الباب الخامس

الحياة نفسها

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

فريمان دايسون

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس عشر

كوكب وحيد

ليس من السهل أن تكون متعضّياً. 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 يضنَّ 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 ومتنفّسة 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 نتنفّس 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 التغيّر في الضغط سيكون ضئيلاً وغير قابل للتمييز. أما على عمق 150 متراً تحت الماء -على أي حال- فستتمزّق شرايينك وتُضغط رئتاك وتصيران بحجم علبة كولا. ومن المفاجئ أن الناس يقومون طوعياً بالغوص إلى أعماق كهذه، دون أجهزة تنفّس، 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.

openkandil.com

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، وبخفّة، 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 متعضّيات 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 مربّع. وقد نجحنا مرة واحدة فقط -ولوقت قصير جداً- في إرسال البشر إلى ذلك العمق في غواصة قويّة، ومع ذلك اكتُشف أنها مستعمرات لمزدوجات الأرجل، وهي نوع من القشريات الشبيهة بالقريدس، ولكنها شفّافة، 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. واعتُقد حتى وقت متأخر أن أي شخص يغوص إلى عمق 100 متر أو ما يقارب ذلك، سيموت من الألم بما أن رئتيه تنفجران نحو الداخل أو ينهار جدار صدره، ولكن الذين يقومون بالغطس

الحـر برهنوا مراراً على ما يخالف ذلك. ويبـدو -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 وصلـه إلى السطح بخراطيم طويلة، كان الغطاسـون يعانون أحياناً من ظاهرة مقيتة تُدعـى «العصـر». كان هذا يحصل حين تُعطّـل مضخّات السطـح، مؤدّية إلى فقدان كارثـي للضغط في البزة. يترك الهواء البزة بعنف، بحيـث إنّ الغطاس السيئ الحظ سيُمتص من الخوذة وأنبوب الخرطوم. حين يُرفع إلى الأعلى، «كل ما يبقى من البزة هـو عظامه وبعض قطع لحمه»، كما قال عالم البيولوجيـا ج.ب.س هالدن في 1947، مضيفاً كي يبدّد الشكوك: «لقد حدث هذا».

(والجديـر بالذكر أن خوذة الغطس التـي صمّمها إنكليزي يُدعى تشارلز دين، لم تكـن تهدف إلى الغطس وإنمـا لإطفاء الحريق. دُعيت «خوذة الدخـان»، لكنها كانت حـارة وثقيلـة لأنها مصنوعة مـن المعدن؛ وكما اكتشف دين في الحـال، لم يكن رجال الإطفـاء متلهفين لدخول الأبنيـة المشتعلة في أي نوع من أنـواع اللباس، وخصوصاً في شـيء يسخن كركوة ويضايقهم في أثناء العمـل. وفي محاولة لإنقاذ استثماره، جربها دين تحت الماء واكتشف أنها مثالية للإنقاذ من الغرق).

إن مـا يثـير الرعب الحقيقي في الأعمـاق هو الآلام الحادة وصعوبـة التنفس ليس لأنهـا غير سارة -بالرغـم من أنها كذلك بالطبـع- بقدر ما لأنهـا مرجحة أكثر. إن الهـواء الذي نتنفّسه يحتوي علـى 80% من النتروجين. ضـع الجسم الإنساني تحت الضغط، فيتحول ذلك النتروجين إلى فقاعات صغيرة تهاجر إلى الدم والأنسجة. إذا تغـيّر الضغط بسرعة كما لدى الصعود السريع لغطّاس، فإن الفقاعات العالقة داخل الجسم ستبدأ بالفوران على غرار زجاجة شمبانيا لدى فتحها، سادّةً الأوردة الدموية الصغيرة، ومجردة الخلايا من الأوكسجين ومسببة ألماً كبيراً بحيث إنّ المعانين يتلوّون من الألم الشديد المضاعف.

كانـت هذه الآلام الحـادّة تشغل الغطاسين مـن أجل صيد الإسفنـج واللآلئ منذ الزمـن القـديم، ولكنها لم تلفـت انتباهاً كثـيراً في الغرب حتى القـرن 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 الحكة وشعر بعضهم بألم حادّ في المفاصل، وكانوا ينهارون من الألم، ويموتون في أحيان أخرى.

كان هذا محيّراً 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، مقويّة 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 يمكثون في الأسفل طويلاً بما يكفي كي ينحلَّ النتروجين في أنظمتهم ويدخل أنسجتهم. إن الحلول الأخرى هي الصعود بعناية على مراحل. يسمح هذا للفقاعات الصغيرة بأن تنحلّ 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 هالدن). كان الاثنان غريبين بشكل مدهش حتى وفقاً للمعايير المتطلّبة للمفكرين البريطانيين. وُلد هالدن الأب في 1860 لأسرة أسكتلندية أرستقراطية (كان أخوه الفسكونت هالدن)، 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

عشـاء، لم يعد واكتُشف أنه كان نائماً في سريـره بالبيجاما. حين نهض، شرح هالدن أنـه وجد نفسه يتعـرى مفترضاً أنه وقت النـوم. كانت فكرته عـن العطلة هي السفر إلى كورنـوال لدراسة داء الأنسيلوستوما لدى عمـال المناجم. وسخر ألدوس هكسلي، الروائـي وحفيـد ت.هـ. هكسلـي، الذي عاش مـع آل هالدن مدة منـه بشكل لا يرحم وسماه العالم إدوارد تانتماونت في رواية نقطة ضد نقطة.

كانـت هبة هالـدن للغطس هي أن يعمل علـى أوقات الاستراحـة الضرورية لتدبر الصعـود من العمق دون حدوث الآلام الحـادة والصعوبة في التنفس، ولكن اهتماماته تجاوزت علم وظائف الأعضـاء (الفسيولوجيا) إلى دراسة داء الارتفاع لدى متسلقي الجبـال، وضربة الشمـس في المناطق الصحراويـة. كان له اهتمام خاص بتأثيرات الغـازات السامـة على الجسم البشري. وكي نفهم بدقة أكـبر كيف تقتل تسربات أول أكسيـد الكربـون عمال المناجـم، سمم نفسـه منهجياً، وقام بسحـب عينات من دمه وقاسهـا بدقة. وتوقف حـين كان على وشك فقدان السيطـرة العضلية ووصل مستوى التشبّـع في دمه إلى 56%، وهـو مستوى -كما قال تريفور نورتـون في كتابه الممتع عن تاريخ الغطس، «نجوم تحت البحر»- لا يفصله عن الهلاك سوى جزء يسير.

إن ابـن هالدن، جاك، الذي تعرفـه 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 المكربن؟» في أثناء شبابه، ساعـد هالـدن والده في التجارب. وفي أثنـاء مراهقته، اختبر الاثنـان الغازات والأقنعة الواقية منها، وقاما بالأمر بالدور؛ كي يعرفا كم يستغرق الأمر كي يغمى عليهما.

وبالرغم من أن ج.ب.س هالدن لم يحصل على أي شهادة في العلم (درس الآداب الكلاسيكية في أكسفورد)، فإنه صار عالماً متألقاً بطريقته الخاصة، وكان يعمل معظم الوقـت للحكومة في كمبريدج. دعاه عالم البيولوجيا بيتر ميداوار، الذي أمضى حياته في مشفـى أولمبيان للأمراض العقلية «أذكى رجل سبـق أن التقيت به». سخر هكسلي مـن هالدن الشاب في روايته (آنتيك هـي Antic Hay)، ولكنه استخدم أيضاً أفكاره عـن التلاعب الجينـي بالبشر كأساس لحبكـة روايته العالم الجديـد الطريف. وبين

إنجـازات أخرى كثيرة، أدى هالـدن دوراً محورياً في مزاوجة المبـادئ الداروينية مع العمل الجيني لغريغور منديل، لإنتاج ما يعرفه علماء الجينات الحديثون باسم المركّب الحديث Modern Synthesis.

وجـد هالدن الشاب الحـرب العالمية الأولى «تجربة ممتعة جـداً»، بخلاف البشر أجمعـين، وأقر علناً أنه «استمتـع بفرصة قتل البشر». جُرح مرتين، وبعد الحرب صار داعيـة شعبيـاً ناجحاً للعلم وألّف 23 كتاباً (وأكثر من 400 بحث علمي). لا تزال كتبه قابلـة للقراءة ومفيدة جداً، بالرغم من أنـه ليس من السهل العثور عليها دائماً. صار أيضـاً ماركسيـاً متحمساً. واقترح -ليس بشكل ساخر تمامـاً- أن هذا كان ناجماً عن طبيعـة تناقضية محضة وأنه لو ولـد في الاتحاد السوفييتي لكان ملكيَّ الهوى. على أي حال، ظهرت معظم مقالاته أولاً في الصحيفة الشيوعية الـ(ديلي ووركر).

وبينمـا انصبّـتْ اهتمامات والـده الرئيسة علـى المعدِّنين والتسمّـم، صار الشاب هالـدن مهووسـاً بإنقـاذ الغواصـات والغطاسـين من أخطـار عملهـم. وبتمويل 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، بينمـا يتنفسـون في «جو فاسـد»، أو يتم إخضاعهـم لتغيرات سريعـة في الضغط. في إحـدى التجارب، قام هالدن نفسه بخـروج سريع خطر من الغوص؛ كي يرى ما الذي سيحدث. ما حدث هو أن الحشوات السنية لديه انفجرت. كتب نورتون: «إن التجارب جميعها تقريباً انتهت بنوبة، من النزف أو التقيؤ». كانت الغرفة عازلة للصوت، وكانت الطريقـة الوحيدة للذين في داخلها كي يشيروا إلى أنهم غير مرتاحين، أو متألمين هي أن يقرعوا باستمرار على جدار الغرفة، أو يرفعوا إشارة إلى نافذة صغيرة.

وفي مناسبة أخرى، وبينمـا كان يسمم نفسه بمستويات مرتفعة من الأوكسجين، أصيب هالدن بنوبة كانت حادة إلى درجة أنه سحق فقرات عدة. كان انهيار الرئتين مـن الأخطـار الشائعـة. وكان انثقاب غشاء الطبـل شائعاً أيضاً؛ ولكـن، كما يشير هالـدن بكل ثقـة في إحدى مقالاته: «إن غشاء الطبل يشفـى عادة؛ وإذا بقي الثقب،

فـإن المـرء يصاب بالصمم نوعاً ما، لكنه يستطيـع أن يخرج دخان التبغ من الأذن، وهذا إنجاز اجتماعي».

ما كان فائقاً للعادة حيال هذا هو أن هالدن لم يكن يرغب في إخضاع نفسه لمجازفات وأخطار كهذه في ملاحقة العلم، وإنما لم يجد مشكلة في التحدث مع زملائه وأحبائه، والطلـب منهم أن يدخلوا إلى الغرفة أيضاً. ومرة حين طلب من زوجته القيام بصعود تجريبـي أصيبت بنوبة استمرت ثلاث عشرة دقيقة، ثـم أوقفها على قدميها وأرسلها إلى المنـزل؛ كـي تعد العشاء. وظّـف هالدن بسعادة كل من صـادف وكان حوله، ومن المناسبات المشهورة أن رئيس وزراء أسبانية خوان نغرين شكا فيما بعد من وخز ثانوي و«إحساس مدغدغ غريب على شفتيـه» ولكنه نجا دون أذى. ربما عدّ نفسه محظوظاً جداً. وتركت تجربه أخرى في الحرمان من الأوكسجين هالدن دون إحساس في ردفيه وأسفل عموده الفقري لست سنوات.

وكان بـين اهتمامات هالدن كثيرة المحـددة الثمل بالنتروجـين. ولأسباب لا تزال مفهومـة بشكل محدود، يصبح النتروجين على عمق نحو 30 متراً مسكراً قوياً. وتحت تأثـيره كان مـن المعـروف أن الغواصين يقدمـون أنابيـب هوائهم لسمكـة عابرة، أو يقررون القيام باستراحة من أجـل التدخين. وقد أنتج أيضاً تقلبات مزاجية وحشية. وقال هالدن عن أحد الاختبارات: تذبذب «الشخص بين الكآبة والفرح، في لحظة كان يتوسـل كي يُحرّر مـن الضغط؛ لأنه شعر «بشعور مقيت وكريـه» وفي الدقيقة اللاحقة كان يضحك ويحاول التدخل في «اختبار براعة زملائه». ومن أجل قياس نسبة التدهور في الموضـوع يجب أن يدخل عالم إلى الغرفة مع المتطـوع؛ كي يقوم بحسابات رياضية بسيطـة. ولكن بعـد بضع دقائق -كما تذكـر هالدن فيما بعد- «يصبـح المختبِر ثملاً كالمُختَبَر، وغالباً ما ينسى أن يشغّل ساعة التوقيت، أو تدوين الملاحظات الملائمة». إن سبب الثمل لا يزال لغزاً حتى الآن. أعتقد أنه يمكن أن يكون الشيء نفسه الذي يسبّب السُكر من الكحول، ولكن بما أنه لا أحد يعرف بشكل مؤكد ما يسبب ذلك، فلسنا أكثر حكمـة. على أي حال -دون العنايـة الأكبر- من السهل الوقـوع في مشكلة حالما تغادر عالم السطح.

يعيدنا هذا إلى ملاحظتنا الأولى بأن الأرض ليست المكان الأسهل لوجود المتعضّي، حتى لو كانت المكان الوحيد. يحتوي الجزء الصغير من سطح الكوكب الجاف بما يكفي كي نقف عليه على قسمٍ كبير حار جداً أو بارد جداً أو جاف أو منحدر أو مرتفع بحيث لا ينفعنا كثيراً. ويجب أن نسلّم، جزئيّاً، أنّ هذا خطؤُنا. ومن زاوية القدرة على التكيّف لا فائدة للبشر بشكل مدهش. فعلى غرار معظم الحيوانات نحن لا نحب الأمكنة الحارة كثيراً، ولكن لأننا نتعرّق فإننا نخضع بسهولة للسكتات. نحن معرضون للخطر بشكلٍ خاص. وفي أسوأ الظروف حين يسير الناس دون ماء في صحراء حارة فإنّ معظمهم سيصاب بالهذيان وبالإغماء، ومن المحتمل ألّا 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 مهيّؤون، أو قادرون أن نعيش فيها هي قليلة بالفعل، إنها لا تمثّل إلا 12% من مساحة الأرض الكليّة وفقط 4% من السطح كلّه إذا شملت البحار. مع ذلك حين تفكرون في الأوضاع في مكانٍ آخر من الكون المعروف، فما يثير العجب ليس أننا نستخدم قليلاً من كوكبنا، وإنما هو أننا نجحنا في العثور على كوكبٍ نستطيع أن نستخدم قطعةً منه. عليكم فقط أن تنظروا إلى منظومتنا الشمسيّة، أو إلى الأرض في أوقات معيّنةٍ من تاريخها، كي تدركوا أنّ معظم الأمكنة أكثر قسوة وأقل إمكانية 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 أنهم موجودون. وهكذا فإنّ البشر لا يستطيعون الزّعم بأنّهم يتحدّثون بدقة علمية عن الموضوع، ولكن يبدو أنه إذا كنت ترغب في الحصول على كوكب ملائم للحياة يجب عليك أن تكون محظوظاً، وكلما كانت الحياة أكثر تقدّماً كان عليك أن تكون أكثر حظّاً. حدّد راصدون مختلفون

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

موقع ممتاز. إننا على بعدٍ ملائم 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 عُدّلت الأرقام منذ ذلك الوقت وصارت أكثر كرماً 5% أقرب و15% أبعد اعُتقِدَ أنهما التقديران الأصح لمنطقة سكننا، ولكن هذا لا يزال حزاماً ضيّقاً*.

وكي نفهم كيف هو ضيّق، علينا فقط أن ننظر إلى كوكب الزهرة، فهو أقرب إلى الشمس بـ 25 مليون ميل منا. ويصل إليه ضوء الشمس قبلنا بدقيقتين. إن كوكب الزّهرة يشبه الأرض في حجمه وتركيبته ولكنّ الفارق القليل في المسافة المدارية هو المهم في الكيفيّة التي صار عليها. ويبدو أنه في أثناء الأعوام الأولى من المنظومة الشمسيّة، كان الزّهرة 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 تبخّرت، هربت ذرات الهيدروجين إلى الفضاء وامتزجت ذرات الأوكسجين بالكربون لتشكيل

* إن اكتشاف الإكستريموفايلز في القدور 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 ستنتج مخلوقات سطح معقّدة بشكل معقول.

جـو كثيف من غاز ثاني أوكسيـد الكربون الخاص بالاحتباس الحـراري. صار كوكب الزهـرة خانقاً. وبالرغم من أن الناس في عمري يتذكرون وقتاً كان فيه علماء الفلك يأملـون أن الزهرة يمكن أن يحتوي على الحياة تحـت غيومه التي تشكل دثاراً، وربما علـى نـوع من الخضرة الاستوائيـة، فإننا نعـرف الآن أنه بيئة وحشية جـداً لا تصلح لأي نـوع مـن أنواع الحياة القابلة لـلإدراك. إن درجة حـرارة سطحه هي 470 درجة مئويـة، حـارة بما يكفي لتذويب الحديـد، والضغط الجوي على السطـح هو أكبر من ضغـط الأرض بتسعين مرة، أكثر مما يستطيع أي كائن بشري أن يحتمل. ونفتقر إلى التكنولوجيا كي نصنـع بزات أو حتى مركبات فضائية تسمح لنا بزيارته. إن معرفتنا بسطح كوكب الزهرة تستند إلى صور رادار بعيدة وبعض الضجيج المخيف من مسبار سوفياتـي دون رواد رمـي بشـكل آمل داخـل الغيوم في عام 1972، وعمـل 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 أنيسـاً في إحدى المرات، ولكن لم يستطع الاحتفـاظ بجو قابل للاستخدام وتحول إلى خراب متجمد.

ولكـن البعـد بشكل ملائـم عن الشمس لا يمكـن أن يكون القصة كلهـا، وإلا لكان القمـر مليئـاً بالغابات وجميلاً، وهو ليس كذلك على نحـو واضح. فمن أجل ذلك أنت بحاجة إلى:

النـوع الملائم من الكواكـب. لا أتصور أن كثيراً من علماء الجيوفيزياء، إذا سئلوا بأن يحصوا بركاتهم، سيذكرون الحياة على كوكب ذي باطن منصهر، ولكنها تقريباً حقيقـة مؤكدة بأنه دون تلك الماغما كلهـا، التي تدوّم تحتنا لن نكون هنا الآن. وبغض النظـر عن أمور كثيرة أخرى، إن باطننا الحيوي أنشـأ اندفاعات الغاز التي ساعدت في بنـاء الجو، وقدمت لنا الحقل المغناطيسي الـذي يحمينا من الإشعاع الكوني. قدم لنـا أيضاً الألـواح التكتونية، التي تجدد السطح باستمـرار وتغضّنه. فلو كانت الأرض

منبسطـة 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 لسعادتنـا وسنناقشه بشـكل كامل بعد قليل، ولكننا نحتـاج في البداية إلى التفكير في العاملين المتبقيين، بادئين بواحد غالباً ما يتم إغفاله:

نحـن كوكـب تـوءم. لا يفكـر كثير منا عـادة في القمر ككوكب رفيـق، ولكنه هكذا بالفعل. إن معظم الأقمار صغيرة بالعلاقة مع الكوكب المَعْلم. إن قمري المريخ فوبوس وديموس، مثلاً، قطرهما 10 كيلومترات فحسـب. إلا أن قمرنا هو أكثر من ربع قطر الأرض، ممـا يجعل كوكبنا هو الوحيد في المنظومة الشمسيـة الذي يملك قمراً كبيراً بالمقارنـة مع نفسه (عدا بلوتو، الذي لا يهـم في الحقيقة؛ لأن بلوتو نفسه صغير) وأي فرق يحدثه هذا لنا.

دون تأثـير القمر الثابت، فإن الأرض ستتمايل كقمة محتضرة، ولا أحد يعرف ما النتائـج الكارثيـة التي ستترتب على المناخ والطقس. إن تأثير القمر الجاذبي الثابت يجعل الأرض تدور بالسرعة المناسبة والزاوية المناسبة، كي تقدم نوع التوازن الضروري للتطـور الطويل والناجح للحياة. ولكن هذا لن يستمـر إلى الأبد. إن القمر ينزلق من قبضتنا بسرعة 4 سنتمترات في العام. فبعد بليوني عام سيتراجع بعيداً بحيث إنّنا لن نظـل ثابتين، وسيكون علينا أن نأتي بحل آخر، ولكن في غضون ذلك يجب أن نفكر في ذلك أكثر من كونه سمة ظريفة في السماء الليلية.

افترضـ علماء الفلك لوقت طويل إمـا أن الأرض والقمر تشكّلا معاً، أو أن الأرض أمسكـت بالقمـر بينمـا كان يبتعد. ونعتقـد الآن -كما يمكن أن تتذكـروا من الفصل السابـق- أنـه منذ نحو 4.4 بلايين عام اصطدم جرم بحجـم المريخ بالأرض، مفجّراً ما يكفي من المواد لخلق القمر من حطامه. كان هذا على ما يبدو شيئاً مهماً جداً لنا، وخصوصـاً أنـه حدث منذ وقت طويل جداً. لو حـدث في 1896 أو الأربعاء الماضي، لما سرّنا الأمر. مما يأخذنا إلى الموضوع الرابع والأكثر جوهرية بطرق كثيرة.

التوقيت. إن الكون مكان متقلب وزاخر بالأحداث الخطرة ووجودنا فيه أعجوبة. فلو لم يلعب تعاقب مركّب طويل وغير قابل للتصور من الأحداث يعود إلى 4.6 بلايين سنة بطريقة معينة في أوقات معيّنة مثلاً، لو أن الديناصورات لم تنقرض بسبب سقوط النيازك لكنّا 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 ومفكِّر بشكل معتدل، فإنك تحتاج إلى أن تكون في النهاية الصحيحة لسلسلة طويلة من النتائج بما فيه مدد معقولة من الاستقرار موشّاة فقط بالكمية نفسها من التوتر والتحدي (تبدو عصور الجليد مفيدة خاصة في هذا الصدد)، ومعلمة بغياب كلي للجوائح الحقيقية. كما سنرى في الصفحات التي ستتبقى 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 ابتُكرت 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 مدروس 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 مكراً 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 ستٌ 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 مدهشة. من سيحزر -على سبيل المثال- أن السليكون هو العنصر الثاني الأكثر شيوعاً على الأرض، وأن التيتانيوم هو العاشر؟

إن الوفـرة 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 مـن النحاس، نيوديميوم ولنثانوم أكثر من الكوبالـت أو النتروجين. القصدير بالكاد يصبـح في الخمسين الأولى، تبذّه عناصر غامضة مثل البراسيوديميوم، والساماريوم والجادولنيوم والدسبروسيوم.

لا علاقة للوفرة بسهولة الرصد. إن الألمنيوم هو العنصر الرابع الأكثر شيوعاً على الأرض، ويفسر 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 ثبّت الكونغرس تخطيطاً برّاقاً لحلية من الألمنيوم فوق تذكار واشنطن لإظهار كم صرنا أمة ثرية ومزدهرة، وقامت الأسرة الإمبراطورية الفرنسية في المدة نفسها بنبذ خدمة عشـاء الدولة بالآنية الفضية واستبدالها بالألمنيـوم. وكانت الموضة حادة أكثر من السكاكين.

لا تشـير الوفـرة بالضرورة إلى الأهميـة. إن الكربون هو العنصـر الخامس عشر الأكـثر شيوعاً، يفسـر نسبة متواضعة جداً مـن قشرة الأرض هـي 0.048%، ولكننا سنهلـك من دونـه. ما يميّـز ذرة الكربون هـي أنها مشوشـة بوقاحة. إنهـا الحيوان المشـارك للعالم الذري، وتتعلّق بكثير من الذرات الأخـرى (بما فيه نفسها) وتتمسك بشـدة، مشكّلة خطوطاً طويلـة متمعجة جزيئية من القـوة المتماسكة كرقصة الكونغا الكوبيـة، وهذه خدعة الطبيعـة الضرورية لبناء البروتين والـ (DNA). وكما قال بول ديفـز: «لولا الكربـون لكانت الحياة كما نعرفها مستحيلـة. إن أي نوع من الحياة على الأرجح سيكـون مستحيلاً». مع ذلك ليس الكربون متوافراً جداً حتى فينا نحن الذين نعتمـد عليه بشكل حيـوي. فبين كل 200 ذرة في أجسامكم، 126 هي هيدروجين، و51 أوكسجين، و19 كربون فقط*.

إن العناصر الأخرى حاسمـة ليس لخلق الحياة فحسب وإنما لاستمرارها. نحتاج إلى الحديـد لصناعة خضاب الـدم، ومن دونه سنموت. الكوبالـت 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 المولبيدنوم، 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 السلنيوم 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، ولكنّ لها في الواقع متطلبات معدنية مختلفة جداً. تحتاج الماعز الحديثة إلى كثيرٍ من النحاس؛ لأنها تطورت في أجزاء من إفريقية وأوروبة 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 طرداً 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 الزِّرنيخ 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 يسهّل 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 الموجّهه في 6 أيار 1937- في ليكهرست، ونيوجرسي، حين انفجر الهيدورجين الذي رفعها وقتل 36 شخصاً.

معـروف. بالرغم من أنه مفيـد في تركيزات صغيرة لقتل المتعضيات المتناهية الصغر (الكلوريـن هـو الذي تشمه في المـادة المقصّرة)، إلا أنه مهلـك في كميات كبيرة. كان الكلوريـن عنصر الاختيار لكثير من الغازات السامـة في الحرب العالمية الأولى. وكما سيشهـد سباحـون كثـيرون متقرحو الأعين، حتـى في شكل واهٍ جـداً لا يتقبله الجسم البشري. ولكن إذا جمعتم هاتين المادتين الكريهتين سوية فما الذي ستحصلون عليه؟ كلور الصوديوم: ملح المائدة المألوف.

علـى العمـوم، إذا لم يعثر عنصر على طريقه بشكل طبيعـي إلى داخل نظامنا إن لم يكـن قابلاً للانحلال في المـاء مثلاً فإننا لا نتقبلـه. إن الرصاص يسممنا؛ لأننا لم نتعرض له أبداً إلى أن بدأنا نستخدمه في آنيـة الطعام وأنابيب السمكرة (وليس من قبيـل المصادفـة أن رمز الرصاص هـو Pb من الكلمة اللاتينيـة plumbum، مصدر كلمـة plumbing الحديثة). كان الرومان ينكّهون خمرتهـم 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، والكادميوم الملوثات الصناعية جميعها التي نتجرعها بشكل روتيني) لا يترك لنا مجالاً كبيراً لابتسامة متكلفة. حين لا تحصل العناصـر بشكل طبيعي علـى الأرض، فإننا لا نطور قبولاً لها وهكذا تميل إلى أن تكون أكـثر سميّـة لنا، كما هو الأمر مع البلوتونيوم. إن تقبلنـا للبلوتنيوم هو صفر: لا يوجد مستوى منه لن يجعلك ترغب بالاستلقاء.

لقـد جعلتكم تسلكون طريقاً طويلاً؛ كي أوضح نقطـة بسيطة: إن جزءاً كبيراً من الأرض يبـدو بشكل إعجـازي مسكناً لنا؛ لأننـا تطورنا كي نلائـم أوضاعها. ما يثير عجبنا ليس أنها ملائمة للحياة وإنما لأنها ملائمة لحياتنا، وبالكاد يعدّ هذا مفاجئاً. مـن المحتمل أن كثيراً مـن الأشياء التي تجعلها رائعة هكذا لنا هـي السماء المناسبة، وقمر شديد التعلق بها، وكربون اجتماعي، والمزيد من الماغما المنصهرة التي لا يمكن الاقـتراب منها، وغير ذلك من الأمور الأخرى. ومن الرائع أننا وُلدنا كي نعتمد عليه. لا أحد يستطيع أن يجزم.

إن عـوالم أخـرى يمكـن أن تأوي بشراً ممتنـين لبحيراتهم الفضيـة من الزئبق وسحابات الأمونيا المندفعة. يمكن أن يسرّهم أن كوكبهم لا يهزهم بألواحه الطاحنة أو يبصـق عليهـم الحمم البركانيـة، وإنما يوجدون في هدوء دائـم غير تكتوني. إن أي زوار للأرض مـن بعيد سيدهشـون بالتأكيد من رؤيتنا نعيشـ 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 مدننا لحماية أنفسنا من تأثيره الأقـوى. ولكن حتى لـو كان زوارنا من ثنائيي الأقدام لديهـم أماكن ضخمة للتسوق ومولعـون بأفلام الأكشن، من غير المحتمل أن يجدوا الأرض مثالية. لا نستطيع حتى أن نقـدم لهم الغداء؛ لأن طعامنـا كله يحتوي على آثار المنغنيـز والسلنيوم والزنك وجزيئات عنصرية أخرى سيكون بعضها ساماً لهم. يمكن ألّا تبدو الأرض لهم مكاناً أليفاً ورائعاً.

اعتاد عالم الفيزياء رتشارد فينمان أن يستخدم نكتة عن استنتاجات لاحقة عائداً بتفكيره من الحقائق المعروفة إلى العلل المحتملة. قال: «تعلمون أن الشيء الأكثر دهشة حـدث لي الليلـة. شاهدت سيارة كُتب علـى لوحتها إي آر دبليـو 357. هل تستطيعون تخيـل هذا؟ من بين اللوحات المليـون جميعها في الولاية ما هي المصادفة التي جعلتني أشاهد هذه النمرة المحددة اليوم؟ مدهش!» إن ما يرمي إليه بالطبع هو أنه من السهل جعل أي موقف مبتذل يبدو فائقاً للعادة إذا تعاملت معه على أنه مقدّر.

وهكـذا من الممكن أن الأحداث والأوضاع التي قادت إلى نشوء الحياة على الأرض ليسـت تماماً فائقـة للعادة كما نميـل إلى الاعتقاد. مع ذلك، كانـت 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 تنبسط 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 سيترافق مع انزعاج كبير. إن الحرارة على ارتفاع 10 كيلومترات يمكن أن تكون ناقص 57 وحينها 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 إنّ جزيئاً واحداً يمكن أن يجتاز فقط أصغر مسافة، جزءاً من ثمانية بالمليون من السنتمتر، كي نكون دقيقين قبل أن يصدم آخر. ولأن ترليونات من الجزيئات تصطدم باستمرار، فإن كثيراً من الحرارة يتم تبادله. ولكن في قمة الثيرموسفير -على ارتفاع 80 كيلومتراً أو أكثر- الجو رقيق بحيث إنّ 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 تنتبه المركبات الفضائية في الغلاف الجوي الخارجي، وخصوصاً لدى رحلة العودة إلى الأرض، كما بيَّن المكوك الفضائي كولومبيا بشكل مأساوي في شباط 2003. وبالرغم من أن الغلاف الجوي رقيق جداً، إذا جاءت مركبة في زاوية منحدرة 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 المجربون، والمستفيدون من كمال الأجسام والتدريب والأوكسجين المعلب، 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. وتبيّن 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 سلالتهم 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 آشكروفت في كتابها (حياة في الحدود القصوى): إن هناك مناجم كبريت آندية على عمق 5800 متر ولكن المعدّنين 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 ورئات 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 نامٍ بِما يكفي من الأوكسجين لجعله يكتمل.

وفي ثمانينيات القرن الثامن عشر حين بدأ الناس في أوروبة 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

مـن الأمتـار منها، هو مثل الاقـتراب خطوة من حريق غابـي في أستراليا، وتوقع شم الدخان وأنتم تقفون في أوهايو. يأخذنا الإجابة مرة أخرى إلى مسألة كثافة الجزيئات في الغـلاف الجوي. إن ضوء الشمس يشحن الجزيئات بالطاقة. إنها تزيد من سرعة تهزهزهـا ووثبها، وفي حالتهـا المقواة تصطدم ببعضها بعضـاً مطلقة الحرارة. حين تشعـرون أن الشمس تدفئ ظهوركـم في يوم صيفي، فأنتم في الواقع تشعرون بالذرات المثـارة. كلما تسلقتـم إلى أعلى قل عـدد الجزيئات وقلّت الاصطدامـات فيما بينها. إن الهـواء مـادة خادعة. حتى علـى مستوى البحـر نميل إلى التفكـير في الهواء على أنـه أثـيري ولا وزن له. إنه يحتـوي على كثير من الكتلة وتلـك الكتلة تمارس الضغط. وكما كتب عـالم بحار يدعى ويفل تومسون Wyville Thomson منذ أكثر من نصف قرن: «نجد أحياناً حين ننهض في الصباح -وبعد ارتفاع إنش واحد في البارومتر- أن نصـف طن تقريبـاً تجمّع علينـا في أثناء الليل، ولكننـا لا نعاني مـن أي شيء، وإنما نشعـر بالابتهـاج والحماس، بمـا أن تحريـك أجسادنا يحتاج إلى جهـد أقل في المادة الأكـثر كثافة». والسبب في أنكم لا تشعرون بالانسحاق تحت نصف الطن الزائد ذاك مـن الضغط هو السبـب، نفسه الذي لا يجعـل جسمكم ينسحق عميقـاً تحت البحر: إنـه مصنوع في معظمه من سوائل غير قابلة للضغـط، تدفع إلى الخلف، مساوية بين الضغط في الداخل والخارج.

ولكن واجهوا الهواء في أثناء الحركة، كالإعصار أو النسيم المتصلّب، وستتذكرون بسرعـة أن له كتلة معتـبرة. هناك نحو 5200 مليون طن من الهـواء حولنا 25 مليون طـن لكل متر مربّع 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 أغصـان الشجـر ويتطاير آجر السقوف. وكمـا قال أنطوني سميـث: إن جبهة طقس عادية يمكن أن تتألف من 750 مليون طن من الهواء البارد المضغوط تحت بليون طن مـن الهـواء الساخن. ونادراً ما يكون عجيباً أن النتيجة هـي أحياناً مثيرة على صعيد علم الأرصاد الجوية.

مـن المؤكد أنـه لا يوجد نقص في الطاقة في العالم الذي فـوق 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 رعدية 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 الصافي** ينشّط تحليق الطائرات. يحدث نحو 20 حادثة كهذه في العام خطرة بما يكفي بحيث يجب أن يُبلّغ 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 فيعّرض الطائرات الشديدة السرعة لتيارات صاعدة وهابطة. المترجم.

وتحلـق فوق وسـط أسترالية في أوضـاع هادئة حين سقطت فجـأة 90 متراً، ما يكفي لقـذف الأشخاص غير الآمنين إلى السقف. جُرح 12 شخصـاً، كانت إصابة أحدهم خطرة. لا أحد يعرف ما الذي يسبب مطبات الهواء هذه.

إن العمليـة التـي تحرك الهـواء في الغلاف الجوي هـي العملية نفسهـا التي تقود المحرك الداخلي للكوكب، وأعني الحمل الحراري. فالهواء الرطب الدافئ من المناطق الاستوائيـة يرتفع إلى أن يضرب حاجز التروبوبوز وينتشر. حين ينتقل بعيداً عن خط الاستـواء ويبرد يغوص. حـين يضرب القاع يبحث الهـواء الغائص عن منطقة ضغط منخفض؛ كي يملأه، ثم يعود إلى خط الاستواء، مكملاً 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 أنظمـة الضغط المرتفع والضغط المنخفض. تنشأ أنظمة الضغط المنخفض عن الهواء المرتفـع، الذي ينقـل جزيئات الماء إلى السماء، مشكلاً السحـب ثم المطر في النهاية. ويمكـن أن يحمـل الهواء الساخن رطوبـة أكثر من الهواء البارد، ولهـذا السبب تميل العواصـف الاستوائية أو الصيفية إلى أن تكون أثقـل. وهكذا تميل المناطق المنخفضة إلى الارتبـاط بالسحـب والمطر، بينما تتميّـز المرتفعة عادة بضـوء الشمس والطقس الجيد. حين يلتقي نظامان كهذين، يتجلى هذا غالباً في السحب. مثلاً، إن الرهج تلك السحـب المنتشرة غـير المحبوبة، التي لا سمات لها وتمنحنـا 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 راقبتـم مدخّناً 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 الاندفاق الصّفحي* إذا أردتم أن تؤثروا بأي شخص) ثم ينتشر في طبقة موزعة وتموّجية. إن أعظم كمبيوتر عملاق في العالم -يأخذ القياسات في البيئة الأكثر تحكمـاً- لا يستطيـع أن يتنبأ بشكل صحيح أي شكل ستتخـذه هذه التموجات، وهكذا

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

تستطيعـون تخيّل الصعوبات التي تواجه علماء الأرصـاد الجوية حين يحاولون التنبؤ بحركات كهذه في عالم دائر؛ ريحي وكبير.

مـا نعرفه هـو لأن الحرارة الصادرة عـن الشمس موزعة بشكل غـير متساوٍ، فإن الاختلافـات في ضغـط الهواء تنشأ علـى الكوكب. لا يستطيع الهـواء أن يتحمّل هذا، وهكذا يندفع محاولاً أن يوازن الأمور في كل مكان. إن الريح هي ببساطة طريقة الهواء في محاولـة جعل الأمور متوازنة. فالهواء يتدفق دوماً مـن مناطق الضغط العالي إلى مناطـق الضغط المنخفض (تخيلوا أي شيء بهـواء مضغوط منطاد أو حجرة هواء أو طيـارة بنافذة مفقودة، وسترون كم يلحّ ذلك الهواء المضغوط على الذهاب إلى مكان ما)، وكلما كان الفرق في الضغط أكبر، كلما هبت الريح بسرعة أكبر.

إن الريـح تتسارع -كمعظم الأشيـاء التي تتراكم- وتكبر بقـوة أسيّه، وهكذا فإن ريحـاً تهـبّ بسرعـة 300 كيلومتر في الساعة ليسـت أقوى بعشر مـرات 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 المسرّع ويمكن أن تتولّد طاقة أكبر. إن إعصاراً استوائياً يمكن أن يطلق في عشرين ساعة طاقة تعادل تلك التي تستهلكها دولة غنية متوسطة الحجم مثل بريطانية أو فرنسة في عام واحد.

اكتشف دافع الغلاف الجـوي للبحث عن التوازن في البداية (إدموند هالي) الرجل الـذي كان في كل مـكان، وأوضحه فيما بعد في القرن الثامـن عشر زميله بريتون جورج هادلي، الذي رأى أن أعمدة الهواء الصاعدة والهابطة تميل إلى إنتاج «وحدات» (عُرفت باسم وحدات هـادلي). وبالرغم من أن مهنته كانت المحاماة كان لهادلي اهتمام كبير بالطقـس (كان إنكليزياً، في النهايـة) واقترح أيضاً صلة بين وحداتـه، ودوران الأرض والانحرافات الظاهرة في الهواء التي تمنحنا رياحنا التجارية. على أي حال، كان هناك أستـاذ هندسة في بولي تكنيك إيكـول في باريس يدعى جوستاف غاسبار دي كوريوليس Gustave – Gaspard de Coriolis، الذي استخرج تفاصيل هذه التفاعلات في 1935، وهكـذا نسميهـا تأثيرات كوريوليـس. (كان تميز كوريوليس الآخـر في الكلية هو إدخال مـبردات المـاء، التـي لا تزال تعرف باسـم كوريوس). إن الأرض تـدور 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 وقفتم 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 بدأتم. 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 منعطفاً 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 دوّامة 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 انحرفت بعيداً عنه. هذا هو تأثير (قوة) كوريوليس وهي ما يمنح أنظمة تنوّعها شذوذها ويجعل الأعاصير تتدوّر كالقمم. ويشرح تأثير كوريوليس لماذا يجب أن تُعدّل مدفعية البحرية إلى اليسار أو اليمين؛ ذلك أن قذيفة تطلق لمسافة 15 ميلاً يمكن أن تنحرف نحو 100 ياردة، وتسقط في البحر دون أن تؤذي أحداً.

بالرغم من الأهمية السيكولوجية 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 نحته 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 عيّر 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 عُكس 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 اللينييوسية* وطبق المبادئ اللينييوسية في خطته الجديدة، اختار هوارد الجمعية الأسكيسيّة Askesian منتدى أعلن فيه خطته الجديدة في التصنيف. (والجمعية الأسكيسيّة -كما تتذكّرون من فصل سابق- هيئة كان أعضاؤها مكرسين بشكل غير عادي لمتع الأكسيد النِّتري، 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) والطَّخاف (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 القرِد**، السّمحاق***، الركام المكفهرّ****، وهكذا دواليك. كان هذا مفاجئاً، وليس في إنكلترة فقط. ولقد سُحر غوته بهذا النسق بحيث إنّه أهدى أربع قصائد لهوارد.

* نسبة إلى عالم النبات السويدي كارولوس لينييوس.

** سحاب مؤلّف من كرات ضخمة داكنة فوق قاعدة أفقية مسطّحة كثيراً ما تحجب السماء كلها وخصوصاً في الشّتاء.

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

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

أُضيف كثير لنسق هوارد مع مرور الزمن إلى حد أنه بالرغم من أن موسوعة أطلس سحب العالم تقرأ قليلاً إلا أنها صارت تتألف من جزأين، ومن المثير أن كل أنماط السحب التي صُنّفتْ 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 جانبها يمكن ألا تحتوي على أكثر من 100 إلى 150 لتراً من الماء «ما يكفي لملء البانيو» ـ 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 كافٍ 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 تتبخر، 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 يُزوّد باستمرار. حصل حدث كهذا منذ أقل من ستة ملايين عام بقليل؛ وأثار ما يعرفه العلم باسم أزمة الملوحة المسينية 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 تغيّراً قليلاً في حركية (ديناميكية) الأرض يمكن أن يؤدي إلى عواقب لا نستطيع تخيّلها. 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 أوروبة تعادل منتج العالم من الفحم الحجري لعشر سنوات، ولهذا السبب بريطانية وأيرلندة فيهما شتاء معتدل بالمقارنة مع كندة وروسية. ولكن الماء

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

يسخـن ببطء أيضاً، لهذا السبب إن البحيرات والمسابح باردة حتى في الأيام الحارة. وهذا سبب التـأخر في البداية الرسمية الفلكية لفصل والشعور الفعلي بأن الفصل قد بـدأ. وهكذا فإن الربيع يمكن أن يبـدأ 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 والملوحـة والعمـق والكثافة، وغير ذلك لهـا تأثير كبير في كيفية نقلهـا 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 الكثيفـة تغوص. فـدون حملها الزائد من الملـح، فإن تيارات المحيـط الأطلسي سوف تندفـع إلى المحيط المتجمد الشمالي وتدفئ القطب الشمـالي، ولكنها ستجرد أوروبة مـن كل دفئهـا. إن العامـل الأساسي لنقل الحـرارة على الأرض هو مـا يُعرف باسم دورة الحـرارة، التي تنشأ في تيارات بطيئة وعميقـة تحت السطح بكثير، وهذه عملية اكتشفهـا في البدايـة العالم المغامر الكونت فون رمفـورد في 1797*. ما يحدث هو أن ميـاه السطح - فيما تصل إلى جوار أوروبـة - تصبح كثيفة وتغوص إلى أعماق كبيرة وتبـدأ عودة بطيئة إلى الخلـف إلى نصف الكرة الجنوبي. وحين تصل إلى أنتاركتيكة، تعلـق في التيار الأنتاركتيكـي الحوقطبي (واقع حول أحد قطبي الأرض أو السماء). إن العمليـة بطيئة جداً. يمكن أن يستغرق الأمـر 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.

(أمـا بالنسبة لمسألة كيف يمكن لأي شخص أن يحزر كم تستغرق قطرة مطر كي تصـل من محيط إلى آخر، فإن الإجابة هي أن العلماء يستطيعون أن يقيسوا مركّبات

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

في المياه مثل كربون الكلوروفلور chlorofluorocarbons ويستنتجوا كم مرَّ 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 المغذية 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 معروف 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 مانغ: «إن هذا التغيّر الضخم كان يجب أن يحدث تأثيراً كارثياً على الأرض، ولكن مع ذلك يبدو كأن عالمنا بالكاد قد تأثر».

وهكذا ما الذي يُبقي الكوكب مستقراً وبارداً؟ إن الحياة تفعل هذا. إن ترليونات فوق ترليونات من المتعضيات البحرية الصغيرة لم يسمع بها أبداً معظمنا المنخريات 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 المنخريات والكوكوليث جميعاً وغيرها تموت وتسقط إلى قاع البحر، حيث تضغط في حجر جيري. ومن اللافت، أن هناك سمة خارقة للطبيعة هي الجروف البيضاء في دوفر في إنكلترة، 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 حوّار دوفر يحتوي على أكثر من ألف لتر من ثاني أكسيد الكربون المضغوط الذي كان بخلاف ذلك سيؤذينا. 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 المنخريات مستعدة له أم لا. ومنذ 1850 -كما قُدّر- رفعنا 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 الجراند جانيون 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 تمتصّ 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.

مـن انبعاثات ويبدأ بالفعل بزيادتهـا». والخشية هي أنه سيكـون هناك زيادة سريعة جـداً في سخونة الأرض. سيهلك كثير من الأشجار والنباتات بسبب عدم قدرتها على التكيّف، مطلقة مخازنها من الكربون مما سيعقّد المشكلة. حدثت دورات كهذه أحياناً في الماضـي البعيـد حتى دون تدخل بشري. والأنباء الطيبة هي أنه حتى في هذا الأمر، الطبيعـة رائعة جـداً. ومن المؤكـد تقريبـاً أن دورة الكربون في النهايـة ستعيد تأكيد نفسهـا وستعود الأرض إلى موقف استقـرار وسعادة. وفي آخر مرة حـدث فيها هذا استغرق الأمر ستين ألف عام.

opeikandl.com

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 يُهلك 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 ويُثار 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. تتألف حبة البطاطا من 80% من الماء، وتتألف البقرة من 74%، والبكتيريا من 75%، وحبة الطماطم من 95%. حتى البشر يتألفون 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 نحب طعمه. نقطع مسافات شاسعة وندفع ثروات صغيرة؛ كي نراه في ضوء الشمس. وبالرغم من أننا نعرف أنه خطر ويُغرق 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 سلينيد 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، وخداع، 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 واعٍ لقواعد الكيمياء وقوانين الفيزياء.

يعرف الجميع أن صيغة الماء الكيميائية هي H_2O، وهذا يعني أنه يتألف من ذرة أوكسجين ضخمة وذرتي هيدروجين أصغر مرتبطتين بها. إن ذرتي الهيدروجين تتمسكان بشدّة 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 كونزيغ الجميلة. إن كأساً من الماء يمكن ألا يبدو حيوياً بشكل كبير، ولكن كل جزيء فيه يغيّر 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 ارتماءة البطن*.

لا حاجة للقول: إننا سنضيع دونه. حين يُجرَّد 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، ولكنّ مياه البحر تحتوي على كثير من الأملاح، أكثر بسبعين مرة من الملح الذي نستطيع أن نحوّله 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 عبّر 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 خطرة، ستقود الزموهة (إزالة الماء) إلى نوبات مرض مفاجئة، كفقدان الوعي والعطب الدماغي. في غضون ذلك تنقل كريات الدم المجهدة الملح إلى الكليتين، اللتين تُغمران وتُعطّلان 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.

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

يُعـرف حقل الماء باسم الهيدروسفير (غـلاف الأرض المائي) وهو محيطي بشكل كبـير. إن 97% من كميـة الماء على الأرض هي في البحـار، والجزء الأكبر منه هو في المحيـط الهادئ، الذي هو أكبر مـن كل كتل الأرض مجموعة سويـة. ويحتوي الهادئ علـى أكثر بقليـل من نصف كل مياه المحيطات (51.6%)؛ أمـا الأطلسي فيحتوي على 23.6% والهنـدي على 21.2%، تاركين فقط 3.6% للبحار الأخرى. إن العمق العادي للمحيـط هـو 3.86 كيلومترات، أما الهـادئ فهو أعمق من الأطلسـي والهندي بـ 300 مـتر. إن 60% من سطح الكوكـب هو محيط يبلغ عمقه أكثر مـن 1.6 كيلومتر. وكما يقول فيليب بول: من الأفضل أن ندعو كوكبنا ماءً لا أرضاً.

إن 3% مـن ميـاه الأرض العذبة معظمـه طبقات جليدية. وتوجـد الكمية الأصغر 0.036% في البحـيرات، والأنهار والخزّانات، وهنـاك جزء أصغر 0.001 فقط يوجد في الغيـوم أو بخـاراً. إن 90% مـن جليـد الكوكب هـو في أنـاركتيكة ومعظـم ما تبقى في غرينلنـدة. اذهبوا إلى القطـب الجنوبي وستقفون على ميلين مـن الجليد، أما في القطـب الشمالي فلا يوجد إلا 15 قدماً منه. في أناركتيكة يوجد 6 ملايين ميل مكعب مـن الجليد فقط، ما يكفي لرفـع 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 سنتمتر.

إن مستـوى البحر -بالمناسبة- هـو تقريباً مفهوم نظري بالكامـل. فالبحار غير مستويـة علـى الإطلاق. فالمد والرياح وقـوة كريوليس وتأثيرات أخـرى تبدل مستوى المـاء بشكل معتبر مـن محيط إلى آخر وحتـى داخل المحيطـات. إن المحيط الهادئ أعلى بقدم ونصـف على طول حافته الغربية بسبب القوة النابذة التي يسببها دوران الأرض. حـين تدفع حوض ماء فإن الماء يميل إلى التدفـق 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 الموغلة في القدم بالنسبة لنا، فسيدهشنا 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 والفرضيات أكثر مما هو الأمر إلى الدليل المادي. وفي ثلاثينيات القرن التاسع عشر مسح العالِم 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 رُفع في 1860 كبل للتلغراف 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، آخذين عينات من المياه، ومصطادين الأسماك بالشباك ورافعين طبقةً 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 جبالاً 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 وأمريكة الجنوبية، مع مجموعة من المعاونات الإناث الجذابات اللواتي وُصف عملهن بشكل مزيّف بأنهن «مؤرخات أو تقنيات» أو «مساعدات في مشكلات الأسماك». وقد دعم المساعي بسلسلة من الكتب الشعبية بعناوين مثل حافة الغابة وأيام الغابة، بالرغم من أنه ألّف أيضاً بعض الكتب المحترمة عن الحياة البرية وعلم الطيور.

في منتصف العشرينيات، وفي رحلة إلى جزر الغلاباغوس اكتشف «متع التأرجح»، كما وصف الغوص في أعماق البحر. وبعد ذلك حالاً شكل فريقاً 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 كوّتان 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 يحيّدا غاز ثاني أكسيد الكربون ركّبا علباً مفتوحة من كلس الصودا، ومن أجل امتصاص الرطوبة فتحا 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 التوتر 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 طناً 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 وطنّان 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 ثبّتاها 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 ثمّ 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 رقماً 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 مثّل أيضاً في فيلم من إنتاج هوليود بعنوان: (عمالقة الأعماق)، يتحدث عن

كـرة الأعماق وظهـر في كثيرٍ من المقابلات المثيرة والمضخّمـة خيالياً مع حبّار عملاق عـدواني ومـا شابه ذلك. وقام بالإعلان عن سجائر الجمـل قائلاً: (إنها لا تسبّب لي نرفـزة). وفي عـام 1948 سجل رقماً قياسياً آخر في الغوص زاد عن الأول 50% وصل فيـه إلى 1,370 مـتراً في المحيط الهادئ قـرب كاليفورنية، ولكن العـالم بدا مصمماً علـى إغفاله. واعتقد أحد الصحفيين الذين راجعوا فيلم (عمالقة الأعماق) أن نجم الفيلم هو بيبي. ولكن في هذه الأيام، بارتون محظوظ في الحصول على الانتباه.

علـى أي حـال، كان على وشك أن يُطفأ كلياً على يـد فريق مؤلف من أب وابنه من سويسـرة، همـا أوكوست وجاك بيكار، اللذان كانا يصممـان نوعاً جديداً من المسبار دُعـي غوّاصة الأعمـاق. عُمِّد باسم تريست Trieste على اسـم المدينة الإيطالية التي بُنـي فيهـا. كانت الآلـة الجديدة قـادرة على المناورة بنحـو مستقل بالرغـم من أنها فعلـت أكثر من مجرد الصعود والهبـوط. وفي واحدة من رحلاتها الأولى إلى الأعماق – في أوائـل 1945 – نزلـت إلى تحت 4,000 متر، متجاوزة تقريباً بثلاث مرات الرقم القياسـي الذي حققه بارتـون قبل ست سنوات. ولكن الغوص إلى أعماق البحار كان يتطلب كمية كبيرة من الدعم المكلف وكان بيكار وولده على شفا الإفلاس.

وفي 1958، وقّعـا صفقـة مع البحريـة الأمريكية حصلت بمقتضاهـا البحرية على الملكيـة ولكن تركتهما مشرفـين. والآن بعد أن أغدق عليهما التمويـل، بنى بيكار وابنه المركبـة من جديد وزوداها بجدران بسماكة 13 سنتمـتراً، وقلّصا قطر النوافذ إلى 5 سنتمـترات، وكان هذا أكبر بقليل من ثقوب النظر. وصارت قوية الآن وتستطيع تحمّل الضغـط الكبير، وفي كانون الثاني 1960 غاص جـاك بيكار والملازم أول دون لاش من البحرية الأمريكية ببطء إلى قاع أعمق وادٍ في المحيط، هو خندق مريانا، الذي يبعد عن جـوام 400 كيلومتر في غرب المحيط الهادئ (الـذي اكتشفه –ولكن ليس بالمصادفة– هاري هيس بمسباره للأعماق). استغرق الأمر أربع ساعات للهبوط إلى عمق 10.918 مـتر، أو 7 أميـال تقريباً. وبالرغم مـن أن الضغط في ذلك العمـق كان 17,000 رطل تقريباً في كل إنش مربع، لاحظا بدهشة أنهما أزعجا سمكاً مسطحاً يعيش في القاع. لم يكن لديهما العدة لالتقاط صور، ولهذا لا يوجد سجل بصري للحدث.

بعد عشرين دقيقة فقط في أعمق 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 تبديد 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 سيكلّف 100 مليون دولار كما قالت التقديرات.

حين أدرك الباحثون تحت الماء أن البحرية لا تنوي القيام ببرنامج استكشاف موعود، دوّتْ صرخة مؤلمة. وكي تهدئ نقادها، قدمت البحرية تمويلاً لغواصة أكثر تقدماً، تشغّلها مؤسسة وود هول للأبحاث البحرية في ماساتشوسيتس. دُعيت آلفن 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 آلفنز، 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 أبقت 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 فراكستوريوس Fracastorious، 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 وفعلوه.

واليوم، يبلغ عمر آلفن 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 آلفن- 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 يدويّة في الحديقة بعد أن يخيّم 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 وقامـوا بعدة اكتشافات مهمة بمواردهم المحدودة، وبينها -في عام 1977- أحد أهم الاكتشافات البيولوجية المذهلة في القرن العشرين. في ذلـك العام، عثرت آلفن على مستعمـرات متكاثرة من متعضيات ضخمة تعيش في فجـوات بحريـة عميقة أو حولها مقابل جزر الغلاباغوس، وهـي ديدان أنبوبية طولها أكثر من 3 أمتار، وبطلينوسات عرضها 30 سنتمتراً، وقريدس وبلح بحر غزير، وديدان متلويـة رفيعة. وكلها تدين بوجودها إلى مستعمرات شاسعة من البكتيريا التي تستمد طاقتهـا وغذاءها من كبريتيد الهيدروجين؛ وهو مركب سـام جداً لمخلوقات السطح، وتتدفـق بثبات من الفتحات. كان عالمـاً مستقلاً عن ضوء الشمـس والأكسجين أو أي شـيء آخر يرتبط عادة بالحياة. كان هذا نسق حيـاة لا يستند إلى التخليق الضوئي، وإنما إلى التخليق الكيميائي، وهذا ما كان سيرفضه علماء البيولوجيا ويعدّونه منافياً للطبيعة والعقل لو طرحه أحد أصحاب الخيال الجامح.

تُطلـق هـذه الفتح كميات كبيرة من الحرارة والطاقـة. إن أربعاً وعشرين من هذه الفتحات تُنْتِجُ من الطاقة ما يعادل إنتاج محطة كهربائية كبيرة، أما الحرارة فمتنوعة ومرتفعـة جـداً. إن درجـة الحرارة عند نقطـة التدفق الخارجي يمكـن أن تصل إلى 400 درجـة مئوية، بينما علـى بعد مترين يمكن أن تكون المياه أعلى من درجة التجمد بدرجتـين أو ثلاث. وقد عُثر على نـوع من الديدان يُدعى الديدان المعوية alvinellids في الأطـراف، حيـث حرارة الماء أعلى بـ 78 درجة عنـد رؤوسها مما هي عند ذيولها. اعتقـد قبـل هذا أنه لا يمكن أن تحيا متعضيات معقّدة في ماء درجة حرارته أعلى من 54 درجـة مئويـة، واكتُشفـت الآن متعضيات تعيش في مياه أكـثر سخونة من هذا وفي البرد الشديد. لقد حوّل هذا الاكتشاف فهمنا لمتطلبات الحياة.

حـلّ أيضـاً 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 علـى كثـير من الأملاح، مـا يكفي لدفن سطـح الكوكب الأرضي إلى عمـق 150 متراً تقريبـاً. وكان مـن المعروف طيلة قرون أن الأنهار تحمل المواد المعدنية إلى البحر، وأن هـذه المـواد المعدنية تمتزج بالأيونـات في مياه المحيط لتشكيل الأمـلاح. وحتى الآن لا

توجد مشكلة. ولكن ما كان لغزاً هو أن مستويات الملوحة في البحر ثابتة. تتبخّر 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 آلفن لفتحات البحر العميقة قدم الإجابة. أدرك علماء الفيزياء الجغرافية أن الفجوات تعمل كمصافٍ في حوض للأسماك. فحين تنحدر المياه إلى داخل قشرة الأرض، تُخلّص 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 الرئيس، 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 لخمسة وخمسين غالوناً من المواد القذرة المشعة إلى جزر فالارون -التي تبعد عن كاليفورنية 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 يثقبونها بالرصاص؛ كي يجعلوا الماء يدخل فيها (وبالطبع لجعل البلوتونيوم واليورانيوم والسترونتيوم تخرج منها). وقبل أن تتوقف عملية دفن النفايات هذه في التسعينيات كانت الولايات المتحدة قد دفنت مئات الآلاف من البراميل في خمسين موقعاً في المحيط، ودفنت خمسين ألف منها تقريباً في جزر فالارون وحدها. لم تكن الولايات المتحدة هي وحدها

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

مـا التأثير الذي يمكن أن يكون قد أحدثه هذا علـى الحياة في أعماق البحار؟ إنه قليـل -كما نأمل- ولكننـا في الواقع لا نمتلك فكرة عن ذلك. فجهلنا للحياة في أعماق البحـار كبـير جداً ومفاجئ. فنحن لا نعرف إلا قليلاً عـن أكثر حيوانات المحيط قوة، كالحـوت الأزرق الكبير علـى سبيل المثال، هـذا الكائن ذو المواصفـات العملاقة كما يقـول ديفد أتنبورو: «لسانه بـوزن فيل، وقلبه بحجم سيارة وبعضـ شرايينه عريضة بحيـث تستطيع أن تسبح فيها». إنه أضخم وحشـ 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 ستـة أشهـر. وأحياناً تطلع بأغنية جديدة، لم يسمعهـا أي عضو من قبل ولكن يعرفها سابقاً. أما كيف تفعل هذا ولماذا فغير مفهوم تماماً. وهذه حيوانات تخرج إلى السطح بانتظام؛ كي تتنفس.

بالنسبـة للحيوانات التي لا تريد السطح أبداً فـإن الغموض يمكن أن يكون مشوّقاً أكـثر. فكروا بمعرفتنا بالحبّار الخرافي 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 يرَ 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 نيوزلندة 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 الحبّار 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 تفكّر 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 طعم مثبت عليها، فعثر على حشود كثيفة من الجرِّيث الملتف، وهو مخلوق بدائي يشبه الأنقليس، وكذلك على حشود سريعة من سمك الغرناد. 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 معيّنة يمكن أن تندفع عبر المياه ويُعرف عن طريق وسائل كيميائية معيّنة 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. فأستراليا 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 صبيبها).

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 معمّرة وتنضج 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 الروف نمط الحياة غير السريع هذا؛ لأن المياه التي تعيش فيها فقيرة الموارد. ففي مياه كهذه، تسرأ* 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 ومتعمّداً أكثر. إن كثيراً من الصيادين ينتزعون زعانف أسماك القرش ثم يرمونها إلى الماء؛ كي تنفق. ففي 1998 بيعت زعانف القرش بملبغ 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 مهيأة صناعياً ونحو مليون من الزوارق الأصغر تأخذ من أسماك البحر أكثر بمرتين مما كانت تفعل قبل 25 سنة. إن

* تضع بيضها.

الجاروفـات في هذه الأيام (سفن الصيد) هي أحياناً كبيرة جداً وتجر وراءها شباكاً كبـيرة 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 إنزالهـا؛ لأنهـا صغيرة جداً، أو من النوع الخطـأ أو تُصطاد في الفصل غير المناسب. وكمـا قـال أحد المراقبين لمجلـة الإكونومست: «لا نزال في العصـور 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 شـكل 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 درجـة مـن الإزعاج لا يمكن أن يتحملهـا أي نظام بيئي. فقد أُفـرط في اصطياد ثلثي الأنـواع في بحـر الشمال كما تقـول تقديرات كثيرة. أما الأمور عـبر الأطلسي فليست أفضـل. تكاثـرت أسماك الهلبوت مـرة في أعداد كبيرة على مبعـدة من نيوإنجلاند، بحيـث إنّ الـزوارق المفردة كانت تصطـاد منها 20000 رطل في اليـوم. أما الآن فإن الهلبوت منقرض على الساحل الشمالي الشرقي لأمريكة.

لا شـيء -علـى أي حال- يُقـارن بمصير سمك القُد. ففي أواخـر القرن الخامس عشـر، اكتشف المستكشف جون كابوت أسماك القد في أعداد لا تصدق على الضفاف الشرقيـة لأمريكا الشمالية، وهـي مناطق من المياه الضحلة مشهـورة بوجود أسماك تتغذى في القاع مثل القد. ووجد السمك بأعداد كبيرة، بحيث إنّ كابوت المدهوش قال: إن البحارة كانوا يغرفونها بالسلال. كانت بعض الضفاف شاسعة. فضفاف جورجيز -على مبعـدة من ماساتشوسيتس- هي أكبر من الولاية التـي تتاخمها. أما الضفاف الكـبرى التي على مبعدة من نيوفاوندلاند فهي أكـبر، وكانت لقرون تحتوي على كثير من أسماك القد. اعتُقِد 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 ضيّع 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 الحدّوق، 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 نيوإنجلاند 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 كيوغراماً واحداً. وقالت النيويورك تايمز: «إن علماء البيولوجيا يقدرون أن 90% من السرطانات اصطيد خلال عام بعد أن وصل إلى الحجم الأدنى القانوني في نحو سن السادسة». وبالرغم من انحدار الصيد، يواصل صيادو نيوإنجلاند تلقي حوافز 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 الجرِّيث 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 أنتاركتيكا لا تنتج إلا 3% من العوالق النباتية في العالم، وهذا قليل جداً -كما يبدو- لدعم نظام بيئي معقد، ولكنها مع ذلك تفعل. إن الفقمات 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 ويدّل، 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 تبدؤون بالحديث عن الحياة، فإن هناك كثيراً جداً الذي لا نعرفه، وخصوصاً كيف استمرت هذه الحياة في المقام الأول.

obeikandl.com

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 قويّاً من الأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية، والسكريات والمركبات العضوية الأخرى. قال المشرف على ميلر، هارولد أوري، الحاصل على جائزة نوبل: «لو لم 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 بيّن الزمن، لم يكن الأمر سهلاً هكذا. فبالرغم من نصف قرن من الدراسة المكثّفة المتواصلة، لم نقترب اليوم إلى تركيب الحياة أكثر مما كنا عليه في 1953، ولا نزال بعيدين جداً عن التفكير في أننا نستطيع فعل ذلك. إن العلماء متأكدون الآن من أن الغلاف الجوي الأول لم يكن شيئاً مهيأ 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 تشكّل 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، تحتاج 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 شقبية للقمار في لاس فيغاس موسّعة بشكل كبير إلى نحو 27 متراً، -إذا توخيّنا 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 المئتين 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 قَزَم بمعايير البروتين، ومع ذلك يقدم 10^{190} 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 Methanosarcina barkeri.

الحـوادث العشوائية حتى لمادة بروتين واحـدة يبدو احتمالاً غير مرجح بشكل مذهل، مثـل زوبعة تدور في فنـاء خردة وتترك خلفها طائرة كبـيرة مجمعة بشكل كامل، كما استخدم عالم الفلك فريد هويل هذا التشبيه الملون.

مـع 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 يكـون مفيداً، يجب على البروتين ألا يتجمـع في أحماض في الترتيب الصحيح فحسب، يجب أن ينخرط أيضاً في نوع من الأرغُميّة* 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)**. فالـ (DNA) عظيم البراعة في إعادة إنتـاج نفسه يستطيع أن يصنع نسخة من نفسه في ثوانٍ، ولكنه في الواقع لا يستطيع أن يفعل أي شيء آخر. وهكذا لدينا موقف ينطوي علـى مفارقة. إن البروتينات لا تستطيع أن توجـد 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!

ثمـة المزيد أيضاً. إن الـ (DNA)، والبروتينـات، ومكوّنات الحياة الأخرى لم يكن بوسعهـا الازدهار دون نوع مـن الغشاء الذي يحتويهـا. لا ذرة أو جزيء حدث وأنجز الحيـاة بشـكل مستقل. انتزعـوا أي ذرة من أجسامكم ولن تكـون أكثر حياة من حبة رمـل. لا تستطيع هذه المـواد المختلفة أن تؤدي دوراً في الرقصـة المذهلة التي ندعوها الحيـاة إلا حـين تجتمع سوية داخل المـلاذ المغذي للخلية. فدون الخليـة، ليست شيئاً أكـثر من مواد كيميائية مهمـة. ولكن دون المواد الكيميائية، لا هدف للخلية. كما يعبر ديفـز عن الأمـر: «إذا كان كل شيء يحتاج إلى كل شيء آخر، فكيف حدث إذاً ونشأت جماعـة الذرات في البداية؟» يبـدو كأن كل المكوّنات في مطبخكم تجتمع سوية نوعاً ما وتطبـخ نفسها كي تصير كعكة، ولكنها كعكة يمكـن أن تنقسم عند الضرورة كي تنتج

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

** حمض ديكوسي ريبونيوكلييك: حمض نووي يوجد في نوى الخلايا بخاصة ويتحكم تحكّماً 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 يفسّر 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 تنبثق البروتينات فجأة إلى الوجود، وإنما تطورت؟

تخيلوا أنكم أخذتم كل المكوّنات التي تصنع إنساناً: الكربون، والهيدروجين، والأوكسجين، وغيرها ووضعتموها في إناء فيه بعض الماء، وحركتم 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 تنجز 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 بعامة، ولكن ليس هناك نقص في التجميع الذاتي المنظم، في كل شيء من التناسق الآسر لندف الثلج إلى أطواق زحل الجميلة.

إن هـذا الدافـع الطبيعي للتجمع قـوي جداً، بحيث إنّ كثيراً مـن العلماء يعتقدون الآن أن الحيـاة يمكـن أن تكـون حتمية أكثر ممـا نظن، أي، وكما قـال كريستيان دي دوف Christian de Duve، الحاصـل علـى جائزة نوبل: «إنهـا تَجَـلٍّ إلزامي للمادة، محتـم عليه أن ينشأ أينما كانت الظروف ملائمـة». واعتقد دي دوف أنه من المحتمل أن ظروفاً كهذه ستُصادف مليون مرة في كل مجرة.

ليـس هناك بالتأكيد أي شيء غرائبي جداً في المـواد الكيميائية التي تحيينا. إذا رغبتـم بخلق أي شيء حي -سـواء كان سمكة ذهبية أو رأس خسـة أو كائناً بشرياً- فإنكم ستحتاجون في الواقع إلى أربعة عناصر رئيسة فحسب: الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين، بالإضافة إلى كميات صغيرة من المواد الأخرى، وخصوصاً الكبريـت والفسفور والكالسيوم والحديد. اجمعوا هـذه سوية في ثلاث (دزينات) أو خلائط بهذا العدد؛ كي تشكل بعض السكريات والأحماض ومركبات أخرى أساسية، وعندهـا تستطيعون صنع أي شـيء حي. وكما قال دوكنز: «لا شـيء يميّز المواد التي تُصنـع منهـا الأشياء الحية. الأشيـاء الحية هي مجموعات مـن الجزيئات، مثل أي شيء آخر».

إن النقطـة الجوهريـة هـي أن الحيـاة مذهلـة ومرضيـة، وربما حتـى إعجازية، ولكنهـا ليست مستحيلـة كما يشهد على ذلـك وجودنا المتواضع باستمـرار. إن كثيراً مـن التفاصيل الرائعة لبدايات الحيـاة لا تزال غير قابلة للسبر. فـكل سيناريو سبق أن اطلعتـم عليه بخصوص الظروف الضروريـة 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 التفاعـل تعرفه البيولوجيا باسم «ترابطات الزّمْوَهَـة». وكما يعبر عن الأمر نص بيولوجـي بارز، بتلميح بعدم الارتياح: «يتفـق البحّاثة على أن تفاعلات كهذه لن تكون مفضلة بقوة في البحر البدائي، أو في أي وسيط مائي، بسبب قانون فعل الكتلة». يشبه الأمـر قليـلاً وضع السكّـر في كأس ماء وجعلـه يصبح مكعباً. يجـب ألا يحصل هذا،

ولكـن نوعاً ما، يحصل في الطبيعة. إن الكيمياء الفعلية لكل هذا مبهمة قليلاً بالنسبة لأهدافنا هنا، ولكن يكفي أن نعرف أنه إذا جُعلت 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 نشـأت الحيـاة في بداية التاريخ. فحتـى الخمسينيات كان يُعتقـد أن عمر الحياة أقل مـن ست مئـة مليون عام. وفي السبعينيـات شعرت بعض الأرواح المغامرة أن عمرها علـى 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 ملائمـة». أو كما عبر عن الأمر في مكان آخر: من الصعب تجنب استنتاج أن «الحياة تنشأ حالما تستطيع، كان هذا محتوماً كيميائياً».

نشـأت الحيـاة بسرعـة -في الواقع- بحيث إنّ بعض العلماء يعتقـدون أنها تلقت مساعـدة، وربمـا كمية جيدة من المساعدة. إن فكرة احتمـال أن الحياة الأرضية أتت مـن الفضاء لها تاريخ. فقـد أثار اللورد كلفن العظيم الاحتمـال في 1871 في اجتماع للجمعيـة البريطانيـة لتقدم العلم، حـين قال: إن مـن المحتمل «أن نيـزكاً ما أحضر جراثيـم الحيـاة إلى الأرضـ». ولكن المفهـوم بقي مهمشـاً حتى أحد أيـام الأحد في أيلـول 1969 حين أجفل عشرات الآلاف مـن الأستراليين من سلسلة انفجارات مدوية اخترقـت جدار الصوت، ومشهد كرة نارية تندفع من الشـرق إلى الغرب في السماء. أصدرت كرة النار صوت فرقعة غريباً حين مرت وخلّفتْ وراءها رائحة شبّهها بعضهم بالكحول المميثل، ووصفها آخرون بأنها كريهة فحسب.

انفجـرت كرة النار فوق مرتشيسون، وهـي 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 إنّ المختبرات في أنحاء العالم انشغلت بشكل صاخب بصخور الفضاء الخارجي.

اكتشف أن عمر نيزك مرتشيسون 4.5 ملايين سنة، وكان مرصّعاً 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 أميس في كاليفورنية أن صخور مرتشيسون تحتوي على خيوط معقدة من السكريات تدعى البوليول polyols لم يعثر عليها على الأرض من قبل.

ضل (كوندريت) كربوني آخر في ممر الأرض منذ 1969 سقط واحد قرب بحيرة تاغيش في يوكون بكندة في كانون الثاني عام 2000، وكان قد شوهد فوق أجزاء كبيرة من أمريكة الشمالية مما أكّد بشكل مشابه أن الكون هو في الواقع غني بالجزيئات 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 أذكياء بذروا الحياة على الأرض بشكل متعمّد»، 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 كالأنفلونزة والطاعون الدبلي، ولكن علماء الكيمياء الحيوية فنّدوا هذه الأفكار.

إن مـا أنشأ الحياة على الأرض -بغض النظر عن هويته- حدث مرة واحدة فقط. هذه هي الحقيقة الفائقة للعادة في البيولوجيا، وربما الحقيقة الأكثر خرقاً للعادة التي نعرفهـا. 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 الكيميائيـة إلى الحيـاة. امتصت بعض المـواد المغذّية، نبضت بلطـف، وكان لها وجود قصير. ربما حدث هذا الشيء كثيراً من قبل، ربما مرات كثيرة. ولكن رزمة الأسلاف هذه فعلت شيئاً إضافياً وفائقاً للعادة: شقّت 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.

قـال مات ريدلي: «أينما ذهبتـم في العالم -أي حيوان أو نبـات أو حشرة أو نقطة تنظـرون إليهـا، إذا كانت حية- فإنهـا ستستخـدم القاموس نفسه وتعـرف الشفرة نفسهـا. إن الحياة كلها واحدة». أنتجتنا خدعة جينية واحدة سُلّمت 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.

يجلـس فجر الحياة أو شيء ما يشبهه جداً علـى 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 كاليفورنية 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 ومـادة رمادية مخضرة تدعى الكلينوبروكسين. جـاءت 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.

قالـت بينيت: «لا نستطيع التأكد من أن ما تحمله احتوى مرة على متعضيات حية؛ لأنـه عليـك أن تسحقهـا لتكتشف ذلك؛ ولكنها جـاءت من الرسابـة نفسها، حيث تم

التنقيب عن أقدم أشكال الحياة، وهكذا فإنها على الأرجح تحتوي على الحياة». لن تعثروا على ميكروبات مستحاثية فعلية مهما فتّشتم بدقة. إن أي متعضّيات بسيطة -للأسف- سوف تكون قد اختفت بسبب العمليات التي حولت طين المحيط إلى حجر. وبدلاً من ذلك، إن ما سنراه إذا سحقنا 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 نخمّن 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 يُدعى بيل كومبستون، اخترع في السبعينيات مسبار الأيونات الصغير الحساس ذا الوضوح الحالي، الذي يُعرف باسم شريمب Shrimp من أحرفه الاستهلالية الأولى مما يحرك المشاعر أكثر. وهذه آلة تقيس نسبة تآكل اليورانيوم 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 وغرينلندة، 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، وتبيّن 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 ولّد 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 نيوزلندة. كان هناك منذ الرابعة صباحاً، كما قال لي. كانت الساعة بعد التاسعة بقليل وشغل بوب الآلة حتى الظهيرة. 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، وسيبدأان الحديث عن وفرة النظائر ومستويات التأيّن بحماس ودّي 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». رأتْ نظرة الدهشة التي اعتلت وجهي. «ندرس كثيراً من الصخور. ويجب أن تُحضّر بعناية كبيرة. يجب أن تتأكد من أنه لا يوجد تلوث من عيّنات سابقة، لا غبار أو أي شيء آخر. إنها عملية شديدة التدقيق في التفاصيل». أرتني 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، وتخيّلها 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 متجهّمة. 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 النكتة، 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 بدماثة. «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 بليوني 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 المزرقّة 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 مارجوليس 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 سامّاً. وكان سماً لها كلها في تلك الأيام. وفي عالم لا يستخدم الأوكسجين يكون الأوكسجين عالي السمّية. تستخدم كريات دمنا البيضاء الأوكسجين لقتل البكتيريا الغازية. إن سميّة الأوكسجين نادراً ما تفاجئ 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 تتجلّى 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، وتوحّدت 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)؛ وتارة جاءت في شكل أعمدة ارتفعت عشرات الأمتار فوق سطح الماء، وفي إحدى المرات ارتفعت 100 متر. كانت نوعاً من الصخور الحية في تجلياتها جميعها، وجسّدت 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 تشكلات الأحافير، ولكن في عام 1961 فوجئوا باكتشاف جماعة من الستروماتوليت الحية في (شارك

بي) على الساحل الشمالي الغربي البعيد لأسترالية. 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 يتنفّس بهدوء تحت السطح. إنها دون لمعان ورمادية وتبدو -كما قلتُ في كتاب سابق- كروث بقر ضخم. ولكنكم تمرون في لحظة تسبب الدوار بشكل مثير للفضول حين تجدون أنفسكم تنظرون إلى بقايا حية للأرض كما كانت منذ 3.5 بلايين سنة. وكما عبر رتشارد فورتي عن الأمر: «هذا في الحقيقة سفر زمن، ولو أن العالم كان متناغماً 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 بليوني عام قامت عمليات الطرح الصغيرة برفع مستوى الأوكسجين في الغلاف الجوي للأرض 20%، ممهدةً الطريق للفصل الآتي، الأكثر تعقيداً في تاريخ الحياة.

قيل: إن بكتيريا السيانو في خليج شارك هي المتعضيات الأكثر بطئاً في النشوء على الأرض، وهي بالتأكيد الأكثر ندرة الآن. فبعد أن مُهِّدتْ 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 فورتي: «لم يكن بوسع الحيوانات الحصول على الطاقة كي تعمل. استغرق الأمر نحو بليوني 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

فجـأة- نشأت خلية جديـدة، نوع يحتوي على نواة وأجسام أخرى صغيرة بشكل جماعي تدعى العُضيَّات organelles (من الكلمة اللاتينية التي تعني «أدوات صغيرة»). ويعتقد أن العمليـة بـدأت حين قامـت بكتيريا مفترسـة، أو مغامرة إما بغـزو بكتيريا أخرى أو أُسـرت من قبلها وتبين أن هذا الأمر ناسبهما كليهما. أصبحت البكتيريا الأسيرة -كما يُعتقـد- كوندريوسوم*. إن هذا الغزو الكوندريوسومي (أو حدث التكافل الباطني هذا، كمـا يحب علماء البيولوجيا تسميته) جعل الحياة المعقدة ممكنة. (أنتج غزو مشابه في النباتات جبيلة اليخضور، التي تمكن النبات من القيام بعملية التركيب الضوئي).

إن الكوندريوسومـات تتحكم بالأوكسجين بطريقـة تحرر الطاقة من مواد الغذاء. ودون هذه الخدعة المسهّلة بشكل رائع فإن الحياة على الأرض لن تكون أي شيء سوى راسب موحل من الميكروبـات 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 نستطيـع 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. تبـدو كالبكتيريا، تنقسم كالبكتيريا وأحيانـاً تستجيب للمضادات الحيوية كما تفعـل البكتيريا. وهي لا تتحدث اللغة الجينية نفسها كالخلية التي تعيش فيهـا. باختصار، تحافظ علـى حقائبها محزومة. إن الأمر مثـل استضافة غريب في منزلك، ولكنه شخص كان فيه لبليون عام.

إن النـوع الجديـد من الخلايـا يعرف باسم حقيقيّـة النواة، بالمقارنـة مع النمط القديم الذي يخلو من النواة، أو السابق لها، ويبدو كأنه وصل فجأة إلى سجلّ الأحافير. إن أقـدم حقيقية نواة عرفت حتـى الآن هي الجرابانيـا Grypania التي اكتشفت في رسابـات الحديد في ميشيغان عـام 1992. وعُثر على أحافير كهذه مرة واحدة، ثم لم يعرف أي شيء عنها مدة خمس مئة مليون عام.

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

قامـت الأرض بخطوتها الأولى؛ كـي تصبح كوكباً ممتعـاً. وبالمقارنة مع حقيقية النـواة فـإن التي تخلو مـن النواة لم تكن سـوى «حقائب من المـواد الكيميائية»، كما وصفهـا عالم الجيولوجيا البريطاني ستيفـن دروري. كانت حقيقية النواة أكبر أكبر بعشـرة آلاف مـرة من أبناء عمهـا الأبسط، وكان بوسعها أن تحمـل من الـ (DNA) أكـثر بألف مرة. وبالتدريج -وبفضل هذه الفتوحـات- صارت الحياة معقدة وخلقت نمطـين من المتعضيات: تلك التي تطرح الأوكسجين (كالنباتات) وتلك التي تستهلكه (مثلك ومثلي).

إن حقيقيـة النـواة ذات الخليـة الواحدة دعيت مـرة بالحيوانات وحيـدة الخلية (الأوليّـات) protozoa أي مـا قبل الحيـوان، ولكن المصطلح ازدري. أمـا اليوم فإن المصطلح الشائع لها فهو protists أي الفرطيسات*. وبالمقارنة مع البكتيريا السابقة، إن هـذه الفرطيسات الجديدة كانـت أعجوبة في التنظيم والتعقيد. إن الأميبة (وحيد 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 النهايـة تعلمت حقيقية النواة خدعة أكثر فـذاذة. استغرقت بليون عام ولكنها كانـت جيدة حين أتقنتها. تعلمت أن تتشـكل سوية في كائنات معقدة متعددة الخلايا. وبفضـل هذا الابتكار كان مـن الممكن وجود الكيانات الكبـيرة والمعقدة والمرئية مثلي ومثلكم. كان كوكب الأرض جاهزاً؛ كي ينتقل إلى طوره الطَمُوح الآتي.

ولكـن قبل أن يثيرنـا هذا، من الجديـر أن نذكر أن العالم -كمـا سنرى- لا يزال ينتمي إلى الصغير جداً.

* مجموعة من المتعضيّات وحيدة الخلية، أو غير الخلوية تشمل البكتريا 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 الصحون 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 قطيعاً من نحو ترليون بكتيريا ترعى في سهولكم اللحمية، نحو مئة ألف واحدة منها في كل سنتمتر 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 المدعّمة التي تتدفق من كل خلية وشق. أنتم بالنسبة لها مطعم، بجو من الدفء والحركية المستمرة. إنها تتفضل 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، وتحفر 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 أذكياء 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 تنفجر 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، وتحوّل الأشياء التي نأكلها إلى سكريات مفيدة وإلى السكّر العُدّادي (متعدّد السكّريد)، وتشن الحرب على الميكروبات الغريبة التي تتزلق 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 نصنع السماد) يقتضي أن يسخّن الصناع مواد المصدر إلى 500 درجة مئوية، ويعصروها بضغط أعلى بثلاث مئة مرة من الضغط العادي. إن الجراثيم تفعل الشيء نفسه طوال الوقت دون جلبة، وشكراً لله، إذ لا يمكن أن يعيش متعضٍ أكبر دون النتروجين الذي تمرره. وقبل كل شيء، تواصل الميكروبات تزويدنا بالهواء الذي نتنفّسه ولإبقاء الجو مستقراً، إن الميكروبات -وبينها النسخ الحديثة من جراثيم السيانو cyanobacteria- تقدم الجزء الأكبر من أوكسجين الكوكب القابل للتنفس. إن الأشنيات ومتعضيات أخرى صغيرة تقرقر 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، المتعضي الصغير غير المستساغ الذي يسبب الغرغرينا، يستطيع أن يتكاثر في تسع دقائق ثم ينقسم ثانية. وتستطيع جرثومة واحدة، في سرعة كهذه، أن تنتج نظرياً

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

سـلالات في مدة يومين أكثر مما يوجد بروتونات في الكون. «إن خلية جرثومية واحدة تستطيـع -إذا ما مُنحت زاداً ملائماً من المـواد المغذّية- أن تولّد 280,000 بليون فرد في يـوم واحد»، كما قال عالم الكيمياء البيولوجية الحاصل على جائزة نوبل كرستيان دي دوف Christian de Duve. وفي المـدة نفسهـا، تستطيـع الخلية البشرية أن تقوم بانقسام واحد فحسب.

إنها تنتج طفرة مرة في كل مليون انقسام. وهذا حظ سيئ للطفرة؛ ذلك لأن التغير بالنسبـة للمتعضّي ينطوي دوماً على مجازفة، ولكـن الجرثومة الجديدة تُمنح أحياناً بعضـ الفوائد العرضية، مثـل القدرة على الخداع أو درء هجـوم المضادات الحيوية. وبالإضافـة إلى المقـدرة على التطور بسرعـة، تكتسب فائدة أخـرى مخيفة أكثر. إن الجراثيـم تتشاطـر المعلومـات. إن أي جرثومة تستطيـع أن تأخذ قطعـاً من الشفرة الوراثيـة من أي جرثومة أخرى. إن الجراثيم جميعاً -كمـا يعبّر مارجوليس وساغان عـن الأمر- تسبح في بركة جينية واحـدة. إن أي تغير تكيفّي 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 وتزدهـر على كل ما تسفحونه أو تقطّرونه أو تطرحونه. امنحوها قليـلاً مـن الرطوبة كما حين تمـررون قطعة قماش رطبة على طاولـة، وسوف تزدهر كأنهـا خُلقـت مـن العدم. تـأكل الأخشـاب، والصمـغ في ورق الجـدران، والمعدن في الدهان المقسّى. وقد اكتشف العلماء في أستراليا ميكروبات تعرف باسم ثيوباسيلوس كونكريتفورانـس Thiobacillus concretivorans، التي عاشت ولا تستطيع أن تعيش إلا في أحماضـ الكبريتيـك القوية والمركزة بمـا يكفي لتذويب الحديـد. واكتُشف أن نوعاً يُدعـى ميكروكوكوس راديوفيلوس Micrococcus radiophilus يعيش بسعادة في أحواضـ نفايات المفاعلات النووية، يلتهم البلوتونيـوم 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 أنتاركتيكة، 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 راديوديورانس Deinococcus radiodurans، 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 تشكّلها 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 جرير 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، وافتُرض مدة خمسين عاماً أن عيّناتهما ملوّثة 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 الـذي يختصـر هكـذا SLiME. وقدّر توماس جولـد من جامعة كورنـل 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 الأعمـاق، تتقلص الميكروبات في الحجم وتصبح بليدة بشـكل 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 مـا يبدو هو عـدم العمل كثيراً». حين تكون الظروف صعبـة، تستعدّ الجراثيم لإغلاق الأنظمـة جميعها والانتظـار إلى أوقات أفضل. وفي 1997 نشّـط العلماء بنجاح بعض أبواغ الجمرة الخبيثة التي دخلت مرحلة سبات مدة ثمانين عاماً في عرض متحفي في تروندهايم، وفي النرويج. عادت بعض المتعضيات الصغيرة الأخرى إلى الحياة بعد أن أخرجـت من علبة لحم قديمة عمرها 118 سنـة ومن زجاجة بيرة عمرها 166 سنة. وفي 1996 زعـم العلماء في أكاديمية العلـوم السوفيتية أنهم أحيوا جراثيم مجمدة في جَمَـدٍ سرمدي مدة ثلاثـة ملايين عام في سيبيريـا. ولكن العملية التـي سجلت رقماً قياسيـاً حتى الآن هـي التي قام بها رسل فريلاند وزمـلاؤه في جامعة ويست تشيستر في بنسلفانيـة في عام 2000، حـين أعلنوا أنهم أحيوا جرثومة عمرها 250 مليون عام تدعـى باسيلوس برميانس Bacillus permians اصطيـدت في رسابة ملح على عمق 600 مـتر تحت الأرض في كارلسبـاد، ونيومكسيكو. وإذا كان الأمـر هكذا، فإن هذه الجرثومة أقدم من القارات.

قوبل 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 بـين وقـت 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 أكـثر العلماء الأكثر تشكيكاً أن العيّنة يمكن أن تكون ملوّثة، وإذا لم يحدث هذا في أثناء استردادهـا، فربما حدث حين كانت لا تـزال مدفونة. وفي 2001، قال فريق من جامعة تـل أبيـب: إن الباسيلوس برميانس Bacillus permians مماثلة تقريبـاً لسلالة من

الجراثيم الحديثة، تدعى باسيلوس ماريسمورتوي Bacillus marismortui، اكتشفت في البحر الميت. ولم يختلف إلا اثنان من متتالياتها 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 تُنجز بين 3 إلى 7 أيام في المخبر؟» إجابة على ذلك، اقترح فريلاند 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 أوليّة. وعدّت الأشنيات كسلف للنباتات. وصُنّفت 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، سمّاها مونيرا، ولكن الفكرة لم تجذب علماء البيولوجيا حتى الستينيات، وبعضهم فقط. (إن قاموس أمريكان هيرتج الذي طبع عام 1969 لا يعرّف المصطلح).

إن كثيراً من المتعضيات في العالم المرئي خُدمت أيضاً بشكل سيئ عبر التقسيم التقليدي. فالفُطْريات -المجموعة التي تشتمل على الفطور والعفن والعفن الفطري والخمائر وفُقع الذئب*- عوملت دوماً كأشياء نباتية، بالرغم من أنه في الواقع لا شيء فيها، فكيف تتكاثر وتتنفّس، وكيف تبني نفسها يطابق عالم النبات. تجمعها - بنيوياً- أمور مشتركة أكبر مع الحيوانات في أنها تبني خلاياها من الكيتين، وهي مادة تمنحها نسيجها المميز. وتُستخدم المادة نفسها لصناعة أصداف الحشرات ومخالب الثدييات، بالرغم من أنها ليست مستساغة في الحُنطُب** كما في فطر بورتبيلو. 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 النفّاث، ضرب من الفطور يطلق إذا ضغطت عليه أبواغاً يانعة على شكل سحابة من دخان. المترجم.

** ضرب من الخنافس لذكوره فكّان طويلان شبيهان بقرني الأيّل. المترجم.

غذائهـا، الذي يمكن أن يكون أي شيء تقريباً. إن الفطريات تأكل الكبريت عن جدار إسمنتـي أو المـادة المتآكلة بـين أصابع قدميك: وهـذا ما لا يفعله النبـات. إن الصفة النباتية الوحيدة التي تملكها هي امتلاكها للجذور.

هنـاك مجموعة لا تقبـل التصنيف بسهولة هي المجموعـة الفريدة من المتعضيات التي تعرف باسم الفطور المخاطية*. يتعلق الاسم دون شك بكثير من غموضها. وبدت تسميـة كهذه دينامية قليلاً «بروتوبلازما متنقلـة منشطة لذاتها» ولا تشبه المادة التي تجدهـا 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، تزحف إلى مكان تجمع مركزي وتصبح يرقانة رخوية بشـكل إعجازي. ليست هـذه 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 يتوقـف هنا. فبعد أن يرفع نفسه إلى موقع مفضـل أكثر، يحوّل الفطر المخاطي نفسـه 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 الجسـم المثمر. وفي داخل الجسم المثمر هناك ملايـين الأبواغ، التي تُطلق في اللحظة الملائمة، إلى الريح كي تندفع بعيداً وتصبح متعضيات أحادية الخلية تستطيع أن تبدأ العملية مرة ثانية.

طـوال سنوات، زعم علماء الحيوان أن الفطور المخاطية هي البرزويّات*. أما علماء الفطريات فقد زعموا أنها من الفطريات، بالرغم من أن معظم الناس يمكن أن يلاحظوا أنهـا لا تنتمـي إلى أي منهمـا. وحين وصل الفحـص الجيني، دُهش الأشخاص الذين يرتـدون المعاطف المخبرية من أن الفطور المخاطية كانت مميزة وفريدة، بحيث إنّها 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 وتياكر الجديدة كانت تحسيناً 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 مدّعٍ في جامعة إلينيوي يشق طريقه نحو اكتشاف سيتحدى 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 مجهدة 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 الفُطريات، 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 صَحْفة بتري*. ارمها في طبقة من (الأغرة)** وأشبعها كما تشاء، وسيسكن معظمها هناك، رافضاً أي إغراء للتفتح. 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 اختلافي 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 رئيسة، وإنما ثلاثة وعشرين. صنف هذه تحت فئات ثلاث رئيسة الجراثيم، والجراثيم القديمة، واليوكاريا 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 المربيات والعقاقير الطبية ومستحضرات التجميل. المترجم.

- البكتيريا أو الجراثيم القديمة: المتعضيات القديمة التي تألف الملح، الميثانوسارسينا methanosarcina، والميثانوباكتريوم، والميثانوكوكس methanococcus، والثيرموسيلر thermoceler، والثيرموبروتيوس thermoproteus وبايروديكتيوم pyrodictium.
- اليوكاريا Eukarya: الدبلوماد diplomads، والميكروسبوريديا microsporidia، والتريكومونادز trichomonads، والسوطيّات*، والأميبات الداخلية، الفطور المخاطية، والهدبيّات، 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 آشكروفت: «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 عالما النبات والحيوان إلى بضعة أغصان على الفرع الخارجي لغصن اليوكاريا. أما كل شيء آخر فينتمي إلى الكائنات وحيدة الخلية.

قال ووس لمحاور 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 يقدرون على فهم الفرق بأعينهم، فإنهم لا يحبونه. وهكذا أصرّوا على تقسيم الممالك الخمس التقليدي، وهذا ترتيب دعاه ووس «غير مفيد جداً» في لحظاته الأكثر دماثة و«مضللاً 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 والمسِّنُ 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

* حييونات 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 المنصِّف (الاختزالي) الجنسي، وتأويلات مثيرة للجدل لجينوم ميثانوبكتريوم ثيرموأتروفيكوم Methanobacterium thermoautrophicum، 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 كنِد. 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 يعلّمنا 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 نطري أنفسنا. إن معظم التنوع الحقيقي كان محدوداً. فنحن الأشياء الضخمة مجرد شِعْب؛ فرع جانبي مهم. ومن التقسيمات الثلاثة والعشرين للحياة، هناك فقط ثلاثةٌ: 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 مضيفاً ميتاً -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 الولباشيا Wolbachia وهي لا تؤذي البشر مطلقاً أو أي حيوان من الفقاريات، ولكن إذا كنت قريدساً 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 معيّنة 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 كالملاريا والحمى الصفراوية وحمى الضّنك والتهاب الدماغ ومئة، أو ما يقارب ذلك من أقل الأمراض احتفاء، 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 يحوّل فيه الفيروس طريقه خارج هذا، فإننا سنواجه مشكلة كبيرة.

مـن الخطأ على أي حـال أن نفكر في المسألة بعناية شديـدة من موقع المنطق؛ لأن المتعضيـات المجهرية ليسـت كما هو واضح كيانـات حسابية. فهـي لا يهمها ما تفعله بـك مثلمـا لا تأبه بها حين تقتـل الملايين منها حـين تستحم بالصابـون 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 يعـج بالأمراض «التي سببت مرة أوبئة مرعبة ثم اختفت بشكل غامض كما جاءت». ذكر مرض التعرق الإنكليزي الذي كان عابراً بشكل رحيم، الذي استمـر من 1485 إلى 1552 وقتل عشرات الآلاف قبل أن يستنفد نفسه. إن كثيراً من الفاعلية ليس شيئاً جيداً لأي متعض مُعْدٍ.

تنشـأ كميـة كبيرة مـن المرض ليس بسبب مـا يفعله المتعضي بـك وإنما بسبب ما يحـاول جسمك أن يفعلـه للمتعضي. ففي محاولته لتخليص الجسم من الممرضات، يدمـر الجهـاز المناعي أحياناً الخلايا أو يؤذي أنسجة مهمـة، وهكذا غالباً حين تكون مريضـاً فإن ما تشعر بـه ليس المُمْرِضات وإنما استجاباتك المناعية الخاصة. على أي حـال، إن المرض هو استجابـة حسية للعدوى. يأوي المرضـى 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 نـوع منها، وكل منهـا مصمم لتحديد وتدمير نوع معين من الغـزاة. وسيكون من غير الفاعل الاحتفاظ بعشرة ملايين من الجيوش الجاهزة، وهكذا فإن كل نوع من كريات الدم البيضاء يحتفظ ببعض الكشافة لأداء واجبهم.

حـين يغزو وسيط معـدٍ يدعى بـ «مولّد المضاد» تحدد الكشافة ذات الصلة المهاجم وتستدعـي تعزيـزات من النمـط الصحيح. وبينمـا يصنّع جسمكم هـذه القوى، من المحتمل أن تشعروا بالبؤس. وتبدأ الصحة بالعودة حين تبدأ القوات بالعمل.

لا تعـرف الكريـات البيض الرحمـة وستصطاد وتقتل أي عامـل ممرض تستطيع العثور عليـه. لكن المهاجمين طوّروا إستراتيجيتين جوهريتـين لتجنب الانقراض. إما

أن يضربـوا بسرعة وينتقلـوا إلى مضيف ثانٍ، كما في الأمراض المعدية كالأنفلونزا، وإمـا أن يتنكّروا بحيث تفشل الكريات البيض في تحديدهم، كما هو الأمر مع فيروس (HIV)، المسـؤول عن نشـر الإيدز، الذي يستطيع أن يجلس دون أن يؤذي أو يُرى في نواة الخلايا لسنوات قبل أن يخرج إلى العمل.

إن أحـد أكثر المظاهر غرابة للعدوى هـو أن الميكروبات التي لا تؤذي مطلقاً تدخل أحيانـاً في الأجزاء الخاطئة من الجسـم «وتصبح مجنونة نوعاً ما»، كما عبّر الطبيب برايـان مارشـ، وهـو متخصّص في الأمراض المعديـة في المركز الطبـي دارتماوث هتشكوك في لبانون، نيو مهمبشير. «هذا يحدث طول الوقت في حوادث السيارات حين يعـاني الناس من إصابـات داخلية. إن الميكروبات التي هي عـادة حميدة في الأحشاء تدخل في أجزاء أخرى من الجسم مجرى الدم، مثلاً وتسبب خراباً مروعاً».

إن الاضطـراب البكتيري الأكـثر إخافة وفلتاناً من السيطـرة الآن هو مرض يُدعى necrotizing fasciitis الذي تأكل الجراثيم فيه الكائن من الداخل نحو الخارج، ملتهمة النسيج الداخلي تاركة خلفها فضالة لبيّة مزعجة. وغالباً ما يأتي المرضى بسبب شكاوى خفيفة كحساسية جلدية وحمى ولكن صحتهم تتدهور بنحو مروع، حين يُفحصون يتبيّن أنهم قد استُهلكوا. إن العلاج الوحيد يعرف باسم «الجراحة الاستئصالية الجذرية»،أي بترُ كل المنطقة المصابة. يموت 70% من الضحايا؛ ويبقى كثيرون مشوهين بشكل مروع. إن مصـدر العـدوى هو عائلة دنيويـة من الجراثيم تدعى المجموعـة 1 العقديّة، التي لا تفعـل أي شـيء عادة سوى أنها تسبب مرضاً في الحنجـرة. وفي أحيان كثيرة، ولأسباب مجهولـة، تنتقل هذه الجراثيم من بطانة الحنجـرة 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% مـن المراهقين، يحملون جرثومة التهاب السحايا القاتلـة، ولكنها تحيا دون أن تسبب أذى في الحنجـرة. 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».

لو لم 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 نموّها أو لحمايتها من العدوى. إن استخدامات كهذه تمنح البكتيريا الفرص جميعها كي تطور مقاومة ضدها. وهي فرصة استغلتها الجراثيم بحماس.

كان البنسلين في 1952 فاعلاً جداً ضد سلالات من بكتيريا المكوّر العنقودي إلى درجة أنه في أوائل الستينيات شعر كبير الأطباء في أمريكة وليام ستيوارت بالثقة بما يكفي كي يصرح: «جاء الوقت لطي 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 تربح الحرب من جديد: ففي المستشفيات الأميركية وحدها يموت 14 ألف شخص سنوياً من عدوى يلتقطونها هناك. وكما قال جيمس سورووكي في مقال نشر في النيويوركر: حين يكون هناك خيار بين تطوير المضادات الحيوية التي يتناولها الناس كل يوم مدة أسبوعين ومضادات الكآبة 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

وهـو طبيب في بيرث، غرب أسترالية، أن كثيراً من سرطانات المعدة ومعظم قرحاتها سببها بكتيريـا تدعى هيليكوباكتر بايلـوري Helicobacter Pylori. وبالرغم من أن اكتشافـه اختـبر بسهولة، كانت النظريـة جذرية بحيث إنّه مر أكـثر من عقد قبل أن تُقبـل لدى الجميـع. إن مؤسسة الصحـة القومية الأميركية، مثـلاً لم تناصر الفكرة رسميـاً حتى عـام 1994. وقال مارشال لصحفي من فوربيـس 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 مركّب بكتيري في كل أنـواع الأمراض الأخـرى كأمراض القلـب والربو والتهاب المفاصـل والتصلّب المضاعـف* وأنمـاط متعددة مـن الاضطرابـات الذهنيـة، وكثير مـن السرطانات، بالإضافة إلى السمنة كما قالت مجلة ساينس. ولن يطول الوقت حتى نصبح في أمس الحاجة إلى مضاد حيوي فاعل وليس لدينا واحد نعتمد عليه.

يمكـن أن تريحنـا قليلاً معرفـة أن البكتيريا نفسهـا تمرض. فهي تصـاب أحياناً بالجراثيـم المدمـرة، وهي نوع من الفيروسات. إن الفيروس كيان غريب غير محبب، فهـو «قطعة مـن الحمض النووي محاطة بأخبـار سيئة» كما عبر بشـكل لا يُنسى بيتر ميداور الحاصل على جائزة نوبل. إن الفيروسات التي هي أصغر وأبسط من البكتيريا ليسـت حيـة في ذاتها. فحـين تعزل تكون مهمـدة ولا تؤذي. ولكن أدخلهـا إلى مضيف ملائـم وستضجّ بالحياة. هنـاك نحو خمسة آلاف نوع مـن الفيروسات المعروفة، وهي تصيبنا بمئات الأمراض، التي تتسلسل من الأنفلونزة والرشح العادي إلى تلك التي هي أكثر أذى لسعادة الإنسان: الجدري، الكَلَب، الحمى الصفراء، إيبولا، الشلل والإيدز.

تزدهـر الفيروسات عـن طريق اختطاف المادة الجينية لخليـة حية، واستخدامها لإنتاج المزيد من الفيروسات. إنها تتكاثر بطريقة عدوانيّة ثم تندفع إلى الخارج؛ بحثاً عـن مزيد من الخلايا كي تغزوهـا. وبما أنها ليست متعضيات حية، فإنها تستطيع أن تبقـى بسيطة جـداً. إن كثيراً منها – بما فيه (HIV) – يمتلـك 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 أوروبة وأمريكة بمرض غريب يسبب النعاس، أصبح معروفاً باسم السبات الالتهابي الدماغي 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 أعمق 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 خُمس الضحايا من أعراض خفيفة، ولكن الآخرين مرضوا بشكل خطر ومات كثيرون. 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 أمريكة من الأنفلونزة 548,452. أما عدد الوفيات في بريطانية فقد وصل إلى 220,000 وبأعداد مشابهة في فرنسة وألمانية. 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 لاختراع 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 وأنفوهم وأفواههم بذيرات 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 بالأنفلونزة. 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 الأنفلونزة في عام 1918 مفهوماً بشكل سيئ أو غير مفهوم مطلقاً. وكان أحد الألغاز هو كيف انتشر فجأة في أمكنة تفصل بينها محيطات وسلاسل جبلية وعوائق أرضية أخرى. وبما أن الفيروس لا يستطيع أن يعيش أكثر من بضع 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 الإنفلونزة هي عادة أقسى 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 أنفلونزة عام 1918 مهلكة بشكل وحشي فيما أن معظم أنواع الأنفلونزة 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 أنفلونزة 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 -ولأيٍّ من الأسباب- بقي المرض مهمداً مدة عشرين سنة أخرى.

كانت المعجزة هي أن أمراضاً أخرى كهذه لم تتفشّ. فحمّى لاسا التي لم تكتشف لأول مرة حتى عام 1969، في غرب إفريقية، معدية جداً ومفهومة قليلاً. وفي 1969 كان هناك طبيب في مختبر في جامعة ييل في نيو هيفن، كونيكتيكت، 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 بينين 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 مرئي.

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 يصوّل؛ كي يُستخدم في نظام آخر. هذا ما يحدث فحسب. ولو وصلت إلى البركة الصغيرة للمتعضيات، التي لا تُلتهم والتي هي أقل من 0.1، فإن فرص تحولّك 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، خالقاً نسخة متحجّرة من الأصل. ثم، وبما أن الرسابة التي يكمن فيها الأحفور مضغوطة 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 أياً 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 مربّع، فإن قليلاً منها سيكتشف، والأقل سيفحص، وسيكون الأمر

معجـزة إذا حصل هـذا. إن الأحافير نادرة ومتلاشية بكل ما في الكلمة من معنى. إن معظـم 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 بليـون نوع من المخلوقات في زمنها، ومقولـة 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 مـواد رسابيـة. تُدفن أو تـؤكل أو تترك كي تتعفّـن أو تتلاشى. ومن ثـمّ، فإن سجل الأحافـير 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.

أذكـر كل هذا؛ كي أشرح لماذا في يوم رمـادي في شباط ذهبت إلى متحف التاريخ الطبيعـي في لنـدن، كي أقابل عالم إحاثـة مبتهجاً، متغضّناً بشـكل يوحي بالغموض، ومحبوباً جداً يدعى رتشارد فورتي.

يعـرف فورتـي أموراً كثـيرة جداً وكريهـة. إنه مؤلف كتـاب ساخر ورائـع عنوانه الحيـاة: سـيرة غير مرخّصة، يغطـي كل مهرجان الخلق الحي. ولكـن حبه الأول هو نـوع من الكائنات البحرية يدعى المفصليات (ثلاثـي الفصوص)، التي تزاوجت مرةً في بحـار 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 فورتي على أولها حين كان فتى يتسلق فوق الصخور في خليج سينت ديفد في ويلز. كان متشبثاً بالحياة.

أخـذني إلى صالـة من الخزن المعدنية الطويلة. كان كل منهـا مليئاً بالأدراج قليلة العمق، وكان كل درج مليئاً بالمفصليات المتحجّرة: كان عددها عشرين ألف عينة.

قـال: «إنـه يبدو عـدداً كبيراً ولكـن عليك أن تتذكـر أن ملايين فـوق ملايين من المفصليـات عاشـت ملايين فوق ملايين مـن الأعوام في البحار القديمـة، وهكذا فإن

عشريـن ألفاً ليس رقماً كبـيراً. إن معظمها عيّنات جزئية فقط. إن العثور على أحفور مفصلي كامل سيشكل حدثاً كبيراً لعالم إحاثة».

ظهـرت المفصليـات ثلاثيـة الفصوص في البدايـة بشكل كامل، علـى 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 البرمـي في العصـر السابع والأخير من الدهر القديم الكبـير 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 كانـت بين حيوانات التاريخ العظيمة التي نجت. ويشير فورتي إلى أن بقاء البشر على قيد الحياة حتى الآن لا يعادل إلا نصف 1% من مدة بقاء تلك الحيوانات.

انتشـرت المفصليات بشكل واسع بسبب امتلاكها لكثير مـن الوقت. بقي معظمها صغـيراً، بحجم الخنافس الحديثة، ولكن بعضها صـار بحجم أسطوانة فونوغرافية. وشكلت خمسة آلاف جنس وستين ألف نوع على الأقل، بالرغم من أن المزيد ظهر طول الوقـت. كان فورتـي أخيراً في مؤتمر في جنوب أمريكة وقـد اقتربت منه أكاديمية من جامعـة إقليمية صغيرة في الأرجنتـين. «كان لديها علبة ملأى بالأشياء المثيرة، وبينها المفصليات التي لم ترَ أبداً من قبل في أمريكة 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 تُستقصَ بعد».

«هل تعني المفصليات؟».

«كلا، أعني كل شيء».

كانت المفصليـات، في أثناء القرن التاسع عشر، الأشكال الوحيدة المعروفة للحياة المبكـرة المعقدة، ولهذا السبب جمعت ودُرست بمواظبة. كان اللغز الكبير الذي يحيط بهـا هو ظهورها المفاجئ. حتى الآن، كما يقول فورتي، 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 Profallotaspis كاملة أو على إلينيلوس Elenellus كبير كسرطان. كان هناك مخلوقات بأعضاء، وخياشيم، وأجهزة عصبية، وهوائيات سابرة، تُعد «دماغاً من نوع ما»، كما قال فورتي، وأغرب ما رأته الأعين. إنها مصنوعة من عصيّات من كربونات الكالسيوم المتبلّرة؛ 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 لمثُل 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 متميّزة 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 تعلّم العلوم، صار والكوت مرجعاً أساسياً في المفصليات وكان أول شخص قال: إنها مفصليّة، وهي المجموعة التي تشتمل على الحشرات والقشريّات الحديثة.

في عام 1879 تولى والكوت عملاً في بحث ميداني في هيئة المسح الجيولوجي الأميركية المشكلة حديثاً، وعمل بشكل متميّز جعله بعد 15 عاماً يُرقَّى 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 فورتي. 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 جدَّ 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 يتريّثا، 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 طَفل 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 الجزة الذهبية لعلم الإحاثة. سمّى الطبقة البارزة بطَفل 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 طَفل 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 طَفل 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 تنفق. 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 وتنوّعها. 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 طَفل برجس شيل Burgess Shale على تسلسل في تغاير التصميمات التشريحية لم يكن له مثيل، ولا مثيل 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 خنانيص 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 متنهداً: «بحسب تأويل كهذا بدأت الحياة في بساطة بدائية وتحركت بعناد، نحو الأمام بقوة وبشكل أفضل».

تـوفي والكوت في 1927 ونسيت أحافير برجس. بقيت لنصف قرن تقريباً في أدراج المتحـف الأميركـي للتاريخ الطبيعي في واشنطـن، ونادراً ما رُجع إليهـا أو تم التحقق منهـا. ثم في عام 1973، قـام طالب متخرج في جامعة كمبريدج يدعى سيمون كونوي موريـس بزيـارة إلى المجموعة. أذهله ما عثر عليه. كانت الأحافير أكثر تنوّعاً وأهمية ممـا أشار إليـه والكوت في كتاباته. إن الفئـة التي تصف البنيـة الجسدية الأساسية للمتعضيـات في علم التصنيف هي الشُّعبة*، وهنـا استنتج كونوي موريس وجود كثير من الأخطاء التشريحية كهذه، وكان من المفاجئ أنها كلها غير قابلة للتفسير ويجهلها الشخص الذي اكتشفها.

أمضى كونوي موريس الأعوام العديدة اللاحقة، مع المشرف عليه، هاري وتنغتون، والزميـل المتخـرج ديريك بريجـز، في مراجعة منهجيـة للمجموعة كلهـا، وبدأ يؤلف دراسـات مثـيرة متتالية فيما كانت الاكتشافات تتراكـم. كان لكثير من الكائنات بنى جسدية لم تكن تخالف أي شيء شوهد من قبل أو منذ ذلك الوقت فحسب، وإنما كانت مختلفـة بشكل غريب. كان لإحداها وتدعـى الأوبابنيا Opabinia خمس أعين وخطم يشبـه الفوّهـة. وهناك أخـرى على شكل قرص تدعى بيتوايـا Peytoia وتبدو بشكل كوميـدي مثـل قطعة أناناس دائرية. وهنـاك ثالثة لا بد أنها سـارت على صفوف من الأرجل التي تشبه الطُّوالة، 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: «اللعنة، ليس شُعبة أخرى».

أظهرت مراجعات الفريق الإنكليزي أن العصر الكمبري كان زمن ابتكار وتجريب لا مثيـل لـه في تصميمـات الجسـد. كانت الحيـاة تتهادى طـوال أربعـة ملايين عام تقريبـاً دون أي طموحـات قابلة للرصـد في اتجاه التعقيد، ثم فجـأة -في مدة خمسة أو عشـرة ملايين عام- ابتكرت التصميمات الجسديـة 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.

* الشعبة في علم الأحياء أو البيولوجيا مجموعة من النباتات أو الحيوانات تتميّز بخصائص مشتركة معيّنة، وتشكّل طبقة مستقلة في التصنيف المعتمد في علمي النبات والحيوان. والشعبة تعدّ أعلى طبقات هذا التصنيف، وتليها الطائفة class، فالرتبة order، فالفصيلة 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 تبعتها 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 فقريّاً بدائيّاً، مما جعله السلف الأقدم المعروف للفقاريات اللاحقة جميعها، وبينها نحن. لم يكن البيكايا 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 نجاحنا السلالي كحظ: «أرجع شريط الحياة إلى الأيام الأولى لأحافير برجيس؛ شغّله مرة ثانية من نقطة بدء مماثلة، وتصبح الفرصة صغيرة بشكل متلاشٍ، بحيث إنّ 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 هنـاك عالم جيولوجيـا يُدعى سبريج يعمل لدى حكومة ولاية ساوث أسترالية، أرسل للقيام بمسح لمناجم مهجورة في تلال إدياكاران من سلسلة الفلندرز، وهـي منطقـة معزولة وحارة جداً تبعـد 500 كيلومتر عن جبـال الأدليد. كان الهدف معرفـة إن كان هناك أي مناجم قديمة يمكن أن يعاد تشغيلها بشكل مربح باستخدام تقنيـات جديـدة، وهكذا فهو لم يكن يدرس صخور السطـح مطلقاً أو الأحافير. ولكن في أحـد الأيام، وفيما كان يتناول غداءه، قلب سبريج بكسل قطعة من الحجر الرملي وفوجـئ -إذا عبرنا بنعومة- حين رأى سطح الصخـور مغطى بأحافير حساسة، مثل الأثر الذي تحدثه الأوراق في الطين. كانت هذه الصخور أقدم من الانفجار الكمبري. كان ينظر إلى فجر الحياة المرئية.

قـدم سبريج بحثاً إلى مجلة نيتشر، ولكنه رُفض. قرأه بدلاً من ذلك في الاجتماع السنـوي الآتي لجمعية أسترالية ونيوزلندة 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 عـام 1948، ولكنـه أخفق في إثـارة الاهتمام أو التصديق. أخـيراً -وبحثاً عن مخرج أفضل- نشر مكتشفاته في محاضر الجمعية الملكية لساوث أسترالية. ثم ترك وظيفته الحكومية وعمل في التنقيب عن النفط.

بعـد تسع سنوات، في 1957، كان هناك طالب مدرسة يدعى روجر ماسون، وفيما كان يسـير عبر غابة تشارنوود في الأراضي الوسطى الإنكليزية، عثر على صخرة فيها أحفـور غريب، مشابه للسمك المريّش ولبعض العيّنـات التي عثر عليها سبريج، وكان يحـاول أن يخـبر الجميع عنها. سلّمهـا الطالب إلى عالم إحاثـة في جامعة لايشستر، الـذي قال علـى الفور: إنها تعـود إلى ما قبـل العصر الكمبري. نشـرت صور الشاب ماسـون في الجرائد وعومـل بوصفه بطلاً قبـل الأوان؛ ولا تزال تذكـره كتب عديدة. وسميت العيّنة على شرفه تشارنيا ماسوني Charnia masoni.

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

في علب زجاجية في غرف الطابق العلوي لمتحف ساوث أسترالية في أدليد، ولكنها لا تجذب انتباهاً كبيراً. إن النماذج المرسومة بشكل رشيق خافت ولا تبدو جميلة للعين غير المدرّبة. إن معظمها صغير وعلى شكل قرص وأحياناً مخططة بما يشبه الأشرطة. وقد وصفها فورتي بأنها «غرابات 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 فورتي: «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 فورتي: «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). ويعدها كثير من العلماء نوعاً من التجربة الخائبة، محاولة خاسرة لتحقيق التعقيد، ربما لأن متعضيات إدياكاران المهمدة التهمتها، أو تغلبت عليها حيوانات أكثر تعقيداً من العصر الكمبري.

قال فورتي: «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 المعقّدة، 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 فورتي 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 مضخّمة بإهمال. وفي مقال نُشر في مجلة إفوليوشن هاجم دوكينز تأكيدات جولد بأن «التطور في العصر الكمبري كان مدة «تجريب»، مدة «تجربة وخطأ» تطوريين، «بدايات مزيفة» تطورية... كان الوقت الخصب الذي ابتُكرتْ 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 اعتُنقت على نطاق واسع: «بدا وكأن الأمر كما لو أن الحدائقي نظر إلى شجرة بلّوط وقال متسائلاً: «أليس

غريبـاً أنـه لم تظهر أغصان رئيسة جديدة على هذه الشجـرة لسنوات كثيرة؟ إن كل النمو الجديد يبدو هذه الأيام كأنه يحدث على مستوى الغصين».

قال فورتي: «كان وقتاً غريباً خاصةً حين فكرت أن هذا كل شيء عن شيء ما حدث منـذ خمسـ مئة مليون عـام، ولكن المشاعـر في الحقيقة تتأجج. قلـت مازحاً في أحد كتبي: إنني شعرت بأنه ينبغي أن أعتمر خوذة أمان قبل أن أكتب عن العصر الكمبري، ولكني لم أشعر أن الأمر كذلك ألبتة».

كان أغـرب ما في الأمر هـو رد 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 فورتي فيما بعد قائلاً: «لم أصادف قط حقـداً كهذا في كتـاب ألّفه مهنيّ. إن القارئ العادي لكتـاب بوتقة الخلق -غير المطلع علـى التاريخ- لن يعرف أبداً أن وجهات نظر المؤلف كانت مرة قريبة إلى أفكار جولد (وإن لم يتم تقاسمها معه)».

حـين سألـت فورتي عـن الأمر، قـال: «حسناً، كان هـذا غريباً جـداً، وصادماً في الحقيقـة؛ لأن تصوير جولد لـه كان مطرياً جداً. أستطيـع الافتراض أن سيمون كان محرجـاً. كما تعلـم، إن العلم متحوّل ولكن الكتـب ثابتة، وأفترض أنـه 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».

مـا حدث هـو أن الأحافير الكمبريـة الأولى بدأت تمر في وقت مـن إعادة التقويم النقـدي. واستخدم فورتي وديريك بريجز أحـد الشخصيات الرئيسة في كتاب جولد منهجاً يُعرف باسم cladistics لمقارنة أحافير برجيس المتنوّعة. وبتعبير بسيط، يتألف هذا المنهج من تنظيم المتعضيات على أساس سمات مشتركة. يقدم فورتي على سبيل المثال فكرة مقارنة زبَّابة* بفيل. إذا فكّرت بحجم الفيل الكبير وجذعه المذهل يمكنك

* حيوان صغير من آكلات الحشرات شبيه بالفأر.

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

لم يكن هذا -كما ينبغي أن أنبه- 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، وقدّمتها كأحافير على نمط برجيس فلن يخمّن أحد أبداً أنها كانت كلها من الشعبة نفسها؛ لأن خططها الجسدية مختلفة جداً. كان اكتشاف موقعين ما قبل كمبريين في غرينلندة 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 الطوالة 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 الحَلَقيّة. ويقول فورتي: «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 الأرَضة (النملة البيضاء)».

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

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

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

تبيّن 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.

تبيّن 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 ماض أبكر بكثير.

يُعتقد الآن أن سبب عدم عثورنا على هذه الأنواع الأولى هو أنها كانت صغيرة جداً، بحيث لا يُمكن حفظها. يقول فورتي: «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 مجذافيّة الأرجل*، التي يصل عددها إلى ترليونات

* قشريات بحرية ونهرية تتميّز بأن لها جسماً متطاولاً، وعيناً مركزية واحدة، وقرني استشعار طويلين، وخمسة أزواج من الأرجل شبيهة بالمجاذيف. المترجم.

في البحـار الحديثـة، وعناقيد من الحشود كبيرة بما يكفـي لجعل مناطق ضخمة من البحـر سوداء، ومع ذلـك فإن كل ما نعرفه عن أسلافها هو عيّنة واحدة عثر عليها في جسم سمكة متحجرة.

يقـول فورتي: «إن الانفجـار الكمبري -إن كانت هذه الكلمـة 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 الطبقـات في غفلية شبـه مجهرية ظهور متعضيات إديـاكاران المهيمنة. يقول فورتي: «نعـرف أن الثدييات ازداد حجمها بشكل لافت بعـد أن انقرضت الديناصورات، ومع ذلـك حين أقـول بشكل مفاجئ تماماً أعني بالطبع بمعنـى جيولوجي، لا نزال نتحدث عن ملايين الأعوام».

وبالمصادفـة، حصل ريجينالد سبريج على قياس فـات موعد استحقاقه. إن أحد الأجناس الرئيسة المبكرة، السبريجينـا Spriggina سمّي على شرفه، بالإضافة إلى عـدة أنواع، وصار الكل معروفاً باسم الحياة الحيوانيـة لإدياكاران، وهي اسم التلال التي بحث فيها. في ذلك الوقت -على أي حال- كانت قد انتهت منذ وقت طويل عمليات صيـد سبريج للأحافير. فبعد أن هجر الجيولوجيا أسـس شركة نفط ناجحة وأخيراً تقاعد في عزبة في سلاسل الفلندرز التي يحبها، حيث أنشأ ذخيرة من الحياة البرية. توفي في عام 1994 رجلاً غنياً.

obeikandl.com

الفصل الثاني والعشرون

وداعاً لكل هذا

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

فكّروا بالأشنة. إن الأشنة هي أصعب المتعضيات تمييزاً على الأرض، ولكن بين الأقل طموحاً. تنمو بسعادة كافية في فناء كنيسة مشمس، ولكنها تزدهر خاصةً 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 علقت 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 تحلّ 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 زر قميص. أما تلك التي

بحجـم صحون الطعام، كما قال ديفد أتنبورو: «من المحتمل أن يكون عمرها مئات إن لم يكـن آلاف السنـوات». سيكون من الصعب تخيل وجود أقل تحققاً. يضيف أتنبورو: «إنهـا توجد فحسب وتشهد على الحقيقة المتحركة بأن الحياة حتى في شكلها الأبسط تحصل -على ما يبدو- من أجل نفسها فحسب».

مـن السهـل أن نغفل هذه الفكـرة بأن الحياة هي هذا فقـط. فنحن نميل بوصفنا بشـراً إلى الشعـور بأنه لا بد أن للحيـاة هدفاً. لدينا خطط وتطلعـات ورغبات. نريد أن نستفيـد قـدر الإمـكان من كل الوجـود المُسكر الذي مُنح لنا. ولكـن ما هي الحياة بالنسبـة لأشنة؟ مع ذلك إن دافعها إلى الوجـود -إلى أن تكون- قوي كدافعنا ويقال: إنـه أقوى منه. لـو قيل لي: إنني سأمضي عقوداً كنموفـرويّ على صخرة في الغابات، أعتقـد أنني سأفقد الإرادة من أجـل الاستمرار. أما الأشنيات فلا تفقد الإرادة. فهي علـى غرار الأشياء الحية جميعها ستعاني مـن أي صعوبة، وتتحمل 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.

وهـذا غريب قليـلاً؛ لأن الحياة استغرقت وقتاً طويلاً كي تطـور الطموحات. فإذا تخيلـت الـ 4500 مليون عـام من تاريخ الأرض مضغوطاً في يوم أرضـي عادي، فإن الحيـاة 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 شـيء للكون سوى جلـد غير مستقر من الميكروبات في الثامنـة والنصف مساء، حيث اليـوم أكبر بخمسـ أو ست مرات. ثم في النهاية، تظهر نباتـات البحر الأولى، تتبعها بعـد عشريـن دقيقة قناديل البحـر الأولى وحيوانـات إدياكاران الغامضـة التي رآها لأول مـرة ريجينالد سبريج في أستراليا. وفي التاسعة وأربع دقائق مساء تسبح ثلاثية المفاصـل إلى المشهد، تتبعها على الفور كائنات برجيس شيل ذات الشكل. وتماماً قبل العاشـرة مساء تبدأ النباتات بالظهـور 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 تتغطى الأرض بالغابات المكوّنة للفحم، التي تمنحنا بقاياها كل فحمنا الحجري، وتظهر الحشرات المجنّحة الأولى. وتظهر الديناصورات في المشهد قبل الحادية عشرة مساء وتسيطر نحو ثلاثة أرباع الساعة. وبعد منتصف الليل بواحد وعشرين دقيقة تتلاشى ويبدأ عصر الثدييات. ويبزغ 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، تنجرف القارات وتصطدم سوية في عنف طائش. تنشأ الجبال وتذوب، أحواض المحيطات تأتي وتذهب، أغطية الجليد تتقدم وتنسحب. 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 كئيبة في هذه النقطة، ولكن هناك صفة وثيقة الصلة بشكل كبير حيال الحياة على الأرض: إنها تنقرض. 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 بيئة 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 جبّار لمغادرة الماء: كان الماء يصبح خطراً. إن الالتحام البطيء للقارات في كتلة أرض واحدة، Pangea، كان يعني تقلّصاً شديداً للخط الساحلي مما أدى إلى تقلّص 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 إنّها لم تتغيّر 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 القوازب ذات الشكل المكتمل. وفي الحقيقة، إن المقيمين المرئيين الأوائل المتنقلين على الأرض الجافة كانوا يشبهون أكثر حمار قبّان** 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 عوالق صغيرة سلّحتْ نفسها بأصداف حامية صغيرة. ثم -كما الآن- خلقت العوالق 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 وتندفع إلى قاع البحر، حيث تُضغط ببطء كي تصبح أحجاراً كلسية. وبين البنى الذرية الصغيرة التي تأخذها معها العوالق 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 الجو 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 (اللُّقح) 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

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

شجّعت 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 الألفيّة على صخرة في أسكتلندة. 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 تبقيها بأمان خارج طلقة اللسان: لقد تعلّمت الطيران. لجأ بعضها إلى تلك الوسيلة الجديدة في التنقّل بسهولة خارقة للطبيعة، بحيث إنّها 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 المعلّقين: «وضعتها 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 اليابسة الأولى التي اشتُققنا 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 غرينلندة في الثلاثينيات والأربعينيات؛ بحثاً عن أحافير الأسماك. كانوا يبحثون خاصةً عن الأسماك الهدّابية الزعانف من النمط، الذي من المفترض أنه سلفٌ 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 لليد أو القدم. فالديناصورات والحيتان والطيور والبشر، وحتى الأسماك كلها رباعية الأرجل، مما يوحي بوضوح أنهم أتوا من سلف واحد مشترك. وافتُرِض 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 فعلَتْ 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 العيّنة 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 إنّها كانت ستنهار 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 العلوّ لم تكن دوماً مباشرة. ومنذ أن بدأت الحياة على اليابسة، تألفت من أربع سلالات ضخمة، كما تُدعى أحياناً. كانت الأولى تتألف من القوازب والزواحف البدائية المتثاقلة ولكن أحياناً الضخمة والجبارة. وكان الحيوان المعروف بشكل أفضل في هذا العصر هو الديمرترودون Dimertrodon، وهو حيوان مائي يخلط بشكل شائع مع الديناصور (كذلك في شرح لصورة في كتاب كارل ساغان النيزك). كان الديمرترودون في الحقيقة سابنابسيد a synapsid. وهكذا، في إحدى المرات، كنا. كانت السابنابسيد

synapsids أحد الأقسام الرئيسة الأربعة لحياة الزواحف الأولى، كانت الأخرى الأنابسيدس anapsids، واليورابسيدس euryapsids، والديابسيدس diapsids. وتشير الأسماء ببساطة إلى عدد وموقع الثقوب الصغيرة التي اكتُشفت في جوانب جماجم مالكيها. كان في الساينابسيد synapsids ثقب واحد في الصدغ السفلي؛ وكان في الديابسيدس diapsids اثنان؛ وكان في اليورابسيدس euryapsids ثقب واحد في الأعلى.

ومع مرور الزمن، انقسمت كل من هذه المجموعات الرئيسة إلى مزيد من الأقسام الفرعية، منها ازدهر ومنها كان ضعيفاً. نشأ عن الأنابسيدس 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 الثيرابسيدس therapsids. وشكّلت هذه السلالة الكبيرة 2.

ولسوء حظ الثيرابسيدس therapsids، فإن أبناء عمومتها من الديابسيدس diapsids كانت أيضاً تتطوّر بشكل منتج إلى ديناصورات (بين أمور أخرى)، مما برهن بالتدريج أن هذا ليس لصالح الثيرابسيدس therapsids. تلاشت الثيرابسيدس 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، وفرائية تحملت زمنها لوقت طويل حين كانت ثدييات صغيرة. لم ينمُ 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 المعقّدة، 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 متنوّع بقفزات (درامية) فيما بعد. إن سقوط حيوانات إدياكاران تبعه الانفجار الخلّاق للعصر الكمبري. أما الانقراض الأردفيشي الذي حدث منذ 440 مليون سنة، فقد نظّف المحيطات من كثير من الحيوانات غير القادرة على الحركة التي تتغذى عبر مصفاة، وأنشأ – نوعاً ما – أوضاعاً فضلت الأسماك المريّشة 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، والتّرياسي، 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 فورتي: «كان في الحقيقة انقراضاً جماعياً، مذبحة لم تشهد لها الأرض مثيلاً». كان الحدث البرمي مدمراً خاصةً لمخلوقات البحر. تلاشت ثلاثية المفاصل كلها. وانقرضت البطلينوسات وقنافذ البحر تقريباً. صُعقت المتعضيات البحرية جميعها، وسواء في الماء وعلى اليابسة، اعتُقد أن الأرض فقدت 52% من عائلاتها وهذا مستوى فوق الجنس وتحت الرُّتبة 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 نبقي 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

الحيوانـات التي ترعى، وبينها الأحصنة، تقريبـاً في الانقراض الهمفيلي منذ خمسة ملايين عام. وانحدرت الأحصنة إلى نوع واحد، ظهر بشكل متقطّع في سجل الأحافير كأنـه يريـد أن يوحي أنـه تأرجح لبعض الوقت على حافـة النسيان. تخيّلـوا التاريخ البشري دون أحصنة، دون حيوانات ترعى.

ومـن المحـيّر أننـا لا نملـك تقريبـاً -في الحـالات جميعهـا- فكـرة عـن أسباب الانقراضـات الكبيرة والأكـثر تواضعاً. فحتى بعـد تعرية النظريـات الأكثر جنوناً لا يـزال هناك المزيد من النظريات بشأن سبّب حوادث الانقراض، أكثر مما كان هناك حـوادث. ولكن هناك أسباب تم تحديدها كعلـل أو أسباب رئيسة، وهي ازدياد حرارة الأرض، وازدياد برودتهـا، ومستويات البحر المتغيّرة، ونضوب الأوكسجين من البحار (وهذا وضع يُعرف باسم الأنوكسيا)، والأوبئة، والتسربات الكبيرة لغاز الميثان من قاع البحر، والاصطدامات النيزكية، والأعاصير الجبّارة مثل الهايبركينز hypercanes، والثورانات البركانية الضخمة والشُّواظ الشمسي الكارثي.

إن هـذا الأخير هو بشـكل خاص احتمال مثير للاهتمـام. لا أحد يعرف كم يمكن أن يكـون حجم الشُّواظ الشمسي؛ لأننـا كنا نراقبه فحسب منذ بداية عصر الفضاء، ولكـن الشمس آلة جبارة وعواصفها ضخمة. إن شواظاً شمسياً عادياً شيء لن نلحظه حتى على الأرض سيطلق طاقة مساوية لبليون قنبلة هيدروجينية، ويقذف في الفضاء مئـة مليون طن مـن الجزيئات القاتلـة ذات الطاقة العالية. إن الغـلاف المغناطيسي والغلاف الجوي يطردان الشواظ إلى الفضاء، أو يوجهانه بأمان نحو القطبين (حيث ينتـج الأشفاق القطبية الشمالية والجنوبية الجميلـة)، ولكن يُعتقد أن انفجاراً كبيراً غـير مألوف، لنقل أكبر من الشواظ المعتاد بمئـة مرة، يمكن أن يقضي على دفاعاتنا الأثيرية. إن عرض الضوء سيكون عظيماً، ولكنه سيقتل فوراً بالتأكيد نسبة عالية جداً مـن كل مـن ينعم بوهجه. فضلاً عن ذلك، والأكثر إخافـة، بحسب بروس تسوروتاني من مخبر الدّفع النّفثي في وكالة ناسا: «لن يترك أثراً من التاريخ».

إن هـذا يقودنـا -كمـا عبّر أحـد الباحثين عن الأمـر- إلى «أطنان مـن التخمين وقليـل جداً من الأدلة». ويبدو كأن التبريـد مرتبط بثلاثة حوادث انقراض على الأقل

الأوردفيشي، والديفوني والبرمي، ولكن لا يُقبل عامة غير هذا، بما فيه إن كانت حادثة معيّنــة 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 أحــد أسباب صعوبة تقديم شروح مقنعة للانقراضات هو إنه من الصعب جداً إبــادة الحياة علــى نطاق واسع. وكمــا رأينا من اصطــدام مانسون، يمكــن 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 كــي تي KT الذي حدث منذ 65 مليون سنة، الذي حــل بالديناصورات، مدمراً بشكل شــاذ؟ حسنــاً أولاً، كان ضخماً وهائلاً. ضــرب بقوة 100 ميغاطــن. ليس من السهل تخيّل انفجار كهذا، ولكن كما أشار جيمس لورنس باول، إذا فجرت قنبلة بحجم قنبلة هيروشيمــا لكل شخص يعيشــ على الأرض اليوم، فسيظل ينقصــك نحو بليون قنبلة لتحــدث أثر اصطدام كي تي. مع ذلك، حتى هذا وحــده 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 العمــق لا يبلغ عمقه إلا 100 متر، وعلى الأرجــح في الزاوية الصحيحة، في وقت كانت فيــه مستويــات الأوكسجين أعلى بنسبة 10% من الوقــت الحاضر، وهكذا كان العالم قابلاً للاحتراق أكثر. وقبل كل شيء، كان قاع البحر حيث نزل مصنوعاً من الصخور الغنيــة بالكبريت. كانت النتيجة اصطدامــاً غيّر منطقة من قاع البحر بحجم بلجيكة إلى ذريرات دقيقة من حمض الكبريتيك. بعد شهور، خضعت الأرض لأمطار حمضية بما يكفي لحرق الجلد.

بمعنــى 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 الحــدث على الديناصــورات جميعها دون استثناء، بينما نجــت زواحف أخرى كالثعابين والتماسيح؟ لم تنقرض أي أنواع من الضفادع والسمادل والسمادر أو قوازب أخــرى في أمريكة الشمالية. «لمــاذا بزغت هذه الكائنات الحساســة سليمة من كارثة

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

كانت القصة نفسها تحدث في البحار. تلاشت الآمونيّة جميعها (رخويات منقرضة)، ولكن أبناء عمومتها النوتيّات nautiloids - التي عاشت نمط حياة مشابهاً- نجت. ومن العوالق، 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 فورتي: «لم يبدُ 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 فورتي: «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 نيوزلندة 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

تعـرف بشكل جيد باسم عصر السلاحف. نجا ستـة عشر نوعاً في أمريكة الشمالية، ثم ظهرت ثلاثة أنواع أخرى.

كان البقـاء 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 الغـذاء في المدة القاحلة التي تلت تبعتها. كانت حيوانات البر جميعاً التي نجت تمتلك عـادة التراجـع 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 أجـل أن تحيا لا بد أنها تمتعت أيضـاً بفائدة. كانت العظاءات، ولا تزال، كتيمة بشكل كبـير على البكتيريا في الجثث المتآكلة. وكانـت غالباً ما تنشد إليها، وكان هناك كثير من الجثث المتعفّنة لوقت طويل.

غالبـاً ما يُقـال على نحو خاطئ: إن الحيوانات الصغـيرة 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 صغاراً وماكرين. إذا كان العالم مظلماً ومعادياً فهذا هو الوقت المثالي كي تكون صغيراً، وثابت الحـرارة، وناشطـاً في الليل، ومرناً في الغـذاء وحذراً بطبيعتك: الصفـات ذاتها التي ميّـزت أسلافنا من الثدييات. فلو كان تطورنا أكثر تقدماً، لكنا انقرضنا على الأرجح. وبدلاً من ذلك، وجدت الثدييات نفسها في عالم كانت مناسبة له كأي شيء حي.

علـى أي حـال، لم يبدُ كأن الثدييات اندفعت نحو الأمـام كي تملأ كل مشكاة. قال عالم الإحاثة والبيولوجيا ستيفن.م. ستانلي: «إن النشوء يمكن أن يمقت الفراغ، ولكن غالبـاً مـا يستغرق الأمـر وقتاً طويلاً لملئه». ربمـا بقيت الثدييات صغـيرة حذرة مدة عشـرة ملايين عام. وفي بداية العصـر الثلثي (العصر الأول من الدهر الحديث)، لو كنت بحجم هرة بريّة لكان بوسعك أن تكون ملكاً.

حالمـا انطلقـت الثدييات توسّعت بشـكل كبير، وأحياناً إلى درجـة منافية للطبيعة والعقـل. كان هناك لبعض الوقت خنازير غينية بحجـم كركدنات وكركدنات بحجم

منزل بطابقين. وأينما كان هناك فراغ في سلسلة الحيوانات الضارية، كانت الثدييات تنشأ (بالمعنى الحرفي غالباً) كي تملأه. إن الأعضاء الأوائل من حيوانات الراكون (الغريّر الأميركي) هاجرت إلى جنوب أمريكة، اكتشفت فراغاً، وتطورت إلى حيوانات بحجم الدب ووحشيته. 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 أمريكة 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 فلوريدة عام 1963.

يقودنا هذا إلى سبب آخر لعدم يقيننا بالانقراضات: ضآلة سجلّ الأحافير. تحدثنا سابقاً عن صعوبة تحول أي مجموعة من العظام إلى أحافير، ولكن السجل سيئ بالفعل أكثر مما نتصور. فكّروا في الديناصورات. إن المتاحف تقدّم 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 وعلّم أجيالاً من الزوّار مصنوع بشكل كامل من الجصّ. بني عام 1903 في بطرسبرغ 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 ألوسوروس 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 عيّنة واحدة)، التي هي ربع عدد الأنواع الثديية

الحيــة اليوم تقريبــاً. ضعوا في أذهانكــم أن الديناصورات حكمــت الأرض أكثر من الثدييات بثلاث مرات تقريباً، وهكذا فإما أن الديناصورات كانت غير منتجة للأنواع بشــكل لافت، أو ربما بالكاد خدشنا السطــح (إذا استخدمنا الكليشيه الطيّعة بشكل لا يُقاوم).

لم يُعثر على أحفور واحد طوال ملايين السنين في أثناء عصر الديناصورات. حتى في العصــر الطباشــيري العصر الذي دُرِس أكثر من غيره هنــاك، 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 مقتاً 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 تمثّل ستة عشر نوعاً. قادت ضآلة السجلّ إلى اعتقــاد واســع الانتشار بــأن الديناصورات كانت في طريقهــا إلى الانقراض حين حصل اصطدام كي تي.

في أواخــر الثمانينيات قرر عالم إحاثة من متحف ميلوكي العام يدعى بيتر شيهان القيــام بتجربــة. مستخدماً 200 متطوع، قــام بإحصاء مجهد لمنطقــة محددة جيداً ومنتقــاة، جيــداً هي (هــل كريك فورميشــين) في مونتانــة. غربل المتطوعــون بدقة، وجمعــوا كل الأســنــان والفقرات وقشــور العظام، وكل مــا أهمله المنقّبــون السابقون. استغرق العمل ثلاث سنوات. حين انتهوا، اكتشفوا أنهم ضاعفوا أكثر من ثلاث مرات مــن أجل الكوكب عــدد أحافير الديناصورات من أواخر العصــر الطباشيري. ووصل المســح إلى أن الديناصــورات بقيت عديدة حتى زمن اصطــدام كي تي. وقال شيهان: «ليــس هناك سبب للاعتقاد بأن الديناصــورات كانت تنفق بالتدريج في أثناء الأعوام الثلاثة ملايين الأخيرة من العصر الطباشيري».

نحــن معتــادون على نظرية حتميتنــا بوصفنا نوعــاً مهيمناً على الحيــاة، بحيث من الصعب أن نفهــم 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 مـدة أربعة بلايين عام تقريباً، نجح أسلافنا في الانزلاق عبر سلسلة من الأبواب المغلقة في كل مـرة احتجنا إلى قيامهم بذلك. وقد عـبّر ستيفن جي جولد عن الأمر بشكل بارع الإيجـاز في سطـر معروف جيداً: «إن البشر هم هنا اليـوم؛ لأن خطنا الخاص لم يتشظَّ 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 كثـيراً؛ الحياة تنقرض بين وقت وآخـر. يمكن أن نضيف إلى هذا نقطة رابعة: الحياة تستمر. وغالباً -كما سنرى- تستمر بطرق مذهلة بلا جدال.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الثالث والعشرون

غنى الوجود

في متحف التاريخ الطبيعي في لندن، وداخل تجاويف مضاءة من الداخل في المعابر، أو بين علب زجاجية من المعادن وبيض النعام والأشياء المتناثرة بغير انتظام، التي تعود إلى قرن أو أكثر، تتوزّع أبواب مغفلة، لا تجذب انتباه الزوّار. وبين فينة وأخرى يمكن أن تشاهد شخصاً ما شارداً وبِشَعْر فوضوي بشكل متعمد وممتع. إنه أحد الباحثين الذي يبزغ 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 ملأى 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، وطيات لا تنتهي من النباتات المضغوطة بأناقة. يبدو الأمر قليلاً وكأنك تتجول في دماغ دارون. إن غرفة الكحول وحدها تحتوي على رفوف عليها أوانٍ فوق أخرى فيها حيوانات محفوظة في الكحول المميثل.

ثمة عيّنات جمعها جوزف بانكس من أسترالية، 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 ألّف كتاب (طيور شبه الجزيرة العربية)، بالإضافة إلى أبحاث أخرى. كان من المسهمين المخلصين في المتحف طوال سنوات، وكان يأتي يومياً كي يسجّل ملاحظات لتأليف كتبه ودراساته. حين وصلت الصناديق قام أوصياء المتحف بفتحها بلهفة؛ كي يشاهدوا ما تُرك وقد فوجئوا، إذا قلنا بخفة، حين اكتشفوا أن عدداً ضخماً من العيّنات كانت تحمل اسم المتحف نفسه. وتبيّن 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 سيداً مميزاً»، كما قيل لي وهو يضع أصدافاً بحرية قيّمة في السيقان المجوفة لعكازه.

«لا أفترض أن هناك أي شيء لا يشتهيه شخص ما في مكان ما»، قال رتشارد فورتي وهو يفكّر فيما كان يقودني في زيارة للعالم الساحر، الذي خلف الستائر في المتحف. تجولنا عبر أقسام مشوشة حيث كان أشخاص يجلسون حول طاولات ضخمة منكبين على القيام باستقصاءات عن المفصليات وسعف النخل وعلب من العظام المصفرّة. 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 بدماثة ودّية، فيما كنا نصعد بالسرعة التي تترسب فيها الرسابة.

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

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

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

قـال: «هذا غريب جداً. كان هذا خاصاً بالنباتات». ضغط على زر إلى طابق آخر، ثم عثرنـا على طريقنا أخيراً إلى النباتات عن طريق درج خلفي ومعبر جميل عبر المزيد مـن الأقسام، حيث كان الباحثـون يعكفون على دراسة الأشيـاء التي كانت حية مرة. وهكذا تم تعريفي على (لين إليس) والعالم الهادئ للطحلبيّات.

حـين قـال إمرسون بشكل شاعـري: إن الطحالـب تفضّل الجوانـب الشمالية من الأشجـار (الطحلب الذي فوق لحاء الغابة، كان نجمـاً قطبياً حين كان الليل مظلماً) كان يعنـي في الحقيقـة الأشنـة، ذلـك أنـه في القرن التاسـع عشر لم يكـن يُميّز بين الطحالـب والأشنيـات. فالطحالـب الحقيقية لا يهمهـا كثيراً أين تنمـو، وهكذا فهي ليسـت جيدة كبوصلات طبيعية. والواقـع أن الطحالب ليست مفيدة في أي شيء. قال هـنري س. كونراد، بحزن على الأرجح في كتاب كيف نعرف الطحالب وحشيشة الكبد الـذي نُشـر في عام 1956، ولا يزال يوجـد على رفوف المكتبـات بوصفه محاولة أولى لتعميـم هذا الموضوع: «ربمـا لا توجد مجموعة كبيرة من النباتـات لها فوائد تجارية واقتصادية قليلة كالطحالب».

إنها -على أي حال- غزيرة. إذا أزيلت الأشنيات، فإن الطحلبيات مملكة مشغولة، فيها أكثر من عشرة آلاف نوع محتوى داخل سبع مئة جنس. إن كتاب الأزهار الطحلبية في بريطانيـة وأيرلندة الضخم والمهيب الـذي ألّفه إي.جي.إي سميث، يصل إلى سبع مئـة صفحة، بالرغم من أن بريطانيـة وأيرلندة لا تكثر فيهما الطحالب. أخبرني لين إليس: «في المناطق الاستوائية تعثر على التنوّع». إنه رجل نحيل، عمل في متحف التاريخ الطبيعـي مـدة 27 عاماً وصار مدير القسم منـذ 1990. «تستطيع الذهاب إلى أمكنة كالغابـات المطرية في ماليزيا، وتعثر على تنوّعات جديـدة بسهولة نسبية. فعلت ذلك بنفسي 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».

يمكـن ألا تعتقدوا أنه سيكـون هناك كثير من الأشخاص في العالم مستعدين كي يكرسـوا حياتهم لدراسـة شيء غير ذي أهميـة، ولكن عدد المهتمـين بالطحالب، في

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

سألته عن مثال عن الجدل.

«حسنـاً، هناك جدل سلطه علينا أحد أبناء بلدك»، قال وهو يبتسم بخفوت، وفتح مرجعـاً كبيراً يحتوي على رسوم للطحالب التي كانـت صفتها الأكثر بروزاً للعين غير المدربة، هي تشابهها الواضح مع بعضها بعضاً. قال وهو يشير إلى نبتة من الطحالب: «اعتـادت هـذه أن تكـون جنسـاً واحـداً، يدعىدريبانوكلادوس Drepanocladus. والآن أعيـد تنظيمـه في ثلاثـة: دريبانوكلادوس Drepanocladus، وأرنستورفيـا Warnstorfia، ومهماتاكوليس Hamatacoulis».

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

«حسنـاً، كان لـه معنى. معنى تام. ولكنه عنى أننا يجـب أن نقوم بكثير من إعادة ترتيـب المجموعـات، وجَعَلَ الكتب جميعاً دون فائدة لبعض الوقت، وهكذا كان هناك قليل من التذمّر».

تشكّل الطحالب ألغازاً أيضاً، كما أخبرني. وفي إحدى الحالات المشهورة للمهتمين بالطحالب جميعاً ، كان هناك نوع متقاعد يدعى هيوفيلا ستانفوردنسيس Hyophila stanfordensis، اكتُشف في حرم جامعة ستانفورد في كاليفورنية، وعثر عليه فيما بعد ينمـو إلى جانـب ممر في كورنوال، ولكن لم يُر في أي مـكان بينهما. كيف حدث ووُجد في مكانـين غير متصلين، أمر لا أحد يعرف عنه شيئـاً. قال إليس: «يعرف الآن باسم هينيدييلا ستانفوردنسيس Hennediella stanfordensis. وهذا تنقيح آخر».

هززنا رأسينا مفكرين.

حـين يُعثر على طحلـب جديد يجب أن يُقارن مع جميـع الطحالب الأخرى؛ للتأكد من أنه لم يُسجّل من قبل. ثم يجب أن يُكتب وصف شكلي وتُلتقط صور وتُنشر النتيجة في مجلـة محترمة. ونـادراً ما تأخذ العملية كلهـا أقل من ستة أشهـر. لم يكن القرن

العشـرون قرناً عظيماً لعلـم تصنيف الطحالب. فقد كُرِّس عمـل القرن معظمه لحل الفوضى والتكرارات التي خلّفها القرن التاسع عشر.

كان هـذا العصر الذهبي لجمع الطحالب (يمكـن أن تتذكروا أن والد تشارلز ليل كان جامع طحالب عظيماً). وهناك شخص دعي بشكل مناسب بالإنكليزي، هو جورج هنـت، جمع الطحالـب الإنكليزية بمواظبة وربما أسهـم في انقراض عدة أنواع. ولكن بفضـل جهـود كهذه إن مجموعة (لين إليس) هي الأشمـل في العالم. إن عيناته البالغ عددها 780,000 ضُغطت في أوراق مطوية كبيرة من الورق الثقيل، بعضها قديم جداً ومغطـى بكتابة فكتورية تشبـه نسيج العناكب. إن كل ما نعرفه هـو أن روبرت براون، عـالم النبات الفكتـوري العظيم كتب بعضهـا، وكشف النقاب عـن الحركة البراونية ونواة الخلايا، وأسس وأدار قسم النبات في المتحف في سنواته الإحدى والثلاثين الأول إلى أن وافتـه المنية في عام 1858. حُفظـت العيّنات 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، وكأنـه يشـير إلى عملية شـراء حديثة من إكيـا Ikea. «لقد بناها؛ كـي تحمل عيّناته مـن رحلة الإنديفور». نظر إلى الخزن مفكراً، وكأنـه ينظر إليها للمرة الأولى في مدة طويلة، وقال: «لا أعرف كيف وصلنا إليها في علم الطحالب».

كان هـذا كشفـاً مذهلاً. كان جـوزف بانكس أعظم عالم نبـات في بريطانية، وفي رحلـة الإنديفـور التـي رسم فيهـا القبطان كوك عبـور كوكب الزهـرة في عام 1769 وطالب بضم أسترالية إلى التاج، بين أمور كثيرة كانت أعظم رحلة نباتية في التاريخ. دفـع بانكـس 10,000 باوند، نحو 600,000 جنيه بنقود اليـوم؛ كي يشارك هو وفريق من تسعة أشخاص هم عالم طبيعي، وسكرتير، وثلاثة فنانين وأربعة خدم في المغامرة التي استمرت ثلاث سنوات حول العالم. لا أحد يعرف ما الذي فعله الكابتن كوك بتلك المجموعـة 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 تييرا ديل فويغو، وتاهيتي، ونيوزلندة، 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 ريو دي 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 عصراً نهماً 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 للجدة الجنانيّة. إن توماس نوتال -الرجل الذي سمّى نبات الوستارية المتعرّش على اسم كاسبار ويستار- جاء إلى أمريكة 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 التنّوب (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 أمريكة الشمالية (الذي لم يكتبه فحسب وإنما نضّده أيضاً).

كانت هذه نباتات فحسب. كان هناك أيضاً الحياة الحيوانية للعوالم الجديدة: الكناغر، والكيوي، والراكون، والهر البري والبعوض وأشكال أخرى غريبة خارج التصور. كان حجم الحياة على الأرض لانهائياً على ما يبدو، كما قال جوناثان سويفت 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 لينيي (تغيّر فيما بعد -بإذن- إلى الاسم الأكثر أرستقراطية فون لينيي)، ولكنه يُذكر الآن بالصيغة اللاتينية كارولس لينييوس. ولد عام 1707 في قرية راسهولت في جنوب السويد، ابناً لراعي أبرشية لوثري فقير وطموح، وكان طالباً كسولاً بحيث إنّ والده الغاضب مرّنه لدى إسكافيّ. خائفاً من احتمال قضاء حياته وهو يدق المسامير في الجلد، توسّل الصغير لينيي من أجل فرصة أخرى، فمُنحت له، ولم يتعثر بعد ذلك أبداً في التميز الأكاديمي. درس الطب في السويد وهولندة، 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 استنباطه 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 يكـن من الحكمـة أبداً التشكيك بتقويماتـه الذاتية الكريمة. أولئـك الذين فعلوا هكذا كانوا عرضة لاكتشاف أن أعشاباً سُمِّيَتْ باسمهم.

كانت صفة لينييوس 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 واحـد من البطلينوس أسماء كالفرج، والشَّفْر، والعانة والشَّرج وغشاء البكارة. وصنّف النباتات بحسب طبيعة أعضائها التناسلية ومنحها بعداً غرامياً بشرياً آسـراً. إن وصفه للأزهار وسلوكها مملوء بالإشـارات إلى «جماع إباحي»، «والعاهرات غير المتعات»، و«السرير الزوجي». وفي الربيع كتب نصاً غالباً ما يُقتبس:

«حتـى النباتات تعشق. فهي، ذكـوراً وإناثاً... تكشف عـن أعضائها التسافدية... مظهـرة أيّها ذكور وأيها إناث. تقدّم أوراق الأزهـار سرير الزفاف الذي رتّبه الخالق بتناسق عظيـم، وعطّره بكثير من العطور الخفيفة بحيث إنّ العريس يمكن أن يحتفل هنـاك مـع عروسه ويتسافـدا بوقار أعظم. حين يكـون السرير مجهّـزاً هكذا، يحين الوقت للعريس كي يعانق محبوبته ويسلّم نفسه إليها».

سمّـى جنسـاً من النبات باسم البظـر Clitoria. ومن غير المفاجـئ أن كثيراً من النـاس ظنّوه غريب الأطوار. ولكن منهجـه في التصنيف كان لا يُقاوم. وقبل لينييوس مُنحـت النباتات أسماء كانت وصفية بشكل واسع. فالكرز الأرضي الشائع كان يُسمّى Physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserratis. جعلـه لينييوس Physalia angulata، وهـو الاسم الذي يستخدمـه اليوم. كان عالم النبـات يتّسم بالفوضى والتناقض في الأسمـاء. ولم يكن بوسع عالم النبات التأكد أن Rosa sylvestris alba cum rubore, folio glabro لم تكن النبتة نفسها التي دعاها آخـرون Rosa sylvestris inodora seu canina. حـلّ لينييوس اللغز عبر تسميتها Rosa canina. ولجعل عمليات الشطب هذه دقيقة ومقبولة للجميع كان الأمر يقتضي أكـثر بكثير مـن كون المرء مصممـاً. كان الأمر يحتـاج إلى غريـزة، إلى عبقرية، في الحقيقة لتحديد الصفات البارزة لنوع.

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

لم يكـن منهج لينييوس مكتملاً، بحيث يجعلنا لا نفكر ببديل، ولكن قبل لينييوس، كانـت مناهج التصنيف نزوية بشـكل كبير. يمكن أن تُصنّف الحيوانات وفق إن كانت بريـة أو أليفـة، وبرية أو مائيـة، وكبيرة أو صغيرة، حتـى لو اعتُقد أنهـا أنيقة ونبيلة أو دون أهميـة. رتّـب بفون Buffon حيواناته عن طريـق منفعتها للإنسان. ولم تدخل الاعتبـارات التشريحيـة في الموضوع إلا نادراً. وجعل لينييوس عمل حياته أن يصحّح هـذا النقص عن طريق تصنيف كلّ ما هو حيّ بحسـب مواصفاته الجسدية. إن علم التصنيف لم ينظر إلى الخلف أبداً.

استغـرق كل هذا وقتاً، بالطبع. كانت الطبعـة 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 لينييوس قبل وفاته إلى ثلاثة مجلدات و2,300 صفحـة. وفي النهاية، سمّى وسجّل 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 إنكلترة -الذي أُكمل قبل جيل- غطّـى مـا لا يقلّ عـن 18,625 نوعاً من النبـات. ولكن ما كان يتسم بـه لينييوس ولم يستطـع أحد تحقيقه كان الانسجـام والترتيب والبساطة والتوقيـت. وبالرغم من أن عملـه يعود إلى ثلاثينيات القرن الثامن عشـر، لم يشتهر في إنكلترة حتى الستينيات، تماماً في الوقت المناسب لجعل لينييوس أباً لعلماء الطبيعة البريطانيين. ولم يتم تبني منهجـه في أي مـكان بحماس أكبر (ولهـذا السبب يقع مقر الجمعيـة اللينييوسية في لندن وليس في ستوكهولم).

لم يكـن لينييوس دون أخطاء. منح مجالاً للوحوش الأسطورية و«لبشر متوحّشين»، وقبـل الوصف الساذج لبحارة ومسافرين آخرين واسعـي المخيلة. فقد ذكر أن هناك إنسانـاً برياً يسير علـى أربع ولا يتقن فن الكلام، وهناك «الإنسان الذي له ذيل». كان العصر آنذاك -كما يجب ألا ننسى- أكثر سذاجة. فحتى جوزف بانكس العظيم صدق وجـود حوريات الماء مقابل الساحـل الأسكتلندي في نهاية القرن الثامن عشر. غير أن أخطاء لينييوس كان يقابلها علم تصنيف عقلاني ومتألق. وبين إنجازات أخرى، رأى

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

في البدايـة، نـوى لينييوس أن يمنح كل نبتة اسم جنس ورقماً اللبلاب 1، اللبلاب 2 وهكـذا دواليـك، ولكنه أدرك حـالاً أن هذا غير مُرضٍ، ثم لجـأ إلى الترتيب ثنائي التسميـة (الذي يشـير إلى الجنس وإلى النوع) الذي بقـي في قلب المنهج حتى اليوم. وكان الهـدف من هـذا في البداية هو استخـدام منهج التسمية الثنائيـة من أجل كل شـيء: الصخور والمعادن والأمراض والرياح وكل ما وُجد في الطبيعة. لم يقبل الجميع هـذا المنهج. تضايق كثـيرون من ميله إلى قلّة الاحتشام، ممـا كان ينطوي قليلاً على مفارقـة بما أنه قبـل لينييوس كانت الأسماء الشائعة لكثير مـن النباتات والحيوانات سوقيـة حقاً. كانت الهندباء البرية معروفة لوقت طويل وبشكل مشهور باسم بيسابيد بسبـب مواصفاتهـا المدرّة للبول، وكان مـن الأسماء الأخرى المتداولـة في الاستخدام اليومـي: ضُراط الفرس، السيدات العاريـات، الخصيتان المرتعشتـان، بول الكلب، الشـرج المفتوح ومنديل المؤخـرة. إن واحداً أو اثنين من هـذه الألقاب الأرضية 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 لوقـت طويـل أن العلوم الطبيعية ستُحترم وتُقدّر من خـلال جرعة من إعادة التسمية الكلاسيكيـة، وهكذا فقـد كان هناك مقت معيّن في اكتشـاف أن الشخص الذي عيّن نفسه أميراً لعلم النبات استخدم تسميات مثل البظر والزنا، والفرج.

مع مرور الأعوام، تم إسقاط معظم هذه الأسماء: إن اسم slipper limpet الشائع لا يـزال يعبرّ في المناسبـات الرسمية عـن Crepidula fornicate وتم إدخال كثير من عمليـات الصقل بعد أن صارت حاجـات العلوم الطبيعية أكـثر تخصّصاً. وتم تدعيم المنهج بالإدخال التدريجي لتراتبيـات إضافية. واستخدم العلماء الجنس والنوع لأكثر من مئة عام قبل لينييوس، ودخلت الرتبة والطائفة والفصيلة، بمعناها البيولوجي، إلى الاستخدام في خمسينيات القرن التاسع عشر وستينياته. ولكن الشّعبة لم تنحت ككلمة حتـى 1876 (على يد الألمـاني إرنست هايكيـل)، وعوملت الفصيلـة والرتبة كقابلتين

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

قسـم لينييوس العـالم الحيواني إلى سـت فئـات: الثدييات والزواحـف والطيور والأسمـاك والحشرات والديدان، لكل مالم يتلاءم مـع الأقسام الخمسة الأولى. ومن البدايـة كان واضحـاً أن وضـع الكركدن والقريدس في الفئة نفسها مـع الديدان لم يكـن مرضياً، وتم إنشاء فئات متنوعة كالرخويـات والقشريات. ولسوء الحظ لم تكن هـذه التصنيفـات الجديدة تطبق بشـكل مشترك بين بلد وآخـر. وفي محاولة لإعادة تأسيـس النظـام، وضع البريطانيون عام 1842 مجموعة جديـدة من القوانين دعيت قوانين ستريكلاند، ولكن الفرنسيـين اعتبروا هذا اعتباطياً وجابهته جميعة الحيوان بقوانينها المضادة. في غضون ذلك، قررت جمعية الطيور الأميركية، لأسباب غامضة، استخـدام طبعة عام 1758 من كتاب نظام الطبيعـة كأساس لكل تسمياتها، بدلاً من طبعة 1766 المستخدمة في أمكنة أخرى، مما عنى أن معظم الطيور الأميركية أمضت القـرن التاسـع عشر موضوعـة في أجناس مختلفة عن أبنـاء عمومتها مـن الطيور الأوروبيـة. بدأ علماء النبات أخيراً يظهـرون روح تسوية ويتبنون قوانين كونية في عام 1902، وفي اجتماع للمجلس العالمي لعلم الحيوان.

يُوصـف علم التصنيف أحياناً بأنـه علم وأحياناً بأنه فن، ولكنـه في الواقع ساحة معركـة. وحتى اليوم ثمة فوضـى في المنهج أكثر مما يدرك معظـم الناس. خذوا فئة الشعبة، القسم الذي يصف الخطط الجسدية الأساسية للمتعضيات. إن بعض الشعب معروفـة جيداً بشكل عام كالرخويـات (منزل البطلينوس والحلازيـن)، المفصليات (الحشـرات والقشريات) والحبليّات (كلنا وكل الحيوانات التي بعمود فقري أو عمود فقري أوليّ)؛ 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 الحبليّات، وفي الشعبة الفرعية للفقاريات، وفي فصيلة الثدييات، وفي رتبة الحيوان الرئيس، وفي فصيلة البشريّات، ومن جنس الإنسان، ومن نوع العاقل. (وقيل لي: إن التقليد المتّبع هو وضع أسماء الجنس والنوع في المائل، ولكن ليس تلك التي من أقسام أعلى). ويوظّف بعض علماء التصنيف المزيد من التقسيمات الفرعية: الفئة، والرتبة الفرعية، وما تحت الرتبة وغير ذلك.

نسجّل الجناثوستومولیدا gnathostomulida (الديدان البحرية)، اللواسع (قناديل البحر، ورئات 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 الشُّعب وكم يجب أن يكون. ويثبت معظم علماء البيولوجيا العدد الكليّ في نحو الثلاثين، ولكن بعضهم يؤثرون عدداً منخفضاً هو عشرون بينما يرفع إدوارد أو. ولسون في كتابه تنوّع الحياة العدد بقوة مفاجئة إلى 89. وهذا يعتمد على إن قررت أن تقوم بتقسيماتك، سواء كنت جامعاً من غير تمييز أو مصنّفاً تقسيمياً كما يقولون في عالم البيولوجيا.

إن احتمالات الخلاف أكثر حدة على المستوى العملي اليومي الأكبر للأنواع. فكل نوع من الأعشاب يُدعى إجيلبوس إنكورفا Aegilops incurva، إجيلبوس إنكورفاتا Aegilops incurvata، أو أرجيلوبس أوفاتا Argilops ovata يمكن ألا يشكل مسألة تثير 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 كريه حتى بالنسبة للمختصين بالأعشاب. عُثر أخيراً على بعض الأنواع وسمّيت 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 الأسبقية والتكرار. وفي أوقات فاصلة تصدر مرسومات معلنة أن زوستشينريا كاليفورنيكا Zauschneria californica (نبتة شائعة في الحدائق الصخرية) يجب أن تُعرف من الآن فصاعداً باسم إبلوبيوم كانم Epilobium canum؛ أو أن ألاأوثامنيون تنويسيمم Alaothamnion tenuissimum يُمكن أن تُعدّ الآن من النوع نفسه من أجلا أوثامنيون بايسويدس Aglaothamnion 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 الأقحوان (على أسس علمية قوية على ما يبدو) من الجنس الذي بالاسم نفسه، ونفي إلى العالم الرتيب وغير المرغوب لجنس الدندرانثيما Dendranthema.

إن زارعي الأقحوان عديدون جداً وفخورون، واحتجوا ضد لجنة البزريّات التي لم تبدُ لهم دقيقة. (هناك أيضاً لجان لكل من السرخسّيات 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 عُكس 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 مسلٍّ في كتاب تشارلز إليوت «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 عبّر 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 كالآتي: «اسم علمي، وحفنة من العيّنات في متحف، وبعض أسطر الوصف في المجلات العلمية». وفي كتاب تنوّع 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، وتسألوا 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 أمريكة الشمالية كلها.

إن ترتيب الأشياء ليس أسهل المهمات. ففي أوائل الستينيات، بدأ كولن جروفز من الجامعة الأسترالية القومية مسحاً منهجياً لمئتين وخمسين نوعاً إضافياً من الأنواع المعروفة من الحيوانات الرئيسة*. وتبيّن 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 والقرد 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 توزع 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 المتغايرات، 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 تنوّع 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 متخصّصون 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 ثمّ، «هناك كثير من الأنواع التي تُوصف بشكل فقير في منشورات

معزولــة، دون محاولــة عزو وحدة تصنيفيــة* جديدة للأنــواع 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 وضــع بائس». ويشدد جودفري خاصــةً على غياب الانتبــاه إلى الإمكانية المنهجية التصنيفية للإنترنت. والواقع أن علم التصنيف لا يزال ورقياً بشكل غريب.

وفي محاولــة لنقل الأمور إلى القرن العشرين، أطلــق كيفن كيلي المؤسس المشارك في مجلــة وايرد في 2001 مشروعــاً يُدعى مؤسسة الأنواع جميعهــا بهدف العثور على المتعضيات الحيّة 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 لدينــا -كمــا يوحي الرقم- مئة مليون نوع من الحشــرات 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.

وهكــذا 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 معظــم الأشيــاء الحيــة صغيــرة وتُغفل بسهولة. بتعبير عملــي، هذا ليس شيئاً سيئــاً دومــاً. يمكن ألا تغفو بهدوء إذا كنت مــدركاً أن فرشتك موطن لمليوني ميكروب، يخرجون في ساعات مبكّرة جداً؛ كي يتعشّوا على زيوتك الدهنية، ويلتهموا تلك الندف الجلدية الهشّة التي تتخلص منها وأنت تنام وتهتز. إن مخدتك وحدها يمكن أن تكون موطنــاً لأربعين ألفــاً منها. (بالنسبة لهــا رأسك قطعة سكر كبــيرة مدهنة فحسب).

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

ولا يذهبنّ بكم الظنّ إلى أن غطاء مخدة نظيفاً سوف يحدث فرقاً. فبالنسبة لشيء بوزن مخلوقات الفراش، فإن قماش أقوى نسيج بشري يبدو مثل حبال أشرعة السفينة وصواريها. 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 موندر من المركز الطبي البريطاني لعلم الحشرات. (ولكن على الأقل إنها مخلوقاتك. فكّروا 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 عيّنتكم 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)، ودولابيّات 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 كتيّب علم البكتيريا المنهجي لبيرجي، ويسجّل 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، وحلّلا بدقة محتواها البكتيري. اكتشفا أن هذه العيّنة الصغيرة تحتوي على ما

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

يـتراوح بين أربعـة آلاف وخمسة آلاف نوع مـن البكتيريا المنفصلـة، أكثر مما في كل كتيّـب بيرجي. سافرا إلى موقـع ساحلي على بعد بضعة أميال، رفعـا غراماً آخر من الـتراب 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 ضئيلـين من قاعدة من مكانين في النرويج، فكم ينتظـر الاكتشاف في أماكن مختلفة جذرياً؟» حسناً - بحسب أحد التقديرات - يمكن أن يكون العدد 400 مليون.

«لا نبحث في الأمكنة الصحيحة». يصف ولسون في كتاب «تنوّع الحياة» كيف أمضى أحـد علماء النبـات بضعة أيام يدور حـول 11 هكتاراً من الغابـة في بورنيو، واكتشف ألـف نوع جديـد من النبات المزهر، أكثر مما وُجد في أمريكـة الشمالية كلها. لم يكن مـن الصعب العثور علـى النباتات. وإنما الأمر هو أنه لم يبحـث هناك أحد من قبل. أخـبرني كوين مايس من المتحف القومي الكينـي 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 تمثّل جنساً جديداً، ونوعاً جديداً من الشجر. قال: «شجرة كبيرة» ورفع ذراعيه كأنه سيرقص مع شريكة ضخمة جداً. ويُعـثر على الغابات المحجوبة بالغيوم على سطح تلال وتُعـزل أحياناً لملايين الأعوام. «إنها تقدّم المناخ الملائم للبيولوجيا وهي بالكاد قد دُرست»، كما قال.

بالمجمـل، إن الغابات المطريـة الاستوائية لا تغطي إلا 6% من وجه الأرض، ولكنها تـأوي أكثر من نصف حياتهـا الحيوانية وثلثي نباتاتها المزهـرة، ومعظم هذه الحياة مجهولـة بالنسبة لنا؛ لأن قلة مـن الباحثين يمضون الوقت فيهـا. وليس مصادفة أن كثـيراً من هذا يمكن أن يكون قيّماً. فعلى الأقـل 99% من النباتات المزهرة لم تُختبر أبـداً مـن أجل مواصفاتهـا الطبية. ولأنهـا لا تستطيع الهرب مـن المدمرين كان على النباتات أن تطوّر دفاعات كيميائية، وهكذا فهي غنية جداً بالمركبات المخادعة. وحتى الآن، إن ربـع كل الدواء الموصوف تقريباً مشتق مـن أربعين نبتة فحسب، ويأتي 16% من حيوانات أو ميكروبات، وهكذا فإن قطع كل هكتار من الغابة يؤدي إلى خطر فقدان إمكانيات طبية حيوية. وقد استخدم علماء الكيمياء منهجاً يُدعى الكيمياء التوافيقيّة

مكّنهم 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 فورتي 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 تنجو تقريباً من أي شيء. حين تكون الظروف قاسية، تتكور في شكل مضغوط، تطفئ استقلابها وتنتظر وقتاً أفضل. في هذه الحالة، بوسعك أن ترميها في الماء المغلي أو تجمدها 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 كالفُطريات لا تشد إلا انتباهاً نسبياً. توجد الفطور في كل مكان وتنمو في أشكال مختلفة كفطور وعفن، وعفن فطري وخمائر وفطر نفّاث (فقع الذئب)، هذا إذا سمّينا عيّنة فحسب وهي تعيش في أحجام قليلاً ما يشتبه بها معظمنا. اجمعوا كل الفطريات التي يُعثر عليها في هكتار عادي من المروج، وستحصلون على 2,800 كيلوغرام من المادة. ليست هذه متعضيات هامشية. فدون

الفطـور لن يكون هنـاك آفة البطاطس، وداء الدّردار الهولندي، وقـدم الرياضي*، ولكـن أيضـاً لن يوجد أي لبن أو بيرة أو أجبان. إن نحو سبعين ألف نوع من الفطريات تم تحديدهـا، ويُعتقـد أن العـدد الكليّ 1.8 مليـون. يعمل كثير من علمـاء الفطريات في الصناعـة، يصنعـون الأجبان والألبان وأموراً أخـرى مشابهة، وهكذا من الصعب القـول: كـم منهم منخرط بنشاط في البحـث! ولكن نستطيع القـول 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 نفكّر بأن العالم ليس بهذا الكبر. إنه كبير جداً ومملوء بالمفاجآت ولكـن على مستوى الأرض، حيث يجب أن يعمل الباحثـون. إن الأكاب، أقرب حيّ إلى الزرافـة يعرف الآن أنه يوجد في أعداد كبيرة في الغابات المطرية لزائير، يقدر العدد الكلـي بثلاثـين ألفاً علـى الأرجح، مع ذلك لم يشتبـه بوجوده حتى القـرن العشرين. وافترض أن طير نيوزلندة الضخم الذي لا يطـير، الذي يُدعى تاكاهي منقرض مدة مئتـي عام قبل أن يُعثر عليه حياً في منطقة وعرة المسالك في جزيرة البلاد الجنوبية. وفي 1955 ضـاع فريق مـن العلماء الفرنسيـين والبريطانيين في التيبـت، في عاصفة ثلجيـة في قرية بعيدة. عثروا على نسـل من الأحصنة، يُدعى الريوتشي، الذي لم يكن يُعـرف سابقـاً إلا من الرسوم الكهفية مـا قبل التاريخية. ودُهشـ سكان الوادي حين علموا أن الحصان يُعد نادراً في العالم الأوسع.

يعتقـد بعضهم أن مفاجآت أكبر تنتظرنا. قالت مجلة الإكونومست في عام 1995: «إن عـالم بيولوجيـا وعلم أعراق إنكليـزي يعتقد أن البهاضـم megatherium، وهي نـوع من كسلان أرضي عملاق يبلـغ طوله طول الزرافة... يعيشـ في حوض الأمازون الواسـع». ربما لم تسمّ المجلة عالم الإثنوبيولوجيـا لسبب مهم؛ وربما الأهم هو أنه لم يُسمَع عنه أو عن حيوانه الضخم الذي يُدعى الكسلان أي شيء. على أي حال، لا أحد يستطيـع القـول بشكل تصنيفي: إنه لا يوجد شيء كهذا هنـاك إلى أن يتم تفتيش كل فرجة في الغابة، ونحن بعيدون جداً عن فعل هذا.

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

لكـن حتى لو جمعنا آلافاً من العمال الميدانيين وأرسلناهم إلى أبعد الزوايا للعالم، فلـن يكون هذا جهـداً كافيـاً، إذ أينما تستطيع الحيـاة أن تكون، تكـون. إن خصوبة الحياة الفائقة للعادة مذهلة، ومشبعة، ولكنها إشكالية أيضاً. ومن أجل مسحها كلها، عليكـم أن تقلبوا الصخـور جميعها، وأن تنخلوا عبر مهاد أرضيـة كل غابة، وتغربلوا كميـات لا يُمكـن تخيّلها من الرمل والـتراب، وتتسلقوا فوق كل ظل غابـة وتستنبطوا كثيراً من الطرق الفاعلة لفحص البحار. وعندئذ سوف تهملون حتى الأنظمة البيئية. في الثمانينيـات دخـل مستكشفو كهـوف ناضجون كهفاً عميقـاً في رومانية حجب عن العـالم الخارجي مدة طويلة مجهولة، وعثروا على ثلاثـة وثلاثين نوعاً من الحشرات والمخلوقـات الأخـرى الصغيرة العناكب وأم أربع وأربعـين وقمل وكلها عمياء، بلا لون وجديدة بالنسبـة للعلم. كانت تعيش على مبعدة من الميكروبات في القذارة السطحية للبرك، والتي كانت بدورها تتغذى على كبريتيد الهيدروجين من الينابيع الحارة.

ربمـا كان ميلنـا إلى القول باستحالة رصـد كل شيء محبطاً ومخيّبـاً ومرعباً، ولكن يُمكـن أن يُنظـر إليه أيضاً علـى أنه مثير بشكل لا يُحتمل تقريبـاً. 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 مـن الناس كانوا يريدون تكريس حياة بأكملها لخطـوط البحث الحصرية الأكثر سخـاء. روى (ستيفـن جي جولد) في أحـد مقالاته، كيف أن بطلاً مـن أبطاله اسمه هنري إدوارد كرامبتون أمضى خمسين سنة -من 1906 إلى أن توفي في 1956- يدرس بهـدوء جنساً مـن الحلزونات الأرضية يدعـى بارتولا في بولينيزيا. مـرة بعد أخرى، سنة بعد سنة، قاس كرامبتون إلى أدنى درجة إلى عدة أمكنة عشرية الثنيّات والأقواس والانحناءات الرقيقة للبارتولا التي لا تُحصى، وجمع النتائج في جداول مفصّلة شديدة التدقيق. إن سطراً واحداً من النص في جدول كرامبتون يمكن أن يستغرق أسابيع من القياسات والحساب.

كان الشخصـ الذي كرّسـ وقته أقل من غيره بقليل، ولكن الذي قام بعمل مفاجئ هـو ألفـرد سي. كنسي، الـذي صار مشهـوراً بسبـب دراساته للجنس عنـد البشر في

الأربعينيات والخمسينيات. وقبل أن يمتلئ ذهنه بالجنس، كان كنسي عالم حشرات، وواحداً 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 يحيّرني هو مسألة ضمان سلسلة متعاقبة من العلماء في هذه الميادين الملغزة. ومن الواضح أنه لا يمكن أن يكون هناك كثير من المؤسسات في العالم تتطلب إخصائيين أو مستعدة لدعم متخصصين في برنقيل وحلزونات المحيط الهادي. قبل أن نفترق في متحف التاريخ الطبيعي في لندن، سألت رتشارد فورتي 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 النبات، حتى إذا لم يُنتج أي شيء جديد؟» قال: «بالضبط. بالضبط». وبدا بالفعل أنه يعني ذلك.

obeikandl.com

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 تنبثق 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 خليّة 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 تنمنم (تنشئ بحجم صغير) العدد نفسه تقريباً من المكوّنات 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 تنوّعاً وتعقيداً فحسب، وإنما أكثر سحراً بسبب تفاعلاتها المعقّدة.

---

* إن كثيراً من الخلايا في الحقيقة تضيع في عملية التطوّر، وهكذا فإن العدد الذي تبزغ به هو مجرّد تخمين. وبحسب المرجع الذي تعود إليه، يمكن أن يتنوّع 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 المغذّية، 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 إنّك 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 تنخرط 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 النتريك ساماً في الطبيعة وعنصراً شائعاً في تلوّث 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 ومُمرضات أخرى، وينظّم حاسّة الشمّ، وشرح أيضاً لماذا يهدئ النتروغرسلين؛ السائل الشديد التفجّر، ألم القلب المعروف باسم الذَّبحة الصدرية (يتحوّل إلى حمض النتريك 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 تتنوّع بشكل كبير في الحجم والشكل، من خلايا عصبية تستطيع خيوطها أن تمتد متراً إلى خلايا دموية حمراء صغيرة على شكل قرص، إلى الخلايا الكهرضوئية 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 منويٌّ نابض بويضة أكبر منه بـ 85,000 مرة (مما يشكك بمفهوم الهيمنة الذكرية). إن عرض الخلية البشرية في الحالة العادية، 20 ميكروناً -أي نحو جزء من مئتين من الملمتر)- مما يعني أنها صغيرة لا تُرى ولكنها تتسع بما يكفي كي تحمل آلاف البنى المعقّدة مثل الكوندريوسوم*، وملايين فوق ملايين من الجسيمات. وبمعنى أكثر دقة، تتنوّع الخلايا أيضاً في حيويتها. إن خلايا جسمك ميتة جميعها. وإنها نوعاً ما لفكرة مثيرة للحُنق أن نفكّر 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 رفّ 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 تتجدّد كل بضعة أيام. وتستمر خلايا الدماغ طالما أنت مستمر. إنك تُمنح مئة بليون خلية حين تُولد وهذا كل ما تحصل عليه. قُدِّر أنك تفقد 500 خلية كل ساعة، وهكذا إذا كان لديك عمل مهم ليس هناك في الحقيقة لحظة يجب أن تُضيّع. إن الأنباء الطيبة هي أن المكوّنات الفردية لخلايا دماغك تتجدد باستمرار وهكذا، كما هو الأمر مع خلايا الكبد، ليس هناك جزء منها من المرجح أن يعمّر 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 الخليّة هو روبرت هوك، الذي سبق وعرفنا أنه اختلف مع إسحاق نيوتن عن أسبقية ابتكار قانون التربيع العكسي. أنجز هوك أموراً كثيرة في أعوامه

* أحد جسيمات حبيبيّة عصويّة الشكل، أو خيطية الشكل في سيتوبلازم الخلايا. المترجم.

الثمانيــة والستين -كان منظّراً مكتملاً وبارعاً في صناعة أدوات بارعة ومفيدة- ولكن الشيء الوحيد الذي حقّق له الإعجاب الكبير هو كتابه المشهور «الفحص بالمجهر»: أو «بعض التوصيفــات الفسيولوجية لأجسام صغيرة عبر المكبّر»، الذي نُشر عام 1665. كشــف الكتاب لجمهــور مسحور كوناً مما هو صغــير جداً كان أكثر تنوّعــاً واكتظاظاً ومبنياً بشكل رائع ولم يسبق أن تصوره أحد.

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

جــاء الأمر صدمة حين بــدأ هوك بعد عقد هو وأعضاء الجمعيــة الملكية اللندنية، يتلقــون رسوماً وتقارير مــن تاجر أقمشة كتانيّة غير متعلّم في مدينة ديلفت الهولندية يستخدم تكبيرات أعلى بـ 275 مرة. كان اسم التاجر أنطوني فان ليفنهويك Antoni van Leeuwenhoek. وبالرغــم من أنه لم يمتلك إلا قليلاً من التعليم الرسمي وغير مطلع على العلم، فإنه كان راصداً فَهِماً ومخلصاً وعبقرياً في المجال التقني.

لا أحــد يعرف اليوم كيف حصل على تكبيرات رائعــة كهذه من أداة بسيطة تُحمل باليد، لم تكن أكثر من وتد خشبي بفقاعة صغيرة من الزجاج مثبتة عليه، غير أنها لا تشبه المكــبرات الزجاجية وما يعتقد معظمنا بأنه مجاهر. كان ليفنهويك يصنع أداة جديدة لكل تجربة يقوم بها، وكان سرياً 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 اشتُبه أنه استخدم الحجرة المظلمة (كاميرا بدائية)، وهي أداة ينفذ النور عبرها فترتسم فيها صور الأشياء الخارجية على الجدار أو السطح المقابل.

بدأ ليفنهويك العمل بعد أن تجاوز الأربعين من العمر، وقدّم في مدة خمسين عاماً مئتي تقرير تقريباً للجمعية الملكية بلغة هولندية وضيعة؛ اللهجة الوحيدة التي كان يتقنها. لم يقدم تفسيرات، وإنما حقائق ما اكتشفه، مزودة برسوم مُرهفة. 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 متقطّعة بسبب طبيعتها الكريهة التي لا مهرب منها). فحص تقريباً كل ما لم يُرَ بالمجهر سابقاً.

وبعد أن أفاد عن اكتشاف «حيوانات مجهرية» في عيّنة 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 ليفينهويك هو البُرزويّات (أحادية الخلية). وحسب أن هناك 8,280,000 من هذه الكائنات الصغيرة في قطرة ماء واحدة، أكثر من عدد السكان في هولندة. كان العالم يزخر بالحياة بطرق وأعداد لم يشتبه بها أحد من قبل.

بإلهام من اكتشافات ليفينهويك المذهلة، بدأ آخرون يحدقون في المجاهر بحدة بحيث اكتشفوا أحياناً أشياء لم تكن في الحقيقة هناك. واقتنع راصد هولندي محترم يُدعى نيكولاوس هارتسويكر أنه رأى «رجالاً صغاراً يعملون» في خلايا الحيوان المنوي. دعا الأشياء الصغيرة بالأقزام، واقتنع كثيرون لبعض الوقت أن كل البشر وكل الكائنات هم نسخة مضخّمة عن كائنات صغيرة تامة مُنْذرة. وقد جرف الحماس ليفينهويك 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 ليفنهويك 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 بـراون، ذلك الزائر المتكرر والغامض دوماً إلى تاريخ العلم. إن براون - الذي عاش مـن 1773 إلى 1858 - دعاها النـواة nucleus واشتقها مـن الكلمة اللاتينية nucula التي تعني الجوزة الصغيرة أو النواة. ولم يعرف أحد أن المادة الحية كلها هي خلوية حتى عام 1839. كان من اكتشف هذا هو ثيودور شوان Theodore Schwann، وهـو ألمـاني، ولم يكن متأخراً نسبيـاً فحسب - كما يحدث مـع الاكتشافات العلمية - وإنمـا لم يُقبـل بشكل واسع أيضاً في البداية. وفي ستينيـات القرن التاسع عشر، وبعد أن قـام العـالم الفرنسي لويـس باستور بعمل مهـم في فرنسة، تبيّن بشـكل حاسم أن الحياة لا يُمكن أن تنشأ تلقائياً، ولكن يجب أن تأتي من خلايا موجودة سابقاً. وعُرف الاعتقاد باسم «نظرية الخليّة»، وهي أساس علم البيولوجيا الحديث.

شُبِّهـتْ الخلية بكل شيء، فقـد شبهها عالم الفيزياء جيمـس تريفل بـ «مصفاة كيميائيـة معقّدة»، وشبّهها عالم الكيمياء الحيوية جاي براون بـ «مدينة شاسعة تعج بالتكاثـر». إن الخليـة هي كلاهما وليست أيّـاً منهما. وهي مثـل مصفاة من ناحية أنهـا مكرسة للنشـاط الكيميائي الهائـل، وكمدينة من حيث إنّهـا مكتظة ومشغولة وملأى بالتفاعلات التي تبدو مشوّشة وعشوائية، ولكنها تملك نسقاً واضحاً. ولكنها مـكان أكثر كابوسية من أي مدينة أو مصنع سبـق أن رأيته. ليس في الخلية أعلى أو أسفـل (فالجاذبية لا تنطبق علـى الوزن الخلوي)، ولا يوجد فـراغ بحجم ذرة غير مستخـدم. هناك نشاط في كل مكان وطنين لا يتوقّـف للطاقة الكهربائية. يمكن ألا تشعـر بـأن الكهرباء تسري فيك بشكل مـروع، ولكنك كذلك. فالطعـام الذي نأكله والأوكسجين الذي نتنفّسه 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 يسافـر مسافات تُقاس بالنانومتر (جزء من بليون من المـتر). على أي حال، ارفع هـذا وسوف يعادل صدمة من 20 مليون فولـت في كل متر، وهو الشحنة نفسها التي تحملها العاصفة الرعدية.

إن الخلايـا كلهـا تقريباً مبنية وفق الخطـة نفسها جوهرياً مهمـا كان حجمها أو شكلهـا: لها علبة خارجية أو غشـاء، ونواة تستقر فيها المعلومـات الوراثية الضرورية

لجعلك تستمر، وفراغ مشغول بين الاثنين يدعى السيتوبلازم. ليس الغشاء - كما يتخيله معظمنا - علبة مطاطية قابلة للاستمرار، شيئاً تحتاج إلى دبّوس حاد كي تثقبه. إنها مصنوعة من نوع من المادة الدهنية تُعرف باسم اللبيد (الشّحم)، 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 المجهري تتصرف الأشياء بشكل مختلف. فبالنسبة لأي شيء على مستوى الجزيء يصبح الماء نوعاً من الجلّ المتين أو ليبيداً (شحم) كالحديد.

لو كان بوسعك زيارة خليّة، فإنك لن تحب ذلك. إذا نُفخت إلى وزن تصبح فيه الذرات بحجم حبة بازلّاء، فإن الخلية نفسها ستكون كرة بعرض ميل تقريباً، يدعمها إطار معقّد من العوارض التي تُدعى هيكل خلوي عظمي cytoskeleton. وفي داخله، ملايين فوق ملايين من الأشياء بعضها بحجم كرة السلة، وبعضها الآخر بحجم سيارة ستنطلق كالرصاص. ولن يكون هناك مكان تقف فيه دون أن تُصاب وتُثقب آلاف المرّات من الجهات جميعها. وحتى بالنسبة لسكانه الدائمين فإن داخل الخليّة مكان خطر. إن كل خيط من الـ(DNA) يهاجم أو يُخرّب بمعدّل 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 الخليّة.

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، مضيفة 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 مكوّناتها 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 عصيّ على خيالنا، بسبب السرعة التي لا تُصدق التي تحدث بها الأمور فيه».

إذا أبطأنا الأمور إلى سرعة يمكن ملاحظة التفاعلات فيها، فلن تبدو الأشياء مثيرة للأعصاب. سترى أن الخلية هي ملايين الأشياء جسيمات حالّة lysosomes، وجسيمات باطنيّة endosomes، وجسيمات رّيبية ribosomes، والجزيئات المرتبطة بالذرة المركزية ligands، وخلايا سيتوبلازمية لإنتاج وتفكيك بيروكسيد الهيدروجين peroxisomes، وبروتينات من الأشكال والأحجام جميعها تصطدم بملايين من الأشياء الأخرى، وتقوم بمهمات عاديّة: تستخلص الطاقة من المواد المغذّية، وتجمع البُنى، وتتخلّص من الفضلات، وترد المتطفلين، وترسل وتتلقّى الرسائل، وتقوم بالإصلاحات. تحتوي الخلية بشكل عادي على عشرين ألف نوع مختلف من البروتينات، وهناك ألفا نوع من هذه البروتينات يمثله كل منها على الأقل خمسون ألف جسيم. يقول نُلاند: «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 خليّة. إن رقماً كبيراً كهذا يقدم فكرة ما عن ضخامة النشاط الحيوي الكيميائي في داخلنا».

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

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

يمكـن ألا تكون قد سمعت بالإي تي بي، ولكنه هـو الذي يجعلك حيّاً. إن جسيمات الإي تـي بـي هي بطاريـات تتحرك عبر الخلية، وتـزوّد كل عمليات الخليّـة بالطاقة، وتستمـر حياتنا بسب هـذا كله. ففي أي لحظة، يكون في خليّـة عاديّة في جسمك نحو بليـون جسيم إي تـي بي، وبعد دقيقتين، يجفّ كل واحد منهـا ويحل مكانه بليون. وفي كل يـوم تُنتج وتستهلك كمية مـن الإي تي بي تعادل نصف وزن جسمك. تحسّس دفء جلدك. هذا هو الـ (ATP) الخاص بك في أثناء العمل.

حـين لا يعـود هناك حاجة إلى الخلايا، فإنها تمـوت بكرامة عظيمة كما يمكن ان يُقـال. تأخذ كل الدعامات التي تدعمها وتلتهم أجزاءهـا المكوّنة. تُعرف هذه العملية باسـم موت الخليّة المُبرمج. ففي كل يوم يموت البلايين من خلاياك من أجل فائدتك وتقـوم بلايين أخرى بتنظيف البقايا. يمكـن أن تموت الخلايا بعنف أيضاً مثلاً، حين تُصـاب بالعدوى ولكنها تمـوت في معظم الأحيان لأنه يُطلب منها ذلك. وفي الحقيقة، إذا لم يُطلب منها أن تحيا إذا لم تُمنح نوعاً من التوجيه النشيط 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 خلايـا مشوّشة. ترتكب الخلايا هذا الخطأ بشـكل منتظم، ولكن الجسم يحتوي على آليـات متقنة للتعامـل معه. ومن النادر أن تخرج العملية عـن السيطرة. يعاني البشر مـن مرض مهلك واحـد في كل 100 مليون بليون انقسام للخلية. إن السرطان هو حظ سيئ بكل ما للكلمة من معنى.

لا تكمـن أعجوبة الخلايا في أن الأمور تخطئ أحياناً، وإنما في أنها ترتب كل شيء بهـدوء مـدة عقد في كل مـدة. وتفعل ذلك عـبر إرسالها باستمرار جـداول الرسائل ومراقبتهـا رسائـل متنافـرة من أنحـاء الجسم جميعهـا: توجيهـات، واستفسارات، وتصحيحـات، وطلبات مساعـدة، وتحديثات، وملاحظات عن الانقسـام أو الانتهاء. وتصـل هذه الإشارات معظمها بواسطة سعاة يُدعـون الهرمونات، ووحدات كيميائية كالأنسولين، والأدرينالين، والأوستروجـين والتيستوستيرون التي توصل المعلومات من

مواقع بعيدة مثل الغدّة الدرقية أو الغُدد الصمّ. وتصل رسائل برقية 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 مدهشة، 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 تنسوا أبداً أن كل ما هو حي أعجوبة من أعاجيب الهندسة الذرية.

والواقع أن بعض المتعضيات التي نعتقد أنها بدائية تتمتّع بمستوى من التنظيم الخلوي يجعل نظرتنا تبدو مبتذلة. 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 يُفهم 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 إنكلترة 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، تلقّى 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 خشيَ من أن الموضوع محدود جداً بحيث لن يجذب انتباه جمهور واسع. وحثّ 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 المفضّلة في الصراع من أجل الحياة في أواخر تشرين الثاني من عام 1859، وسُعّر 15 شلناً. 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 منصبّاً على ديدان الأرض، الذي كان سيمضي حياته كريفي 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 آلم باستمرار والده المترمّل 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 إبراهام لنكولن 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 المخدّر 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 أحبّ شكل أنف دارون (وقد قال: إن هذا يعكس عمق الشخصية). لم يكن دارون خيار فيتزروي الأول، ولكنه اختير لأن رفيق فيتزروي المفضّل انسحب. ومن منظور القرن الواحد والعشرين كانت السمة المشتركة الأكثر إدهاشاً بين الاثنين هي فتوّتهما 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 حرفي توراتي للخلق. وبما أن دارون كان مدرّباً 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 المُشكّلة لحياته، ولكنها كانت أيضاً أكثر تجريباً. اقتسم هو وقبطانه كبيناً 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 «تتاخم الجنون»، كما تذكّر دارون فيما بعد. مالت الرحلات البحرية إلى أن تصبح مشروعات كئيبة في أفضل الأوقات، فقد انتحر قبطان البيجل السابق،

مطلقـاً رصاصة على دماغه في أثناء لحظة من الكآبـة والوحدة، وجاء فيتزروي من أسـرة معروفة بميلها إلى الكآبـة. أما عمه، الفسكونت كاسلـري، فقد ذبح نفسه في العقـد 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 غريـب. ذُهـل دارون حين علم في نهاية الرحلـة أن فيتزروي تزوّج فـوراً امرأة شابّة خطبهـا منذ وقت طويـل. فطوال خمس سنـوات من رفقته مـع دارون، لم يلمّح مرة واحدة إلى الارتباط، أو يذكر اسمها.

كانت رحلة البيجل انتصاراً في المناحي الأخرى جميعها. جرّب دارون المغامرة وجمع كميات من العيّنـات لصناعة شهرته وجعله منشغلاً لسنوات عدة. عثر على مجموعة نفيسـة من الأحافير القديمـة المهمة، وبينها أروع (بهضـم megatherium) معروف حتى الآن؛ نجا من زلزال مهلك في تشيلي؛ واكتشف أنواعاً جديدة من الدلافين (التي سمّاها بإحساس بالواجب على اسم القبطان فيترزوي Delphinus Fitzroyi)؛ وقام باستقصاءات جيولوجية مفيدة عبر الأنديز؛ وطوّر نظرية جديدة لاقت إعجاباً كبيراً عـن تشـكّل الشّعب المرجانية، التي اقترحت - وليس مـن قبيل المصادفة - أن الشّعب لا يمكن أن تتشكّل في أقل من مليون سنة. كان هذا التلميح الأول عن فكرته حول قِدم العمليـات الأرضية. وفي عـام 1836، وفي سن السابعة والعشرين، عاد إلى الوطن بعد أن غاب خمس سنوات ويومين. ولكنه لم يغادر بريطانية بعد ذلك.

كان هنـاك شـيء لم يفعلـه دارون في رحلته هـو مناقشة نظرية النشـوء. ذلك أن النشـوء كان مفهومـاً قديمـاً يعود إلى ثلاثينيـات القرن التاسع عشـر. فقد بجّل جدّ دارون، إرازموس، المبـادئ النشوئية في قصيدة بعنوان «معبـد الطبيعة» قبل سنوات مـن ولادة تشارلـز. ولم تأتـه فكرة أن الحيـاة صراع أبـدي وأن الانتخـاب الطبيعي وسيلـة تساعد بعض الأنواع على الازدهار على حساب أنواع أخرى، إلى أن عاد دارون الشاب إلى إنكلترة وقرأ كتاب توماس مالتوس (مقالة في مبدأ السكان) (التي قالت: إن الزيـادة في الطعـام والمؤونة لا يمكـن أن تتماشى أبداً مع النمـوّ السكاني لأسباب رياضية». وبشكل محدد، ما رآه دارون هو أن المتعضّيات جميعها تتنافس على الموارد،

وأولئـك الذيـن يمتلكون بعض التفوق الفطري سيزدهـرون ويمررون ذلك التفوق إلى سلالتهم. بهذه الوسيلة ستتحسّن الأنواع باستمرار.

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

مـن المثير أن دارون لم يستخدم عبارة «بقـاء الأنسب» في أعماله (بالرغم من أنه عبّر عن إعجابه بها). نحت هربرت سبنسر التعبير في عام 1864، بعد خمس سنوات مـن نشر أصل الأنواع، في كتابه مبـادئ البيولوجيا. لم يستخـدم دارون كلمة «نشوء» حتـى الطبعة السادسة من كتابـه (وفي ذلك الوقت صار استخدامهـا واسع الانتشار بحيث لا تمكن مقاومته)، مفضلاً بدلاً من ذلك «انحدار مع تعديل». فضلاً عن ذلك، لم يلهـم استنتاجاتـه جميعها بأي طريقـة الوقت الذي قضاه في جـزر الغالاباغوس، وخصوصـاً حين لاحـظ تغايراً مهمـاً في مناقير طيـور البِرَقش. فالقصـة كما تُروى تقليديـاً (أو علـى الأقل كمـا يتذكرها كثيرون منا بشكل متكرر) هـي 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 لكسـر الجوز، بينمـا كانت في الجزيرة الآتية طويلة ورقيقـة ومناسبة جداً لاستخراج الطعـام مـن الصدوع، وهذا ما دفعه إلى التفكير في أن الطيـور لم تُخلق على الأرجح بهذه الطريقة، وإنما بمعنى ما خلقتْ نفسها.

قامـت الطيـور بخلق نفسهـا في الواقع، ولكن لم يكن دارون هـو الذي لاحظ هذا. ففي زمن رحلة البيجل كان قد خرج دارون لتوّه من الجامعة، ولم يكن قد أصبح عالم طبيعـة مكتملاً، وهكذا أخفق في رؤية أن طيور الغالاباغوس كانت كلها من نوع واحد. كان صديقـه عـالم الطيور جون جولد هو الذي أدرك أن ما عـثر عليه دارون هو كثيرٌ مـن طيور البرقش ذات المواهـب المختلفة. ولسوء الحظ، لم يلاحظ دارون في تجربته أي طيـور جاءت من أي جزر (ارتكب خطأ مشابهاً حيال السلاحف). واستغرق الأمر سنوات لتصحيح الأمر.

وبسبب هذه الاكتشافات المتنوّعة، والحاجة إلى البحث في صناديق كثيرة من عيّنات البيجل، لم يبدأ دارون حتى عام 1842 - بعد خمس سنوات من عودته إلى إنكلترة - بوضع مخطط مبادئ نظريته الجديدة. وقد وسّعها إلى 230 صفحة بعد عامين. ثم قام بشيء فائق للعادة: ترك ملاحظاته جانباً وفي العقد والنصف اللاحقين شغل نفسه بأمور أخرى. أنجب عشرة أولاد، وكرّس 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، ومغشيّاً عليه، و«مضطرباً»، كما عبّر عن الأمر. واشتملت الأعراض على غثيان مروع وارتعاد، وشقيقة، وإعياء وارتجاف، وبقع أمام العينين، وضيق نَفَس، 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 عضة حشرة Benchuga في أمريكة الجنوبية. وكان الشرح الأكثر واقعيّة هو أن حالته كانت سيكوسوماتيّة**. وفي غالب الأحيان لم يكن يستطيع العمل لأكثر من عشرين دقيقة، وأحياناً لا يستطيع حتّى هذا.

كان كثير من وقته المتبقي مكرّساً لسلسلة من العلاجات اليائسة بشكل متزايد كحمامات ماء مثلج، والغطس في الخلّ، وتغليف نفسه «بسلاسل كهربائية» أخضعته لبعض صدمات التيّار. 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 الزوّار ويتجنّبهم عند الضرورة.

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

* مرض استوائي يُحدث حمّى مرتفعة متطاولة وتضخُّماً 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 عقليّ.

الطبيعـي للخلق غضب كثير من عالم المفكرين حين اقـترح أنه من المحتمل أن البشر تطـوّروا من بدائيين أدنى دون مساعـدة خالق إلهي. متوقعـاً الصرخة، اتخذ المؤلف خطوات حريصة كي يخفي هويّته، وأبقاها سرية حتى عن أقرب أصدقائه في الأعوام الأربعـين الآتية. وتساءل بعضهم إن كان دارون نفسه قد ألف الكتاب؟ واشتبه آخرون بـأن المؤلف هو برنس ألبرت. وفي الحقيقة، كان المؤلف ناشراً أسكتلندياً ناجحاً وغير مدّعٍ يُدعى روبرت تشامبرز الذي كان لتردده في الإفصاح عن نفسه بعد عملي وكذلك بعـد شخصي: وكانت شركته ناشـرة بارزة للكتب المقدسة*. شُـنّ هجوم عنيف على كتـاب آثار من فوق المنابر في أنحـاء إنكلترة كلها وما وراءها، ولكنه جذب أيضاً كمية جيّـدة من غيظ الباحثـين. وكرست مجلة إدنبرة ريفيو عدداً كاملاً تقريباً 85 صفحة لتمزيقـه إلى أشلاء. وحتى (تي. إتش. هكسلي)، الذي يؤمن بالنشوء، هاجم الكتاب ببعض السميّة، غير مدرك أن المؤلف كان صديقاً له.

كان مـن الممكـن أن يظلّ مخطوط دارون حبيس الأدراج حتـى وفاته، ولكن بسبب ضربـة مرعبة جاءت مـن الشرق الأقصى في أوائل صيف عـام 1858، في شكل رزمة تحتـوي على رسالـة ودّية من عالم طبيعة شـاب يُدعى (ألفرد رسـل والاس) ونسخة مـن دراسة بعنوان «في ميـل التنوّعات إلى أن تغادر بلا نهاية النمط الأصلي»، تلخّص نظريـة الانتخاب الطبيعـي التي كانت بشكل واضح مشابهة لمذكـرات دارون السرّية. كانت الصياغة تشبه صياغة دارون. وقال دارون بمقت: «لم أرَ أبداً مصادفة مفاجئة أكـثر من هذه». «لـو كان لدى والاس مخطط مخطوطي الـذي كُتب في 1842، لما كان بوسعه أن يكتب خلاصة قصيرة أفضل».

لم يدخـل والاس في حيـاة دارون بشكل مفاجـئ كما يقـال أحيانـاً. كان الاثنان يتراسـلان سابقاً، وقد أرسل والاس لدارون أكثر من مرة عيّنات بسخاء، معتقداً أنها تهمّـه. وفي مجرى هذه التبادلات حذر دارون بدماثـة والاس من أنه يعدّ موضوع خلق الأنـواع من اختصاصه الحصـري. «إن هذا الصيف سيجعل المـدة عشرين سنة(!)

* كان دارون أحد القلة الذين خمّنوا 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.

منـذ أن فتحت دفتري الأول حول مسألة كيـف 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 يطوّرها لطوال عقدين.

وجـد دارون نفسـه في مأزق مؤلم. إذا اندفع إلى النشر كـي يحفظ أسبقيته، فإنه سيستفيـد من إشـارة من معجب بعيد. ولكـن إذا تنحّى جانباً – كمـا 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.

ومـن أجل مضاعفة بؤسه أصيب ولده الأصغر، الذي سمّاه 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 تشارلـز ليل وجوزف هوكر، عارضـاً التنحي جانباً ولكنه نبه أن فعل ذلك يعني أن كل عملـه، «سوف يُقضى عليه». وجاء ليل وهوكر بتسوية هي تقديم ملخص لأفكار دارون ووالاسـ سوية. وكان الحل الذي استقرا عليه هو اجتماع للجمعية الليينية، التي كانت تصـارع آنذاك كي تعثر على طريق العودة إلى عادتهـا كمركز للصدارة العلمية. وفي 1 تمـوز 1858 كُشفـت نظريـة دارون ووالاس للعالم. لم يكـن دارون حاضراً. وفي يوم الاجتماع كان هو وزوجته يدفنان ولدهما.

كان تقـديم دارون والاسـ واحداً من سبعة في ذلـك المساء، كانت هناك محاضرة عن نباتات أنغولا المزهرة، لم يكن الجمهور المؤلف من ثلاثين شخصاً يمتلك أي فكرة أنـه يشهد الأوج العلمي للقرن، ولم يظهـر أي إشارة تدل على ذلك. لم يحدث نقاش. ولم يجذب الحدث كثيراً من الانتباه في أمكنة أخرى. قال دارون بابتهاج فيما بعد: إن الشخصـ الوحيـد الذي ذكر البحثين في الطباعة هو الأستـاذ 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 الحدائقي 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 برمته. ردَّ ماثيو بطريقة حيوية في رسالة إلى جاردنر كرونيكل حين رأى دارون يكسب الشهرة في كل مكان من أجل الفكرة، التي كانت في الحقيقة فكرته. اعتذر دارون دون تردّد، 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 - حكراً 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 آلمت بعمق زوجته الحبيبة المتدينة. وحتى هكذا، انطلق إلى العمل فوراً موسّعاً مخطوطه إلى كتاب. ودعاه مؤقتاً «خلاصة مقال في أصل الأنواع وضروبها من خلال الانتخاب الطبيعي». كان هذا العنوان فاتراً ومؤقتاً بحيث إنّ 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

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

ولكـن كان هنـاك دارون – دون أي دليل – يلح أن البحار الأولى كان يجب أن تكون زاخـرة بالحياة ولم نعثر عليها بعد لأنه، مهما كان السبب، لم تُحفظ. لم يكن بوسعها أن تكـون غير ذلك. وأكد دارون: «إن القضية حاليـاً يجب أن تبقى غير قابلة للشرح، ويمكـن أن يُلح عليهـا بوصفها حجة صالحة ضد وجهات النظـر المطروحة هنا»، لقد سمـح بـكل صراحة، ولكنه رفض أن يسمح احتمـالاً بديلاً. وعبر الشـرح قال بشكل مبتكـر ولكن غير صحيح ربما كانت البحار الكمبرية صافية جداً بحيث لا يمكن ترك الرسابة وبالنتيجة لم تُحفظ أي أحافير.

تضايـق حتى أعز أصدقاء دارون من استهتار بعض تأكيداته. قال آدم سيدجويك – الـذي درّس دارون في كمبريدج وأخـذه في رحلة جيولوجيـة إلى ويلز عام 1831 – إن الكتـاب «سبب لـه ألماً أكثر مما منحـه متعة». وقال لويس أجاسيـز، عالم الإحاثة السويسري الشهير: إن هذا تخمين لا أساس له. وقال لويل بكآبة: «إن دارون يشطح».

كره تـي. 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 المتعضيّات المعقّدة يمكن أن تبزغ في مراحل بطيئة. ما فائدة عشر جنـاح أو نصف عين في النهاية؟ إن أعضـاء 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 دينيـة محافظة جداً، كان أول من وضعها هو عـالم اللاهوت الإنكليزي ويليم بالي في عـام 1802، وعرفـت باسـم «اشتقاق الحجة مـن النظام». قال بالي: إنـه إذا عثرت علـى ساعة جيب علـى الأرض، حتى لو لم يحدث أن رأيت شيئـاً كهذا من قبل، فإنك ستُدرك 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، وقـد سببت مشكلات لـدارون أيضاً. وأقر في رسالة إلى صديـق: «إن العين تسبب لي القشعريـرة حتى اليوم». وسلّم في كتـاب 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 يلحّ دارون فحسب علـى أن التغير تدريجي - ولكـن تقريباً في طبعات (أصل الأنـواع) جميعها زاد كمية الوقـت التي افترضها ضرورية للسماح للتطور بالتقدم، مما جعل أفكاره غير مفضلة بشـكل 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 - آخذين في الحسبان أن دارون دعا كتابه أصل الأنواع - فـإن الشيء الوحيد الـذي لم يستطع شرحه هو كيف نشأت الأنواع. اقترحت نظرية دارون آلية تشرح كيف يمكن أن تصير الأنواع أكثر قوة أو أفضل أو أسرع، باختصار، أكـثر ملاءمة ولكنه لم يشـرح كيف تطرح نوعاً جديداً. فكّر مهندس أسكتلندي يُدعى فلمينـغ جنكينـز في المشكلة، وانتبه إلى خطأ مهم في حجة دارون. اعتقد دارون أن أي سمة مفيدة نشأت في جيل واحد ستُنقل إلى الأجيال اللاحقة، وبالنتيجة تقوّي الأنواع. أشـار جنكينـز إلى أن سمة مفضلة في أحـد الوالدين لن تصبـح مهيمنة في الأجيال اللاحقـة، وإنمـا ستضعف بسبب الاختـلاط. إذا سكبت الوسكـي في إبريق ماء، فلن تجعل الوسكي قوية وإنما ستخفّفها. بالطريقة نفسها، إن أي سمة مفضلة يُدخلها أحد الوالديـن ستخف بالتعاقب من قبل المزاوجات اللاحقـة إلى أن تختفي. وهكذا كانت نظريـة دارون وصفة ليست للتغير وإنما للاستمرارية. إن ضربات حظ يمكن أن تنشأ مـن مدة لأخرى، ولكنها ستتلاشى في الحال تحت الدافـع العام لإرجاع كل شيء إلى

توسّـط ثابـت. وإذا كان يجب أن يعمل الانتخاب الطبيعـي فهناك حاجة إلى آلية غير مفكر فيها بديلة.

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

وُلـد مينديـل عـام 1822 لأسـرة متواضعة مـن المزارعـين في مـكان منعزل من الإمبراطوريـة النمساوية فيما هو الآن الجمهوريـة التشيكية. صوّرته الكتب المدرسية مـرة كراهب بسيط متقيد بالتقاليـد وريفي، وأن اكتشافاته تمّـت بالمصادفة، نتيجة ملاحظـة سمات مهمـة في الوراثة بينما كان يعبث بنباتـات البازلاء في حديقة مطبخ الكاتدرائية. وفي الواقع كان مينديل عالماً مدرّباً درس الفيزياء والرياضيات في مؤسسة أولمتـز الفلسفية وفي جامعة فيينا، وكان كل ما فعلـه 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.

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

لم يستخدم أبداً كلمة «مورِّثة» (جينة) لم تُنحت حتى عام 1913، في قاموس طبّي إنكليـزي، بالرغم من أنه ابتكر مصطلحي «مهيمـن» و«مُنحسر». ما أسسه هو أن كل بـذرة تحتوي على «عنصريـن» كما دعاهما: واحـد مهيمن والآخـر منحسر، وهذان العاملان، حين يُمزجان، ينتجان نماذج قابلة للتنبؤ من الوراثة.

حـوّل 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

فـإن ميندیل كان علمياً جـداً في مقاربته، ذلك أنه حين قـدّم اكتشافاته في اجتماعَيْ شبـاط وآذار لجمعيـة التاريـخ الطبيعي في برنو في 1865، أصغـى جمهور من أربعين شخصاً بعناية، ولكنهم لم يتأثّروا على ما يبدو، بالرغم من أن استيلاد النباتات كان مصلحة عملية مهمة جداً لكثير من أعضاء الجمعية.

حـين نُشر تقرير ميندیل، أرسل بلهفـة نسخة إلى عالم النبات السويسري العظيم كارل فلهلـم فون (ناجيلـي) Karl-Wilhelm von Nageli، الـذي كان دعمه حيوياً تقريبـاً لنجاح النظرية. ولسوء الحظ، أخفق ناجيلي في فهم أهمية اكتشاف ميندیل. واقـترح أن يحاول ميندیل استيـلاد العُشبة الصقرية*. أطاعـه ميندیل ولكنه أدرك بسرعة أن العشبة الصقرية لا تمتلك أياً من السمات المطلوبة لدراسة قابلية التوريث. كان مـن الجلـيّ أن ناجيلـي لم يقـرأ الدراسة بدقـة، أو ربمـا لم يقرأها أبـداً. شعر ميندیـل بخيبـة الأمل، فترك استقصـاء قابلية التوريث، وأمضى مـا تبقى من حياته يزرع الخضراوات المميزة، ويدرس النحل والفئران وكُلَف الشمس**، بين أمور أخرى كثيرة. وفي النهاية جُعل رئيساً للدير.

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

معـاً – ودون أن يـدركا ذلك – وضـع دارون وميندیل الأساس لـكل علم الحياة في القرن العشرين. رأى دارون أن كل الأشياء الحية مرتبطة ببعضها بعضاً، وأنها «تعود سلالياً إلى مصـدر واحـد مُشترك»؛ قدّم عمـل ميندیل الآلية لشـرح كيف يمكن أن يحدث هـذا. كان بوسع الرجلين أن يساعدا بعضهما بعضاً بسهولة. كان لدى ميندیل طبعـة ألمانية من كتاب أصل الأنـواع، ومن المعروف أنه قرأه، ولا بد أنه أدرك أن عمله

* نبات من الفصيلة المركّبة ذو زهرات صفراء أو برتقالية اللون. المترجم.

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

يمكـن تطبيقه على عمل دارون، ولكنه على ما يبـدو لم يبذل أي جهد كي يتصل معه. ودارون، بـدوره، من المعروف أنه درس دراسة (فـوك) المؤثرة بإشاراتها المتكررة إلى عمل مينديل، ولكنه لم يربطها بدراساته الخاصة.

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

حدثـت المواجهة يوم السبت، 30 حزيـران 1860، في اجتماع الجمعية البريطانية لتقـدم العلـم في أكسفورد. وقد تم حثّ هكسلي كي يحضـر من قبل روبرت تشامبرز، مؤلـف آثـار التاريـخ الطبيعي للخلـق، بالرغم من أنـه كان ما يـزال لا يعرف علاقة تشامـبرز بذلـك الكتاب الكبير المثـير للجدل. كان دارون غائباً كمـا هو الحال دوماً. عُقـد الاجتمـاع في متحف أكسفورد لعلـم الحيوان. وحضر أكثر مـن ألف شخص في الغرفـة؛ وتم إبعـاد مئة. وعرف النـاس أن شيئاً كبيراً سيحـدث، بالرغم من أنه كان عليهـم الانتظار فيما كان متحـدث ممل جداً يدعى وليم دريبر مـن جامعة نيويورك يشـق طريقـه بشجاعة عبر ساعتين مـن الملاحظات التمهيدية عـن «التطور الفكري لأوروبة مفكراً فيه عبر الإشارة إلى وجهات نظر دارون».

أخيراً، نهض أسقف أكسفورد صامويل ولبرفورس كي يتحدث. كان ولبرفورس قد اطلع على الأمر (كما افترض عامةً) بشكل موجز من رتشارد أوين المعارض المتحمس لـدارون، الذي زاره الليلة الماضية. وكما يحدث عادة مع الأحداث التي تنتهي بضجة، تتنـوّع القصص عما رشح بشكل كبير. وفي النسخة الأكثر شعبية، أن ولبرفورس حين كان يتحـدث استـدار إلى هكسلي بابتسامة جافة، وسألـه إن كان منحدراً من القردة عـن طريـق جدته أو جـده؟ كان القصد من هـذه الملاحظة هو السخريـة دون شك، ولكنها جاءت كتحدٍّ بارد. استدار هكسلي إلى جاره وهمس: «لقد أرسله الله بين يدي»، ثم نهض باستمتاع معيّن.

تذكّـر آخـرون هكسلي وهو يرتجـف من الغضـب والاستياء. على أي حـال، أعلن هكسلـي أنه يفضـل القرابة مع قرد بدلاً من شخص يستخدم مركزه؛ كي يقدم ثرثرة لا أساس لها فيما هو ندوة علمية كما هو مفترض. كانت هذه الإجابة الطاعنة وقاحة فضائحيـة، وإهانة لمكتب ولبرفورس، وتحولت المجريات فـوراً إلى صخب. غشي على السيـدة بروستر. وتجـول روبرت فيتزروي، رفيق دارون على مـتن 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 حديثـاً). ومـن المثـير، أن كل طرف زعم فيما بعـد أنه هزم الآخـر. في النهاية أعلن دارون عـن اعتقـاده بقرابتنـا مع القـردة في كتابه تحـدّر الإنسان عـام 1871. كان الاستنتـاج جريئاً، بما أنه لا شيء في سجـل الأحافير دعم نظرية كهذه. كانت البقايا البشريـة الأولى الوحيدة المعروفة هي العظـام النياندرتالية من ألمانية، وبعض القطع القليلـة غـير المؤكدة من عظام الفكين، ورفض كثير مـن العلماء المحترمين أن يؤمنوا حتـى بقدامتها. كان تحدّر الإنسان كتاباً مثيراً للجدل أكثر من أصل الأنواع، ولكن في وقـت ظهوره قلت إثارة العالم وسببت حججه إثـارة أقل. والسبب الأكبر هو أن دارون أمضى أعوامه الأخيرة مهتماً بمشروعات أخرى لم يتعلق معظمها إلا عرضيّاً بمسائل الانتخـاب الطبيعي. أمضى أوقاتـاً طويلة يلتقط زرق الطيـور ويفحص المحتويات في محاولة لفهم كيف تنتشر البذور بين القارات، وأمضى المزيد من السنوات يدرس سلوك الديدان. وكانت إحدى تجاربه أن يعزف لها على البيانو لا لكي يسلّيها، وإنما كي يدرس تأثـير الصوت والاهتزاز عليهـا. كان أول من أدرك أن الديـدان مهمة جداً لخصوبة التربة. «يمكن أن يُشك إن كان هناك كثير من الحيوانات الأخرى التي أدت دوراً مهماً كهـذا في تاريخ العالم»، كتب في عمله الرائد عـن الموضوع، تشكيل تراب الخضراوات عـبر عمل الديـدان (1881)، الذي كان أكثر شهرة من كتـاب أصل الأنواع. ومن بين كتـب دارون الأخرى عن الوسائـل المختلفة التي تغذي بها الحشـرات نبات السحلبية البريطـاني والأجنبـي (1862)، (والتعبـير عـن العواطف لدى الإنسـان والحيوان) (1872)، الذي بيع منه 5,300 نسخة في يومه الأول، (وتأثيرات التخصيب التهجيني

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

تلقى دارون كثيراً من التكريم في أثناء حياته، ولكن لم يتلقَّه أبداً عن أصل الأنواع أو انحدار الإنسان. منحته الجمعية الملكية وسام كوبلي الرفيع من أجل نظرياته في الجيولوجيا وعلم الحيوان والنبات، ولكن ليس من أجل نظرياته في النشوء، وكانت الجمعية الليينية مسرورة أيضاً كي تكرّم 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 ميندل بعد عامين.

لم تحظَ نظرية دارون بقبول واسع حتى الثلاثينيات والأربعينيات، مع وصول نظرية مصقولة دُعيت بغطرسة معيّنة «التركيب الحديث»، وهي مزيج من أفكار دارون وميندل وآخرين. ولم يكرم ميندل إلا بعد وفاته، ولكن هذا حدث في الحال. ففي 1900 أعاد ثلاثة علماء يعملون بشكل منفصل في أوروبة اكتشاف عمل ميندل بشكل متزامن تقريباً. وزعم أحدهم - وهو هولندي يُدعى هوجو دي فرايس - أن اكتشافات ميندل هي من عمله، قام منافس بإعلان صاخب أوضح فيه أن صاحب الحق في الاكتشاف 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 نفكّر 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.

obeikandl.com

الفصل السادس والعشرون

مادة الحياة

لـو لم يتزوج والداك حين فعلا هذا لكان من المحتمـل ألا تكون هنا لثانية أو لجزء مـن مليون من الثانية. ولـو لم يتزوج والداهما في وقت محدد بدقة لما كنت هنا أيضاً. ولـو 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 أجيـال فقط إلى الوقت الذي وُلد فيه تشارلز دارون وإبراهام لنكولن، وسيكون هناك أكـثر من 250 شخصاً يعتمـد وجودك على زواجهم الـذي تم في حينه. تابع أكثر من ذلـك، إلى زمـن شكسبير وحجاج الميفلاور، وسيكون لديك ما لا يقل عن 16,384 من الأسلاف تناقلوا المادة الجينية بطريقة قادت في النهاية وبشكل إعجازي إليك.

منـذ عشرين جيلاً، كان عدد الناس الذيـن تناسلوا لصالحك 1,048,576. وقبل خمسـة أجيال من هذا، كان هناك ما لا يقل عـن 33,554,432 من الرجال والنساء، الذيـن يعتمد وجودك على زواجهم. وقبل ثلاثين جيلاً، سيكون العدد الكلي لأسلافك تذكّـر أن هؤلاء ليسوا أبناء عم وعمات وأقرباء آخرين، وإنما تعاقب للوالدين في خط يقـود بشكل متعـذر اجتنابه إليك هو أكثر مـن بليـون، (1,073,741,824، كي نكون دقيقـين). وإذا عدت إلى الوراء 64 جيـلاً، إلى زمن الرومان، فإن عدد الناس الذين يعتمـد وجودك على جهودهم التعاونية سيرتفع تقريبـاً إلى مليون ترليون، وهذا أكبر بآلاف عدة من العدد الكلي للناس الذين سبق وعاشوا.

مـن الواضح أن هناك خطأ مـا قد حدث في حساباتنا. ويمكـن أن يهمك أن تعلم أن الإجابـة هي أن خطك ليس نقياً. فأنت لا تستطيع أن تكون هنا دون قليل من سفاح القربـى، وفي الحقيقـة كثير منه ولو لمسافة جينية رصينـة. وبوجود ملايين كثيرة من

الأسـلاف في خلفيتك، سيكون هناك كثير من المناسبات حين يكون ابن خال بعيد من ناحية أمك قد تزاوج 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 مـا ممتـازة. والواقع أنـك لو نظرت حولك في حافلـة أو حديقة أو مقهـى أو أي مكان مكتـظ، فإن الناس الذين تراهم معظمهم من المرجّح جداً أنهم أقرباء. حين يتباهى أحدهـم أمامـك أنه انحـدر من شكسبير أو وليـم الفاتح يجب أن تجيبـه على الفور: «وأنا، أيضاً!» بالمعنى الأكثر دقة وجوهرية نحن نشكل أسرة واحدة.

نحـن متشابهون أيضاً بوضوح. قارن بين جيناتك وجينات أي إنسان آخر وستكون نفسهـا بنسبة 99.9%. هذا مـا يجعلنا نوعاً. إن الفروق الطفيفة في الـ 0.1% المتبقية «تقريبـاً قاعـدة نكليوتيد واحـدة one nucleotide base في كل ألـف»، كما قال عالم الوراثـة البريطاني الحاصل علـى جائزة نوبل جون سلستون هو مـا يمنحنا فرديتنا. وقـد 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 لكنا 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، لنبـدأ بالخلية مرة أخرى. في داخل الخلية نواة وداخل كل نواة هناك الكروموسومات 46 رزمـة من التعقيد، 23 منها تأتي مـن الأم و23 من الأب. وباستثناءات قليلة جداً، إن كل خليـة في جسمـك لنقـل 99.999% منها تحمـل المجموعة الكاملـة نفسها من الكروموسومات. (الاستثناءات هي كريات الدم الحمراء، بعض خلايا الجهاز المناعي وخلايـا البويضـة والحيوان المنـوي، التي لأسبـاب تنظيمية متنوّعـة لا تحمل الرزمة الجينيـة الكاملة). تؤلف الكروموسومات المجموعة الكاملة من التوجيهات الضرورية لصناعتـك والمحافظة عليـك، وهي مصنوعة من أسلاك طويلة مـن المادة الكيماوية

* المجموع الجينيّ، أو المجموع المورّثي: مجموعة كاملة من الكروموسومات الأحادية الصّيغة مع الجينات أو المورّثات التي تشتمل عليها. المترجم.

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

يوجـد الــ (DNA) لسبب واحد لإنتاج المزيـد من الـ (DNA) وتمتلـك كثيراً منه في داخلـك: متران منه مضغوطـان في كل خلية تقريبـاً. إن كل قطعة من الـ (DNA) تشتمل على 3.2 بلايين رسالة مشفرة، ما يكفي لتقديم $10^{3,480,000,000}$ من الامتزاجات المحتملـة، «والمضمونة كي تكون فريدة ضد كل الاحتمالات القابلة للإدراك»، كما قال كريستيـان 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) المضغـوط بكثافـة، وستبدأ بإدراك كـم تحمل من هذه المادة. لـو 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 يحب 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 «بـين الجسيمات الأقل إبداعاً والأبلد كيميائياً في العالم الحي»، كما قال عــالم الوراثة رتشارد ليونتين. ولهذا يمكن استخراجه من بقع دم جافة أو من مني في تحقيقــات الجرائم، ويُستخرج من عظــام النياندرتاليين القدماء. ويشرح أيضاً لماذا استغــرق العلماء وقتاً طويلاً كي يستنتجوا كيف أن مــادة 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 مايستشر Johann Friedrich Miescher، وهو عالم سويسري درّس في جامعــة توبنجــن في ألمانيــة. وبينما كان يفحــص بالمجهر قيح ضمــادات العمليات الجراحيــة، عثر مايستشر على مادة لم يتعرّف عليهــا وسماها النيوكلين (النَّووين)

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

لأنهـا تستقر في نوى الخلايـا. وفي ذلك الوقت، فعل مايستشير أكـثر من الانتباه إلى وجودهـا، ولكن النيوكليين بقي بوضـوح في ذهنه، لثلاث وعشرين سنة بعد ذلك، وفي رسالة إلى عمه، أثار احتمال أن جسيمات كهذه يمكن أن تكون وكلاء الوراثة. كان هذا اكتشافـاً فائقاً للعادة، ولكنه كان متقدماً علـى المتطلبات العلمية لزمنه 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 مكوّنـات 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 بالنقـاط البسيطة، والقواطع الأفقية لنظـام مورس* عن طريق مزجها). لم يفعل الـ (DNA) أي شـيء مطلقـاً، بقدر مـا يستطيع أي شخص أن يقـول. كان يجلس هناك في النـواة فحسب، يربط على الأرجـح الكروموسومات بطريقة معيّنة، أو يضيف رشة حمضيـة على الأمـر، أو يقوم بمهمة أخـرى تافهة لم يفكر فيهـا أي شخص آخر. إن التعقيد الضروري، كما اعتُقد، كان يجب أن يوجد في البروتينات في النواة.

كان هنـاك مشكلتان – على أي حال – في رفض الـ (DNA). أولاً، كان هناك كثيرٌ منـه (متران في كل خليّة تقريباً) وهكذا من الواضح أن الخلايا قدرته بطريقة مهمة مـا. فضلاً عن ذلك، واصل الظهـور – كالمشتبه به في روايـة بوليسية – في التجارب. وفي دراستين، واحدة تتضمن بكتيريـا النيومونوكوكوس pneumonococcus وأخرى تشمـل ملتهمـة الجراثيـم** (الفيروسات التـي تصيب الجراثيـم)، إن الـ (DNA) أهميـةً لا يمكن أن تُشـرح إلا إذا كان دوره أكثر أهمية مما اعتقد الفكر السائد. وبيّن الدليل أن الـ (DNA) كان منخرطاً نوعاً ما في صناعة البروتينات، وهذه عملية حيوية

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

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

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

لم يستطـع أحـد أن يفهـم كيف من المحتمـل أن الـ (DNA) ينقـل الرسائل إلى البروتينـات. نعـرف الآن أن الإجابـة هـي الحمض النـووي الرِّيبـي RNA (حمض الريبونيوكلييك)، 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 يتواصلا يحتاجان إلى وسيط في شكل الحمض النووي الرّيبي، 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.

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

كان مـن الواضـح أن هناك حاجة لتجربة ذكيـة وملهمة، وقد أنتـج العصر شاباً يمتلـك القـدرة والاستعداد على القيـام بهـا. كان اسمه توماس هنـت مورغان. وفي 1904، بعد أربع سنوات من إعادة الاكتشاف التي تمت في حينها لتجارب مينديل على نباتـات البازلاّء - وقبل عقد من أن تصبح الجينـة gene كلمة - بدأ يحقق إنجازات لافتة في حقل الكروموسومات.

اكتُشفت الكروموسومات مصادفة في عام 1888 ودعيت هكذا؛ لأنها كانت تمتص الصبغـة، وهكذا كـان من السـهـل رؤيتها بالمجهر. وعند انعطافـة القرن اشـتبه بقـوة بأنها منخرطة في نقل السـمات، 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 الحيّة. المترجم.

اختـار مورغان موضوعاً لدراسته عبارة عن ذبابة صغـيرة حسّاسة تُدعى رسميّاً ذبابـة النّدى، ولكنها تُعرف بشكل أكثر شيوعاً باسـم ذبابة الفاكهة (أو ذبابة الخل، وذبابـة المـوز، وذبابة القمامـة). ويعرف جميعنـا أن ذبابة الندى حشـرة ضعيفة لا لـون لها يبدو أن لديهـا دافعاً إكراهياً كي تغرق في شرابنـا. أما كعيّنات مخبرية فإن لذباب الفاكهة ميّزات جذابة جداً: فإيواؤها وتغذيتها لا يكلفان شيئاً، يمكن أن تتكاثر بالملايـين في زجاجات الحليب، وتنتقل من البويضة إلى الأبوة المنتجة في عشرة أيام، أو أقل وفيها فقط أربع كروموسومات، تجعل الأشياء بسيطة بشكل ملائم.

عمـل في مختبر صغير (صار يُعرف باسم غرفـة الذبابة) في قاعة شرمرهون في جامعـة كولومبيـا في نيويورك، وانصرف مورغـان وفريقه إلى برنامـج 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 وتُفحص بمكـبّر صانـع مجوهرات من أجـل أي تنوعات صغـيرة في الوراثة. حاولـوا مدة ست سنـوات أن ينتجوا سلالات جديدة بأي طريقة تخطر على بالهم، يصدمون الذبابات بالإشعـاع وبأشعة إكـس، ويربونها في الضوء المشّع وفي الظلمـة، ويخبزونها بهدوء في الأفـران، ويدوّرونهـا بشـكل جنـوني في أجهزة الطرد ولكـن لم يعمـل أي شيء. كان مورغان على حافة الاستسلام حين حصل تناسل (طفرة) مفاجئ ومتكرر: ذبابة لها عينـان بيضاوان بدلاً من الحمراويـن المعتادتين. بهذا الفتح، كان مورغان ومساعدوه قادريـن على توليد تشوّهات مفيدة، سمحت لهم أن يتعقبوا سمة عبر أجيال متعاقبة. بوسائل كهـذه استطاعوا اكتشاف التواشج بين سمات معيّنـة وكروموسومات فردية، مبرهنين أخيراً أن الكروموسومات هي في قلب الوراثة مما أرضى الجميع تقريباً.

علـى أي حال بقيت المشكلة علـى المستوى الآتي من التعقيـد البيولوجي: الجينات الغامضـة والـ (DNA) الذي ألفهـا. كانت هذه أكـثر خداعاً بحيـث لا يمكن عزلها وفهمهـا. وفي أواخر 1933، حين مُنح مورغان جائـزة نوبل من أجل عمله، كان هناك كثـير مـن الباحثين غير المقتنعين بـأن الجينات موجودة. وكما قـال مورغان في ذلك الوقـت، لم يكـن هناك إجماع «عمـا هي الجينـات أو إن كانت حقيقيـة، أم من نسج الخيـال». يمكن أن يبـدو مدهشاً أن العلمـاء يمكن أن يصارعوا كـي يقبلوا الحقيقة

المادية لشيء ما جوهري 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 بالكروموسومات 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 يُدعى أوسفالد آفيري في تجربة مخادعة بشكل كبير، جُعلت فيها سلالة حميدة من البكتيريا مُعدية 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 آفيري كان يستحق جائزتي نوبل.

ولسوء الحظ، عارض آفيري أحد زملائه في المؤسسة، وكان هذا متحمّساً للبروتين قوي الإرادة وسيئ الطبع يُدعى ألفرد ميرسكي، الذي فعل كل ما بوسعه كي يشوه عمل آفيري، بما فيه - كما قيل - تعبئة السلطات في مؤسسة كارولينسكا في ستوكهولم؛ كي لا تمنحه جائزة نوبل. كان آفيري 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 المراهنة في أوائل الخمسينيات لراهنت بنقودك بالتأكيد على لينوس بولينغ Linus Pauling من كالتيك Caltech، عالم الكيمياء الأبرز في أمريكة؛ كي يفكك بنية الـ (DNA). لم يكن بولينغ يُضاهى في تحديد هندسة الجسيمات وكان

رائـداً في ميدان دراسة التبلّر بأشعة إكس، وهي تقنية ستبرهن أنها حاسمة للتحديق في قلـب الـ (DNA). وفي وظيفة مميزة بشكل كبير فاز بجائزتي نوبل (للكيمياء عام 1954 والسـلام عام 1962)، ولكـن فيما يتعلق بالـ (DNA)، صـار مقتنعاً أن البنية هـي لولـب ثلاثي، وليس مزدوجـاً، ولم يسر مطلقـاً على المسار الصحيـح. وبدلاً من ذلك، حقق الانتصار أربعة علماء في إنكلترة لم يعملوا كفريق، ولم يكونوا يتحدثون مع بعضهم وكانوا مبتدئين في هذا الميدان.

مـن الأربعة، كان الأقرب إلى الخبـير العلمي التقليدي هو موريـس ولكينز، الذي أمضـى كثيراً مـن مدة الحـرب العالمية الثانيـة يساعـد في صناعة القنبلـة الذرية. أمـا روزالينـد فرانكلن وفرانسيس كريـك، فقد أمضيا سنوات الحـرب يعملان لدى الحكومـة البريطانية، وكان كريـك يعمل في صناعة الألغـام، وكان الآخر، فرانكلين، يعمل في المناجم التي تنتج الفحم الحجري.

كان الأكثر تجديداً بين الرباعيّ هو جيمس واتسون، الطفل العبقري الأمريكي الذي ميّـز نفسـه حين كان طفلاً بوصفه عضواً في برنامج إذاعـي مشهور جداً يدعى سؤال وإجابة للأطفال (وهكذا استطاع أن يكون على الأقل جزءاً من الإلهام لبعض أعضاء أسـرة جلاس في فـراني وزوني وأعمال أخرى لـ «ج.د.سالنجـر»)، الذي دخل جامعة شيكاغو في سن الخامسة عشرة. حصل على الدكتوراه في سن الثانية والعشرين وصار الآن مرتبطاً بمختبر كافندش الشهير في كمبريدج. وفي عام 1951، كان شخصاً ثقيل الحركـة برأس حيوي بشكل مدهش من الشعر، يظهر في الصور كأن مغناطيساً يشده خارج الإطار.

كان كريـك أكبر منه باثني عشر عامـاً، ولم يحصل على الدكتوراه بعد، كان شعره خشناً وكان أكثر ريفية. وفي رواية واتسن تم تقديمه بوصفه متبجّحاً ومتطفّلاً ومجادلاً بشـكل ممتـع، فاقداً للصـبر من أي شخصـ يبطـئ في المشاركة في فكـرة، ومعرضاً باستمرار لخطر أن يُطلب منه الذهاب إلى مكان آخر. ولم يكن أيضاً مدرّباً في الكيمياء الحيوية.

وقـد افترضوا على نحو صحيـح كما تبيّن أنك إذا استطعـت تحديد حجم جسيم الـ(DNA) فستتمكّن من رؤية كيف فعل مـا فعله. كانوا يأملون أن يُنجزوا هذا - كما

بـدا - عبر القيـام بأقل قدر ممكـن من العمل وبما هـو ضروري فحسـب. وكما قال واتسـون (ولو بلمسة تخلو من البراعة) في كتابه السـيري اللولب المزدوج: «كان أملي أن تُحـلّ الجينة دون أن أتعلّم أي كيميـاء». لم يكونوا بالفعل معيّنين كي يعملوا على الـ (DNA)، وقـد أمروا مـرة أن يوقفوا هذا. كان واتسون يتقن ظاهريـاً فنّ البلورّيات؛ وكان من المفترض أن يكمل كريك أطروحة في تحييد أشعة إكس للجسيمات الكبيرة.

وبالرغـم من أن كريك وواتسون حظيا بالشهـرة في الروايات الشعبية بأنهما كانا أول من حل لغز الـ (DNA)، إلا أن فتحهما كان يعتمد بشكل حاسم على عمل تجريبي قـام به منافساهما، الـذي تم الحصول على نتائجه «بالمصادفـة»، كما عبّرت بلباقة المؤرخة ليزا جاردن. وكان يسبقهما بكثير - على الأقل في البداية - أكاديميان في كلية كينغ في لندن، هما ولكينز وفرانكلين.

كان ويلكينـز المولود في نيوزلندة شخصـاً متقاعداً، إلى درجة أنه كان غير مرئي. وفي فيلـم تسجيلي لـ PBS عن اكتشاف بنية الـ (DNA) الإنجـاز العظيم، الذي فاز بجائزة نوبل من أجله مع كريك وواتسون تم إهماله بشكل كامل.

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

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

* في عـام 1968، ألفـت مطبعة جامعـة هارفارد نشر **اللولب المزدوج** بعد أن شكا كريـك وويلكينز من وصفـه للشخصيـات، الذي قالت عنه ليزا جاردن: إنه «مؤذٍ بـلا مسوّغ». أما الوصف المذكور أعلاه فقد صيغ بعد أن خفف واتسون من تعليقاته.

في البلّورات، 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 سبّب السخط الدائم لدى ولكينز.

إن عدم تعاون فرانكلن في مكتشفاتها لا يمكن أن يضعها موضع اللوم. ففي الخمسينيات كانت الأكاديميات الإناث في كينغ يعاملن بازدراء رسمي يحيّر 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 لأمور عملية أخرى. اعترفت واتسون أنها كانت «ضيقة وقذرة». فضلاً عن ذلك، كان يُضغط عليها باستمرار وأحياناً تتم مضايقتها كي تشاطر الرجال الثلاثة نتائجها، الذين نادراً ما ضاهى تلهّفهم للاطلاع على النتائج احترامهم لها. «أخشى أن أقول: إننا تبنّينا 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 ولكينز وفرانكلين على علاقة جيدة وقد استغل واتسون وفرانكلين هذا الأمر. وبالرغم من أن الاثنين كانا ينتهكان دون شعور بالعار منطقة ولكينز، إلا أنه وقف معهما دوماً، وليس بشكل مفاجئ بما أن فرانكلين كانت قد بدأت تتصرّف بطريقة غريبة. فبالرغم من أن نتائجها أظهرت أن الـ (DNA) كان لولبيّ الشكل، أصرّت على أنه لم يكن كذلك. ومما سبب مقت ولكينز 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. ولكينز في ذكرى اللولب المرحوم».

كانت نتيجة كل هذا هو أن ولكينز 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 عبّأنا». 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 إنكلترة كان من المحتمل أنه سيلتقي فيه ولكينز ويعرف ما يكفي كي يصحح المفاهيم المغلوطة التي وضعته على خط البحث الخاطئ؛ ولكن كانت هذه حقبة مكارثي وقد تم احتجاز بولينغ في مطار أيدلوايلد في نيويورك، صودر 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 تزدوج 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 صحون معدنية مثبّتة سوية في لولب، ودعيا ولكينز وفرانكلين وبقية العالم؛ كي يلقوا نظرة. كان بوسع أي شخص مطّلع أن يرى في الحال أنهما حلاّ 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 سرّ الحياة أُغفل 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 المزمن لأشعة إكس في أثناء عملها وكان يمكن تجنبه. وفي سيرتها الذاتية التي تُمدح فيها كثيراً، قالت برندا مادوكس: إن فرانكلين نادراً ما ارتدت مئزراً 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 يُؤكد 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 مصدقاً 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 فُهم، 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 مشفّر» كما يفضل علماء الكيمياء الحيوية القول. وتعثر 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 مؤكد. وبهذا المعنى، هي تشبه مفاتيح البيانو، يعزف كل منها لحناً مفرداً فحسب، وهذا ممل كما يبدو ورتيب. ولكن مزج الجينات، كما تمزج مفاتيح البيانو، وبوسعك أن تنتج منظومات نغميّة وألحاناً لا نهاية لتنوّعها. ضع 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 والسيتوسين. 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 السكّر يدعى الريبوز منقوص الأوكسجين واللولب كله هو حمض نووي، ومن هنا جاء اسم «الحمض النووي الريبي». وتتشكل الدرجات من قاعدتين تنضمان عبر الفراغ الذي بينهما، ويمكن أن تمتزجا بطريقتين فقط: يتوافق الغوانين دوماً مع السيتوسين ويتوافق الثيامين دوماً مع الأدينين. إن الترتيب الذي تظهر فيه هذه الحروف فيما تصعد، أو تنزل على السلّم يشكّل شفرة الـ (DNA)؛ وقد اكتشف ذلك مشروع الجينوم البشري.

يكمن التألق الخاص للـ (DNA) في أسلوب تكاثره. حين يحين وقت إنتاج جسيم (DNA) جديد، يغادر السلكان الوسط، مثل السحّاب في سترة، ويذهب كل نصف كي يشكّل شريكاً جديداً. ولأن كل نيوكليوتيد nucleotide على طول السلك ينسجم مع نيوكليوتيد محدد آخر، فإن كل سلك يخدم كقالب (جزيء) 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 السيتوسين. اهبط على السلّم عبر كل مزاوجات النيوكليوتيد وفي النهاية ستحصل على الشفرة من أجل جسيم جديد.

وهـذا تماماً مـا يحدث في الطبيعة، عدا أن الطبيعة تفعلـه بسرعة: في ثوانٍ فحسب، وهذا إنجاز عظيم.

يتضاعـف الـ (DNA) الخاصـ بنـا بدقـة مطيعة في غالـب الوقـت، ولكن فقط أحيانـاً فقط مرة من مليون تصل رسالـة إلى المكان الخطأ. وهذا يُسمّى تعدد أشكال النيوكليوتيـد، أو SNP، ويعرفه علماء الكيمياء الحيوية باسم Snip. وتدفن snips في امتـدادات الـ (DNA) غير المشفـر وليس لها تأثير سلبي قابـل للرصد على الجسد. يمكن أن تتركك عرضة لمرض معين، ولكنها تقدم فائدة معينة أيضاً: اختضاب مثلاً، أو إنتاج متزايد لكريات الدم الحمراء لشخص ما يعيش في منطقة مرتفعة.

مـع مرور الزمن، تتراكم هـذه التعديلات الضئيلة في الأفراد وفي السكان، وتسهم في تميّز الاثنين.

إن التـوازن بـين الصحّـة والأخطـاء في المضاعفـة رائـع. إذا حدثـت كثيرٌ من الأخطـاء فـإن المتعضّـي لا يستطيـع العمل، ولكـن إذا حـدث عدد قليل منهـا فإنه يضحّي بقابليته علـى التكيّف. يجب أن يوجد توازن مشابه بين الاستقرار والتجديد في متعضـ. إن ازدياد كريات الدم الحمراء يمكـن أن يساعد الشخص أو المجموعة التـي تعيش في مناطق مرتفعـة على التحرك والتنفّس بسهولـة أكبر؛ لأن المزيد من الكريـات الحمراء تستطيع أن تحمل المزيد من الأوكسجين. ولكن كريات دم حمراء إضافيـة يمكـن أن تجعل الدم كثيفـاً. أضف كثيراً وسيكون «مثـل ضخ النفط»، كما عـبّر عالم الأنثروبولوجيا في جامعة تمبل تشارلز ويتز Cahrles Weitz. هذا صعب علـى القلب. وهكذا، إن المصممين للعيش في المرتفعات العالية يحصلون على فاعلية تنفّسيـة زائدة، ولكن يدفعون مقابلها قلوباً معرضـة لمجازفات عالية. بهذه الوسيلة يعتنـي بنا الاصطفـاء الطبيعي الخاص بدارون. يساعد أيضـاً على شرح لماذا نحن جميعنا متشابهون.

إن التطـور لـن يجعلك ببساطة مختلفاً جداً، ليسـ دون أن تصبح نوعاً جديداً، بأي حال.

إن فـرق 0.1% بين جيناتك وجيناتي تفسّره السنيبات Snips الخاصة بنا. والآن، إذا قارنـت الـ (DNA) الخاص بك مع (DNA) شخص ثالـث، فسيكون هناك أيضاً 99.9% مـن التواشج، ولكن السنيبـات Snips - في معظم الأحيان - تكون في مناطق مختلفة. أضـف المزيد من الناس إلى المقارنة وستحصل على المزيد من السنيبات في مزيـد مـن الأمكنة. فكل واحدة مـن قواعدك التي يبلغ عددهـا 3.2 بلايين، في مكان مـا علـى الكوكب سيكون هناك شخص، أو مجموعة مـن الأشخاص، بتشفير مختلف في ذلـك الموقع. لدينـا 6 بلايين منها. نحن متشابهون بنسبـة 99.9%، ولكن بالمقابل - وكمـا عبرّ عالم الكيمياء الحيوية ديفد كوكس - «بوسعك القول: إن البشر كلهم لا يشتركون في أي شيء، وسيكون هذا صحيحاً، أيضاً».

ولكـن لا يزال علينـا أن نشرح لماذا قليل من الـ (DNA) لـه أي هدف قابل للتمييز. يبـدأ 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 هـو 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.

وحتـى حين يحتوي الـ (DNA) على توجيهات لصناعة الجينـات حين يشفّر لها، كمـا قال أحـد العلماء فهو لا يقوم بعمل خفيف كما نتصـور، إن أكثر الجينات شيوعاً لدينا هي من أجل البروتين وتُدعى المُنسخ المقلوب reverse transcriptase، وليس لها وظيفـة مفيدة معروفـة 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.

---

* لـ (DNA) استخدام. إنه يستخدم في البصمات. وقد اكتشفت عمليته من أجل هذا الهدف بالمصادفة مـن قبل أليـك جيفريز، وهو عـالم في جامعة لاشيسـتر. وفي 1986 كان جيفريـز يدرس متتاليات الـ(DNA) مـن أجل محـددات وراثية لهـا علاقة بالأمراض الوراثيـة، وحين طلبت منـه 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 آخـر، إن أجسادنا تخصص طاقة معتبرة لإنتاج البروتين الذي لا يفعل أي شيء مفيد وأحياناً يضربنا بقسوة. ولا خيار لأجسادنا سوى أن تصنعه؛ لأن الجينات تأمـر به. إننا قـوارب لنزواتهـا. إن نصف الجينـات البشرية تقريبـاً النسبة الأكبر المعروفـة في أي متعض لا تفعل أي شيء مطلقـاً - بقدر ما نستطيع القول - سوى أنها تعيد إنتاج نفسها.

إن المتعضيـات جميعهـا هـي بمعنى مـا عبيـد لجيناتها. لهـذا السبـب السلمون والعناكب وأنماط أخرى من الكائنات التي لا تُحصى تقريباً مستعدة للموت في عملية التزاوج. الرغبة في أن تلد، وأن توزع جيناتك، هذا هو الدافع الأقوى في الطبيعة. وكما عـبّر شروين ب. نولانـد: «إن الإمبراطوريات تسقط، والأنـواع تنفجر، والسفمونيات العظيمـة تُؤلف، وخلفهـا كلها هناك غريزة واحدة تتطلـب 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 شـيء حـين بدأت مكتشفات أكثر إدهاشاً بالظهور. وقـام العلماء - أولاً في ألمانية، ثـم في سويسرة - بتجارب غريبة أدت إلى نتائج غير غريبة. في إحدى هذه التجارب، أخـذوا الجينة التـي تتحكم بتطوّر عين فـأرة وزرعوها في يرقة ذبابـة فاكهة. وكانت الفكـرة هـي أنها يمكن أن تُنتـج شيئاً ما غرائبياً. وفي الحقيقـة، إن جينة عين الفأرة لم تصنـع عيناً قابلة للحيـاة في ذبابة الفاكهة، لقد صنعت عين ذبابة. وهنا مخلوقان لم يشـتركا في أي سلف لخمس مئة مليون عام، ومـع ذلك يستطيعان أن يتبادلا المادة الوراثية كأنهما شقيقان.

كانت القصة نفسها تحـدث أينما نظر الباحثون. اكتشفوا أنهم يستطيعون زراعة الـ (DNA) البشـري في خلايا معيّنة للذباب وسيقبله الذبـاب وكأنه له. إن أكثر من 60% من الجينات البشرية - كما تبيّن - هي جوهرياً نفس التي عثر عليها في ذبابات الفاكهة. ويتواشج على الأقل 90% على مستوى ما مع تلك المكتشفة في الفئران. (لدينا أيضـاً الجينات نفسهـا لصناعة الذيل، فقط لـو أنها تريد أن تعمـل). وفي حقل بعد آخـر، اكتشف الباحثون في أي متعض يعملون عليـه سواء أكان من الديدان الخيطية،

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

اكتشف المزيـد من الأبحاث وجود مجموعة من الجينـات الرئيسة المتحكمة، وكل منها تدير تطور قسم من الجسم، التي دُعيت بالمتجانسة أو hox genes. وقد أجابت هذه الجينات عن السؤال الذي حيّر العلماء طويلاً، وهو كيف إن البلايين من الخلايا الجنينية، التي تنشأ من بويضة واحدة مخصّبة، وتحمل (DNA) مماثلاً، تعرف أين تذهـب ومـاذا تفعل: تصبح هذه خلية كبد، وتلك خلية عصبية مرنة، وتلك فقاعة من الدم، وتلك جزءاً من وميض في جناح خافق. 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 الرّئوي، الأقل تطوراً من بين كل الحيوانـات المعقـدة، يمتلك من الـ (DNA) أكثر بأربعـين مرة منا. وحتى سمندل الماء الشائع هو أغنى وراثياً منا بخمس مرات.

إن مـا يهـم ليس هو عدد الجينـات التي تملكها، أو ما تفعله بهـا. وهذا شيء جيد جـداً؛ لأن عـدد الجينات في البشر تلقى ضربة كبيرة حديثـاً. فحتى وقت متأخر كان يُعتقـد أن البشر لديهم مئة ألف جينة على الأقل، أو أكثر، لكن نتائج مشروع الجينوم البشري خفّضتْ 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 البشـري. فقد صـرّح العلماء المبتهجـون في أوقات مختلفة بأنهـم اكتشفوا الجينات المسؤولة عـن السمنة، والشزفرينيا، والشذوذ الجنسـي والجريمة والعنف والإدمان علـى الكحول، وحتى سرقـة المعروضات والتشرّد. وربما كانـت ذروة هذا الإيمان في الحتميـة البيولوجيـة دراسة نُشرت في مجلـة ساينس في عام 1980 التـي 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 الصلع أو أي صفة أخرى مميّزة، 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 النُّزاف ومرض باركنسون ومرض هنتنغتون واللّيفة الكيسيّة هي ناجمة عن جينات وحيدة معطّلة، ولكن كقاعدة إن الجينات المعطلة 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 سوية 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 يفكّر كثيراً بالجنس (لأن التفكير في الجنس يُنتج زيادة في الهرمونات الذكرية). 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، تبيّن أن أخرى كانت تخطو لملء الفراغ. كانت هذه أنباء ممتازة لنا كمتعضيات، ولكنها ليست جيدة، هكذا لفهمنا لكيفية 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 عبّر إريك لندر من معهد ماساتشوسيتس 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 قريبين من هذه النقطة بعد.

وهكذا، فإن البحث يتركز الآن على تفكيك البروتيوم proteome البشري، وهذا مفهوم حديث، بحيث إنّ 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 تتذكرون - 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. وكي يعمل البروتين ينبغي ألا يحصل فقط على المكوّنات الكيميائية الضرورية، وأن تُجمع بشكل ملائم، ولكنها يجب أيضاً أن تُطوى في شكل محدد جداً. «إن الطوي هو المصطلح المستخدم ولكنه مضلِّل بما أنه يوحي بترتيب هندسي لا ينطبق على الأمر في الحقيقة. إن البروتينات تتدوّر وتلتفّ وتتغضّن في أشكال هي مسرفة ومعقّدة في آن واحد. إنها تشبه مشاجب معاطف مشوّهة أكثر مما تشبه مناشف مطوية.

فضلاً عن ذلك، إن البروتينات (إذا كان من الممكن السماح لي باستخدام لفظة مهجورة) هي مستهترو العالم البيولوجي. فبحسب المزاج وظرف الاستقلاب، تسمح لنفسها بأن تكون مشبعة بالفسفور، أو بالغلوكوز، وبالأسيتيل، وكلية الحضور، farneysylated، ومكبرتة ومتصلة 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 ساينتفيك أمريكان - وستقوم بتغيير عدد وأنماط البروتينات بشكل كبير في جهازك. هذا ممتع للشاربين، ولكنه غير مساعد لعلماء الوراثة الذين يحاولون فهم الذي يجري.

يمكـن أن يبـدو كل شـيء معقداً بشكل مستحيـل، وبطرق ما هنـاك 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 للنكليوتيـد، نسـخ الـ (DNA) في الـ (RNA) تطـورت مرة واحدة وبقيـت ثابتة منذ ذلـك الوقت في الطبيعة كلها. وكما يقول عالم الوراثـة الفرنسي جاك مونو Jacques Monod، نصـف ساخـر: «إن أي شيء يصح على بكتيريا غـرام يجب أن يصح على الفيلة، ولا يصح على أمور كثيرة».

إن كل مـا هـو حي هـو توضيح لخطـة أصلية واحـدة. وكوننا بشـراً فنحن مجرد زيـادات كل واحد منـا أرشيف عفن من التعديـلات والتكيفـات، وإصلاحات العناية الإلهيـة 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 الكيمياوية التي تحدث فيك.

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

obeikandl.com