من ثلاثة أسابيع بقليل كي تعودوا إلى بدايات الحياة البشرية. ولكنكم ستستغرقون عشرين عاماً كي تصلوا إلى فجر الدهر الكمبري. كان -بتعبير آخر- وقتاً طويلاً جداً وكان العالم مكاناً مختلفاً جداً.

ينبغي أن نذكر أنه حين تشكل طفل برجيس منذ 500 مليون سنة، أو أكثر لم يكن على قمة جبل وإنما في سفحه. كان بالتحديد في حوض محيط قليل العمق في قاع جرف شديد الانحدار. كانت البحار في ذلك الوقت تزخر بالحياة، ولكن الحيوانات لم تترك أي سجل؛ لأن أجسامها كانت ناعمة وتتآكل حين تتفك. على أي حال، انهار الجرف في برجس، ودفنت الكائنات التي في الأسفل في انزلاق طيني وضغطت كأزهار في كتاب، وهذا ما حفظ تفاصيل ملامحها بشكل رائع.

وفي رحلات صيفية سنوية من 1910 إلى 1925 (في ذلك الوقت صار عمره 75 عاماً) استخرج والكوت عشرات الآلاف من العيّنات (يقول جولد ثمانين ألفاً؛ ويقول فاحصو الحقائق الموثوقون في ناشنال جيوغرافيك: إن العدد ستون ألفاً)، أحضرها إلى واشنطن من أجل مزيد من الدراسة. كانت المجموعة لا تُضاهى في عددها الكبير وتنوعها. كان لبعض أحافير برجس أصداف؛ أما كثير منها فلم يمتلك أصدافاً. كانت بعض الكائنات مبصرة، وبعضها الآخر لا يبصر. كان التنوع هائلاً، ويتألف من 140 نوعاً، بحسب رواية واحدة. «لقد اشتمل طفل برجس شيل Burgess Shale على تسلسل في تغاير التصميمات التشريحية لم يكن له مثيل، ولا مثل له اليوم بين كل مخلوقات المحيطات في العالم»، كما قال جولد.

ولسوء الحظ، أخفق والكوت في معرفة أهمية ما عثر عليه. «انتزع الهزيمة من فكي النصر»، كما قال جولد في كتاب آخر بعنوان (ثمانية خنايص صغيرة)، «ثم تابع والكوت كي يسيء تفسير هذه الأحافير المهمة بأعمق طريقة ممكنة». وضعها في مجموعات حديثة، وجعلها أسلاف الديدان الحالية، وقناديل البحر وكائنات أخرى، وهكذا أخفق في فهم فرادتها. قال جولد متتهماً: «بحسب تأويل كهذا بدأت الحياة في بساطة بدائية وتحركت بعناد، نحو الأمام بقوة وبشكل أفضل».

توفي والكوت في 1927 ونسيت أحافير برجس. بقيت لنصف قرن تقريباً في أدراج المتحف الأميركي للتاريخ الطبيعي في واشنطن، ونادراً ما رُجع إليها أو تم التحقق منها. ثم في عام 1973، قام طالب متخرج في جامعة كمبريدج يدعى سيمون كونوي موريس بزيارة إلى المجموعة. أذهله ما عثر عليه. كانت الأحافير أكثر تنوعاً وأهمية مما أشار إليه والكوت في كتاباته. إن الفئة التي تصف البنية الجسدية الأساسية للمتعضيات في علم التصنيف هي الشُّعبة*، وهنا استنتج كونوي موريس وجود كثير من الأخطاء التشريحية كهذه، وكان من المفاجئ أنها كلها غير قابلة للتفسير ويجعلها الشخص الذي اكتشفها.

أمضى كونوي موريس الأعوام العديدة اللاحقة، مع المشرف عليه، هاري وتغتون، والزميل المتخرج ديريك بريجز، في مراجعة منهجية للمجموعة كلها، وبدأ يؤلف دراسات مثيرة متتالية فيما كانت الاكتشافات تتراكم. كان لكثير من الكائنات بنى جسدية لم تكن تخالف أي شيء شوهد من قبل أو منذ ذلك الوقت فحسب، وإنما كانت مختلفة بشكل غريب. كان لإحداها وتدعى الأوبانيا Opabinia خمس أعين وخطم يشبه الفوهة. وهناك أخرى على شكل قرص تدعى بيتويا Peytoia وتبدو بشكل كوميدي مثل قطعة أناناس دائرية. وهناك ثالثة لا بد أنها سارت على صفوف من الأرجل التي تشبه الطوالة، وكانت غريبة بحيث سموها هالوسيجينيا Hallucigenia. كان هناك كثير من الجدة غير المعروفة في المجموعة، حتى إنه في نقطة واحدة لدى فتح درج جديد سُمع كونوي موريس يغمغم بصوت مرتفع: «اللعة، ليس شُعبة أخرى».

أظهرت مراجعات الفريق الإنكليزي أن العصر الكمبري كان زمن ابتكار وتجريب لا مثيل له في تصميمات الجسد. كانت الحياة تتهادى طوال أربعة ملايين عام تقريباً دون أي طموحات قابلة للرصد في اتجاه التعقيد، ثم فجأة - في مدة خمسة أو عشرة ملايين عام - ابتكرت التصميمات الجسدية الملائمة جميعها التي لا تزال قيد الاستخدام الآن. إن أي مخلوق، من الدودة الخيطية إلى كاميرون دياز، يستخدم الهندسة المعمارية التي ابتكرت في الحفلة الكمبرية.

* الشُّعبة في علم الأحياء أو البيولوجيا مجموعة من النباتات أو الحيوانات تتميز بخصائص مشتركة معينة، وتشكل طبقة مستقلة في التصنيف المعتمد في علمي النبات والحيوان. والشُّعبة تعد أعلى طبقات هذا التصنيف، وتليها الطائفة class، فالرتبة order، فالنصيلة family، فالجنس genus، فالنوع species، فالضرب variety.

ما كان أكثر إدهاشاً هو أنه كان هناك كثير من التصميمات الجسدية التي أخفقت في صناعة التفصيلة ولم تترك أسلافاً. وبحسب جولد، على الأقل 15 أو ربما 20 من حيوانات برجس لا تنتمي إلى أي شعبة معروفة. (ازداد العدد بسرعة في بعض الروايات الشعبية إلى مئة، أكثر مما زعم علماء كمبرديج بكثير). وكتب جولد: «إن تاريخ الحياة هو قصة إزالة شاملة تبعثها عملية تفاضل داخل قلة من الناجين، وليس القصة التقليدية للتفوق المتزايد باستمرار، وللتعقيد، والتنوع». وبدا أن النجاح النشوئي كان (كاليانصيب).

كان أحد المخلوقات التي نجحت في البقاء يشبه الدودة ويدعى بكايا جراسيلنز *Pikaia gracilens* اكتشف أن له عموداً فقرياً بدائياً، مما جعله السلف الأقدم المعروف للفقاريات اللاحقة جميعها، وبينها نحن. لم يكن البيكايوا وافر الوجود بين أحافير برجيس، وهكذا لا أحد يعرف كم كان قريباً من الانقراض. ولا يترك جولد مجالاً للشك - في اقتباس مشهور - في أنه يرى نجاحا السلالي كحظ: «أرجع شريط الحياة إلى الأيام الأولى لأحافير برجيس؛ شغلته مرة ثانية من نقطة بدء مماثلة، وتصبح الفرصة صغيرة بشكل متلاشٍ، بحيث إن أي شيء مثل الذكاء البشري سيشرّف إعادة التشغيل».

نُشر كتاب جولد (الحياة الرائعة) عام 1989 وتلقى تقريظاً نقدياً عاماً وحقق نجاحاً تجارياً كبيراً. ما لم يكن معروفاً عامةً هو أن كثيراً من العلماء لم يتفقوا مع جولد في استنتاجاته مطلقاً، وأن الأمر سيصبح دميماً في الحال. في سياق العصر الكمبري، «يتعلق الانفجار بالأمزجة الحديثة أكثر مما يتعلق بالحقائق الفسيولوجية القديمة».

نعرف الآن أن المتعضيات المعقدة وجدت على الأقل قبل مئة مليون سنة من العصر الكمبري. وكان يجب أن نعرف كثيراً حالاً. فبعد أربعين سنة تقريباً من اكتشاف والكوت في كندا، كان هناك على الجانب الآخر من الكوكب في أستراليا عالم جيولوجيا يدعى رجينلاد سبريج اكتشف شيئاً ما أقدم وأكثر لفتاً للنظر.

في 1946 كان هناك عالم جيولوجياً يُدعى سبريج يعمل لدى حكومة ولاية ساوث أستراليا، أرسل للقيام بمسح لمناجم مهجورة في تلال إدياكاران من سلسلة الفلنדרز، وهي منطقة معزولة وحارة جداً تبعد 500 كيلومتر عن جبال الأدليد. كان الهدف معرفة إن كان هناك أي مناجم قديمة يمكن أن يعاد تشغيلها بشكل مربح باستخدام تقنيات جديدة، وهكذا فهو لم يكن يدرس صخور السطح مطلقاً أو الأحافير. ولكن في أحد الأيام، وفيما كان يتناول غداءه، قلب سبريج بكسل قطعة من الحجر الرملي وفوجئ - إذا عبرنا بنعومة - حين رأى سطح الصخور مغطى بأحافير حساسة، مثل الأثر الذي تحدثه الأوراق في الطين. كانت هذه الصخور أقدم من الانفجار الكمبري. كان ينظر إلى فجر الحياة المرئية.

قدم سبريج بحثاً إلى مجلة نيتشر، ولكنه رُفض. قرأه بدلاً من ذلك في الاجتماع السنوي الآتي لجمعية أستراليا ونيوزلندا لتقدم العلم، ولكنه أخفق في إثارة إعجاب رئيس الجمعية، الذي قال: إن آثار إدياكاران كانت مجرد «آثار غير متعضية تصادفية». لم تُسحق آماله بعد، فسافر إلى لندن وقدم مكتشفاته إلى المؤتمر الجيولوجي الدولي عام 1948، ولكنه أخفق في إثارة الاهتمام أو التصديق. أخيراً - وبحثاً عن مخرج أفضل - نشر مكتشفاته في محاضر الجمعية الملكية لساوث أستراليا. ثم ترك وظيفته الحكومية وعمل في التنقيب عن النفط.

بعد تسع سنوات، في 1957، كان هناك طالب مدرسة يدعى روجر ماسون، وفيما كان يسير عبر غابة تشارنوود في الأراضي الوسطى الإنكليزية، عثر على صخرة فيها أحفور غريب، مشابه للسّمك المريّش ولبعض العيّينات التي عثر عليها سبريج، وكان يحاول أن يخبر الجميع عنها. سلّمها الطالب إلى عالم إحاثة في جامعة لايشستر، الذي قال على الفور: إنها تعود إلى ما قبل العصر الكمبري. نشرت صور الشاب ماسون في الجرائد وعمِل بوصفه بطلاً قبل الأوان؛ ولا تزال تذكره كتب عديدة. وسميت العيّنة على شرفه تشارنيا ماسوني *Charnia masoni*.

إن بعض عيّينات سبريج الأصلية التي من إدياكاران، والعينات الألف والخمس مئة الأخرى التي عُثر عليها في أنحاء سلسلة الفلنדרز منذ ذلك الوقت، يمكن أن تُرى اليوم

في علب زجاجية في غرف الطابق العلوي لمتحف ساوث أسترالية في أدلريد، ولكنها لا تجذب انتباهاً كبيراً. إن النماذج المرسومة بشكل رشيق خافت ولا تبدو جميلة للعين غير المدربة. إن معظمها صغير وعلى شكل قرص وأحياناً مخططة بما يشبه الأشرطة. وقد وصفها فورتى بأنها «غرابيات ذات أجساد ناعمة».

لا يزال هناك قليل من الاتفاق حول ماذا كانت هذه الأمور أو كيف عاشت. ليس لها -كما قيل لنا- أفواه أو شرج تتناول أو تخرج المواد القابلة للهضم، وليس لها أعضاء داخلية كي تعالجها بها طوال الطريق. يقول فورتى: «كانت معظمها على الأرجح تستلقي في أثناء حياتها على سطح الرسابات الرملية، كأسماك مسطحة ناعمة، لا بنية لها وغير حية». وفي أوج حياتها، لم تكن أكثر تعقيداً من قنديل البحر. إن كائنات إدياكاران جميعاً كانت ثنائية الوريقات، وهذا يعني أنها كانت مبنية من طبقتين من النسيج. وباستثناء قنديل البحر، إن الحيوانات اليوم معظمها هي ثلاثية الطبقات.

يعتقد بعض الخبراء أنها لم تكن حيوانات مطلقاً، وإنما هي مثل النباتات أو الفطريات. إن الفروق بين النبات والحيوان ليست واضحة حتى الآن. فالإسفنج الحديث يمضي حياته مثبتاً على بقعة محددة وليس له عينان أو دماغ أو قلب خافق، ومع ذلك هو حيوان. يقول فورتى: «حين نعود إلى المدة السابقة للدهر الكمبري فإن الاختلافات بين النباتات والحيوانات كانت على الأرجح أقل وضوحاً. ليس هناك أي قاعدة تقول: إنه عليك أن تكون نبتة أو حيواناً بشكل واضح».

وليس هناك اتفاق بأن متعضيات إدياكاران تشكل بأي طريقة أسلافاً لأي شيء حي اليوم (عدا على الأرجح بعض قناديل البحر). ويعدّها كثير من العلماء نوعاً من التجربة الخائبة، محاولة خاسرة لتحقيق التعقيد، ربما لأن متعضيات إدياكاران المهمة التهمتها، أو تغلبت عليها حيوانات أكثر تعقيداً من العصر الكمبري.

قال فورتى: «لا يوجد اليوم شيء حي مشابه لها، ومن الصعب اعتبارها أي سلف لما تبع بعد ذلك».

كان الإحساس أنها لم تكن مهمة لتطور الحياة على الأرض. ويعتقد كثير من العلماء أنه حصلت إبادة جماعية في الحد الفاصل بين ما قبل الكمبري والكمبري،

وأن مخلوقات إدياكاران (ما عدا قنديل البحر غير المؤكد) أخفقت في الانتقال إلى الطور الثاني. إن العمل الحقيقي للحياة المعقدة، بتعبير آخر، بدأ مع الانفجار الكمبري. هكذا نظر جولد إلى الأمر، على أي حال.

بالنسبة لتنقيحات أحافير برجيس شيل، بدأ الناس في الحال يشككون في التفسيرات، وخاصةً تفسير جولد للتفسيرات. «كان هناك من البداية عدد من العلماء الذين شككوا بالتفسير الذي قدّمه ستيف جولد، بالرغم من إعجابهم الكبير بطريقة التعبير عنه»، كما قال فورتى في كتابه (حياة). هذا إذا عبرنا عن الأمر بلطف.

«أتمنى لو استطاع ستيفن جولد أن يفكر بوضوح كما يكتب!» قال الأكاديمي في أكسفورد رتشارد دوكينز في السطر الافتتاحي لمراجعة (السنداي تلغراف) لكتاب (الحياة الرائعة). أقر دوكينز أن الكتاب «لا يُترك» وأنه «يعكس عبقرية أدبية»، لكنه اتهم جولد بالانخراط في سوء تأويل «طنان وشبه مخادع» للحقائق عبر الإيحاء بأن تنقيحات برجيس أذهلت جماعة علم الإحاثة. «إن وجهة النظر التي يهاجمها بأن التطور يتقدم بعناد نحو قمة هي الإنسان لم تُصدق لخمسين عاماً»، قال دوكينز غاضباً.

كانت هذه دقة غير متوافرة في معظم الذين كتبوا عن الكتاب. واقترح أحد كتّاب نيويورك تايمز بوك ريفيو بابتهاج أنه نتيجة لكتاب جولد «بدأ العلماء يتخلصون من بعض المفاهيم السابقة التي لم يفحصوها لأجيال. إنهم يقبلون بتردد أو بحماس فكرة أن البشر هم حدث ناجم عن الطبيعة بقدر ما هم نتاج تطور منظم».

ولكن النقد الحقيقي الذي تم توجيهه إلى جولد نشأ من الاعتقاد بأن كثيراً من استنتاجاته كانت خاطئة أو مضخمة بإهمال. وفي مقال نُشر في مجلة إفولوشن هاجم دوكينز تأكيدات جولد بأن «التطور في العصر الكمبري كان مدة «تجريب»، مدة «تجربة وخطأ» تطوريين، «بدايات مزيفة» تطورية... كان الوقت الخصب الذي ابْتُكِرَ فيه «الخطط الجسدية الجوهرية» الكبيرة جميعها. ففي العصر الكمبري نشأت شعب وأصناف جديدة. واليوم نحصل على نوع جديد فقط!».

قال دوكينز مشيراً إلى فكرة أنه لا يوجد خطط جسدية جديدة اعتُنت على نطاق واسع: «بدا وكأن الأمر كما لو أن الحداثتي نظر إلى شجرة بلوط وقال متسائلاً: «أليس

غريباً أنه لم تظهر أغصان رئيسة جديدة على هذه الشجرة لسنوات كثيرة؟ إن كل النمو الجديد يبدو هذه الأيام كأنه يحدث على مستوى الغصين».

قال فورتى: «كان وقتاً غريباً خاصةً حين فكرت أن هذا كل شيء عن شيء ما حدث منذ خمس مئة مليون عام، ولكن المشاعر في الحقيقة تتأجج. قلت مازحاً في أحد كتبي: إنني شعرت بأنه ينبغي أن أعتمر خوذة أمان قبل أن أكتب عن العصر الكمبري، ولكنني لم أشعر أن الأمر كذلك ألبتة».

كان أغرب ما في الأمر هورد أحد أبطال كتاب (الحياة الرائعة)، سيمون كونوي موريس، الذي أذهل كثيرين في جماعة علم الإحاثة حين رد فجأة على جولد في كتاب من تأليفه بعنوان بوتقة الخلق، الذي كتب عنه فورتى فيما بعد قائلاً: «لم أصادف قط حقداً كهذا في كتاب ألقه مهني». إن القارئ العادي لكتاب بوتقة الخلق - غير المطلع على التاريخ- لن يعرف أبداً أن وجهات نظر المؤلف كانت مرة قريبة إلى أفكار جولد (وإن لم يتم تقاسمها معه)».

حين سألت فورتى عن الأمر، قال: «حسناً، كان هذا غريباً جداً، وصادماً في الحقيقة؛ لأن تصوير جولد له كان مطرياً جداً. أستطيع الافتراض أن سيمون كان محرجاً. كما تعلم، إن العلم متحوّل ولكن الكتب ثابتة، وأفترض أنه ندم؛ لأنه كان مرتبطاً هكذا بطريقة متشددة بوجهات نظر لم يعد هو يقتنع بها. كان هناك كل ذلك الكلام عن: «آه، اللعنة، شعبة أخرى» وأتوقع أنه تأسف على أنه صار مشهوراً من أجل هذا. لن تعرف أبداً من قراءة كتاب سيمون أن وجهات نظره كانت مرة مماثلة تقريباً لوجهات نظر جولد».

ما حدث هو أن الأحافير الكمبرية الأولى بدأت تمر في وقت من إعادة التقويم النقدي. واستخدم فورتى وديريك بريجز أحد الشخصيات الرئيسية في كتاب جولد منهجاً يُعرف باسم cladistics لمقارنة أحافير برجيس المتنوعة. وبتعبير بسيط، يتألف هذا المنهج من تنظيم المتعضيات على أساس سمات مشتركة. يقدم فورتى على سبيل المثال فكرة مقارنة زبابة* بفيل. إذا فكّرت بحجم الفيل الكبير وجذعه المذهل يمكنك

* حيوان صغير من آكلات الحشرات شبيه بالفأر.

أن تستنتج أنه لا يجمعه إلا القليل مع زبابة صغيرة ناشقة. ولكن إذا قارنت كليهما بسحلية فستلاحظ أن الفيل والزبابة بُنِيَا وفق الخطة نفسها. ما يقوله فورتى جوهرياً هو أن جولد شاهد الفيلة والزبابة حيث شاهد هو وبريجز الثدييات. إن مخلوقات برجيس - كما اعتقدا - لم تكن غريبة ومتنوعة كما كانت لدى النظرة الأولى. يقول فورتى الآن: «لم تكن غالباً أغرب من ثلاثية الفصوص. وهذا يعني أنه كان لدينا فقط قرن كي نعتاد على ثلاثية الفصوص. إن الألفة تولد الألفة كما تعرف».

لم يكن هذا - كما ينبغي أن أنه - بسبب قلة الحرص أو عدم الانتباه. إن تفسير أشكال علاقات الحيوانات القديمة على أساس دليل مشوه، ومفكك في غالب الأحيان هو عمل مخادع بوضوح. قال (إدوارد أو. نلسون): إنه إذا أخذت أنواعاً منتقاة من الحشرات الحديثة، وقدمتها كأحافير على نمط برجيس فلن يخمن أحد أبداً أنها كانت كلها من الشعبة نفسها؛ لأن خططها الجسدية مختلفة جداً. كان اكتشاف موقعين ما قبل كمبريين في غرينلند والصين - بالإضافة إلى مكتشفات مبعثرة أخرى، التي قدمت كثيراً من العيّنات الإضافية والأفضل - مساعداً في عملية التنقيحات.

خلاصة القول هي أن أحافير برجيس اكتشف أنها ليست مختلفة في النهاية. وتبين أن الهالوسجنيا *Hallucigenia* أعيد بناؤها من الأعلى إلى الأسفل. إن سيقانها التي تشبه الطواله كانت في الحقيقة نتوءات على ظهورها. أما البيتوايا *Peytoia*، المخلوق الغريب الذي بدا كشريحة أناناس، فلم يكن مميّزاً وإنما جزء من حيوان أضخم يُدعى الأنومالوكاريس *Anomalocaris*. إن كثيراً من عيّنات برجيس وضعت الآن في الشعب الحية، تماماً حيث وضعها والكوت في المقام الأول. إن الهالوسيجنيا وبعض الأحافير الأخرى اعتُقد أنها على علاقة بالأونيتشوفورا *Onychophora*، وهي نوع من الحيوانات التي تشبه اليسروع. وأعيد تصنيف أخرى كسلف للديدان الحلقية. ويقول فورتى: «هناك نسبياً بضعة تصميمات كمبرية جديدة بشكل كامل. ويتبين في غالب الأحيان أنها تطوير مهم لتصميمات راسخة». وكما كتب في حياة: «لم يكن أي منها غريباً مثل البرنقيل* أو أكثر غرابة من الأرضة (النملة البيضاء)».

* حيوان بحري قشري يلتصق عادة بجوانب السفن والصخور والأسماك الكبيرة. المترجم.

لم تكن عيّنات برجيس شيل مثيرة (دراماتيكية) في النهاية. وهذا جعلها كما قال فورتى: «ليس أقل أهمية أو غرابة وإنما أكثر قابلية للتفسير». إن خطتها الجسدية الغريبة كانت نوعاً من الوفرة الفتيّة، المعادل التطوري للشعر واللسان. وفي النهاية استقرت الأشكال في عمر متوسط وثابت.

ولكن هذا ترك السؤال المستمر عن من أين جاءت كل هذه الحيوانات؟ وكيف ظهرت فجأة من اللامكان؟

تبين أنه من المحتمل أن الانفجار الكمبري لم يكن انفجارياً بشكل كافٍ. إن الحيوانات الكمبرية - كما يُعتقد الآن - كانت على الأرجح هناك، ولكنها كانت صغيرة لا تُرى. وكانت ثلاثية المفاصل هي التي قدمت المفتاح، خاصةً ذلك الظهور الغامض على ما يبدو لأنماط مختلفة من ثلاثية المفاصل في أمكنة مبعثرة بشكل كبير حول الكوكب، وكلها تقريباً في الوقت نفسه.

تبين أن الظهور المفاجئ لكثير من الكائنات المختلفة ذات الشكل الكامل عزز على ما يبدو إعجاز الانفجار الكمبري، ولكنه فعل العكس. إن ظهور مخلوق مشكل جيداً كثلاثية المفاصل في عزلة، هذا في الحقيقة أعجوبة والحصول على كثير منها، وكلها متميزة ولكنها مرتبطة ببعضها، وتظهر في سجل الأحافير في أمكنة بعيدة كالصين ونيويورك، يوحي بوضوح أننا فقدنا جزءاً كبيراً من تاريخها. يمكن ألا يكون هناك دليل أقوى على أنه ينبغي أن يكون لها سلف، أنواع من السلف بدأت الرحلة في ماضٍ أبكر بكثير.

يُعتقد الآن أن سبب عدم عثورنا على هذه الأنواع الأولى هو أنها كانت صغيرة جداً، بحيث لا يمكن حفظها. يقول فورتى: «ليس من الضروري أن تكون كبيرة كي تكون متعضيات معقدة تعمل بشكل تام. فالبحر يعجُّ اليوم بالمفصليّات التي لم تترك أي سجل أحافير». ذكر الحيوانات مجدافية الأرجل*، التي يصل عددها إلى ترليونات

* قشريات بحرية ونهرية تتميز بأن لها جسماً متطوَّلاً، وعيناً مركزية واحدة، وقرني استشعار طويلين، وخمسة أزواج من الأرجل شبيهة بالمجاديف. المترجم.

في البحار الحديثة، وعناقيد من الحشود كبيرة بما يكفي لجعل مناطق ضخمة من البحر سوداء، ومع ذلك فإن كل ما نعرفه عن أسلافها هو عينة واحدة عثر عليها في جسم سمكة متحجرة.

يقول فورتى: «إن الانفجار الكمبري - إن كانت هذه الكلمة تعبر عنه - ربما كان على الأرجح زيادة في الحجم أكثر مما هو ظهور مفاجئ لأنماط جسدية جديدة. ومن الممكن أنه حدث بسرعة، وهكذا - بهذا المعنى - أفترض أنه كان انفجاراً». والفكرة هي أنه كما أن الثدييات انتظرت وقتها لمئة مليون عام إلى أن انقرضت الديناصورات، ثم على ما يبدو انتشرت في أنحاء الكوكب كلها، فربما أيضاً انتظرت المفصليات وثلاثية الطبقات في غفلية شبه مجهرية ظهور متعضيات إدياكاران المهيمنة. يقول فورتى: «نعرف أن الثدييات ازداد حجمها بشكل لافت بعد أن انقرضت الديناصورات، ومع ذلك حين أقول بشكل مفاجئ تماماً أعني بالطبع بمعنى جيولوجي، لا نزال نتحدث عن ملايين الأعوام».

وبالمصادفة، حصل ريجينالد سبريج على قياس فوات موعد استحقاقه. إن أحد الأجناس الرئيسة المبكرة، السبريجينا Spriggina سمي على شرفه، بالإضافة إلى عدة أنواع، وصار الكل معروفاً باسم الحياة الحيوانية لإدياكاران، وهي اسم التلال التي بحث فيها. في ذلك الوقت - على أي حال - كانت قد انتهت منذ وقت طويل عمليات صيد سبريج للأحافير. فبعد أن هجر الجيولوجيا أسس شركة نفط ناجحة وأخيراً تقاعد في عزبة في سلاسل الفلنדרز التي يحبها، حيث أنشأ ذخيرة من الحياة البرية. توفى في عام 1994 رجلاً غنياً.



الفصل الثاني والعشرون

وداعاً لكل هذا

حين نفكر في الأمر من منظور إنساني، ومن الصعب أن نفكر عبر أي شيء آخر غير، فإن الحياة أمر غريب. لم تستطع الانتظار كي تستمر، ولكن بعد أن انطلقت، بدت مستعجلة كي تتحرك.

فكروا بالأشنة. إن الأشنة هي أصعب المتعضيات تمييزاً على الأرض، ولكن بين الأقل طموحاً. تنمو بسعادة كافية في فناء كنيسة مشمس، ولكنها تزدهر خاصة في بيئات لا يذهب إليها أي متعض آخر: على قمم الجبال العاصفة وفي الأراضي القطبية المقفرة، وأينما كان القليل من الصخر والمطر والبرد، ولا يوجد تنافس. ففي مناطق أناركتيكة حيث في الحقيقة لن ينمو أي شيء آخر، تجد مناطق واسعة من الأشنيات 400 نوع منها تتمسك بإخلاص بكل صخرة تجلدها الريح.

لم يستطع الناس فهم «كيف فعلت ذلك لوقت طويل»؟. ونظراً لأن الأشنيات تنمو على الصخر العاري دون غذاء واضح أو إنتاج بذور، فإن كثيراً من الناس المتعلمين اعتقدوا أنها كانت صخوراً علققت في عملية التحول إلى نباتات. وقد قال أحد المراقبين، في 1819 ويدعى الدكتور هورنستشيتش: «إن الحجر غير المتعضي يصبح نبتة حية تلقائياً».

أظهر الفحص الدقيق أن الأشنيات كانت أكثر أهمية من كونها سحرية. فهي في الحقيقة شراكة بين الفطريات والأشنة. إن الفطريات تطرح أحماضاً تحل سطح الصخرة، محررة معادن تحولها الأشنيات إلى طعام كافٍ لتغذية كليهما. وهذا ليس ترتيباً مثيراً جداً، ولكنه ناجح على ما يبدو. وفي العالم أكثر من عشرين ألف نوع من الأشنة.

إن الأشنيات بطيئة النمو على غرار معظم الأشياء التي تزدهر في البيئات القاسية. ويمكن أن تستغرق الأشنة أكثر من نصف قرن لتصبح بحجم زرقميص. أما تلك التي

بحجم صحون الطعام، كما قال ديفد أنتبورو: «من المحتمل أن يكون عمرها مئات إن لم يكن آلاف السنوات». سيكون من الصعب تخيل وجود أقل تحقّقاً. يضيف أنتبورو: «إنها توجد فحسب وتشهد على الحقيقة المتحركة بأن الحياة حتى في شكلها الأبسط تحصل -على ما يبدو- من أجل نفسها فحسب».

من السهل أن نغفل هذه الفكرة بأن الحياة هي هذا فقط. فنحن نميل بوصفنا بشراً إلى الشعور بأنه لا بد أن للحياة هدفاً. لدينا خطط وتطلعات ورغبات. نريد أن نستفيد قدر الإمكان من كل الوجود المُسكر الذي مُنح لنا. ولكن ما هي الحياة بالنسبة لأشنة؟ مع ذلك إن دافعها إلى الوجود -إلى أن تكون- قوي كدافعنا ويقال: إنه أقوى منه. لوقيل لي: إنني سأمضي عقوداً كنمو فرويّ على صخرة في الغابات، أعتقد أنني سأفقد الإرادة من أجل الاستمرار. أما الأشنيات فلا تفقد الإرادة. فهي على غرار الأشياء الحية جميعها ستعاني من أي صعوبة، وتتحمّل أي إهانة من أجل وجود إضافي للحظة. إن الحياة باختصار، تريد أن تكون فحسب. ولكنها -وهنا نقطة في غاية الأهمية- لا تريد أن تكون في معظم الأحيان.

وهذا غريب قليلاً؛ لأن الحياة استغرقت وقتاً طويلاً كي تطور الطموحات. فإذا تخيلت الـ 4500 مليون عام من تاريخ الأرض مضغوطاً في يوم أرضي عادي، فإن الحياة عندئذ تبدأ باكراً جداً، نحو الرابعة صباحاً مع استيقاظ المتعضيات البسيطة الأحادية الخلية الأولى، ثم تتقدم في الست عشرة ساعة اللاحقة. لم تظهر الأرض أي شيء للكون سوى جلد غير مستقر من الميكروبات في الثامنة والنصف مساءً، حيث اليوم أكبر بخمس أو ست مرات. ثم في النهاية، تظهر نباتات البحر الأولى، تتبعها بعد عشرين دقيقة فتاديل البحر الأولى وحيوانات إدياكاران الغامضة التي رآها لأول مرة ريجينالد سبريج في أستراليا. وفي التاسعة وأربع دقائق مساءً تسبح ثلاثية المفاصل إلى المشهد، تتبعها على الفور كائنات برجيس شيل ذات الشكل. وتتماماً قبل العاشرة مساءً تبدأ النباتات بالظهور في الأرض. وحالاً بعد ذلك، ولم يبقَ من اليوم إلا ساعتان، تأتي كائنات الأرض.

وبفضل عشر دقائق أو ما يقارب ذلك من الطقس المعتدل، في العاشرة وأربع وعشرين دقيقة تغطي الأرض بالغابات المكوّنة للفحم، التي تمنحنا بقاياها كل فحمنا الحجري، وتظهر الحشرات المجنّحة الأولى. وتظهر الديناصورات في المشهد قبل الحادية عشرة مساءً وتسيطر نحو ثلاثة أرباع الساعة. وبعد منتصف الليل بواحد وعشرين دقيقة تتلاشى ويبدأ عصر الثدييات. وبيزغ البشر قبل منتصف الليل بدقيقة واحدة وسبع عشرة ثانية. إن كل تاريخنا المدون -على هذا الميزان- لن يكون أكثر من بضع ثوانٍ، ولن تستمر حياة بشرية واحدة أكثر من لحظة. وفي أثناء هذا اليوم المسرّع بشكل كبير، تتجرف القارات وتضطدم سوية في عنف طائش. تنشأ الجبال وتذوب، أحواض المحيطات تأتي وتذهب، أغطية الجليد تتقدم وتسحب. وفي المجمل، نحو ثلاث مرات كل دقيقة، في مكان ما على الكوكب يحدث انفجار ضوئي يحدد تأثير نيزك بحجم الذي صدم مانسون أو أكبر. والعجيب أن يبقى أي شيء على قيد الحياة في بيئة غير مستقرة ومضطربة كهذه. وفي الحقيقة، لا تحيا أشياء كثيرة طويلاً.

ربما كانت الطريقة الأكثر فاعلية لفهم جدّتنا الكبيرة كجزء من هذه الصورة التي تعود إلى 4.5 بلايين عام، هي أن تمد ذراعيك إلى الحد الأعلى وتتخيل ذلك العرض كتاريخ كامل للأرض. وعلى هذا الميزان، وبحسب جون مكفي في كتابه الحوض والسلسلة، إن المسافة من رؤوس أصابع يد إلى رسغ الأخرى هي سابقة للعصر الكمبري. إن كل الحياة المعقدة هي في يد واحدة، «وفي ضربة واحدة وبمبرد أظافر صغير تستطيع أن تستأصل التاريخ البشري».

لحسن الحظ، جاءت اللحظة، ولكن الفرص الجيدة سوف تحدث. لا أرغب في أن أقحم ملاحظة كثيفة في هذه النقطة، ولكن هناك صفة وثيقة الصلة بشكل كبير حيال الحياة على الأرض: إنها تتقرض. وربما هذا أحد الأسباب «لماذا كثير من الحياة ليس طموحاً بشكل كبير؟».

وهكذا في أي وقت تفعل الحياة شيئاً جسوراً فإنه يعدّ حدثاً مهماً، وكانت بعض المناسبات زاخرة بالأحداث أكثر مما حين انتقلت الحياة إلى المرحلة اللاحقة في قصتنا وخرجت من البحر.

كانت الأرض بيئةً مرعبة: حارة وجافة ومغمورة بالأشعة فوق البنفسجية، تفتقر إلى الحماس الذي يجعل الحركة في المياه سهلة نسبياً. وكي تعيش على اليابسة، كان على الكائنات أن تمر في تنقيحات بالجملة لأجسامها. أمسك بسمكة من أي طرف وسوف ترتخي من المنتصف، إن عظم ظهرها ضعيف جداً، بحيث لا يستطيع دعمها. كي تحيا خارج الماء، كانت الكائنات البحرية بحاجة إلى هندسة داخلية حاملة للأثقال، وليس إلى نوع التكيف الذي يحصل بين عشية وضحاها. قبل كل شيء، وبشكل أكثر وضوحاً، يجب على أي كائن بري أن يطور طريقة؛ كي يأخذ أوكسجينه بشكل مباشر من الجو بدل أن يصفيه من الماء. لم تكن هذه التحديات سهلة. ومن ناحية أخرى، كان هناك حافز جبار لمغادرة الماء: كان الماء يصبح خطراً. إن الالتحام البطيء للقارات في كتلة أرض واحدة، Pangea، كان يعني تقلصاً شديداً للخط الساحلي مما أدى إلى تقلص المثوى الساحلي. وهكذا كان التنافس وحشياً. كان هناك أيضاً نوع جديد غير مستقر من الوحوش المفترسة الآكلة لكل شيء في المشهد، وكانت مصممة بشكل كامل للهجوم، بحيث إنَّها لم تتغير في كل تلك الدهور الطويلة منذ ظهورها: كانت هذه أسماك القرش. لن يكون هناك أبداً وقت أكثر ملاءمة للعثور على بيئة بديلة للماء.

بدأت النباتات عملية استعمار الأرض منذ 450 مليون سنة، وكانت ترافقها عند الضرورة السوسة* الصغيرة، ومتعضيات أخرى كانت بحاجة إليها لتحطيم وإعادة استخدام المادة العضوية لصالحها. واستغرقت الحيوانات الأكبر وقتاً أطول للظهور، ولكن منذ نحو 400 مليون عام كانت تغامر بالخروج من الماء، أيضاً. وقد شجعتنا الرسوم المشهورة على تصور سكان الأرض الأوائل المغامرين كنوع من الأسماك الطموحة، شيء ما يشبه الخنفساء الحديثة التي تستطيع أن تنتقل من بركة موحلة إلى أخرى في أثناء الجفاف، أو ربما كالبرمائيات القواذب ذات الشكل المكتمل. وفي الحقيقة، إن المقيمين المرثيين الأوائل المتنقلين على الأرض الجافة كانوا يشبهون أكثر حمار قبان** على الأرجح. وهذه حشرات صغيرة (قشريات) تضطرب كثيراً حين تقلب صخرة أو جذع شجرة.

* حيوان مفصلي من العنكبوتيات، ذو جسم صغير بيضوي الشكل مكسو بالشعر. المترجم.

** دويبة صغيرة كثيرة القوائم. المترجم.

كانت الأوقات طيبة بالنسبة لأولئك الذين تعلموا أن يستنشقوا الأوكسجين من الجو. كانت مستويات الأوكسجين في العصر الديفوني والعصر الكربوني، حين بدأت الحياة الأرضية بالازدهار، مرتفعة بنسبة 35% (بالمقارنة مع 20% الآن). سمح هذا للحيوانات بأن تكبر بشكل لافت للنظر وبنحو سريع.

يحق لكم أن تتساءلوا «كيف يستطيع العلماء معرفة مستويات الأوكسجين منذ مئات الملايين من الأعوام؟» يكمن الجواب في حقل غامض قليلاً ولكنه ساذج يعرف باسم جيوكيمياء النظائر. احتشدت الكائنات الديفونية والكربونية في عوالم صغيرة سلّحت نفسها بأصداف حامية صغيرة. ثم -كما الآن- خلقت العوالم أصدافها عبر استنشاق الأوكسجين من الجو وخلطه مع عناصر أخرى مثل (الكربون خاصةً) لتشكيل مركبات مستمرة مثل كربونات الكالسيوم. إنها الخدعة الكيميائية نفسها التي تستمر (ونوقشت في مكان آخر في العلاقة مع) دورة الكربون ذات الأمد الطويل، وهي عملية لا تقدم قصة مثيرة ولكنها حيوية لخلق كوكب قابل للسكن.

تموت في هذه العملية المتعضيات الصغيرة جميعها وتدفع إلى قاع البحر، حيث تُضغط ببطء كي تصبح أحجاراً كلسية. وبين البنى الذرية الصغيرة التي تأخذها معها العوالم إلى القبر نظيران مستقران جداً هما الأوكسجين 16 والأوكسجين 18 (النظير ذرة بعدد غير سوي من النيوترونات). إلى هنا يأتي الجيوكيميائيون، ذلك أن النظائر تتراكم بسرعات مختلفة بحسب كمية الأوكسجين أو ثاني أكسيد الكربون التي في الجوار وقت إنشائها. وبمقارنة النسب القديمة لترسب النظيرين، يستطيع الجيوكيميائيون أن يقرؤوا الأوضاع في العالم القديم كمستويات الأوكسجين، ودرجة حرارة الجو والمحيط، وحد وتوقيت العصور الجليدية وأمور أخرى كثيرة. وعبر مزج اكتشافاتهم عن النظير مع رواسب أخرى أحفورية تشير إلى أوضاع أخرى كمستويات غبار الطلع (اللُّح) وغيرها، يستطيع العلماء -بثقة معتبرة- إعادة خلق مشاهد طبيعية كاملة لم يسبق أن رأتها العين البشرية.

إن السبب الرئيس لقدرة مستويات الأوكسجين على التشكل بقوة في أثناء مدة الحياة الأرضية الأولى، هو أن كثيراً من مشهد العالم كانت تهيمن عليه أشجار سرخس

علاقة ومستنقعات واسعة، والتي بسبب طبيعتها المستنقعية قاطعت عملية إعادة تصنيع الكربون العادية. وبدلاً من أن تتعفن بشكل كامل، تراكمت أوراق السرخس والمادة النباتية الأخرى في ترسبات غنية رطبة، ضُغِطت في النهاية إلى الأسرة الفحمية الكبيرة التي تغذي الآن كثيراً من النشاط الاقتصادي.

شجعت مستويات الأوكسجين المرتفعة جداً على النمو المفرط. إن الإشارة الأقدم إلى حيوان سطح سبق أن وُجد هو أثر تركه منذ 350 مليون سنة كائن يشبه الدودة الألفية على صخرة في أسكتلندا. كان أطول من متر. وقبل أن تنتهي الحقبة ستصل بعض الديدان الألفية إلى أطوال أكثر من ضعف هذا.

بوجود كائنات كهذه تجوس، ربما ليس من المفاجئ أن الحشرات في تلك المدة طورت خدعة تستطيع أن تبقىها بأمان خارج طلقة اللسان: لقد تعلّمت الطيران. لجأ بعضها إلى تلك الوسيلة الجديدة في التنقل بسهولة خارقة للطبيعة، بحيث إنَّها لم تغيّر تقنياتها في كل ذلك الوقت. ثم - كما الآن - استطاعت اليعاسيب أن تسافر بسرعة أعلى من 50 كيلومتراً في الساعة، وتتوقف على الفور، وتحوم، وتطير إلى الخلف، وترتفع إلى الأعلى أكثر بكثير، بشكل متناسب أكثر من أي آلة طيران اخترعها البشر. كتب أحد المعلقين: «وضعها القوى الجوية الأميركية في أنفاق هوائية؛ كي ترى كيف تفعلها، فيئست». تستهلك هي أيضاً الهواء الغني. ونمت اليعاسيب في الغابات الكربونية وصارت بحجم الغربان. وحققت الأشجار ونباتات أخرى أحجاماً فائقة للطبيعة. نما نبات ذنب الخيل والسرخس إلى ارتفاع 15 متراً، ووصل نبات رجل الذئب إلى ارتفاع 40 متراً.

إن الفقاريات الأرضية الأولى أي حيوانات اليااسة الأولى التي اشتققنا منها هي لغز. ويعود هذا جزئياً إلى نقص الأحافير ذات الصلة، وإلى شخص سويدي غريب يدعى إريك جارفيك، الذي عرقلت تفسيراته الغريبة وأسلوبه السري التقدم في هذه المسألة تقريباً مدة نصف قرن. كان جارفيك جزءاً من فريق من الباحثين السويديين الذين ذهبوا إلى غرينلندا في الثلاثينيات والأربعينيات؛ بحثاً عن أحافير الأسماك. كانوا يبحثون خاصة عن الأسماك الهدائية الزعانف من النمط، الذي من المفترض أنه سلف لنا ولكل الكائنات الأخرى التي تسير، والتي تعرف باسم رباعية الأرجل.

إن الحيوانات معظمها هي رباعية الأرجل، وتشترك رباعيات الأرجل الحية جميعها في شيء واحد: لها أربعة أعضاء، وكل منها ينتهي في حد أعلى من خمسة أصابع ليد أو القدم. فالديناصورات والحيتان والطيور والبشر، وحتى الأسماك كلها رباعية الأرجل، مما يوحي بوضوح أنهم أتوا من سلف واحد مشترك. وافترض أن مفتاح هذا السلف المشترك يمكن العثور عليه في العصر الديفوني، منذ 400 مليون سنة. وقبل ذلك الوقت لم يسر أي شيء على الأرض. وبعد ذلك الوقت فعلت كثير من الحيوانات ذلك. ولحسن الحظ عثر الفريق على مخلوق كهذا، وهو حيوان طوله متر يدعى *Ichthyostega*. أوكل تحليل الأحفور إلى جارفيك، الذي بدأ دراسته في 1948 وواظب عليها حتى الأعوام الثمانية والأربعين اللاحقة. ولسوء الحظ، رفض جارفيك أن يسمح لأي شخص آخر بأن يدرس هذا الحيوان الرباعي الأقدام. وكان على علماء الإحاثة في العالم أن يرضوا ببحثين تمهيديين مؤقتين، قال فيهما جارفيك: إن للحيوان خمس أصابع في كل من أعضائه الأربعة، مؤكداً أهميته كسلف.

توفي جارفيك في 1998. بعد موته فحص علماء إحاثة آخرون بلهفة العينة واكتشفوا أن جارفيك أخطأ في إحصاء أصابع اليدين والقدمين، كان هناك في الحقيقة ثمانية في كل عضو، وأخفق في أن يلحظ أن السمكة لم يكن بوسعها السير. كانت بنية الزعنفة ضعيفة، بحيث إنَّها كانت ستتهار تحت ثقلها. ولا حاجة للقول: إن هذا لم يفعل كثيراً كي يطوّر فهمنا لحيوانات البر الأولى. واليوم هناك ثلاثة رباعيات أرجل قديمة معروفة ولكن لا أحد منها له أصابع. باختصار، لا نعرف تماماً من أين أتينا.

لكننا أتينا، بالرغم من أن الوصول إلى حالتنا الحاضرة من العلو لم تكن دوماً مباشرة. ومنذ أن بدأت الحياة على اليابسة، تألفت من أربع سلالات ضخمة، كما تُدعى أحياناً. كانت الأولى تتألف من القواذب والزواحف البدائية المتثاقلة ولكن أحياناً الضخمة والجبارة. وكان الحيوان المعروف بشكل أفضل في هذا العصر هو الديرمترودون *Dimertrodon*، وهو حيوان مائي يخلط بشكل شائع مع الديناصور (كذلك في شرح لصورة في كتاب كارل ساغان النيزك). كان الديرمترودون في الحقيقة سايناسبسيد *a synapsid*. وهكذا، في إحدى المرات، كنا. كانت السايناسبسيد

synapsids أحد الأقسام الرئيسية الأربعة لحياة الزواحف الأولى، كانت الأخرى الأنابسيديس anapsids، واليورابسيديس euryapsids، والديابسيديس diapsids. وتشير الأسماء ببساطة إلى عدد وموقع الثقوب الصغيرة التي اكتُشفت في جوانب جماجم مالكيها. كان في السايانابسيديس synapsids ثقب واحد في الصدغ السفلي؛ وكان في الديابسيديس diapsids اثنان؛ وكان في اليورابسيديس euryapsids ثقب واحد في الأعلى.

ومع مرور الزمن، انقسمت كل من هذه المجموعات الرئيسية إلى مزيد من الأقسام الفرعية، منها ازدهر ومنها كان ضعيفاً. نشأ عن الأنابسيديس anapsids السلاحف، التي ظهرت وربما من غير المرجح قليلاً في وضعية الهيمنة لتصبح أكثر حيوانات الكوكب تقدماً وفتكاً، قبل أن تقوم هزيمة تطورية منكرة بجعلها تظل مستمرة بدلاً من مهيمنة. وانقسمت synapsids إلى أربعة جداول، عاش واحد منها إلى ما بعد الدهر البرمي. ولحسن الحظ، كان هذا هو الجدول الذي ننتمي إليه، وتطور إلى عائلة من الثدييات البدائية التي تُعرف باسم الثيرابسيديس therapsids. وشكّلت هذه السلالة الكبيرة 2.

ولسوء حظ الثيرابسيديس therapsids، فإن أبناء عموماتها من الديابسيديس diapsids كانت أيضاً تتطور بشكل منتج إلى ديناصورات (بين أمور أخرى)، مما برهن بالتدرج أن هذا ليس لصالح الثيرابسيديس therapsids. تلاشت الثيرابسيديس therapsids بالجملة من السجل؛ لأنها لم تكن قادرة على التنافس المباشر مع هذه الكائنات الجديدة العداونية. وتطورت قلّة - على أي حال - إلى كائنات صغيرة، مستكنة في جحر، وفرادية تحملت زمنها لوقت طويل حين كانت ثدييات صغيرة. لم ينمّ أكبرها إلى حجم قطة منزلية ومعظمها لم يكن أكبر من الفئران. وفي النهاية، هذا سيبرهن على خلاصها، ولكن كان عليها الانتظار 150 مليون سنة للسلالة الكبيرة 3، عصر الديناصورات، كي تنقرض فجأة وتفسح المجال للسلالة الكبيرة 4 وعصرنا من الحيوانات الثديية.

كانت التحولات الضخمة - الأصغر منها أيضاً - تعتمد محرك التقدم المهم بشكل ينطوي على مفارقة: الانقراض. وإنها لحقيقة غريبة أن موت الأنواع على الأرض هو - بالمعنى الأكثر حرفية - طريقة للحياة. لا أحد يعرف كم من أنواع المتعضيات وُجدت منذ أن بدأت الحياة. إن ثلاثين بليون هو الرقم الذي يُذكر بشكل شائع. ومهما كان الحاصل الكلي، فإن 99.99% من الأنواع جميعها التي سبق أن عاشت لم تعد معنا. قال ديفد راوب David Raub من جامعة شيكاغو: «لدى التقدير الأول إن كل الأنواع منقرضة». بالنسبة للمتعضيات المعقدة، إن متوسط الحياة هو نحو 4 ملايين سنة، تقريباً حيث نحن الآن.

إن الانقراض هو دوماً أنباء سيئة للضحايا بالطبع، ولكن يبدو أنه شيء جيد لكوكب دينامي. ويقول إيان تاترسال من المتحف الأميركي للتاريخ الطبيعي: «إن بديل الانقراض هو الركود، والركود نادراً ما يكون شيئاً جيداً في أي حقل». (ربما يجب أن أنبه أننا نتحدث هنا عن الانقراض على أنه عملية طبيعية على المدى الطويل. إن الانقراض الذي يسببه الإهمال البشري هو مسألة أخرى تماماً).

ترتبط الأزمات في تاريخ الأرض بشكل متنوع بقفزات (درامية) فيما بعد. إن سقوط حيوانات إدياكاران تبعه الانفجار الخلاق للعصر الكمبري. أما الانقراض الأردفيشي الذي حدث منذ 440 مليون سنة، فقد نظف المحيطات من كثير من الحيوانات غير القادرة على الحركة التي تتغذى عبر مصفاة، وأنشأ - نوعاً ما - أوضاعاً فضلت الأسماك المريشة والزواحف المائية العملاقة. وكانت هذه بدورها في موقع مثالي كي ترسل المستعمرين إلى اليابسة حين منح ثوران آخر في العصر الديفوني المتأخر الحياة هزة صاخبة. وهكذا حدث في فواصل متقطعة عبر التاريخ. فلو أن هذه الحوادث معظمها لم تحصل تماماً في الموعد الذي حدثت فيه، لكان من المؤكد أننا لن نكون موجودين هنا الآن.

شهدت الأرض خمسة حوادث انقراض رئيسة في زمنها الأردفيشي، والديفوني، والبرمي، والترياسي، والطباشيري، في هذا الترتيب وكثيراً من الانقراضات الصغيرة. حدث الانقراض الأردفيشي (منذ 440 مليون سنة) والديفوني (منذ 365 مليون سنة)

قضى كل منهما على 80 إلى 85% من الأنواع. حدث الترياسي (منذ 210 مليون سنة) والطباشيري (منذ 65 مليون سنة) وقضى كل منهما على 70 - 75% من الأنواع. ولكن الحدث الأكبر كان الانقراض البرمي الذي حدث منذ نحو 245 مليون سنة، وأسدل الستار على العمر الطويل للديناصورات. وفي الانقراض البرمي، غادر على الأقل 95% من الحيوانات المعروفة في سجل الأحافير الوجود كي لا تعود أبداً. وانقرض ثلث نوع الحشرات، وهذه هي المناسبة الوحيدة التي فقدت فيها بالجملة. وهذا قريب من الانقراض الكلي.

قال رتشارد فورتى: «كان في الحقيقة انقراضاً جماعياً، مذبحه لم تشهد لها الأرض مثيلاً». كان الحدث البرمي مدمراً خاصةً لمخلوقات البحر. تلاشت ثلاثية المفاصل كلها. وانقرضت البطلينوسات وقنافذ البحر تقريباً. صُغقت المتعضيات البحرية جميعها، وسواء في الماء وعلى اليابسة، اعتُقد أن الأرض فقدت 52% من عائلاتها وهذا مستوى فوق الجنس وتحت الرتبة بوزن الحياة (موضوع الفصل اللاحق)، وربما فقدت 96% من كل أنواعها. وسيمر وقت طويل 80 مليون عام قبل أن تنتعش الأعداد الكلية للأنواع.

يجب أن نبقى نقطتين في أذهاننا. الأولى، إن كل هذه تخمينات علمية. تتراوح التقديرات عن عدد الأنواع الحيوانية الحية في نهاية العصر البرمي من العدد المنخفض 45,000 إلى العدد المرتفع 240,000. إذا كنت لا تعرف كم من الأنواع كانت حية، بالكاد تستطيع أن تحدد بقناعة نسبة تلك التي هلكت. فضلاً عن ذلك، نحن نتحدث عن موت الأنواع، وليس الأفراد. بالنسبة للأفراد يمكن أن يكون عدد الوفيات أعلى بكثير، وفي كثير من الحالات، كلياً. وتدين الأنواع التي بقيت حتى الطور اللاحق من قرعة (يانصيب) الحياة بوجودها إلى بعض الناجين المروّعين والمنهكين.

وبين أوقات القتل الكبيرة، حدثت انقراضات أصغر كثيرة ومجهولة الهمفيلية Hemphillian، والفامية Famennian، والفرنزية Frasnian، والرانكولابريان RanchoLabrean ومجموعة من الانقراضات الأخرى التي لم تكن مدمرة للأنواع الكلية جميعها، وإنما ضربت سكاناً معيّنين بشكل خطر في غالب الأحيان. اختفت

الحيوانات التي ترعى، وبينها الأحصنة، تقريباً في الانقراض الهمفيلي منذ خمسة ملايين عام. وانحدرت الأحصنة إلى نوع واحد، ظهر بشكل متقطع في سجل الأحافير كأنه يريد أن يوحي أنه تأرجح لبعض الوقت على حافة النسيان. تخيلوا التاريخ البشري دون أحصنة، دون حيوانات ترعى.

ومن المحير أننا لا نملك تقريباً - في الحالات جميعها - فكرة عن أسباب الانقراضات الكبيرة والأكثر تواضعاً. فحتى بعد تعرية النظريات الأكثر جنوناً لا يزال هناك المزيد من النظريات بشأن سبب حوادث الانقراض، أكثر مما كان هناك حوادث. ولكن هناك أسباب تم تحديدها كعلل أو أسباب رئيسة، وهي ازدياد حرارة الأرض، وازدياد برودتها، ومستويات البحر المتغيرة، ونضوب الأوكسجين من البحار (وهذا وضع يُعرف باسم الأنوكسيا)، والأوبئة، والتسربات الكبيرة لغاز الميثان من قاع البحر، والاصطدامات النيزكية، والأعاصير الجبارة مثل الهايبركينز hypercanes، والثورانات البركانية الضخمة والشواظ الشمسي الكارثي.

إن هذا الأخير هو بشكل خاص احتمال مثير للاهتمام. لا أحد يعرف كم يمكن أن يكون حجم الشواظ الشمسي؛ لأننا كنا نراقبه فحسب منذ بداية عصر الفضاء، ولكن الشمس آلة جبارة وعواصفها ضخمة. إن شواظاً شمسياً عادياً شيء لن نلاحظه حتى على الأرض سيطلق طاقة مساوية لبلبلون قنبلة هيدروجينية، ويقذف في الفضاء مئة مليون طن من الجزيئات القاتلة ذات الطاقة العالية. إن الغلاف المغناطيسي والغلاف الجوي يطردان الشواظ إلى الفضاء، أو يوجهانه بأمان نحو القطبين (حيث ينتج الأشفاق القطبية الشمالية والجنوبية الجميلة)، ولكن يُعتقد أن انفجاراً كبيراً غير مألوف، لنقل أكبر من الشواظ المعتاد بمئة مرة، يمكن أن يقضي على دفاعاتنا الأثرية. إن عرض الضوء سيكون عظيماً، ولكنه سيقتل فوراً بالتأكيد نسبة عالية جداً من كل من ينعم بوجهه. فضلاً عن ذلك، والأكثر إخافة، بحسب بروس تسوروتاني من مخبر الدفع النفاثي في وكالة ناسا: «لن يترك أثراً من التاريخ».

إن هذا يقودنا - كما عبر أحد الباحثين عن الأمر - إلى «أطنان من التخمين وقليل جداً من الأدلة». ويبدو كأن التبريد مرتبط بثلاثة حوادث انقراض على الأقل

الأوردفوشي، والديفوني والبرمي، ولكن لا يُقبل عامة غير هذا، بما فيه إن كانت حادثة معينة قد حدثت بسرعة أو ببطء. لا يستطيع العلماء الاتفاق، مثلاً إن كان الانقراض الديفوني المتأخر الحدث الذي تبعه تحرك الفقاريات على الأرض حدث طوال ملايين السنين، أو آلاف السنين أو في يوم واحد.

إن أحد أسباب صعوبة تقديم شروح مقنعة للانقراضات هو إنه من الصعب جداً إبادة الحياة على نطاق واسع. وكما رأينا من اصطدام مانسون، يمكن أن تتلقى الحياة ضربة عنيفة، ومع ذلك تقوم بانتعاش كامل، حتى لو افترضنا أنه غير مستقر. وهكذا لماذا - من بين آلاف الاصطدامات جميعها التي تحملتها الأرض - كان اصطدام كي تي KT الذي حدث منذ 65 مليون سنة، الذي حل بالديناصورات، مدمراً بشكل شاذ؟ حسناً أولاً، كان ضخماً وهائلاً. ضرب بقوة 100 ميغاطن. ليس من السهل تخيل انفجار كهذا، ولكن كما أشار جيمس لورنس باول، إذا فجرت قنبلة بحجم قنبلة هيروشيما لكل شخص يعيش على الأرض اليوم، فسيظل ينقصك نحو بليون قنبلة لتحديث أثر اصطدام كي تي. مع ذلك، حتى هذا وحده يمكن ألا يكون كافياً للقضاء على 70% من حياة الأرض، بما فيه الديناصورات.

كان لنيزك كي تي فائدة إضافية، إذا كنت من الثدييات، فهي أنه نزل في بحر قليل العمق لا يبلغ عمقه إلا 100 متر، وعلى الأرجح في الزاوية الصحيحة، في وقت كانت فيه مستويات الأوكسجين أعلى بنسبة 10% من الوقت الحاضر، وهكذا كان العالم قابلاً للاحتراق أكثر. وقبل كل شيء، كان قاع البحر حيث نزل مصنوعاً من الصخور الغنية بالكبريت. كانت النتيجة اصطداماً غير منطقة من قاع البحر بحجم بلجيكة إلى ذريرات دقيقة من حمض الكبريتيك. بعد شهور، خضعت الأرض لأمطار حمضية بما يكفي لحرق الجلد.

بمعنى ما، هناك سؤال أهم من: «ما الذي قضى على 70% من الأنواع التي كانت موجودة في ذلك الوقت؟» وهو: «كيف استطاعت الثلاثون بالمئة المتبقية النجاة؟» لماذا قضى الحدث على الديناصورات جميعها دون استثناء، بينما نجت زواحف أخرى كالثعابين والتماسيح؟ لم تنقرض أي أنواع من الضفادع والسماطل والسمادر أو قواذب أخرى في أمريكا الشمالية. «لماذا بزغت هذه الكائنات الحساسة سليمة من كارثة

كهذه لا نظير لها»، كما سأل تيم فلانيري في كتابه المذهل عن أمريكا ما قبل التاريخ، (الحدود الأبدية).

كانت القصة نفسها تحدث في البحار. تلاشت الأمونيّة جميعها (رخويات منقرضة)، ولكن أبناء عمومته النوتيات nautiloids - التي عاشت نمط حياة مشابهاً - نجت. ومن العوالم، انقرضت بعض الأنواع 92% من المنخريات، مثلاً بينما كانت متعضيات أخرى مثل الدياتوم - المصممة لخطة مشابهة التي تعيش إلى جانبها - سليمة نسبياً.

هذه تناقضات صعبة. وكما يقول رتشارد فورتى: «لم يبدو نوعاً ما مقنعاً أن ندعوها فقط بـ «المحظوظة» ونتركها عند هذا». إذا - كما يبدو من المحتمل بشكل كامل - تبع الحدث أشهر من الدخان المظلم الخانق، فهذا يعني أن كثيراً من الحشرات الناجية لن تستفيد. قال فورتى: «إن بعض الحشرات كالخنافس تستطيع العيش على الخشب أو أي شيء في الجوار. ولكن ماذا عن تلك التي كالنحل، التي تسافر في ضوء الشمس وتحتاج إلى غبار الطلع؟ ليس من السهل شرح سبب نجاتها».

قبل كل شيء، هناك المرجان. يحتاج المرجان إلى الأشنة كي يحيا وتحتاج الأشنة إلى ضوء الشمس، ويحتاج كلاهما إلى حد أدنى ثابت من درجة الحرارة. لقد حظي بكثير من الشهرة في الأعوام القليلة الماضية، القول: إن موت المرجان ناجم عن تغيرات في درجة حرارة البحر درجة أو ما يقارب ذلك. إذا كانت مهددة من تغيرات بسيطة، فكيف نجت من شتاء الاصطدام الطويل؟

هناك أيضاً كثير من التنوعات الإقليمية التي من الصعب شرحها. تبدو الانقراضات أقل حدة بكثير في نصف الكرة الجنوبي مما هو الأمر في نصف الكرة الشمالي. يبدو أن نيوزلندا قد نجت بشكل كامل ومع ذلك ليس فيها حيوانات جحور. حتى نباتاتها نجت بشكل كامل، ومع ذلك فإن وزن الحريق الهائل في الأمكنة الأخرى يوحي بأن الدمار كان على مستوى الكون. باختصار، هناك كثير الذي لا نعرفه.

ازدهرت بعض الحيوانات بشكل كامل، بما فيه - شكل مدهش قليلاً - السلاحف مرة أخرى. وقال فلانيري: إن المدة التي أعقبت فوراً انقراض الديناصورات يمكن أن

تعرف بشكل جيد باسم عصر السلاحف. نجا ستة عشر نوعاً في أمريكا الشمالية، ثم ظهرت ثلاثة أنواع أخرى.

كان البقاء في المنزل في الشتاء مساعداً على ما يبدو. قضى اصطدام كي تي على 90% من الأنواع الأرضية تقريباً، وعلى 10% فقط من تلك التي كانت تعيش في المياه العذبة. فقد قدم الماء الحماية ضد الحرارة واللهب، ولكن من المفترض أيضاً أنه قدم الغذاء في المدة القاحلة التي تلت تبعثها. كانت حيوانات البر جميعاً التي نجت تمتلك عادة التراجع إلى بيئة أكثر أمناً في أوقات الخطر إلى الماء، أو إلى تحت الأرض قدم كل منهما مأوى معتبراً ضد التخريب الخارجي. إن الحيوانات التي تتبعت القمامة من أجل أن تحيا لا بد أنها تمتعت أيضاً بفائدة. كانت العضاءات، ولا تزال، كتيمة بشكل كبير على البكتيريا في الجثث المتآكلة. وكانت غالباً ما تشد إليها، وكان هناك كثير من الجثث المتعفنة لوقت طويل.

غالباً ما يُقال على نحو خاطئ: إن الحيوانات الصغيرة فحسب نجت من حادث كي تي. في الحقيقة، كان بين الناجين التماسيح، التي لم تكن كبيرة فحسب وإنما أكبر مما هي عليه الآن بثلاثة أمتار. وفي المجمل -من الصحيح- كان معظم الناجين صفاراً وماكرين. إذا كان العالم مظلماً ومعادياً فهذا هو الوقت المثالي كي تكون صغيراً، وثابت الحرارة، وناشطاً في الليل، ومرناً في الغذاء وحذراً بطبيعتك: الصفات ذاتها التي ميّزت أسلافنا من الثدييات. فلو كان تطورنا أكثر تقدماً، لكننا انقرضنا على الأرجح. وبدلاً من ذلك، وجدت الثدييات نفسها في عالم كانت مناسبة له كأي شيء حي.

على أي حال، لم يبدُ كأن الثدييات اندفعت نحو الأمام كي تملأ كل مشكاة. قال عالم الإحاثة والبيولوجيا ستيفن م. ستانلي: «إن النشوء يمكن أن يمقت الفراغ، ولكن غالباً ما يستغرق الأمر وقتاً طويلاً للملئه». ربما بقيت الثدييات صغيرة حذرة مدة عشرة ملايين عام. وفي بداية العصر التثلي (العصر الأول من الدهر الحديث)، لو كنت بحجم هرة بريّة لكان بوسعك أن تكون ملكاً.

حالما انطلقت الثدييات توسّعت بشكل كبير، وأحياناً إلى درجة منافية للطبيعة والعقل. كان هناك لبعض الوقت خزائير غينية بحجم كركدنات وكركدنات بحجم

منزل بطابقين. وأينما كان هناك فراغ في سلسلة الحيوانات الضارية، كانت الثدييات تتشأ (بالمعنى الحر في غالباً) كي تملأه. إن الأعضاء الأوائل من حيوانات الراكون (الغريير الأميركي) هاجرت إلى جنوب أمريكا، اكتشفت فراغاً، وتطورت إلى حيوانات بحجم الدب ووحشيتها. ازدهرت الطيور أيضاً بشكل غير متناسب. فطوال ملايين السنين، كان هناك طائر عملاق، لا يطير، لاحم يُدعى تيتانيس Titanis، ومن المحتمل أنه كان الحيوان الأكثر وحشية في أمريكا الشمالية. كان بالتأكيد الطائر الأكثر إثارة للخوف الذي سبق أن وُجد. كان ارتفاعه ثلاثة أمتار، ويزن أكثر من 350 كيلوغراماً، وله منقار يستطيع أن يقطع رأس أي شيء يزعجه. عاشت عائلته مهيمنة خمسين مليون سنة، ولكن لم يعرف أحد أنه وُجد إلى أن عثر على هيكل عظمي له في فلوريدا عام 1963.

يقودنا هذا إلى سبب آخر لعدم يقيننا بالانقراضات: ضالة سجل الأحافير. تحدثنا سابقاً عن صعوبة تحول أي مجموعة من العظام إلى أحافير، ولكن السجل سيئ بالفعل أكثر مما نتصور. فكروا في الديناصورات. إن المتاحف تقدم انطباعاً بأنه لدينا وفرة عالمية من أحافير الديناصورات. في الواقع إن عروض المتاحف الطاغية هي اصطناعية. إن الديناصور العاشب العملاق الذي يهيمن على مدخل صالة متحف التاريخ الطبيعي في لندن، الذي أمتع وعلم أجيالاً من الزوار مصنوع بشكل كامل من الجص. بني عام 1903 في بترسبرغ وقدمه إلى المتحف أندرو كانريجي. أما صالة الدخول في المتحف الأميركي للتاريخ الطبيعي في نيويورك فيهيمن عليها مشهد أكثر عظمة: هيكل عظمي لباروسوروس Barosaurus ضخم يدافع عن طفله من هجوم ألسوروس allosaurus طائر وبارز الأسنان. إنه عرض مؤثر بشكل رائع. يبلغ ارتفاع الباروسوروس 9 أمتار، ولكنه مزيف بشكل كامل. إن كل عظم من العظام المعروضة التي يبلغ عددها عدة مئات هي مصبوبة. زوروا أي متحف تاريخ طبيعي ضخم في العالم في باريس وفيينا وفرانكفورت وبوينس آيرس ومكسيكو سيتي وما سيستقبلكم هي أشكال قديمة وليس عظاماً قديمة.

لا نعرف في الواقع كثيراً عن الديناصورات. لم يحدد من مجمل عصر الديناصورات إلا ألف نوع (عرف نصفها تقريباً من عينة واحدة)، التي هي ربع عدد الأنواع الثديية

الحياة اليوم تقريباً. ضُوعوا في أذهانكم أن الديناصورات حكمت الأرض أكثر من الثدييات بثلاث مرات تقريباً، وهكذا فإما أن الديناصورات كانت غير منتجة للأنواع بشكل لافت، أو ربما بالكاد خدشنا السطح (إذا استخدمنا الكليشيه الطيعة بشكل لا يُقاوم).

لم يُعثر على أحفور واحد طوال ملايين السنين في أثناء عصر الديناصورات. حتى في العصر الطباشيري العصر الذي دُرُس أكثر من غيره هناك، بفضل اهتمامنا الطويل بالديناصورات وانقراضها، نعلم أن نحو ثلاثة أرباع من كل الأنواع التي عاشت لم تكتشف بعد. من المحتمل أن حيوانات أكبر من الديناصورات العاشبة أو أكثر مقبلاً من التيرانوصورات (ديناصورات ضخمة لاحمة) طافت على الأرض بالآلاف، ويمكن ألا نعرف ذلك أبداً. وحتى وقت متأخر جداً، جاء كل ما هو معروف عن الديناصورات في هذا العصر من نحو ثلاث مئة عيّنة فقط تمثل ستة عشر نوعاً. قادت ضائلة السجل إلى اعتقاد واسع الانتشار بأن الديناصورات كانت في طريقها إلى الانقراض حين حصل اصطدام كي تي.

في أواخر الثمانينيات قرر عالم إحاثة من متحف ميلوكي العام يدعى بيتر شيهان القيام بتجربة. مستخدماً 200 متطوع، قام بإحصاء مجهد لمنطقة محددة جيداً ومنتقاة، جيداً هي (هل كريك فورميشين) في مونتانا. غربل المتطوعون بدقة، وجمعوا كل الأسنان والفقرات وقشور العظام، وكل ما أهمله المنقبون السابقون. استغرق العمل ثلاث سنوات. حين انتهوا، اكتشفوا أنهم ضاعفوا أكثر من ثلاث مرات من أجل الكوكب عدد أحافير الديناصورات من أواخر العصر الطباشيري. ووصل المسح إلى أن الديناصورات بقيت عديدة حتى زمن اصطدام كي تي. وقال شيهان: «ليس هناك سبب للاعتقاد بأن الديناصورات كانت تنفق بالتدرج في أثناء الأعوام الثلاثة ملايين الأخيرة من العصر الطباشيري».

نحن معتادون على نظرية حتميتنا بوصفنا نوعاً مهيمناً على الحياة، بحيث من الصعب أن نفهم أننا هنا بسبب انفجارات فضائية حدثت في الوقت المناسب، وحظوظ

أخرى عشوائية. إن الشيء الوحيد الذي نشترك فيه مع كل الأشياء الأخرى الحية هو أنه مدة أربعة بلايين عام تقريباً، نجح أسلافنا في الانزلاق عبر سلسلة من الأبواب المغلقة في كل مرة احتجنا إلى قيامهم بذلك. وقد عبر ستيفن جي جولد عن الأمر بشكل بارع الإيجاز في سطر معروف جيداً: «إن البشر هم هنا اليوم؛ لأن خطنا الخاص لم يتشظّ مرة واحدة في أي من النقاط البليون، التي كان من الممكن أن تمحونا من التاريخ».

بدأنا هذا الفصل بثلاث نقاط: الحياة تريد أن تكون؛ الحياة لا تريد دوماً أن تكون كثيراً؛ الحياة تنقرض بين وقت وآخر. يمكن أن نضيف إلى هذا نقطة رابعة: الحياة تستمر. وغالباً - كما سنرى - تستمر بطرق مذهلة بلا جدال.



الفصل الثالث والعشرون

غنى الوجود

في متحف التاريخ الطبيعي في لندن، ودخلتجاويف مضاءة من الداخل في المعابر، أو بين علب زجاجية من المعادن وبيض النعام والأشياء المتناثرة بغير انتظام، التي تعود إلى قرن أو أكثر، تتوزع أبواب مغلقة، لا تجذب انتباه الزوّار. وبين فينة وأخرى يمكن أن تشاهد شخصاً ما شارداً ويشعر فوضوي بشكل متعمد وممتع. إنه أحد الباحثين الذي يبرز من الأبواب ويسرع عبر ممر، كي يختفي عبر باب آخر أبعد بقليل، ولكن هذا حدث نادر نسبياً. ففي معظم الأحيان تبقى الأبواب مغلقة، ولا تمنح تلميحاً أنه يوجد خلفها متحف طبيعي آخر مماثل أكبر وأروع من ذلك الذي يعرفه العامة ويعشقونه.

يحتوي متحف التاريخ الطبيعي على سبعين مليون شيء من ميادين الحياة وزوايا الكوكب جميعها، ويضاف إلى المجموعة مئة ألف شيء كل عام، ولا يمكن أن تفهم أي كنز منزلي يمثله هذا المخزن إلا خلف الستائر. ففي غرف طويلة مملأى برفوف قريبة من بعضها يُحفظ عشرات الآلاف من الحيوانات المخللة في الزجاجات، وملايين الحشرات مثبتة على مربعات من الأوراق، وأدراج من الرخويات البرّاقة، وعظام ديناصورات، وجماجم بشر أوائل، وطيّات لا تنتهي من النباتات المضغوطة بأناقة. يبدو الأمر قليلاً وكأنك تتجول في دماغ دارون. إن غرفة الكحول وحدها تحتوي على رفوف عليها أوّانٍ فوق أخرى فيها حيوانات محفوظة في الكحول المميثل.

ثمة عينات جمعها جوزف بانكس من أستراليا، وألكسندر فون همبولتمن من الأمازون ودارون في رحلة البيجل، وكثير من الأشياء الأخرى التي هي إما نادرة جداً أو مهمة تاريخياً أو كلا الأمرين. يحب كثير من الأشخاص اقتناء أمور كهذه. وهناك قلة تقتني مثلها. وفي عام 1954 حصل المتحف على مجموعة مميزة من الطيور من عزبة

جامع مخلص يدعى رتشارد ماينرتزاغن Richard Meinertzhagen، الذي ألف كتاب (طيور شبه الجزيرة العربية)، بالإضافة إلى أبحاث أخرى. كان من المسهمين المخلصين في المتحف طوال سنوات، وكان يأتي يومياً كي يسجل ملاحظات لتأليف كتبه ودراساته. حين وصلت الصناديق قام أوصياء المتحف بفتحها بلهفة؛ كي يشاهدوا ما تُرك وقد فوجئوا، إذ قلنا بخفة، حين اكتشفوا أن عدداً ضخماً من العينات كانت تحمل اسم المتحف نفسه. وتبين أن السيد ماينرتزاغن كان يأخذ من مجموعتهم طوال سنوات. وهذا فسّر سبب ارتدائه لمعطف ضخم في أثناء الطقس الدافئ.

بعد بضع سنوات قبض على زائر منتظم عجوز في قسم الرخويات «كان سيذاً مميزاً»، كما قيل لي وهو يضع أصدافاً بحرية قيّمة في السيقان المجوفة لعكازه.

«لا أفترض أن هناك أي شيء لا يشتهيّه شخص ما في مكان ما»، قال رتشارد فورتي وهو يفكر فيما كان يقودني في زيارة للعالم الساحر، الذي خلف الستائر في المتحف. تجولنا عبر أقسام مشوشة حيث كان أشخاص يجلسون حول طاوولات ضخمة منكبين على القيام باستقصاءات عن المفصليات وسعف النخل وعلب من العظام المصفرة. كان هناك في الأمكنة جميعها جو من التأني، أشخاص منخرطون في مسعى هائل لا يمكن أن يكتمل ويجب ألا يكون مستعجلاً. وفي 1967 - كما قرأت - أصدر المتحف تقريره عن حملة جون مري، وهو مسح للمحيط الهندي، بعد أربع وأربعين سنة من اختتام الحملة. هذا عالم تتحرك فيه الأشياء بسرعتها الخاصة، بما فيه مصعد صغير استخدمته أنا وفورتي مع رجل كبير السن يبدو باحثاً تحدث معه فورتي بدمائه ودية، فيما كنا نصعد بالسرعة التي تتسبب فيها الرسابة.

حين رحل الرجل، قال لي فورتي: «إنه شخص ظريف جداً يدعى نورمان أمضى 42 سنة وهو يدرس عينة واحدة من النبات، عشبة القديس جون. استقال في عام 1989، ولكنه لا يزال يأتي كل أسبوع».

سألته: «كيف تُمضي اثنتين وأربعين سنة على عينة واحدة من النبات؟».

«هذا لافت للنظر، أليس كذلك؟»، وافق فورتي. فُكر للحظة. «إنه دقيق ومتأن جداً على ما يبدو». فُتح باب المصعد كي يكشف فتحة مسقوفة بالآجر. بدا فورتي مذهولاً.

قال: «هذا غريب جداً. كان هذا خاصاً بالنباتات». ضغط على زر إلى طابق آخر، ثم عثرنا على طريقنا أخيراً إلى النباتات عن طريق درج خلفي ومعبر جميل عبر المزيد من الأقسام، حيث كان الباحثون يعكفون على دراسة الأشياء التي كانت حية مرة. وهكذا تم تعريفني على (لين إليس) والعالم الهادئ للطحليّات.

حين قال إمرسون بشكل شاعري: إن الطحالب تفضّل الجوانب الشمالية من الأشجار (الطحلب الذي فوق لحاء الغابة، كان نجماً قطبياً حين كان الليل مظلماً) كان يعني في الحقيقة الأشنة، ذلك أنه في القرن التاسع عشر لم يكن يُميز بين الطحالب والأشنيات. فالطحالب الحقيقية لا يهتمها كثيراً أين تنمو، وهكذا فهي ليست جيدة كبوصلات طبيعية. والواقع أن الطحالب ليست مفيدة في أي شيء. قال هنري س. كونراد، بحزن على الأرجح في كتاب كيف نعرف الطحالب وحشيشة الكبد الذي نُشر في عام 1956، ولا يزال يوجد على رفوف المكتبات بوصفه محاولة أولى لتعميم هذا الموضوع: «ربما لا توجد مجموعة كبيرة من النباتات لها فوائد تجارية واقتصادية قليلة كالطحالب».

إنها - على أي حال - غزيرة. إذا أزيلت الأشنيات، فإن الطحليّات مملكة مشغولة، فيها أكثر من عشرة آلاف نوع محتوى داخل سبع مئة جنس. إن كتاب الأزهار الطحلبية في بريطانيا وأيرلندا الضخم والمهيب الذي ألفه إي. جي. إي. سميث، يصل إلى سبع مئة صفحة، بالرغم من أن بريطانيا وأيرلندا لا تكثر فيهما الطحالب. أخبرني لين إليس: «في المناطق الاستوائية تعثر على التنوع». إنه رجل نحيل، عمل في متحف التاريخ الطبيعي مدة 27 عاماً وصار مدير القسم منذ 1990. «تستطيع الذهاب إلى أمكنة كالغابات المطرية في ماليزيا، وتعثر على تنوعات جديدة بسهولة نسبية. فعلت ذلك بنفسني منذ مدة قصيرة. نظرتُ إلى الأسفل وكان هناك أنواع لم تُسجّل أبداً».

«وهكذا لا نعرف كم هناك من الأنواع التي لم تُكتشف بعد؟».

«كلا، ليست لدينا أدنى فكرة».

يمكن ألا تعتقدوا أنه سيكون هناك كثير من الأشخاص في العالم مستعدين كي يكرسوا حياتهم لدراسة شيء غير ذي أهمية، ولكن عدد المهتمين بالطحالب، في

الواقع - يبلغ المئات ويمتلكون مشاعر قوية تجاه موضوعهم - أخبرني إليس: «آه، نعم، يمكن أن تصبح الاجتماعات حيوية جداً أحياناً».

سألته عن مثال عن الجدل.

«حسناً، هناك جدل سلطه علينا أحد أبناء بلدك»، قال وهو يتسهم بخفوت، وفتح مرجعاً كبيراً يحتوي على رسوم للطحالب التي كانت صفتها الأكثر بروزاً للعين غير المدربة، هي تشابهها الواضح مع بعضها بعضاً. قال وهو يشير إلى نبتة من الطحالب: «اعتادت هذه أن تكون جنساً واحداً، يدعى دريبانوكلا دوس *Drepanocladus*. والآن أعيد تنظيمه في ثلاثة: دريبانوكلا دوس *Drepanocladus*، وأرنستورفيا *Warnstorfia*، ومهما تاكوليس *Hamatacoulis*».

«وهل أدى هذا إلى لكلمات؟» سألت بلمسة أمل ربما.

«حسناً، كان له معنى. معنى تام. ولكنه عنى أننا يجب أن نقوم بكثير من إعادة ترتيب المجموعات، وجعل الكتب جميعاً دون فائدة لبعض الوقت، وهكذا كان هناك قليل من التذمر».

تشكل الطحالب أغازاً أيضاً، كما أخبرني. وفي إحدى الحالات المشهورة للمهتمين بالطحالب جميعاً، كان هناك نوع متقاعد يدعى هيوفيليا ستانفوردنسيس *Hyophila stanfordensis*، اكتشف في حرم جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، وعثر عليه فيما بعد ينمو إلى جانب ممر في كورنوال، ولكن لم يُر في أي مكان بينهما. كيف حدث ووجد في مكانين غير متصلين، أمر لا أحد يعرف عنه شيئاً. قال إليس: «يعرف الآن باسم هيندييلا ستانفوردنسيس *Henediella stanfordensis*. وهذا تنقيح آخر».

هزنا رأسينا مفكرين.

حين يُعثر على طحلب جديد يجب أن يُقارن مع جميع الطحالب الأخرى؛ للتأكد من أنه لم يُسجل من قبل. ثم يجب أن يُكتب وصف شكلي وتُلتقط صور وتُنشر النتيجة في مجلة محترمة. ونادراً ما تأخذ العملية كلها أقل من ستة أشهر. لم يكن القرن

العشرون قرناً عظيماً لعلم تصنيف الطحالب. فقد كُرس عمل القرن معظمه لحل الفوضى والتكرارات التي خلفها القرن التاسع عشر.

كان هذا العصر الذهبي لجمع الطحالب (يمكن أن تتذكروا أن والد تشارلز ليل كان جامع طحالب عظيماً). وهناك شخص دعي بشكل مناسب بالإنكليزي، هو جورج هنت، جمع الطحالب الإنكليزية بمواظبة وربما أسهم في انقراض عدة أنواع. ولكن بفضل جهود كهذه إن مجموعة (لين إليس) هي الأشمل في العالم. إن عيناته البالغ عددها 780,000 ضُغطت في أوراق مطوية كبيرة من الورق الثقيل، بعضها قديم جداً ومغطى بكتابة فكتورية تشبه نسيج العنكب. إن كل ما نعرفه هو أن روبرت براون، عالم النبات الفكتوري العظيم كتب بعضها، وكشف النقاب عن الحركة البراونية ونواة الخلايا، وأسس وأدار قسم النبات في المتحف في سنواته الإحدى والثلاثين الأولى إلى أن وافته المنية في عام 1858. حُفظت العينات جميعها في خزن لامعة من خشب الماهوغاني الرائعة التي أشرت إليها.

«آه، هذه كانت للسير جوزف بانكس، من منزله في حي سوهو»، قال إليس تلقائياً، وكأنه يشير إلى عملية شراء حديثة من إكيا Ikea. «لقد بناها؛ كي تحمل عيناته من رحلة الإنديفور». نظر إلى الخزن مفكراً، وكأنه ينظر إليها للمرة الأولى في مدة طويلة، وقال: «لا أعرف كيف وصلنا إليها في علم الطحالب».

كان هذا كشفاً مذهلاً. كان جوزف بانكس أعظم عالم نبات في بريطانيا، وفي رحلة الإنديفور التي رسم فيها القبطان كوك عبور كوكب الزهرة في عام 1769 وطالب بضم أستراليا إلى التاج، بين أمور كثيرة كانت أعظم رحلة نباتية في التاريخ. دفع بانكس 10,000 باوند، نحو 600,000 جنيه بنقود اليوم؛ كي يشارك هو وفريق من تسعة أشخاص هم عالم طبيعي، وسكرتير، وثلاثة فنانيين وأربعة خدم في المغامرة التي استمرت ثلاث سنوات حول العالم. لا أحد يعرف ما الذي فعله الكابتن كوك بتلك المجموعة المدللة والمخملية، ولكن بدا كأنه أحب بانكس بما يكفي وأعجب بمواهبه في النباتات، وهذا شعور شاركته فيه الأجيال اللاحقة.

لم يحدث من قبل أن أنجز فريق نباتي انتصارات أعظم. وكان السبب في ذلك أن الرحلة شملت كثيراً من الأمكنة الجديدة المعروفة قليلاً تبييراً ديل فويغو، وتاهيتي، ونيوزلندا، وأسترالية، وغينية الجديدة ولكن كان السبب الأهم في ذلك هو أن بانكس كان جامعاً ذكياً ومبتكراً. حتى حين لم يكن قادراً على النزول إلى شاطئ ريودي جانيرو بسبب حجر صحي، غربل كمية من العلف لحيوانات السفينة وقام باكتشافات جديدة. لا شيء أفلت من انتباهه. أحضر معه ثلاثين ألف عينة من النباتات، وبينها 1400 لم تشاهد من قبل، ما يكفي كي يضيف الربع إلى عدد النباتات المعروفة في العالم.

ولكن مخزون بانكس الكبير كان جزءاً فحسب من الحمل الكلي فيما كان عصرهما للجمع. إذ صار جمع النباتات في القرن الثامن عشر نوعاً من الهوس العالمي. وكان المجد والثروة على السواء ينتظران أولئك الذين يستطيعون العثور على أنواع جديدة، وذهب علماء النبات والمغامرون إلى أكثر المناطق بعداً؛ كي يشبعوا شهوة العالم للجدّة الجنائيّة. إن توماس نوتال -الرجل الذي سمى نبات الـوستارية المتعرّش على اسم كاسبار ويستار- جاء إلى أمريكا عامل طباعة غير متعلّم اكتشف ولعه بالنباتات وكان يجتاز نصف البلاد ويعود ثانية، جامعاً مئات النباتات التي لم تُر من قبل. وأمضى جون فريز -الذي سُمي التّوب (فريزر فير) على اسمه- سنوات في البرية يجمع لصالح كاثرين العظيمة واكتشف أن القيصر الروسي اعتقد أنه مجنون ورفض أن يصادق على عقده. أخذ فريزر كل شيء إلى تشيلسي، حيث افتتح داراً للحضانة النهارية وحقق دخلاً جيداً من بيع أزهار الرهودودندرونز rhododendrons، الأزاليّة والمنغوليا ونبات فرجينيا المتسلق وزهرة النجمة وغرائب أخرى كولونيالية لأبناء الطبقة العليا المسرورين.

كان من الممكن جمع مبالغ كبيرة عبر الاكتشافات المناسبة. فقد أمضى عالم النبات الهاوي جون ليون عامين صعبين وخطرين في جمع العيّنات، ولكنه حصل على ما يعادل 125,000 باوند مقابل جهوده. وقد فعل كثيرون هذا لمجرد حب النباتات فحسب. ومنح نوتال في النهاية معظم ما اكتشفه لحدائق ليفربول النباتية. وفي النهاية أصبح مدير حديقة هارفارد النباتية، ومؤلف موسوعة أجناس نباتات أمريكا الشمالية (الذي لم يكتبه فحسب وإنما نصّده أيضاً).

كانت هذه نباتات فحسب. كان هناك أيضاً الحياة الحيوانية للعوالم الجديدة: الكناغر، والكيوي، والراكون، والهـر البري والبعوض وأشكال أخرى غريبة خارج التصور. كان حجم الحياة على الأرض لانهائياً على ما يبدو، كما قال جوناثان سويـفت في بعض الأسطر الشهيرة:

وهكذا يرصد علماء الطبيعة برغوثاً

تتغذى عليه براغيث أصغر

وهناك أخرى أصغر تتغذى على هذه

وهكذا تمضي الأمور إلى ما لا نهاية.

كانت هذه المعلومات الجديدة جميعها بحاجة إلى تصنيف وترتيب ومقارنة بما كان معروفاً. كان العالم متلهفاً لوضع منهج تصنيف قابل للعمل. ولحسن الحظ كان هناك رجل في السويد مستعدٌ لتقديمه.

كان اسمه كارل لينني (تغير فيما بعد - بإذن - إلى الاسم الأكثر أرسقراطية فون لينني)، ولكنه يُذكر الآن بالصيغة اللاتينية كارولس ليننيوس. ولد عام 1707 في قرية راسهولت في جنوب السويد، ابناً لراعي أبرشية لوثري فقير وطموح، وكان طالباً كسولاً بحيث إن والده الغاضب مرّنه لدى إسكايّ. خائفاً من احتمال قضاء حياته وهو يدق المسامير في الجلد، توسّل الصغير لينني من أجل فرصة أخرى، فمُنحت له، ولم يتعثـر بعد ذلك أبداً في التميز الأكاديمي. درس الطب في السويد وهولندا، بالرغم من أنه صار مولعاً بالعالم الطبيعي. وفي أوائل ثلاثينيات القرن التاسع عشر، وكان لا يزال في العشرينيات من عمره، بدأ بإنتاج كتب شارحة عن نباتات العالم والأنواع الحيوانية، مستخدماً منهجاً من استبطائه هو، ونمت شهرته بالتدريج.

نادراً ما كان هناك رجل أكثر ارتياحاً في عظمته. أمضى كثيراً من أوقات فراغه وهو يغالي في تصوير نفسه وإطرائها، معلناً أنه «لم يكن هناك عالم نبات أو حيوان أعظم منه»، وأن منهجه في التصنيف كان «أعظم إنجاز في حقل العلم». وبوقار، اقترح أن شاهدة قبره يجب أن تحمل نقش «أمير علماء النبات» *Princeps Botanicorum*.

ولم يكن من الحكمة أبداً التشكيك بتقويماته الذاتية الكريمة. أولئك الذين فعلوا هكذا كانوا عرضة لاكتشاف أن أعشاباً سُمِّيتَ باسمهم.

كانت صفة لينيبوس الأخرى المدهشة هي انشغال ثابت أحياناً محموم بالجنس. كان مدهوشاً خصوصاً من التشابه بين أنواع معينة من ذي المصراعين* وفرج المرأة. ومنح لأجزاء من نوع واحد من البطليونس أسماء كالفرج، والشَّفَر، والعانة والشَّرَج وغشاء البكارة. وصنّف النباتات بحسب طبيعة أعضائها التناسلية ومنحها بعداً غرامياً بشرياً أسراً. إن وصفه للأزهار وسلوكها مملوء بالإشارات إلى «جماع إباحي»، «والعاهرات غير الممتع»، و«السرير الزوجي». وفي الربيع كتب نصاً غالباً ما يقتبس:

«حتى النباتات تعشق. فهي، ذكوراً وإناثاً... تكشف عن أعضائها التسافدية... مظهرة أيها ذكور وأيها إناث. تقدّم أوراق الأزهار سرير الزفاف الذي ربّته الخالق بتناسق عظيم، وعطره بكثير من العطور الخفيفة بحيث إنّ العريس يمكن أن يحتفل هناك مع عروسه ويتسافدا بوقار أعظم. حين يكون السرير مجهّزاً هكذا، يحين الوقت للعريس كي يعانق محبوبته ويسلم نفسه إليها».

سمّى جنساً من النبات باسم البظر *Clitoria*. ومن غير المفاجئ أن كثيراً من الناس ظنّوه غريب الأطوار. ولكن منهجه في التصنيف كان لا يُقاوم. وقبل لينيبوس مُنحت النباتات أسماء كانت وصفية بشكل واسع. فالكرز الأرضي الشائع كان يُسمّى *Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis*. جعله لينيبوس *Physalia angulata*. وهو الاسم الذي يستخدمه اليوم. كان عالم النبات يتّسم بالفوضى والتناقض في الأسماء. ولم يكن بوسع عالم النبات التأكد أن *Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro* لم تكن النبتة نفسها التي دعاها آخرون *Rosa sylvestris inodora seu canina*. حلّ لينيبوس اللغز عبر تسميتها *Rosa canina*. ولجعل عمليات الشطب هذه دقيقة ومقبولة للجميع كان الأمر يقتضي أكثر بكثير من كون المرء مصمماً. كان الأمر يحتاج إلى غريزة، إلى عبقرية، في الحقيقة لتحديد الصفات البارزة لنوع.

* حيوان رخوي كالمحار أو البطليونس ذو صدفة تتألف من جزأين يُعرفان بـ «المصراعين».

لم يكن منهج لينيوس مكتملاً، بحيث يجعلنا لا نفكر ببديل، ولكن قبل لينيوس، كانت مناهج التصنيف نزوية بشكل كبير. يمكن أن تُصنّف الحيوانات وفق إن كانت برية أو أليفة، وبرية أو مائية، وكبيرة أو صغيرة، حتى لو اعتُقد أنها أنيقة ونبيلة أو دون أهمية. رتب Buffon حيواناته عن طريق منفعتها للإنسان. ولم تدخل الاعتبار التشرحية في الموضوع إلا نادراً. وجعل لينيوس عمل حياته أن يصحح هذا النقص عن طريق تصنيف كل ما هو حي بحسب مواصفاته الجسدية. إن علم التصنيف لم ينظر إلى الخلف أبداً.

استغرق كل هذا وقتاً، بالطبع. كانت الطبعة الأولى لكتابه العظيم نظام الطبيعة التي صدرت في 1735 مؤلفة من أربع عشرة صفحة فحسب. ولكنه ازداد تدريجياً، إلى أن وصل في الطبعة الثانية عشرة آخر طبعة رآها لينيوس قبل وفاته إلى ثلاثة مجلدات و2,300 صفحة. وفي النهاية، سمى وسجل ثلاثة عشر ألف نوع من النبات والحيوان. كان هناك أعمال أخرى أكثر شمولاً كتاب جون ري المؤلف من ثلاثة مجلدات، التاريخ الطبيعي للنبات *Historia Generalis Plantarum* في إنكلترا - الذي أكمل قبل جيل - غطى ما لا يقل عن 18,625 نوعاً من النبات. ولكن ما كان يتسم به لينيوس ولم يستطع أحد تحقيقه كان الانسجام والترتيب والبساطة والتوقيت. وبالرغم من أن عمله يعود إلى ثلاثينيات القرن الثامن عشر، لم يشتهر في إنكلترا حتى الستينيات، تماماً في الوقت المناسب لجعل لينيوس أباً لعلماء الطبيعة البريطانيين. ولم يتم تبني منهجه في أي مكان بحماس أكبر (ولهذا السبب يقع مقر الجمعية اللينيوسية في لندن وليس في ستوكهولم).

لم يكن لينيوس دون أخطاء. منح مجالاً للوحوش الأسطورية و«لبشر متوحشين»، وقبل الوصف الساذج لبجارة ومسافرين آخرين واسعبي المخيلة. فقد ذكر أن هناك إنساناً برياً يسير على أربع ولا يتقن فن الكلام، وهناك «الإنسان الذي له ذيل». كان العصر آنذاك - كما يجب ألا ننسى - أكثر سذاجة. فحتى جوزف بانكس العظيم صدق وجود حوريات الماء مقابل الساحل الأسكتلندي في نهاية القرن الثامن عشر. غير أن أخطاء لينيوس كان يقابلها علم تصنيف عقلاني ومتألق. وبين إنجازات أخرى، رأى

أن الحيتان تُصنّف مع الأبقار والفئران وحيوانات أخرى برية مألوفة في رتبة رباعية الأرجل (غُيّرت فيما بعد إلى الثدييات)، وهذا لم يفعله أحد من قبل.

في البداية، نوى ليننيوس أن يمنح كل نبتة اسم جنس ورقماً للبلاب 1، للبلاب 2 وهكذا دواليك، ولكنه أدرك حالاً أن هذا غير مُرضٍ، ثم لجأ إلى الترتيب ثنائي التسمية (الذي يشير إلى الجنس وإلى النوع) الذي بقي في قلب المنهج حتى اليوم. وكان الهدف من هذا في البداية هو استخدام منهج التسمية الثنائية من أجل كل شيء: الصخور والمعادن والأمراض والرياح وكل ما وُجد في الطبيعة. لم يقبل الجميع هذا المنهج. تضايق كثيرون من ميله إلى قلة الاحتشام، مما كان ينطوي قليلاً على مفارقة بما أنه قبل ليننيوس كانت الأسماء الشائعة لكثير من النباتات والحيوانات سوقية حقاً. كانت الهندباء البرية معروفة لوقت طويل وبشكل مشهور باسم بيسايد بسبب مواصفاتها المدرة للبول، وكان من الأسماء الأخرى المتداولة في الاستخدام اليومي: ضراط الفرس، السيدات العاريات، الخصيتان المرتعشتان، بول الكلب، الشرج المفتوح ومنديل المؤخرة. إن واحداً أو اثنين من هذه الألقاب الأراضية يمكن أن يبقيا في الإنكليزية بشكل غير متعمد. فاسم «شعر العذراء» الذي يشير إلى كُزبرة البئر (نوع من السرخسيات) لا يشير إلى الشعر على رأس عذراء. على أي حال، شُعر لوقت طويل أن العلوم الطبيعية ستُحترم وتُقدّر من خلال جرعة من إعادة التسمية الكلاسيكية، وهكذا فقد كان هناك مقت معين في اكتشاف أن الشخص الذي عين نفسه أميراً لعلم النبات استخدم تسميات مثل البظر والزنا، والفرج.

مع مرور الأعوام، تم إسقاط معظم هذه الأسماء: إن اسم slipper limpet الشائع لا يزال يعبر في المناسبات الرسمية عن *Crepidula fornicate* وتم إدخال كثير من عمليات الصقل بعد أن صارت حاجات العلوم الطبيعية أكثر تخصصاً. وتم تدعيم المنهج بالإدخال التدريجي لترانبيات إضافية. واستخدم العلماء الجنس والنوع لأكثر من مئة عام قبل ليننيوس، ودخلت الرتبة والطائفة والفصيلة، بمعناها البيولوجي، إلى الاستخدام في خمسينيات القرن التاسع عشر وستينياته. ولكن الشُّعبة لم تحت كلمة حتى 1876 (على يد الألماني إرنست هايكيل)، وعوملت الفصيلة والرتبة كقابلتين

للتبادل حتى أوائل القرن العشرين. واستخدم علماء الحيوان لبعض الوقت الفصيلة، حيث استخدم علماء النبات الرتبة، مما سبب التشوش لدى الجميع أحياناً*.

قسم ليننيوس العالم الحيواني إلى ست فئات: الثدييات والزواحف والطيور والأسماك والحشرات والديدان، لكل مالم يتلاءم مع الأقسام الخمسة الأولى. ومن البداية كان واضحاً أن وضع الكركدن والقريدس في الفئة نفسها مع الديدان لم يكن مرضياً، وتم إنشاء فئات متنوعة كالرخويات والقشريات. ولسوء الحظ لم تكن هذه التصنيفات الجديدة تطبق بشكل مشترك بين بلد وآخر. وفي محاولة لإعادة تأسيس النظام، وضع البريطانيون عام 1842 مجموعة جديدة من القوانين دعيت قوانين ستريكلياند، ولكن الفرنسيين اعتبروا هذا اعتبارياً وجابته جميعة الحيوان بقوانينها المضادة. في غضون ذلك، قررت جمعية الطيور الأميركية، لأسباب غامضة، استخدام طبعة عام 1758 من كتاب نظام الطبيعة كأساس لكل تسمياتها، بدلاً من طبعة 1766 المستخدمة في أمكنة أخرى، مما عني أن معظم الطيور الأميركية أمضت القرن التاسع عشر موضوعة في أجناس مختلفة عن أبناء عموماتها من الطيور الأوروبية. بدأ علماء النبات أخيراً يظهر روح تسوية ويتبنون قوانين كونية في عام 1902، وفي اجتماع للمجلس العالمي لعلم الحيوان.

يُوصف علم التصنيف أحياناً بأنه علم وأحياناً بأنه فن، ولكنه في الواقع ساحة معركة. وحتى اليوم ثمة فوضى في المنهج أكثر مما يدرك معظم الناس. خذوا فئة الشعبة، القسم الذي يصف الخطط الجسدية الأساسية للمتعضيات، إن بعض الشعب معروفة جيداً بشكل عام كالرخويات (منزل البطلينوس والحلازين)، المفصليات (الحشرات والقشريات) والحبليات (كلنا وكل الحيوانات التي بعمود فقري أو عمود فقري أولي)؛ بعد ذلك تتحرك الأشياء بسرعة نحو الغموض. وبين الغامض يمكن أن

* من أجل الإيضاح، إن البشر هم في حقل اليوكارايا eucarya، وفي مملكة الحيوان، وفي شعبة الحبليات، وفي الشعبة الفرعية للفقاريات، وفي فصيلة الثدييات، وفي رتبة الحيوان الرئيس، وفي فصيلة البشريات، ومن جنس الإنسان، ومن نوع العاقل. (وقيل لي: إن التقليد المتبع هو وضع أسماء الجنس والنوع في المائل، ولكن ليس تلك التي من أقسام أعلى). ويوظف بعض علماء التصنيف المزيد من التقسيمات الفرعية: الفئة، والرتبة الفرعية، وما تحت الرتبة وغير ذلك.

نسجل الجناثوستوموليدا gnathostomulida (الديدان البحرية)، اللواسع (قتاديل البحر، ورنات البحر، وشقيق البحر والمرجان) والبريابوليدا Priapulida (أو الديدان القضيبية الصغيرة). وسواء كانت معروفة أم لا، فإن هذه تقسيمات جوهرية. ومن المفاجئ أن هناك القليل من الاتفاق حول كم هناك من الشعب وكم يجب أن يكون. ويثبت معظم علماء البيولوجيا العدد الكلي في نحو الثلاثين، ولكن بعضهم يؤثرون عدداً منخفضاً هو عشرون بينما يرفع إدوارد أو. ولسون في كتابه تنوع الحياة العدد بقوة مفاجئة إلى 89. وهذا يعتمد على إن قررت أن تقوم بتقسيماتك، سواء كنت جامعاً من غير تمييز أو مصنفاً تقسيمياً كما يقولون في عالم البيولوجيا.

إن احتمالات الخلاف أكثر حدة على المستوى العملي اليومي الأكبر للأنواع. فكل نوع من الأعشاب يُدعى إجيليوس إنكورفا *Aegilops incurva*، إجيليوس إنكورفاتا *Aegilops incurvata*، أو أرجيلوبس أوفاتا *Argilops ovata* يمكن ألا يشكل مسألة تشير كثيراً مشاعر غير علماء النبات، ولكنها يمكن أن تكون مصدراً لحرارة حيوية جداً في الأمكنة الملائمة. والمشكلة هي أن هناك خمسة آلاف نوع من العشب ويبدو كثير منها متشابهاً بشكل كريبه حتى بالنسبة للمختصين بالأعشاب. عُثر أخيراً على بعض الأنواع وسميت على الأقل عشرين مرة، وبالكاد هناك أي منها - كما يبدو - لم يُحدد بشكل مستقل على الأقل مرتين. إن كتيب أعشاب الولايات المتحدة المؤلف من جزأين يكرس 200 صفحة لتحديد المترادفات، كما يشير عالم البيولوجيا إلى تكراراته غير المقصودة ولكن الشائعة جداً. وهذا فقط بالنسبة لأعشاب بلاد واحدة.

ومن أجل التعامل مع الخلافات على المسرح العالمي هناك هيئة تُعرف باسم الجمعية العالمية لعلم تصنيف النباتات تفصل في مسائل الأسبوعية والتكرار. وفي أوقات فاصلة تصدر مرسومات معلنة أن زوستشينييا كاليفورنيكا *Zauschneria californica* (نبته شائعة في الحدائق الصخرية) يجب أن تُعرف من الآن فصاعداً باسم إلبوييوم كانم *Epilobium canum*؛ أو أن الأوثامنيون تنويسيم *Alaiothamnion tenuissimum* يمكن أن تُعد الآن من النوع نفسه من أجلا أوثامنيون بايسويدس *Aglaiothamnion byssoides*، ولكن ليس من أجلا أوثامنيون سيدوبايسويدس

Aglaothamnion pseudobyssoides. كانت مسائل صغيرة في الترتيب لا تجذب إلا انتباهاً قليلاً، ولكن حين تتعلق بنباتات الحديقة المحبوبة، يتبع ذلك صرخات الغضب بشكل محتوم. وفي أواخر الثمانينيات تم طرد اسم الأفيحوان (على أسس علمية قوية على ما يبدو) من الجنس الذي بالاسم نفسه، ونفي إلى العالم الرتيب وغير المرغوب لجنس *Dendranthema* الدندرانثيما.

إن زارعي الأفيحوان عديدون جداً وفخورون، واحتجوا ضد لجنة البزريّات التي لم تبد لهم دقيقة. (هناك أيضاً لجان لكل من السرخسيّات والطحلبيات والفطريات، وكلها ترفع تقارير إلى مدير تنفيذي يدعى المقرّر العام: وهذه في الحقيقة مؤسسة تستحق الرعاية). وبالرغم من أن قواعد منظومة الأسماء من المفترض أن تُطبّق بصرامة، فإن علماء النبات ليسوا غير مبالين بالمشاعر، وفي عام 1995 عكس القرار. وأنقذت أحكام أخرى البطونيّة والأوفونيموس، ونوع مشهور من الأمارلس منخفض الرتبة، ولكن لم تنقذ أنواع كثيرة من إبرة الراعي، نُقلت منذ بضع سنوات -وسط الصيحات- إلى الجنس الغرنوقيّ. ولقد مُسحت النزاعات بشكل مسلّ في كتاب تشارلز إيوت «أوراق المساكب».

يمكن العثور على نزاعات وترتيبات جديدة من النمط نفسه في الحقول الأخرى كلها للأحياء، وهكذا فإن حفظ سجل كامل ليس دقيقاً تقريباً كما يمكن أن تفترضوا. ومن الحقيقة المذهلة أننا لا نمتلك أدنى فكرة «عن أقرب ترتيب مهم»، كما عبر إدوارد أو. ولسون لعدد الأشياء التي تعيش على كوكبنا. وتتسلسل التقديرات من ثلاثة ملايين إلى مئتي مليون. والأكثر غرابة، بحسب تقرير نُشر في مجلة الإكونومست هو أن 97% من أنواع النبات والحيوان في العالم يمكن أنها لا تزال تنتظر الاكتشاف.

ومن المتعضيات التي نعرف عنها، هناك 99 من 100 موصوفة بشكل غامض هزيل فحسب. ويصف ولسون حالة معرفتنا كآلاتي: «اسم علمي، وحفنة من العينات في متحف، وبعض أسطر الوصف في المجلات العلمية». وفي كتاب تنوع الحياة، قدّر عدد الأنواع المعروفة من الأنماط جميعها: النباتات والحشرات والميكروبات والأشنيات،

وكل شيء بـ 1.4 مليون، ولكنه أضاف إن هذا تخمين فحسب. ووضع علماء آخرون عدد الأنواع المعروفة أعلى من ذلك بشكل ضئيل، نحو 1.5 مليون أو 1.8 مليون، ولكن ليس هناك سجل مركزي لهذه الأمور، وهكذا لا مكان لفحص الأرقام. باختصار، إن الموقع اللافت الذي نجد فيه أنفسنا هو أننا نجهل في الواقع ما نعرفه في الواقع.

من حيث المبدأ، ينبغي أن تكونوا قادرين على الذهاب إلى خبراء في حقول التخصص جميعها، وتساءلوا كم هناك من الأنواع في ميادينهم، ثم اجمعوا المحصلات. فعل كثير من الناس هذا. ولكن المشكلة هي أنه من النادر أن يأتي اثنان برقمين متطابقين. وترى بعض المصادر أن عدد الأنماط المعروفة من الفطريات سبعون ألفاً، ويرى آخرون أنها مئة ألف، وهذا ضعف العدد تقريباً. يمكنكم العثور على تأكيدات واثقة بأن عدد أنواع دودة الأرض الموصوفة هو أربعة آلاف، وعلى تأكيدات أخرى مشابهة بأن العدد هو اثنا عشر ألف. بالنسبة للحشرات، فإن العدد يتراوح بين 750,000 و950,000 نوع. وهذا كما هو مفترض العدد المعروف للأنواع. فبالنسبة للنباتات إن الأعداد المعروفة بشكل مشترك تتراوح بين 248,000 و265,000. يمكن ألا يبدو هذا فرقاً كبيراً، ولكنه أكبر بعشرين مرة من عدد النباتات المزهرة في أمريكا الشمالية كلها.

إن ترتيب الأشياء ليس أسهل المهمات. ففي أوائل الستينيات، بدأ كولن جروفز من الجامعة الأسترالية القومية مسحاً منهجياً لمتين وخمسين نوعاً إضافياً من الأنواع المعروفة من الحيوانات الرئيسة*. وتبين في غالب الأحيان، أن الأنواع نفسها قد وُصفت أكثر من مرة وأحياناً عدة مرات دون أن تعرف أي من الاكتشافات أنها تتعامل مع حيوان كان معروفاً من قبل بالنسبة للعلم. واستغرق جروفز أربعة عقود كي يحل كل شيء، وكان هذا عبر مجموعة صغيرة نسبياً من الكائنات القابلة للتمييز بسهولة، والتي هي عامة غير مثيرة للجدل. ولا أحد يعرف ماذا ستكون النتائج لو حاول أي شخص تمريناً مماثلاً مع أنماط الأشنيات المقدر عددها في العالم بعشرين ألف نمط، وخمسين ألف نوع من الرخويات، أو أربع مئة ألف من الخنافس الإضافية.

* رتبة من الثدييات تشمل الإنسان والقرود والسعدان. المترجم.

ما هو مؤكد هو أن هناك كمية كبيرة من الحياة في الخارج، بالرغم من أن الكميات الحقيقية هي بالضرورة تستند إلى تقديرات استقرائية. وفي تجربة كانت معروفة جيداً في الثمانينيات قام تيري إروين من مؤسسة سميثونيان بإشباع جذع تسع عشرة شجرة من أشجار الغابة المطرية في بنما بضباب مضاد للحشرات، ثم جمع كل ما وقع في شباكه من الظلة. وبين ما أخرجه وفي الواقع رفعه: لأنه كرر التجربة فصلياً للتأكد من أنه اصطاد حشرات من الأنواع المهاجرة 12 نوعاً من الخنافس. وعلى أساس توزيع الخنافس في كل مكان، وعدد أنواع شجرية أخرى في الغابة، وعدد الغابات في العالم، وعدد الأنماط الأخرى من الحشرات، وهكذا دواليك على طول سلسلة من المتغيرات، وصل إلى رقم تقديري هو 30 مليون نوع من الحشرات على الكوكب كله. وقال فيما بعد: إن هذا الرقم محافظ جداً. ووصل آخرون يستخدمون المعطيات نفسها أو معطيات مشابهة إلى عدد 13 مليوناً، أو 80 مليوناً أو 100 مليون نوع من أنواع الحشرات، مشددين أنه مهما كان الوصول إلى أرقام كهذه يتوخى الدقة، فإن هذه الأرقام تدين إلى الافتراض أكثر مما تدين إلى العلم.

قالت جريدة وول ستريت جورنال: إنه يوجد في العالم «نحو 10,000 عالم تصنيف نشيط». وهذا ليس بالعدد الكبير حين تفكّرون كم هناك من الأشياء التي يجب أن تُسجّل. ولكن الصحيفة أضافت: إنه بسبب الكلفة (نحو 1,250 جنيهاً لكل نوع) والعمل الورقي، نحو 15 ألف نوع فقط من الأنماط جميعها كانت تسجل كل عام.

«إنها ليست أزمة تنوع حياتي، إنها أزمة علماء تصنيف»، قال كوين مايس، رئيس قسم الفقاريات البلجيكي المولد في متحف كينيا القومي في نيروبي، الذي التقيت به بشكل وجيز في خريف 2002. لم يكن هناك علماء تصنيف متخصصون في إفريقية كلها، كما أخبرني. «كان هناك واحد في ساحل العاج، ولكنني أعتقد أنه استقال»، كما قال. بعد سبع سنوات في كينيا، لم يتم تجديد عقده. والسبب كما قال: «لا يوجد تمويل».

نشر عالم البيولوجيا البريطاني ج. إتش. جودفري قبل بضعة أشهر مقالاً في مجلة نيتشر قال فيه: إن هناك «افتقاراً مزمناً للهيبة والموارد» بالنسبة لعلماء التصنيف في كل مكان. ومن ثم، «هناك كثير من الأنواع التي تُوصف بشكل فقير في منشورات

معزولة، دون محاولة عزو وحدة تصنيفية* جديدة للأنواع والتصنيفات القائمة. فضلاً عن ذلك، إن معظم وقت علماء التصنيف يُنفق لا في وصف أنواع جديدة، وإنما في ترتيب القديمة. ويقول جودفري: إن كثيرين «يمضون كثيراً من حياتهم العملية في محاولة تأويل عمل واضعي المناهج في القرن التاسع عشر مفككين وصفهم المنشور غير الصحيح في غالب الأحيان، أو التجوال في متاحف العالم من أجل نمط من مادة تكون في وضع بائس». ويشدد جودفري خاصةً على غياب الانتباه إلى الإمكانية المنهجية التصنيفية للإنترنت. والواقع أن علم التصنيف لا يزال ورقياً بشكل غريب.

وفي محاولة لنقل الأمور إلى القرن العشرين، أطلق كيفن كيلى المؤسس المشارك في مجلة وايرد في 2001 مشروعاً يُدعى مؤسسة الأنواع جميعها بهدف العثور على المتعضيات الحية كلها وتسجيلها في قاعدة معطيات. قدرت كلفة مشروع كهذا من 1.3 بليون جنيه إلى 30 بليوناً. وفي ربيع 2002 لم يكن لدى المؤسسة سوى 750,000 وأربعة موظفين يعملون لوقت كامل.

إذا كان لدينا -كما يوحي الرقم- مئة مليون نوع من الحشرات التي لم تُكتشف بعد، وإذا استمرت نسب اكتشافاتنا بالسرعة القائمة، فسيكون لدينا محصلة محددة من الحشرات بعد أكثر من 15 ألف سنة بقليل. ويمكن أن تستغرق بقية عناصر المملكة الحيوانية وقتاً أطول.

وهكذا لماذا لا نعرف سوى القليل الذي نعرفه؟ هناك من الأسباب بقدر ما هناك من الحيوانات التي تحتاج إلى الإحصاء، ولكن إليكم بعض الأسباب الرئيسة.

إن معظم الأشياء الحية صغيرة وتُغفل بسهولة. بتعبير عملي، هذا ليس شيئاً سيئاً دوماً. يمكن ألا تغفوا بهدوء إذا كنت مدركاً أن فرشتك موطن للمليونى ميكروب، يخرجون في ساعات مبكرة جداً؛ كي يتعشوا على زيوتك الدهنية، ويلتهموا تلك الندف الجلدية الهشة التي تتخلص منها وأنت تنام وتهتز. إن مخدتك وحدها يمكن أن تكون موطناً لأربعين ألفاً منها. (بالنسبة لها رأسك قطعة سكر كبيرة مدهنة فحسب).

* أو الأصنوفة، الكلمة الرسمية لفئة حيوانية، كالشعبة أو الجنس. (والجمع أصانيف).

ولا يذهبن بكم الظن إلى أن غطاء مخدة نظيفاً سوف يحدث فرقاً. فبالنسبة لشيء بوزن مخلوقات الفراش، فإن قماش أقوى نسيج بشري يبدو مثل حبال أشرعة السفينة وصواريخها. وبالفعل، إذا كان عمر مخدتك ست سنوات وهذا معدل عمر المخدة فإن عشر وزنها هو من «جلد منسلخ، ومخلوقات حيّة، ومخلوقات ميتة، وروث المخلوقات»، كما قال الرجل الذي قام بالقياس، الدكتور جون موندري من المركز الطبي البريطاني لعلم الحشرات. (ولكن على الأقل إنها مخلوقاتك. فكروا من ماذا تقتربون في غرفة فندق*.) كانت هذه المخلوقات معنا منذ زمن موغل في القدم، ولكنها لم تُكتشف حتى عام 1965.

إذا كانت المخلوقات المرتبطة بنا بشكل حميمي مثل مخلوقات الفراش قد غابت عن انتباهنا حتى عصر التلفاز الملّون، فليس من المفاجئ أن معظم عالم الأشياء المتناهية الصغر مجهول بالنسبة لنا. اخرجوا إلى الغابات؛ أي غابات انحنوا واغرفوا حفنة من التراب، وستحملون عشرة بلايين بكتيريا، معظمها مجهول بالنسبة للعلم. ستحتوي عينتكم أيضاً على مليون من الخمائر الريّانة، وعلى مئتي ألف من الفطريات المشعرة التي تُعرف باسم العفن، وربما على عشرة آلاف من البرزويات (والمعروف منها هو فقط الأميبة)، ودولابيات متناسقة، وديدان عريضة، وديدان مستديرة، ومخلوقات أخرى متناهية الصغر تُعرف بشكل جماعي باسم Cryptozoa. سيكون قسم كبير من هذه مجهولاً أيضاً.

إن الدليل الأشمل عن المتعضيات الميكروبية هو كتيب علم البكتيريا المنهجي لبيرجي، ويسجل نحو أربعة آلاف نوع من البكتيريا. وفي الثمانينيات، جمع عالمان نرويجيان هما جوستين جوكسوير Jostein Goksoyr وفيجديس تورسفيك Vigdis Torsvik، غراماً من تربة عشوائية من غابة على الشاطئ قرب مخبرهما في برجن، وحللاً بدقة محتواها البكتيري. اكتشفنا أن هذه العينة الصغيرة تحتوي على ما

* نحن في وضع أسوأ أحياناً في مسائل علوم الصحة. ويعتقد الدكتور موندري أن الاتجاه نحو المواد المنظفة للغسالات ذات الحرارة المنخفضة شجعت على تكاثر الحشرات وكما يقول: «إذا غسلت ثياباً متسخة بدرجة حرارة منخفضة، فكل ما تحصل عليه هو قمل أنظف».

يتراوح بين أربعة آلاف وخمسة آلاف نوع من البكتيريا المنفصلة، أكثر مما في كتيب بيرجي. سافرا إلى موقع ساحلي على بعد بضعة أميال، رفعا غراماً آخر من التراب واكتشفا أنه يحتوي على ما يتراوح بين أربعة آلاف وخمسة آلاف نوع مختلف. وكما يقول إدوارد أو. ولسون: «إذا وُجد أكثر من 9,000 نوع من البكتيريا في مقدارين ضئيلين من قاعدة من مكانين في النرويج، فكم ينتظر الاكتشاف في أماكن مختلفة جذرياً؟» حسناً - بحسب أحد التقديرات - يمكن أن يكون العدد 400 مليون.

«لا نبحث في الأمكنة الصحيحة». يصف ولسون في كتاب «تنوع الحياة» كيف أمضى أحد علماء النبات بضعة أيام يدور حول 11 هكتاراً من الغابة في بورنيو، واكتشف ألف نوع جديد من النبات المزهرة، أكثر مما وُجد في أمريكا الشمالية كلها. لم يكن من الصعب العثور على النباتات. وإنما الأمر هو أنه لم يبحث هناك أحد من قبل. أخبرني كوين مايس من المتحف القومي الكيني أنه ذهب إلى غابة محجوبة بالغيوم - كما يطلق على الغابات الجبلية في كينيا - وبعد نصف ساعة «من النظر غير المدقق» - عثر على أربعة أنواع جديدة من الدودة الألفية؛ ثلاثة تمثل جنساً جديداً، ونوعاً جديداً من الشجر. قال: «شجرة كبيرة» ورفع ذراعيه كأنه سيرقص مع شريكة ضخمة جداً. ويُعثر على الغابات المحجوبة بالغيوم على سطح تلال وتُعزل أحياناً لملايين الأعوام. «إنها تقدّم المناخ الملائم للبيولوجيا وهي بالكاد قد دُرست»، كما قال.

بالمجمل، إن الغابات المطرية الاستوائية لا تغطي إلا 6% من وجه الأرض، ولكنها تأوي أكثر من نصف حياتها الحيوانية وثلثي نباتاتها المزهرة، ومعظم هذه الحياة مجهولة بالنسبة لنا؛ لأن قلة من الباحثين يمضون الوقت فيها. وليس مصادفة أن كثيراً من هذا يمكن أن يكون قيماً. فعلى الأقل 99% من النباتات المزهرة لم تُختبر أبداً من أجل مواصفاتها الطبية. ولأنها لا تستطيع الهرب من المدمرين كان على النباتات أن تطوّر دفاعات كيميائية، وهكذا فهي غنية جداً بالمرکبات المخادعة. وحتى الآن، إن ربع كل الدواء الموصوف تقريباً مشتق من أربعين نبتة فحسب، ويأتي 16% من حيوانات أو ميكروبات، وهكذا فإن قطع كل هكتار من الغابة يؤدي إلى خطر فقدان إمكانات طبية حيوية. وقد استخدم علماء الكيمياء منهجاً يدعى الكيمياء التوافقية

مكّتهم من توليد 40,000 مركّب مرة في مخبر، ولكن هذه المنتجات عشوائية وليست بطريقة غير مألوفة دون فائدة، بينما أي جزيء طبيعي سيمرّ سابقاً فيما دعته مجلة الإكونومست «برنامج النخل: أكثر من ثلاثة بلايين ونصف سنة من التطور».

ليس البحث عن المجهول مجرد مسألة سفر إلى أمكنة بعيدة. في كتابه (الحياة: سيرة غير مصادق عليها)، تحدث رتشارد فورتى عن بكتيريا قديمة عُثر عليها على جدار مقهى ريفي «حيث كان الرجال يبولون لأجيال». ويبدو أن هذا الاكتشاف ينطوي على كميات نادرة من الحظ والإيمان، وربما على صفة أخرى غير محددة.

لا يوجد ما يكفي من المختصين. إن ذخيرة الأشياء التي ستكتشف وتُفحص وتُسجّل تتجاوز بكثير عدد العلماء المتوافرين للقيام بذلك. خذوا المتعضيات القوية والمعروفة قليلاً التي تُدعى bdelloid rotifers. وهذه حيوانات ميكروسكوبية تستطيع أن تتجو تقريباً من أي شيء. حين تكون الظروف قاسية، تتكور في شكل مضغوط، تطفئ استقلالها وتتنظر وقتاً أفضل. في هذه الحالة، بوسعك أن ترميها في الماء المغلي أو تجدها إلى درجة الصفر المطلق المستوى الذي تستسلم فيه حتى الذرات، وحين ينتهي هذا العذاب وتعود إلى بيئة ملائمة فإنها تتفتح وتتحرك وكأن شيئاً لم يحدث. وحتى الآن، تم تحديد نحو 500 (بالرغم من أن مصادر أخرى تقول 360)، ولكن لا أحد يمتلك أي فكرة - حتى بعيدة - كم يمكن أن يوجد منها. وكل ما عرف عنها طوال سنوات هو بفضل العمل المخلص الدؤوب لرجل الدين اللندني ديفد برايس الذي درسها في أوقات فراغه. يمكن العثور عليها في أنحاء العالم كله، ولكن يمكن أن يكون لديك المتخصصون جميعاً في bdelloid rotifer على العشاء، ولن يكون عليك استعارة الصحون من الجيران.

إن مخلوقات مهمة وكلية الحضور كالفطريات لا تشد إلا انتباهاً نسبياً. توجد الفطور في كل مكان وتتمو في أشكال مختلفة كفطور وعفن، وعفن فطري وخمائر وفطر نفّاث (فقع الذئب)، هذا إذا سمينا عيّنة فحسب وهي تعيش في أحجام قليلاً ما يشبهها معظمنا. اجمعوا كل الفطريات التي يُعثر عليها في هكتار عادي من المروج، وستحصلون على 2,800 كيلوغرام من المادة. ليست هذه متعضيات هامشية. فدون

الفطور لن يكون هناك آفة البطاطس، وداء الدردار الهولندي، وقدم الرياضي*، ولكن أيضاً لن يوجد أي لبن أو بيرة أو أجبان. إن نحو سبعين ألف نوع من الفطريات تم تحديدها، ويُعتقد أن العدد الكليّ 1.8 مليون. يعمل كثير من علماء الفطريات في الصناعة، يصنعون الأجبان والألبان وأموراً أخرى مشابهة، وهكذا من الصعب القول: كم منهم منخرط بنشاط في البحث! ولكن نستطيع القول بأمان: إن هناك أنواع فطريات لم تُكتشف، أكثر مما هناك أشخاص للعثور عليها.

إن العالم مكان كبير في الحقيقة.. خُدعنا بسهولة السفر جواً وبأشكال أخرى من الاتصال مما جعلنا نفكر بأن العالم ليس بهذا الكبير. إنه كبير جداً ومملوء بالمفاجآت ولكن على مستوى الأرض، حيث يجب أن يعمل الباحثون. إن الأكاب، أقرب حيٍّ إلى الزرافة يعرف الآن أنه يوجد في أعداد كبيرة في الغابات المطرية لزائير، يقدر العدد الكلي بثلاثين ألفاً على الأرجح، مع ذلك لم يشتهه بوجوده حتى القرن العشرين. وافترض أن طير نيوزلندا الضخم الذي لا يطير، الذي يُدعى تاكاهي منقرض مدة مئتي عام قبل أن يُعثر عليه حياً في منطقة وعرة المسالك في جزيرة البلاد الجنوبية. وفي 1955 ضاع فريق من العلماء الفرنسيين والبريطانيين في التيبِت، في عاصفة ثلجية في قرية بعيدة. عثروا على نسل من الأحصنة، يُدعى الريوتشي، الذي لم يكن يُعرف سابقاً إلا من الرسوم الكهفية ما قبل التاريخية. ودُهِس سكان الوادي حين علموا أن الحصان يُعد نادراً في العالم الأوسع.

يعتقد بعضهم أن مفاجآت أكبر تنتظرنا. قالت مجلة الإكونومست في عام 1995: «إن عالم بيولوجيا وعلم أعراق إنكليزي يعتقد أن البهاضم megatherium، وهي نوع من كسلان أرضي عملاق يبلغ طوله طول الزرافة... يعيش في حوض الأمازون الواسع». ربما لم تسمّ المجلة عالم الإثنوبيولوجيا لسبب مهم؛ وربما الأهم هو أنه لم يُسمَع عنه أو عن حيوانه الضخم الذي يُدعى الكسلان أي شيء. على أي حال، لا أحد يستطيع القول بشكل تصنيفي: إنه لا يوجد شيء كهذا هناك إلى أن يتم تفتيش كل فرجة في الغابة، ونحن بعيديون جداً عن فعل هذا.

* مرض جلدي معدٍ يصيب الأقدام، ناشئ عن فطر ينمو في السطوح الرطبة. المترجم.

لكن حتى لو جمعنا آلافاً من العمال الميدانيين وأرسلناهم إلى أبعد الزوايا للعالم، فلن يكون هذا جهداً كافياً، إذ أينما تستطيع الحياة أن تكون، تكون. إن خصوبة الحياة الفائقة للعادة مذهلة، ومشبعة، ولكنها إشكالية أيضاً. ومن أجل مسحها كلها، عليكم أن تقلبوا الصخور جميعها، وأن تتخلوا عبر مهاد أرضية كل غابة، وتغربلوا كميات لا يُمكن تخيّلها من الرمل والتراب، وتتسلقوا فوق كل ظل غابة وتستنبطوا كثيراً من الطرق الفاعلة لفحص البحار. وعندئذ سوف تهملون حتى الأنظمة البيئية. في الثمانينيات دخل مستكشفو كهوف ناضجون كهفاً عميقاً في رومانية حجب عن العالم الخارجي مدة طويلة مجهولة، وعثروا على ثلاثة وثلاثين نوعاً من الحشرات والمخلوقات الأخرى الصغيرة العناكب وأم أربع وأربعين وقمل وكلها عمياء، بلا لون وجديدة بالنسبة للعلم. كانت تعيش على مبعدة من الميكروبات في القذارة السطحية للبرك، والتي كانت بدورها تتغذى على كبريتيد الهيدروجين من الينابيع الحارة.

ربما كان ميلنا إلى القول باستحالة رصد كل شيء محبطاً ومخيّباً ومرعباً، ولكن يُمكن أن يُنظر إليه أيضاً على أنه مثير بشكل لا يُحتمل تقريباً. نحن نعيش على كوكب يمتلك قدرة لانهائية على المفاجأة. أي إنسان عاقل يمكن أن يريده بأي طريقة أخرى؟

إن ما هو فاتن أكثر من غيره في فحص المناهج المبعثرة للعلم الحديث، هو إدراك كم من الناس كانوا يريدون تكريس حياة بأكملها لخطوط البحث الحصرية الأكثر سخاء. روى (ستيفن جي جولد) في أحد مقالاته، كيف أن بطلاً من أبطاله اسمه هنري إدوارد كرامبتون أمضى خمسين سنة - من 1906 إلى أن توفى في 1956 - يدرس بهدوء جنساً من الحلزونات الأرضية يدعى بارتولا في بولينيزيا. مرة بعد أخرى، سنة بعد سنة، قاس كرامبتون إلى أدنى درجة إلى عدة أمكنة عشرية الثيات والأقواس والانحناءات الرقيقة للبارتولا التي لا تُحصى، وجمع النتائج في جداول مفصلة شديدة التدقيق. إن سطرأ واحداً من النص في جدول كرامبتون يمكن أن يستغرق أسابيع من القياسات والحساب.

كان الشخص الذي كرّس وقته أقل من غيره بقليل، ولكن الذي قام بعمل مفاجئ هو ألفرد سي. كنسي، الذي صار مشهوراً بسبب دراساته للجنس عند البشر في

الأربعينيات والخمسينيات. وقبل أن يمتلئ ذهنه بالجنس، كان كنسي عالم حشرات، وواحدًا مثابراً في هذا. ففي رحلة واحدة استمرت عامين، سار على قدميه 4,000 متر؛ كي يجمع مجموعة من ثلاث مئة ألف دبّور. ولم يسجل عدد العضات التي تعرض لها.

كان الشيء الذي يغيرني هو مسألة ضمان سلسلة متعاقبة من العلماء في هذه الميادين الممغزة. ومن الواضح أنه لا يمكن أن يكون هناك كثير من المؤسسات في العالم تتطلب إخصائين أو مستعدة لدعم متخصصين في برنقيل وحلزونات المحيط الهادي. قبل أن نفترق في متحف التاريخ الطبيعي في لندن، سألت رتشارد فورتني كيف يضمن العلم أنه حين يذهب شخص فإن هناك شخصاً ما جاهزاً؛ كي يحل محله.

ابتسم بمودة من سذاجتي: «أخشى أنه ليس لدينا بدائل يجلسون على المقعد في مكان ما ينتظرون النداء للعب. حين يستقيل متخصص، أو بشكل أسوأ حظاً، حين يموت، يمكن أن يتوقف البحث في هذا الميدان، أحياناً لوقت طويل جداً».

«أعتقد أن هذا هو السبب الذي يجعلك تقدّر شخصاً يمضي سنة في دراسة نوع واحد من النباتات، حتى إذا لم يُنتج أي شيء جديد؟» قال: «بالضبط. بالضبط». وبدا بالفعل أنه يعني ذلك.



الفصل الرابع والعشرون

الخلايا

تبدأ المسألة بخلية واحدة. تنشق الخلية الأولى كي تصبح اثنتين والاثنتان تصيران أربعاً، وهكذا دواليك. بعد 47 مضاعفة، يكون لديك 10.000 ترليون خلية في جسمك وهي جاهزة كي تثبتق ككائن بشري*. وكل واحدة من تلك الخلايا تعرف بالضبط ما تفعله كي تحافظ عليك وتغذيك من لحظة الحمل إلى الموت.

ليس لديك أسرار مخبأة عن خلاياك. فهي تعرف عنك أكثر مما تعرف أنت. تحمل كل واحدة نسخة من الشفرة الوراثية الكاملة كتيّب الإرشادات لجسمك، وهكذا فهي تعرف كيف تقوم ليس بعملها فحسب؛ بل بكل عمل آخر في الجسم أيضاً. لن يكون عليك أبداً في حياتك أن تذكّر خلية بمراقبة أدينوسين ثلاثي الفوسفات adenosine triphosphate الخاص بها أو العثور على مكان للانبعاث الزائد لحمض الفوليك الذي ينبثق فجأة. ستفعل هذا لك، بالإضافة إلى ملايين الأشياء الأخرى.

إن كل خلية في الطبيعة أعجوبة. فأبسط خلية تتجاوز حدود العبقرية البشرية بكثير. ولكي تبني خلية الخميرة الأكثر أساسية، مثلاً سيكون عليك أن تتمم (تنشئ بحجم صغير) العدد نفسه تقريباً من المكونات الموجودة في طائرة بوينغ 777، وتركبها في كرة عرضها خمسة ميكرونات**؛ ثم سيجب عليك أن تقنع الكرة بالتكاثر.

لكن خلايا الخميرة هي لا شيء بالمقارنة مع الخلايا البشرية، التي ليست أكثر تنوعاً وتعقيداً فحسب، وإنما أكثر سحراً بسبب تفاعلاتها المعقدة.

* إن كثيراً من الخلايا في الحقيقة تضيع في عملية التطور، وهكذا فإن العدد الذي تبرز به هو مجرد تخمين. وبحسب المرجع الذي تعود إليه، يمكن أن يتنوع حسب ترتيب الأهمية. إن عدد 10,000 ترليون هو من كتاب مارجوليس وساغان، «الإنسان».

** جزء من مليون من المتر.

إن خلاياك بلاد يعيش فيها 10,000 ترليون مواطن، وكل منها مكرّس بطريقة محددة جداً من أجل رفاهك الكلي. ليس هناك شيء لا تفعله لك. تجعلك تشعر بالمتعة وتشكّل الأفكار. تمكّنك من الوقوف والتمدد والوثب. حين تأكل وتستخلص المواد المغذية، وتوزّع الطاقة، وتطرح الفضلات كل تلك الأمور التي تعلمت عنها في بيولوجيا المدرسة ولكنها تتذكّر أيضاً أن تجعلك جائعاً أولاً، وتكافئك بشعور بالسعادة فيما بعد، بحيث إنك لن تنسى أن تأكل مرة أخرى. تجعل شعرك ينمو وتكوّم الصملاخ في أذنيك، وتجعل دماغك يخرخر بصوت هادئ. إنها تدير زوايا وجودك جميعها. ستقفز للدفاع عنك في اللحظة التي تُهدد فيها. وستموت من أجلك دون أي تردد، ذلك أن بلايين منها تفعل ذلك يومياً. لم يحدث أن شكرت طوال سنواتك واحدة منها. فدعونا الآن نمنحها ما تستحق من التقدير.

لا نفهم إلا قليلاً عن: «كيف تفعل الخلايا الأشياء التي تفعلها»، كيف تشكل الدهون أو تصنّع الأنسولين أو تتخرط في كثير من الأفعال الأخرى الضرورية، كي تحمي كياناً معقّداً مثلك. لديك على الأقل 200,000 نمط مختلف من البروتين الذي يعمل في داخلك، وحتى الآن لم نفهم أكثر من 2% مما يفعله. (يرى آخرون أن الرقم هو 50%؛ وهذا يعتمد على ما يبدو على ما تعنيه بـ «نفهم»).

تظهر المفاجآت على مستوى الخلايا في الأوقات جميعها. يُعدّ أكسيد النترريك ساماً في الطبيعة وعنصراً شائعاً في تلوث الهواء. فوجئ العلماء قليلاً حين اكتشفوا في منتصف الثمانينيات أنه يُنتج بشكل غريب في الخلايا البشرية. كان هدفه في البداية لغزاً، ولكن العلماء بدؤوا يكتشفونه في كل مكان، فهو يتحكم بتدفق الدم ومستوى الطاقة في الخلايا، ويهاجم السرطانات وممرضات أخرى، وينظّم حاسة الشم، وشرح أيضاً لماذا يهدئ النتروغرسلين؛ السائل الشديد التفتّج، ألم القلب المعروف باسم الذبحة الصدرية (يتحوّل إلى حمض النترريك في مجرى الدم، ويريح البطانة العضلية للشرايين، سامحاً للدم بالتدفق بحرية أكبر). وفي عقد من الزمن تحولت هذه المادة الغازية من سم خارجي إلى إكسير كليّ الحضور.

أنت تملك «بضع مئات من أنماط الخلايا المختلفة»، كما قال عالم الكيمياء الحيوية البلجيكي كيرستيان دي دوف Christian de Duve، وهي تتنوع بشكل كبير في الحجم والشكل، من خلايا عصبية تستطيع خيوطها أن تمتد متراً إلى خلايا دموية حمراء صغيرة على شكل قرص، إلى الخلايا الكهروضوئية التي تشبه القضيب والتي تساعد على منحنا البصر. وهي تأتي أيضاً في سلسلة واسعة وسخية من الأحجام - وهذا يحدث بشكل مدهش في لحظة الحمل، حين يواجه حيوان منوي نابض بويضة أكبر منه بـ 85,000 مرة (مما يشكك بمفهوم الهيمنة الذكرية). إن عرض الخلية البشرية في الحالة العادية، 20 ميكرونًا - أي نحو جزء من مئتين من الملمتر) - مما يعني أنها صغيرة لا تُرى ولكنها تتسع بما يكفي كي تحمل آلاف البنى المعقدة مثل الكوندريوسوم*، وملايين فوق ملايين من الجسيمات. وبمعنى أكثر دقة، تتنوع الخلايا أيضاً في حيويتها. إن خلايا جسمك ممتدة جميعها. وإنها نوعاً ما لفكرة مثيرة للحُتق أن نفكر أن كل إنش من سطحك ميت. إذا كنت راشداً فأنت مغلف بأكثر من كيلومترين من الخلايا الميتة، التي يُسلخ منها عدة ملايين من الشظايا الصغيرة كل يوم. مرر إصبعاً على رَفِّ يعلوه الغبار وعندها تقوم برسم نموذج موجود في الجلد القديم.

نادراً ما تعيش الخلايا الأكثر حيوية أكثر من شهر، ولكن هناك بعض الاستثناءات الملحوظة. تستطيع خلايا الكبد أن تعيش لسنوات، بالرغم من أن المكوّنات التي في داخلها يمكن أن تتجدد كل بضعة أيام. وتستمر خلايا الدماغ طالما أنت مستمر. إنك تُمنح مئة بليون خلية حين تُولد وهذا كل ما تحصل عليه. فُدرُّ أنك تفقد 500 خلية كل ساعة، وهكذا إذا كان لديك عمل مهم ليس هناك في الحقيقة لحظة يجب أن تُضَيِّع. إن الأنبياء الطيبة هي أن المكوّنات الفردية لخلايا دماغك تتجدد باستمرار وهكذا، كما هو الأمر مع خلايا الكبد، ليس هناك جزء منها من المرجح أن يعمر أكثر من شهر. واقترح أنه لا يوجد فينا قطعة واحدة - حتى جسيم ضال - كانت جزءاً منا منذ تسع سنوات. يمكن ألا تشعر بذلك، ولكننا جميعاً صغار على المستوى الخلوي.

كان أول من وصف الخلية هوروبرت هوك، الذي سبق وعرفنا أنه اختلف مع إسحاق نيوتن عن أسبقية ابتكار قانون التربيع العكسي. أنجز هوك أموراً كثيرة في أعوامه

* أحد جسيمات حبيبية عصبية الشكل، أو خيطية الشكل في سيتوبلازم الخلايا. المترجم.

الثمانية والستين - كان منظرًا مكتملاً وبارعاً في صناعة أدوات بارعة ومفيدة - ولكن الشيء الوحيد الذي حقق له الإعجاب الكبير هو كتابه المشهور «الفحص بالمجهر»: أو «بعض التوصيفات الفسيولوجية لأجسام صغيرة عبر المكبر»، الذي نُشر عام 1665. كشف الكتاب لجمهور مسحور كوناً مما هو صغير جداً كان أكثر تنوعاً واكتظاظاً ومبنياً بشكل رائع ولم يسبق أن تصوره أحد.

كان بين السمات المجهرية التي حددها هوك في البداية غرف صغيرة في النباتات دعاها الخلايا؛ لأنها ذكرته بخلايا القردة. وحسب هوك أن إنشأاً مربّعاً من اللحاء يحتوي على 1,259,712,000 من هذه الغرف الصغيرة. كان هذا أول عدد كبير كشف عنه العلم. كانت المجاهر في ذلك الوقت متوافرة طوال قرن، ولكن ما ميّز مجاهر هوك هو تفوقها التقني. حققت تكبيراً أعلى بثلاثين مرة، مما جعلها الكلمة الأخيرة في التكنولوجيا البصرية في القرن السابع عشر.

جاء الأمر صدمة حين بدأ هوك بعد عقد هو وأعضاء الجمعية الملكية اللندنية، يتلقون رسوماً وتقارير من تاجر أقمشة كتانية غير متعلّم في مدينة ديلفت الهولندية يستخدم تكبيرات أعلى بـ 275 مرة. كان اسم التاجر أنطوني فان ليفنهويك Antoni van Leeuwenhoek. وبالرغم من أنه لم يمتلك إلا قليلاً من التعليم الرسمي وغير مطلع على العلم، فإنه كان راصداً فهِماً ومخلصاً وعبقرياً في المجال التقني.

لا أحد يعرف اليوم كيف حصل على تكبيرات رائعة كهذه من أداة بسيطة تُحمل باليد، لم تكن أكثر من وتد خشبي بفقاعة صغيرة من الزجاج مثبتة عليه، غير أنها لا تشبه المكبرات الزجاجية وما يعتقد معظمنا بأنه مجاهر. كان ليفنهويك يصنع أداة جديدة لكل تجربة يقوم بها، وكان سرّياً بشكل كبير حيال تقنياته، بالرغم من أنه مرة ساعد البريطانيين في تحسين نسبة الوضوح في الرؤية*.

* كان ليفنهويك صديقاً حميماً لشخصية بارزة أخرى من ديلفت وهو الفنان جان فيرمير. وفي العقد الأول من القرن السابع عشر طوّر فيرمير، الذي كان سابقاً فناناً منافساً ولكن ليس بارزاً، إتقان الضوء والمنظور الذي احتفي به من أجلهما منذ ذلك الوقت. وبالرغم من أن الأمر لم يُبرهن أبداً فقد اشتبه أنه استخدم الحجرة المظلمة (كاميرا بدائية). وهي أداة ينفذ النور عبرها فترسم فيها صور الأشياء الخارجية على الجدار أو السطح المقابل.

بدأ ليفنهوريك العمل بعد أن تجاوز الأربعين من العمر، وقدم في مدة خمسين عاماً منتهي تقرير تقريباً للجمعية الملكية بلغة هولندية وضيفة؛ اللهجة الوحيدة التي كان يتقنها. لم يقدم تفسيرات، وإنما حقائق ما اكتشفه، مزودة برسوم مرهفة. أرسل تقارير عن كل ما يمكن فحصه تقريباً بشكل مفيد كعفن الخبز، ولسعة النحلة، وكريات الدم، والأسنان، والشعر، ولعابه، والبراز والمني (وكانت هذه الأخيرة مرفقة باعتذارات متقطعة بسبب طبيعتها الكريهة التي لا مهرب منها). فحص تقريباً كل ما لم يُرَ بالمجهر سابقاً.

وبعد أن أفاد عن اكتشاف «حيوانات مجهرية» في عينة من ماء الفلفل في 1676 أمضى أعضاء الجمعية الملكية عاماً مع أفضل الأدوات، التي استطاعت إنتاجها التكنولوجيا البريطانية باحثين عن «الحيوانات الصغيرة» قبل أن يحصلوا أخيراً على التكبير بشكل صحيح. ما اكتشفه ليفنهوريك هو البرزويّات (أحادية الخلية). وحسب أن هناك 8,280,000 من هذه الكائنات الصغيرة في قطرة ماء واحدة، أكثر من عدد السكان في هولندا. كان العالم يزخر بالحياة بطرق وأعداد لم يشتهبها أحد من قبل.

بإلهام من اكتشافات ليفنهوريك المذهلة، بدأ آخرون يحدقون في المجاهر بحدة بحيث اكتشفوا أحياناً أشياء لم تكن في الحقيقة هناك. واقتنع راصد هولندي محترم يدعى نيكولاوس هارتسويكر أنه رأى «رجالاً صغاراً يعملون» في خلايا الحيوان المنوي. دعا الأشياء الصغيرة بالأفزام، واقتنع كثيرون لبعض الوقت أن كل البشر وكل الكائنات هم نسخة مضخمة عن كائنات صغيرة تامة مُنذرة. وقد جرف الحماس ليفنهوريك نفسه أحياناً. حاول في إحدى أقل تجاربه نجاحاً أن يدرس الصفات الانفجارية للبارود عبر رصد انفجار صغير من مدى قريب؛ وسبب لنفسه العمى تقريباً من العملية.

وفي عام 1638 اكتشف ليفنهوريك البكتيريا وكان هذا أقصى ما يمكن أن يبلغه التقدم حتى القرن اللاحق والنصف بسبب حدود التكنولوجيا المجهرية. وفي عام 1831 تمكن أحدهم من رؤية نواة الخلية أول مرة. اكتشفها عالم النبات الأسكتلندي

روبرت براون، ذلك الزائر المتكرر والغامض دوماً إلى تاريخ العلم. إن براون - الذي عاش من 1773 إلى 1858 - دعاها النواة nucleus واشتقها من الكلمة اللاتينية nucula التي تعني الجوزة الصغيرة أو النواة. ولم يعرف أحد أن المادة الحية كلها هي خلوية حتى عام 1839. كان من اكتشاف هذا هو ثيودور شوان Theodore Schwann، وهو ألماني، ولم يكن متأخراً نسبياً فحسب - كما يحدث مع الاكتشافات العلمية - وإنما لم يُقبل بشكل واسع أيضاً في البداية. وفي ستينيات القرن التاسع عشر، وبعد أن قام العالم الفرنسي لويس باستور بعمل مهم في فرنسة، تبين بشكل حاسم أن الحياة لا يمكن أن تنشأ تلقائياً، ولكن يجب أن تأتي من خلايا موجودة سابقاً. وعُرف الاعتقاد باسم «نظرية الخلية»، وهي أساس علم البيولوجيا الحديث.

سُبِّهت الخلية بكل شيء، فقد شبهها عالم الفيزياء جيمس تريفل بـ «مصفاة كيميائية معقدة»، وشبهها عالم الكيمياء الحيوية جاي براون بـ «مدينة شاسعة تعج بالتكاثر». إن الخلية هي كلاهما وليست أيّاً منهما. وهي مثل مصفاة من ناحية أنها مكرسة للنشاط الكيميائي الهائل، وكمدينة من حيث إنَّها مكتظة ومشغولة وملاى بالتفاعلات التي تبدو مشوشة وعشوائية، ولكنها تملك نسقاً واضحاً. ولكنها مكان أكثر كابوسية من أي مدينة أو مصنع سبق أن رأيته. ليس في الخلية أعلى أو أسفل (فالجاذبية لا تطبق على الوزن الخلوي)، ولا يوجد فراغ بحجم ذرة غير مستخدم. هناك نشاط في كل مكان وطنين لا يتوقف للطاقة الكهربائية. يمكن ألا تشعر بأن الكهرباء تسري فيك بشكل مروع، ولكنك كذلك. فالطعام الذي نأكله والأوكسجين الذي نتنفسه يمتزجان في الخلايا بالكهرباء. والسبب في أننا لا نصدم بعضنا بقوة أو نحرق الأريكة حين نجلس، هو أن هذا يحدث بوزن خفيف: 0.1 فولت يسافر مسافات تُقاس بالنانومتر (جزء من بليون من المتر). على أي حال، ارفع هذا وسوف يعادل صدمة من 20 مليون فولت في كل متر، وهو الشحنة نفسها التي تحملها العاصفة الرعدية.

إن الخلايا كلها تقريباً مبنية وفق الخطة نفسها جوهرياً مهما كان حجمها أو شكلها: لها غلبة خارجية أو غشاء، ونواة تستقر فيها المعلومات الوراثية الضرورية

لجعلك تستمر، وفراغ مشغول بين الاثنين يدعى السيتوبلازم. ليس الغشاء - كما يتخيله معظمنا - علبة مطاطية قابلة للاستمرار، شيئاً تحتاج إلى دبوس حاد كي تثقبه. إنها مصنوعة من نوع من المادة الدهنية تُعرف باسم الليبيد (الشحم)، التي لها الاستمرارية التقريبية «لدرجة خفيفة من زيت الآلة»، كما قال شروين ب. نولاند. إذا بدا هذا خيالياً بشكل مدهش، فضع في ذهنك أنه على المستوى المجهرى تتصرف الأشياء بشكل مختلف. فبالنسبة لأي شيء على مستوى الجزيء يصبح الماء نوعاً من الجلّ المتين أو ليبيداً (شحم) كالحديد.

لو كان بوسعك زيارة خلية، فإنك لن تحب ذلك. إذا نُفختَ إلى وزن تصبح فيه الذرات بحجم حبة بازلاء، فإن الخلية نفسها ستكون كرة بعرض ميل تقريباً، يدعمها إطار معقد من العوارض التي تدعى هيكل خلوي عظمي cytoskeleton. وفي داخله، ملايين فوق ملايين من الأشياء بعضها بحجم كرة السلة، وبعضها الآخر بحجم سيارة ستطلق كالرصاص. ولن يكون هناك مكان تقف فيه دون أن تُصاب وتُثقب آلاف المرّات من الجهات جميعها. وحتى بالنسبة لسكانه الدائمين فإن داخل الخلية مكان خطر. إن كل خيط من الـ (DNA) يهاجم أو يُخرّب بمعدل مرة كل 8.4 ثوانٍ عشرة آلاف مرة في اليوم من قبل مواد كيميائية، أو عملاء آخرين يقتحمون بطيش ويبترونه دون انتباه، وكل من هذه الجراح يجب أن يُخاط بسرعة إذا كان ينبغي ألا تهلك الخلية.

إن البروتينات حيّة بشكل خاص، تدور، وتنبض وتطير إلى بعضها بعضاً بليون مرة في الثانية. أما الأنزيمات، التي هي نوع من البروتين، فتندفع في الاتجاهات جميعها، مؤدية نحو ألف مهمة في الثانية. وكنمل عامل سريع، تبني بهمة وتعاود بناء الجزيئات، رافعة جزءاً من هذه، مضيئة جزءاً لتلك. بعضها يراقب البروتين العابر ويحدّد بمادة كيميائية تلك التي هلكت أو تعطلت بشكل لا يمكن إصلاحه. وحالما تُنتقى هكذا، فإن البروتينات المحكوم عليها بالهلاك تتابع إلى بنية تُدعى البروتيازوم حيث تذوب، وتُستخدم مكوناتها لبناء بروتينات جديدة. وتوجد بعض أنماط البروتين لأقل من نصف ساعة؛ وتحيا أخرى لأسابيع. ولكنها كلها تحيا حياة تبدو جنونية بشكل لا

يُفهم. وكما يقول دي دوف: «إن عالم الجسيمات عصي على خيالنا، بسبب السرعة التي لا تُصدق التي تحدث بها الأمور فيه».

إذا أبطننا الأمور إلى سرعة يمكن ملاحظة التفاعلات فيها، فلن تبدو الأشياء مثيرة للأعصاب. ستري أن الخلية هي ملايين الأشياء جسيمات حائلة lysosomes، وجسيمات باطنية endosomes، وجسيمات ريبية ribosomes، والجزيئات المرتبطة بالذرة المركزية ligands. وخلايا سيتوبلازمية لإنتاج وتفكيك بيروكسيد الهيدروجين peroxisomes، وبروتينات من الأشكال والأحجام جميعها تصطدم بملايين من الأشياء الأخرى، وتقوم بمهام عادية: تستخلص الطاقة من المواد المغذية، وتجمع البنى، وتتخلص من الفضلات، وترد المتطفلين، وترسل وتتلقى الرسائل، وتقوم بالإصلاحات. تحتوي الخلية بشكل عادي على عشرين ألف نوع مختلف من البروتينات، وهناك ألف نوع من هذه البروتينات يمثل كل منها على الأقل خمسون ألف جسيم. يقول نلاند: «هذا يعني أنه حتى إذا أحصينا فقط تلك الجسيمات الحاضرة في كميات من أكثر من 50,000 منها، فإن الحاصل سيظل حده الأدنى 100 مليون جسيم بروتيني في كل خلية. إن رقماً كبيراً كهذا يقدم فكرة ما عن ضخامة النشاط الحيوي الكيميائي في داخلنا».

إنها عملية متطلبة بشكل كبير. يجب أن يضخ قلبك 343 لتراً من الدم في الساعة، وأكثر من 8,000 لتر كل يوم، و3 مليون لتر في العام، وهذا كاف لملء أربعة مسابح أولمبية لجعل الخلايا تحصل على الأوكسجين الطازج. (واليكم البقية: في أثناء التمرين يمكن أن تزداد النسبة إلى ستة أضعاف). يؤخذ الأوكسجين من قبل الكونديريوسوم. وهذه هي محطات الطاقة في الخلية وهناك نحو ألف منها في كل خلية، بالرغم من أن العدد يتنوع بشكل كبير بحسب ما تفعله خلية، وكم تتطلب من الطاقة.

يمكن أن تتذكروا من فصل سابق أن الكونديريوسوم نشأت كبكتيريا أسيرة وأنها تعيش الآن كنزلاء في خلايانا، محافظة على تعليماتها الوراثية الخاصة، ومقسمة لجدولها الزمني، ومتحدثة لغتها الخاصة. يمكن أن تتذكروا أيضاً أننا تحت رحمة حسن نيتها. واليكم السبب. في الحقيقة إن كل الطعام والأوكسجين الذي نتناوله يرسل بعد عملية المعالجة إلى الكونديريوسوم، حيث يتم تحويله إلى جسيم يدعى الأدينوسين ثلاثي الفوسفات أو (ATP).

يمكن ألا تكون قد سمعت بالإي تي بي، ولكنه هو الذي يجعلك حياً. إن جسيمات الإي تي بي هي بطاريات تتحرك عبر الخلية، وتزود كل عمليات الخلية بالطاقة، وتستمر حياتنا بسبب هذا كله. ففي أي لحظة، يكون في خلية عادية في جسمك نحو بليون جسيم إي تي بي، وبعد دقيقتين، يجف كل واحد منها ويحل مكانه بليون. وفي كل يوم تُنتج وتستهلك كمية من الإي تي بي تعادل نصف وزن جسمك. تحسّس دفاً جلدك. هذا هو الـ (ATP) الخاص بك في أثناء العمل.

حين لا يعود هناك حاجة إلى الخلايا، فإنها تموت بكرامة عظيمة كما يمكن ان يُقال. تأخذ كل الدعامات التي تدعمها وتلتهم أجزاءها المكوّنة. تُعرف هذه العملية باسم موت الخلية المُبرمج. ففي كل يوم يموت البلايين من خلاياك من أجل فائدتك وتقوم بلايين أخرى بتنظيف البقايا. يمكن أن تموت الخلايا بعنف أيضاً مثلاً، حين تُصاب بالعدوى ولكنها تموت في معظم الأحيان لأنه يُطلب منها ذلك. وفي الحقيقة، إذا لم يُطلب منها أن تحيا إذا لم تُمنح نوعاً من التوجيه النشط من خلية أخرى، فإن الخلايا تقتل نفسها بشكل آلي. تحتاج الخلايا إلى كثير من التطمين.

حين تخفق خلية في الموت بالطريقة الموصوفة - كما يحدث أحياناً - تبدأ بالانقسام والانتشار بشكل وحشي، فندعو النتيجة السرطان. إن خلايا السرطان هي في الحقيقة خلايا مشوّشة. ترتكب الخلايا هذا الخطأ بشكل منتظم، ولكن الجسم يحتوي على آليات متقنة للتعامل معه. ومن النادر أن تخرج العملية عن السيطرة. يعاني البشر من مرض مهلك واحد في كل 100 مليون بليون انقسام للخلية. إن السرطان هو حظ سيئ بكل ما للكلمة من معنى.

لا تكمن أعجوبة الخلايا في أن الأمور تخطئ أحياناً، وإنما في أنها ترتب كل شيء بهدوء مدة عقد في كل مدة. وتفعل ذلك عبر إرسالها باستمرار جداول الرسائل ومراقبتها رسائل متنافرة من أنحاء الجسم جميعها: توجيهات، واستفسارات، وتصحيحات، وطلبات مساعدة، وتحديثات، وملاحظات عن الانقسام أو الانتهاء. وتصل هذه الإشارات معظمها بواسطة سعاة يدعون الهرمونات، ووحدات كيميائية كالأنسولين، والأدرينالين، والأوستروجين والتستوستيرون التي توصل المعلومات من

مواقع بعيدة مثل الغدة الدرقية أو الغدد الصمّ. وتصل رسائل برفقية أخرى من الدماغ أو من مراكز إقليمية في عملية تُدعى paracrine signaling. أخيراً، تتواصل الخلايا بشكل مباشر مع جيرانها كي تتأكد من أن أفعالها منسّقة.

إنها حركة جنونية عشوائية مذهشة، تواتر من اللقاءات التي لا نهاية لها لا يديرها أي شيء سوى قواعد جوهرية من الجاذبية والنفور. ومن الواضح أنه لا يوجد عملية تفكير وراء أي من أفعال الخلايا. إنها تحدث فحسب، بشكل هادئ ومتكرّر وموثوق بحيث نادراً ما نعيها؛ وهذا لا ينتج النظام داخل الخلية فحسب، وإنما ينتج أيضاً التناسق التام في المتعضي. وبطرق بالكاد بدأنا بفهمها، تحدث ترليونات فوق ترليونات من ردود الفعل الكيميائية الانعكاسية في شخص متنقل ومفكر وصانع للقرار مثلكم، أو خنفساء روث أقل تفكيراً، ولكنها منظمة بشكل لا يصدق. لا تتسوا أبداً أن كل ما هو حي أعجوبة من أعاجيب الهندسة الذرية.

والواقع أن بعض المتعضيات التي نعتقد أنها بدائية تتمتع بمستوى من التنظيم الخلوي يجعل نظرتنا تبدو مبتدلة. انزع خلايا حيوان الإسفنج (عبر تمريرها في منخل، مثلاً) ثم ضعها في محلول وسوف تعود إلى بعضها، وتبني نفسها في الإسفنج ثانية. بوسعك أن تفعل هذا لها مرة بعد أخرى وسوف تجتمع من جديد بعناد؛ لأنها -مثلكم ومثلي، ومثل كل ما هو حي- لها دافع طاغٍ واحد: هو أن تستمر في الحياة.

يعود كل هذا إلى جزيء غريب، مصمم، لا يفهم بشكل كامل، وهو في نفسه غير حي، وفي معظم الأحيان لا يفعل أي شيء مطلقاً. ندعوه الـ (DNA)، وكي نبدأ بفهم أهميته الكبرى بالنسبة للعلم ولنا نحتاج إلى العودة 160 سنة إلى الوراء، إلى إنكلترا الفكتورية، إلى اللحظة التي خطرت فيها لعالم الطبيعة تشارلز دارون ما دعاه «الفكرة الوحيدة الأفضل التي يمكن أن يصل إليها المرء»، ثم -لأسباب تحتاج إلى قليل من الشرح- أغلق عليها في درج طوال 15 سنة.



الفصل الخامس والعشرون

فكرة دارون الفذة

في أواخر صيف أو أوائل خريف 1859، تلقى وايتويل إلوين - محرر مجلة بريطانية مُحترمة تُدعى كوارترلي ريفيو - نسخة من كتاب جديد ألفه عالم الطبيعة تشارلز دارون. قرأ إلوين الكتاب باهتمام، واعترف بأهميته، ولكنه خشي من أن الموضوع محدود جداً بحيث لن يجذب انتباه جمهور واسع. وحث دارون على تأليف كتاب عن الحمام بدلاً من ذلك. وقال محاولاً المساعدة: «إن الجميع يهتمون بالحمام».

تجاهل دارون نصيحة إلوين، ونشر كتاب أصل الأنواع بواسطة الانتخاب الطبيعي، أو حفظ السلالات المفضلة في الصراع من أجل الحياة في أواخر تشرين الثاني من عام 1859، وسُعر 15 شلنغاً. بيعت الطبعة الأولى التي تألفت من 1,250 نسخة في اليوم الأول. لم يتوقف الناشر عن طبع الكتاب ونادراً ما خرج من الجدل، منذ ذلك الوقت، ولم يكن هذا سيئاً لرجل كان اهتمامه الرئيس الآخر منصباً على ديدان الأرض، الذي كان سيمضى حياته كريفى غفل مشهور باهتمامه بديدان الأرض لو لم يتخذ قراراً بالإبحار حول العالم.

وُلد تشارلز روبرت دارون في 12 شباط 1809* في شروسبري، وهي بلدة تجارية رزينة في غرب الأراضي الوسطى. كان والده عالم فيزياء مزدهراً ومحترماً. أما أمه - التي وافتها المنية، حين كان تشارلز في الثامنة من عمره - فقد كانت ابنة جوسياه ودجوود، المشهور كخزّاف.

تمتع دارون بكل فوائد التربية، ولكنه ألم باستمرار والده المترملُّ بأدائه الأكاديمي غير اللامع. «لا تأبه بأي شيء سوى الصيد، والكلاب، وصيد الفئران، وستكون عاراً على نفسك وعلى أسرتك»، كتب دارون الأب في سطر يظهر دوماً في أي حديث عن

* يوم ميمون في التاريخ: في مثل هذا اليوم وُلد إبراهيم لنكونلن في كنتاكي. المؤلف.

حياة دارون المبكرة. وبالرغم من أنه أظهر ميلاً إلى التاريخ الطبيعي، حاول من أجل والده أن يدرس الطب في جامعة أدنبرة، ولكنه لم يستطع أن يتحمل الدم والمعاناة. وسببت له تجربة حضور عملية لطفل مريض قبل اختراع المخدر صدمة دائمة. حاول دراسة القانون بدلاً من ذلك، ولكنه وجده بليداً ثم نجح في الحصول على درجة في اللاهوت من جامعة كمبريدج.

بدا كأن وظيفة قسّ ريفي تنتظره حين جاء عرض مفاجئ أكثر إغراء. دُعي دارون للسفر على متن البيجل إتش إم إس من أجل المسح القومي، ولكنه دعي في الحقيقة كي يرافق على العشاء القبطان روبرت فيتزروي، الذي حالت رتبته دون تمضيته للوقت مع سيد نبيل. واختار فيتزروي - الذي كان غريب الأطوار - دارون؛ لأنه أحب شكل أنف دارون (وقد قال: إن هذا يعكس عمق الشخصية). لم يكن دارون خيار فيتزروي الأول، ولكنه اختير لأن رفيق فيتزروي المفضل انسحب. ومن منظور القرن الواحد والعشرين كانت السمة المشتركة الأكثر إدهاشاً بين الاثنين هي فتوتهما الكبيرة. ففي وقت الإبحار، كان فيتزروي في الثالثة والعشرين فحسب، وكان دارون في الثانية والعشرين.

كانت وظيفة فيتزروي الرسمية هي أن يضع خريطة للمياه الساحلية، ولكن هوايته وولعه كانت البحث عن تفسير حريفي توراتي للخلق. وبما أن دارون كان مدرباً من أجل منصب الكاهن فقد كان هذا محورياً لقرار فيتزروي؛ كي يدعوه إلى الرحلة. وحين برهن دارون لاحقاً أنه لا يعتنق الليبرالية فحسب، وإنما غير مخلص للمبادئ المسيحية فقد صار هذا مصدراً للخلاف الدائم بينهما.

كان الوقت الذي قضاه دارون على متن البيجل من 1831 إلى 1836 على ما يبدو التجربة المشكّلة لحياته، ولكنها كانت أيضاً أكثر تجريباً. اقتسم هو وقبطانه كينناً صغيراً، الأمر الذي لم يكن سهلاً بما أن فيتزروي كان يخضع لنوبات الغضب، التي تتبعها فورات من الاستياء الكبير. وكان هو ودارون يتخاصمان دوماً، وكانت بعض الخصومات «تتأخم الجنون»، كما تذكر دارون فيما بعد. مالت الرحلات البحرية إلى أن تصبح مشروعات كئيبة في أفضل الأوقات، فقد انتحر قبطان البيجل السابق،

مطلقاً رصاصة على دماغه في أثناء لحظة من الكآبة والوحدة، وجاء فيتزروي من أسرة معروفة بميلها إلى الكآبة. أما عمه، الفسكونت كاسلري، فقد ذبح نفسه في العقد السابق حين كان يعمل وزيراً للمال. (انتحر فيتزروي بالطريقة نفسها في عام 1865). وحتى حين يكون مزاجه رائقاً، برهن فيتزروي بأنه غير قابل للمعرفة بشكل غريب. ذُهل دارون حين علم في نهاية الرحلة أن فيتزروي تزوج فوراً امرأة شابة خطبها منذ وقت طويل. فطوال خمس سنوات من رفقته مع دارون، لم يلمح مرة واحدة إلى الارتباط، أو يذكر اسمها.

كانت رحلة البيجل انتصاراً في المناحي الأخرى جميعها. جرب دارون المغامرة وجمع كميات من العيّنات لصناعة شهرته وجعله منشغلاً لسنوات عدة. عثر على مجموعة نفيسة من الأحافير القديمة المهمة، وبينها أروع (بهضم megatherium) معروف حتى الآن؛ نجا من زلزال مهلك في تشيلي؛ واكتشف أنواعاً جديدة من الدلافين (التي سمّاها بإحساس بالواجب على اسم القبطان فيتزروي *Delphinus Fitzroyi*)؛ وقام باستقصاءات جيولوجية مفيدة عبر الأنديز؛ وطوّر نظرية جديدة لاقت إعجاباً كبيراً عن تشكّل الشعب المرجانية، التي اقترحت - وليس من قبيل المصادفة - أن الشعب لا يمكن أن تتشكّل في أقل من مليون سنة. كان هذا التلميح الأول عن فكرته حول قدم العمليات الأرضية. وفي عام 1836، وفي سن السابعة والعشرين، عاد إلى الوطن بعد أن غاب خمس سنوات ويومين. ولكنه لم يغادر بريطانيا بعد ذلك.

كان هناك شيء لم يفعله دارون في رحلته هو مناقشة نظرية النشو. ذلك أن النشو كان مفهوماً قديماً يعود إلى ثلاثينيات القرن التاسع عشر. فقد جدّ دارون، إرازموس، المبادئ النشوئية في قصيدة بعنوان «معبد الطبيعة» قبل سنوات من ولادة تشارلز. ولم تأت فكرته أن الحياة صراع أبدي وأن الانتخاب الطبيعي وسيلة تساعد بعض الأنواع على الازدهار على حساب أنواع أخرى، إلى أن عاد دارون الشاب إلى إنكلترا وقرأ كتاب توماس مالتوس (مقالة في مبدأ السكان) (التي قالت: إن الزيادة في الطعام والمؤونة لا يمكن أن تتماشى أبداً مع النمو السكاني لأسباب رياضية). وبشكل محدد، ما رآه دارون هو أن المتعضيات جميعها تتنافس على الموارد،

وأولئك الذين يمتلكون بعض التفوق الفطري سيزدهرون ويمررون ذلك التفوق إلى سلالتهم. بهذه الوسيلة ستتحسّن الأنواع باستمرار.

تبدو فكرة بسيطة بشكل كره - إنها فكرة بسيطة بشكل كره - ولكنها تشرح بقدر كبير، وكان دارون مستعداً كي يكرّس حياته لها. «كم كنتُ غيباً لأنني لم أفكر فيها!» صاح تي. إتش. هكسلي حين قرأ كتاب أصل الأنواع. وهي وجهة نظر تكررت منذ ذلك الوقت.

من المثير أن دارون لم يستخدم عبارة «بقاء الأنسب» في أعماله (بالرغم من أنه عبّر عن إعجابه بها). نحت هربرت سبنسر التعبير في عام 1864، بعد خمس سنوات من نشر أصل الأنواع، في كتابه مبادئ البيولوجيا. لم يستخدم دارون كلمة «نشوء» حتى الطبعة السادسة من كتابه (وفي ذلك الوقت صار استخدامها واسع الانتشار بحيث لا تمكن مقاومته)، مفضلاً بدلاً من ذلك «انحدار مع تعديل». فضلاً عن ذلك، لم يهتم استنتاجاته جميعها بأي طريقة الوقت الذي قضاه في جزر الغالاباغوس، وخصوصاً حين لاحظ تغايراً مهماً في مناقير طيور البرقش. فالقصة كما تُروى تقليدياً (أو على الأقل كما يتذكرها كثيرون منا بشكل متكرر) هي أن دارون، فيما كان يسافر من جزيرة إلى أخرى، لاحظ أن مناقير طيور البرقش كانت متكيفة بشكل مدهش لاستغلال الموارد المحلية. كانت المناقير في إحدى الجزر صلبة وقصيرة وجيدة لكسر الجوز، بينما كانت في الجزيرة الآتية طويلة ورقيقة ومناسبة جداً لاستخراج الطعام من الصدوع، وهذا ما دفعه إلى التفكير في أن الطيور لم تُخلق على الأرجح بهذه الطريقة، وإنما بمعنى ما خلقت نفسها.

قامت الطيور بخلق نفسها في الواقع، ولكن لم يكن دارون هو الذي لاحظ هذا. ففي زمن رحلة البيجل كان قد خرج دارون لتوّه من الجامعة، ولم يكن قد أصبح عالم طبيعة مكتملاً، وهكذا أخفق في رؤية أن طيور الغالاباغوس كانت كلها من نوع واحد. كان صديقه عالم الطيور جون جولد هو الذي أدرك أن ما عثر عليه دارون هو كثير من طيور البرقش ذات المواهب المختلفة. ولسوء الحظ، لم يلاحظ دارون في تجربته أي طيور جاءت من أي جزر (ارتكب خطأً مشابهاً حيال السلاحف). واستغرق الأمر سنوات لتصحيح الأمر.

وبسبب هذه الاكتشافات المتنوعة، والحاجة إلى البحث في صناديق كثيرة من عينات البيجل، لم يبدأ دارون حتى عام 1842 - بعد خمس سنوات من عودته إلى إنكلترة - بوضع مخطط مبادئ نظريته الجديدة. وقد وسَّعها إلى 230 صفحة بعد عامين. ثم قام بشيء فائق للعادة: ترك ملاحظاته جانباً وفي العقد والنصف اللاحقين شغل نفسه بأمور أخرى. أنجب عشرة أولاد، وكرَّس تقريباً ثماني سنوات لتأليف كتاب شامل عن البرنقيل (أكره البرنقيل كما لم يكره رجل من قبل، قال، بشكل مفهوم، لدى إنهاء العمل) وسقط فريسة لاضطرابات غريبة تركته قلقاً بشكل مزمن، ومغشياً عليه، و«مضطرباً»، كما عبّر عن الأمر. واشتملت الأعراض على غثيان مروع وارتعاد، وشقيقة، وإعياء وارتجاف، ويقع أمام العينين، وضيق نفس، و«دوار في الرأس»، وبشكل غير مفاجئ، الاكتئاب.

لم يعرف سبب المرض أبداً. وكان الأكثر رومانسية وربما الأكثر ترجيحاً بين كثير من الاحتمالات المقترحة هو أنه عانى من داء شاغاس (الدُّراق الطفيلي)*، وهو مرض استوائي ربما انتقل إليه من عضه حشرة Benchuga في أمريكا الجنوبية. وكان الشرح الأكثر واقعية هو أن حالته كانت سيكوسوماتية**. وفي غالب الأحيان لم يكن يستطيع العمل لأكثر من عشرين دقيقة، وأحياناً لا يستطيع حتى هذا.

كان كثير من وقته المتبقي مكرّساً لسلسلة من العلاجات اليائسة بشكل متزايد كحمامات ماء متلج، والغطس في الخلل، وتغليف نفسه «بسلاسل كهربائية» أخضعته لبعض صدمات التيار. صار ناسكاً، ونادراً ما يغادر منزله في كينت، داون هاوس. وكان أحد أفعاله الأولى لدى الانتقال إلى المنزل هو وضع مرآة خارج نافذة مكتبه؛ كي يتعرف على الزوار ويتجنبهم عند الضرورة.

أبقى دارون نظريته لنفسه؛ لأنه عرف جيداً العاصفة التي يمكن أن تسببها. وفي عام 1844 - العام الذي أفضل فيه على ملاحظاته - أثار كتاب بعنوان آثار التاريخ

* مرض استوائي يحدث حمى مرتفعة متطاولة وتضخماً في الطحال والكبد. يُنسب إلى الطبيب البرازيلي كارلوس شاغاس الذي كان أول من وصفه. المترجم.

** ناشئ عن تفاعل بين الظواهر الجسدية والظواهر النفسية. والسيكوسوماتي شخص يتكشّف عن أعراض جسدية، أو أعراض جسدية وعقلية ناشئة عن اعتلال عقلي.

الطبيعي للخلق غضب كثير من عالم المفكرين حين اقترح أنه من المحتمل أن البشر تطوّروا من بدائيين أدنى دون مساعدة خالق إلهي. متوقفاً الصرخة، اتخذ المؤلف خطوات حريصة كي يخفي هويته، وأبقاها سرية حتى عن أقرب أصدقائه في الأعوام الأربعين الآتية. وتساءل بعضهم إن كان دارون نفسه قد ألف الكتاب؟ واشتبه آخرون بأن المؤلف هو برنس ألبرت. وفي الحقيقة، كان المؤلف ناشراً أسكتلندياً ناجحاً وغير مدعٍ يدعى روبرت تشامبرز الذي كان لتردده في الإفصاح عن نفسه بعد عملي وكذلك بعد شخصي: وكانت شركته ناشرة بارزة للكتب المقدسة*. شُنَّ هجوم عنيف على كتاب آثار من فوق المنابر في أنحاء إنكلترا كلها وما وراءها، ولكنه جذب أيضاً كمية جيدة من غيظ الباحثين. وكرست مجلة إدنبرة ريفيو عدداً كاملاً تقريباً 85 صفحة لتمزيقه إلى أشلاء. وحتى (تي. إتش. هكسلي)، الذي يؤمن بالنشوء، هاجم الكتاب ببعض السميّة، غير مدرك أن المؤلف كان صديقاً له.

كان من الممكن أن يظلّ مخطوط دارون حبيس الأدراج حتى وفاته، ولكن بسبب ضربة مرعبة جاءت من الشرق الأقصى في أوائل صيف عام 1858، في شكل رزمة تحتوي على رسالة ودّية من عالم طبيعة شاب يدعى (ألفرد رسل والاس) ونسخة من دراسة بعنوان «في ميل التنوّعات إلى أن تغادر بلا نهاية النمط الأصلي»، تلخّص نظرية الانتخاب الطبيعي التي كانت بشكل واضح مشابهة لمذكرات دارون السريّة. كانت الصياغة تشبه صياغة دارون. وقال دارون بمقت: «لم أر أبداً مصادفة مفاجئة أكثر من هذه». «لو كان لدى والاس مخطوط مخطوطي الذي كُتِبَ في 1842، لما كان بوسعه أن يكتب خلاصة قصيرة أفضل».

لم يدخل والاس في حياة دارون بشكل مفاجئ كما يقال أحياناً. كان الاثنان يتراسلان سابقاً، وقد أرسل والاس لدارون أكثر من مرة عيّنات بسخاء، معتقداً أنها تهمة. وفي مجرى هذه التبادلات حذر دارون بدمائة والاس من أنه يعدّ موضوع خلق الأنواع من اختصاصه الحصري. «إن هذا الصيف سيجعل المدة عشرين سنة (!)

* كان دارون أحد القلة الذين خمنوا بشكل صحيح. حدث أنه كان يزور تشامبرز في أحد الأيام حين تم إرسال نسخة سابقاً من الطبعة السادسة من كتاب آثار. كانت الدقة التي فحص بها تشامبرز التنقيحات نوعاً من الإفشاء البريء، بالرغم من أن الرجلين لم يناقشا الأمر على ما يبدو.

منذ أن فتحت دفتري الأول حول مسألة كيف وبأي طريقة تختلف الأنواع عن بعضها بعضاً»، كتب إلى والاس منذ مدة. «أقوم الآن بتحضير عملي للنشر»، أضاف، بالرغم من أنه لم يكن يفعل ذلك.

أخفق والاس في فهم ما كان دارون يحاول قوله له. وعلى أي حال لم يكن بوسعه امتلاك أي فكرة أن نظريته كانت تقريباً مطابقة لنظرية كان دارون يطورها لطوال عقدين.

وجد دارون نفسه في مأزق مؤلم. إذا اندفع إلى النشر كي يحفظ أسبقيته، فإنه سيستفيد من إشارة من معجب بعيد. ولكن إذا تنحى جانباً - كما يقتضي سلوك السادة - فإنه سيفقد السبق من أجل نظرية قام بتطويرها بشكل مستقل. كانت نظرية والاس، باعترافه هو نفسه، نتيجة وميض استبصار؛ أما نظرية دارون فقد كانت نتاج أعوام من الفكر المنهجي الدقيق والكادح. كان هذا غير عادل بشكل ساحق.

ومن أجل مضاعفة بؤسه أصيب ولده الأصغر، الذي سماه تشارلز أيضاً، بالحمى القرمزية وكان مريضاً بشكل خطر. وفي أوج هذه الأزمة، في 28 حزيران، توفي الطفل. وبالرغم من انشغاله بمرض ولده، عثر دارون على الوقت كي يرسل رسائل إلى صديقه تشارلز ليل وجوزف هوكر، عارضاً التنحي جانباً ولكنه نبه أن فعل ذلك يعني أن كل عمله، «سوف يُقضى عليه». وجاء ليل وهوكر بتسوية هي تقديم ملخص لأفكار دارون ووالاس سوية. وكان الحل الذي استقرا عليه هو اجتماع للجمعية اللينيية، التي كانت تصارع آنذاك كي تعثر على طريق العودة إلى عاداتها كمركز للصدارة العلمية. وفي 1 تموز 1858 كُشفت نظرية دارون ووالاس للعالم. لم يكن دارون حاضراً. وفي يوم الاجتماع كان هو وزوجته يدفنان ولدهما.

كان تقديم دارون والاس واحداً من سبعة في ذلك المساء، كانت هناك محاضرة عن نباتات أنغولا المزهرة، لم يكن الجمهور المؤلف من ثلاثين شخصاً يمتلك أي فكرة أنه يشهد الأوج العلمي للقرن، ولم يظهر أي إشارة تدل على ذلك. لم يحدث نقاش. ولم يجذب الحدث كثيراً من الانتباه في أمكنة أخرى. قال دارون بابتهاج فيما بعد: إن الشخص الوحيد الذي ذكر الباحثين في الطباعة هو الأستاذ هوتون من دبلن، وكان استنتاجه هو «أن كل ما هو جديد فيهما مزيّف، وما هو صحيح قديم».

والاس - الذي كان ما يزال في الشرق البعيد - سمع بهذه المناورات بعد وقت طويل من الحدث، ولكنه كان رصيناً بشكل لافت، وبدا مسروراً أنه تم إدراجه في كل هذا. حتى إنه أشار إلى النظرية بعد ذلك دوماً بـ «الداروينية».

كان الأقل ميلاً لقبول أسبقية دارون هو الحدائقى الأسكتلندي باتريك ماثيو الذي وصل بشكل لافت إلى مبادئ الانتخاب الطبيعي منذ أكثر من عشرين عاماً، في العام نفسه الذي أبحر فيه دارون على متن البيجل. ولسوء الحظ، نشر ماثيو وجهات النظر هذه في كتاب بعنوان (الأشجار البحرية وزراعة الأشجار)، الذي لم ينتبه إليه لا دارون ولا العالم برتمته. ردّ ماثيو بطريقة حيوية في رسالة إلى جاردنر كرونكيل حين رأى دارون يكسب الشهرة في كل مكان من أجل الفكرة، التي كانت في الحقيقة فكرته. اعتذر دارون دون تردد، بالرغم من أنه لم يدوّن ذلك: «أعتقد أنه لا أحد سيشعر بالدهشة من أنه لا أنا ولا أي عالم طبيعة آخر على ما يبدو، قد سمع بوجهات نظر السيد ماثيو، نظراً إلى قصرها وإلى كونها ظهرت في ملحق عن الأشجار البحرية وزراعة الأشجار».

تابع والاس مدة خمسين سنة أخرى كعالم طبيعة ومفكّر، وأحياناً كان مفكراً جيداً جداً، ولكنه هجر العلم واهتم بأمور ملتبسة كالروحانيات واحتمال وجود الحياة في مكان آخر من الكون. وهكذا صارت النظرية - بسبب الإهمال - حكرًا على دارون وحده.

لم يتوقف دارون أبداً عن كونه معذباً من أفكاره. أشار إلى نفسه بأنه «كاهن الشيطان» وقال: إن الكشف عن النظرية هو «مثل الاعتراف بجريمة». وبغض النظر عن كل شيء آخر، عرف أنها آلت بعمق زوجته الحبيبة المتدينة. وحتى هكذا، انطلق إلى العمل فوراً موسّعاً مخطوطه إلى كتاب. ودعاها مؤقتاً «خلاصة مقال في أصل الأنواع وضروبها من خلال الانتخاب الطبيعي». كان هذا العنوان فاتراً ومؤقتاً بحيث إن ناشره جون مري قرر إصدار 500 نسخة فقط. ولكن حالما اطلع على المخطوط وعلى عنوان أجمل أعاد مري التفكير وقرر طبع 1,250 نسخة.

حقق كتاب أصل الأنواع نجاحاً تجارياً فورياً، غير أن نجاحه النقدي كان قليلاً. قدمت نظرية دارون صعوبتين غير قابلتين للحل. كانت تحتاج إلى مزيد من الوقت

أكثر مما كان اللورد كلفن يرغب بالتسليم، ونادراً ما كانت مدعومة بدليل الأحافير. وسأل نقاد دارون الأكثر فهماً: أين تلك الأشكال المؤقتة التي أشارت إليها نظريته؟ إذا كانت الأنواع الجديدة تتطور باستمرار، يجب أن يكون هناك إزاء كثير من الأشكال الوسيطة مبعثرة في سجل الأحافير، ولكن لم يكن هناك أي شيء*. وفي الحقيقة، لم يظهر السجل كما كان آنذاك (ولوقت طويل بعد ذلك) أي حياة حتى لحظة الانفجار الكمبري المشهور.

ولكن كان هناك دارون - دون أي دليل - يلح أن البحار الأولى كان يجب أن تكون زاخرة بالحياة ولم نعرث عليها بعد لأنه، مهما كان السبب، لم تحفظ. لم يكن بوسعها أن تكون غير ذلك. وأكد دارون: «إن القضية حالياً يجب أن تبقى غير قابلة للشرح، ويمكن أن يلح عليها بوصفها حجة صالحة ضد وجهات النظر المطروحة هنا»، لقد سمح بكل صراحة، ولكنه رفض أن يسمح احتمالاً بديلاً. وعبر الشرح قال بشكل مبتكر ولكن غير صحيح ربما كانت البحار الكمبرية صافية جداً بحيث لا يمكن ترك الرسابة وبالنتيجة لم تحفظ أي أحافير.

تضايق حتى أعز أصدقاء دارون من استهتار بعض تأكيداتته. قال آدم سيدجويك - الذي درّس دارون في كمبريدج وأخذه في رحلة جيولوجية إلى ويلز عام 1831 - إن الكتاب «سبب له ألماً أكثر مما منحه متعة». وقال لويس أجاسيز، عالم الإحاثة السويسري الشهير: إن هذا تخمين لا أساس له. وقال لويل بكآبة: «إن دارون يشطح».

كره تسي. إتش هكسلي إلحاح دارون على كميات كبيرة من الزمن الجيولوجي؛ لأن هكسلي كان من القائلين بالطفرة، فكرة أن التغيرات التطورية لا تحدث تدريجياً وإنما فجأة. إن القائلين بالطفرة (والأصل اللاتيني للكلمة الإنكليزية هنا يعني القفزة) لم يستطيعوا قبول أن المتعضيات المعقدة يمكن أن تبرز في مراحل بطيئة. ما فائدة عشر جناح أو نصف عين في النهاية؟ إن أعضاء كهذه، كما اعتقدوا، لها معنى فحسب في حالة مكتملة.

* بالمصادفة، في 1861، في أوج الجدل، ظهر ذلك الدليل حين عثر العمال في بافاريا على عظام archaeopteryx وهو مخلوق في منتصف الطريق بين الطائر والديناصور. (كان له ريش، ولكن له أيضاً أسنان). كان هذا اكتشافاً مؤثراً ومساعداً، ويجب أن تناقش أهميته ولكن اكتشافاً واحداً لا يكاد يُعدّ حاسماً.

كان المعتقد مفاجئاً قليلاً في روح جذرية كروح هكسلي؛ لأنه استدعى بسرعة نظرية دينية محافظة جداً، كان أول من وضعها هو عالم اللاهوت الإنكليزي ويليم بالي في عام 1802، وعرفت باسم «اشتقاق الحجّة من النظام». قال بالي: إنه إذا عثرت على ساعة جيب على الأرض، حتى لو لم يحدث أن رأيت شيئاً كهذا من قبل، فإنك ستُدرِك على الفور أنها صُنعت من قبل كيان ذكي. وهكذا - كما اعتقد - كان الأمر في الطبيعة: إن تعقيدها برهان على نظامها. كانت النظرية قوية في القرن التاسع عشر، وقد سببت مشكلات لدارون أيضاً. وأقر في رسالة إلى صديق: «إن العين تسبب لي القشعريرة حتى اليوم». وسلّم في كتاب أصل الأنواع: «أعترف بكل حرية أنه لمن غير المقنع» أن الانتخاب الطبيعي يمكن أن ينتج أداة كهذه في خطوات تدريجية.

وحتى هكذا، وبالرغم من الاستياء الذي لا ينتهي لمناصريه - لم يلجّ دارون فحسب على أن التغيير تدريجي - ولكن تقريباً في طبقات (أصل الأنواع) جميعها زاد كمية الوقت التي افترضها ضرورية للسماح للتطور بالتقدم، مما جعل أفكاره غير مفضلة بشكل زائد. «أخيراً، وبحسب العالم والمؤرخ جيفري شوارتز»، فقد دارون في الحقيقة كل الدعم الذي كان باقياً بين صفوف مؤرخي علم الطبيعة وعلماء الجيولوجيا.

وبشكل ينطوي على مفارقة - أخذين في الحسبان أن دارون دعا كتابه أصل الأنواع - فإن الشيء الوحيد الذي لم يستطع شرحه هو كيف نشأت الأنواع. اقترحت نظرية دارون آلية تشرح كيف يمكن أن تصير الأنواع أكثر قوة أو أفضل أو أسرع، باختصار، أكثر ملاءمة ولكنه لم يشرح كيف تطرح نوعاً جديداً. فكّر مهندس أسكتلندي يدعى فلمينغ جنكينز في المشكلة، وانتبه إلى خطأ مهم في حجة دارون. اعتقد دارون أن أي سمة مفيدة نشأت في جيل واحد ستُنقل إلى الأجيال اللاحقة، وبالنسبة لتقوي الأنواع. أشار جنكينز إلى أن سمة مفضلة في أحد الوالدين لن تصبح مهيمنة في الأجيال اللاحقة، وإنما ستضعف بسبب الاختلاط. إذا سكبت الوسكي في إبريق ماء، فلن تجعل الوسكي قوية وإنما ستخفّفها. بالطريقة نفسها، إن أي سمة مفضلة يدخلها أحد الوالدين ستخف بالتعاقب من قبل المزاوجات اللاحقة إلى أن تختفي. وهكذا كانت نظرية دارون وصفة ليست للتغيير وإنما للاستمرارية. إن ضربات حظ يمكن أن تنشأ من مدة لأخرى، ولكنها ستتلاشى في الحال تحت الدافع العام لإرجاع كل شيء إلى

توسّط ثابت. وإذا كان يجب أن يعمل الانتخاب الطبيعي فهناك حاجة إلى آلية غير مفكر فيها بديلة.

مجهولاً من قبل دارون ومن قبل الجميع، وعلى بعد 1200 كيلومتر في زاوية هادئة من وسط أوروبا كان هناك راهب متقاعد يدعى غريغور مينديل يبتكر الحل.

وُلد مينديل عام 1822 لأسرة متواضعة من المزارعين في مكان منعزل من الإمبراطورية النمساوية فيما هو الآن الجمهورية التشيكية. صوّره الكتب المدرسية مرة كراهب بسيط متقيد بالتقاليد وريفي، وأن اكتشافاته تّمت بالمصادفة، نتيجة ملاحظة سمات مهمة في الوراثة بينما كان يعبث بنباتات البازلاء في حديقة مطبخ الكاتدرائية. وفي الواقع كان مينديل عالماً مدرّباً درس الفيزياء والرياضيات في مؤسسة أولتزر الفلسفية وفي جامعة فيينا، وكان كل ما فعله ممنهجاً علمياً. فضلاً عن ذلك، كانت الأبرشية في برنو حيث كان يعيش منذ 1843 معروفة بأنها مؤسسة تعليمية. كان فيها مكتبة من عشرين ألف كتاب وتراث من البحث العلمي الدقيق.

قبل أن يبدأ مينديل تجاربه، أمضى عامين يحضّر عينات الاختبار، وهي سبعة أنواع من البازلاء (البسلى)، كي يتأكد من أنها تتناسل بشكل صحيح. ثم - وبمساعدة من مساعدين دائمين - قام بشكل مستمر باستيلاد وتهجين خلائط ثلاثين نوعاً من البازلاء. كان عملاً حسّاساً، يقتضي من الرجال الثلاثة بذل جهود دقيقة؛ كي يتجنّبوا التهجين التصادفي وأن ينتهبوا إلى التنوّعات جميعها في نموّ ومظهر البذور والقرون والأوراق والبراعم والأزهار. كان مينديل يعرف ما الذي يفعله.

لم يستخدم أبداً كلمة «مورثة» (جينة) لم تُنحت حتى عام 1913، في قاموس طبيّ إنكليزي، بالرغم من أنه ابتكر مصطلحي «مهيمن» و«منحسر». ما أسسه هو أن كل بذرة تحتوي على «عنصرين» كما دعاها: واحد مهيمن والآخر منحسر، وهذان العاملان، حين يُمزجان، ينتجان نماذج قابلة للتنبؤ من الوراثة.

حوّل مينديل النتائج إلى صيغة رياضية دقيقة. وأمضى ثماني سنوات في تجاربه، ثم أكّد نتائجه بتجارب مشابهة على الأزهار والذرة ونباتات أخرى. وإذا قلنا أي شيء

فإن مينديل كان علمياً جداً في مقاربتة، ذلك أنه حين قدّم اكتشافاته في اجتماعي شباط وأذار لجمعية التاريخ الطبيعي في برنوف في 1865، أصغى جمهور من أربعين شخصاً بعناية، ولكنهم لم يتأثروا على ما يبدو، بالرغم من أن استيلاء النباتات كان مصلحة عملية مهمة جداً لكثير من أعضاء الجمعية.

حين نُشر تقرير مينديل، أرسل بلهفة نسخة إلى عالم النبات السويسري العظيم كارل فلهلم فون (ناجيلي) Karl-Wilhelm von Nageli، الذي كان دعه حيواً تقريباً لنجاح النظرية. ولسوء الحظ، أخفق ناجيلي في فهم أهمية اكتشاف مينديل. واقترح أن يحاول مينديل استيلاء العُشبة الصقرية*. أطاعه مينديل ولكنه أدرك بسرعة أن العُشبة الصقرية لا تمتلك أياً من السمات المطلوبة لدراسة قابلية التوريث. كان من الجلي أن ناجيلي لم يقرأ الدراسة بدقة، أو ربما لم يقرأها أبداً. شعر مينديل بخيبة الأمل، فترك استقصاء قابلية التوريث، وأمضى ما تبقى من حياته يزرع الخضراوات المميزة، ويدرس النحل والفئران وكُلف الشمس**، بين أمور أخرى كثيرة. وفي النهاية جعل رئيساً للدير.

تم تجاهل مكتشفات مينديل على نطاق واسع كما قيل. وتلقت دراسته مدخلاً جيداً في الموسوعة البريطانية كانت سجلاً أبرز للفكر العلمي أكثر من الآن، وذكُرت بشكل متكرر في دراسة مهمة وضعها الألماني فلهلم أولبرز فوك Wilhelm Olbers Focke. ونظراً لأن أفكار مينديل لم تغب عن التفكير العلمي، وتفرق كان من السهل العودة إلى إنقاذها حين كان العالم مستعداً لها.

معاً - ودون أن يدركا ذلك - وضع دارون ومينديل الأساس لكل علم الحياة في القرن العشرين. رأى دارون أن كل الأشياء الحية مرتبطة ببعضها بعضاً، وأنها «تعود سلاياً إلى مصدر واحد مُشترك»؛ قدّم عمل مينديل الآلية لشرح كيف يمكن أن يحدث هذا. كان بوسع الرجلين أن يساعدا بعضهما بعضاً بسهولة. كان لدى مينديل طبعة ألمانية من كتاب أصل الأنواع، ومن المعروف أنه قرأه، ولا بد أنه أدرك أن عمله

* نبات من الفصيلة المركبة ذو زهورات صفراء أو برتقالية اللون. المترجم.

** تقع داكنة تبدو بين فينة وأخرى على سطح الشمس. المترجم.

يمكن تطبيقه على عمل دارون، ولكنه على ما يبدو لم يبذل أي جهد كي يتصل معه. ودارون، بدوره، من المعروف أنه درس دراسة (فوك) المؤثرة بإشارات المتكررة إلى عمل مينديل، ولكنه لم يربطها بدراساته الخاصة.

إن الشيء الوحيد الذي يعتقد الجميع أنه يميّز حجة دارون هو أن البشر ينحدرون من القرد، لم تبرز مطلقاً إلا كإشارة عابرة. وحتى هكذا، لم يحتج الأمر إلى قفزة خيالية كبيرة لرؤية المعاني الضمنية للتطور البشري في نظريات دارون، وصارت على الفور موضوعاً فورياً للحديث.

حدثت المواجهة يوم السبت، 30 حزيران 1860، في اجتماع الجمعية البريطانية لتقدم العلم في أكسفورد. وقد تمّ حتّ هكسلي كي يحضر من قبل روبرت تشامبرز، مؤلف آثار التاريخ الطبيعي للخلق، بالرغم من أنه كان ما يزال لا يعرف علاقة تشامبرز بذلك الكتاب الكبير المثير للجدل. كان دارون غائباً كما هو الحال دوماً. عُقد الاجتماع في متحف أكسفورد لعلم الحيوان. وحضر أكثر من ألف شخص في الغرفة؛ وتم إبعاد مئة. وعرف الناس أن شيئاً كبيراً سيحدث، بالرغم من أنه كان عليهم الانتظار فيما كان متحدث مهمل جداً يدعى وليم دريبر من جامعة نيويورك يشق طريقه بشجاعة عبر ساعتين من الملاحظات التمهيدية عن «التطور الفكري لأوروبا مفكراً فيه عبر الإشارة إلى وجهات نظر دارون».

أخيراً، نهض أسقف أكسفورد صامويل ولبرفوردس كي يتحدث. كان ولبرفوردس قد اطلع على الأمر (كما افترض عامة) بشكل موجز من رتشارد أوين المعارض المتحمس لدارون، الذي زاره الليلة الماضية. وكما يحدث عادة مع الأحداث التي تنتهي بضجة، تتنوع القصص عما رشح بشكل كبير. وفي النسخة الأكثر شعبية، أن ولبرفوردس حين كان يتحدث استدار إلى هكسلي بابتسامة جافة، وسأله إن كان منحدرًا من القردة عن طريق جدته أو جده؟ كان القصد من هذه الملاحظة هو السخرية دون شك، ولكنها جاءت كتحدٍ بارد. استدار هكسلي إلى جاره وهمس: «لقد أرسله الله بين يدي»، ثم نهض باستمتاع معين.

تذكّر آخرون هكسلي وهو يرتجف من الغضب والاستياء. على أي حال، أعلن هكسلي أنه يفضل القرابة مع قرد بدلاً من شخص يستخدم مركزه؛ كي يقدم ثروة لا أساس لها فيما هو ندوة علمية كما هو مفترض. كانت هذه الإجابة الطاعنة وقاحة فضائحية، وإهانة لمكتب ولبرفورس، وتحولت المجريات فوراً إلى صخب. غشي على السيدة بروستر. وتجول روبرت فيتزروي، رفيق دارون على متن سفينة البيجل قبل خمس وعشرين سنة، عبر القاعة رافعاً الكتاب المقدس وهو يصيح: «الكتاب، الكتاب!» (كان في المؤتمر كي يقدم بحثاً عن العواصف كونه رئيس قسم الأرصاد الجوية المؤسس حديثاً). ومن المثير، أن كل طرف زعم فيما بعد أنه هزم الآخر. في النهاية أعلن دارون عن اعتقاده بقرابتنا مع القردة في كتابه تحدرّ الإنسان عام 1871. كان الاستنتاج جريئاً، بما أنه لا شيء في سجل الأحافير دعم نظرية كهذه. كانت البقايا البشرية الأولى الوحيدة المعروفة هي العظام النياندرتالية من ألمانية، وبعض القطع القليلة غير المؤكدة من عظام الفكين، ورفض كثير من العلماء المحترمين أن يؤمنوا حتى بقدامتها. كان تحدرّ الإنسان كتاباً مثيراً للجدل أكثر من أصل الأنواع، ولكن في وقت ظهوره قلت إثارة العالم وسببت حججه إثارة أقل. والسبب الأكبر هو أن دارون أمضى أعوامه الأخيرة مهتماً بمشروعات أخرى لم يتعلق معظمها إلا عرضياً بمسائل الانتخاب الطبيعي. أمضى أوقاتاً طويلة يلتقط زرق الطيور ويفحص المحتويات في محاولة لفهم كيف تنتشر البذور بين القارات، وأمضى المزيد من السنوات يدرس سلوك الديدان. وكانت إحدى تجاربه أن يعزف لها على البيانولا لكي يسليها، وإنما كي يدرس تأثير الصوت والاهتزاز عليها. كان أول من أدرك أن الديدان مهمة جداً لخصوبة التربة. «يمكن أن يشك إن كان هناك كثير من الحيوانات الأخرى التي أدت دوراً مهماً كهذا في تاريخ العالم»، كتب في عمله الرائد عن الموضوع، تشكيل تراب الخضراوات عبر عمل الديدان (1881)، الذي كان أكثر شهرة من كتاب أصل الأنواع. ومن بين كتب دارون الأخرى عن الوسائل المختلفة التي تغذي بها الحشرات نبات السحلية البريطاني والأجنبي (1862)، (والتعبير عن العواطف لدى الإنسان والحيوان) (1872)، الذي بيع منه 5,300 نسخة في يومه الأول، (وتأثيرات التخصيب التهجين)

والذاتي في المملكة النباتية) (1876)، وهذا موضوع كان قريباً بشكل غير مرجح من عمل مينديل، ودون تحقيق أي شيء كإكتشافاته وقوة الحركة في النباتات. وأخيراً خصص كثير من الجهد لدراسة نتائج الاستيلاء الداخلي. وكانت هذه مسألة تهمة بشكل خاص. بعد أن تزوج ابنة عمه، اشتبه دارون بكآبة بأن نقاط ضعف جسدية وذهنية معينة بين أولاده ناشئة من غياب التنوع في شجرة نسبه.

تلقى دارون كثيراً من التكريم في أثناء حياته، ولكن لم يتلقه أبداً عن أصل الأنواع أو انحدر الإنسان. منحه الجمعية الملكية وسام كوبلي الرفيع من أجل نظرياته في الجيولوجيا وعلم الحيوان والنبات، ولكن ليس من أجل نظرياته في النشوء، وكانت الجمعية الليبنية مسرورة أيضاً كي تكرم دارون دون اعتناق نظرياته المتطرفة. لم يُمنح أبداً لقب فارس، بالرغم من أنه دُفن في ويستمنستر آبي، إلى جانب نيوتن. وافت المنية دارون في نيسان 1882. وتوفي مينديل بعد عامين.

لم تحظ نظرية دارون بقبول واسع حتى الثلاثينيات والأربعينيات، مع وصول نظرية مصقولة دُعيت بـ«تفسير معيّن» التركيب الحديث»، وهي مزيج من أفكار دارون ومينديل وآخرين. ولم يكرم مينديل إلا بعد وفاته، ولكن هذا حدث في الحال. ففي 1900 أعاد ثلاثة علماء يعملون بشكل منفصل في أوروبا اكتشاف عمل مينديل بشكل متزامن تقريباً. وزعم أحدهم - وهو هولندي يدعى هوجو دي فرايس - أن إكتشافات مينديل هي من عمله، قام منافس بإعلان صاحب أوضح فيه أن صاحب الحق في الإكتشاف هو الراهب المنسي.

كان العالم مستعداً تقريباً ولكن ليس بشكل كامل كي يبدأ بفهم كيف وصلنا إلى هنا: كيف صنعنا بعضنا بعضاً. ومن المذهل أن نفكر حقاً أنه في بداية القرن العشرين، وبعد ذلك بسنوات، لم تستطع أفضل العقول العلمية في العالم أن تخبرك، بأي طريقة لها معنى، من أين يأتي الأطفال.

وهؤلاء - كما يمكن أن تتذكروا - رجال اعتقدوا أن العلم شارف على نهايته.

الفصل السادس والعشرون

مادة الحياة

لو لم يتزوج والداك حين فعلا هذا لكان من المحتمل ألا تكون هنا لثانية أو لجزء من مليون من الثانية. ولو لم يتزوج والداهما في وقت محدد بدقة لما كنت هنا أيضاً. ولو لم يفعل والداهما الشيء نفسه، ووالداهما من قبل، وهكذا دواليك، بشكل واضح ودون نهاية، لما كنت هنا.

عد إلى الوراء عبر الزمن لتبدأ ديون الأسلاف هذه بالتجمع. عد إلى الوراء ثمانية أجيال فقط إلى الوقت الذي وُلد فيه تشارلز دارون وإبراهام لنكولن، وسيكون هناك أكثر من 250 شخصاً يعتمد وجودك على زواجهم الذي تم في حينه. تابع أكثر من ذلك، إلى زمن شكسبير وحجاج الميفلاور، وسيكون لديك ما لا يقل عن 16,384 من الأسلاف تناقلوا المادة الجينية بطريقة قادت في النهاية وبشكل إعجازي إليك.

منذ عشرين جيلاً، كان عدد الناس الذين تناسلوا لصالحك 1,048,576. وقبل خمسة أجيال من هذا، كان هناك ما لا يقل عن 33,554,432 من الرجال والنساء، الذين يعتمد وجودك على زواجهم. وقبل ثلاثين جيلاً، سيكون العدد الكلي لأسلافك تذكر أن هؤلاء ليسوا أبناء عم وعمات وأقرباء آخرين، وإنما تعاقب للوالدين في خط يقود بشكل متعذر اجتنابه إليك هو أكثر من بليون، (1,073,741,824)، كي تكون دقيقين). وإذا عدت إلى الوراء 64 جيلاً، إلى زمن الرومان، فإن عدد الناس الذين يعتمد وجودك على جهودهم التعاونية سيرتفع تقريباً إلى مليون ترليون، وهذا أكبر بآلاف عدة من العدد الكلي للناس الذين سبق وعاشوا.

من الواضح أن هناك خطأ ما قد حدث في حساباتنا. ويمكن أن يهملك أن تعلم أن الإجابة هي أن خطك ليس نقيماً. فأنت لا تستطيع أن تكون هنا دون قليل من سفاح القربى، وفي الحقيقة كثير منه ولو لمسافة جينية رصينة. وبوجود ملايين كثيرة من

الأسلاف في خلفيتك، سيكون هناك كثير من المناسبات حين يكون ابن خال بعيد من ناحية أمك قد تزوج مع ابنة عم بعيدة من ناحية أبيك في الدفتر الأستاذ. وإذا كنت الآن في شراكة مع شخص من سلالتك وبلدك، فإن فرص كونكما قريبين على مستوى ما ممتازة. والواقع أنك لو نظرت حولك في حافلة أو حديقة أو مقهى أو أي مكان مكتظ، فإن الناس الذين تراهم معظمهم من المرجح جداً أنهم أقرباء. حين يتباهى أحدهم أمامك أنه انحدر من شكسبير أو وليام الفاتح يجب أن تجيبه على الفور: «وأنا، أيضاً!» بالمعنى الأكثر دقة وجوهريّة نحن نشكل أسرة واحدة.

نحن متشابهون أيضاً بوضوح. قارن بين جيناتك وجينات أي إنسان آخر وستكون نفسها بنسبة 99.9%. هذا ما يجعلنا نوعاً. إن الفروق الطفيفة في الـ 0.1% المتبقية «تقريباً قاعدة نكليوتيد واحدة one nucleotide base في كل ألف»، كما قال عالم الوراثة البريطاني الحاصل على جائزة نوبل جون سلستون هو ما يمنحنا فرديتنا. وقد فُعل كثير في الأعوام الأخيرة في أثناء جمع الجينوم البشري. وفي الحقيقة، ليس هناك ما يُدعى بـ «الجينوم البشري». إن كل جينوم بشري يختلف عن الآخر. وإلا لكانا جميعاً متماثلين. إن إعادة المزج اللانهائية لجينوماتنا وكل منها مماثل للآخر هي ما يجعلنا ما نحن، كأفراد وكنوع في آن واحد.

ولكن ما هو بالضبط هذا الشيء الذي ندعوه الجينوم*؟ وما هي الجينات؟ حسناً، لنبدأ بالخلية مرة أخرى. في داخل الخلية نواة وداخل كل نواة هناك الكروموسومات 46 رزمة من التعقيد، 23 منها تأتي من الأم و23 من الأب. وباستثناءات قليلة جداً، إن كل خلية في جسمك لنقل 99.999% منها تحمل المجموعة الكاملة نفسها من الكروموسومات. (الاستثناءات هي كريات الدم الحمراء، بعض خلايا الجهاز المناعي وخلايا البويضة والحيوان المنوي، التي لأسباب تنظيمية متنوعة لا تحمل الرزمة الجينية الكاملة). تؤلف الكروموسومات المجموعة الكاملة من التوجيهات الضرورية لصناعتك والمحافظة عليك، وهي مصنوعة من أسلاك طويلة من المادة الكيماوية

* المجموع الجيني، أو المجموع المورثي: مجموعة كاملة من الكروموسومات الأحادية الصيغة مع الجينات أو المورثات التي تشتمل عليها. المترجم.

العجيبة التي تُدعى حمض ديوكسي ريبونيوكلريك* أو الـ (DNA): «الجسيم الأكثر غرابة في العالم»، كما يُقال عنه.

يوجد الـ (DNA) لسبب واحد لإنتاج المزيد من الـ (DNA) وتمتلك كثيراً منه في داخلك: متران منه مضغوطان في كل خلية تقريباً. إن كل قطعة من الـ (DNA) تشتمل على 3.2 بلايين رسالة مشفرة، ما يكفي لتقديم $10^{3,480,000,000}$ من الامتزازات المحتملة، «والمضمونة كي تكون فريدة ضد كل الاحتمالات القابلة للإدراك»، كما قال كريستيان دي دوف Christian de Duve. انظر إلى نفسك في المرآة وفكر في حقيقة أنك تشاهد عشرة آلاف ترليون خلية، وكل منها تقريباً تحمل ياردتين من الـ (DNA) المضغوط بكثافة، وستبدأ بإدراك كم تحمل من هذه المادة. لو كان كل الـ (DNA) الذي لديك منسوجاً في سلك واحد رائع، لكان هناك ما يكفي منه كي يمتد من الأرض إلى القمر ثم إلى الأرض مرة أخرى، وليس مرة واحدة أو مرتين وإنما مرة بعد أخرى. ووفق أحد الحسابات، يمكن أن يكون لديك 20 مليون كيلومتر من الـ (DNA) مضغوط في داخلك.

إن جسدك، باختصار يجب أن يصنع الـ (DNA)، ودونه لا تستطيع أن تحيا. ولكن الـ (DNA) ليس حياً بنفسه. إن الـ (DNA)، كما هو، غير حي بخلاف كل الجسيمات الأخرى. إنه «بين الجسيمات الأقل إبداعاً والأبلى كيميائياً في العالم الحي»، كما قال عالم الوراثة رتشارد ليونتين. ولهذا يمكن استخراجه من بقع دم جافة أو من مني في تحقيقات الجرائم، ويُستخرج من عظام النياندرتاليين القدماء. ويشرح أيضاً لماذا استغرق العلماء وقتاً طويلاً كي يستنتجوا كيف أن مادة غير مهمة بشكل غامض أي غير حية، بتعبير آخر يمكن أن تكون في قلب الحياة نفسها.

كان الـ (DNA) - ككيان معروف - موجوداً أطول مما تظن. اكتشفه في عام 1869 جوهان فريدريك مايسشر Johann Friedrich Miescher، وهو عالم سويسري درس في جامعة توبنجن في ألمانيا. وبينما كان يفحص بالمجهر قيقح ضمادات العمليات الجراحية، عثر مايسشر على مادة لم يتعرف عليها وسماها النيوكليين (النَّووين)

* حمض نووي في نوى الخلايا خصوصاً، ويتحكم تحكماً كبيراً في عمليات الوراثة. المترجم.

لأنها تستقر في نوى الخلايا. وفي ذلك الوقت، فعل مايستشير أكثر من الانتباه إلى وجودها، ولكن النيوكليين بقي بوضوح في ذهنه، لثلاث وعشرين سنة بعد ذلك، وفي رسالة إلى عمه، أثار احتمال أن جسيمات كهذه يمكن أن تكون وكلاء الوراثة. كان هذا اكتشافاً فائقاً للعادة، ولكنه كان متقدماً على المتطلبات العلمية لزمته التي لم تنتبه إلى ذلك مطلقاً.

وفي معظم نصف القرن اللاحق كان الافتراض الشائع هو أن المادة التي دعيت الآن بالـ (DNA) كان لها دور مساعد تقريباً في مسائل الوراثة. كانت بسيطة جداً. تحتوي على أربع مكونات أساسية فقط، تُدعى nucleotides، التي كانت مثل الحصول على أبجدية بأربعة حروف فقط. كيف يمكن أن تكتب قصة الحياة بأبجدية بدائية كهذه؟ (والإجابة هي أنك تفعل ذلك كثيراً بالطريقة نفسها التي تخلق فيها الرسائل المعقدة بالنقاط البسيطة، والقواطع الأفقية لنظام مورس* عن طريق مزجها). لم يفعل الـ (DNA) أي شيء مطلقاً، بقدر ما يستطيع أي شخص أن يقول. كان يجلس هناك في النواة فحسب، يربط على الأرجح الكروموسومات بطريقة معينة، أو يضيف رشة حمضية على الأمر، أو يقوم بمهمة أخرى تافهة لم يفكر فيها أي شخص آخر. إن التعقيد الضروري، كما اعتقد، كان يجب أن يوجد في البروتينات في النواة.

كان هناك مشكلتان - على أي حال - في رفض الـ (DNA). أولاً، كان هناك كثيرٌ منه (متران في كل خلية تقريباً) وهكذا من الواضح أن الخلايا قدرته بطريقة مهمة ما. فضلاً عن ذلك، واصل الظهور - كالمشبه به في رواية بوليسية - في التجارب. وفي دراستين، واحدة تتضمن بكتيريا النيومونوكوكوس pneumonococcus وأخرى تشمل ملتزمة الجراثيم** (الفيروسات التي تصيب الجراثيم)، إن الـ (DNA) أهمية لا يمكن أن تُشرح إلا إذا كان دوره أكثر أهمية مما اعتقد الفكر السائد. وبين الدليل أن الـ (DNA) كان منخرطاً نوعاً ما في صناعة البروتينات، وهذه عملية حيوية

* نظام مؤلف من نقط وقواطع أو شرطيات تمثل الأرقام أو حروف الهجاء يُستخدم لتوجيه الرسائل برقياً.

** أي من الفيروسات التي تحلُّ الجراثيم. وهي توجد عادة في مياه البواليع وأقذارها، وفي أمعاء الإنسان والحيوان خصوصاً بعد الإبلال من إنتان بكتيري، وفي الصديد والدم والبول. المترجم.

للحياة، مع ذلك كان من الواضح أيضاً أن البروتينات تُصنع خارج النواة، بعيداً عن الـ (DNA) الذي كان من المفترض أن يوجّه اجتماعها.

لم يستطع أحد أن يفهم كيف من المحتمل أن الـ (DNA) ينقل الرسائل إلى البروتينات. نعرف الآن أن الإجابة هي الحمض النووي الريبي RNA (حمض الريبونوكليك)، الذي يعمل مترجماً بين الاثنين. وإنها لغرابة ملحوظة في البيولوجيا أن الـ (DNA) والبروتينات لا يتحدثان اللغة نفسها. فطوال 4 بلايين سنة تقريباً كانا الفعل المزدوج العظيم للعالم الحي، ومع ذلك يجيبان على شفرات غير متطابقة بشكل متبادل، وكأن واحداً يتحدث الإسبانية والآخر الهندوسية. وكي يتوصلا يحتاجان إلى وسيط في شكل الحمض النووي الريبي، عاملاً مع نوع ما من الموظف الكيميائي الذي يُدعى الجسيم الريبي*، يقوم الحمض النووي الريبي بترجمة المعلومات من (DNA) الخلية إلى مصطلحات تستطيع البروتينات فهمها والعمل عليها.

على أي حال، في أوائل التسعينيات، حيث نستأنف قصتنا، ما نزال بعيدين جداً عن فهم هذا أو في الواقع أي شيء تقريباً له علاقة بالعمل المشوّش للوراثة.

كان من الواضح أن هناك حاجة لتجربة ذكية وملهمة، وقد أنتج العصر شاباً يمتلك القدرة والاستعداد على القيام بها. كان اسمه توماس هنت مورغان. وفي 1904، بعد أربع سنوات من إعادة الاكتشاف التي تمت في حينها لتجارب مينديل على نباتات البازلاء - وقبل عقد من أن تصبح الجينة gene كلمة - بدأ يحقق إنجازات لافتة في حقل الكروموسومات.

اكتُشفت الكروموسومات مصادفة في عام 1888 ودُعيت هكذا؛ لأنها كانت تمتص الصبغة، وهكذا كان من السهل رؤيتها بالمجهر. وعند انعطافة القرن اشتبه بقوة بأنها منخرطة في نقل السمات، ولكن لم يعرف أحد كيف - أو في الحقيقة إن كانت - تفعل هذا.

* أحد الجسيمات الدقيقة التي تتألف من بروتين وآر إن إي التي تقوم بتركيب البروتينات داخل الخلايا الحية. المترجم.

اختار مورغان موضوعاً لدراسته عبارة عن ذبابة صغيرة حسّاسة تُدعى رسمياً ذبابة الندى، ولكنها تُعرف بشكل أكثر شيوعاً باسم ذبابة الفاكهة (أو ذبابة الخل، وذبابة الموز، وذبابة القمامة). ويعرف جميعنا أن ذبابة الندى حشرة ضعيفة لا لون لها يبدو أن لديها دافعاً إكراهياً كي تفرق في شرابنا. أما كميّات مخبرية فإن لذباب الفاكهة ميّزات جذابة جداً: فايواؤها وتغذيتها لا يكلفان شيئاً، يمكن أن تتكاثر بالملايين في زجاجات الحليب، وتنتقل من البويضة إلى الأبوة المنتجة في عشرة أيام، أو أقل وفيها فقط أربع كروموسومات، تجعل الأشياء بسيطة بشكل ملائم.

عمل في مختبر صغير (صار يُعرف باسم غرفة الذبابة) في قاعة شرمرهون في جامعة كولومبيا في نيويورك، وانصرف مورغان وفريقه إلى برنامج من المزاوجة الموسوسة والتهجين لملايين الذبابات (أحد كتّاب السيرة يقول بلايين، بالرغم من أن هذا مبالغ فيه على الأرجح)، وكل منها يجب أن يتم اصطياده بملقاط صغير وتُحصص بمكبّر صانع مجوهرات من أجل أي تنوعات صغيرة في الوراثة. حاولوا مدة ست سنوات أن ينتجوا سلالات جديدة بأي طريقة تخطر على بالهم، يصدمون الذبابات بالإشعاع وبأشعة إكس، ويربونها في الضوء المشع وفي الظلمة، ويخبزونها بهدوء في الأفران، ويُدورونها بشكل جنوني في أجهزة الطرد ولكن لم يعمل أي شيء. كان مورغان على حافة الاستسلام حين حصل تناسل (طفرة) مفاجئ ومتكرر: ذبابة لها عينان بيضاوان بدلاً من الحمر اوين المعتادتين. بهذا الفتح، كان مورغان ومساعدوه قادرين على توليد تشوّهات مفيدة، سمحت لهم أن يتعقبوا سمة عبر أجيال متعاقبة. بوسائل كهذه استطاعوا اكتشاف التواشج بين سمات معيّنة وكروموسومات فردية، مبرهنين أخيراً أن الكروموسومات هي في قلب الوراثة مما أَرْضَى الجميع تقريباً.

على أي حال بقيت المشكلة على المستوى الآتي من التعقيد البيولوجي: الجينات الغامضة والد (DNA) الذي أُلْفها. كانت هذه أكثر خداعاً بحيث لا يمكن عزلها وفهمها. وفي أواخر 1933، حين مُنح مورغان جائزة نوبل من أجل عمله، كان هناك كثير من الباحثين غير المقتنعين بأن الجينات موجودة. وكما قال مورغان في ذلك الوقت، لم يكن هناك إجماع «عما هي الجينات أو إن كانت حقيقية، أم من نسج الخيال». يمكن أن يبدو مدهشاً أن العلماء يمكن أن يصارعوا كي يقبلوا الحقيقة

المادية لشيء ما جوهرى للنشاط الخلوي، ولكن وكما يشير والاس وكينغ وساندرز في كتاب البيولوجيا: علم الحياة (ذلك الشيء الأكثر ندرة: كتاب جدير بالقراءة)، نحن اليوم في الموقف نفسه فيما يتعلق بالعمليات الذهنية كالفكر والذاكرة. نعرف أننا نمتلكها، ولكننا لا نعرف أي شكل مادي تتخذه، هذا إن فعلت ذلك. وكان الأمر هكذا مع الجينات لوقت طويل. إن فكرة أن تنتزع جينة واحدة من جسمك وتأخذها بعيداً من أجل الدراسة كانت سخيفة لكثير من أنداد مورغان، كفكرة أن العلماء اليوم يمكن أن يصطادوا فكرة ضالة ويفحصوها تحت المجهر.

ما كان صحيحاً بشكل مؤكد هو أن شيئاً ما مرتبطاً بالكرنوموسومات كان يوجّه تكاثر الخلايا. وأخيراً، في عام 1944 - بعد خمسة عشر عاماً من الجهد - نجح فريق في مؤسسة روكفلر في منهاتن يقوده كندي متوقّد الذكاء ولكنه غير واثق من نفسه يدعى أوسفالد أفيري في تجربة مخادعة بشكل كبير، جعلت فيها سلالة حميدة من البكتيريا معدية باستمرار عبر تهجينها بـ (DNA) غريب، مما برهن أن الـ (DNA) كان أكثر من جسيم هادٍ وأنه من المؤكد تقريباً أنه كان الوسيط الفاعل في الوراثة. وفيما بعد قال عالم الكيمياء الحيوية المولود في النمسا إرفن شارجاف Erwin Chargaff بكل جدية: إن اكتشاف أفيري كان يستحق جائزة نوبل.

ولسوء الحظ، عارض أفيري أحد زملائه في المؤسسة، وكان هذا متحمساً للبروتين قوي الإرادة وسيئ الطبع يدعى ألفرد ميرسكي، الذي فعل كل ما بوسعه كي يشوه عمل أفيري، بما فيه - كما قيل - تعبئة السلطات في مؤسسة كارولينسكا في ستوكهولم؛ كي لا تمنحه جائزة نوبل. كان أفيري في ذلك الوقت في السادسة والستين من عمره ومتعباً، وغير قادر على التعامل مع الجدل والجهد، استقال من منصبه ولم يقترب أبداً من مختبر مرة أخرى. ولكن تجارب أخرى أجريت في أمكنة أخرى دعمت بشكل ساحق استنتاجاته، وفي الحال انطلق السباق للعثور على بنية الـ (DNA).

لو كنت شخصاً يحب المراهنه في أوائل الخمسينيات لراهننت بنقودك بالتأكيد على لينوس بولينغ Linus Pauling من كالتيك Caltech، عالم الكيمياء الأبرز في أمريكا؛ كي يفكك بنية الـ (DNA). لم يكن بولينغ يضاها في تحديد هندسة الجسيمات وكان

رائداً في ميدان دراسة التبلُّر بأشعة إكس، وهي تقنية ستبرهن أنها حاسمة للتحديق في قلب الـ (DNA). وفي وظيفة مميزة بشكل كبير فاز بجائزتي نوبل (للكيمياء عام 1954 والسلام عام 1962)، ولكن فيما يتعلق بالـ (DNA)، صار مقتنعاً أن البنية هي لولب ثلاثي، وليس مزدوجاً، ولم يسر مطلقاً على المسار الصحيح. وبدلاً من ذلك، حقق الانتصار أربعة علماء في إنكلترا لم يعملوا كفريق، ولم يكونوا يتحدثون مع بعضهم وكانوا مبتدئين في هذا الميدان.

من الأربعة، كان الأقرب إلى الخبر العلمي التقليدي هو موريس ولكينز، الذي أمضى كثيراً من مدة الحرب العالمية الثانية يساعد في صناعة القنبلة الذرية. أما روزاليند فرانكلن وفرانيس كريك، فقد أمضيا سنوات الحرب يعملان لدى الحكومة البريطانية، وكان كريك يعمل في صناعة الألغام، وكان الآخر، فرانكلين، يعمل في المناجم التي تنتج الفحم الحجري.

كان الأكثر تجديداً بين الرباعي هو جيمس واتسون، الطفل العبقرى الأمريكي الذي ميّز نفسه حين كان طفلاً بوصفه عضواً في برنامج إذاعي مشهور جداً يدعى سؤال وإجابة للأطفال (وهكذا استطاع أن يكون على الأقل جزءاً من الإلهام لبعض أعضاء أسرة جلاس في فراني وزوني وأعمال أخرى لـ «ج.د. سالنجر»)، الذي دخل جامعة شيكاغو في سن الخامسة عشرة. حصل على الدكتوراه في سن الثانية والعشرين وصار الآن مرتبباً بمختبر كافندش الشهير في كمبريدج. وفي عام 1951، كان شخصاً ثقيل الحركة برأس حيوي بشكل مدهش من الشعر، يظهر في الصور كأن مغناطيساً يشده خارج الإطار.

كان كريك أكبر منه باثني عشر عاماً، ولم يحصل على الدكتوراه بعد، كان شعره خشناً وكان أكثر ريفية. وفي رواية واتسن تم تقديمه بوصفه متبجحاً ومتطفلاً ومجادلاً بشكل ممتع، فاقداً للصبر من أي شخص يبطن في المشاركة في فكرة، ومعرضاً باستمرار لخطر أن يُطلب منه الذهاب إلى مكان آخر. ولم يكن أيضاً مدرّباً في الكيمياء الحيوية.

وقد افترضوا على نحو صحيح كما تبين أنك إذا استطعت تحديد حجم جسيم الـ (DNA) فستتمكن من رؤية كيف فعل ما فعله. كانوا يأملون أن يُنجزوا هذا - كما

بدا - عبر القيام بأقل قدر ممكن من العمل وبما هو ضروري فحسب. وكما قال واتسون (ولو بلمسة تخلو من البراعة) في كتابه السيرى اللولب المزدوج: «كان أملي أن تحلّ الجينة دون أن أتعلّم أي كيمياء». لم يكونوا بالفعل معيّنين كي يعملوا على الـ (DNA)، وقد أمروا مرة أن يوقفوا هذا. كان واتسون يتقن ظاهرياً فنّ البلوريات؛ وكان من المفترض أن يكمل كريك أطروحة في تحييد أشعة إكس للجسيمات الكبيرة.

وبالرغم من أن كريك وواتسون حظيا بالشهرة في الروايات الشعبية بأنهما كانا أول من حل لغز الـ (DNA)، إلا أن فتحهما كان يعتمد بشكل حاسم على عمل تجريبي قام به منافسهما، الذي تم الحصول على نتائجه «بالمصادفة»، كما عبرت بلباقة المؤرخة ليزا جاردن. وكان يسبقهما بكثير - على الأقل في البداية - أكاديميان في كلية كينغ في لندن، هما ولكينز وفرانكلين.

كان ويلكينز المولود في نيوزلندا شخصاً متقاعداً، إلى درجة أنه كان غير مرئي. وفي فيلم تسجيلي لـ PBS عن اكتشاف بنية الـ (DNA) الإنجاز العظيم، الذي فاز بجائزة نوبل من أجله مع كريك وواتسون تم إهماله بشكل كامل.

كانت شخصية فرانكلين الشخصية الأكثر غموضاً بينهم. وفي صورة حادة ودون أي مجاملة صور واتسون في كتابه «اللولب المزدوج» فرانكلن امرأة غير عقلانية وسرية وغير متعاونة، وهذا ما بدا أنه ضايقه بشكل خاص، أنها غير جذابة جنسياً بشكل إرادي. سمح بـ «لم تكن جذابة وكان يمكن أن تكون مذهلة لو أنها اهتمت بالثياب ولو قليلاً»، ولكنه في هذا خيب كل التوقعات. لم تستخدم أحمر الشفاه، قال متعجباً، بينما إحساسها بالثياب «أظهر كل خيال مراهقي الجوارب الزرقاء الإنكليز»*.

على أي حال، كان لديها أفضل الصور في الوجود للبنية المحتملة للـ (DNA)، وقد تم إنجازها عن طريق أشعة إكس الخاصة بعلم البلورات، وهذه هي التقنية التي أتمها لينوس بولينغ. لقد استخدم علم البلورات بشكل ناجح من أجل تحديد مواضع الذرات

* في عام 1968، ألغت مطبعة جامعة هارفارد نشر اللولب المزدوج بعد أن شك كريك وويلكينز من وصفه للشخصيات، الذي قالت عنه ليزا جاردن: إنه «مؤذٍ بلا مسوغ». أما الوصف المذكور أعلاه فقد صيغ بعد أن خفف واتسون من تعليقاته.

في البُورَات، ولكن جسيمات الـ (DNA) كانت فرضية أكثر صعوبة. نجحت فرانكلن فقط في الحصول على نتائج جيدة من العملية، ولكنها رفضت أن تطلع الآخرين على مكتشفاتها مما سبب السخط الدائم لدى وليكينز.

إن عدم تعاون فرانكلن في مكتشفاتها لا يمكن أن يضعها موضع اللوم. ففي الخمسينيات كانت الأكاديميات الإناث في كينغ يعاملن بازدراء رسمي يحير الحساسيات الحديثة (وبالفعل أي حساسيات). فمهما كن مبرزات أو كاملات، لم يكن يُسمح لهن بالدخول إلى غرفة المتخرجين المشتركة، وإنما يجب أن يتناولن وجباتهن في غرفة معدة لأمر عملية أخرى. اعترفت واتسون أنها كانت «ضيقة وقذرة». فضلاً عن ذلك، كان يُضغَط عليها باستمرار وأحياناً تتم مضايقتها كي تشاطر الرجال الثلاثة نتائجها، الذين نادراً ما ضاهى تلهفهم للاطلاع على النتائج احترامهم لها. «أخشى أن أقول: إننا تبئنا دوماً موقف الراعي إزاءها» قال كريك فيما بعد. كان اثنان من هؤلاء الرجال من مؤسسة منافسة وكان الثالث تقريباً يصف معهما. وهكذا لم يكن مفاجئاً أن تخفي نتائجها.

لم يكن وليكينز وفرانكلين على علاقة جيدة وقد استغل واتسون وفرانكلين هذا الأمر. وبالرغم من أن الاثنان كانا ينتهكان دون شعور بالعار منطقة وليكينز، إلا أنه وقف معهما دوماً، وليس بشكل مفاجئ بما أن فرانكلين كانت قد بدأت تتصرف بطريقة غريبة. فبالرغم من أن نتائجها أظهرت أن الـ (DNA) كان لولبي الشكل، أصرت على أنه لم يكن كذلك. ومما سبب مقت وليكينز واستياءه هو أنها أرسلت في صيف 1952 رسالة ساخرة حول قسم الفيزياء في كينغ قالت فيها: «بكل أسف علينا أن نعلن وفاة لولب الـ (DNA) يوم الجمعة، 18 تموز، 1952... نأمل أن يتحدث الدكتور م. إتش. ف. وليكينز في ذكرى اللولب المرحوم».

كانت نتيجة كل هذا هو أن وليكينز أطلع واتسون في 1953 على صور فرانكلين، «على ما يبدو دون معرفتها وموافقتها». سننتقص من الأمر إن وصفناه بأنه مساعدة مهمة له فحسب. فبعد سنوات، اعترف واتسون «أنه كان الحدث الأهم... لقد عبأنا»، مسلحين بمعرفة الشكل الأساسي لجسيم الـ (DNA) وبعض العناصر المهمة لأبعاده،

ضاعف واتسون وكريك من جهودهما. وبدا كأن كل شيء الآن يتضح. وفي إحدى المرات كان بولينغ في طريقه إلى مؤتمر في إنكلترا كان من المحتمل أنه سيلتقي فيه ولكينز ويعرف ما يكفي كي يصحح المفاهيم المغلوطة التي وضعتها على خط البحث الخاطئ؛ ولكن كانت هذه حقبة مكارثي وقد تم احتجاز بولينغ في مطار أيدلوايلد في نيويورك، صدور جواز سفره، بتهمة أن مزاجه ليبرالي جداً، بحيث يجب ألا يُسمح له بالسفر خارج البلاد. كان لدى كريك وواتسون الحظ الجيد الذي لم يكن أقل ملاءمة، وهو أن ولد بولينغ كان يعمل في كانفدش وكان يطلعهما ببراءة على التطورات والنكسات في الوطن.

كانا لا يزالان يواجهان احتمال أن يتم التفوق عليهما في أي لحظة يكرس فيها واتسون وكريك نفسيهما للمشكلة. كان من المعروف أن الـ (DNA) يحتوي على أربعة مكوّنات كيميائية تدعى الأدينين والغوانين والسيتوسين والثيامين وأن هذه كانت تزوج بطرق خاصة. وعبر اللعب بقطع من الكرتون مقطوعة على شكل الجسيمات، تمكّن واتسون وكريك من معرفة كيف تتلاءم القطع مع بعضها بعضاً. ومن هذه صنعا نموذج Meccano-like ربما الأكثر شهرة في العلم الحديث يتألف من صحن معدنية مثبتة سوية في لولب، ودعيا ولكينز وفرانكلين وبقية العالم؛ كي يلتقوا نظرة. كان بوسع أي شخص مطلع أن يرى في الحال أنهما حلّ المشكلة. كان دون شك قطعة رائعة من العمل البحثي، بدعم أو دون دعم من صورة فرانكلين.

نشر عدد 25 نيسان، 1953 من مجلة نيتشر مقالاً من 900 كلمة كتبها واتسون وكريك بعنوان «بنية الـ (DNA)». كان إلى جانبه مقالان منفصلان لكل من ولكينز وفرانكلين. كان وقتاً زاخراً بالأحداث في العالم، كان إدموند هيلاري على وشك أن يتسلق إلى قمة إفرست، بينما كانت إليزابيث الثانية على وشك أن تصبح ملكة متوجة، وهكذا فإن اكتشاف سر الحياة أغفل بشكل كبير. وقد ذُكر بشكل ضئيل في نيو كرونيكل وأهمل في الأمكنة الأخرى جميعها.

لم تحصل روساليند فرانكلين على جائزة نوبل. ماتت من سرطان المبيض في سن السابعة والثلاثين في 1958، قبل أربع سنوات من منح الجائزة. وجوائز نوبل لا

تُمنح بعد الوفاة. ومن المؤكد أن السرطان نجم عن التعرض المفرط المزمّن لأشعة إكس في أثناء عملها وكان يمكن تجنبه. وفي سيرتها الذاتية التي تُمدح فيها كثيراً، قالت بريندا مادوكس: إن فرانكلين نادراً ما ارتدت متأزماً عازلاً وكانت في غالب الأحيان تخطو بإهمال أمام الشعاع. لم يحصل أوزفالد آفيري على جائزة نوبل أيضاً وأهملته الأجيال اللاحقة بشكل كامل، بالرغم من أنه على الأقل عاش طويلاً بما يكفي كي يرى مكتشفاته وقد أثبتت في عام 1955.

لم يُؤكّد اكتشاف واتسون وكريك حتى الثمانينيات. وكما قال كريك في أحد كتبه: «استغرق الأمر 25 سنة لنموذجنا من الـ (DNA) كي ينتقل من كونه قابلاً للتصديق، إلى كونه مصداقاً جداً... ومن هناك إلى كونه في الحقيقة مؤكداً».

وحتى هكذا، وبعد فهم بنية الـ (DNA) كان التقدم في علم الوراثة سريعاً، وفي عام 1968 نشرت مجلة ساينس مقالاً بعنوان «كانت تلك البيولوجيا الجسيمية التي كانت»، مقترحاً أن عمل علم الوراثة شارف على النهاية تقريباً.

إن في علم الوراثة في بدايته في الواقع. -وحتى الآن هناك- كثيراً عن الـ (DNA) الذي بالكاد فهم، وليس لأن كثيراً منه لا يبدو بالفعل أنه يفعل أي شيء. يتألف 97% من الـ (DNA) الخاص بك من امتدادات طويلة من التحريف الذي لا معنى له: «سقط» أو «(DNA) غير مشفر» كما يفضل علماء الكيمياء الحيوية القول. وتعتبر هنا وهناك في كل شريط على أقسام تتحكم بوظائف حيوية وتنظّمها. هذه هي الجينات الغريبة والمخادعة.

ليست الجينات سوى توجيهات لصناعة البروتينات. وتقوم بهذا الأمر بإخلاص بليد مؤكداً. وبهذا المعنى، هي تشبه مفاتيح البيانو، يعزف كل منها لحناً مفرداً فحسب، وهذا مهمل كما يبدو ورتيب. ولكن مزج الجينات، كما تمزج مفاتيح البيانو، وبوسعك أن تنتج منظومات نغمية وألحاناً لا نهاية لتنوعها. ضح كل هذه الجينات سوية (لنكمل الاستعارة) وسوف تحصل على سيمفونية الوجود العظيمة التي تعرف باسم الجينوم البشري.

إن الطريقة البديلة والأكثر شيوعاً لفهم الجينوم هي اعتباره كتيّب توجيه للجسم. إذا نُظر إليه بهذه الطريقة، يمكن تصوّر الكروموسومات كفصول الكتاب والجينات على أنها التوجيهات الفردية لصناعة البروتينات. أما الكلمات التي كتبت بها التعليمات فتُدعى الراموزات أو الكودات والأحرف تعرف باسم القواعد. وتتألف القواعد أحرف الأبجدية الجينية من 4 نيوكليوتيد ذكرناها منذ صفحة أو اثنتين: الأدينين والثيامين والغوانين والسييتوسين. وبالرغم من أهمية ما يفعلونه، فإن هذه المواد غير مصنوعة من أي شيء غريب. إن الغوانين مثلاً، هو المادة نفسها، التي تتكاثر في سماد الغوانو، وتمنح اسمها له.

إن شكل جسيم الـ (DNA) - كما يعرف الجميع - هو مثل درج لولبي أو سلم حبال مائل: اللولب المزدوج المشهور. الأجزاء العليا من هذه البنية مصنوعة من نوع من السكر يدعى الريبوز منقوص الأوكسجين واللولب كله هو حمض نووي، ومن هنا جاء اسم «الحمض النووي الريبوزي». وتتشكل الدرجات من قاعدتين تتزمان عبر الفراغ الذي بينهما، ويمكن أن تمتزجا بطريقتين فقط: يتوافق الغوانين دوماً مع السييتوسين ويتوافق الثيامين دوماً مع الأدينين. إن الترتيب الذي تظهر فيه هذه الحروف فيما تصعد، أو تنزل على السلم يشكل شفرة الـ (DNA)؛ وقد اكتشف ذلك مشروع الجينوم البشري.

يكمن التآلق الخاص للـ (DNA) في أسلوب تكاثره. حين يحين وقت إنتاج جسيم (DNA) جديد، يغادر السلطان الوسط، مثل السحاب في سترّة، ويذهب كل نصف كي يشكل شريكاً جديداً. ولأن كل نيوكليوتيد nucleotide على طول السلك ينسجم مع نيوكليوتيد محدد آخر، فإن كل سلك يخدم كقالب (جزئي) لخلق سلك مشابه جديد. إذا كنت تملك فقط خيطاً واحداً من الـ (DNA) الخاص بك، فإنك تستطيع بسهولة كافية أن تعيد بناء الجانب الملائم عبر استنتاج الشراكات الضرورية: إذا كانت الرافدة العليا على الخيط مصنوعة من الغوانين، فستعرف عندئذ أن الرافدة العليا على الخيط الملائم يجب أن تكون السييتوسين. اهبط على السلم عبر كل مزاوجات النيوكليوتيد وفي النهاية ستحصل على الشفرة من أجل جسيم جديد.

وهذا تماماً ما يحدث في الطبيعة، عدا أن الطبيعة تفعله بسرعة: في ثوانٍ فحسب، وهذا إنجاز عظيم.

يتضاعف الـ (DNA) الخاص بنا بدقة مطيعة في غالب الوقت، ولكن فقط أحياناً فقط مرة من مليون تصل رسالة إلى المكان الخطأ. وهذا يُسمى تعدد أشكال النيوكليوتيد، أو SNP، ويعرفه علماء الكيمياء الحيوية باسم Snip. وتدفن snips في امتدادات الـ (DNA) غير المشفر وليس لها تأثير سلبي قابل للرصد على الجسد. يمكن أن تترك عرضة لمرض معين، ولكنها تقدم فائدة معينة أيضاً: اختضاب مثلاً، أو إنتاج متزايد لكريات الدم الحمراء لشخص ما يعيش في منطقة مرتفعة.

مع مرور الزمن، تتراكم هذه التعديلات الضئيلة في الأفراد وفي السكان، وتسهم في تمييز الاثنين.

إن التوازن بين الصحّة والأخطاء في المضاعفة رائع. إذا حدثت كثيرٌ من الأخطاء فإن المتعضّي لا يستطيع العمل، ولكن إذا حدث عدد قليل منها فإنه يضحّي بقابليته على التكيف. يجب أن يوجد توازن مشابه بين الاستقرار والتجديد في متعض. إن ازدياد كريات الدم الحمراء يمكن أن يساعد الشخص أو المجموعة التي تعيش في مناطق مرتفعة على التحرك والتنفس بسهولة أكبر؛ لأن المزيد من الكريات الحمراء تستطيع أن تحمل المزيد من الأوكسجين. ولكن كريات دم حمراء إضافية يمكن أن تجعل الدم كثيفاً. أضف كثيراً وسيكون «مثل ضخ النفط»، كما عبّر عالم الأنثروبولوجيا في جامعة تمبل تشارلز ويتز Cahrles Weitz. هذا صعب على القلب، وهكذا، إن المصممين للعيش في المرتفعات العالية يحصلون على فاعلية تنفسية زائدة، ولكن يدفعون مقابلها قلوباً معرضة لمجازفات عالية. بهذه الوسيلة يعتني بنا الاصطفاء الطبيعي الخاص بدارون. يساعد أيضاً على شرح لماذا نحن جميعنا متشابهون.

إن التطور لن يجعلك ببساطة مختلفاً جداً، ليس دون أن تصبح نوعاً جديداً، بأي حال.

إن فرق 0.1% بين جيناتك وجيناتي تفسّرهُ السنيبات Snips الخاصة بنا. والآن، إذا قارنت الـ (DNA) الخاص بك مع (DNA) شخص ثالث، فسيكون هناك أيضاً 99.9% من التوافق، ولكن السنيبات Snips - في معظم الأحيان - تكون في مناطق مختلفة. أضف المزيد من الناس إلى المقارنة وستحصل على المزيد من السنيبات في مزيد من الأمكنة. فكل واحدة من قواعدك التي يبلغ عددها 3.2 بلايين، في مكان ما على الكوكب سيكون هناك شخص، أو مجموعة من الأشخاص، بتشفير مختلف في ذلك الموقع. لدينا 6 بلايين منها. نحن متشابهون بنسبة 99.9%، ولكن بالمقابل - وكما عبر عالم الكيمياء الحيوية ديفد كوكس - «بوسعك القول: إن البشر كلهم لا يشتركون في أي شيء، وسيكون هذا صحيحاً، أيضاً».

ولكن لا يزال علينا أن نشرح لماذا قليل من الـ (DNA) له أي هدف قابل للتمييز. يبدأ بأن يصبح مثيراً للأعصاب، ولكن يبدو في الحقيقة كأن هدف الحياة هو جعل الـ (DNA) مستمراً. إن 97% من الـ (DNA) الخاص بنا الذي يُدعى بشكل شائع بالسقط هو مصنوع بشكل كبير من مجموعات من الرسائل التي، كما يقول مات ريدلي: «توجد للسبب البسيط والصرف هي أنها جيدة في نسخ نفسها»*. إن معظم الـ (DNA) الخاص بك - بتعبير آخر - يريد فقط أن يكون، والـ (DNA) هو ما يجعله هكذا.

وحتى حين يحتوي الـ (DNA) على توجيهات لصناعة الجينات حين يشقّر لها، كما قال أحد العلماء فهو لا يقوم بعمل خفيف كما نتصور، إن أكثر الجينات شيوعاً لدينا هي من أجل البروتين وتُدعى المُسخ المقلوب reverse transcriptase، وليس لها وظيفة مفيدة معروفة في الكائنات البشرية مطلقاً. إن الشيء الوحيد الذي تفعله هو أنها تجعل الفيروسات الارتجاعية مثل الـ (HIV) (المسبب للإيدز) تنزلق غير مرئية داخل الجهاز الإنساني.

* للـ (DNA) استخدام. إنه يستخدم في البصمات. وقد اكتشفت عملياته من أجل هذا الهدف بالمصادفة من قبل أليك جيفريز، وهو عالم في جامعة لاشيستر. وفي 1986 كان جيفريز يدرس متاليات الـ (DNA) من أجل محددات وراثية لها علاقة بالأمراض الوراثية، وحين طلبت منه الشرطة المساعدة في ربط مجرم بجريمتين أدرك أن تقنيته يجب أن تعمل بشكل تام في حل الجرائم، وهكذا برهنت. وحُكم على خباز اسمه كولن بتشفورك بالسجن مدى الحياة من أجل الجريمة.

بتعبير آخر، إن أجسادنا تخصص طاقة معتبرة لإنتاج البروتين الذي لا يفعل أي شيء مفيد وأحياناً يضربنا بقسوة. ولا خيار لأجسادنا سوى أن تصنعه؛ لأن الجينات تأمر به. إننا قوارب لنزواتها. إن نصف الجينات البشرية تقريباً النسبة الأكبر المعروفة في أي متعض لا تفعل أي شيء مطلقاً - بقدر ما نستطيع القول - سوى أنها تعيد إنتاج نفسها.

إن المتعضيات جميعها هي بمعنى ما عبيد لجيناتها. لهذا السبب السلمون والعناكب وأنماط أخرى من الكائنات التي لا تحصى تقريباً مستعدة للموت في عملية التزاوج. الرغبة في أن تلد، وأن توزع جيناتك، هذا هو الدافع الأقوى في الطبيعة. وكما عبر شروين ب. نولاند: «إن الإمبراطوريات تسقط، والأنواع تنفجر، والسفمونيات العظيمة تُؤلف، وخلفها كلها هناك غريزة واحدة تتطلب الإشباع». ومن وجهة نظر تطورية، إن الجنس هو فقط آلية مكافأة لتشجيعنا على تمرير مادتنا الجينية.

لم يستوعب العلماء جيداً الأنباء المفاجئة بأن معظم الـ (DNA) الخاص بنا لا يفعل أي شيء حين بدأت مكتشفات أكثر إدهاشاً بالظهور. وقام العلماء - أولاً في ألمانيا، ثم في سويسرة - بتجارب غريبة أدت إلى نتائج غير غريبة. في إحدى هذه التجارب، أخذوا الجينة التي تتحكم بتطور عين فأرة وزرعوها في يرقة ذبابة فاكهة. وكانت الفكرة هي أنها يمكن أن تُنتج شيئاً ما غريباً. وفي الحقيقة، إن جينة عين الفأرة لم تصنع عيناً قابلة للحياة في ذبابة الفاكهة، لقد صنعت عين ذبابة. وهنا مخلوقان لم يشتركا في أي سلف لخمس مئة مليون عام، ومع ذلك يستطيعان أن يتبادلا المادة الوراثية كأنهما شقيقان.

كانت القصة نفسها تحدث أينما نظر الباحثون. اكتشفوا أنهم يستطيعون زراعة الـ (DNA) البشري في خلايا معينة للذباب وسيقبله الذباب وكأنه له. إن أكثر من 60% من الجينات البشرية - كما تبين - هي جوهرياً نفس التي عشر عليها في ذبابات الفاكهة. ويتواشج على الأقل 90% على مستوى ما مع تلك المكتشفة في الفئران. (لدينا أيضاً الجينات نفسها لصناعة الذيل، فقط لو أنها تريد أن تعمل). وفي حقل بعد آخر، اكتشف الباحثون في أي متعض يعملون عليه سواء أكان من الديدان الخيطية،

أو الكائنات البشرية أنهم كانوا يدرسون جوهرياً الجينات نفسها. وبدا كأن الحياة استُمدت من مجموعة واحدة من برامج العمل.

اكتشف المزيد من الأبحاث وجود مجموعة من الجينات الرئيسة المتحكمة، وكل منها تدير تطور قسم من الجسم، التي دُعيت بالمتجانسة أو *hox genes*. وقد أجابت هذه الجينات عن السؤال الذي حير العلماء طويلاً، وهو كيف إن البلايين من الخلايا الجينية، التي تنشأ من بويضة واحدة مخصّبة، وتحمل (DNA) مماثلاً، تعرف أين تذهب وماذا تفعل: تصبح هذه خلية كبد، وتلك خلية عصبية مرنة، وتلك فقاعة من الدم، وتلك جزءاً من وميض في جناح خفاف. إن جينات *hox* هي التي ترشدها، وتفعل ذلك لكل المتعضيات بالطريقة نفسها.

من المهم أن نعرف أن كمية المادة الوراثية وكيفية تنظيمها لا تعكسان بالضرورة - أو حتى عامة - مستوى تعقيد الكائن الذي يحتوي عليها. لدينا 46 من الكروموسومات، ولكن بعض الأشنيات لديها أكثر من ست مئة. إن السمك الرئوي، الأقل تطوراً من بين كل الحيوانات المعقدة، يمتلك من الـ (DNA) أكثر بأربعين مرة منا. وحتى سمندل الماء الشائع هو أغنى وراثياً منا بخمس مرات.

إن ما يهم ليس هو عدد الجينات التي تملكها، أو ما تفعله بها. وهذا شيء جيد جداً؛ لأن عدد الجينات في البشر تلقى ضربة كبيرة حديثاً. فحتى وقت متأخر كان يُعتقد أن البشر لديهم مئة ألف جينة على الأقل، أو أكثر، لكن نتائج مشروع الجينوم البشري خفّضت العدد بشكل كبير، واقترحت عدداً هو 35 ألف أو 40 ألف جينة، وهو العدد نفسه تقريباً الذي يوجد في العشب. كان مفاجأة وخيبة أمل.

لن يفوت انتباهك أن الجينات متضمنة بشكل شائع في أي عدد من حالات الضعف البشري. فقد صرّح العلماء المبتهجون في أوقات مختلفة بأنهم اكتشفوا الجينات المسؤولة عن السمنة، والشزفرينيا، والشذوذ الجنسي والجريمة والعنف والإدمان على الكحول، وحتى سرقة المعروضات والتشرد. وربما كانت ذروة هذا الإيمان في الحتمية البيولوجية دراسة نُشرت في مجلة ساينس في عام 1980 التي قالت: إن

النساء هن جينياً أضعف في الحساب. وفي الحقيقة نحن لا نعرف الآن أي شيء عنك هو بهذه البساطة.

هذا مثير للأسف بمعنى ما، ذلك أنه لو كان لديك جينات فردية تحدد الطول أو الاستعداد الفطري للسكّري أو الصلح أو أي صفة أخرى مميزة، فعندئذ سيكون من السهل نسبياً عزلها وإصلاحها. ولسوء الحظ، إن 35 ألف جينة تعمل بشكل مستقل لا تكفي لإنتاج نوع التعقيد الجسدي الذي يصنع كائناً بشرياً راضياً. ومن ثمّ، من الواضح أن الجينات يجب أن تتعاون. إن بعض الاضطرابات مثل النُزاف ومرض باركنسون ومرض هنتنغتون والليفة الكيسيّة هي ناجمة عن جينات وحيدة معطّلة، ولكن كقاعدة إن الجينات المعطّلة تُستأصل عبر الاصطفاء الطبيعي قبل أن تصبح مزعجة لنوع أو لسكان بوقت طويل. إن راحتنا ومصيرنا وحتى لون أعيننا لا تحددهما الجينات الفردية وإنما تعقيدات من الجينات التي تعمل متحالفة. ولهذا السبب من الصعب معرفة كيف تتلاءم كلها سوياً ولماذا لا نستطيع أن ننتج أطفالاً في القريب العاجل.

والواقع أن الأمور تزداد تعقيداً في السنوات الأخيرة كلما ازدادت معرفتنا. وتبيّن أنه حتى التفكير يؤثر في كيفية عمل الجينات. إن سرعة نمو لحية شخص ما، مثلاً، هي ناجمة جزئياً عن كونه يفكر كثيراً بالجنس (لأن التفكير في الجنس يُنتج زيادة في الهرمونات الذكورية). وفي أوائل التسعينيات قام العلماء باكتشاف أكثر عمقاً حين تمكنوا من استخراج جينات حيوية من فأرة جنينية، واكتشفوا أن الفئران لا تولد بصحة جيدة فحسب وإنما هي أنسب من أبناء نوعها الذين لم تتصل معهم. وحين تم تدمير بعض الجينات المعيّنة المهمّة، تبين أن أخرى كانت تخطو لملء الفراغ. كانت هذه أبناء ممتازة لنا كمتعضيات، ولكنها ليست جيدة، هكذا لفهمنا كيفية عمل الخلايا، بما أنها أدخلت طبقة إضافية من التعقيد إلى شيء ما بالكاد بدأنا نفهمه على أي حال.

وبسبب هذه العوامل المعقدة نُظر إلى تفكيك الخلية البشرية كبداية فحسب. إن الجينوم، كما عبر إريك لندر من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، هو كقائمة

أجزاء للجسد البشري: يخبرنا مما نحن مصنوعون، ولكن لا يقول أي شيء عن كيفية العمل. ما نحن بحاجة إليه الآن هو الكتيب العملياتي: توجيهات عن: كيف نجعل الأمور تتم. لسنا قرييين من هذه النقطة بعد.

وهكذا، فإن البحث يتركز الآن على تفكيك البروتيوم proteome البشري، وهذا مفهوم حديث، بحيث إن مصطلح البروتيوم لم يوجد قبل عقد. إن البروتيوم هو مكتبة المعلومات التي تنشئ البروتينات. «ولسوء الحظ»، قالت مجلة ساينتيفيك أمريكان في ربيع 2002: «إن البروتيوم أكثر تعقيداً من الجينوم بكثير».

هذا هو التعبير اللطيف عن الموضوع. إن البروتينات - كما نتذكرون - هي أحصنة عمل الأنظمة الحية جميعها؛ بما أن مئات الملايين منها يمكن أن تكون مشغولة في أي خلية في أي لحظة. إن محاولة فهمه تتطلب نشاطاً كبيراً. والأسوأ هو أن سلوكيات ووظائف البروتينات لا تستند فقط على كيميائها، كما هو الأمر مع الجينات، وإنما أيضاً على أشكالها. وكما يعمل البروتين ينبغي ألا يحصل فقط على المكونات الكيميائية الضرورية، وأن تُجمع بشكل ملائم، ولكنها يجب أيضاً أن تُطوى في شكل محدد جداً. «إن الطوي هو المصطلح المستخدم ولكنه مضلل بما أنه يوحي بترتيب هندسي لا ينطبق على الأمر في الحقيقة. إن البروتينات تتدور وتلتف وتتغصن في أشكال هي مسرفة ومعقدة في آن واحد. إنها تشبه مشاجب معاطف مشوهة أكثر مما تشبه مناشف مطوية.

فضلاً عن ذلك، إن البروتينات (إذا كان من الممكن السماح لي باستخدام لفظة مهجورة) هي مستهتر العالم البيولوجي. فبحسب المزاج وظرف الاستقلاب، تسمح لنفسها بأن تكون مشبعة بالفسفور، أو بالغلوكوز، وبالأسيتيل، وكلية الحضور، farneysylated، ومكبرته وملتصبة بـ glycophosphatidylinositol anchors بين أمور أخرى كثيرة. وفي الغالب يستغرق الأمر نسبياً وقتاً قليلاً لجعلها تنطلق، على ما يبدو. اشرب كأساً من النبيذ - كما تقول مجلة ساينتيفيك أمريكان - وستقوم بتغيير عدد وأنماط البروتينات بشكل كبير في جهازك. هذا ممتع للشاربين، ولكنه غير مساعد لعلماء الوراثة الذين يحاولون فهم الذي يجري.

يمكن أن يبدو كل شيء معقداً بشكل مستحيل، وبطرق ما هناك أيضاً بساطة متضمنة في كل هذا بسبب وحدة متضمنة جوهرية بنحو مساوٍ في طريقة عمل الحياة. إن العمليات الكيميائية الصغيرة البارعة جميعها التي تحيي الخلايا الجهود التعاونية للنكليوتيد، نسخ الـ (DNA) في الـ (RNA) تطورت مرة واحدة وبقيت ثابتة منذ ذلك الوقت في الطبيعة كلها. وكما يقول عالم الوراثة الفرنسي جاك مونو Jacques Monod، نصف ساخر: «إن أي شيء يصح على بكتيريا غرام يجب أن يصح على الفيلة، ولا يصح على أمور كثيرة».

إن كل ما هـو حي هو توضيح لخطـة أصلية واحدة. وكوننا بشراً فنحن مجرد زيادات كل واحد منا أرشيف عفن من التعديلات والتكيفات، وإصلاحات العناية الإلهية يعود إلى 3.8 بلايين سنة. ومن اللافت أننا أقرب إلى الفاكهة والخضراوات. إن نحو نصف العمليات الكيميائية التي تجري في موزة هي جوهرياً نفسها كالعمليات الكيميائية التي تحدث فيك.

لا يمكن القول في غالب الأحيان: إن كل الحياة واحدة. هذه أعمق مقولة سبق أن طُرحت وأظن أنها ستحظى ببرهان أبدي.

