الباب الثاني

حجم الأرض

إن الطبيعة وقوانين الطبيعة تختبئ في الليل

أراد الله أن يكون نيوتن فكان الضوء

ألكسندر بوب، مرثية لإسحاق نيوتن

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الرابع

قياس الأشياء

إذا كان عليك اختيار الرحلة العلمية الميدانية الأقل مرحاً في جميع الأزمنة، فإنك ستفعل على الأرجح ما هو أسوأ مما فعلته رحلة أكاديمية العلوم الملكية الفرنسية إلى البيرو في سنة 1735. فهذه الرحلة التي قادها عالم بالمائيّات يُدعى بيير بوجوير وجنديٌّ وعالم بالرياضيات يُدعى تشارلز ماري دو لا كوندامين، ضمّتْ فريقاً من العلماء والمغامرين الذين سافروا إلى البيرو من أجل مسح المسافات عبر تقسيمها إلى مثلثات عبر الآنديز.

كانت تحدو الناس في ذلك الوقت رغبة هائلة لفهم الأرض ومعرفة عمرها، وكبرها، وأين هي معلّقة في الفضاء، وكيف حدث ذلك. وكان هدف الفريق الفرنسي هو المساعدة في حسم مسألة محيط الكوكب عبر قياس طول درجة واحدة من خط الزّوال (أو درجة من 360 درجة من المسافة حول الكوكب) على طول خط يمتد من ياروكي - قرب كويتو، إلى ما وراء سوينكا - في ما يُدعى الآن بالإكوادور، ويبلغ نحو 320 كيلومتراً*.

* كان المسح المثلثي، منهجهم المختار، تقنية شعبية تستند إلى الحقيقة الهندسية القائلة، بأنك إذا عرفت طول ضلع من مثلث وزوايا زاويتين، فإنك تستطيع استنتاج كل أبعاده الأخرى دون أن تغادر كرسيّك. افترض - على سبيل المثال - أنني أنا وأنت قرّرنا أن نعرف كم تبعد الطريق إلى القمر. إذا استخدمنا المسح المثلثي، فإن الشيء الأول الذي يجب أن نفعله هو وضع مسافة ما بيننا، وهكذا دعنا نقول على سبيل الجدل أنك تمكث في باريس وأنا أذهب إلى موسكو وننظر كلانا إلى القمر في الوقت نفسه. والآن، إذا تخيّلت خطاً يصل بين عناصر هذا التمرين. أي، أنت وأنا والقمر. فإنه يشكل مثلثاً. وإذا قست طول الخط القاعدي بينك وبيني وبين زوايا زاويتينا يمكنك حساب البقية بسهولة. (لأن الزوايا الداخلية للمثلث تصل دوماً إلى 180 درجة، فإذا عرفت حاصل اثنتين من الزوايا تستطيع أن تحسب على الفور الثالثة، ومعرفة الحجم الدقيق للمثلث وطول أحد الأضلاع يخبرك عن طول الأضلاع الأخرى. كان هذا في الحقيقة هو المنهج الذي استخدمه عالم فلك يوناني يُدعى هيباركوس النيقي Nicaea في 150 قبل الميلاد؛ كي يعرف بعد القمر عن الأرض. أما على مستوى الأرض، فإن مبادئ المسح المثلثي هي نفسها، باستثناء أن المثلثات لا تصل إلى الفضاء وإنما بالأحرى تقع جنباً إلى جنب على الخريطة. فلقياس درجة من خط الزوال، سينشيء الماسحون نوعاً من سلسلة من المثلثات التي تتقدّم عبر المشهد الطبيعي.

بـدأت الأمـور فجأة تنحو باتجاه الخطـأ، وبشكل هائل أحياناً. ففـي كويتو، أغضب الزائرون السكان المحليين فطُردوا من البلدة من قبل رعاع مسلّحين بالأحجار. بعد هذا حـالاً، قُتل طبيب الحملة بسبب سـوء فهم متعلق بامرأة. وفقد عالم النبات عقله. مات آخـرون من الحمّى ومن السقطـات. وهرب العضو الرئيس الثالث في الفريق، وهو رجل يُدعى جان غودن مع فتاة في الثالثة عشرة من عمرها، ولم ينجح إغراؤه بالعودة.

عنـد هـذه النقطـة كان على المجموعـة أن تعلّـق العمل لثمانيـة أشهـر، بينما رحل لا كوندامـين إلى ليمـا، كي يحـل مشكلة تتعلّـق بأذونهم. في النهاية اختلـف مع بوجوير وامتنعا عن التحدث ورفضا العمل سوية. وفي كل مكان ذهب إليه الفريق المتناقص قوبل بأعمق الشبهات من المسؤولين، الذين وجدوا صعوبة في تصديق أن مجموعة من العلماء الفرنسيـين سيقطعون نصف المسافة حول العالم كي يقيسوه. لم يكن لهذا أي معنى على الإطلاق. ولكن بعد قرنين ونصف، ما تزال تبدو المسألة معقولة. لماذا لم يقم الفرنسيون بقياساتهم في فرنسة وينقذوا أنفسهم من إزعاج ونكد مغامرتهم الآندية؟

تكمن الإجابة جزئياً في حقيقة أن علماء القرن الثامن عشر – وخاصة الفرنسيين – نـادراً مـا فعلـوا الأشياء ببساطـة إذا توافر لديهـم بديل، ويعود السبـب أيضاً إلى مشكلة عملية واجهها أولاً عالم الفلك الإنكليزي إدموند هالي قبل سنوات كثيرة، قبل أن يحلم بوجوير ولا كوندامين بالذهاب إلى أمريكة الجنوبية بوقت طويل، وبالإضافة إلى ذلك كانوا يمتلكون سبباً لفعل هذا.

كان هالي شخصية استثنائية. ففي مجرى مهنة طويلة ومنتجة، كان قبطاناً بحرياً، ورسّـام خرائط وأستاذاً للهندسة في جامعـة أكسفورد، ونائب كبير المحاسبين في دار سـكّ العملة الملكية، وكان عالم فلك في الجمعية الملكية، ومخترعاً لناقوس الغوّاصين. وقـد ألّف عن المغنطيسية، والمد والجزر وحركات الكواكب أبحاثاً يُعتدّ بها، وكتب بولع عـن تأثيرات الأفيون. واخترع خريطة الطقس وجدول خـبراء التأمين، واقترح طرقاً لاستنتـاج عمر الأرض وبعدهـا عن الشمس، حتـى إنه استنبط منهجـاً عملياً لإبقاء السمـك طازجـاً بعد صيده. كان الشـيء الوحيد الذي لم يفعله هـو اكتشاف المذنّب،

الذي يحمل اسمه. اعترف فقط أن المذنّب الذي شاهده في 1682 كان هو نفسه الذي رآه آخرون في 1456 و1531 و1607. ولم يصبح مذنب هالي إلا في 1758، بعد ستة عشر عاماً من وفاته.

وعلى الرغم من كل إنجازاته، فإن إسهام هالي الأعظم في المعرفة البشرية هو أنه أدى دوراً في رهان علمي متواضع مع اثنين آخرين أكفاء من عصره هما روبرت هوك الذي ربما يُذكر الآن بنحو أفضل على أنه الشخص الوحيد الذي وصف الخلية، والآخر هو العظيم والمهيب السير كريستوفر رين الذي كان بالفعل عالم فلك أولاً ومهندساً معمارياً ثانياً، بالرغم من أن هذا لا يُذكر كثيراً الآن. في 1683 كان هالي وهوك ورين يتناولون العشاء في لندن حين انتقلت المحادثة إلى حركات الأجرام السماوية. كان من المعروف أن الكواكب تميل إلى الدوران في مسار إهليلجي معيّن يُعرف باسم القطع الناقص ــ «منحنى محدد ودقيق جداً» ولكن لم يُفهم لماذا. عرض رين بكرم جائزة قدرها 40 شلنغاً (ما يعادل أجر يومين) لأي من الرجال الذي يستطيع تقديم حلّ.

زعم هوك - الذي كان من المعروف جيداً أنه يحصل على الثناء من أجل أفكار ليست له بالضرورة - أنه حلّ المشكلة لكنه زعم أنه يرفض أن يبيّن ذلك الآن؛ خشية أن يجرد الآخرين من متعة اكتشاف الإجابة بأنفسهم. قال إنه: «لم يفصح عن الحل لبعض الوقت، كي يعرف الآخرون كيف يقوّمونه».إذا حدث وفكر مرة أخرى بالمسألة، فإنه لم يورد دليلاً عليها. صار هالي على أي حال مستغرقاً في العثور على الإجابة، إلى درجة أنه سافر في العام الآتي إلى كمبريدج، وتجرأ على زيارة بروفسور الرياضيات إسحاق نيوتن، آملاً أنه يستطيع مساعدته.

كان نيوتن شخصاً غريباً من غير ريب: كان متألقاً بشكل يفوق القياس، ولكنه منعزل وكئيب وحسّاس إلى درجة جنون الارتياب، وكان من المعروف عنه الشرود (فحين يدلي ساقيه من السرير في الصباح يُقال: إنه يجلس أحياناً لساعات مشلولاً من الاندفاع المفاجئ للأفكار في رأسه)، كان قادراً على الغرابة الأكثر إثارة. شيّد مختبره الأول في كمبريدج، وانخرط في أكثر أنواع التجارب غرابة. مرة أدخل مخرزاً

في محجر عينه وحك الموضع الذي حوله «بين عيني والعظم إلى قرب الجانب الخلفي من العين قدر استطاعتي» فقط لأرى ما الذي سيحدث. وبفعل معجزة لم يصب بأذى دائم. في مناسبة أخرى حدّق بالشمس قدر ما يستطيع التحمّل؛ كي يحدّد ما التأثير الذي ستحدثه في عينه. ومرة أخرى نجا من الأذى الدائم، بالرغم من أنه كان عليه أن يمضي بعض الأيام في غرفة مظلمة قبل أن تسامحه عيناه.

كان يعلو فوق هذه المعتقدات الغريبة والصفات عقل بعبقرية لا يُعلى عليها، وبالرغم من أن نيوتن كان يعمل في قنوات تقليدية فإنه كان دوماً يُظهر ميلاً إلى التفرّد. وحين كان طالباً - وقد أحبطته حدود الرياضيات التقليدية - ابتكر شكلاً جديداً كلياً، وهو حساب التفاضل والتكامل، ولكنه لم يطلع أحداً عليه طوال 27 عاماً. وبطريقة مماثلة، قام باكتشاف في حقل البصريات حوّل فهمنا للضوء ووضع الأساس لعلم التحليل الطّيفي، ومرة أخرى اختار ألا يفصح عن النتائج لثلاثة عقود.

وبالرغم من كل تألقه لم يشغل العلم الحقيقي إلا جزءاً من اهتماماته. فقد أمضى نيوتن نصف حياته تقريباً في العمل في الكيمياء والاهتمامات الدينية المتقلّبة. ولم تكن هذه مجرد تسليات ملهية وإنما عبادات صادقة. كان تابعاً سرياً لطائفة هرطوقية خطرة تُدعى الآريوسية*، وكان معتقدها الرئيس هو أنه لم يكن هناك ثالوث أقدس (وهذا مثير للسخرية قليلاً بما أن كلية نيوتن في كمبريدج كان اسمها الثالوث الأقدس). أمضى ساعات لا نهاية لها في دراسة خطة أرضية معبد سليمان المفقود في القدس (وتعلّم اللغة العبرية في أثناء ذلك، لأنه من الأفضل فحص النصوص الأصلية) معتقداً أنه يحتوي على مفاتيح رياضية لمواعيد المجيء الثاني للمسيح ونهاية العالم. ولم تكن صلته بالسيمياء أقل حماسة. ففي عام 1936 اشترى عالم الاقتصاد جون مينارد كينيز صندوقاً من أوراق نيوتن في مزاد علني، وفاجأه اكتشاف أنها لم تكن تدور حول البصريات أو حركات الكواكب، وإنما حول بحث عقلي فردي لتحويل المعادن الوضيعة إلى ثمينة. وبيّن تحليل شعرة من شعر نيوتن في السبعينيات

* مذهب آريوس، اللاهوتي النصراني اليوناني، الذي ذهب إلى أن المسيح مخلوق وليس إلهاً كما تقول النصرانية. وقد شجب مجمّع نيقية (عام 325 م) مذهب آريوس هذا وعدّه هرطقة. المترجم.

أنه يحتوي على الزئبق، وهذه مادة يهتم بها السيميائيون، وصانعو القبعات وموازين الحرارة، ولا أحد آخر تقريباً، وكان تركيزه أعلى بأربعين مرة من المستوى الطبيعي. ربما كان هذا هو سبب معاناته من مشكلة في تذكّر النهوض في الصباح.

لا نستطيع سوى أن نخمّن ما توقّع هالي أن يحصل عليه منه تماماً حين قام بزيارته غير المعلنة في آب 1684. ولكن بفضل قصة صاحب لنيوتن فيما بعد يُدعى أبرامهم دو موافري لدينا سجل لأحد لقاءات العلم الأكثر أهمية في التاريخ:

في 1684 جاء الدكتور هالي للزيارة في كمبريدج وبعد أن أمضيا بعض الوقت سوية سأله الدكتور ما رأيه بالمنحنى، الذي تسلكه الكواكب، مفترضين أن قوة الجذب نحو الشمس هي مقلوب مربّع بعدها عنها.

كانت هذه إشارة إلى قطعة رياضيات تُعرف باسم قانون التربيع العكسي* الذي كان هالي مقتنعاً أنه يكمن في قلب الشرح، بالرغم من أنه لم يكن متأكداً بالضبط كيف.

أجاب السير إسحاق على الفور أنه سيكون قطعاً ناقصاً. فسأله الطبيب الذي صعقه الفرح والدهشة، كيف عرف ذلك. أجاب: «لماذا؟ لقد حسبتها»، على إثر ذلك سأله الدكتور هالي عن حسابه دون تأخير. بحث السير إسحاق بين أوراقه لكنه لم يستطع العثور عليه.

كان هذا مدهشاً، على غرار شخص يقول إنه عثر على علاج للسرطان ولكنه لا يذكر أين وضع الصيغة. وبضغط من هالي، وافق نيوتن على القيام بالحسابات مرة أخرى وألّف بحثاً. وفعل كما وعد، ولكنه عندئذ فعل أكثر من ذلك. تقاعد مدة عامين منصرفاً إلى التأمل والتأليف، وأخيراً أنجز رائعته المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية، الذي يُعرف بنحو أفضل باسم كتاب المبادئ.

يحدث مرة في كل مدة طويلة، أو بضع مرات في التاريخ، أن يبدع عقل بشري عملاً ذكياً جداً ومفاجئاً، ولا يستطيع البشر أن يحددوا تماماً ما هو الأكثر إدهاشاً:

* قانون تتغيّر بموجبه شدّة الطاقة الواردة من مصدر ما بتغيّر المسافة الفاصلة عن ذلك المصدر، وذلك بنسبة مقلوب مربّع تلك المسافة. المترجم.

الحقيقــة أم التفكير بهــا. كان ظهور كتاب المبادئ هو إحدى تلك اللحظات. فقد جعل نيوتــن مشهوراً على الفــور. وأحيط لبقية حياته بالإعجاب والتكريم، وكان - بين أمور أخــرى كثيرة - أول شخص في بريطانية يُمنح وسام الفارس من أجل إنجازه العلمي. حتــى عالم الرياضيــات الألماني الكبير غوتفريد فون لايبنتــز، الذي خاض معه نيوتن صراعــاً طويــلاً ومريراً حــول أسبقية ابتــكار حســاب التفاضل والتكامــل، اعتقد أن إسمهمــه في الرياضيــات يعادل كل العمل المتراكــم الذي سبقــه. «لا يستطيع فانٍ أن يقــترب من الآلهة» كتب هالي بشعور ردّد صداه بنحو لا نهائيّ معاصروه وكثيرون منذ ذلك الوقت.

وبالرغــم من أن كتاب المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية دُعي «أحد أعقد الكتب التــي سبق وتم تأليفها» تقصّد نيوتن جعله صعباً، بحيث لا يضايقه علماء الرياضيات «المهذارون» - كما دعاهم - فإنه كان ضوء الهداية للذين ساروا على خطاه. لم يشرح مدارات الأجرام السماوية رياضياً فحسب، وإنما حدّد أيضاً القوة الجاذبة التي جعلت الكواكب تتحرك في المقام الأول: الجاذبية. فجأة شُرحت جميع الحركات في الكون.

وفي قلــب كتــاب المبادئ كانت قوانــين نيوتن الثلاثة الخاصــة بالحركة التي تحدّد - بشــكل مخيف جداً - أن الشيء يتحرك إلى جهة يُدفع إليها؛ أي أنه يواصل الحركة في خط مستقيم إلى أن تعمل قوة أخرى كي تبطئه أو تعطّله؛ وأنّ كلّ حركة لها رد فعل مضاد ومساوٍ. كان فيه أيضاً قانونه الكوني الخاص بالجاذبية الذي يفيد أن كل شيء في الكــون يمارس جاذبية علــى كل شيء آخر. يمكن ألا يبدو الأمــر هكذا، ولكن فيما أنــت جالس الآن فأنت تجــذب كل شيء حولك: الجدران والسقــف والمصباح والقطة نحــوك عبر مجال جاذبيتك الخاص بك الذي هو محدود جداً. وتجذبك هذه الأشياء أيضاً. كان نيوتن هو الذي أدرك أن جاذبية أي شيئين هي - إذا اقتبسنا كلام فينمان ثانيــة - «متناسبة طرداً مع كتلة كل منهما وتتنوّع بنحو معكوس كمقلوب مربع المسافة بينهمــا». وبصيغة أخرى، إذا ضاعفت المسافة بين شيئين، فإن الجذب بينهما يصبح أضعف بأربع مرات. يمكن التعبير عن هذا بصيغة: $F = G \frac{Mm}{}$.

لا أحـد منـا يستطيع أن يقوم باستخـدام عملي له، ولكننا نستطيـع على الأقل أن نـدرك أنه محكم بنحو رشيق. عمليتا ضرب موجزتان، عملية تقسيم واحدة، وضربة حظ، وتعـرف موقع جاذبيتك أينما ذهبت. كان أوّل قانـون جاذبية سبق وقدّمه عقل بشري ولهذا يُحترم نيوتن في كل مكان احتراماً عميقاً.

لم يحـدث تأليـف كتاب المبادئ من دون دراما. ومما أثـار رعب هالي هو أنه فيما كان الكتـاب يقـترب من الانتهـاء دخل نيوتن وهوك في نزاع حول مـن له الأسبقية في اكتشـاف قانون التربيع العكسي، ورفض نيوتن أن ينشر الجزء الثالث الحاسم، الذي من دونه لن يكون للجزأين الأولين سوى أهمية قليلة. وعبر بعض الدبلوماسية المكوكية المسعـورة والتطبيقات الأكثر ليبرالية للمداهنـات، استطاع هالي في النهاية أن ينتزع الجزء النهائي من البروفسور الشارد.

لم تنتـهِ صدمات هـالي تماماً. فقد وعـدت الجمعية الملكية بنشـر العمل، ولكن الوعد سُحب فيما بعد، لأسباب مالية مربكة. في العام الماضي، دعمت الجمعية شيئاً مخفقـاً ومكلفاً جـداً هو كتاب تاريخ الأسماك، واشتبهت بـأن السوق من أجل كتاب عـن المبادئ الرياضية سيكون محدوداً. نشر هالي والذي لم تكن إمكانياته كبيرة - الكتاب على نفقته الخاصة. ولجعل الأمور أسوأ، كان هالي قد قبل هذه المرة منصباً كموظّـف في الجمعيـة، وتم إبلاغه بأن الجمعية لم تعد تستطيـع أن تقدم له الراتب الموعـود، وهو خمسون جنيهاً في السَّنة. وقـررت أن تدفع له بدلاً من ذلك نسخاً من كتاب تاريخ الأسماك.

شرحتْ قوانين نيوتن كثير من الأشياء منها المد والجزر، وحركات الكواكب، ولماذا قذائف المدفعية تتبع مساراً معيّناً قبل أن تندفع إلى الأرض، ولماذا لا نُقذف في الفضاء فيما الكوكب يدور تحتنا بسرعة مئات الكيلومترات في الساعة* وقد استغرقت معانيها الضمنية بعض الوقت لكي تتسرّب. ولكن كشفاً واحداً صار على الفور مثيراً للجدل.

* تعتمد سرعة دورانك على أين أنت. وتتنوّع سرعة دوران الأرض من أكثر من 1600 كيلومتر في الساعة في خط الاستواء إلى صفر في القطبين. وفي لندن السرعة هي 998 كيلومتراً في الساعة.

obeikandi.com

كان هذا اقتراحاً بأن الأرض ليست دائرية تماماً. فبحسب نظرية نيوتن، إن القوة النّابـذة لدوران الأرض يجب أن تنتج تسطحاً ضئيـلاً في القطبين وانتفاخاً عند خط الاستـواء، ممـا سيجعـل الكوكب مفلطحاً قليـلاً. كان هذا يعني أن طـول درجة خط الزوال لن تكون نفسها في إيطالية كما كانت في أسكتلندة. وسيقصر الطول حين تبتعد عن القطبين. كانت هذه أنباء طيبة لأولئك الأشخاص الذين كانت قياساتهم للكوكب تستند إلى افتراض أنه كرة تامة، وكان الجميع يأخذون بذلك.

حـاول النـاس طـوال نصف قرن استنتاج حجم الأرض، وذلـك عبر القيام بجميع القياسـات الدقيقة تقريباً. كان أحد أول تلك القياسات قد تم على يد عالم رياضيات بريطـاني يُدعـى رتشارد نورود. حين كان نورود شابّاً سافـر إلى جزيرة برمودا ومعه ناقوس الغوّاصـين المصنـوع بحسب نمـوذج ناقوس هـالي، ناوياً أن يجنـي ثروة من استخـراج اللآلـئ من حوض البحر. أخفقت الخطـة لأنه لم يكن هنـاك لآلئ وعلى أي حـال لم يعمـل ناقوس نورود، ولكن نـورود لم يكن من الأشخاص الذين يضيّعون تجربـة. كانت برمـودا في أوائل القرن السابع عشر معروفـة جيداً بين قباطنة السفن بأنـه من الصعب تحديد مكانها. كانـت المشكلة هي أن المحيط كبير، وبرمودا صغيرة وكانـت أدوات الملاحـة غير ملائمة للتعامـل مع هذا التغاير بنحو يبعـث على اليأس. لم يكـن هناك طول متّفق عليه للميـل البحري. وبسبب اتساع المحيط تصبح الأخطاء الحسابية الأصغر كبيرة، بحيث إنّ السفن غالباً ما تفقد أهدافاً بحجم برمودا بهوامش كبـيرة بشكل كريه. قرّر نورود، الذي كان حبّه الأول هو علم المثلّثات، ومن ثمَّ الزوايا، أن يدخـل بعض الصرامة الرياضية إلى علم الملاحـة، ومن أجل تلك الغاية صمّمَ أن يحسب طول الدرجة.

مبتدئـاً بإدارة ظهره إلى بـرج لندن، أمضى نورود عامين وهـو يتقدّم 208 أميال شمالاً إلى يورك، وهو يمدد المقياس السّلسلي ويقيس به وهو ذاهب، وكان طوال الوقت يقـوم بالتعديلات الأكثر وسوسة لارتفاع وانخفاض الأرض وتعرّجات الطريق. وكانت الخطوة الأخيرة هي قياس زاوية الشمس في يورك في الوقت نفسه من اليوم وفي الوقت نفسـه من السنة كما قام بقياسـه الأول في لندن. استنتج من هذا أنه يستطيع تحديد

طـول درجة من خـط زوال الأرض، ومن ثـمّ حساب المسافة حول الـكلّ. كانت عملية طموحـة بنحو مضحـك تقريباً ذلك أن الخطأ في أدنى جزء مـن الدرجة سيؤدي إلى خطأ أميال كثيرة ولكن في الحقيقة - وكما قال نورود متباهياً - كان القياس صحيحاً «إلى مقـدار ضئيل»، أو بدقـة أكبر، إلى نحو ست مئة ياردة. و بلغ رقمه بالمصطلحات المترية 110.72 لكل درجة من القوس.

نُشـر كتاب نورود العظيم عن فن الملاحـة في 1637. حمل عنوان ممارسة البحّار وعـثر علـى شهرة فورية. طُبع سبع عشرة طبعة وظل يُطبـع مدة خمس وعشرين سنة بعد موته. عاد نورود إلى برمودا مع أسرته، حيث صار مزارعاً ناجحاً وكرّس ساعات فراغـه لحبـه الأول، علـم المثلثات. عاش هنـاك ثمانية وثلاثين عامـاً ونتمنى لو كان بوسعنا القول: إنه عاش هذه المدة في سعادة و إطراء. ولكنه لم يفعل ذلك. فحين خرج مـن إنكلـترة وضع ولديه في كبين مـع الموقّر ناثانييل وايت مما ألحـق الأذى بالكاهن الشـاب، المـدة بحيث كرّس مـا تبقى من حياتـه المهنية لاضطهاد نـورود بأي طريقة صغيرة يستطيع التفكير بها.

سببـت ابنتـا نورود لأبيهما ألمـاً إضافياً ناجماً عن زواجهما غـير الموّفق. فقد قام أحـد الأزواج بتحريض من الكاهن باتهمات وضيعة متواصلة ضد نورود في المحكمة، مسببـاً لـه كثير مـن الغضب واضطـره إلى رحلات متكـررة عبر برمـودا؛ كي يدافع عن نفسـه. أخيراً في خمسينيات القرن السادس عشـر وصلت محاكمات السحر إلى برمودا، وأمضى نورود سنواته الأخيرة في قلق حادّ بحيث إنّ أوراقه عن علم المثلثات، برموزها المبهمة فُسّرتْ كاتصالات مع الشيطان ونفذ به حكم الإعدام المقيت. وهكذا فـإن القليـل معروف عن نورود بحيث يمكـن القول: إنه كان يستحـق سنواته الأخيرة الشقية. وما هو صحيح بنحو مؤكد هو أن هذا ما حدث له.

في غضـون ذلك، انتقـل زخم تحديد محيط الأرض إلى فرنسـة. هناك، استنبط عالم الفلك جان بيكار منهجاً معقداً ومهماً في القياس المثلثاتي يتضمن ذوات الرّبع* والساعات ذات الرقاصات، وأجزاء عليا من السماء وتلسكوبات (لرصد حركات قمر

* أداة تُستخدم في الفلك والملاحة لقياس الارتفاع وتتألف من قوس مقسّم إلى 90 درجة.

المشتري). وبعد عامين من التدحرج والقياس المثلثاتي في طريقه عبر فرنسة، أعلن في 1669 قياساً أكثر صحة هو 110.46 كيلومتراً لدرجة واحدة من القوس. كان هذا مصدراً عظيماً لفخر الفرنسيين ولكنه كان محمولاً على فرضية أن الأرض كانت كرة كاملة؛ الأمر الذي رفضه نيوتن.

ومن أجل تعقيد المسائل، بعد وفاة بيكار كرر فريق الأب والابن، جيوفاني وجاك كاسيني، تجارب بيكار وكانت النتيجة اقتراحاً بأن الأرض ليست أضخم عند خط الاستواء، وإنما في القطبين: بمعنى آخر، إن نيوتن مخطئ. هذا ما حثّ أكاديمية العلوم على إرسال بوجوير ولا كوندامين إلى أمريكة الجنوبية؛ كي يقوما بقياسات جديدة.

اختارا الأنديز لأنهما كانا بحاجة إلى القياس قرب خط الاستواء، لتحديد إن كان حقاً هناك فرق في التكوّر هناك، ولأنهما استنتجا أن الجبال ستزوّدهما بإطلالات جيدة. والواقع أن جبال البيرو ضائعة باستمرار في الغيوم، بحيث إنّ الفريق كان مضطراً للانتظار أسابيع من أجل مسح واضح مدة ساعة. فضلاً عن ذلك، اختارا منطقة هي من بين الأصعب على وجه الأرض. يشير البيروفيون إلى مشهدهم الطبيعي باسم muy accidentado أي كثير الحوادث وهو كذلك بالتأكيد. ولم يكن على الفرنسيين أن يتسلّقا بعض أصعب الجبال في العالم الجبال، التي استعصت حتّى على بغليهما فحسب وإنما كان عليهما أيضاً كي يصلا إلى الجبال أن يجتازا أنهاراً وحشية، ويشقّا طريقهما وسط الأدغال، ويقطعا أميالاً من الصحراء الحجرية المرتفعة، معظمها لا خرائط له وبعيد عن أي مصدر للمؤن. ولكن بوجوير ولا كوندامين كانا عنيدين وقد تمسّكا بالمهمة طيلة تسعة أعوام ونصف طويلة وكئيبة وحارقة. وقبل وقت قصير من إتمام المشروع، سمعا أن الفريق الفرنسي الثاني – الذي يقوم بالقياسات في شمال إسكندينافيا (ويواجه صعوبات مماثلة، من المستنقعات الراكدة إلى قطع الجليد الطافية) – اكتشف أن درجة كانت في الواقع أطول قرب القطبين، كما وعد نيوتن. إن الأرض هي أضخم بثلاثة وأربعين كيلومتراً حين تُقاس استوائياً مما هو الأمر حين تُقاس من القمة إلى القاع حول القطبين.

وهكـذا أمضـى بوجوير ولا كونداميـن عقداً من الزمـن تقريباً يعمـلان من أجل نتيجة لم يرغبا باكتشافها، كي يعلما فقط أنهما ليسا أول من اكتشفها. أتما مسحهما بكسـل، ممـا أكّد أن الفريق الفرنسي الأول كان على صواب. ثم - (وكانا ما يزالان لا يتكلمان) - عادا إلى الساحل واستقلا سفينتين منفصلتين إلى الوطن.

هناك شيء آخر حدسه نيوتن في كتاب المبادئ وهو أن خيط فادنٍ معلّق قرب جبل سيميـل بشكل ضئيل جداً نحو الجبل، متأثـراً بالكتلة المغنطيسية للجبل وكذلك بكتلة الأرضـ. كانت هذه أكثر من حقيقة مثيرة للفضول. إذا قستم الانحراف بنحو صحيح واستنتجتـم كتلـة الجبـل، فإن بوسعكـم حساب الثابـت الجاذبي الكـوني أي القيمة الأساسية للجاذبية المعروف باسم (ج) ومعها كتلة الأرض.

حـاول بوجويـر ولا كونداميـن القيـام بهذا في جبل شمبورازو في بـيرو، ولكنهما لم يُفلحـا بسبب الصعوبات التقنية وشجارهما، وهكذا بقيت الفكرة معلقة طوال ثلاثين سنة أخرى إلى أن بعثها في إنكلترة نيفيل ماسكيلين، عالم الفلك الملكي. وفي كتاب دافا سوبل المشهور خطّ الطول، يُصور ماسكيلين بالمغفّل والوغد؛ لأنه أخفق في تقدير تألّق صانـع الساعة جون هاريسون، ويمكن أن يكون هذا صحيحاً؛ ولكننا مدينون له بطرق أخرى لم تذكرها سوبل في كتابها، ومنها خطته الناجحة لوزن الأرض.

أدرك ماسكيلين أن لب المشكلة يكمن في العثور على جبل له شكل منتظم بما يكفي من أجـل الحكم على كتلته. وبإلحاح منه، وافقت الجمعيـة الملكية على دعوة شخص جديـر بالثقة؛ كي يسافر إلى الجـزر البريطانية، ويرى إن كان يمكن العثور على جبل كهـذا. عرف ماسكيلين تماماً هذا الشخص: إنه عالم الفلك والماسح تشارلز ماسون. صـار ماسكيلـين وماسون صديقين قبل إحـدى عشرة سنة، بينمـا كانا منخرطين في مشـروع لقياس حدث فلكي له أهميـة عظيمة: مرور كوكب الزّهرة أمام الشمس. وقد اقـترح إدموند هالي - الـذي لا يتعب - قبل سنوات أنك إذا قست عمليات العبور هذه مـن نقاط مختارة علـى الأرض، تستطيـع استخدام مبـادئ المسح المثلثـي لاستنتاج المسافـة من الأرض إلى الشمس، ومن ثمّ كي تعاير المسافات إلى كل الأجرام الأخرى في المنظومة الشمسية.

إن عبور كوكب الزهرة – كما هو معروف – حدث غير منتظم لسوء الحظ. ويحصل مرتين كل ثماني سنوات، ومن ثم يغيب لقرن أو ما يقارب ذلك، ولم يحدث في مدة حياة هالي*. ولكن الفكرة احتدمت، وحين حدث العبور اللاحق في حينه في 1761 – تقريباً بعد عقدين من وفاة هالي – كان العالم العلمي في الواقع أكثر استعداداً مما كان عليه من قبل من أجل حدث فلكي.

انطلق العلماء إلى أكثر من مئة موقع في أنحاء الكوكب بغريزة المحنة، التي وسمت ذلك العصر: إلى سيبيريا و الصين وإفريقية الجنوبية وإندونيسيا وغابات وسكنسون، بين أمكنة أخرى كثيرة. أرسلت فرنسة اثنين وثلاثين راصداً، وأرسلت بريطانيا ثمانية عشر، وانطلق آخرون من السويد وروسية وإيطالية وألمانية وأيرلندة وأمكنة أخرى.

كانت هذه أول مغامرة علمية تعاونية في التاريخ، وقد واجهت المشكلات في معظم الأمكنة. عانى كثير من الراصدين من الحرب أو المرض أو غرقت سفنهم. وصل آخرون إلى وجهاتهم ولكنهم حين فتحوا صناديقهم وجدوا أن أجهزتهم محطمة أو أفسدتها الحرارة الاستوائية. ومرة أخرى بدا كأنه مقدر على الفرنسيين أن يقدموا معظم المشاركين غير المحظوظين المذكورين. فقد أمضى جان تشاب Jean Chappe شهوراً يسافر إلى سيبيريا بالعربة، والقارب ومركبة الجليد، معتنياً بأجهزته الحسّاسة عند كل قفزة مهلكة، فقط كي يجد المرحلة الأخيرة مسدودة بأنهار هائجة، نتيجة أمطار ربيعية غزيرة، التي سارع المحليون كي يحملوه مسؤوليتها بعد أن رأوه يوجّه أدوات غريبة نحو السماء. ولكن تشاب هرب ناجياً بحياته ولكن دون أدوات مفيدة.

وكان حظ غيوم لو جنتل أكثر سوءاً وقد لخّص تجاربه بشكل رائع تيموثي فيريز في كتابه بلوغ سن الرشد في الطريق اللّبنية. انطلق لو جنتل من فرنسة قبل سنة من الموعد؛ كي يرصد العبور من الهند ولكن نكسات مختلفة أبقته في البحر في يوم العبور – في أسوأ مكان – بما أن القياسات الثابتة مستحيلة في سفينة مهتزة.

واصل لو جنتل طريقه إلى الهند بشجاعة، كي ينتظر العبور اللاحق في 1796. وبما أنه كان أمامه ثماني سنوات كي يستعد، شيّد محطة رصد من المرتبة الأولى،

* سيحدث العبور اللاحق في حزيران 2004، واللاحق في 2012 . لم يحدث أي منها في القرن العشرين.

واختبر وأعاد اختبار أجهزته ووضع كل شيء في حالة استعداد تامة. وفي صباح العبور اللاحق، 4 حزيران 1796، استيقظ في يوم رائع؛ ولكن، حين بدأ كوكب الزهرة عبوره، انزلقت سحابة أمام الشمس وبقيت هناك طوال مدة العبور التي هي ثلاث ساعات وأربع عشرة دقيقة وسبع ثوانٍ.

حزم لو جنتل أدواته بوقار وانطلق إلى أقرب ميناء، ولكنه أصيب على الطريق بالزُّحار وظلّ مستلقياً طيلة سنة. كان ما يزال ضعيفاً، ولكنه أخيراً صعد إلى سفينة. وكانت على وشك التحطم بسبب إعصار مقابل الساحل الإفريقي. حين وصل أخيراً إلى الوطن، بعد إحدى عشرة سنة ونصف من انطلاقه - ودون أن ينجز أي شيء - اكتشف أن أقرباءه أعلنوا أنه مات في أثناء غيابه وقاموا بنهب مزرعته.

بالمقارنة، كانت خيبات الأمل التي واجهها الراصدون البريطانيون الثمانية عشرة المبعثرون خفيفة. رافق ماسون ماسحٌ شاب يدعى جريمياه دكسون و كانت علاقتهما على ما يبدو جيدة، إذ أنهما شكّلا شراكة دائمة. كانت التوجيهات تقتضي أن يسافرا إلى سومطرة ويضعا خريطة للعبور من هناك، ولكن بعد ليلة واحدة في البحر هاجمت فرقاطة فرنسية سفينتهما (وبالرغم من أن العلماء كانوا في مزاج تعاون دولي، فإن الأمم لم تكن كذلك). أرسل ماسون ودكسون رسالة إلى الجمعية الملكية منبهين أن الأمر خطير بنحو كريه في أعالي البحار، وتساءلا إن كان ينبغي أن يتم الأمر). لكنهما تلقيا إجابةً سريعةً يحتوي على توبيخ بارد، وأنه تم الدفع لهما وأن الجماعة العلمية تعتمد عليهما، وأن إخفاقهما في المتابعة سيؤدي إلى فقدانهما الذي لا يُعوّض لسمعتهما. اضطرا إلى الإبحار، ولكن على الطريق وصلهما أن سومطرة وقعت في يد الفرنسيين، وهكذا رصدا العبور بشكل غير كافٍ من رأس الرجاء الصالح. وفي طريق العودة إلى الوطن عرّجا على جزيرة القديسة هيلينا الأطلسية المعزولة، حيث قابلا ماسكيلين، الذي أعاقت السحابة رصده. شكّل ماسون وماسكيلين صداقة قويّة وأمضيا أسابيع ممتعة ومفيدة في رسم خرائط المد والجزر.

بعد ذلك حالاً، عاد ماسكيلين إلى إنكلترة، حيث أصبح عالم فلك ملكياً، أما ماسون ودكسون اللذان هما الآن على ما يبدو أكثر تأقلماً، فقد أمضيا أربع سنوات طويلة مهلكة

يمسحان طريقهما عبر 244 ميلاً من البرية الأميركية الخطرة؛ كي يحلاّ نزاعاً على الحدود بين مستعمرتي وليم بن واللورد بالتيمور الشخصيتين بنسلفانيا وماريلاند. كانت النتيجة خط ماسون دكسون الشهير، الذي اكتسب فيما بعد أهمية رمزية كخط يفصل بين الولايات الحرة وولايات العبيد. (بالرغم من أن الخط كان مهمتهما الرئيسة، فإنهما أيضاً أسهما في مسوحات فلكية عديدة، وبينها أكثر القياسات صحّة في القرن لدرجة خطّ الزوال، وكان هذا إنجازاً حقق لهما من الشهرة في إنكلترة أكثر بكثير من حل نزاع على الحدود بين أرستقراطيين فاسدين).

حين عاد إلى أوروبة، أُجبر ماسكيلين ونظراؤه في ألمانية وفرنسة على قبول خاتمة أن قياسات العبور في 1761 كانت جوهرياً خائبةً. وكانت المفارقة أن إحدى المشكلات هي كثرة عمليات الرصد، التي حين جُمعت سوية، غالباً ما برهنت أنها متناقضة ومن المستحيل حلّها. وقام بالقياس الناجح لعبور كوكب الزهرة قبطان بريطاني غير معروف ولد في يوركشير يدعى جيمس كوك James Cook، الذي راقب العبور الذي تم في سنة 1769 من قمة هضبة مشمسة في تاهيتي، ثم ذهب كي يضع خريطة لأسترالية وطالب بإلحاقها بالتاج البريطاني. لدى عودته كان هناك ما يكفي من المعلومات لعالم الفلك الفرنسي جوزيف لالاند Joseph Lalande كي يحسب أن متوسّط البعد من الأرض إلى الشمس كان أكثر بقليل من 150 مليون كيلومتر. (حدث عبوران آخران في القرن التاسع عشر سمحا لعلماء الفلك أن يجعلوا الرقم 149.59 مليون كيلومتر، حيث بقي منذ ذلك الوقت). ونعرف الآن أن المسافة الدقيقة هي 149.59780691 مليون كيلومتر. صار للأرض أخيراً موقع في الفضاء.

* * *

عاد ماسون ودكسون إلى إنكلترة كبطلين علميين، ولكنهما حلاّ شراكتهما لأسباب مجهولة. وبالرغم من تكرّر بروزهما في الأحداث الإبداعية في علم القرن التاسع عشر، فإنه من الغريب أنه لم يُعرف عنهما سوى قليل. لا يوجد صور لهما ولم يبقَ إلا بعض الإشارات المدوّنة. ويقول قاموس السِيَر الذاتية القومية عن دكسون بنحو خادع إنه قيل: «إنه وُلد في منجم للفحم»، ثم يترك الأمر لخيال القارئ كي يقدم ظرفاً

تفسيرياً قابلاً للتصديق، ويضيف أنه مات في دورمهم عام 1777. وبغض النظر عن اسمه وصداقته الطويلة مع ماسون، لا شيء أكثر من هذا كان معروفاً عنه.

كان ماسون أقل غموضاً بنحوضئيل. نعرف أنه قبل عام 1772 وبطلب من ماسكيلين مهمة العثور على جبل ملائم من أجل تجربة الانحراف الجاذبي، وأخيراً أجاب أن الجبل الذي يحتاجون إليه موجود في الأراضي الأسكتلندية الوسطى المرتفعة، تماماً فوق (لوتش تي)، وكان يُدعي (تشيهاليون). لا شيء، على أي حال، سيغويه كي يمضي الصيف في مسحه. لم يعد أبداً إلى الميدان مرة ثانية. كانت حركته اللاحقة المعروفة في 1786 حين - بنحو مفاجئ وغامض - ظهر في فيلادلفيا مع زوجته وأطفاله الثمانية، وكان على ما يبدو على شفا الفقر المدقع. ولم يعد إلى أمريكة منذ أن أكمل مسحه هناك قبل ثماني عشرة سنة، ولم يكن لديه سبب معروف لوجوده هناك، ولم يكن هناك أي أصدقاء أو رعاة كي يرحّبوا به. بعد بضعة أسابيع وافته المنية.

بعد أن رفض ماسون مسح الجبل، وقع العمل على عاتق ماسكيلين. وهكذا عاش ماسكيلين مدة أربعة أشهر في صيف 1774 في خيمة في وادٍ أسكتلندي ضيق ومنعزل وبعيد وأمضى أيامه يدير فريقاً من الماسحين الذين قاموا بمئات القياسات من جميع المواضع الممكنة. واقتضى الأمر للعثور على كتلة الجبل من كل هذه الأرقام كمية كبيرة من الحسابات المملّة، التي انخرط فيها عالم رياضيات يُدعى تشارلز هتون Charles Hutton. غطّى الماسحون خريطة بأعداد كبيرة من الأرقام، وكلّ منها يُحدّد ارتفاعاً في نقطة ما في الجبل أو حوله. كانت كتلة مشوّشة من الأرقام، ولكن هتون لاحظ أنه إذا استخدم قلم رصاص كي يصل بين النقاط ذات الارتفاع المتساوي، فإنها ستصبح كلّها أكثر ترتيباً. وبالفعل، يستطيع المرء أن يفهم على الفور حجم الجبل الكلي ومنحدره. لقد ابتكر الخطّ الكفافي.

مقدّراً من قياساته لجبل تشيهاليون، حسب هتون كتلة الأرض بأنها تبلغ خمسة آلاف مليون مليون طن، ويمكن أن يُستنتج منها بنحو معقول حجم كل الأجرام الرئيسة في المنظومة الشمسية. وهكذا من هذه التجربة عرفنا حجم الأرض والشمس

والقمر والكواكب الأخرى وأقمارها، وحصلنا على خطوط كفافيّة في الصفقة، وهذا ليس سيئاً مقابل عمل الصيف.

لم يقتنع الجميع بالنتائج، على أي حال. إن تجربة قياس تشيهاليون هو أنه لم يكن من الممكن الحصول على رقم صحيح دون معرفة الكثافة الفعلية للجبل. من أجل التبسيط، افترض هتون أن للجبل كثافة الصخور العادية نفسها، وأكبر من كثافة الماء بمرتين ونصف، ولكن هذا التخمين لم يكن علمياً.

كان أحد الأشخاص الذين ركزوا تفكيرهم على المادة ريفياً يُدعى جون متشيل John Mitchel، سكن في قرية يوركشير المنعزلة ثورنهيل. وبالرغم من موقعه البعيد نسبياً والمتواضع، كان ميتشيل أحد أعظم المفكرين العلميين في القرن الثامن عشر، وقد حظي باحترام كبير من أجل هذا.

فهم ميتشيل – بين أمور أخرى كثيرة جداً – الطبيعة التموّجية للزلازل، وقام بكثير من البحث الأصيل في المغناطيسية والجاذبية، و تصوّر بنحو فائق للعادة تماماً، احتمال وجود الثقوب السوداء قبل 200 عام من أي شخص آخر، وكانت هذه قفزة حتى نيوتن لم يستطع القيام بها. وحين قرّر الموسيقار المولود في ألمانية ويليم هرشل William Herschel أن اهتمامه الأساسي في الحياة هو علم الفلك، استدار إلى ميتشيل كي يرشده في صناعة التلسكوبات، وكان هذا لطفاً أصبح علم الكواكب مديناً له به منذ ذلك الوقت*.

ولكن من بين كل ما أنجزه ميتشيل، لا شيء كان أكثر براعة وتأثيراً من آلة صمّمها وبناها لقياس حجم الأرض. ولسوء الحظ، وافته المنية قبل أن يتمكّن من القيام بالتجارب، وعُهد بكل من الفكرة والأجهزة الضرورية إلى عالم لندني متألق ومتقاعد يدعى هنري كافندش Henry Cavendish.

يشكّل كافندش كتاباً بنفسه. فقد ولد في حياة من الترف الشهوي. كان جداه دوقين، على التعاقب، لكل من ديفونشير وكينت وكان أكثر العلماء الإنكليز موهبة في عصره،

* في 1781 أصبح هرشل أول شخص في الحقبة الحديثة يكتشف كوكباً. أراد أن يسمّيه جورج، على اسم الملك البريطاني، ولكن رغبته نُقضت. وبدلاً من ذلك دُعي أورانوس.

ولكنــه كان أغربهم أيضاً. ولقد عانى - كما عبّر أحد كتّاب سيرته - من الخجل، «إلى درجة تقارب المرض». وكان أي اتصال بشري بالنسبة له مصدراً للتعب الأكبر.

مرةً فتح بابه ليعثر على معجبه النمساوي - وقد وصل لتوّه من فيينا - عند العتبة. بــدأ النمساوي مثاراً يطري لــه المديح. تلقى كافندش الإطراءات لعدة لحظات وكأنها ضربــات مــن شيء حادّ، وحين لم يقدر على تلقّي أي إطراء إضافي، هرب سالكاً الممر ثم خرج من البوابة، تاركاً الباب الأمامي مفتوحاً على مصراعيه. ومرت عدة ساعات قبل أن يقبل العودة إلى ملكيته. حتى إن خادمه اتصل به مرسلاً رسالة.

كان يغامــر أحياناً ويخرج إلى المجتمع وخصصــ وقتاً للسهرات العلمية، التي كان يستضيفهــا عالم الطبيعــة العظيم السير جوزف بانكــس Sir Joseph Banks. وكان يتم التوضيح دوماً للضيوف الآخرين أنه يجب ألا يُنظر إلى كافندش، أو يتم الاقتراب منــه مهمــا كان السبب. نُصح الذين جذبتهــم أفكاره بأن يقتربوا منــه وكأن ذلك تم بالمصادفــة وبأن «يتحدثوا وكأن الأمر في فراغ». إذا كانــت ملاحظاتهم جديرة علمياً يمكــن أن يتلقوا إجابة مغمغمةً، ولكنهم كانوا في غالب الأحيان يسمعون صوتاً قصيراً حاداً مزعجاً (يبــدو أن لصوته نبرة عالية)، ويستديرون ليجدوا فراغاً فعلياً ومشهد كافندش هارباً إلى زاوية أكثر هدوءاً.

سمحــت لــه ثروته وميوله إلى العزلــة أن يحوّل منزلــه في (كلابمهم) إلى مختبر ضخــم حيث استطاع أن يبحــث دون أن يزعجه أحد في جميع فروع العلوم الفيزيائية: الكهربــاء، والحــرارة، والجاذبيــة، والغــازات، وأي شــيء يتعلّق بتركيب المــادة. كان النصف الثاني من القرن الثامن عشر يتميّز بميل العقول العلمية إلى الاهتمام الكبير بالمواصفات الفيزيائية للأشياء الجوهرية الغازات والكهرباء خاصةً، وبدؤوا يرون ما يمكــن أن يفعلوه بها، وغالبــاً بحماس أكبر من العقل. ففــي أمريكة، جازف بنجامين فرانكلــين بحياته كما هو معروف عبر تطيير طائرة ورقيــة في عاصفة كهربائية. وفي فرنســة اختبر كيمــاوي يُدعــى بيلاتــر دو روسازييــه Pilatre de Rosazier اشتعال الهيدروجــين عن طريــق ابتلاع كمية ونفخها علــى اللهب المكشــوف، مبرهناً بضربة

أن الهيدروجين قابل للاشتعال بنحو انفجاري وأن الحاجبين ليسا بالضرورة سمة دائمة للوجه. وبدوره، أجرى كافندش تجارب أخضع فيها نفسه لصدمات كهربائية متدرّجة، منتبهاً بذكاء إلى المستويات المتزايدة للألم إلى درجة أنه لم يعد يستطيع التحكّم بوشيعته أو وعيه. وفي مجرى حياة طويلة، قام كافندش بسلسلة من الاكتشافات الرائعة بين أمور كثيرة، كان الشخص الأول الذي عزل الهيدروجين وأوّل من مزج بين الهيدروجين والأوكسجين كي يشكّل الماء. وكانت الأمور التي فعلها غريبة مثله. وكان يلمّح دوماً في أعماله المنشورة إلى نتائج تجارب لم يخبر أحداً عنها مما سبّب السخط الدائم لزملائه العلماء. لم يكن يشبه نيوتن في سرّيته فحسب، وإنما تجاوزه بقوة. وقد سبقت تجاربه في توصيل الكهرباء زمنها بقرن، ولكن لسوء الحظ بقيت غير مكتشفة إلى أن مرّ ذلك القرن. وبالفعل لم يُعرف الجزء الأكبر مما فعله حتى أواخر القرن التاسع عشر، حين تولّى عالم الفيزياء من كمبريدج جيمس كليرك ماكسويل James Clerk Mxwell مهمة تحقيق أبحاث كافندش، وفي ذلك الوقت كانت تعزى اكتشافاته للآخرين دوماً.

ومن بين كثيرٍ من الأمور، ودون أن يخبر أحداً، اكتشف كافندش أو توقّع قانون بقاء الطاقة*، وقانون أوم، وقانون دالتون عن الضغوط الجزئية، وقانون رختر عن النسب المتبادلة، وقانون لو للغازات، ومبادئ التوصيل الكهربائي. كانت هذه بعض إنجازاته فحسب. وقال المؤرخ العلمي ج.غ. غروسر J.G. Growther: إن كافندش أشار إلى «عمل كلفن وج.هـ. دارون عن تأثير الاحتكاك المدّي في إبطاء دوران الأرض، واكتشاف لامور، الذي نُشر في 1915، عن تأثير التبريد الجوي المحلي... وعمل بيكرينج عن خلائط التجميد، وبعض عمل روسبوم عن التوازن المغاير». وأخيراً، ترك مفاتيح قادت مباشرة إلى اكتشاف مجموعة العناصر المعروفة بالغازات الخاملة**، التي كان بعضها مخادعاً، بحيث إنّه لم يُكتشف آخر غاز منها حتى 1962. ولكن اهتمامنا

* مبدأ في الفيزياء يقول: إن الطاقة الإجمالية لأي نظام مادّي تظل ثابتة بصرف النظر عن التغيّرات الداخلية مهما تكن، وأن ما يختفي من الطاقة في أحد أشكالها يعاود الظهورَ في شكل آخر. المترجم.

** غاز فاقد النشاط، كيمائياً، فهو لا يثير أي تفاعل مع الأجسام التي يتّصل بها.

ينصبُّ هنا على تجربه كافندش الأخيرة المعروفة - حين في أواخر صيف 1797، وفي عمر السابعة والستين - أدار انتباهه إلى صناديق الأجهزة التي تركها له جون ميتشل بسبب احترامه العلمي له.

حين تم تجميع أجهزة ميتشل لم تبد كونها نسخة من القرن الثامن عشر من آلة نوتيلوس للتدريب على الأثقال. كانت تحتوي على الأوزان، والأوزان المضادة، والبندولات والمقابض والأسلاك الالتوائية. وفي قلب الآلة كان هناك كُرتان من الرصاص يبلغ وزنهما 350 رطلاً، تتدليّان قرب كرتين أصغر. وكانت الفكرة هي قياس الانحراف الجاذبي للكرتين الأصغر بواسطة الكرتين الأكبر، مما سيؤدي إلى القياس الأول للقوة المخادعة المعروفة باسم الثابت الجاذبي، الذي منه يمكن أن يُستنتج وزن الأرض (بحصر المعنى كتلتها)*.

ولأن الجاذبية تحفظ الكواكب في مدارها وتجعل الأشياء الساقطة تسقط وتنفجر، نميل إلى التفكير بها بوصفها قوة جبّارة، لكنها ليست كذلك في الحقيقة. إنها فقط جبارة بمعنى جمعي، حين يصدم شيء ضخم كالشمس، جرماً آخر كبيراً كالأرض. وفي مستوى أولي الجاذبية غير قوية بنحو فائق للعادة. ففي كل مرة تلتقط فيها كتاباً عن الطاولة أو قطعة نقدية عن الأرض، فإنك تتغلب دون جهد على الجهد الجاذبي لكوكب بأكمله. ما كان كافندش يحاول فعله هو قياس الجاذبية على هذا المستوى الذي هو بوزن الريشة.

كانت الرهافة هي الكلمة الأساسية. لا يمكن السماح لهمسة مزعجة بالدخول إلى غرفة تحتوي على الأجهزة، بحيث إنّ كافندش اتّخذ موقعاً في غرفة مجاورة، وقام بأرصاده بتلسكوب موجّه عبر ثقب. كان العمل دقيقاً بنحو لا يُصدق، وتضمّن سبعة عشر قياساً حساساً ومتداخلاً، استغرق إنجازها عاماً كاملاً.

* بالنسبة للعالم الكتلة والوزن شيئان مختلفان تماماً. فكتلتك تبقى نفسها أينما ذهبت، ولكن وزنك يتنوّع بحسب بعدك عن شيء ضخم كالكوكب. فإذا سافرت إلى القمر فستلاحظ أنك أخف وزناً ولكن ليس أقل كتلة. ولأسباب عملية، الكتلة والوزن هما الشيء نفسه على الأرض وهكذا يمكن أن يُعد المصطلحان مترادفين، على الأقل خارج غرفة الصف.

وحـين أنهى أخـيراً حساباتـه، أعلن كافندشـ أن وزن الأرض يبلغ أكـثر بقليل من 13.000.000.000.000.000.000.000 رطـل، أو ستة بلايين ترليون طن متري*، إذا استخدمنا القياس الحديث.

يمتلـك العلماء اليوم تحت تصرّفهـم آلات دقيقة جداً، بحيـث يستطيعون معرفة وزن بكتيريـا واحدة وحساسة جـداً، وبحيث إنّ القراءات يمكـن أن يزعجها شخص يتثاءب على بعـد خمسة وسبعين قدماً، لكنها ليست أفضل بكثير من أجهزة كافندش في 1797. إن التقديـر الأفضل الحـالي لوزن الأرض هـو 5.9725 بليون ترليون طن، والفرق هو نحو 1% عن رقم كافندش. المهم، هو أن هذا أكّد التقديرات التي قام بها نيوتن قبل 110 أعوام من كافندش دون أي دليل تجريبي مطلقاً.

علـى أي حـال، عرف العلمـاء في أواخر القـرن التاسع عشر بدقـة كبيرة حجم الأرضـ وأبعادها وبعدها عـن الشمس والكواكب؛ والآن، قـدّم لهم كافندش – حتى دون أن يغادر منزله – وزنها. وهكذا يمكنكم أن تفكّروا أن تحديد عمر الأرض دقيق بشكل نسبي. فقد كانت المواد الضرورية متوافرة لهم في الواقع. ولكن كلا. إن البشر سيشطـرون الذرّة ويخترعون التلفاز، والنايلـون والقهوة السريعة قبل أن يستطيعوا تخمين عمر كوكبهم.

كي نفهم لماذا، ينبغي أن نسافر شمالاً إلى أسكتلندة ونبدأ مع رجل متألّق وعبقري، لم يسمع به سوى قلّة، هو الذي كان قد أبدع لتوّه علماً يُدعى الجيولوجيا.

* الطن المتري يعادل ألف كيلوغرام. المترجم.

obeikandi.com

الفصل الخامس

كسّارو الحجارة

في الوقت الذي كان فيه هنري كافندش يُكمل تجاربه في لندن، كان هناك على بعد أربع مئة ميل في أدنبرة نوع آخر من لحظة ختامية، كانت على وشك أن تحدث مع موت جيمس هتون. كانت هذه أنباء سيئة لهتون بالطبع، لكنها أنباء طيبة للعلم بما أنها فتحت الطريق لرجل يُدعى جون بليفر John Playfair كي يعيد كتابة عمل هتون دون خوف من الارتباك.

كان هتون - كما تفيد جميع الروايات - رجل الاستبصارات الأكثر عمقاً والأحاديث الأكثر حيوية، وكانت رفقته ممتعة، ولا يضاهيه أحد حين يتعلّق الأمر بفهم العمليات الغامضة البطيئة التي صاغت الأرض. ولسوء الحظ، لم يكن قادراً على وضع أفكاره في صيغة قابلة للفهم. كان، كما قال أحد كتّاب السيرة بحسرة: «غير موهوب لغوياً». وكان كل سطر كتبه يسبب النعاس. وهذا واضح في كتابه العظيم الذي نُشر 1795، بعنوان نظرية للأرض ببراهين ورسوم توضيحية، الذي يناقش... حسناً، شيئاً ما:

«إن العالم الذي نعيش فيه مؤلف من مواد، وليس من الأرض التي كانت الوريث المباشر للحاضر، ولكن من الأرض التي، في صعودها من الحاضر نعدّها بأنها الثالثة، التي سبقت الأرض التي كانت فوق سطح البحر، بينما كانت أرضنا الحالية ما تزال تحت مياه المحيط».

مع ذلك، أنشأ وحده، وببراعة، علم الجيولوجيا وغيّر فهمنا للأرض. وُلد هتون عام 1726 لأسرة أسكتلندية ثرية، وتمتّع بالراحة المادية التي سمحت له أن يمضي مدة طويلة من حياته في دورة موسّعة عبقرية من العمل الخفيف والتحسّن الفكري. درس الطبّ، لكنه لم يشعر بميل نحوه واختار بدلاً من ذلك الزراعة، التي عمل فيها بطريقة مسترخية وعلمية في عزبة العائلة في برويكشير، متعباً من الحقل والماشية،

انتقل في 1768 إلى أدنبرة، حيث أسّس عملاً ناجحاً منتجاً ملح النُّشادر من سخام الفحم، وشغل نفسه باهتمامات علمية متنوّعة. كانت أدنبرة في ذلك الوقت مركزاً للنشاط الفكري وقد استفاد هتون من جوها الغني. صار عضواً بارزاً في جمعية دُعيت نادي أويستر، حيث كان يمضي أمسياته في رفقة رجال مثل عالم الاقتصاد آدم سميث، وعالم الكيمياء جوزف بلاك والفيلسوف ديفد هيوم، وكذلك بعض الشرارات الزائرة مثل بنجامين فرانكلين وجيمس واط.

وبحسب تقاليد تلك الأيام، اهتمّ هتون بكل شيء تقريباً، من علم المعادن إلى الميتافيزيقيا. وقام بتجارب في المواد الكيماوية، واستقصى طرق تعدين الفحم الحجري وشق القنوات، وزار مناجم الملح، وتأمل في آليات الوراثة، وجمع المستحاثّات وقدّم نظريات عن الأمطار، وبنية الهواء وقوانين الحركة، بين أمور كثيرة. ولكن اهتمامه الأساسي انصبّ على الجيولوجيا.

ومن بين المسائل التي شدّت الانتباه في ذلك العصر الاستقصائي بنحو مسعور كانت مسألة حيّرت البشر مدة طويلة، وأعني لماذا كان يُعثر على أصداف البطلينوس ومستحاثات بحرية أخرى غالباً في قمم الجبال. كيف حصل ووصلت إلى هناك؟ إن الذين اعتقدوا أنّ لديهم حلاً انقسموا إلى معسكرين مختلفين. كان أحد المعسكرين يُعرف باسم النبتونيين Neptunists، الذين اقتنعوا أن كل شيء على الأرض – بما فيه الأصداف البحرية في الأماكن المرتفعة – يمكن أن يُشرح عن طريق ارتفاع وانخفاض مستويات البحر. اعتقدوا أن الجبال والتلال والسمات الأخرى قديمة قدم الأرض، ولم تتغيّر إلاّ حين اندفعت المياه فوقها في أثناء مدد من الطوفان العالمي.

ولكن كان يعارضهم البلوتونيون Plutonists الذين قالوا: إن البراكين والزلازل – بين وسائط أخرى حية – تغيّر باستمرار وجه الكوكب ولكنها لا تدين بأي شيء للبحار المتقلبة. طرح البلوتونيون أيضاً أسئلة مهمة مثل: إلى أين تذهب المياه كلّها حين لا تطوف. لو كان هناك ما يكفي منها أحياناً لغمر جبال الألب، إذاً أين هي – بحق الله – في أثناء أوقات الهدوء، مثل الآن؟ اعتقدوا أن الأرض خاضعة لقوى داخلية عميقة، كما هو الأمر لقوى

سطحيــة. على أي حال، لم يستطيعوا أن يشرحوا بنحو مقنع كيف وصلت كل أصداف البطلينوس إلى هناك.

في أثناء الحيرة من كل تلك الأمور وصل هتون إلى سلسلة من الاكتشافات العميقة. فعبر النظر إلى أرض مزرعته، استطاع أن يرى أن التربة ناجمة عن حت الصخور وأن جزيئات هذه التربة تذهب بعيداً باستمرار، وتنقلها الجداول والأنهار، وتعيد إيداعها في أمكنــة أخــرى. وأدرك أنه لــو استمرت هذه العملية إلى خاتمتهــا الطبيعية لتآكلت الأرض وصغرت. مــع ذلك، في كل مكان حوله، كان هناك تــلال. وعلى ما يبدو يجب أن تكــون هناك عملية إضافية، نوع مــن التجديد والترقّي، ينشئ تلالاً وجبالاً جديدة لجعــل الدورة تستمر. إن المستحاثــات البحرية على قمم الجبال - كما قال - لم تُودع في أثنــاء الطوفانات، وإنما نهضت مع الجبال نفسها. وقــد استنتج أيضاً أن الحرارة التــي في باطن الأرض هي التــي خلقت الصخور والقارات ورفعت سلاسل الجبال. ولا نبالغ إذا قلنا: إن علماء الجيولوجيا لم يفهموا التعقيدات الكاملة لهذه الفكرة إلا بعد مئتــي عام، حين تبنّوا في النهايــة مفهوم الألواح التكتونية للأرض*. قبل كل شيء، ما اقترحتــه نظريات هتون هو أن العمليــات التي شكّلت الأرض تتطلّب زمناً طويلاً جداً، أكثر مما حلم به أي شخص بكثير. كان هناك ما يكفي من الاستبصارات هنا لتغيير فهمنا للكوكب بشكل كامل.

في عــام 1785 عبرّ هتون عن أفكاره في مقالة طويلــة قُرئت في اجتماعات متتالية للجمعيــة الملكية في أدنبرة. لكنها لم تشدّ انتباه أحد مطلقاً. وليس من الصعب معرفة السبب في ذلك. ونوضح لكم هنا جزئياً كيف قدّمها للقراء:

في إحــدى الحــالات، إن علّــة التشكيل هي في الجــرم المنفصل؛ ذلــك أنه، بعد أن حفّــزت الحرارة الجرم، فإنّه بفعــل رد فعل المادّة الملائمة تشــكّل الصدع الذي شكّل الشــقّ. وفي الحالــة الأخــرى مرة ثانيــة، إن العلّــة عرضيّة بالعلاقة مــع الجرم الذي تشــكّل فيه الصدع. لقد حدث التمزّق والانكسار الأكثر عنفاً؛ ولكن العلّة ما تزال غير

* ـ فرع من الجيولوجيا يبحث في المعالم التركيبية الكبرى للأرض وأسبابها. المترجم.

مكتشفة، ولا تظهر في الشق؛ إذ ليس في كلّ تمزّق وتصدّع للجرم الصلب لأرضنا، يُعثر على المعادن، أو المواد الملائمة للعروق المعدنية.

من نافلة القول: إنه لا أحد تقريباً من الجمهور امتلك أدنى فكرة عمّا كان يتحدث عنه هتون. وحين شجّعه أصدقاؤه كي يوسّع نظرياته، آملين أن يعبر عن الوضوح في صيغة أكثر شمولاً، أمضى هتون السنوات العشر اللاحقة في تحضير أعظم كتبه، الذي نُشر في جزأين سنة 1795.

وصل المجلدان إلى ألف صفحة تقريباً، وكانا - بنحو ملحوظ - أسوأ حتّى مما خشي منه أصدقاؤه الأكثر تشاؤماً. فبغض النظر عن أي شيء آخر، تألف نصف العمل المنجز من اقتباسات من مصادر فرنسية، وباللغة الفرنسية. كان المجلّد الثالث غير مغرٍ، بحيث إنّه لم يُنشر حتى عام 1899، بعد أكثر من قرن على وفاة هتون، ولكنّ الجزء الرابع الختامي لم يُنشر أبداً. إن كتاب هتون نظرية الأرض يعد أقل الكتب العلمية قراءة (أو على الأقل سيكون كذلك إن لم يكن هناك كتب أخرى كثيرة). أقرّ حتّى تشارلز ليل Charles Lyell، أعظم علماء الجيولوجيا في القرن اللاحق - الذي قرأ كلّ شيء - أنه لا يستطيع مواصلة قراءته.

ولحسن الحظ، كان لدى هتون كاتب سيرة يدعى جون بليفر John Playfair؛ كان أستاذ الرياضيات في جامعة أدنبرة وصديقاً حميماً لهتون، الذي لم يكتب بنثر جميل فحسب وإنما بفضل قضاء سنوات كثيرة إلى جانب هتون فهم أيضاً ما الذي كان هتون يحاول قوله، معظم الوقت. وفي 1802، بعد خمس سنوات من وفاة هتون، ألّف بليفر شرحاً مبسّطاً للمبادئ الهتونيّة تحت عنوان توضيحات للنظرية الهتونيّة في الأرض. وتم تلقي الكتاب بامتنان من قبل أولئك الذين كانت لديهم اهتمامات حقيقية في الجيولوجيا، الذين لم يكن عددهم كبيراً في سنة 1802. وكان هذا على وشك التغيّر، على أي حال.

في شتاء 1807 اجتمع ثلاثون شخصاً لهم هدف مشترك في لندن في فندق فريماسونس في لونج إيكر، وكوفنت بارك، لتشكيل نادي عشاء دُعي الجمعية الجيولوجية. اتّفقوا على اللقاء مرة في الشهر كي يتبادلوا الأفكار الجيولوجية في أثناء

تناول كأس أو اثنين من نبيذ جزيرة ماديرا وعشاء مرح. وقد رُفع ثمن العشاء قصداً إلى 15 شلناً؛ كي لا يأتي أولئك الذين لا يمتلكون سوى اهتمامات فكرية. وتوضّح حالاً أنـه كان هناك طلب لشيء أكبر، ولمقر دائم حيث يستطيع الناس أن يجتمعوا لمناقشة مكتشفات جديدة. وصل عدد الأعضاء إلى أربع مئة في مدة عقد تقريباً وكلهم سادة، بالطبـع وكانت الجمعيـة الجيولوجية تهدّد بـأن تطغى على الجمعيـة الملكية كجمعية علمية رئيسة في البلاد.

كان الأعضـاء يلتقون مرتين في الشهر من تشريـن الثاني إلى حزيران، حيث كان كلّ واحد منهم يسافر لقضاء الصيف في القيام بعمل ميداني. لم يكن هؤلاء أشخاصاً يمتلكـون اهتمامات ماليّة بالمعادن - أو حتـى أكاديميين - وإنما مجرّد سادة يمتلكون الثروة والوقت للانغماس في هواية على مستوى مهنيّ تقريباً. وبحلول 1830 كان هناك 745 منهم، ولن يشهد العالم مثيلاً لذلك.

مـن الصعـب أن نتصوّر هذا الآن، ولكـن الجيولوجيا أثارت القـرن التاسع عشر استحـوذت عليه بالمعنـى الإيجابي بطريقـة لم يفعلها أي علم من قبـل أو فيما بعد. وفي 1839، حـين نشـر رودرك مرتشيسـون Roderick Murchison كتابـه النظام السليوري*، وهو دراسة مباشرة وجدّية إلى حد الملل لنمط من الصخور يُدعى صخور الطين البازلتية الرمادية، حقّق على الفور أفضل المبيعات، وطُبع أربع طبعات، بالرغم من أن النسخة كانت تكلّف ثمانية جنيهات، وكان أسلوبه مستعصياً على القراءة على غرار أسلوب هتون. (وكما قال داعم مرتشيسون، كانت تنقصه «الجاذبية الأدبية»). وحـين، - في عام 1841 - سافر العظيم تشارلز لِيَل إلى أمريكة؛ كي يلقي سلسلة من المحاضرات في بوسطن، كان يحضرها جمهور مؤلف من ثلاثة آلاف شخص كل مرة في مؤسسـة لويل؛ كي يستمعوا إلى وصفه المهدّئ للزِّيوليت** البحري والاضطرابات الزلزالية في كامبانيا.

* ـ صفة للعصر الثالث من الدهر القديم. المترجم.

** ـ أيّ من مجموعة من سليكات الألومنيوم المائية تشتمل على صوديوم أو كلسيوم أو بوتاسيوم أو باريوم وعلى نسـبة كبيرة من الماء.والزيوليتات معادن ليّنة نسـبياً وتكون في الصخور البركانية ولا سيما البازلت. المترجم.

وفي أنحاء العالم الحديث المفكّر - ولا سيما في بريطانية - غامر رجال العلم وذهبوا إلى الريف؛ كي يقوموا بقليل من «تكسير الأحجار»، كما سمّوا الأمر. وكانت هذه عملية أُخذت على محمل الجد وكانوا يميلون إلى أن يلبسوا - بوقار ملائم - قبعات وبذلات سوداء، ما عدا الموقّر وليم بكلاند William Buckland من أكسفورد، الذي كان من عادته أن يقوم بعمله الميداني مرتدياً زيّه الأكاديمي.

لقد جذب الميدان كثيراً من الشخصيات الفائقة للعادة، وليس فحسب مرتشيسون الذي ذُكر سابقاً، الذي أمضى الثلاثين سنة الأولى من حياته يعدو وراء الثعالب، محوّلاً الطيور إلى أشلاء من الريش المتطاير بالخردق، ولم يظهر رشاقة ذهنية أكثر من الحاجة لقراءة صحيفة التايمز أو لعب دورة من ألعاب الورق. ثمّ اكتشف اهتمامه بالصخور وصار عملاقاً في التفكير الجيولوجي بسرعة مذهلة.

كان هناك أيضاً الدكتور جيمس باركنسون James Parkinson، الذي كان في بداية حياته اشتراكياً ومؤلّفاً لكثير من النشرات التحريضيّة بعناوين مثل «ثورة دون سفك دماء». وفي 1794 تورّط في مؤامرة بدت جنونية دُعيت «مؤامرة بندقية الهواء*»، خُطّط فيها لإطلاق سهم مسموم على الملك جورج الثالث في العنق وهو يجلس في مقعده في المسرح. استدعي باركنسون للتحقيق أمام مجلس شورى الملك وكان على شفا النفي مقيّداً إلى أسترالية قبل أن تُسقط عنه التهم. متبنياً مقاربة للحياة أكثر محافظةً، وطوّر اهتماماً بالجيولوجيا وصار أحد الأعضاء المؤسّسين للجمعية الجيولوجية ومؤلّف نص جيولوجي مهمّ بعنوان البقايا العضوية للعالم السابق، الذي ظلّ يُنشر لنصف قرن. لم يسبّب أبداً أي مشكلات مرة ثانية. واليوم - على أي حال - نتذكّره من أجل دراسته التي أحدثت نقطة تحوّل في المرض الذي دُعي آنذاك بـ«الشّلل الارتجافي»، الذي عُرف بمرض باركنسون. كان لباركنسون سبب آخر ضئيل للشهرة. ففي 1785 أصبح أول شخص في التاريخ يكسب متحف تاريخ طبيعي في عملية بيع بالقرعة. والمتحف الذي يقع في حي ليشستر بلندن، أسّسه السير آشتون ليفر، الذي دفع نفسه إلى الإفلاس بسبب جمعه غير المكبوح للعجائب

* ـ بندقيةٌ دميةٌ للأطفال تُطلق فلّينةً وتُحدثُ صوتاً مفرقعاً. المترجم.

الطبيعيــة. حافظ باركنسون على المتحف حتى عام 1805، حين لم يعد يستطيع دعمه تم تحطيم المجموعة وبيعها.

لم تكن شخصية تشارلز ليل مهمة على غرار الآخرين لكنه كان أكثر تأثيراً منهم كلهــم مجتمعين. وُلد ليل في العام الذي توفّي فيه هتون على بعد سبعين ميلاً فقط، في قريــة كينوردي. وبالرغم مــن أنه أسكتلندي المولد، فقد ترعــرع في الجنوب الأقصى البريطــاني، في الغابــة الجديــدة لهمبشير، لأن أمــه اقتنعــت أن الأسكتلنديين كانوا سكارى عقيمين. وكما كان نمط السادة العلماء في القرن التاسع عشر عامة، جاء ليل مــن خلفية الثروة المريحة والحيوية الفكرية. وكان والــده - الذي اسمه تشارلز أيضاً - يمتلــك الميزة غير العادية بكونه مرجعــاً أساسياً عن الشاعر دانتي وعن الطحالب. (وسمــي Orthotricium lyelli الــذي جلــس عليه معظــم زوّار الريــف الإنكليزي على اسمــه). اكتسب ليل مــن والده اهتمامــاً بالتاريخ الطبيعي ولكن هنــاك في أكسفورد حدث ووقع تحت تأثير الموقّر وليم بكلاند الذي كان يرتدي العباءة الفضفاضة بحيث بدأ ليل الشاب اهتمامه، الذي استمر مدى الحياة بالجيولوجيا.

كان بكلانــد شخصية غرائبيــة ساحرة. حقق بعض الإنجــازات الحقيقيّة، ولكنّه يُذكر بالقدر نفسه من أجل عاداته الغريبة. وقد نُوِّه به بنحو خاصّ من أجل مجموعة من الحيوانات البريّة، بعضها ضخم وخطر، سُمح لها بأن تتجوّل في منزله وحديقته، ومن أجل رغبته بمعرفة جميع حيوانات الخلق. وبحسب النزوات والمواد المتوفّرة، كان يمكــن أن يقدم للضيوف في منــزل بكلاند لحم الخنزير الغينــيّ، أو لحم الفئران في مخيــض لبن وبيض، والقناف المشويّة أو الخيشوم المسلوق الآسيوي الجنوبي الشرقي. كان بكلاند يعدّها كلها جيدة، باستثناء خلد الحديقة الشائع، الذي أعلن أنه مقرف. أصبح المرجع الرئيس في النَّجْو المستحجِر* وقد كان لديه طاولة مصنوعة بنحو كامل من مجموعته من العيّنات.

أظهــر فذاذة حتى حــين قام بأبحاث علميــة جدّية على طريقته. مــرة استيقظت السيــدة بكلاند مهتــزة في منتصف الليــل، وكان زوجها يصرخ مثــاراً: «يا عزيزتي،

* ـ روث حيوانات متحجّر في طبقات الصخور. المترجم.

أعتقد أن آثار أقدام التشيروثيريوم Cheirotherium هي دون شك كآثار أقدام السلاحف». فأسرعا إلى المطبخ في ثياب النوم. صنعت السيدة بكلاند عجيناً من الطحين، ومددته على الطاولة، بينما أحضر الموقّر بكلاند سلحفاة الأسرة. وضعها على العجين، جعلاها تمشي إلى الأمام واكتشفا بمتعة أن آثار أقدامها تطابق فعلاً تلك المستحاثة التي كان بكلاند يدرسها. اعتقد تشارلز دارون أن بكلاند مهرّج كانت هذه هي الكلمة التي استخدمها، ولكن ليل وجده ملهماً وأحبّه بما يكفي كي يذهب معه في جولة إلى أسكتلندة في 1824. قرّر ليل حالاً بعد هذه الرحلة أن يهجر مهنة القانون ويكرّس نفسه للجيولوجيا بشكل كامل.

كان ليل حسير البصر وواصل معظم حياته بِحَولٍ مؤلم، مما منحه جوّاً مزعجاً. (أخيراً فقد بصره). كانت خصوصيته الأخرى هي أنه حين تشغله فكرة يتخذ وضعيات غير متوقعة على الأثاث فيستلقي على كرسيين أو «يريح رأسه على مقعد كرسي بينما هو واقف» (كما قال صديقه دارون). وحين يستغرق في التفكير ينزل عن الكرسي بحيث إنّ الردفين يلامسان الأرض. كان عمل ليل الوحيد الحقيقي تدريس الجيولوجيا في كلية كينج في لندن من عام 1831 إلى 1833. ففي هذا الوقت تماماً ألف كتاب مبادئ الجيولوجيا، الذي طُبع في ثلاثة أجزاء بين عام 1830 و1833، وقوّى وأوضح بطرق عديدة الأفكار التي عبرّ عنها أولاً هتون قبل جيل. (بالرغم من أن ليل لم يقرأ النصوص الأصلية لهتون، فإنّه كان تلميذاً ألمعياً للنسخة التي أعاد بليفر صياغتها).

نشأ جدل جيولوجي بين زمن هتون وزمن ليل، الذي عُلِّق بنحو كبير، وغالباً ما كان يُخلط بالجدل النبتوني البلوتوني القديم. وصارت المعركة الجديدة جدلاً بين نظرية الجوائح* ومبدأ الاطِّراد**: وهذان مصطلحان غير جذّابين لجدل مهم استمرّ طويلاً. فالقائلون بنظرية الجوائح - كما يمكن أن تتوقّع من الاسم - اعتقدوا

* نظرية تذهب إلى القول: إن الكثرة الكبرى من معالم الأرض لا تعدو أن تكون ثمرة لعدّة أحداث مفاجئة عالميّة الانتشار.

** القول: إن كل الظواهر الجيولوجية يمكن ردُّها إلى القوى الموجودة في عصرنا الحاضر التي ما فتئت تعمل بانتظام منذ نشأة الأرض. المترجم.

obeikandl.com

أن الأرض شكّلتها حوادث مفاجئة جائحيّة كالطوفانات - بنحو رئيس - لهذا غالباً ما يُجمع بنحو خاطئ بين النبتونية ونظرية الجوائح. كانت نظرية الجوائح مريحة بنحو خاص لرجال دين مثل بكلاند، لأنها سمحت لهم أن يدرجوا طوفان نوح التوراتي في مناقشات علمية جادّة. بالمقابل، اعتقد القائلون بمبدأ الاطِّراد بأن التغيّرات التي طرأت على الأرض كانت تدريجية، وأن كل عمليات الأرض تقريباً حدثت ببطء، في مدد شاسعة من الزمن. كان (هتون) والد الفكرة قبل ليل بوقت طويل، ولكن ليل هو الذي قرأه معظم الناس، وهكذا أصبح في أذهان معظم البشر - آنذاك والآن - أب الفكر الجيولوجي الحديث.

اعتقد ليل أن تبدّلات الأرض كانت منتظمة وثابتة، وأن كلّ ما حدث في الماضي يمكن شرحه بأحداث ما تزال تحدث اليوم. لم يزدر ليل وأتباعه نظرية الجوائح فحسب، وإنما مقتوها. اعتقد القائلون بنظرية الجوائح أن الانقراضات كانت جزءاً من سلسلة استُؤصلت فيها الحيوانات بنحو متكرّر واستُبدلت بمجموعات جديدة، وهذا اعتقاد شبّهه عالم الطبيعة بنحو ساخر بالدورات الثلاثية المتعاقبة للعبة الهويست، التي في نهايتها يقوم اللاعبون بقلب الطاولة ويطلبون ورقاً جديداً. وقد كانت طريقة ملائمة جداً لشرح المجهول. وقد قال ليل بازدراء: «لم يكن هناك أبداً عقيدة قطعية محسوبة كهذه تولّد الكسل، وتثلّم شفرة الفضول الحادّة».

لم تكن أخطاء (ليل) غير المقصودة دون أهمية. فقد أخفق في أن يشرح بشكل مقنع كيفية تشكّل سلاسل الجبال، وأهمل جبال الجليد كعوامل تغيير. رفض قبول فكرة أجاسيز Agassiz عن العصور الجليدية ـ «تبريد الكوكب»، كما سمّاه رافضاً وكان واثقاً أن الحيوانات الثديية «سيُعثر عليها في أقدم مواقع المستحاثّات». ورفض فكرة أن الحيوانات والنباتات عانت من دمار مفاجئ، واعتقد أن جميع المجموعات الحيوانية الرئيسة: الثدييات والزواحف والأسماك وهكذا دواليك، تعايشت منذ فجر الزمن. ولكنه كانت يحتاج إلى البراهين في كل هذه الأمور التي ذهب إليها.

لا نبالغ حين نتحدث عن تأثير (ليل) الكبير. فقد طُبع كتاب مبادئ الجيولوجيا 12 طبعة في أثناء حياته واحتوى على أفكار صاغت التفكير الجيولوجي حتى القرن

العشريـن. أخذ دارون نسخة من الطبعـة الأولى معه في رحلة البيجل، وكتب فيما بعد أن «الأهميـة العظيمة لكتاب مبادئ الجيولوجيا هي أنـه غيّر نبرة عقل المرء برمّتها، ومـن ثـمّ حين يرى المرء شيئـاً لم يره (ليل) من قبل أبداً، فإن المـرء يراه بعينيه نوعاً ما». باختصار، اعتقد أنه إله تقريباً، كما فعل كثيرون في جيله. وهذه شهادة على قوة تحكّـم ليل بحيث إنّه في الثمانينيات، حين كان على علمـاء الجيولوجيا أن يتخلّوا عن جـزء فحسب من نظريته؛ كي يكيّفوا تأثير نظرية الانقراضات، فإن هذا قتله تقريباً. ولكن هذا يحتاج إلى فصل آخر.

في غضـون ذلـك كان لدى الجيولوجيا كثير من الفرز، ولـو لم يحدث كلّه بهدوء. فمـن البداية حاول الجيولوجيون تصنيـف الصخور بحسب المدة التي توضعت فيها، ولكن في غالب الأحيان كان هناك كثير من الخلافات المرّة عن: أين توضع الخطوط الفاصلة ولكنها لم تكن أطول من الجدل الذي استمرّ طويلاً، ودُعي بالجدل الديفوني العظيـم (منسـوب إلى ديفنشير في إنكلترة). وقـد أُثيرت المسألة حـين زعم الموقّر آدم سدجويـك مـن كمبرديج أن للعصر الكمبريّ طبقة مـن الصخر اعتقد رودريك مرتشيسون أنها تنتمـي مباشرة إلى العصر السِّيلوري. استمرّ الجدل سنوات وحميَ بشـكل كبـير. إن دي لا بيتش De la Beche كلب قذر، هذا مـا كتبه مرتشيسون إلى صديق في نوبة غضب نموذجية.

يُمكـن الحصـول على إحساس ما بقـوة المشاعر عبر عناوين فصـول كتاب مارتن ج.سـن. رودويـك الممتاز والرزين عـن المسألة، الجـدل الديفوني العظيـم. كان هناك عناويـن مسالمة مثل «ساحات جدل السادة» و«الكشف عـن جريويك»، وعناوين أخرى مثل «جريويـك مدافعاً عنه ومُهاجماً»، «توبيخات واتهامات مضادّة»، «انتشار شائعات كريهـة»، «ويفـر يرتدّ على هرطقته»، «وضـع الريفي الجلف في مكانـه»، وفي حال كان هناك أي شكّ بأن هذه حرب نجد عنواناً مثل «مرتشيسون يفتتح حملة أرض الراين». حُسـم القتـال أخيراً في عام 1879 حين قامت البعثـة البسيطة باكتشاف عصر جديد يُدعى العصر الأوردفيشي الذي وُضع بين العصر الكمبريّ والعصر السِّيلوري.

ولأنّ البريطانيين كانوا الأكثر نشاطاً في الأعوام الأولى في هذا الفرع من المعرفة، فإن الأسماء البريطانية كانت مهيمنة في المعجم الجيولوجي. وكلمة ديفوني هي بالطبع من المنطقة الإنكليزية التي تدعى ديفونشير. أتت كلمة كمبريّ من الاسم الروماني لويلز، بينما أتت كلمة الأوردفيشي والسيلوري من قبيلتين ويلزيتين هما الأوردفيشيون والسيلوريون. ولكن مع تصاعد التنقيب الجيولوجي في أمكنة أخرى، بدأت الأسماء تزحف من جميع الأنحاء. تشير كلمة جوراسي إلى جبال جورا على الحدود بين فرنسة وسويسرا. وتذكّر كلمة البرمي Permian بالمنطقة الروسية السابقة (بيرم) في جبال الأورال. وجاءت كلمة طباشيري cretaceous (من كلمة طباشير اللاتينية) ونحن مدينون لعالم جيولوجيا بلجيكي ذي اسم طريف هو جي دي أومواليوس دي هالوي J.J.d`Omalius d`Halloy.

قُسم التاريخ الجيولوجي في البداية إلى أربع مدد من الزمن: الأول والثاني والثالث والرابع. وقد كان المنهج دقيقاً جداً بحيث استمر، وأسهم علماء الجيولوجيا في الحال بتقسيمات جديدة بينما أزالوا أخرى. وخرجت المدة الأولى والثانية من الاستخدام معاً، بينما نبذ بعضهم الرابعة واحتفظ بها بعضهم الآخر. ولم يبقَ اليوم سوى المدة الثالثة كتسمية عامة في كل مكان، بالرغم من أنها لم تعد تمثّل مدة ثالثة من أي شيء.

أدخل ليل في كتابه المبادئ وحدات إضافية تُدعى حقب أو سلاسل كي يشمل مدة منذ عصر الديناصورات، وبينها العصر الحديث الأقرب (البلستوسيني)، والعصر الحديث القريب (البليوسيني)، والعصر الثّلثي الأوسط (الميوسيني) وذلك الغامض بنحو محبّب الذي يدعى العصر الحديث اللاحق. وقد قصد ليل بالأصل أن يستخدم كلمة synchronous لنهاياته، مقدماً لنا تسميات هشة مثل Meiosynchronous وPleiosynchronous. وقام الموقّر (وليم ويويل) - وكان رجلاً ذا نفوذ - بالاعتراض على أسس اشتقاقية إيتمولوجية واقترح بدلاً من ذلك نسق «an-eous»، منتجاً Meioneous وPleioneous وهكذا دواليك. وكانت اللاحقة ـ cene نوعاً من التسوية.

وفي هذه الأيام - إذا ما تحدّثنا عموماً - يُقسم الزمن الجيولوجي إلى أربعة أقسام تعرف باسم الدهور: الدهر ما قبل الكمبري، والدهر القديم، والدهر الوسيط والدهر الحديث. وتُقسم هذه الدهور الأربعة أيضاً إلى عشرين مجموعة فرعية، تُدعى عادة العصور بالرغم من أنها أحياناً تُسمّى الأنظمة. وهي معظمها معروفة بشكل معقول: العصر الطباشيري، والعصر الجوراسي، والعصر الترياسي أو الثلاثي، والعصر السيلوري، وهكذا دواليك*.

ثم جاءت حقب ليل العصر الحديث الأقرب (البلستوسيني)، والعصر الثلثي الأوسط (الميوسيني) التي لا تنطبق إلا على السنوات الخمسة وستين مليون الأحدث (ولكن الأكثر انشغالاً على المستوى الإحاثي)؛ لدينا أخيراً التقسيمات الفرعية الأروع التي تُعرف باسم المراحل أو العصور. وسُمّيت معظمها بنحو متردّد دوماً، على أسماء أمكنة مثل الديموانية نسبة إلى دي موا، والإلينية نسبة إلى ولاية إلينيوي، والكرواكية والكيميريدية، وهكذا دواليك. قال جون مكفي: إن عددها يصل إلى «عشرات الدزينات». ولحسن الحظ، إذا لم تكن الجيولوجيا مهنتك فإنك لن تسمع بأي من هذه مرة أخرى.

ما يزيد المسألة تعقيداً هو أن المراحل أو العصور في أمريكة الشمالية لها أسماء مختلفة عن أسماء المراحل في أوروبة، وتتقاطع معها في الغالب أحياناً في الزمن. وهكذا فإن المرحلة الأميركية الشمالية السنسناتية تتواشج في معظم الأحيان مع المرحلة الأشغيلية Ashgillian في أوروبة، إضافة إلى مدة قصيرة من المرحلة الكاردوسية Caradocian الأبكر بقليل.

يتغيّر كلّ هذا أيضاً من مقرر مدرسيّ إلى آخر ومن شخص إلى آخر، بحيث إنّ بعض المرجعيات تصف سبع حقب، بينما ترضى أخرى بأربع. وستجد في بعض الكتب أيضاً أنه تم حذف الثالث والرابع، واستبدلا بعصرين وبأطوال مختلفة يدعيان

* لن يحدث اختبار هنا، ولكن إن كان مطلوباً منك أن تحفظها غيباً يمكن أن ترغب بتذكّر نصيحة جون ولفورد المساعدة للتفكير بالدهور (ما قبل الكمبري، والقديم، والوسيط، والحديث) كفصول في سنة والعصور (البِرمي، الترياسي، والجوراسي... إلخ.) على أنها الشهور.

الباليوجيني Palaeogene والنيوجيني Neogene. ويقسم آخرون ما قبل الكمبري إلى حقبتين، السحيق Archaean والفجري Proterozoic. وسترى أحياناً أن مصطلح الفانيروزي phanerozoic يشمل العصر الجينوزوي Genozoic والميسوزي Mesozoic، والباليوزي Palaeozoic.

فضلاً عن ذلك، لا ينطبق كل هذا إلا على وحدات الزمن. فالصخور تُقسم إلى وحدات تامة الانفصال تُعرف باسم الأنساق، والسلاسل والمراحل. ويحدث فرق أيضاً بين الأخير والمبكر (إشارة إلى الزمن) والأعلى والأدنى (إشارة إلى طبقات الصخور). ويمكن أن يصبح كل هذا مشوشاً بنحو مرعب لغير المختصّين، ولكن بالنسبة لعالم الجيولوجيا يمكن أن تكون هذه المسائل مسائل هيام». لقد رأيت أشخاصاً ناضجين يتوهّجون احمراراً من الغضب من هذه الميلثانية في تاريخ الحياة»، هذا ما كتبه عالم الإحاثة البريطاني رتشارد فورتي عن جدل في القرن العشرين استمر طويلاً عن: أين يقع الحد الفاصل بين العصر الكمبري والأردفيشي.

نستطيع على الأقل أن نحضر اليوم تقنيات تأريخ معقدة إلى الطاولة. ففي معظم القرن التاسع عشر، لم يستطع علماء الجيولوجيا الاعتماد على أي شيء سوى التخمين الآمل. وكان الموقف المخيّب آنذاك أنه بالرغم من أنهم يستطيعون وضع الصخور المتنوّعة والمستحاثات بالترتيب حسب العمر، غير أنهم لم يعرفوا كم كان طول أي من هذه العصور. وحين تأمّل بكلاند قِدم هيكل عظمي لزحافة الإكصور* لم يستطع أن يفعل أي شيء سوى أن يقترح أنها عاشت منذ «عشرة آلاف أو أكثر من عشرات الآلاف» من السنين.

وبالرغم من أنه لم تكن هناك طريقة موثوقة لتأريخ الدهور، لم يكن هناك نقص في الأشخاص الذين كانوا راغبين بالمحاولة. تمت المحاولة الأولى الأكثر شهرة في عام 1650، حين قام كبير الأساقفة (جيمس أشر) من كنيسة أيرلندة بدراسة متأنيّة للكتاب المقدس ومصادر تاريخية أخرى، واستنتج في مجلّد ثقيل جداً دُعي حوليات العهد القديم أن الأرض خُلقت في منتصف النهار، في 23 تشرين الأول عام 4004 قبل

* زحافة بحرية منقرضة من رتبة الإكصوريات عاشت في الدهر الوسيط.

الميـلاد، وكان هذا تأكيداً سلّى المؤرخين وكتاب المقررات المدرسية منذ ذلك الوقت*. هنـاك أسطورة تُذكر دوماً بنحو عرضي نوقشـت في كثير من الكتب الجدّية مفادها، أن وجهات نظر أشر هيمنت على المعتقدات العلمية حتى القرن التاسع عشر، وأن ليل هو الذي صححها. ويذكر ستيفن جي جولد في كتابه سهم الزمن كمثال نموذجي هذه الجملـة المأخـوذة من كتاب مشهور مـن الثمانينيات: «قبل معظـم المفكرين فكرة أن الأرض كانت فتية إلى أن نشر ليل كتابه». غير أن هذا ليس صحيحاً. وكما عبّر مارتن ج.س. ردويك عن الأمر: «لم يناصر أي عالم جيولوجيا - من أي جنسية يحترم علماء الجيولوجيـا الآخرين - عمله مقياسـاً زمنياً محصوراً داخل حدود تأويل حرفي لسفر التكويـن». حتى الموقّر بكلانـد - الروح الورعة التي أنتجها القرن التاسع عشر - قال: إن الكتـاب المقدّسـ لا يوحـي في أي موضع بأن الله خلق السمـاوات والأرض في اليوم الأول، ولكـن فقط في «البدء». وقـال: إن ذلك البدء يمكن أنه استمر «ملايين الملايين من الأعوام». وافق الجميع على أن الأرض قديمة: ولكن كم يبلغ قدمها؟

جـاءت إحدى أفضل الأفكار في وضع موعد لخلق الكوكب من إدموند هالي الموثوق دومـاً، الـذي اقترح في 1717 أنـك إذا قسمـت الحاصل الكلي للملـح في بحار العالم علـى الكمية التي تُضاف كل يوم، فإنك ستحصـل على عدد الأعوام التي وجدت فيها البحـار، مما سيمنحك فكرة تقريبية عن عمر الأرض. كان المنطق رائقاً، ولكن لسوء الحـظ لم يعـرف أحد كم مـن الملـح كان في البحر أو كـم يزداد كلّ عـام، مما جعل التجربة غير عملية.

إن محاولـة القياس الأولى التي يُمكن أن تُدعى علمية بنحو كبير قام بها الفرنسي جـورج لويـس لوكلـير Georges – Louis Leclerc، وكونـت دي بفـون Comte de Buffon، في سبعينيـات القرن الثامـن عشر. كان من المعروف لوقت طويل أن الأرض تصدر كميات قابلة للتقدير من الحرارة كانت واضحة لكل من ينزل إلى منجم للفحم

* بالرغم من أن جميع الكتب في الحقيقة تجد له مكاناً فإن هناك تنوّعاً في التفاصيل المتعلقة بأشر. تقول بعض الكتب: إنه قام بإعلانه في عام 1650، وتقول أخرى: في 1664. وتذكر كتب كثيرة أن تاريخ بداية الأرض المشهورة هو 26 تشرين الأول. على الأقل كتاب واحد مهم يكتب اسمه أشر. وقد مُسحت المسألة بنحو ممتع في كتاب ستيفن جي ثمانية خنانيص صغيرة.

الحجـري، ولكن لم تكن هناك أي طريقة لتقدير نسبة التبدّد (فقد الطاقة). عمدت تجربـة بفـون إلى تسخين الأجـواء إلى أن تتوهّـج، وتصبح شديدة الاتقـاد ثم تقدير نسبـة فقدان الحرارة عن طريق لمسها (مـن المفترض بشكل خفيف جداً في البداية) وهـي تـبرد. وقد خمّن من هـذا أن عمر الأرض بـين 75,000 و 168,000 سنة. كان هـذا بالطبع تقديراً بخساً بشكل كبير، ولكنـه كان فكرة راديكالية، ووجد بفون نفسه مهدداً بالحرم الكنسي للتعبير عنه. وبما أنه رجل عملي، فقد اعتذر حالاً عن هرطقته الطائشة، ثم كرّر بمرح التأكيدات في كتاباته اللاحقة.

في منتصف القرن التاسع عشر اعتقد جميع العلماء أن عمر الأرض هو بضعة ملايين من السنين على الأقل، وربما نحو عشرات الملايين من السنين، وليس أكثر من هذا على الأرجـح. وهكـذا كان الأمر مفاجئاً حـين أعلن تشارلز دارون في عـام 1859 في كتابه أصـل الأنـواع أن العمليات الجيولوجية التي أنشأت الويلـد the Weald – وهي منطقة في جنـوب إنكلـترة – تمتد عبر كينت وسوري وسسيكـس، استغرقت – وفق حساباته – 306,662,400 عاماً كي تكتمل. وكان التأكيد لافتاً للانتباه قليلاً؛ لأنه محدّد بنحو آسر ولكنه كان أكثر لفتاً للنظر؛ لأنه عارض الحكمة السائدة عن عمر الأرض*. وقد برهن هـذا أنه مثير للجـدل بحيث إنّ دارون سحبه من الطبعة الثالثـة لكتابه. ولكن المشكلة بقيـت في قلبه علـى أي حال. كان دارون وأصدقاؤه الجيولوجيـون بحاجة إلى أن تكون الأرض قديمة، ولكن لم يستطع أحد أن يبتكر طريقة لجعلها هكذا.

* * *

لسـوء حظ دارون، وحـظ التقدّم، انتبـه إلى المسألة اللورد كلفـن العظيم (الذي بالرغـم من أنـه كان عظيماً بنحو لا سبيل إلى الشك فيـه)، كان لا يزال آنذاك وليم طومسون البسيط؛ ولم يُرفّع إلى سجل النبالة حتى 1892 حين كان في الثامنة والستين مـن عمـره ويقترب من نهاية وظيفتـه، (ولكنني سأتّبع التقليد هنـا وأستخدم الاسم ارتجاعيـاً). كان كلفن أحـد الشخصيات الأكثر خرقاً للعـادة في القرن التاسع عشر

* كان دارون يحب الأرقام الدقيقة. ففي عمله اللاحق، أعلن أن عدد الديدان التي يمكن العثور عليها في دونم عادي من التربة الريفية الإنكليزية هو 53,767.

وبالفعل، في أي قرن. وكتب العالم الألماني هرمان فون هيلمهولتز Herman Von Helmholtz، الذي لم يكن غير كفء على المستوى الفكري، إن كلفن يمتلك حتى الآن أعظم «ذكاء ووضوح، وحراك فكري» من أي رجل سبق وقابله. «كنت أشعر أحياناً بالغباء التام إلى جانبه»، أضاف بقليل من الكآبة.

إن هذا الشعور قابل للفهم، ذلك أن كلفن كان حقاً نوعاً من السوبرمان الفكتوري. ولد عام 1824 في بلفاست، لأب كان أستاذاً للرياضيات في المؤسسة الأكاديمية الملكية الذي نُقل حالاً إلى غلاسكو. وهناك برهن كلفن أنه طفل عبقري، بحيث قُبل في جامعة غلاسكو تحت سن العاشرة. وفي الوقت الذي وصل فيه إلى أوائل العشرينيات، درس في مؤسسات في لندن وباريس، وتخرّج من كمبريدج (حيث فاز بجوائز الجامعة الأولى في سباق التجذيف والرياضيات، وعثر نوعاً ما على الوقت؛ كي يؤسس جمعية موسيقية أيضاً)، وانتخب زميلاً في بيترهاوس، وكتب بالإنكليزية والفرنسية دزينات من المحاضرات في الرياضيات الصرفة والتطبيقية تمتلك أصالة مدهشة، بحيث اضطر إلى نشرها دون اسم؛ خوفاً من مضايقة رؤسائه. وفي سن الثانية والعشرين عاد إلى غلاسكو كي يُعين أستاذاً جامعياً في الفلسفة الطبيعية، وكان هذا منصباً شغله في السنوات الثلاث والخمسين اللاحقة.

وفي مجرى وظيفة طويلة (عاش حتى 1907)، كتب 661 محاضرة، وراكم 69 براءة اختراع (جعلته ثرياً جداً) وحظي بالشهرة في جميع فروع العلوم الفيزيائية تقريباً. وبين أمور أخرى كثيرة، اقترح المنهج الذي قاد مباشرة إلى ابتكار التبريد، واخترع مقياس درجة الحرارة المطلقة* الذي لا يزال يحمل اسمه، واخترع مضخّمات الترددد اللاسلكي التي سمحت للبرقيات أن تُرسل عبر المحيطات، وقام بتحسينات لا تُحصى للشحن وفن الملاحة، عبر اختراع بوصلة بحرية شعبية وابتكار أول مسبار للأعماق. وكانت هذه مجرد إنجازات عملية له.

* وهي درجة الحرارة المقيسة على أساس الصفر المطلق، أي حالة فقدان الطاقة الحرارية فقداناً كاملاً. وثمة مقياسان للحرارة المطلقة: أولّهما مقياس كلفن وهو مبني على أساس الدرجة المئوية أو السنتيغرادية، ومقياس رانكن وهو مبني على أساس الدرجة الفارنهايتية. المترجم.

إن عمله النظـري في الكهرومغنطيسية والديناميكا الحراريـة والنظرية الموجيّة، كان ثورياً بنحو مساوٍ*. ولم يرتكب إلا خطأ واحداً وكان هذا عدم القدرة على حساب العمـر الصحيح للأرض. وقـد شغلت المسألة كثيراً النصف الثـاني من مهنته، ولكن لم يقـترب مـن الصحة في ذلك أبداً. وقام بمحاولتـه الأولى في 1862 ونشر مقالة في مجلة شعبية تدعى ماكميلانز قال فيها: إن عمر الأرض 98 مليون سنة أو 400 مليون. وبـذكاء لافت أقرّ بأن حساباته يمكن أن تكون غـير صحيحة إذا كانت «المصادر التي هي الآن مجهولة بالنسبة لنا قد جُهّزت في مخزن كبير للخلق». ولكن كان واضحاً أنه اعتقد أن هذا غير مرجّح.

مـع مـرور الوقت سيصبـح كلفن أكثر مباشـرة في تأكيداته وأقـلّ صحّة. راجع باستمـرار تقديراتـه نزولاً من حد أعلى هو 400 مليون عام إلى مئة مليون عام، ثم إلى 50 مليوناً، وأخيراً في 1879 إلى 24 مليون عام. لم يكن كلفن عنيداً. كان الأمر ببساطة أنه لم يكن هناك أي شيء في الفيزياء يستطيع شرح كيف أن جرماً بحجم الشمس يمكن أن يحترق باستمرار لأكثر من بضع عشرات الملايين من الأعوام دون أن يستنفـد وقوده. يتبـع من ثم أن الشمس وكواكبها كانـت نسبياً، وبنحو لا مهرب منه فتيين.

وكانـت المشكلة هي أن جميع أدلة المستحاثات تتناقض مع ذلك، وفجأة كان هناك في القرن التاسع عشر كثير من أدلة المستحاثات.

---

* أوضـح بنحو خاص القانون الثاني للديناميكا الحرارية. تحتاج مناقشـة هـذه القوانين إلى كتاب كامل، ولكنني أقـدم هنـا هذا الملخّص البسيط الذي قام به عـالم الكيمياء بي. دبليو. أتكينـز، فقط لتبسيطها: «هنـاك أربعـة قوانين. القانون الثالث منهـا، وهو القانون الثاني، عُـرف في البداية؛ الأول، القانون الصفري، صيغ فيما بعد؛ كان القانون الأول ثانياً؛ والقانون الثالث يمكن حتى ألا يكون قانوناً بالمعنى نفسـه كالقوانـين الأخرى»، وباختصـار، يقول القانون الثـاني: إن قليلاً من الطاقة يُبـدّد دوماً. لا تستطيـع الحصـول على أداة حركة دائمة لأنها مهما كانت فاعلة، فإنها ستفقد الطاقة دوماً وتُرهق في النهايـة. يقـول القانـون الأول: إنـك لا تستطيع أن تخلـق الطاقة ويقول الثالث: إنـك لا تستطيع اختـزال الحرارة إلى الصفر المطلق؛ سيكون هناك دوماً حرارة متبقية. وكما ينوّه دينيس أوفرباي: إن القوانـين الثلاثـة الرئيسة يعبّر عنها أحياناً بمزاح مثل (1) لا تستطيع أن تربح، (2) لا تستطيع حتى أن ترتاح، و (3) لا تستطيع الخروج من اللعبة.

obeikandl.com

الفصل السادس

التنافس العلمي العنيف

في عام 1787، اكتشف شخص في نيوجيرسي - يبدو كأنه نُسي الآن - عظم فخذ ضخماً وناتئاً عند ضفة جدول في مكان يُدعى وُدبري كريك. لم يكن العظم ينتمي إلى أي نوع من المخلوقات الحية، ولا سيما في نيوجيرسي. وقليلاً من الذي يُعرف الآن، يُظنّ أنه لهيدروصور، وهو ديناصور ضخم. كانت الديناصورات وفي ذلك الوقت مجهولة.

أُرسل العظم إلى الدكتور كاسبار ويستر، عالم التشريح الأبرز في البلاد، الذي وصفه في اجتماع للجمعية الفلسفية الأميركية في فيلادلفية في ذلك الخريف. ولسوء الحظ، أخفق ويستر بنحو كامل في التعرف على أهمية العظم، وقام فقط ببعض الملاحظات غير الملهمة بحيث كانت كذبة كبيرة. وهكذا خسر الفرصة كي يكون مكتشف الديناصورات قبل أي شخص آخر بنصف قرن. والواقع أن العظم لم يثر إلا انتباهاً قليلاً فوُضع في غرفة للخزن واختفى في النهاية. وهكذا فإن عظم الديناصور الأول الذي سبق واكتُشف كان أيضاً أول من نُسي.

إذا لم يكن العظم قد لفت انتباهاً أكبر، فإن هذا أكثر من محيّر؛ لأن ظهوره تمّ في وقت كانت فيه أمريكة في أوج الإثارة حيال بقايا الحيوانات القديمة الضخمة. وكان سبب هذه الإثارة تأكيداً غريباً قام به عالم الطبيعة الفرنسي العظيم كونت دي بفون، الذي كان يسخّن الأجواء كما ذكرنا في الفصل السابق مفاده، أن الأشياء الحية في العالم الجديد هي أدنى من تلك التي في العالم القديم. وكتب بفون في كتابه الضخم والمحترم كثيراً: «التاريخ الطبيعي» أن أمريكة أرضٌ مياهها آسنة، وتربتها عقيمة، وحيواناتها صغيرة الحجم وقليلة الحيوية، ومركّباتها ضعيفة بسبب «الأبخرة المزعجة» المنبعثة من مستنقعاتها النتنة وغاباتها المعتمة. ففي بيئة كهذه حتى السكان الأصليون الهنود يفتقرون إلى الرجولة. وقال بفون: «ليس للرجال لحية أو شعر على أجسادهم ولا تثيرهم الأنثى». وكانت أعضاؤهم التناسلية «ضامرة وضعيفة».

ومن المفاجئ أن ملاحظات بفون عثرت على مناصرين متحمّسين بين الكتاب الآخرين، ولا سيما أولئك الذين لم تكن استنتاجاتهم تستند إلى معرفة فعلية بالبلاد. وأعلن هولندي يُدعى كورنيل دي بو في كتاب شعبي يدعى «أبحاث فلسفية» عن الأميركيين، أن الذكور الأمريكيين المحليين ليسوا ضعيفين تناسلياً فحسب، وإنما أيضاً «يفتقرون إلى الرجولة، بحيث إنّه يوجد حليب في أثدائهم». حظيت وجهات نظر كهذه باستمرارية غير مرجّحة وقد تكررت أو ترددت أصداؤها حتى نهاية القرن التاسع عشر تقريباً.

وبنحو غير مفاجئ، قوبلت شتائم كهذه باستياء في أمريكة. وقد قام توماس جيفرسون برد غاضب (وإذا لم يفهم سياقه فإنه كان محيّراً أيضاً) في ملاحظات عن ولاية فرجينية، وأقنع صديقه الذي من مهمبشير الجنرال جون سوليفان بإرسال عشرين جندياً إلى الغابات الشمالية للعثور على بلموظ؛ كي يُقدم لبفون برهاناً على قوة وهيبة رباعيات الأرجل في أمريكة. وبحث رجلان لمدة أسبوعين للعثور على شيء مناسب. وحين أطلقت النار على البلموظ كان يفتقر لسوء الحظ لقرنين مهيبين وصفهما جيفرسون، ولكن سوليفان أحضر عن دراية قرني ذبيحة من إلكة أو أيّل مقترحاً إرسالهما بدلاً من البلموظ. فمن في فرنسة سيعرف في النهاية؟

في غضون ذلك، بدأ علماء الطبيعة في فيلادلفيا مدينة ويستر بجمع عظام مخلوق ضخم يشبه الفيل عُرف في البداية باسم «المجهول الأمريكي العظيم»، ولكنه سُمّيَ فيما بعد - ولكن ليس بنحو صحيح - الماموث. واكتُشفت العظام الأولى في مكان يُدعى بيغ بون ليك في كنتكي، ولكن في الحال كانت تظهر عظام أخرى الأنحاء جميعها. وتبيّن أن أمريكة كانت مرة موطن مخلوق قوي حقاً؛ مخلوق سيبطل بالتأكيد سجالات بفون الغاليّة الحمقاء.

وفي محاولاتهم لشرح ضخامة ووحشية الحيوان المجهول تبين أن علماء الطبيعة الأمريكيين أمعنوا في الشطح. فقد ضخّموا حجمه ستة أضعاف ومنحوه مخالب مخيفة، التي هي في الحقيقة لميجالونيكس Megalonyx أو حيوان أرضي ضخم يُدعى الكسلان، عُثر عليه في الجوار. ومن اللافت أنهم أقنعوا أنفسهم أن الحيوان

يتمتّع «برشاقة النمر ووحشيته»، وصوّروه في رسوم وهو ينقضُّ برشاقة السنّور على الفريسة من فوق الجلاميد. وحين اكتُشفت الأنياب، وُضعت قسراً في رأس الحيوان بعدد من الطرق المبتكرة. وقام أحدهم بتثبيت الأنياب مقلوبة، مثل القط مسيّف الأنياب، مما منحه مظهراً عدوانياً بنحو مرضٍ. ورتّب آخر الأنياب بحيث إنّها التوت إلى الخلف بحسب النظرية القائلة بأن المخلوق كان مائيّاً واستخدمها، كي يرسو على الأشجار حين يكون نائماً. وكان الاعتبار الأكثر ارتباطاً بالحيوان المجهول هو أنه تبين أنه منقرض، وكانت هذه حقيقة تمسّك بها بفون بمرح كبرهان على طبيعته المنحطّة غير القابلة للجدل.

توفي بفون في عام 1788، ولكن الجدل استمرّ. ففي 1795 شقت عظام مختارة طريقها إلى باريس، حيث فحصها النجم الصاعد لعلم الإحاثة، الشاب الأرستقراطي جورج كوفييه Georges Cuvier. كان كوفييه يدهش الناس نظراً لعبقريته في تحويل أكوام العظام المتنافرة إلى أشكال. قال: إنه يستطيع وصف منظر وطبيعة حيوان من سن واحد أو قطعة من الفك، وغالباً ما يسمّي النوع والجنس في الصفقة. مدركاً أنه لم يفكّر أحد في أمريكة بتأليف وصف رسمي للوحش المدوّي، فعل كوفييه هذا، وهكذا أصبح مكتشفه الرسمي. وقد سمّاه المستودون* (مما يعني، بنحو غير متوقع أنه من القوارض).

ألّف كوفييه عام 1796 في المهم من الجدل، مقالة عدّت معلماً عنوانها ملاحظة عن نوع الفيلة الحية والمستحاثيّة، التي ذكر فيها للمرة الأولى نظرية رسمية عن الانقراضات. اعتقد أنه بين مدة وأخرى تمر الأرض في كوارث كوكبية تنقرض فيها مجموعات الكائنات. وأثارت الفكرة لدى المتدينين - وكان كوفييه منهم - معاني ضمنية غير مريحة بما أنها افترضت حالة عرضية غير قابلة للتفسير من قبل العناية الإلهية. من أجل أي غاية يخلق الله الأنواع؛ كي يقضي عليها فيما بعد؟ كانت الفكرة مناقضة للإيمان بسلسلة الوجود الكبرى، التي مفادها أن العالم مرتّب بعناية وأن كل مخلوق حي داخله له مكان وهدف، وكان له هذا دائماً ودائماً سيكون له. لم يستطع

* حيوان ثديي منقرض يُعدّ السلف الأول للفيل. المترجم.

جيفرسون تحمل فكرة أن الأنواع كلّها سوف يُسمح لها بالتلاشي (أو بالتطور). وهكذا حين قيل له: إنه يمكن أن يكون هناك قيمة علمية وسياسية في إرسال فريق، لاستكشاف الداخل الأميركي وراء المسيسبي قفز مثاراً من الفكرة، آملاً أن المغامرين الجسورين سيعثرون على قطعان من المستودونات ذات الصحة الجيدة وكائنات أخرى أكبر ترعى في السهول الخصبة. واختير سكرتير جيفرسون الشخصي وصديقه الموثوق ميريويزر لويس كقائد مشترك، مع وليم كلارك، وعالم طبيعة رئيس للبعثة. أما الشخص الذي اختير كي ينصحه بما يبحث عنه بخصوص الحيوانات الحية والميتة فلم يكن سوى كاسبار ويستر.

في العام نفسه في الحقيقة، في الشهر نفسه الذي كان فيه الأرستقراطي المحتفى به كوفييه يشرح نظرياته عن الانقراض في باريس، كان هناك في الجانب الآخر من القناة الإنكليزية رجل إنكليزي امتلك فهماً عميقاً لقيمة المستحاثات، التي ستكون لها أيضاً تشعبات مستمرة. كان وليم سميث مراقب بناء شاباً في قناة سومرست كول. وفي مساء الخامس من كانون الثاني 1796، كان يجلس في نزل للمسافرين في سومرست حين أتته فكرة صنعت شهرته. من أجل تأويل الصخور لا بد من وسيلة تواشج، من أساس تستطيع وفقاً له أن تقول: إن هذه الصخور الكربونيّة من ديفون هي أصغر في العمر من الصخور الكمبرية في ويلز. وكان سميث يعتقد أن الإجابة تكمن في المستحاثّات. فلدى كل تغيّر في طبقات الصخور تختفي أنواع معيّنة من المستحاثات، بينما تُنقل أخرى إلى مستويات لاحقة. وعبر معرفة الأنواع التي ظهرت في الطبقات المختلفة، بوسعك استنتاج الأعمار النسبية للصخور أينما ظهرت. معتمداً على معرفته كماسح، بدأ سميث فوراً وضع خريطة لطبقات الصخور في بريطانية، التي نُشرت بعد محاكمات عديدة في 1815، وصارت حجر زاوية للجيولوجيا الحديثة. (وقد رويت القصة بنحو شامل في كتاب سيمون وينشستر المشهور الخريطة التي غيّرت العالم).

ولسوء الحظ - بعد أن قام باكتشافه - كان سميث غير مهتم بنحو يثير الفضول بفهم لماذا الصخور موضوعة في الوضعية التي هي فيها. «لقد تركت التساؤل عن

أصـل طبقـات الصخور، وأرضيت نفسي بمعرفة أنها هكـذا»، كما قال: «إن اللماذات والأسئلة عن الأمكنة (عمَّ، ممَّ) ليست ضمن مجال ماسح معادن».

زاد اكتشاف سميث بخصوص طبقات الصخور من الارتباك الأخلاقي بخصوص الانقراضات. فقد أكد أن الله يقضي على الكائنات ليس بالمصادفة وإنما بنحو متكرّر. وجعله هذا يبدو ليس غير مكترث بقدر ما هو عدواني. وجعل هذا من الضروري بنحو غير ملائم شرح لمـاذا تنقرض بعض الأنواع بينما تستمر أخرى دهوراً متعاقبة. ومن الواضـح أن الانقراضات تنطوي على أكثر مما يمكـن أن يفسّره طوفان نوحيّ واحد، كمـا كانت القصة التوراتية معروفة. حلّ كوفييه المسألـة بطريقة أرضته، مقترحاً أن سفر التكوين لا ينطبق إلا على الطوفان الأحدث. وتبيّن أن الله لم يرغب بأن يضلّل أو يرعب موسى بأنباء عن انقراضات أولى سابقة لا علاقة لها بالموضوع.

وهكـذا - في السنوات الأولى من القرن التاسع عشر - حظيت المستحاثات بأهمية معينـة لا يمكن الهـرب منها، مما جعـل إخفاق (ويسـتر) في اكتشـاف أهمية عظم الديناصـور ينطـوي على ما هـو أكثر من الحـظ السيئ. وفجأة بـدأت العظام تظهر في جميـع الأمكنـة. وسنحـت عدة فرص جديدة للأميركيـين كي يزعمـوا أنهم من اكتشف الديناصورات، ولكنهـا ضُيِّعتْ كلها. وفي عام 1806 مرت بعثة لويس وكلارك في هيـل كريك فورميشن في مونتانا، وهي منطقـة كان يسير فيها صيادو المستحاثات فـوق الديناصورات فيما بعـد، فحصوا ما كان بوضوح عظام ديناصورات منطمرة في الصخـور ولكنهم فشلوا في الاستفادة منها. وعُثر على عظـام وآثار أقدام مستحاثية أخـرى في وادي نهر كنيكتيكـت في نيوإنجلاند، بعد أن قام فتى مزرعة يدعى بلينوس مودي باكتشـاف آثار قديمة على سلسلة صخرية في ساوث هادلي، وماساتشوسيتس. بقيـت بعض هذه العظام - ولا سيما عظـام الأنكسيصوروس Anchisaurus - ضمن المجموعـة الخاصـة بمتحف بيبودي في ييـل. وكانت العظام التـي اكتشفت في 1818، عظام الديناصورات الأولى التي فُحصت وأُنقذت، ولكن لسوء الحظ لم تُعرف هويتها إلى عام 1855. وفي ذلك العام نفسه، 1818، توفي كاسبار ويستر، ولكنه حظي بخلود معيّن غير متوقّع حين سمّى عالم نبات يُدعى توماس نوتال شجيرة متسلّقة باسمه. وما يزال بعض النباتيين المتمسكين بالأعراف يصرون على لفظها كالآتي: وستاريا.

في ذلك الوقت - على أي حال - انتقل زخم علم الإحاثة إلى إنكلترة. ففي 1812 كان هناك في لايم ريجيس على ساحل دورسيت طفلة فائقة للعادة تُدعى ماري آننغ. كانت في الحادية عشرة من عمرها، أو في الثانية أو الثالثة عشرة، كما تقول المصادر المختلفة. عثرت على مستحاثة وحش بحري غريب طوله سبعة عشر قدماً ويُعرف الآن باسم الإكصور، وكان مطموراً في الجروف المنحدرة والخطرة على طول القناة الإنكليزية.

كان هذا بدء وظيفة لافتة للنظر. وقد أمضت آننغ السنوات الخمس والثلاثين اللاحقة وهي تجمع المستحاثات، وكانت تبيعها للزوّار. (وهناك اعتقاد شائع بأنها مصدر المقولة المشهورة: «تبيع الأصداف البحرية على شاطئ البحر». وقد عثرت أيضاً على البَلَصور*، وهو واحد من أوائل وأفضل التيرودكتيلات (الزواحف المجنّحة). وبالرغم من أن أياً من هذه لم يكن ديناصوراً بالمعنى التقني، لم يكن لهذا أي معنى في ذلك الوقت بما أن الجميع لم يكونوا يعرفون ما هو الديناصور. كان يكفي الإدراك أن العالم كان فيه مرة كائنات لا تشبه بشكل واضح أي شيء يمكن أن نجده الآن.

لم يكن الأمر أن آننغ كانت جيدة في العثور على المستحاثات فحسب بالرغم من أنه لم يكن يضاهيها أحد في ذلك، وإنما كانت قادرة على انتزاعها بالرشاقة الأفضل ودون أن تتأذّى. إذا حدث وسنحت لكم فرصة لزيارة قاعة الزواحف البحرية القديمة في متحف التاريخ الطبيعي في لندن، ألحّ عليكم أن تتنهزوها، إذ ما من طريقة أخرى لتقدير وزن وجمال ما أنجزته تلك الشابّة دون مساعدة من الأدوات الأكثر أساسية في ظروف مستحيلة تقريباً. وقد استغرق البلصور وحده عشرة أعوام من التنقيب الصبور. وبالرغم من أن آننغ كانت غير مدرّبة، إلا أنها كانت قادرة على تقديم رسوم وتوصيفات تنافسية للباحثين. ولكن بالرغم من مهارتها، كانت الاكتشافات المهمة نادرة وأمضت معظم حياتها في فقر مدقع.

سيكون من الصعب التفكير بشخص أُهمل أكثر من ماري آننغ في تاريخ علم الإحاثة، ولكن كان هناك واحد قريباً من حالتها بنحو مؤلم. كان اسمه جيديون ألجرنون مانتل وكان طبيباً ريفياً في سسيكس.

* ضرب من الزواحف البحرية المنقرضة. المترجم.

كان مانتل خليطاً هزيلاً مليئاً بالعيوب. كان مغروراً، ومستغرقاً في شؤونه الذاتية، ومتزمتاً ومهملاً لأسرته. ولكن لم يكن هناك عالم إحاثة أكثر التزاماً منه. كان محظوظاً بامتلاكه لزوجة مخلصة ومتنبّهة. ففي 1822 -وبينما كان يقوم بزيارة منزلية إلى مريض في ريف سسيكس- ذهبت السيدة مانتل في نزهة في زقاق في الجوار وعثرت في كومة من الحطام -تُركت لملء حفر في الطريق- على شيء مثير للفضول. كان حجراً بنياً ملتوياً، بحجم جوزة. ولأنها تعرف اهتمام زوجها بالمستحاثات، وظنت أنها يمكن أن تكون هذه واحدة منها، أخذتها إليه. عرف مانتل على الفور أنه سنّ مستحاثي، وبعد قليل من الدراسة تأكّد أنه من حيوان آكل للعشب وزاحف وضخم جداً طوله عشرة أقدام وهو من العصر الطباشيري. وكان مصيباً في جميع التفاصيل، ولكن هذه كانت استنتاجات جسورة بما أنه لا شيء من هذا القبيل شُوهد أو تم تصوّره من قبل.

مدركاً أن اكتشافه سوف يقلب رأساً على عقب ما فُهم عن الماضي، وبعد أن حثّه صديقه الموقّر (وليم بكلاند) الجامعي الذي يملك ميلاً تجريبياً أن يواصل بحذر، كرّس (مانتل) ثلاث سنوات مؤلمة؛ بحثاً عن الدليل لدعم استنتاجاته. أرسل السن إلى (كوفييه) في باريس التماساً لرأيه، ولكن الفرنسي العظيم عدّه سنّاً من فرس نهر. (اعتذر كوفييه فيما بعد بلباقة من أجل هذا الخطأ الفادح). في أحد الأيام -وبينما كان يقوم بالبحث في متحف هنتريان في لندن- دخل مانتل في حديث مع زميل في البحث أخبره أن السن يبدو شبيهاً بأسنان الحيوانات التي كان يدرسها، وهي الإغوانات الأميركية الجنوبية. وأكّدت مقارنة سريعة التشابه. وهكذا أصبح مخلوق مانتل هو الإغواندون (ديناصور ضخم عاشب)، على اسم عظاية استوائية لا يمت إليها بأي صلة.

حضّر مانتل كلمة كي يلقيها في الجمعية الملكية. ولسوء الحظ، تبيّن أنه تم اكتشاف ديناصور آخر في مقلع للحجارة في أوكسفورشير، وقد وُصف لتوه رسمياً من قبل الموقّر بكلاند، الرجل نفسه الذي حثّه على ألا يعمل بسرعة. كان الميغالوصوروس megalosaurus، وقد اقتُرح الاسم بالفعل على بكلاند من قبل صديقه الدكتور جيمس

باركنسون، الراديكالي المدّعي، الذي يُنسب إليه مرض باركنسون. ويمكن تذكر أن بكلاند، كان قبل أي شيء آخر عالم جيولوجيا، وقد أظهر ذلك في عمله على الميغالوصوروس megalosaurus. وفي تقريره لمحاضر جلسات الجمعية الجيولوجية في لندن قال: إن أسنان الكائن ليست مركبة مباشرة على عظم فكّه، كما في العظايات، ولكنها موضوعة في تجاويف، على طريقة التماسيح. ولكن بالرغم من أنه لاحظ ذلك كثيراً،أخفق بكلاند في إدراك ما كان يعنيه:أعني أن الميغالوصوروس كان نمطاً جديداً تماماً من المخلوقات. وهكذا فإن اكتشاف خط الكائنات القديم صار من حظ بكلاند بالرغم من أن مانتل يستحقه أكثر منه.

غير مدرك أن الخيبة ستظل سمة مستمرة في حياته، واصل مانتل بحثه عن المستحاثات وعثر على عملاق آخر، يدعى الهايليوصوروس hylaeosaurus، عام 1833. واشترى مستحاثات أخرى من الحجارين والمزارعين إلى أن صار لديه ربما أكبر مجموعة من المستحاثات في بريطانية. كان مانتل طبيباً ممتازاً وصيّاد عظام موهوباً، ولكن لم يكن قادراً على دعم الموهبتين. وبينما نما هوسه بالجمع، أهمل ممارسته الطبية. وفي الحال ملأت المستحاثات منزله كله في برايتون واستهلكت معظم دخله. وذهب جزء لا بأس به من دخله المتبقي إلى تمويل نشر كتب لم تكترث بها سوى قلّة. وقد باع كتاب توضيحات عن جيولوجيا سسيكس، الذي طُبع في 1827 خمسين نسخة وجعله يخسر 300 باوند وكان هذا مبلغاً يُحسب حسابه في تلك الأزمنة.

وفي حالة من اليأس خطرت لمانتل فكرة تحويل منزله إلى متحف يتقاضى أجراً مقابل دخوله، ثم أدرك متأخراً أن عملاً مرتزقاً كهذا سيدمر مركزه بوصفه سيّداً، ناهيك عن مركزه باعتباره عالماً. وهكذا سمح للناس أن يزوروا المنزل مجاناً. جاؤوا بالمئات، أسبوعاً بعد آخر، مقاطعين مهنته وحياته المنزلية. في النهاية أُجبر على بيع معظم مجموعته؛ كي يسدّد ديونه. بعد ذلك حالاً، هجرته زوجته آخذة معها أبناءه الأربعة. ومن اللافت أن مشكلاته كانت تبدأ فحسب.

في مقاطعة سندمهم في جنوب لندن، وفي مكان يُدعى كريستال بالاس بارك، ينتصب مشهد غريب ومنسيٌّ: نماذج لديناصورات بحجمها الطبيعي. لا يسافر كثير

مـن النـاس إلى هناك هذه الأيام، ولكن كان هذا المكان مرة الأكثر جاذبية في لندن. وكمـا قال رتشارد فورتي: كان أول حديقة ملاهٍ موضوعية في العالم. غير أن تفاصيل كثـيرة في النماذج غير صحيحة. فقد وُضع إبهمهم الإغواندون على أنفه، على أنه نوع من الرزّة، وينتصب على أربع أرجل قويّة، مما جعله يبدو ككلب ضخم ومفرط النموّ. (في الحقيقـة لم يكن الإغواندون يدبُّ على أربع أرجـل، وإنما كان ثنائي القدمين). فإذا ما نظرت إليها اليوم من النادر أن تخمّن أن هذه الوحوش الغريبة التي تتحرك بتثاقـل يمكـن أن تسبب حقداً كبـيراً ومرارة، ولكنها فعلت. ربمـا لا شيء في التاريخ الطبيعـي كان في مركـز أحقـاد أشد قـوة، واستمراريـة أكثر مـن الوحوش القديمة المعروفة باسم الديناصورات.

وفي وقـت بناء الديناصورات، كانت (سندمهـم) على حافة لندن وعدّت حديقتها الفسيحـة مكاناً مثالياً لإعادة بناء قصر الكريستال المثالي، البناء المؤلف من الزجاج وحديد الزَّهر الذي كان واسطة العقد في المعرض الكبير عام 1851، الذي أخذت منه الحديقة اسمها بنحو طبيعي. وشكّلتْ الديناصورات التي بُنيت من الإسمنت نوعاً من الجاذبية الإضافية. وفي مساء عيد رأس السنة عام 1853 أُعد عشاء لواحد وعشرين عالمـاً بـارزاً داخل الإغوادون غـير المنتهي. وإن جديون مانتـل - الرجل الذي اكتشف وعـرّف الإغـوادون - لم يكـن بينهم. وكان الشخصـ الذي على رأس المائدة النجم الأعظم لعلم الإحاثة الفتي، كان اسمه رتشارد أوين وفي ذلك الوقت كان قد خصص عدة أعوام مثمرة في جعل حياة (جديون مانتل) جحيماً.

ترعـرع أوين في لانكسـتر، في شمال إنكلـترة، حيث تدرّب علـى الطب. كان عالم تشريـح بالولادة ومخلصاً لدراساته، بحيث إنّـه أحياناً كان يستعير بنحو غير شرعي أعضـاء من الجثث، ويأخذها إلى المنزل؛ كي يشرّحها من أجل اللهو. مرة، بينما كان يحمـل كيساً فيه رأسـ بحّار إفريقي انزلق أوين على حصـى الرصيف المبللة، وراقب بهلـع الرأس وهو يقفز بعيداً عنه في الزقاق ويدخـل الباب المفتوح لكوخ، حيث استقر في الردهـة الأمامية. ويمكـن تصوّر ما سيقوله أصحاب المنزل لدى رؤية رأس مقطوع تدحـرج وتوقف عند أقدامهـم. يفترض المرء أنهم لم يشكّلـوا أي استنتاجات مرعبة

مقدمـاً، بعد لحظة اندفع إلى الداخل شاب بـدا مذعوراً، استرد الرأس دون أن يتفوّه بكلمة وخرج مسرعاً.

في 1825، وفي سـن الحاديـة والعشرين فحسب، انتقل أويـن إلى لندن وانشغل في الحال بعد ذلك مع الكلية الملكية للجرّاحين؛ كي يساعد في تنظيم مجموعاتهم الكبيرة ولكن غير المنسقة من العيّنات الطبية والتشريحية. وقد ترك معظمها للمؤسسة جون هنـتر؛ الجرّاح المميّز والجامع الذي لا يكلّ للأشياء الطبية الغريبة، ولكنها لم تُجدول أبـداً أو تُنظّم، ويعود السبب في ذلك إلى أن العمل الورقي الذي يشرح أهمية كل منها ضاع بعد وفاة هنتر.

بـرز أوين بسرعـة بسبب قواه في التنظيـم والاستنتاج. وفي الوقـت نفسه بيَّن أنه عالم تشريح لا نظير له، يمتلك غرائز لإعادة البناء مساوية تقريباً لكوفييه العظيم في باريس. وصار خبيراً في تشريح الحيوانات بحيث مُنح حق الشُّفعة* في البداية عن أي حيوان ينفق في حدائق الحيوانات في لندن، وكان يرسل إلى منزله كي يفحصه. ومرة عـادت زوجتـه إلى المنزل فشاهدت كركدنـاً نافقاً يملأ الصالة. وصـار أوين بسرعة خبيراً بارزاً في جميع أنواع الحيوانات الحية والمنقرضة، من خلود الماء، وقنافذ النمل وجرابيّـات مكتشفة حديثاً إلى طيور الـدودو سيئة الحظ والطيور العملاقة المنقرضة التـي تُدعى الموّة التي طافت في نيوزلنـدة إلى أن قضى عليها الماووريون**. كان أوين أوّل من وصف الطائر الأولـيّ (الأركيوبتريكس) بعد اكتشافه في بافاريا في 1861، وأول مـن كتـب مرثية رسمية لطائر الدودو. وقد ألّف قريباً من ست مئة بحث في التشريح، وكانت هذه محصلة غزيرة.

ولكـن أوين يُذكر بسبب عمله مـع الديناصورات. وقد نحـت مصطلح ديناصوريا dinsauraia عـام 1841. وتعنـي «الزاحف المروع»، وكان هـذا اسماً غير ملائم بنحو غريـب. إن الديناصورات كما نعرفها اليوم لم تكن كلها مروعة: فبعضها لم يكن أكبر مـن الأرانب، وعلى الأرجـح كانت منطوية بنحو كبير، والشـيء الوحيد الذي لم تكنه

* حق قبول شيء أو رفضه قبل عرضه على الآخرين. المترجم.

** سكان نيوزلندة الأصليون. المترجم.

بنحـو مؤكد هو العظايات، التي هي بالفعل من نسب أقدم (بثلاثين مليون عام). كان أويـن يعرف جيـداً أن الكائنات من الزواحف وكان تحت تصرفـه كلمة يونانية جيدة herpeton، ولكنـه اختار لأحـد الأسباب ألا يستخدمها. والخطـأ الآخر الأكثر قابلية للعـذر (بسبب ندرة العيّنات آنـذاك) كان فشله في أن ينتبـه إلى أن الديناصورات لا تشكل نسقاً واحداً من الزواحف، بل اثنين: وهي الزواحف الطائرة والعظاءات.

لم يكـن أويـن شخصاً جذاباً في مظهره أو مزاجـه. وتكشف صورة له حين كان في منتصـف العمر أنـه كان كئيباً وشريـراً، كالوغد في ميلودراما فكتوريـة، بشعر طويل سبـطٍ وعينين منتفختين، كان وجهه يخيف الأطفال. وقد كان بارداً ومتغطرساً، وكان دون وازع في تعزيـز طموحـه. وكان الشخص الوحيد الـذي عُرف أن تشارلز دارون لا يطيقه. وحتى ابن أوين (الذي انتحر فيما بعد) شكا من «برودة قلب والده».

ولكن مواهبه الفذة كونه عالم تشريح سمحت له بأن يمر بأكثر الأكاذيب صفاقة. ففـي 1857 كان عـالم الطبيعة ت.هـ. هكسلي يقلب في طبعة جديدة من دليل تشرشل الطبـي، فانتبـه إلى أن أوين مسجّل كبروفسور في التشريح المقـارن والفسيولوجيا في المدرسـة الحكوميـة في ماينز، مما أدهش هكسلي بما أنـه كان هذا هو المنصب الذي يشغلـه هو. ولـدى التحقق من كيفية ارتكاب تشرشل لهـذا الخطأ الجوهري، قيل له: إنهـم حصلوا علـى المعلومات من الدكتـور أوين نفسه. كان هناك عـالم طبيعة زميل يدعى هيو فالكونر أمسك بأوين وهو يقتنص التكريم من أجل أحد اكتشافاته. واتهمه آخـرون باستعـارة عيّنات، ثم بإنكار ذلك فيما بعد. وقـد دخل أوين في نزاع مرير مع طبيب أسنان الملكة حول استحقاق نظرية تتعلق بفسيولوجيا الأسنان.

لم يـتردد أوين في اضطهاد أولئك الذين كرههم. وباكراً في مهنته استخدم نفوذه في الجمعيـة الحيوانية؛ كـي يطرد شاباً يدعـى روبرت جرانت، الـذي كانت جريمته الوحيـدة أنه أظهر وعداً بأن يصبح عالم تشريـح. ودُهش جرانت حين اكتشف فجأة أنـه مُنع من الحصول على العيّنات التشريحيـة التي يحتاج إليها للقيام بأبحاثه. فلم يقدر على مواصلة عمله، ودخل في إحباط غامض قابل للفهم.

لم يعـانِ أحد مثـل (جيديون مانتل) سيـئ الحظ والمأساوي مـن مجاملات أوين غـير اللطيفـة. فبعد أن فقـد زوجته وأبنـاءه ومهنتـه الطبية ومعظـم مجموعته من المستحاثات، انتقل مانتل إلى لندن. وهناك، في عام 1841؛ العام المشؤوم الذي أنجز فيـه أوين مجده الأعظم لتسمية وتحديـد الديناصورات، تعرض مانتل لحادث مروع. فبينمـا كان يعـبر (كلابمهم كومـون) في عربة سقط من مقعده، وعلـق بالأعنة وجُرّ بسرعـة علـى الأرض الوعرة من قبـل الأحصنة المسعورة. وقد تركـه الحادث محنياً ومشلولاً وفي ألم مزمن، بعمود فقري مخرب لا يعالج.

انطلـق أوين مستثمراً حالة مانتل الضعيفـة، بشكل منهجي؛ كي يحذف إسهاماته مـن السجل، ويعيد تسمية الأنواع التي سمّاها مانتل قبل سنوات ويدّعي حق اكتشافها لنفسـه. واصل مانتل القيام بالبحث الأصيل، ولكـن أوين استخدم نفوذه في الجمعية الملكيـة لضمـان رفض معظـم أبحاثـه. وفي 1852 انتحر مانتل غير قـادر على تحمل المزيـد من الألم أو الاضطهـاد، أُزيل عموده الفقري المشوّه وأرسل إلى الجمعية الملكية للجراحـين حيـث -وهنـا مفارقة لكـم- وُضع في رعايـة رتشارد أويـن؛ مدير متحف هنتريان في الكلية.

لكـن الإهانـات لم تنتـهِ تماماً. حـالاً بعد وفاة مانتـل، ظهرت نعـرة شريرة بنحو لافـت في ليتراري جازيـت، صُوِّر فيها مانتل عالمَ تشريح عـادي، اقتصرت إسهاماته المتواضعـة في علم الإحاثة على «حاجة إلى المعرفة الدقيقة». وقد أزال في النعوة حتى اكتشـاف الإغوادون من أعماله، ومنحه بدلاً من ذلك لكوفييه وأوين، من بين آخرين. وبالرغـم من أن المـادة لم تُذيّل باسم الكاتـب إلا أن الأسلـوب كان أسلوب أوين، ولم يشك أي شخص في عالم العلوم الطبيعية بالمؤلف.

في هـذه المرحلـة -على أي حـال- بدأت انتهـاكات أوين تؤثر عليه. وبـدأ سقوطه حـين قررت لجنة الجمعيـة الملكية التي كان رئيسها أن تمنحـه جائزتها الأعلى، وهي الوسـام الملكي، من أجل بحث كتبه عن حيوان رخـويّ يُدعى السّيجارية؛ وهي محارة متحجّـرة أشبـه بالسيجار. وكما تقـول ديبوراه كادبري في كتابهـا الممتاز الذي يؤرخ لتلك المدة بعنوان «الزاحف المروع»: «على أي حال لم يكن هذا البحث أصيلاً». وتبيّن

أن السِّيجارية قد اكتُشفت قبل أربع سنوات على يد عالم طبيعي يدعى تشانتج بيرس، وقد أذيع الاكتشاف بشكل كامل في اجتماع للجمعية الجيولوجية. كان أوين حاضراً في ذلك الاجتماع، لكنه امتنع عن ذكر ذلك حين قدّم تقريراً إلى الجمعية الملكية، وأعاد فيه -بشكل مقصود- تسمية الكائن باسم سيجاريّة أوين belemnites Owenii مانحاً لنفسه شرف الاكتشاف. وبالرغم من أنه سُمح لأوين بالاحتفاظ بالوسام الملكي، فإن الحادثة لطّخت سمعته بشكل دائم، حتى بين داعميه المتبقّين.

أخيراً نجح هكسلي في أن يفعل لأوين ما فعله أوين مع كثيرين آخرين: جعلهم يصوّتون على طرده من مجالس الجمعيات الحيوانية والملكية. وكي يتوّج العقوبة أصبح هكسلي الأستاذ الجديد في الكلية الملكية للجرّاحين.

لم يقم أوين بعد ذلك بأي أبحاث مهمة، ولكنه كرّس النصف الأخير من حياته العملية من أجل إنجاز واحد يعلو على النقد والاعتراض، يمكن أن نكون جميعنا ممتنين له من أجله. ففي 1856 صار رئيس قسم التاريخ الطبيعي في المتحف البريطاني، وصار القوة المحرّكة وراء إنشاء متحف التاريخ الطبيعي في لندن. إن ذلك المجمّع المهيب والجميل والقوطي في ساوث كنسنغتون، افتُتح عام 1880، ويشهد بشكل كامل على رؤيته.

قَبْلَ أوين، كانت المتاحف مصمّمة لاستخدام وتثقيف النخبة، وكانوا يجدون صعوبة في الدخول إليها. وفي الأيام الأولى للمتحف البريطاني، كان على الزوار المحتملين أن يقدّموا طلباً مكتوباً، ويخضعوا لمقابلة موجزة لتحديد إن كانوا ملائمين؛ كي يسمح لهم بالدخول. ثم كان عليهم أن يعودوا مرة ثانية كي يأخذوا بطاقة هذا، إذا نجحوا في المقابلة ثم يأتون مرة ثالثة للنظر إلى كنوز المتحف. حتى آنذاك كانوا يتجوّلون في جماعات ولا يُسمح لهم بالتريّث. كانت خطة أوين هي الترحيب بالجميع، إلى درجة تشجيع الموظّفين على الزيارة في الليل، وتخصيص معظم مساحة المتحف للعروض الشعبية. واقترح - على نحو جذري - أن يضع لصقات تحتوي على معلومات في كل مادة معروضة؛ كي يستطيع الناس معرفة ما يشاهدونه. ولكن على نحو غير متوقّع، عارضه في ذلك ت.هـ. هكسلي، الذي اعتقد أن المتاحف يجب أن تكون مؤسسات بحث

في الدرجة الأولى. وبتحويل متحف العلوم الطبيعية إلى مؤسسة للجميع، حوّل أوين توقّعاتنا حول هدف المتاحف.

مع ذلك، إن إيثاره للبشر لم يحرفه عامة عن المزيد من الخصومات الشخصية. وكانت آخر أفعاله الرسمية هي حشد الدعم ضد اقتراح لتشييد تمثال في ذكرى تشارلز دارون. لكنه أخفق في ذلك، بالرغم من أنه حقّق انتصاراً متأخراً غير مقصود. واليوم يقوم تمثاله بإطلالة متقنة من سلّم القاعة الرئيسة لمتحف العلوم الطبيعية، بينما وُضع تمثالا دارون وهكسلي لسبب غامض نوعاً ما في مقهى المتحف، حيث ينظران بجدّية فوق بشر يشربون الشاي ويأكلون الكعك المحلّى.

سيكون من المعقول افتراض أن خصومات روبرت أوين التافهة تشرح الأهمية المنخفضة لعلم الإحاثة في القرن التاسع عشر، ولكن الأسوأ، جاء هذه المرة من وراء البحار. ففي أمريكة، وفي العقود الأخيرة للقرن نشأت خصومة أكثر سميّة -هذا إن لم تكن أكثر تدميراً- بين رجلين غريبين لا يرحمان هما إدوارد درينكر كوب وأوثنييل تشارلز مارش.

كانا يشتركان في أمور كثيرة. كلاهما كان مُفسداً من الدلال، ومقوداً، وأنانياً، وميالاً إلى النزاع، وفاقداً للثقة، وغيوراً غير سعيد ودائماً. وتبادلا فيما بينهما عالم علم الإحاثة.

بدأا صديقين معجبين ببعضهما بعضاً، وكان يسميّان عيّنات المستحاثات باسميهما، وأمضيا أسبوعاً ممتعاً سوية في عام 1868. على أي حال، حدث خطأ ما بينهما لا أحد متأكد ما هو وفي العام الآتي نشأت بينهما عداوة تحوّلتْ إلى حقد استهلك ما في العقود الثلاثة اللاحقة. إنه لآمن من الأرجح القول: إنه لم يكن هناك اثنان في العلوم الطبيعية احتقرا بعضهما بعضاً أكثر منهما.

كان مارش -الأكبر بثمانية أعوام- شخصاً منعزلاً وقارئاً، لحيته مشذّبة وأنيق، وكان يمضي وقتاً قليلاً في العمل الميداني، ونادراً ما كان جيداً جداً في العثور على أشياء حين يكون هناك. ففي زيارة إلى حقول الديناصورات المشهورة كومو بلوف، في ويومنغ، لم يرَ العظام التي كانت -كما عبّر أحد المؤرخين- «تتناثر في كل مكان كالحطب». ولكن

كان لديه المال لشراء أي شيء يريده تقريباً. وبالرغم من أنه جاء من خلفية متواضعة كان والده مزارعاً في الجزء الشمالي من نيويورك، فقد كان عمه الغني الكبير والمموّل المسرف جورج بيبودي. وحين أظهر مارش ميلاً إلى التاريخ الطبيعي، بنى له بيبودي متحفاً في ييل وقدم له تمويلاً كافياً؛ كي يملأه بكل ما يهواه.

ولد كوب مباشرة في جو غني كان والده رجل أعمال غنياً من فيلادلفيا، وكان الأكثر ميلاً بين الاثنين إلى المغامرة. ففي صيف 1876 في مونتانا، بينما كان جورج أرمسترونغ كستر وقواته يُقتلون في ليتل بيك هورن، كان كوب يبحث عن العظام في الجوار. وحين قيل له: إن هذا ليس الوقت الأفضل لأخذ الكنوز من الأراضي الهندية، فكّر كوب للحظة وقرر أن يتابع بأي حال. كان يمر في موسم جيد جداً. فقد صادف فريقاً من هنود الكراو المثيرين للريبة، ولكنه نجح في ربحهم بإخراجه المتكرر لطقم أسنانه وإدخاله.

بعد عقد تقريباً، أخذت كراهية مارش وكوب المتبادلة شكل التعريض الصامت، ولكن في عام 1877 حلقت إلى ذروات جديدة. في ذلك العام عثر مدرس من كولورادو يدعى آرثر ليكس على عظام قرب موريسون بينما كان يتنزّه مع صديق. وبعد أن عرف أن العظام هي لـ«زاحف عملاق» أرسل ليكس بعد تفكير عيّنات منها إلى مارش وكوب. أرسل كوب المسرور 100 دولار إلى ليكس؛ لقاء أتعابه، وطلب منه ألا يخبر أحداً عن الاكتشاف، وخاصة مارش. طلب ليكس مشوشاً، من مارش أن يرسل العظام إلى كوب. فعل مارش هذا، ولكن هذه كانت إهانة لن ينساها أبداً.

حدد هذا أيضاً بداية حرب بين الاثنين صارت مريرة بنحو متزايد، وماكرة وسخيفة في غالب الأحيان. وقد انحدرت مرة إلى مستوى أن حفّاري أحد الفريقين كانوا يرمون الصخور على حفاري الفريق الآخر. وقد قُبض على كوب مرة وهو يسرق معلومات من الصناديق المفتوحة التي يملكها مارش. وقد أهانا بعضهما في مؤلفاتهما وازدريا مكتشفات بعضهما بعضاً. نادراً ما دُفع العلم بسرعة ونجاح أكبر من قبل العداوة. ففي السنوات العديدة اللاحقة زاد الاثنان من عدد أنواع الديناصورات المعروفة في أمريكة من تسعة إلى مئة وخمسين تقريباً. وقد عثرا تقريباً على جميع الديناصورات

التي يعرفها الإنسان العادي، عثرا على الأسطغوروس، والبرونتوصور، والديبلودوكوس، وثلاثي القرون*. ولسوء الحظ عملا بسرعة طائشة، بحيث إنّهما أخفقا في غالب الأحيان في ملاحظة أن اكتشافاً جديداً كان معروفاً في السابق. ونجحا سوية في «اكتشاف» نوع يُدعى Uintatheres anceps ليس أقل من اثنتين وعشرين مرة. استغرق الأمر سنوات لحل بعض أخطاء التصنيف التي ارتكباها. وبعضها لم يحل بعد.

كان تراث كوب العلمي أكثر أهمية من تراث مارش. فقد ألف طوال حياة مهنية مجهدة ساحرة نحو 1400 بحث علمي ووصف تقريباً 1300 نوع من المستحاثات (من جميع الأنواع، وليس الديناصورات فقط). وكان هذا أكثر من ضعفي محصلة مارش في كلتا الحالتين. كان من الممكن أن يفعل كوب أكثر من ذلك، ولكن لسوء الحظ انحدر بشكل متهوّر في سنواته الأخيرة. بعد أن ورث ثروة في 1875، استثمر دون حكمة في الفضة وخسر كل شيء. وانتهى به الأمر إلى الحياة في غرفة واحدة في مثوى في فيلادلفية، محاطاً بالكتب والأوراق والعظام. بالمقابل، انتهى الأمر بمارش إلى منزل رائع في نيو هيفن. توفّي كوب في 1897، ومات مارش بعده بعامين.

طوّر كوب في أعوامه الأخيرة اهتماماً آخر ممتعاً. كانت رغبته الجدية هي أن يُعلن بوصفه نموذجاً طرازيًّا للإنسان الحديث، أي أن تكون عظامه عيّنة رسمية للسلالة البشرية. عادة يكون النموذج الطرازي لنوع ما هو أول مجموعة عظام يتم العثور عليها، وبما أنه لم توجد مجموعة أولى من عظام الإنسان الحديث، كان هناك فراغ، رغب كوب بملئه. كانت رغبة غريبة وعبثية، ولكن لا أحد يستطيع التفكير بأي أسس لمعارضته. من أجل هذه الغاية، أوصى أن تُمنح عظامه لمؤسسه ويستر؛ وهي جمعية علمية في فيلادلفيا وهبها المنحدرون من كاسبار ويستر، الذي يبدو أنه لا يمكن الهرب من تأثيره. ولسوء الحظ -بعد أن جُهِّزتْ عظامه وجُمعت- اكتُشف أن فيها أعراض سفلس أولية، ولهذا لن يرغب المرء بحفظها على أنها نموذج طرازي للبشر الحديثين.

أما بالنسبة للممثلين الآخرين في هذه المسرحية، فقد توفي أوين في 1892، قبل كوب ومارش ببضع سنوات. أصيب بكلاند بالجنون وأنهى أيامه حطاماً مهذاراً في

* الاستثناء الملحوظ هو التيرانوصور الذي اكتشفه بارنوم براون في 1902.

مشفى للمجانين في كلابمهم، غير بعيد عن المكان الذي تعرّض فيه مانتل للحادث الذي أدّى إلى شلله. وبقي عمود مانتل الفقري الملتوي معروضاً في متحف هنتاريان تقريباً مدة قرن قبل أن تطمسه برحمة قنبلة ألمانية في البليتز. ما بقي من مجموعة مانتل بعد موته انتقل إلى أولاده ونُقل كثير منه إلى نيوزلندة من قبل ولده والتر، الذي هاجر إلى هناك في 1840. أصبح والتر مواطناً نيوزلندياً مميّزاً، وحصل في النهاية على منصب وزير الشؤون المحلية. وفي 1865 تبرّع بالعيّنات الرئيسة من مجموعة والده، وبينها سن الإغوادون المشهور، إلى المتحف الكولونيالي (الذي هو الآن متحف نيوزلندة) في ولنغتون، حيث بقيت هناك منذ ذلك الوقت. إن سن الإغوادون الذي بدأ الأمر كلّه والذي يُعدُّ بنحو مثير للجدل أهم سن في علم الإحاثة لم يعد معروضاً.

لم ينتهِ البحث عن الديناصورات بوفيات صيادي المستحاثات العظام في القرن التاسع عشر. فقد بدأ لتوّه إلى درجة مفاجئة. ففي عام 1898 -العام الذي يقع بين وفاة كوب ومارش- تم اكتشاف كنز هو الأعظم بين كل ما عثر عليه حتى الآن، في مكان يُدعى بون كيبن كواري، لا يبعد إلا عدة أميال عن أرض صيد مارش الرئيسة في كومو بلف، ويومنغ. هناك، مئات ومئات من العظام المستحاثية اكتُشفت ناتئة من التلال. كانت كثيرة جداً -في الحقيقة- بحيث إنّ أحداً ما بنى كوخاً منها ومن هنا جاء الاسم. استُخرج في الموسمين الأولين فحسب مئة ألف رطل من العظام القديمة من الموقع، وجاءت عشرات الآلاف من الأطنان الأخرى في السنوات التي أعقبت ذلك.

وفي مستهل القرن العشرين كان علماء الإحاثة يمتلكون أطناناً من العظام القديمة؛ كي يفحصوها. المشكلة هي أنهم لا يزالون يجهلون كم عمر أي من هذه العظام. والأسوأ، إن الأعمار المتفق عليها للأرض لا تستطيع أن تدعم بنحو مريح أعداد الدهور والعصور والحقب، التي احتوى عليها الماضي بوضوح. فلو كان عمر الأرض في الحقيقة فقط 20 مليون عام أو ما يقارب ذلك، كما ألح اللورد كلفن العظيم، لكانت أنظمة الكائنات القديمة كلها يجب أن تكون قد وُجدت، وانقرضت مرة ثانية عملياً في اللحظة الجيولوجية نفسها. وليس لهذا أي معنى.

فكّـر علماء آخرون على غـرار كلفن في المشكلة وخرجوا بنتائج عمّقت عدم اليقين فقط. وأعلـن ساموبل هوتون -عالم الجيولوجيا المحـترم، في كلية ترينيتي في دبلن- عمـراً مقدّراً للأرض وهو 2,300 مليون عام تجاوز كل ما اقترحه الجميع. حين جذب هذا انتباهه، أعاد الحساب مستخدماً المعطيات نفسها وجعل الرقم 135 مليون عام. وفكـر جـون جولي؛ الذي كان هو أيضاً في ترينيتـي، أن يجرب فكرة إدموند هالي عن أمـلاح المحيط، ولكـن منهجه استند إلى كثـير من الافتراضـات المغلوطة، بحيث لم يصـل إلى نتيجة. حسب أن عمر الأرض 89 مليـون عام، وهذا عمر انسجم بما يكفي مع افتراضات كلفن، ولكنه لم يكن حقيقياً لسوء الحظ.

هكـذا كان التشوش بحيث إنّه عند اقـتراب نهاية القرن التاسع عشر، وبحسب المصادر المتنوعة، يمكنكم أن تعرفوا أن عدد السنوات التي فصلت بيننا وبين فجر الحيـاة المعقّدة في العصر الكامبري كان 3 ملايـين، 18 مليوناً، 600 مليون، 794 مليونـاً، أو 2,4 بليـون، أو عدد ما آخـر داخل التسلسل. وفي أواخـر 1910، جعلت أحد أكثر التقديرات احتراماً، التي قام بها الأميركي جورج بيكر، عمر الأرض 55 مليون سنة.

وحـين بـدت الأمور مشوشة جداً جاء رقم آخر فائقـاً للعادة بمقاربة جديدة. قدم فتى مزرعة نيوزلندي ذكي ومتألق - يدعى إرنست رزرفورد - دليلاً غير قابل للدحض بأن عمر الأرض كان على الأقل مئات كثيرة من ملايين الأعوام، وربما أكثر.

وبنحـو لافت، استند دليله علـى الخيمياء(*) التي كانت طبيعيـة، وتلقائية، وقابلة للتصديـق علمياً وغير خفية بنحو كامل ولكنها كانـت كيمياء. وتبيّن أن نيوتن لم يكن مخطئاً في النهاية. كيف صار هذا واضحاً بدقة هو قصة أخرى بالطبع.

* هي الكيمياء القديمة وكانت غايتها تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب. (المراجع).

الفصل السابع

مسائل عناصريّة

غالبـاً ما يُقال: إن الكيمياء كعلم جدي ومحترم بدأت في 1661، حين نشر روبرت بويل من أكسفورد كتابه عالِم الكيمياء الشكّاك، العمل الأول الذي ميّز بين الكيميائيين والخيميائيـين، ولكنَّ هـذا كان تحولاً بطيئـاً وعشوائياً في غالب الأحيـان. وفي القرن الثامـن عشـر كان الباحثون يشعـرون بالارتياح بنحو غريـب في كلا المعسكرين، على غـرار الألماني جوهان بيكر Johann Becher الـذي ألّف عملاً رصيناً يعلو على النقد عـن علم المعادن يُدعى فيزياء باطن الأرض، والـذي كان متأكداً أيضاً أنه لو توافرت المواد المطلوبة لاستطاع جعل نفسه غير مرئي.

ربمـا لا شيء يصوِّر الطبيعة الغريبـة والعرضية في غالب الأحيـان لعلم الكيمياء في أيامـه الأولى أكـثر من اكتشاف قام به ألمانيٌّ يُدعى هينـج براند Hennig Brand في 1675. صـار براند مقتنعاً أن الذهب يمكـن أن يُستخرج من البول البشري. (وبدا كأن التشابه في اللون كان عاملاً في استنتاجه). جمع خمسين دلواً من البول، وحفظه لشهور في قبوه. وعبر عمليات مبهمة متنوّعة، حوّل البول في البداية إلى عجينة كريهة ثم إلى مادة شمعية شفّافة. لم ينتج الذهب، بالطبع، ولكن حدث شيء غريب وممتع. بعـد مـدة، بدأت المـادة بالتوهّج. فضلاً عن ذلـك، حين تعرضت هذه المـادة للهواء، اشتعلت على الفور.

لم يضيّع التجار المتلهفون احتمال تسويق المادة التي صارت في الحال تُعرف باسم الفوسفـور، من الجذر اللاتيني واليونـاني، الذي يعني «حامل الضـوء» ولكن صعوبة التصنيـع جعلتهـا مكلفة جداً. كان سعر أونصة من الفسفـور ستة باوندات ربما 300 جنيه بعملة اليوم وكانت أغلى من الذهب.

في البداية، كان الجنود يُستدعون لتقديم المادّة الخام، ولكن ترتيباً كهذا بالكاد كان مفضياً إلى إنتاج على المستوى الصناعي. وفي خمسينيات القرن الثامن عشر، اخترع

عـالم كيميـاء سويدي يُدعى كارل سكيـل Carl Scheele طريقـة لصناعة الفوسفور بكميـات كبيرة دون تلوث أو رائحـة البول. وربما بسبب إتقان صناعة الفسفور صارت السويد -وما تزال- الأولى في إنتاج أعواد الثقاب.

كان سكيـل شخصاً فائقاً للعادة وسيئ الحظ بنحو فائق للعادة في آن واحد. فهذا الصيـدلي المتواضـع الذي لم يكن يملـك سوى القليل من الأجهـزة المتطورة، اكتشف ثمانيـة عناصـر: الكلورين والفلورين والمنغنيـز والباريوم والموليبدنـوم، والتنغستين، والنتروجـين والأوكسجين ولم يحصل على شرف اكتشاف أي منها. وفي كل حالة، إما أُهملت مكتشفاته أو نُشرت بعد قيام شخص آخر بالاكتشاف نفسه بنحو مستقل. وقد اكتشـف أيضاً كثيراً من المركّبات المفيدة وبينها الأمونيا والغلسيرين وحمض التّنيك، وكان أول مـن عـرف الإمكانية التجارية للكلورين كمبيّضـ، وكانت هذه كلها فتوحات جعلت بشراً آخرين أثرياء بنحو يفوق الوصف.

كان خطـأ سكيل الوحيـد الملحوظ هو إصراره الغريب على تذوّق قليلٍ من كل شيء عمـل عليه، بما فيه مواد غـير متفقة كالزئبق وحمض الهيدروسيانيك (اكتشاف آخر لـه)، وهو مزيج سام واسع الشهرة بحيـث إنّ إروين شروندجر اختاره بعد 150 عاماً في تجربـة فكرية مشهورة (انظر صـ 190). وأخيراً أودى تهوّر سكيل به. ففي 1786 -وفي سـن الثالثة والأربعين- عُثر عليه ميتاً علـى مقعد عمله محاطاً بحشد من المواد الكيماوية السامة، وأي منها يمكن أن يفسر النظرة المدهوشة والمهلكة على وجهه.

لو كان العالم عادلاً ويتكلّم السويدية لتمتّع سكيل بشهرة كونية. وكما حدث، كانت الاحتفـاءات من حظ علماء الكيمياء، وكان معظمهم مـن العالم الناطق بالإنكليزية. لقد اكتشف سكيل الأوكسجين في 1772، ولكن لعدة أسباب معقدة ومحطمة للقلب لم يستطع نشر أبحاثه في وقت مناسب. ذهب الشرف بدلاً من ذلك إلى جوزف بريستلي، الذي اكتشف العنصر نفسه على نحو مستقل، ولكن فيما بعد، وفي صيف عام 1774. وكان مـن اللافت أكثر هو عدم تلقي سكيل لشرف اكتشاف الكلورين. وما تزال جميع النصوص تقريباً تعزو اكتشـاف الكلورين إلى همفري ديفي، الـذي اكتشفه بالفعل، ولكن بعد ستة وثلاثين عاماً من سكيل.

وبالرغم من أن الكيمياء قد قطعت شوطاً طويلاً في القرن الذي فصل نيوتن وبويل عن سكيل وبريستلي وهنري كافندش، كان لا يزال أمامها طريق طويل. وحتى الأعوام الختامية للقرن الثامن عشر (وفي حالة بريستلي بعد ذلك بقليل) بحث العلماء في كل مكان، واعتقدوا أحياناً أنهم عثروا بالفعل على أشياء لم تكن هناك فحسب: أجواء فاسدة، وبقايا بحرية محترقة، وأحماض، وأعشاب معمّرة، ونثار معادن، ومزفورات يابسية مائية، وقبل كل شيء، اللاّهوب، المادة التي اعتُقد أنها العامل الفاعل في الاحتراق. وفي مكان ما في كل هذا، اعتُقد أنه تكمن أيضاً القوة الخلاقة؛ القوة التي أحيت الأشياء. لم يعرف أحد مكمن هذا الجوهر الأثيري، وكان هناك شيئان مرجّحان: إنك تستطيع أن تحيي الشيء الميت بصدمة كهربائية (الفكرة التي استغلتها ماري شيللي من أجل نتائجها النهائية في روايتها فرانكشتاين)؛ وإنها توجد في بعض المواد ولكن ليس في أخرى، ولهذا انتهينا بفرعين من الكيمياء: العضوية (لتلك المواد التي اعتُقد أنها تحتوي عليها) واللاعضوية (لتلك التي لم تحتوِ عليها).

كانت هناك حاجة إلى شخص مبدع؛ كي يجدد الكيمياء في العصر الحديث، وكان الفرنسيون هم الذين قدّموه. كان اسمه أنطوان لوران لافوازييه. وُلد في عام 1743، وكان عضواً من النبلاء الثانويين (أمّن والده لقباً للأسرة). وفي عام 1768 اشترى حصة جيدة في مؤسسة مزدراة جداً تُدعى المزرعة العامة، كانت تجمع الضرائب والأجور لصالح الحكومة. وبالرغم من أن لافوازييه كان بحسب كل الروايات لطيفاً وغير متحيّز، لم تكن المؤسسة التي عمل فيها هكذا. ذلك أنها لم تفرض الضرائب على الأغنياء بل على الفقراء، وغالباً بنحو اعتباطي. بالنسبة للافوازييه، كانت جاذبية المؤسسة هي أنها قدمت له الثروة؛ كي يواصل ملاحقة العلم الذي كرّس له حياته. في أوج عمله، كان دخله الفردي 150,000 لِّيفر* في العام، ما يعادل ربما 12 مليون جنيه بعملة اليوم.

بعد ثلاث سنوات من الانخراط في هذه المهنة المربحة، تزوج من ابنة أحد رؤسائه التي تبلغ الرابعة عشرة من عمرها. كان الزواج اجتماعاً للعقل والقلب. كانت المدام

* وحدة نقد فرنسية قديمة. المترجم.

لافوازييه تمتلك ذكاء حاداً وصارت في الحال تعمل بنحو مثمر مع زوجها. وبالرغم من متطلبات عمله وحياته الاجتماعية المشغولة، نجحا في معظم الأيام في أن يخصصا خمس ساعات للعلم، اثنتين في الصباح الباكر، وثلاثاً في المساء، بالإضافة إلى يوم الأحد كله، الذي سمّياه يوم السعادة. ونوعاً ما عثر لافوازييه أيضاً على الوقت؛ كي يكون مفوّض البارود، ويشرف على بناء سور حول باريس لردع المهرّبين، وساعد في اكتشاف النظام المتري وشارك في تأليف منهج الترميز الكيميائي الذي صار توراة للإقرار بأسماء العناصر.

وبوصفه عضواً بارزاً في الأكاديمية الملكية للعلوم، طُلب منه أيضاً أن يهتم بطريقة فاعلة بكل ما كان ذا علاقة بالأحداث الجارية: التنويم المغناطيسي، وإصلاح السجن، وتنفّس الحشرات، وتزويد باريس بالماء. وبسبب تمتّعه بقدرات كهذه تفوّه في عام 1780 ببعض الملاحظات ضد نظرية الاحتراق الجديدة، التي قدّمها إلى الأكاديمية عالم شاب طموح ورفضها. كانت النظرية خاطئة بالفعل، ولكن العالِم لم يسامحه أبداً. كان اسمه جان بول مارا Jean-Paul Marat.

كان الشيء الوحيد الذي لم يفعله لافوازييه أبداً هو اكتشاف عنصر في وقت بدا فيه أن أي شخص تقريباً لديه كوب الصيدلي، ولهب وبعض المساحيق المهمة، يستطيع أن يكتشف شيئاً جديداً. حينها، كان ثلثا العناصر دون اكتشاف وأخفق لافوازييه في اكتشاف عنصر واحد. لم يكن الأمر بالتأكيد بسبب الحاجة إلى كؤوس الصيادلة. كان لافوازييه يملك منها ثلاثة عشر ألفاً فيما كان -إلى درجة خارقة- أروع مختبر خاص في الوجود.

بدلاً من ذلك قام باكتشاف عناصر أخرى وجعلها مفهومة. رمى جانباً الفلوجستين والأجواء السامة وحدد طبيعة الأوكسجين والهيدروجين وأعطى كليهما اسميهما الحديثين. باختصار، أدخل الدقة والوضوح والمنهجية إلى الكيمياء.

جاءت أجهزته الخيالية بسهولة. شغل نفسه طيلة أربع سنوات هو وزوجته بدراسات عالية الدقة تتطلب أفضل المقاييس. حدّدا (مثلاً) أن الشيء الذي يصدأ لا يفقد

الـوزن، كمـا افترض الجميع لوقت طويل، ولكنه يكسب وزنـاً: وكان هذا اكتشافاً فائقاً للعادة. حين يصدأ الشيء، فإنه يجذب جسيمات أوليّة من الجو. كان هذا هو الإدراك الأول بـأن المادّة يمكن أن تُحوّل لكن لا تُـزال. إذا أحرقت هذا الكتاب الآن، فإن مادّته ستتحوّل إلى رماد ودخان، ولكن الكمية الصافية للمادة في الكون ستكون نفسها. وصار هـذا معروفاً باسم بقـاء المادة، وقد كان هذا مفهوماً ثوريـاً. ولسوء الحظ، تزامن مع نمط آخر من الثورة هو الثورة الفرنسية وفي هذه كان لافوازييه في الجهة الخطأ.

لم يكـن عضواً في المزرعة العامة المكروهة فحسب، وإنما بنى أيضاً بحماس السور الـذي أحاط بباريس، هذا الصـرح الذي كُره إلى درجة أنـه كان الشيء الأول، الذي هُوجـم مـن قبل المواطنين المتمرّدين. استثمر مارا هـذا في 1791 وبعد أن صار صوتاً بارزاً في المجلس الوطني. شجب لافوازييه وقال: إنه لم يفت الوقت على شنق لافوازييه، بعـد ذلك في الحال أغلقـت المزرعة العامة. ولم يمضِ وقت طويـل على هذا حتى قُتل مارا في حمامه على يد شابة محزونة اسمها شارلوت كوردي، ولكن في هذا الوقت كان الوقت متأخراً جداً بالنسبة للافوازييه.

وفي عـام 1793 وصـل عهـد الإرهاب الـذي كان قوياً إلى أوجـه. وفي تشرين الأول سيقت ماري أنطوانيت إلى المقصلة. وفي الشهر اللاحق -وفيما كان هو وزوجته يضعان خططاً متأخّرة للهرب إلى أسكتلندة- اعتُقل لافوازييه. وفي أيار مَثل هو وواحد وثلاثون زميـلاً مـن المزرعة العامة أمام المحكمة الثورية (في قاعـة محكمة يرأسها تمثال مارا الصـدري). أعفي عن ثمانية ولكن لافوازييه والآخرين أُخذِوا إلى ساحة الثورة (التي هي الآن ساحة الكونكورد)، وهو موقع أكثر المقاصل الفرنسية انشغالاً. راقب لافوازييه والد زوجته فيما كان رأسه يُقطع، ثم خطا إلى الأمام وقبل مصيره. بعد أقل من ثلاثة أشهر، في 27 تموز، أرسل روبسبير إلى المكان نفسه، فانتهى عهد الإرهاب بسرعة.

بعـد مئة عام مـن موته، شُيِّد تمثال للافوازييه في باريس وأُعجب به الكثير إلى أن أشار أحدهم أنه لا يشبهه. ولدى التحقّق، اعترف النحّات أنه استخدم رأس الرياضي والفيلسـوف الماركيز (دو كوندورسيت) على ما يبـدو كان لديه بديل، آملاً أنه لا أحد سيلاحـظ ذلـك وإن لاحظ فلن يأبـه. وكان محقاً في الأمر الثاني. فقـد سُمح لتمثال

لافوازييه المتحد مع كوندورسيت بالبقاء في مكانه لنصف قرن آخر حتى الحرب العالمية الثانية، حين سُرق في صباح أحد الأيام، وتم تذويبه إلى خردة.

وفي أوائل الثمانينيات انتشرت في إنكلترة عادة استنشاق الأكسيد النّتري (مخدّر)، أو الغاز الضاحك، فبعد اكتشافه تم استخدامه «بحماسة عالية ومتعة كبيرة». وبقي في نصف القرن اللاحق المخدر المفضّل للشبّان. ولكن هيئة علمية أخرى تُدعى جمعية أسكسيان كانت مكرسة لشيء آخر. وعرضت المسارح «أمسيات الغاز الضاحك» حيث كان المتطوّعون ينعشون أنفسهم باستنشاق قوي، ثم يمتعون الجمهور بحركاتهم الكوميدية المذهلة.

لم يكتشف أحد استخداماً عملياً للأكسيد النّتري كمخدّر حتى عام 1846. ولا أحد يعرف إلا الله كم عانت آلاف كثيرة من البشر من آلام غير ضرورية من سكين الجرّاح؛ لأنه لم يفكّر أحد بالاستخدام العملي الأكثر وضوحاً للغاز.

أذكر هذا كي أشير إلى أن الكيمياء -بعد أن وصلت إلى هذا الحد، في القرن الثامن عشر- ضلّت سبيلها في العقود الأولى من القرن التاسع عشر، كما فعلت الجيولوجيا في الأعوام الأولى للقرن العشرين. وكان السبب هو محدودية الأجهزة لم يكن هناك -على سبيل المثال- أدوات تعمل وفقاً لمبدأ القوة النابذة حتى النصف الثاني من القرن، مما قيّد بحدّة كثيراً من أنواع التجارب وكان السبب أيضاً اجتماعياً. وإذا ما تحدثنا بصورة عامة، كانت الكيمياء علماً لرجال الأعمال، أولئك الذين عملوا في الفحم الحجري والبوتاس والأصبغة، وليس للسادة، الذين شُدُّوا إلى الجيولوجيا، والتاريخ الطبيعي والفيزياء. (كان هذا أقل صحة بنحو طبيعي في أوروبة القارية منه في بريطانية، ولكن فقط بنحو ضئيل). كان أهم اكتشاف في القرن هو الحركة البراونيّة*، التي أسست الطبيعة الفاعلة للجزيئات، الذي لم يقم به كيميائيٌ وإنما عالم نبات أسكتلندي يُدعى روبرت براون. (ما لاحظه براون في 1827 هو أن حبات صغيرة من غبار الطلع المنحلة

* ظاهرة فيزيائية اكتشفها عالم النبات البريطاني روبرت براون قوامها تذبذب الجسيمات العالقة في سائل أو غاز تذبذباً سريعاً، وذلك بسبب اصطدامها بجزيئات الوسط المحيط بها. وهذه الظاهرة تُعدّ دليلاً لا يُدحض على وجود الحركة الجزيئية.

في المـاء، تبقـى في حركة دائمـة مهما حاولت جعلهـا تستقر. كان سبـب هذه الحركة الدائمة وأعني فعل الجزيئات اللامرئية لغزاً لوقت طويل).

يمكن أن تكون الأمور أسوأ لولا شخصية رائعة ومفاجئة تُدعى الكونت فون رمفورد، الـذي -بالرغم من مهابة لقبه- بدأ حياته في وبرن، ماساتشوسيتس، في 1753 باسم بنجامين تومسون البسيط. كان تومسون مندفعاً وطموحاً، «أنيق الشكل والشخصية»، وكان بـين فينة وأخرى شجاعـاً ومتألقاً بنحو مفرط، ولكـن لم يردعه أي وازع. تزوج في سـن التاسعة عشرة من أرملة تكبره بأربعة عشر عاماً، ولكن حين نشبت الثورة في المستعمـرات انضم دون حكمـة إلى الموالين، وتجسّس لصالحهـم لبعض الوقت. وفي عام 1776 المشؤوم، كان معرضاً للاعتقال بتهمة «فقدان الحماسة في قضية الحرية»، فهجر زوجته وطفله وهرب أمام رعاع من المضادين للموالين مسلحين بدلاء من القار الساخن، وحقائب من الريش ورغبة جدية لتزييته بكليهما.

هرب في البداية إلى إنكلترة ثم إلى ألمانية، حيث خدم كمستشار عسكري لحكومة بافاريـا، ولأنه أثـار إعجاب السلطات قُلِّـد عام 1791 لقب الكونت فـون رمفورد من الإمبراطورية الرومانية المقدسة. بينما في ميونخ صمّم أيضاً وأنشأ الحديقة المشهورة المعروفة باسم الحديقة الإنكليزية.

وفيما بين هذه الحوادث عثر نوعاً ما على الوقت كي يقوم بكمية جيدة من الأبحاث العلميـة. صار المرجع الأول في العـالم في الدّيناميكا الحراريـة، وأول من فسّر مبادئ الحَمْـل الحراري للسوائل ودوران تيـارات المحيط. ابتكر أيضـاً أشياء عديدة مفيدة، بينها جهاز تقطير لصناعة القهوة، ولباس داخلي حراري وموقد ما يزال يُعرف باسم موقـد رمفورد. وفي 1805 -في أثناء إقامة مؤقتة في فرنسة- تودد إلى المدام لافوازييه وتزوّجها، وكانت أرملة أنطوان لوران. لم ينجح الزواج وانفصلا في الحال. بقي رمفورد في فرنسة حيث وافته المنيّة في 1814، وقُدِّر كونياً من الجميع عدا زوجاته السابقات.

إن هدفنا من ذكره هنا هو أنه في 1799 -وفي أثناء فاصل قصير نسبياً في لندن- أسّس المؤسسة الملكية، وهي واحدة من مؤسسات علمية أخرى كثيرة ظهرت إلى الوجود

في أنحاء بريطانية كافة في أواخر القرن الثامن عشر وأوائل التاسع عشر. كانت لبعض الوقت المؤسسة الوحيدة تقريباً التي عززت بنحو فاعل علم الكيمياء الفتيّ، ويعود الفضل في ذلك بشكل كامل إلى شاب متألق يدعى همفري ديفي، الذي عُيِّن أستاذاً للكيمياء في المؤسسة بعد وقت قصير من افتتاحها، وحظي بسرعة بالشهرة كمحاضر متميّز ومجرّب مثمر.

بعد أن تولّى منصبه حالاً بدأ ديفي ينتج عناصر جديدة واحداً بعد آخر البوتاسيوم، والصوديوم، والمغنيزيوم، والكالسيوم، والإسترنشيوم، والألومينوم أو الألمنيوم، وهذا يعتمد على فرع الإنكليزية الذي تفضّله*. اكتشف عناصر كثيرة ليس لأنه كان ذكياً فحسب، بل لأنه طوّر تقنية بارعة في استخدام الكهرباء على مادة مذابة، الطريقة المعروفة باسم الكَهْرَلة أو التحليل الكهربائي. وقد اكتشف دزينة من العناصر، شكّلتْ خمس العدد الكلي المعروف في زمنه. كان بوسع ديفي أن ينجز أكثر من هذا ولكن لسوء الحظ طوّر باعتباره شاباً ارتباطاً قوياً بمتع الأكسيد النتري. وقد ارتبط بهذا الغاز بحيث كان يستخدمه ثلاث أو أربع مرات في اليوم. أخيراً، في 1829، اعتُقد أنه قتله.

لحسن الحظ، كانت شخصيات أكثر رصانة تعمل في أمكنة أخرى. ففي 1808 صار صاحبيٌّ صارم يدعى جون دالتون الشخص الأول الذي أعلن طبيعة الذرة (وهذا تقدم سيُناقش بنحو كامل فيما بعد) وفي 1811 قام إيطالي ذو اسم أوبرالي رائع هو لورنزو رومانو أماديو كارلو أفوغادرو، كونت كواريكا وسيريتو باكتشاف سيبرهن على أنه مهم جداً على المدى الطويل، وهو أن حجمين متساويين من الغاز من أي نوع، إذا حُفظا في الضغط والحرارة نفسيهما، سيحتويان على أعداد متساوية من الجزيئات.

* إن التشوش في تهجية الألومينوم والألمنيوم يعود إلى صفة غير مميزة لعدم الحزم لدى ديفي. حين عزل العنصر لأول مرة في 1808، دعاه ألومينوم. لسبب ما فكّر بهذا بنحو أفضل وسمّاه الألمنيوم بعد أربع سنوات. تبنى الأميركيون مطيعين المصطلح الجديد، لكن كثيراً من البريطانيين كرهوا الكلمة، مشيرين إلى أنها تقاطع نموذج الـ ium الذي أسسه الصوديوم والكالسيوم والإسترنشيوم، وهكذا أضافوا حرفاً صائتاً وآخر ساكناً. بين إنجازاته الأخرى، اخترع ديفي أيضاً مصباح الأمان الخاص بالمعدّنين.

كان هناك شيئان واضحان في مبدأ أفوغادرو البسيط بشكل مغرٍ، كما صار يُعرف: أولاً: قدّم أساساً لقياس حجم ووزن الذرات بشكل أكثر صحة. فباستخدام رياضيات أفوغاردو، كان علماء الكيمياء في النهاية قادرين على استنتاج، (مثلاً) أن ذرة عادية لهـا قطر من 0.00000008 سم، وهذا قليل جـداً بالفعل. وثانياً: لم يعرف أحد عنها تقريباً لخمسين سنة*.

ويعـود السبـب في هـذا جزئيـاً إلى أن أفوغـادرو كان شخصاً منطوياً. كان يعمل وحـده، ونادراً ما يتواصل مع زملائه العلماء، لم ينشر سوى أبحاث قليلة ولم يحضر أي اجتماعـات؛ لأنه لم تكن هناك اجتماعات كي يحضرهـا أو مجلات كيميائية كافية كي ينشر فيها. وهذا حقيقة فائقة للعادة. فقد دُفعت الثورة الصناعية بنحو كبير بتطورات في الكيمياء، وبالرغم من ذلك فإن الكيمياء كعلم منظّم نادراً ما وُجدت لعقود.

لم تتأسـس الجمعية الكيميائية في لندن حتى 1841 ولم تبدأ بإنتاج مجلة منتظمة حتى 1848، وفي ذلك الوقت كان عمر معظم الجمعيات العلمية في بريطانية الجيولوجية والجغرافية والحيوانية والجنانيّة واللينييوسيّة** (الخاصة بعلماء الطبيعة والنبات) عشريـن عامـاً على الأقل وفي عدة حـالات أكثر بكثير. ولم تتأسّـس المدرسة المنافسة في الكيميـاء حتـى 1877، بعد عام مـن تأسيس الجمعية الكيميائيـة الأميركية. ولأن الكيمياء كانت بطيئة التنظيم، لم تنتشر الأنباء عن فتوحات أفوغادرو في 1811 حتى مؤتمر الكيمياء الأول في كارلسروهي Karlsruhe في 1860.

---

* قاد المبدأ فيما بعد إلى التبني الكثير لرقم أفوغادو، وهي وحدة قياس أساسية في الكيمياء، سميت على اسم أفوغادو بعد موته بوقت طويل. إن عدد الجزيئات التي اكتشفت في 2.016 غرام من غاز الهيدروجين (أو كمية مساوية من أي غاز آخر) وضعت قيمته في 6.0221367×10^{23}، وهذا رقم ضخم جداً. تسلّى طلاب الكيمياء لوقت طويل بحساب كم هو رقم كبير، وهكذا أستطيع أن أفيد أنه مساوٍ لعدد من حبات البوشار كافٍ لتغطية الولايات المتحدة كلها على عمق تسعة أميال، أو مساوٍ لأكواب الماء في المحيط الهادئ، أو علب مشروبات باردة، التي إذا خزنت بنحو مستوٍ، فستغطي الأرض على عمق 200 ميل. إن عدداً مساوياً من البنسات الأميركية سيكون كافياً لجعل كل شخص على الأرض بليونيراً. إنه عدد كبير.

** منسوبة إلى عالم النبات السويدي كارولوس لينييوس أو إلى طريقته في تقسيم النباتات. المترجم.

كانت التقاليد بطيئة الظهور؛ لأن الكيميائيين عملوا طويلاً في عزلة. وحتى النصف الثاني من القرن، كانت صيغة H_2O_2 يمكن أن تعني الماء لعالم كيمياء وقد تعني بيروكسيد الهيدروجين* لآخر. كان يمكن أن تشير C_2H_4 إلى الإثيلين أو غاز الميثان. بالكاد يوجد جزيء مُثّل بشكل منتظم في مكان آخر.

استخدم الكيميائيون أيضاً تنوّعاً محيّراً من الرموز والاختصارات، وغالباً ما كانت مبتكرة ذاتياً. فقد أدخل العالم السويدي ج.ج. برزليوس مقياساً مطلوباً جداً لترتيب المسائل قائلاً: إن العناصر تُختصر على أساس أسمائها اللاتينية واليونانية، لهذا اختصار الحديد هو FE من الكلمة اللاتينية ferrum واختصار الفضة هو AG (من الكلمة اللاتينية argentums). وبما أن كثيراً من الاختصارات الأخرى تنسجم مع أسمائها الإنكليزية (N للنتروجين و H للهيدورجين وإلى ما هنالك) فإنها تعكس طبيعة إنكليزية لاتينية، لا طبيعتها الرفيعة. وللإشارة إلى عدد الذرات في جزيء استخدم برزليوس ترميزاً مرقوماً في الأعلى H^2O. فيما بعد -ودون سبب خاص- صارت الموضة هي التعبير عن الرقم كترميز مرقوم في الأسفل: H_2O.

وبالرغم من محاولات التنظيم بين فينة وأخرى كانت الكيمياء في النصف الثاني من القرن التاسع عشر مشوشة، لهذا كان الجميع مسرورين من بروز بروفسور مجنون وغريب المنظر في 1869 في جامعة سينت بتسبرغ يُدعى ديميتري إفانوفيتش مندلييف.

وُلد مندلييف في 1834 في توبولسك، في الغرب الأقصى من سيبيريا، لأسرة ضخمة جداً ومتعلمة جيداً ومزدهرة. كانت الأسرة كبيرة، بحيث إنّ التاريخ لم يعرف عددها: تقول بعض المصادر: إنه كان هناك 14 ولداً، وبعضها الآخر يقول: 17. ويتفق الجميع أن ديمتري كان أصغرهم. لم يحالف الحظ هذه العائلة دوماً. فحين كان ديمتري صغيراً أصيب والده -الذي كان مدير مدرسة- بالعمى فاضطرت أمه للذهاب إلى العمل. كانت على ما يبدو امرأة فائقة للعادة، وصارت فيما بعد مديرة لمعمل زجاج ناجح. وسارت الأمور على ما يُرام حتى عام 1848، حين احترق المعمل وحلّ الفقر بالأسرة.

* سائل ثقيل، عديم اللون والرائحة، يتألّف من ذرّتي هيدروجين وذرتي أوكسجين ويذوب بسرعة في الماء وفي الكحول أيضاً. المترجم.

-مصممة على تعليم ابنها الأصغر- قطعت السيدة مندلييف هي وابنها أربعة آلاف ميل إلى سان بطرسبرغ، وهذا يعادل السفر من لندن إلى غينيا الاستوائية ووضعته في مؤسسة علم أصول التدريس. ماتت بعد ذلك في الحال منهكة من جهودها.

أكمل مندلييف دراساته ومُنح في النهاية منصباً في الجامعة المحلية. صار عالم كيمياء كُفئاً ولكنه لم يكن متميزاً جداً وكان معروفاً من شعره ولحيته الفوضوية التي كان يحلقها مرة واحدة في العام، أكثر مما عُرف من مواهبه في المختبر.

على أي حال، في عام 1869 - وفي سن الخامسة والثلاثين - بدأ يتسلّى بطريقة لترتيب العناصر. في ذلك الوقت، كانت العناصر تُجمع عادة بطريقتين: إما بالوزن الذري (باستخدام مبدأ أفوغاردو) أو بالمواصفات الشائعة (سواء كانت معادن أو غازات، على سبيل المثال). وكان فتح مندلييف هو رؤية إن كان الاثنان يمكن جمعهما في جدول واحد.

وكما كان شائعاً في العلم، توقّع المبدأ قبل ثلاث سنوات عالم كيمياء هاوٍ في إنكلترة هو جون نيولاندز. فقد اقترح أنه حين تُرتّب العناصر بالوزن فإنها على ما يبدو تكرّر مواصفات معيّنة بمعنى ما، كي تتناغم في كل مكان ثمانيةً على الميزان. دعا نيولاندز المبدأ قانون الجواب وشبّه الترتيب بالنغمات الثماني على لوح البيانو بشكل غير حكيم جزئياً، ذلك أن هذه كانت فكرة لم يحن وقتها بعد تماماً. ربما كان هناك شيء ما في شرح نيولاندز، ولكن الفكرة عدَّت منافية للعقل وسُخر منها على نحو واسع. ففي الاجتماعات، كان أعضاء الجمهور الأكثر سخرية يطلبون منه إحضار عناصره؛ كي يعزف لهم لحناً قصيراً. تخلى نيولاندز عن الفكرة محبطاً، وغاب عن البصر أيضاً.

استخدم مندلييف مقاربة مختلفة قليلاً، واضعاً عناصره في مجموعات سباعية، ولكنه طبق جوهرياً الفرضية نفسها. فجأة بدت الفكرة متألقة وقابلة للإدراك بنحو رائع. ولأن المواصفات كررت نفسها دورياً، عُرف الابتكار باسم الجدول الدوري.

قيل: إن مندلييف أُلهم من لعبة ورق تُدعى السوليتير في أمريكة الشمالية والصبر في أمكنة أخرى، التي بمقتضاها ترتب الأوراق أفقياً بالنقش وعمودياً بالعدد. مستخدماً

مفهومـاً مشابهاً بنحو كبير، رتب العناصر في صفـوف أفقية دُعيت الدورات وفي أعمدة عموديـة دُعيـت المجموعـات. أظهر هذا فـوراً مجموعة واحدة من العلاقـات حين تقرأ إلى الأعلـى والأسفـل، ومجموعة أخرى حين تُقرأ من جانـب إلى آخر. وبنحو محدد، إن الأعمدة العمودية تجمع سوية مواد كيماوية لها مواصفات مشابهة. وهكذا يجلس النحاس علـى قمـة الفضة وتجلس الفضـة على قمة الذهـب بسبب قرابتها كونهـا معادن، بينما الهليـوم، والنيون والأرجون ففي فئـة الغازات. (إن المحدد الفعلـي الرسمي في الترتيب هـو شيء يدعى تكافؤاتها الإلكترونيـة، وإذا أردت أن تفهمها فسيجـب عليك أن تسجّل في الدروس المسائية). إن الصفوف الأفقية -في غضون ذلك- ترتب المواد الكيماوية في ترتيب تصاعدي وفق عدد البروتونات في نواتها، ما يُعرف باسم عددها الذري.

سأشرح بنية الذرات وأهمية البروتونات في فصل لاحق؛ أما الآن فكل ما هو ضروري هـو فهم المبدأ المنظّم: الهيدروجـين له بروتون واحد فقط، وهكذا فإن له العدد الذري 1 ويأتـي أولاً علـى الجدول؛ اليورانيوم له 92 بروتوناً وهكذا فهو يقترب من النهاية وله الرقـم الذري 92. بهـذا المعنى -وكما أشار فيليب بويـل- إن الكيمياء هي في الحقيقة مسألة إحصاء فقط. (إن الرقم الذري -بالمصادفة- يجب ألا يُخلط مع الوزن الذري، الذي هو عدد البروتونات بالإضافة إلى عدد النيترونات في عنصر مفترض).

كان لا يزال هناك كمية كبيرة غير معروفة أو مفهومة. إن الهيدروجين هو العنصر الأكثر شيوعاً في الكون، ومع ذلك لم يخمّن أحد هذا إلا بعد ثلاثين عاماً آخر. والهليوم -العنصـر الثاني الأكثر غزارة- اكتُشف قبـل عام فقط ولم يُشتبه بوجوده قبل ذلك، ثم ليس على الأرض، وإنما في الشمس، حيث اكتُشف بمنظار التحليل الطيفي في أثناء كسوف شمسـي، ولهذا يكرّم إله الشمس اليوناني هليوس بهذا الاسم. ولم يُعزل حتى عام 1895. وحتى هكذا، وبفضل اختراع مندلييف، حصلت الكيمياء الآن على موطئ قدم صلب.

إن الجـدول الـدوري -بالنسبـة لمعظمنا- شيء جميـل على المستـوى التجريدي، ولكنـه بالنسبـة للكيميائيـين أسس ترتيباً ووضوحـاً فوريين لا ينطويـان على مبالغة. «إن الجـدول الدوري للعناصر الكيميائية هـو -دون شك- الخريطة التنظيمية الأكثر

رشاقة التي سبق واختُرعت»، كما قال روبرت ي. كريبس في كتابه تاريخ واستخدام العناصر الكيماوية لكوكبنا الأرضي، وبوسعكم العثور على عواطف مشابهة فعلياً في جميع الكتب التي أرّخت للكيمياء.

لدينا اليوم 120 عنصراً معروفاً، يتشكل 92 منها بنحو طبيعي وهناك دزينتان تبتكران في المخابر. إن العدد الفعلي مثير للجدل قليلاً؛ لأن العناصر الثقيلة المركّبة لا توجد إلا لجزء من المليون من الثانية، ويجادل الكيمائيون أحياناً فيما إذا تم فحصها أم لا. في زمن مندلييف لم يُعرف سوى 63 عنصراً، ولكن ذكاءه جعله يدرك أن العناصر المعروفة آنذاك لم تصنع صورة كاملة، وأن كثيراً من القطع كانت مفقودة. تنبأ جدوله، بدقة تبعث على السرور، أين ستأخذ العناصر مكانها حين تُكتشف.

لا أحد يعرف -بالمصادفة- إلى كم يمكن أن يرتفع عدد العناصر، بالرغم من أن أي شيء يتجاوز 168 كوزن ذري يُعد «مجرد تأملي»؛ ولكن ما هو مؤكد هو أن أي شيء يُكتشف فإنه سيتلاءم مع خطة مندلييف العظيمة.

تمخّض القرن التاسع عشر عن مفاجأة أخيرة مهمة لعلماء الكيمياء. بدأت في 1896 حين ترك هنري بيكويريل في باريس بإهمال مجموعة من أملاح اليورانيوم على لوح فوتوغرافي مغلّف في درج. حين أخرج اللوح بعد مدة فوجئ أن الأملاح أحرقت طبعة في اللوح، وكأن اللوح كان معرّضاً للضوء. كانت الأملاح تُطلق أشعة من نوع ما. مفكّراً بأهمية ما اكتشفه قام بيكويريل بشيء غريب جداً: أرسل المادة إلى طالبةٍ متخرّجة؛ كي تتحقّق منها. ولحسن الحظ كانت الطالبة مهاجرة حديثة العهد من بولونيا تُدعى ماري كوري. فيما كانت تعمل مع زوجها بيير، اكتشفت كوري أن أنواعاً معيّنة من الصخور تصدر كميات متواصلة وفائقة للعادة من الطاقة، دون أن يتقلّص حجمها أو أن تتغير بأي طريقة قابلة للرصد. ما لم يستطع أن تعرفه هي وزوجها ما لم يستطع أن يعرفه أحد إلى أن شرح آينشتاين الأمور في العقد الآتي، هو أن الصخور كانت تحوّل الكتلة إلى طاقة بطريقة فاعلة بنحو مفرط. سمّت ماري كوري التأثير (الإشعاعية). وفي سيرورة عملهما، عثرت كوري وزوجها أيضاً على عنصرين جديدين هما البولونيوم الذي سمته باسم بلدهما، والمذياعم. وفي عام 1903 حصلت

كـوري وزوجها على جائزة نوبل في الفيزياء مع بيكويريل. (فازت ماري كوري بجائزة ثانيــة، في الكيميــاء، في 1911؛ وكانت الشخص الأول الذي فـاز بالجائزة في كل من الكيمياء والفيزياء).

وفي جامعــة مكجيل McGill في مونريال أصبح الشاب المولود في نيوزلندة إرنست رزرفـورد مهتمّاً بالمواد الإشعاعيــة الجديدة. واكتشف مع زميل يُدعى فردريك سودي أن احتياطيات ضخمة من الطاقة، كانت مقيدة في تلك الكميات الصغيرة من المادة، وأن الانحلال الإشعاعي لهـذه الاحتياطيات يمكن أن يفسّر دفء الأرض كلّه. اكتشفا أيضــاً أن العناصــر الإشعاعيــة انحلّــت في عناصر أخــرى، أنه في أحــد الأيام لديك ذرة مــن اليورانيــوم، (مثلاً) وفي اليوم الآتي لديك ذرة مــن الرصاص. كانت كيمياء صافية وبسيطة؛ ولم يسبق أن تصوّر أحد أن شيئاً كهذا يمكن أن يحدث بنحو طبيعي وتلقائي.

كان رزرفورد البراغماتي أول من رأى أنه يمكن أن يكون هناك تطبيق عمليّ قيّم في هذا. لاحظ أنه في أي عيّنة من المادة الإشعاعية، فإن الأمر دوماً يستغرق كمية الوقت نفسهــا لنصف العيّنة، كــي يقضي على نصف الحياة المحتفى بــه*، وأن هذه النسبة الثابتــة الموثوقة مــن الانحلال يمكن أن تُستخــدم بوصفها نوعاً من أنــواع الساعات. وعبر الحساب إلى الوراء كم من الإشعاع تمتلك مادة الآن وكم تنحل بسرعة، تستطيع أن تستنتج عمرها. اختبر قطعة من البتشبلند** واكتشف أن عمرها 700 مليون سنة، أكثر بكثير من العمر، الذي كان معظم الناس مستعدين كي يمنحوه للأرض.

* لو سبق وتساءلت كيف تحدّد الذرّات أي 50% ستموت وأي 50% ستحيا حتى الجلسة اللاحقة، فإن الإجابة هي أن نصف الحياة هو في الحقيقة مجرد وسيلة إحصائية، نوع من الجدول الفعلي للأشياء العنصرية. تخيّل أن لديك عيّنة من المادة بنصف حياة 30 ثانية. ألا يعني هذا أن كل ذرة في العيّنة ستوجد بالضبط 30 ثانية أو 60 ثانية أو 90 ثانية أو لمدة محددة أكثر. ستحيا كل ذرة في الحقيقة لمدة عشوائية من الزمن لا علاقة لها بمضاعفات الرقم 30؛ يمكن أن تستمر لثانيتين من الآن، أو يمكن أن تتذبذب بعيداً لسنوات أو عقود أو قرون قادمة. لا أحد يعرف. ولكن ما نستطيع قوله هو: إنه من أجل العيّنة ككل فإن نسبة الاختفاء ستكون هكذا، بحيث إن نصف الذرات ستختفي في كل 30 ثانية. إنها نسبة عادية، بتعبير آخر، ويمكنك تطبيقها على أي عيّنة ضخمة. استنتج أحدهم مرة –على سبيل المثال– أن الدايمات الأميركية لها نصف حياة يبلغ 30 عاماً. المؤلف.

** معدن داكن لمّاع يعد مصدراً مهماً من مصادر اليورانيوم والراديوم. المترجم.

في ربيع 1904 سافر رزرفورد إلى لندن؛ كي يلقي محاضرة في المؤسسة الملكية، المؤسسة الجليلة التي أسّسها الكونت فون رمفورد قبل 105 سنوات، بالرغم من أن عصر اللمات المستعارة و(البودرة) بدا الآن كأنه يبعد مسافة دهر بالمقارنة مع فظاظة رفع الأكمام لدى الفكتوريين المتأخرين. كان رزرفورد هناك كي يتحدّث عن نظريته الجديدة في الانحلال الشعاعي، وبذكاء أحضر من أجل هذه الغاية قطعة البتشبلند. ذلك أن كلفن الكهل كان حاضراً، وإن لم يكن مستيقظاً طوال الوقت نوّه رزرفورد أن كلفن نفسه كان قد اقترح أن اكتشاف مصدر آخر للحرارة سيقضي على حساباته. لقد اكتشف رزرفورد ذلك المصدر. وبفضل الإشعاعية يمكن أن يكون عمر الأرض ومن الواضح أن عمرها كان أكثر من الرقم الذي وضعته حسابات كلفن الأخيرة؛ الذي هو 25 مليون سنة.

ابتسم كلفن من شرح رزرفورد المحترم، لكنه في الحقيقة لم يتأثّر. لم يقبل أبداً الأرقام المنقّحة وصدق حتى يوم وفاته أن عمله بما يتعلق بعمر الأرض هو إسهامه الأكثر ذكاء وأهمية في هذا العلم، وأعظم بكثير من عمله على الديناميكا الحرارية.

وكما هو الأمر مع معظم الثورات العلمية، لم يُرحّب باكتشافات رزرفورد العلمية عالمياً. فقد أصرّ جون جولي الدّبلني بقوّة حتى الثلاثينيات أن عمر الأرض ليس أكثر من 89 مليون سنة، ولم يوقفه عن ذلك سوى وفاته. وبدأ آخرون يتضايقون من أن رزرفورد منحهم الآن كثيراً من الوقت. ولكن حتى بالتأريخ المذياعمتّري -كما صار اسم القياسات الانحلالية- ستمر عقود قبل أن ندخل في بليون عام أو ما يقارب ذلك من عمر الأرض الفعلي. كان العلم في المسار الصحيح، ولكنه كان لا يزال بعيداً.

توفّي كلفن عام 1907. وشهد ذلك العام أيضاً وفاة دمتري مندلييف. وعلى غرار كلفن، كان عمله المثمر خلفه بعيداً، ولكن أعوام انحداره كانت أقل جدية. وفيما كان يكتهل، صار مندلييف غريب الأطوار ورفض أن يقرّ بوجود الإشعاع أو الإلكترون أو أي شيء آخر كان كثيراً، وجديداً، وصعباً. أمضى عقوده الأخيرة يندفع خارجاً من المختبرات وقاعات المحاضرات في أنحاء أوروبة كلها. وفي 1955، سمي العنصر العاشر بالمندليفيوم على شرفه. وقال بول ستراثم: «بنحو ملائم، إنه عنصر غير مستقرّ».

تواصل الإشعاع -بالطبع دوماً- بشكل حقيقي وبطرق لم يتوقّعها أحد. وفي أوائل التسعينيات بدأ بيير كوري يعاني من إشارات مرضية واضحة ناجمة عن الإشعاع، وعلى ما يبدو آلام بليدة في عظامه وشعور مزمن بالإعياء، الذي دون شك كان سيتقدم بنحو غير سارّ. ولن نعرف أبداً بنحو مؤكد؛ لأنه في 1906 دهسته عربة وقتلته، فيما كان يعبر شارعاً في باريس.

أمضت ماري كوري ما تبقى من حياتها وهي تعمل بتميّز في هذا الميدان، وساعدت في تأسيس مؤسسة المذياعم في جامعة باريس في 1914. وبالرغم من حصولها على جائزتي نوبل، لم تُنتخب أبدا عضواً في أكاديمية العلوم؛ والسبب في ذلك هو أنه بعد وفاة بيير أقامت علاقة -مع عالم فيزياء متزوّج- كانت غير محتشمة بما يكفي كي تفضح حتى الفرنسيين، أو على الأقل العجائز الذين أداروا الأكاديمية، التي ربما هي مسألة أخرى.

افتُرض لوقت طويل أن أي شيء يتمتّع بالطاقة بنحو إعجازي كالإشعاعية يجب أن يكون مفيداً. ولسنوات، كان صانعو معجون الأسنان ومليّنات الأمعاء يضعون الثوريوم الإشعاعي في منتجاتهم، وعلى الأقل حتى أواخر العشرينيات عرض جلن سبرينغ أوتل في فنجر ليكس في نيويورك بفخر النتائج العلاجية (لينابيعه المعدنية الإشعاعية). ولم تُمنع في المواد الاستهلاكية حتى 1938. وفي ذلك الوقت كان هذا متأخراً جداً لماري كوري، التي ماتت من اللوكيميا، في 1934. إن الإشعاع هو في الحقيقة ماكر ويستمر طويلاً، بحيث إنّ أوراقها من ثمانينيات القرن التاسع عشر، وحتى كتب الطبخ لديها خطرة جداً حتى الآن. فقد حُفظت كتب مختبرها في صناديق مخططة بالرصاص، والذين يرغبون برؤيتها يجب أن يلبسوا ثياباً واقية.

وبفضل العمل المخلص والمجازف جداً بنحو غير متعمّد لعلماء الذرة الأوائل، صار من الواضح في الأعوام الأولى للقرن العشرين، أن الأرض مقدّسة بنحو غير قابل للتشكيك، بالرغم من أن نصف قرن آخر من العلم يجب أن يُنجز قبل أن يستطيع أي شخص أن يقول بثقة كم هي مقدّسة. كان العلم -في غضون ذلك- على وشك الحصول على عصر خاص به، هو العصر الذري.