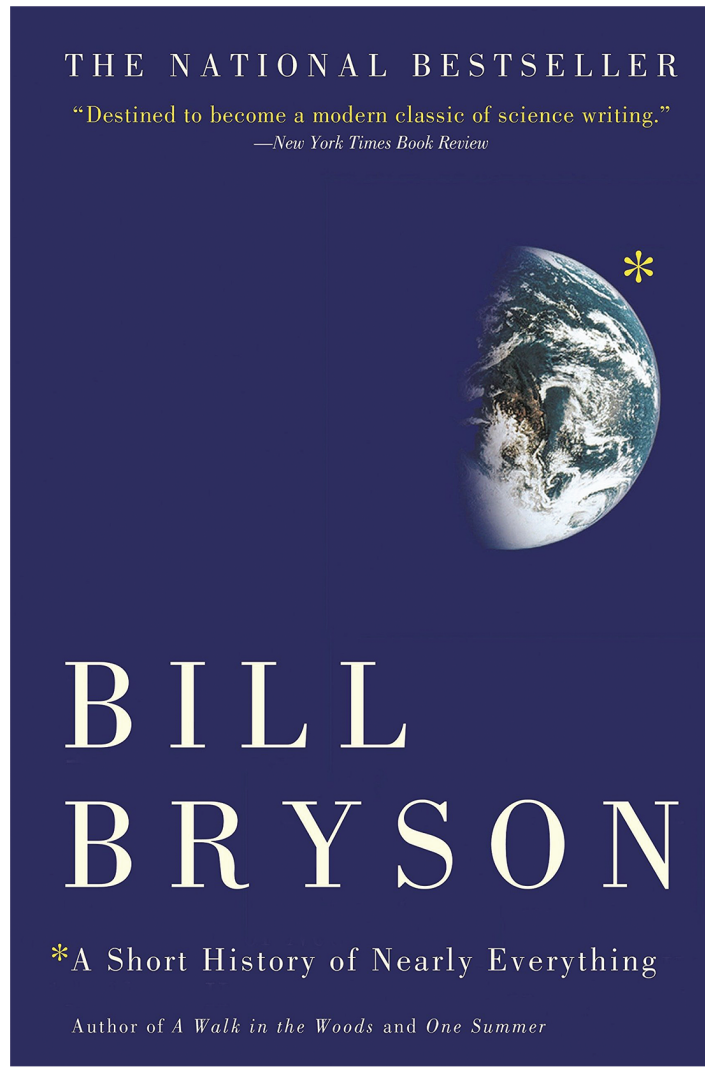




موجز تاريخ كل شيء... تقريباً

تأليف: بيل براييسون



ملخص كتاب

A Short History of Nearly Everything

By: Bill Bryson

1

بيل برايسون وكتابه «موجز تاريخ كل شيء... تقريباً»

«بيل برايسون» مؤلف أمريكي بريطاني تثير انتباهه أكثر التساؤلات المحيرة حول العالم؛ نشأته ومخلفاته وتاريخه ومستقبله. في كتابه «نزهة في الغابات» يتناول «برائسون» رحلته الطويلة في «درب الأبالاش»، وفي كتاب «بلاد أحرقتها الشمس» يستعرض بعض ما واجهه من مخاطر في براري أستراليا، أما عن أحدث كتبه «موجز تاريخ كل شيء... تقريباً» فإنه يواجه أعظم تحدٍّ، ألا وهو: فهم أقدم وأهم الأسئلة التي أثارها حول أنفسنا وحول الكون ومحاوله تقديم إجابات مقنعة عنها قدر الإمكان.

«برائسون» ليس عالماً، غير أنه شغوف بالعلم، ولطالما برع في شرح النظريات العلمية لغير العلماء والمتخصصين. «نال برايسون» عن كتاب «موجز تاريخ كل شيء... تقريباً» جوائز عدة؛ منها «جائزة أفتيس» لأفضل كتاب علمي عام 2004، و«جائزة الرئيس» من «الجمعية الملكية للكيمياء» لساندته قضايا العلوم الكيميائية عام 2005، كما منحه جامعات عدة درجات فخرية، ثم عُيِّن رئيساً لجامعة «دورم» البريطانية.

تقول صحيفة الجارديان في وصف الكتاب: «لقد ادعى أحد العلماء البارزين -وهو بيتسم- أن كتاب «برائسون» يخلو تماماً من الأخطاء بشكل مزعج».

بتأليف هذا الكتاب أقام «برائسون» جسراً بين العلوم والإنسانيات، فقد قدّم أكثر الموضوعات تعقيداً بأسلوب واضح وسلس، حتى طالب كثير من النقاد وخبراء التعليم بأن يصبح الكتاب منهجاً إلزامياً في جميع المدارس ليشرح ويبسّط العلم للطلاب، كما بسّطه للعامّة.

في هذا الكتاب يغطّي «برائسون» عديداً من الموضوعات مثل كوكب الأرض، والمجموعة الشمسية، والكون، وتاريخ إدراكنا لما صرنا نعرفه، كما يتطرّق إلى الفيزياء الكمية، والجيولوجيا، وحجم المجموعة الشمسية، وحياة البكتيريا، وغيرها من الموضوعات الرائعة؛ ويتحدث «برائسون» عن كل شيء بدءاً بـ«الانفجار العظيم» ووصولاً إلى بزوغ الحضارات وكأنّه يتحدث في صميم تخصصه، محاولاً شرح كيف انبثق كل شيء -تقريباً- من لا شيء.



المؤلف
بيل برايسون

لنبدأ الرحلة..!

نزلتم أهلاً وحلّتم سهلاً. لقد سرّني حضوركم بعد أطول رحلة بشرية عبر الزمن في هذا العالم، فلم يكن وصولكم أمراً ميسوراً، بل كان أصعب ممّا تعتقدون. أنتم لم تصلوا إلى هنا، لو لم تلتق «تريليونات» الذرّات المبعثرة والمجمّعة بشكل معقد ومثير كي تقودكم إلى وجودكم. لقد كان تجمّعاً حياً ودقيقاً وفي غاية الخصوصية، فلم يحدث أن حاولت تلك الذرّات التجمّع بهذه الصورة من قبل، ولم يسبق لها أن اتخذت هذا الشكل إلا مرة واحدة عبر تاريخ العالم.

في المتوسط، تبلغ مدة خلود أي نوع ومخلوق على كوكب الأرض نحو أربعة ملايين عام، ولذا فإن بقاءكم واستمراركم حتى الآن يعني أنكم متحوّلون ومتكيّفون ومتقلّبون مثل ذرّاتكم، يبدو أنكم كرهتم الأكسجين، ثم صرتم مولعين به على مدى 3.8 بليون سنة مضت، إذ نمت لكم زعانف وأطراف فصرتم أسماكاً تبحر بخفة، ثم وضعتم بيضاً ولاستمم الهواء بألسنة متشعبة كالبرمائيات، ثم أصبحتم ناعمين، ومكسوّن بالشعر كالزواحف، وعشتم تحت الأرض، وفوق الأشجار، ثم أصبحتم في صغر الفئران وكبر الغزلان وملايين الأشياء الأخرى، وكان من شأن أقل خطأ يمكن أن يحدث، أو حيود عن مسار التحول والتطور، أن يجعلكم تلعقون الطحالب على جدران الكهوف.

أنتم محظوظون لأنكم ارتبطتم بخط تطوّر سليم منذ عهد سحيق، وأنتم محظوظون أيضاً بأسلافكم وأجدادهم الذين كان كل منهم جذاباً بما يكفي للعثور على زوجة مناسبة، ومتمتعاً بالصحة الكافية للتناسل، وموفقاً ومعمراً بما يكفي ليتزوّج وينجب. لم يجد أسلافكم عن هذا المسار المتمثّل في التفاعل مع الحياة وتوريث الشركاء المناسبين الجينات في الوقت المناسب لغرس المربّكات الوراثية المناسبة فيكم. أنتم محظوظون لأن أجدادكم لم يفرقوا أو يجوعوا أو يتعرّشوا أو تفترسهم الحيوانات الشرسة، ولم تأت عليهم الخطوب وتذهب ريحهم بسبب الزلازل والأعاصير والصراعات البدائية والحروب الحديثة.

يتناول العدد الأول من «جواهر الكتب» -وهو بعنوان: «موجز تاريخ كل شيء تقريباً»- كيفية حدوث كل ما سبق، وبخاصة كيف انتقلنا من «لا وجود» إلى «شيء موجود»، وكيف تحوّلت الذرّات الضئيلة إلى كائنات ذكية، أو ما يُسمى البشر، كما يدور حول بعض الأحداث التي وقعت في أثناء تلك التحوّلات والأحداث التي تلت وقوعها.

الجزء الأول: الكون وجد من العدم

تعدّ «البروتونات» أصغر أجزاء الذرّة، وهي تبدو في حجومها ومظهرها أشياء تافهة، فالبروتون متناهي الصغر، إذ تساوي النقطة الواحدة الواقعة فوق حرف «فاء» نحو 500 مليار بروتون! من ثمّ تعدّ البروتونات مجهرية. تخيل مثلاً أنك تستطيع تصغير أحد البروتونات إلى واحد على مليار من حجمها الطبيعي كي تشغل حيزاً متناهي الصغر، ما يجعل هذا البروتون الضئيل يبدو هائلاً، ثمّ ضع في هذا المكان المتناهي الصغر مقداراً ضئيلاً من المادة.

أنت الآن على وشك صنع شيء

من الطبيعي، ومن الخطأ كذلك، أن نتصوّر بقاء نقطة وحيدة ثقيلة في فراغ مظلم وغير محدود، غير أنه ليس هناك فضاء ولا ظلام، فلم تكن تلك النقطة محاطة بأيّ شيء، ولم يكن هناك حيز تحتله، ولم يكن ليوجد لها مكان في

الثانية التالية لبدء الخليقة. لقد «تضخّم» الكون وتضاعف حجمه في مدة تتراوح بين 10 و34 ثانية، ولم تستغرق العملية كلها سوى 10-30 ثانية، هذا يعني أن نشأة الكون استغرقت واحداً على مليون مليون من شيء يمكنك أن تمسكه بيدك إلى شيء يكبره ويزيد عنه 10 ملايين مليار مليار مرة على الأقل.

تشرح نظرية «التضخّم الكوني» التموجات الانكماشية والتمددية التي تسببت في وجود الكون، فمن دون هذه التموجات، لم تكن تجمّعات المادة لتوجد ولم تكن النجوم لتنشأ، بل كان الغاز المتحرّك والظلام هم سادة الموقف، غير أن هذه النظرية لا تستطيع تفسير كيف خُلق البشر، ورغم أن 98 بالمائة من المادة الموجودة نشأت أثناء تضخّم الكون، فقد كانت تلك المادة مكوّنة حصرياً من الغازات الخفيفة، أي الهيليوم، والهيدروجين، والليثيوم التي سبق ذكرها، ولم تنشأ أي ذرّة ثقيلة ومهمة لوجودنا -مثل الكربون، والنيتروجين، والأوكسجين، وغيرها- من الانفجار العظيم، إذ يتطلّب تكوين تلك الذرّات حرارة وطاقة هائلتين، فمن أين أتت هذه العناصر إذاً؟ سنتناول هذا لاحقاً، وبعد أن نتطرّق إلى وجود البشر في هذا المكان، أي في المجموعة الشمسية.

الزمن. لا نستطيع أن نتساءل عن مدة وجود تلك النقطة، سواء أتت إلى الوجود فجأة كما تأتي الفكرة الرائعة أو تراها كانت موجودة منذ الأزل وهي تتعب في هدوء ريثما تحين اللحظة المناسبة، فليس للزمن وجود، ولا يوجد ماضٍ بزغ الزمن منه.

نعم، لقد بزغ كوننا من العدم، ففي لحظة مجيدة وسريعة وفائقة وخارقة صار لتلك النقطة الوحيدة كون وأبعاد سماوية وفضاء يفوق الخيال، في لحظة عابرة من الزمن الذي كان كامناً، صار الكون شاسعاً يشغل مساحة ملايين المليارات من الأميال، وراح ينمو ويتمدّد بسرعة. هناك حرارة عظيمة الآن، بل صارت الحرارة عشرة مليارات من الدرجات، أي ما يكفي لإحداث التفاعلات النووية التي ستنتج العناصر الخفيفة، وبخاصة الهيدروجين والهيليوم ومقدار ضئيل من الليثيوم، وفي ثلاث دقائق صار لدينا 98 بالمائة من المادة الموجودة والمزعم إنتاجها. أصبح لدينا كون فسيح؛ إنه مكان رائع، وجميل، ومملوء بالفرص. لقد صنّع كل هذا في زمن سريع لا يكفي لصنع أكثر من شظيرة! إنه الانفجار العظيم.

تُعزى معظم معلوماتنا عن اللحظات الأولى لخلق الكون إلى الفيزيائي «ألان جوث» صاحب نظرية «التمدّد الكوني». تشير هذه النظرية إلى أن الكون قد تضخّم وشهد تمدداً هائلاً ومفاجئاً خلال جزء من

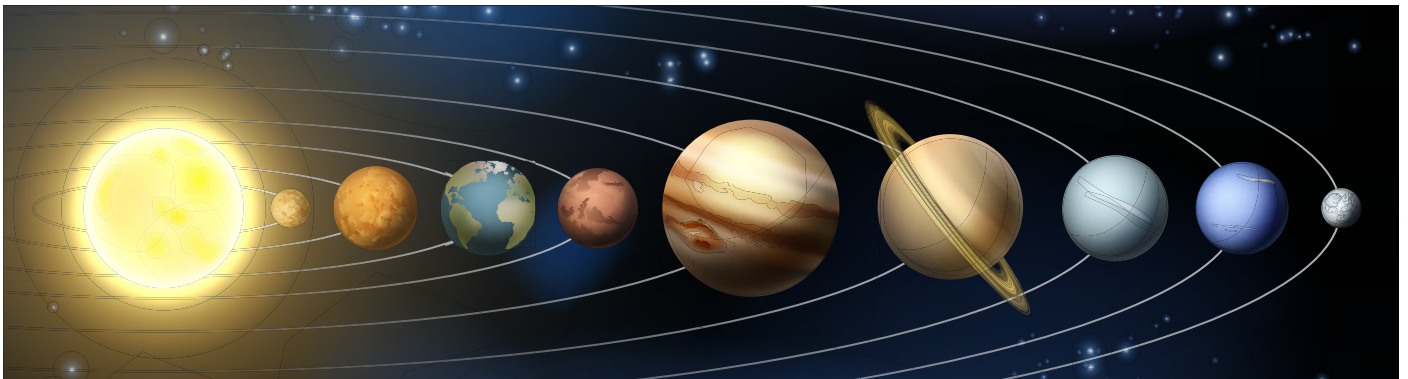
مرحباً بكم في المجموعة الشمسية

قمرًا، لكن العدد الكلي لهذه الأقمار أضحى (90) على الأقل، وهذا هو ثلث العدد الذي اكتُشف خلال السنوات العشر الماضية، وتجدر الإشارة هنا إلى أننا حين نتعمّق في دراسة الكون نكتشف أننا لم نكن نعرف مجموعتنا الشمسية حق المعرفة.

ليس هناك ما هو أبعد من المجموعة الشمسية، فليس الفضاء الذي عرفه البشر أكثر اتساعاً من الفراغ الموجود بين النجوم. يقع نجم «قنطور الأقرب» -وهو أقرب نجوم الكون إلينا،

المجموعة الشمسية كبيرة جداً، فحين نصل إلى كوكب «بلوتو» نصبح بعيدين أكثر عن الشمس، ما يجعلها تبدو في حجم رأس الدبوس! هذا يعني أنها تبدو أكبر قليلاً من النجم اللامع، وفي هذا الفراغ الموحش يمكننا أن نفهم كيف تقلت أهم الأشياء من انتباهنا، فمثلاً: كان الناس يعتقدون أن لكوكب «نبتون» قمرين حتى بدأت سفينة الفضاء «فويجر» رحلاتها لتكتشف أن له ستة أقمار، وحتى عقود قليلة خلت، كان الناس يعتقدون أن المجموعة الشمسية تحتوي ثلاثين

لا تحتوي خرائط المجموعة الشمسية مقياساً للرسم، إذ تُبيّن معظم خرائط الفصول المدرسية الكواكب يلاحق بعضها بعضاً على مسافات متقاربة، وليس هناك سبب لتلك الرسومات سوى ضرورة وضع كل الكواكب على نفس الخارطة. كوكب «نبتون» ليس قريباً من «المشتري»، بل هو بعيد جداً، فبُعد «نبتون» عن «المشتري» يفوق بُعده عن الأرض بخمسة أضعاف، ما يجعله لا يحصل سوى على 3 بالمائة مما يحصل عليه «المشتري» من نور الشمس.



حضارتين تُقدَّر بمائتي سنة ضوئية على الأقل، وهذا يعني أنه حتى لو عرفت هذه الكائنات بوجودنا وراقبتنا بتلسكوباتها فسترى الضوء الذي ترك الأرض منذ مائتي سنة، ومن ثم فهي لن ترانا، بل سترى الثورة الفرنسية والناس الذين كانوا يرتدون جوارب حريرية وباروكات شعر قديمة ومُغْبَرَّة.

الفضاء شاسع وضخم، وتبلغ المسافة بين النجوم الموجودة فيه عشرين مليون مليون ميل، ويصعب على أي شخص اجتياز هذه المسافات حتى ولو زادت سرعة انطلاقه عن سرعة الضوء. ما زالت احتمالات وجود كائنات عاقلة في الفضاء قائمة، فقد تكون حضارة البشر واحدة من ملايين الحضارات المتقدمة، لكن الفضاء فسيح للغاية، ما يجعل المسافة المتوسطة بين أي

وينتمي إلى مجموعة النجوم الثلاثة المعروفة باسم «كوكبة قنطور»- على مسافة 4.3 سنة ضوئية، أي أنه يُبعد عن الأرض بمقدار مائة مليون ضعف المسافة بيننا وبين القمر، ويستغرق الوصول إليه بسفينة الفضاء خمسة وعشرين ألف سنة على الأقل، وإذا كُتِبَ للرحلة النجاح، فسيجد الرحّالة أنفسهم بالقرب من مجموعة من النجوم التائهة وسط فراغ كبير.

موت نجم

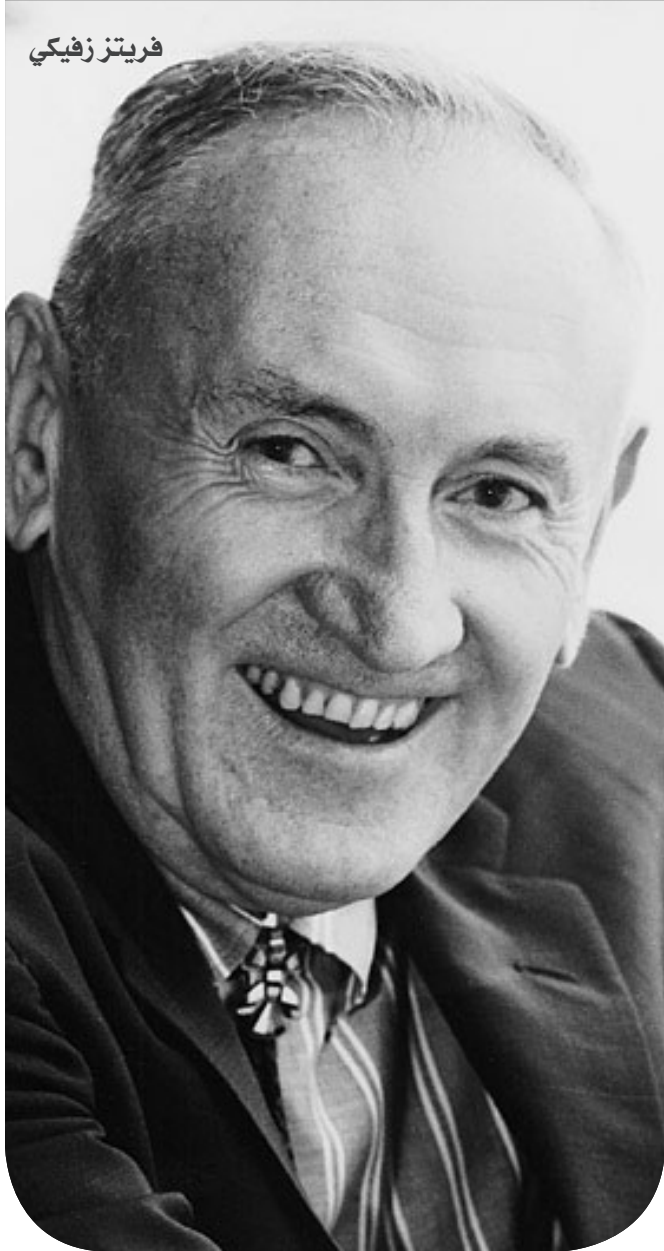
العناصر الجديدة ونشرها في الكون حيث تُكوّن سحباَ غازية تُشكّل مسافةً أو وسطاً بين نجمين، وتتشكّل في النهاية لتكون مجموعة شمسية جديدة، وهكذا توصلت عقولنا إلى وضع تصور مقبول عن كيفية تشكّل الأرض ونشوء البشر.

يحدث «المستعر العظيم» أو الالتهاب الرهيب حين ينهار نجم عملاق أكبر من شمسنا وينفجر انفجاراً هائلاً، مطلقاً طاقة تساوي مئة مليون شمس ومشتعلاً لوقت أطول من جميع نجوم المجرة، وهذا يعادل تريليون قنبلة هيدروجينية تنفجر في نفس اللحظة، فإذا ما حدث «مستعر أعظم» على بعد خمسمائة سنة ضوئية منّا، فإننا سنهلك حتماً، لكن الكون متسع، والمستعرات العظمى تحدث على بعد كبير منّا فلا تمسنا بسوء.

وهنا تجدر الإشارة إلى أن عالم الفيزياء الفلكية «فريتز زفيكي» هو الذي ابتكر مصطلح «المستعر الأعظم» في ثلاثينيات القرن الماضي، فقد لاحظ «زفيكي» في بداية الثلاثينيات أنه إذا انهار نجم وتكثف مثل تلك الكثافات الموجودة في مركز الذرة، سينشأ مركز شديد الضغط، أي أن الذرات ستسحق بعضها مع بعض، فتندفع الإلكترونات نحو النواة مكونة النيوترونات وسيصبح لدينا نجم نيوتروني. تخيل أن مليون قذيفة ثقيلة انكشمت فجأة إلى حجم حبة الفول، وتخيل أيضاً أنه رغم رؤيتك لهذا الحدث، فأنت ما زلت بعيداً عنه. بالمثل نجد أن مركز النجم النيوتروني كثيفٌ بدرجة تجعل ملعقة مملوءة بالمادة تزن 200 مليار رطل. يضاف إلى هذا أن انهيار هذا النجم سيولد كماً هائلاً من الطاقة يكفي لإحداث أكبر انفجار في الكون. أطلق «زفيكي» على تلك الانفجارات «المستعرات العظمى»، وتعدُّ هذه الانفجارات أكبر أحداث عرفتها الخليقة.

هذه الأحداث نادرة جداً، فقد يلمع نجمٌ لمليارات السنين، ثم يموت فجأة وبسرعة، في حين أن نجومًا عندما تموت تنفجر، إذ تخدم وتطفئ مثل نيران المعسكر عند الفجر، ففي المجرات التقليدية التي تحتوي مائة مليار نجم، تحدث «المستعرات العظمى» مرة كل مائتي أو ثلاثمائة سنة في المتوسط، وما زالت «المستعرات العظمى» مهمة لنا، فمن دونها لم نكن لندرك وجودنا على هذه الأرض.

هل تتذكرون اللفز الكوني الذي حدّثتكم عنه، ذلك الانفجار العظيم الذي خلق كثيراً من الغازات الخفيفة ولم يخلق عناصر ثقيلة؟ لقد نشأت العناصر الثقيلة بعد فترة، ولم يستطع أحد معرفة طريقة نشأتها، وتتمثل المشكلة في الحرارة الشديدة المطلوبة لصياغة وتكوين الكربون والحديد وغيرهما من العناصر التي من دونها كنا سنصبح بلا أجساد، لكن المستعرات العظمى فسّرت الأمور، فمن شأن النجم المنفجر أن يولد الحرارة الكافية لخلق جميع



فريتز زفيكي

الجزء الثاني: الأرض

وزن الأرض

جسماً قوياً مثل الشمس يجذب جسماً آخر مثل الأرض، فعلى مستوى جاذبية العناصر لا تعدُّ هذه القوة كبيرة جداً، ففي كل مرة تلتقط كتاباً من المنضدة أو قطعة نقود من على الأرض تتغلب على تأثير جاذبية كوكب الأرض كلها. كان «كافنديش» يحاول قياس الجاذبية عند أخفِّ مستوياتها، وكانت تجربته مرهقة وتضمَّنت سبعة عشر مقياساً دقيقاً ومترابطاً استغرق الانتهاء منها قرابة العام، وفي نهاية التجارب أعلن أن وزن الأرض يزيد قليلاً عن ثلاثة عشر ترليون رطل، أو ما يساوي ستة مليارات ترليون طن متري بوحدات القياس الحديثة، وفي العصر الحديث ابتكر العلماء أجهزة بالغة الدقة تمكنهم من كشف وزن بكتيريا واحدة. تتميز تلك الأجهزة بحساسية شديدة تجعلها تستشعر تناوب شخص على بعد خمسة وسبعين قدماً، لكنهم لم يضيفوا كثيراً إلى قياسات واستنتاجات «كافنديش».

بحلول القرن الثامن عشر، كان العلماء قد اكتشفوا شكل الأرض وأبعادها، ومدى بعدها عن الشمس والكواكب، ثم أتى «كافنديش» واكتشف وزن الأرض من دون أن يترك منزله. لقد جعل التوصل إلى هذه المعلومات بعض العلماء يظنون أن تحديد عمر الأرض سهل، ولم يكن الأمر كذلك، فقد استطاع البشر تقنين الذرة واختراع التلفزيون، والبلاستيك، والقهوة سريعة التحضير قبل أن يخمنوا عمر كوكبهم بدقة.

يعدُّ «هنري كافنديش» من أهم علماء عصره، لكنه كان أغربهم أيضاً، فوفقاً لرواية بعض كتّاب السيرة، كان «كافنديش» يعاني خجلاً مَرَضِيّاً، وكان أي تواصل مع الآخرين يسبّب له توتراً شديداً.

وعلى مدى حياته الطويلة، حقّق «كافنديش» اكتشافات مهمة، وهو أول من فصل الهيدروجين وخلط الهيدروجين والأكسجين ليصنع الماء، وتعدُّ تجاربه حول توصيل الكهرباء سابقة عصرها بمائة عام، ولكن لم يُكشَف الستار عن تلك التجارب والاكتشافات إلا بعد قرنٍ من الزمن.

في عام 1797، أجرى «كافنديش» تجربته الأخيرة. صنع جهازاً يشبه آلة تدريب الأثقال، وجمع بين الأوزان والأنتقال الموازنة، والبندولات، والمقايض، والأسلاك الملتوية، ووضع في مركز الآلة كرتين من الرصاص تزنان 350 رطلاً تتدلى إلى جانب كل منهما كرتان صغيرتان، وتمحورت فكرته حول قياس انحراف جاذبية الكرات الصغيرة بفعل الكرات الكبيرة، ما يساعد على قياس القوة المروعة المعروفة باسم «ثبات الجاذبية»، ومكّنه الجهاز من استنتاج وزن الأرض أو كتلتها.

تثبت الجاذبية الكواكب في مساراتها وتجعل الأشياء التي تسقط وترتطم بالأرض تُحدث صوتاً مدوياً، ما يجعلنا نظنُّ أنها قوة هائلة، لكن هذا ليس حقيقياً لأن مصدر القوة الهائلة هو المنحى الجمعي، وهذا يعني أن

هنري كافنديش



كالساعة. يستتبع هذا أنه يمكن حساب عمر المادة بطرح كمّ الإشعاع من معدل تحللها، وقام «راذرفورد» باختبار قطعة من خام اليورانيوم ليجد أن عمره 700 مليون سنة، ما يفوق العمر الذي قدّره معظم الناس للأرض.

ومثل معظم الثورات العلمية، لم يتم قبول اكتشافات «راذرفورد» عالمياً، حتى باستخدام التأريخ الإشعاعي مرّت عقود أخرى قبل استنتاج أن عمر الأرض يناهز مليار عام.

وتتبع مشكلة قياس عمر الأرض من الحاجة إلى صخور قديمة جداً تحتوي الرصاص والبلورات المحتوية اليورانيوم ويتساوى عمرها مع عمر الأرض، غير أن الصخور القديمة نادرة الوجود على سطح الأرض.

ثم جاء «كلير باترسون» الذي ظنّ أنه يستطيع حلّ مشكلة ندرة الصخور القديمة باستخدام صخور من مكان أبعد من الأرض، فالتفت إلى النيازك. لقد وضع فرضية صحيحة تشير إلى أن النيازك من بقايا المواد المكوّنة للأرض منذ بدايات المجموعة الشمسية، ومن ثمّ استطاعت أن تحتفظ

الأدلة متوافرة في القرن التاسع عشر.

بالإضافة إلى «كلفين» انتبه علماء آخرون إلى المشكلة ووصلوا إلى نتائج لم تزد الأمر غموضاً، وحين بدت الأمور مرتبكة ملتبسة، ظهر العالم «إرنست رادرفورد» وابتكر منهجاً جديداً أوصله إلى أدلة غير قابلة للطعن، إذ تبين أن عمر الأرض يبلغ مئات الملايين من السنين. استندت أدلة «رادرفورد» إلى السحر والكيمياء، أي (الكيمياء) فبدت الأدلة طبيعية وبسيطة، لكنها كانت أدلة غامضة، فلم تكن إلا سحراً وتنبؤات واجتهادات.

وفي مطلع القرن العشرين اهتم «رادرفورد» بالمواد المشعة، واكتشف أن الذرات الصغيرة تحتوي مخزوناً كبيراً من الطاقة، وأن من شأن التحلل المشع للطاقة المخزونة أن يوضّح سبب حرارة الأرض، كما اكتشف أن العناصر المشعة تتحلل إلى عناصر أخرى، وأنه في يوم ما سيتحوّل اليورانيوم إلى رصاص، وكان هذا سحراً بيّناً.

لاحظ «رادرفورد» أنه في أيّ عينة من المواد المشعة، كان تحلل نصف المادة يستغرق نفس الوقت، ومن ثمّ كان يمكن استخدام هذا المعدل الثابت والأكيد

رغم عدم وجود طريقة موثوق بها لحساب عمر الأرض، فقد حاول علماء كثيرون فعل ذلك، إذ يرجع تاريخ أشهر المحاولات وأقدمها لحساب عمر الأرض إلى عام 1650 حين قام رئيس أساقفة الكنيسة الأيرلندية «جيمس آشر» بدراسة دقيقة للكتاب المقدس وغيره من المصادر التاريخية، مستنتجاً أن الأرض قد خلقت في منتصف يوم 23 أكتوبر عام 4004 قبل الميلاد، ما أثار اهتمام المؤرخين.

وبحلول منتصف القرن التاسع عشر، قدّر المهتمون عمر الأرض ببضعة ملايين من السنين، لكن المفاجأة حدثت عام 1859 حين أعلن «تشارلز داروين» أن الأحداث الجيولوجية التي بدأت في «ويلد» الواقعة جنوبي «إنجلترا» وامتدت عبر «كنت» و«ساري» و«ساسيكس» استغرقت، وفقاً لحساباته، (306,662,400) سنة. كانت حجّة «داروين» جذابة، ليس بسبب دقتها فحسب، بل لأنها تحدت المفاهيم السابقة حول عمر الأرض، غير أنها كانت مثيرة للجدل بدرجة جعلت «داروين» يسحبها من الطبعة الثالثة لكتابه.

تلى ذلك أن جذبت تلك المسألة اهتمام اللورد «كلفين»، أحد أهم علماء القرن التاسع عشر. كانت تجارب «كلفين» في مجال الكهرومغناطيسية، والديناميكا الحرارية، ونظرية انتقال الضوء في صورة موجات عملاً ثورياً، غير أنه ارتكب خطأ واحداً تمثل في عدم قدرته على حساب عمر الأرض. أشار في العام 1862 إلى أن عمر الأرض هو 98 مليون سنة، وبمرور الوقت، واصل مراجعة تقديراته تنازلياً، أي من 400 مليون سنة كحد أقصى، نزولاً إلى 100 مليون سنة، ثمّ إلى 50 مليوناً، وأخيراً إلى 24 مليون سنة عام 1897. لم يكن «كلفين» يتظاهر بالعناد، لكن الأمر ببساطة كان يتمثل في عدم وجود شيء في الفيزياء يفسر كيف يمكن لجسم في حجم الشمس أن يستمر في اللعنان لأكثر من بضعة عشرات الملايين من السنين من دون أن يستنفد وقوده، ما استتبع أن عرفنا أن الشمس وكواكبها كانت حديثة نسبياً، وكانت المشكلة تتمحور حول فكرة أن الأدلة الحفرية تفي هذا، وكانت تلك



بنفس تكوينها الأصلي. كل ما على البشر هو أن يحسبوا عمر هذه الصخور الطوّافة ليصلوا إلى عمر الأرض. استغرق هذا الأمر سبع سنوات من العمل الدؤوب، في النهاية جمع «باترسون» العينات المناسبة للاختبار، وفي العام 1953، أعلن أن عمر الأرض هو 4550 مليار عام تقريباً، وهكذا عرفنا عمر الأرض بعد محاولات استغرقت مائتي عام.

سطح الأرض

وأخيراً استقر العلماء على إعطائها اسم «الصفائح التكتونية للقشرة الأرضية»، وكان ذلك في العام 1968. نحن اليوم نعرف أن سطح الأرض مكوّن من ثمان إلى اثني عشرة طبقة أو صفيحة كبيرة وعشرين طبقة صغيرة. تتحرّك هذه الطبقات أو الصفائح في اتجاهات مختلفة وبسرعات متفاوتة، وتجدر الإشارة إلى أن بعض الصفائح كبيرة وخاملة، في حين أن بعضها الآخر رقيق ونشط، وهي غير متسقة أو متوازية تماماً مع اليابسة القابعة فوقها، فمثلاً نجد الصفيحة التكتونية في أمريكا الشمالية أسمك من الطبقة الممتدة في أمريكا الجنوبية، ما يفسّر نشاط الزلازل في تلك الامتدادات بسبب تصادم الساحل واحتكاكه بأطراف الطبقات المتاخمة، وهذه الصفيحة تمتدّ بعيداً عن الساحل الشرقي وتصل إلى منتصف المسافة عبر المحيط الأطلنطي حتى تلامس السلسلة الجبلية في منتصفه.

ولأن علماء الفيزياء والجيولوجيا يفترضون أن الأمور تسير على نفس المنوال حالياً، فمن المتوقع أن يتمدّد المحيط الأطلنطي حتى يصبح أكبر من المحيط الهادي، وستطفو مساحات من ولاية كاليفورنيا لتصبح مثل جزيرة «مدغشقر» في المحيط الهندي، كما ستتحرك أفريقيا شمالاً نحو أوروبا، ماحيةً البحر المتوسط من الوجود لتكوّن سلسلة جبلية ممتدة من الألب حتى جبال «الهمالايا»، وكأنها تريد أن تصل ما بين «باريس» الفرنسية و«كالكوتا» الهندية، كما ستقرب أستراليا من الجزر القائمة شمالها وتتصل بأسيا بمضيق من المياه الضحلة، هذا ما سنشاهده في المستقبل من نتائج تحرك الصفائح الأرضية من واقع الأحداث التي يجري رصدها حالياً، فالقارات

خلال خمسينيات القرن الماضي، راح علماء المحيطات يُجرون دراسات دقيقة لمسح قاع المحيطات. كشفت هذه الدراسات أن أكبر وأطول سلسلة جبال على كوكب الأرض تقع تحت الماء، وهذه السلسلة تمتدّ كخط طويل عبر البحار وتلتف مثل خط أو خيط طويل حول كرة القدم أو كرة المضرب، فإذا بدأت في «آيسلندا» فيمكن متابعتها ومشاهدتها في مركز المحيط الأطلنطي حتى جنوب أفريقيا، وعبر المحيطين الهندي والمتجمّد الجنوبي، وبالقرب من أستراليا حيث تلتف عبر المحيط الهادي وكأنها تُفسح الطريق لولاية كاليفورنيا قبل أن تنطلق إلى أعلى الساحل الغربي للولايات المتحدة وتتقدّم نحو آلاسكا، وبين حين وآخر، تبرز قممها من الماء مثل الجزيرة أو الأرخبيل، كما نرى في جزر «الأزور» و«الكناري» في المحيط الأطلنطي وجزر «هاواي» في المحيط الهادي، لكن معظمها مغمور ومدفون تحت مياه البحار المالحة من دون أن يشعر أحد بوجودها، وبلغت الأرقام فإن هذه الشبكة تمتدّ بفروعها المتعاقبة بامتداد يزيد على 46000 ميل.

تحتوي السلسلة تناقضات وظواهر طبيعية لا يمكن تفسيرها، فهناك واد ضيق يقع تحت منتصف المحيط الأطلنطي يمتدّ بعمق اثني عشر ميلاً وبطول كلي يبلغ 12000 ميل. يشير هذا إلى أن الأرض كادت تنشط إلى نصفين تماماً كما يخرج الجوز من قشرته، وتعدّ هذه فكرة غريبة ومخيفة، لكنها حقيقة لا يمكن إنكارها.

في عام 1963، أعلن علماء فيزياء الأرض أن قيعان البحار تتمدّد، وأن القارات تتحرّك، ولقد استغرقت الأبحاث والقياسات بعض الوقت حتى استقر العلماء على مسمى لتلك الوحدات والأجزاء المتحركة،



البشر يحول دون تقديرهم لكل هذه التغيرات. عندما تنظر إلى الكرة الأرضية ستدرك أن ما نراه ليس سوى لقطة فوتوغرافية سريعة تعكس الحالة التي كانت عليها القارات على مدى زمني لا يزيد على عشر من واحد بالمائة من تاريخ الأرض.

تنجرف وتتحرّك كأوراق الشجر في البحيرات الصغيرة ونحن نشاهدها تصطدم وتلتقي حتى يعلو بعضها بعضاً، فهذا هو أوروبا تبتعد عن أمريكا الشمالية بنفس السرعة التي تنمو بها أظافرنا، أي أقل من مترين تقريباً طوال متوسط عمر الإنسان، إلا أن قصر نظر

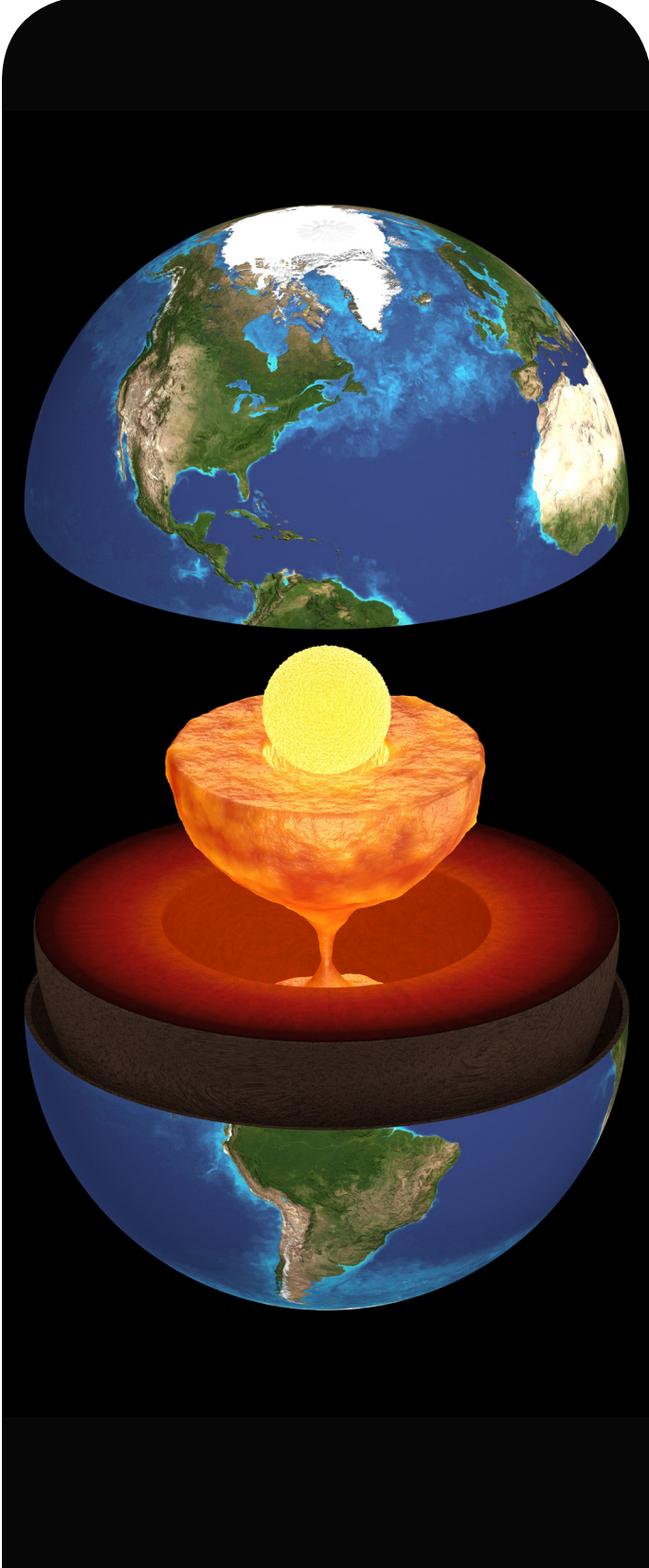
باطن الأرض

ما مدى معرفتنا بما يحتويه باطن الأرض؟

الحقيقة أننا لا نعلم إلا قليلاً، فقد اتفق العلماء على أن العالم الواقع أسفلنا مُكوّن من أربع طبقات: قشرة صخرية خارجية، ثمّ وشاح من الصخور الساخنة اللزجة، ثمّ لبّ خارجي سائل، وأخيراً لبّ داخليّ صلب، لكننا نعلم أن معظم سطح الأرض مُكوّن من أملاح السيليكات الخفيفة نسبياً، وهي غير ثقيلة بما يكفي لتفسير الكثافة الكلية للكوكب، ومن ثم لا بد أن يحتوي الداخل على مواد أكثر كثافة وثقلاً، ولتوليد الحقل المغناطيسي في الداخل يجب أن يكون هناك حزامٌ مُكثّف ومركّز من العناصر المعدنية السائلة، وهو ما اتفق عليه العلماء جميعاً، وكل ما عدا هذا غامض بما في ذلك كيفية تفاعل الطبقات، وسبب تحرّكها، وكيف سيكون سلوكها الجيولوجي في المستقبل.

كل ما يمكننا قوله هو أنه حين نتطلق من نقطة غير محدّدة نحو مركز الأرض سنترك الغلاف والقشري الخارجي، ونغوص في الوشاح الذي تلتحفه الأرض، ولأنّ الوشاح يمثل 82 بالمائة من حجم الأرض و65 بالمائة من كتلتها، فإنه لم يسترعب انتباه العلماء بما يكفي، فالظواهر التي تلفت انتباه العلماء وعامة الناس تحدث في مكان أعمق (مثل النشاطات المغناطيسية)، أو بالقرب من السطح (مثل الزلازل). نعرف أنه حتى عمق مائة ميل يحتوي الوشاح نوعاً من الصخور يُدعى «بيريدوتيت»، لكننا لا نعلم ما الذي يملأ الفراغ الأكثر عمقاً، ويشير أحد تقارير مجلة «الطبيعة» (نيتشر) إلى أن هذا الفراغ لا يحتوي «بيريدوتيت»، وهذه هي حدود معلوماتنا.

تحت الوشاح قميصان: خارجي وداخلي، وبلغه العلماء: لبّان؛ اللبّ الخارجي سائل واللبّ الداخلي صلب. إلا إن طبيعة هذين اللبّين غير واضحة بالنسبة إلى عامة الناس، لكنّ العلماء يستطيعون وضع فرضيات مقبولة عنهما، فهم يعرفون أن الضغط عند مركز الأرض مرتفع بما يكفي لجعل الصخور صلبة، إذ يقدر بنحو ثلاثة ملايين ضعف الضغط عند سطحها، ويعرفون من تاريخ الأرض أن اللب الداخلي يحتفظ بالحرارة، ورغم أننا ما نزال في مرحلة التخمين، فعلى مدى أكثر من أربعة مليارات من الأعوام، انخفضت حرارة لبّ الأرض بما يقرب من 200 درجة فهرنهايت، ولكن درجة حرارة لبّ الأرض غير معروفة بدقة، وإن كانت التقديرات تشير إلى أنها تتراوح بين أكثر من 7000 فهرنهايت و13000 فهرنهايت، أي ما



يعادل حرارة سطح الشمس.

1949 نظريةً تفيد بأن هذا الجزء السائل نعرف ما يحدث بالتحديد، غير أنه من المؤكد من لب الأرض يدور كالمولد الكهربائي، وهو الذي ينتج طاقة الحقل المغناطيسي للأرض، وتقوم هذه الفرضية على أن السوائل تتحرك كما تتحرك التيارات في الأسلاك. نحن لا والمريخ.

أما اللب الخارجي فمعلوماتنا عنه أقل رغم اتفاق الجميع على أنه سائل، وأنه مصدر المغناطيسية. لقد وضع «إي سي بولارد» الأستاذ في جامعة «كامبريدج» في العام

أرض واحدة ووحيدة

الأرض ليست مكاناً سهلاً على كل الكائنات سكانها، ومع ذلك فهي حتى الآن المكان الوحيد الذي استوطنناه. مقارنةً بالمساحة الضئيلة الجافة والمناسبة لأن نتوالد ونعيش، هناك مساحة شاسعة شديدة البرودة أو شديدة الحرارة أو شديدة الارتفاع والانحدار، وغير أهلة بالسكان، من ناحية فإن البشر لا يتكيفون بسرعة، ومن ناحية ثانية فإن صعوبة الحياة على الأرض ليست خطأ بشرياً، فنحن مثل سائر المخلوقات، لا نحب العيش في الأماكن الحارة. الحرارة الشديدة تجف السوائل من أجسادنا وتصيبنا بالسكتة الدماغية، وفي أفضل الظروف يصاب الناس بالهذيان أو الإغماء ولا يستعيدون وعيهم إلا بعد ست أو سبع ساعات بسبب ضربات الشمس أو التعرض لمصدر حرارة مرتفع، كما أن الحياة في الأماكن الرطبة وعميقة المياه ليست أقل صعوبة، فالبرد الشديد يصيبنا بالإعياء أيضاً، ومثل جميع الثدييات، يستطيع جسم الإنسان توليد الحرارة، ولكن لأنه ليس مغطى بالشعر، فإنه لا يحتفظ بها، حتى في الجو المعتدل تذهب الطاقة المؤلدة من حرق السعرات إلى تدفئة أجسامنا، وبالطبع نحن نواجه مثل هذه التقلبات بارتداء الملابس المناسبة والعيش داخل البيوت، ومع ذلك فلا نستطيع العيش إلا في جزء صغير من الأرض يُقدر بـ 12 بالمائة فقط من مساحة اليابسة، و4 بالمائة من المساحة الكلية لسطح كوكب الأرض المغمور معظمه بالمياه.

مع ذلك إذا ما أخذنا في الاعتبار كل الظروف والمتغيرات التي يشهدها الكون، فلن نعجب لأننا لا نستخدم سوى جزء بسيط من كوكبنا، بل نحن محظوظون لأننا ولدنا وتفاعلنا مع كوكب نستطيع استخدام جزء بسيط منه، ولهذا السبب رحنا نتطلع إلى مجموعتنا الشمسية ونتأمل وندرس فترات عمر الأرض لندرك أن معظم الأماكن أشد قسوة وأقل قابلية للحياة من أرضنا الزرقاء؛ المعتدلة والجميلة.

كي تسكن على كوكب ملائم للحياة، يجب أن تكون محظوظاً للغاية، وكلما كانت حياتك متقدمة، كان حظك أوفر. لقد حدّد العلماء والمكتشفون أربعاً وعشرين فرصة ساعدتنا في العيش على الأرض، لكننا سنركّز على أهم أربع فرص منها، وهي:

1. موقع ممتاز: يعيش البشر على المسافة المناسبة من النجم المناسب، فحجم هذا النجم كبير بدرجة تجعله يُشعُّ كثيراً من الطاقة، لكنّه ليس كبيراً بالدرجة التي تجعله يحرق نفسه، فلو كانت شمسنا أكبر من حجمها عشر مرات، كانت ستستنفد





نفسها بعد عشرة ملايين من السنين، بدلاً من عشرين ملياراً، ما يعني استحالة استمرار الحياة على كوكبنا حتى الآن. نحن أيضاً محظوظون لأننا ندور في هذه النقطة المحورية تحديداً، فلو كنا أقرب إلى الشمس لتبخّرنا، ولو كنا أبعد لتجمّدنا.

2. كوكب مناسب: بينما يتعدّد احتساب باطن الأرض المنصهر نعمة، فلم نكن لنبقى على قيد الحياة حتى الآن إن لم تكن كل تلك السيولة والحمم المنصهرة تدور تحتنا، وإضافة إلى كل شيء فإن الظاهرة الغازية؛ أي إطلاق الغازات المحتبسة، قد ساعدت في تكوين الغلاف الجوي وأمدتنا بالحقل المغناطيسي الذي يحمينا من الأشعة الكونية، كما أمدتنا بحركة الصفائح سالفة الذكر التي تُجدّد السطح وتموّجاته باستمرار، ولو كانت الأرض مصقولةً ومسطحة تماماً، لغمرتها المياه حتى عمق 4000 متر. كانت ستصير هناك حياة في قاع المحيط الموحش، ولكنها لن تكون حياة تحليق في السماء وألعاب رياضية ومسرحيات غنائية، بل حياة بحرية؛ أقلها ظاهر وأكثرها مدفون!

3. كوكب مستقر: دون تأثير القمر، كانت الأرض ستتمايل وتترنّج كالشجرة في مهبّ الريح وتعرّض لمناخ وأجواء غير متوقّعة، ولكن جاذبية القمر جعلت الأرض تدور بالسرعة المناسبة والزاوية المناسبة، ما يوفر الاستقرار الضروري لاستمرار الحياة عليها.

4. التوقيت: يعدّ الكون مكاناً شديداً التقلّب والخطورة، ما يجعل وجودنا فيه معجزة حقيقية، فلو لم تقع سلسلة من الأحداث المعقّدة بطريقة ما منذ 4.6 مليار سنة تحديداً - كمحو نيزك للديناصورات- ما كان طول البشر ليلبغ ستة أقدام، وكان سينمو لهم شوارب وذبول ويعيشون في جحور. نحن محظوظون بامتلاك كل هذه الأشياء التي جعلت حياتنا ممكنة، فالسبب الرئيس الذي جعل الأرض قابلةً للتكيّف هو تطوّرنا بالكيفية التي تُناسب ظروفها. ليس ما يثير دهشتنا هو ملاءمتها للحياة، بل ملاءمتها لحياة البشر بوجه خاص، من ثمّ يحتمل ألا تكون الظروف والأحداث التي أدت إلى ازدهار الحياة على الأرض غريبة كما نتصوّر، غير أنها غريبة بالفعل.

الجزء الثالث: عصر الذرة

الكون من وجهة نظر أينشتاين

أشارت إلى أن الطاقة ليست شيئاً مستمراً مثل الماء الطليفي، بل تأتي على شكل حزم فردية أطلق عليها اسم «الكميات». كان هذا المفهوم جديداً وجيداً لأنه وضع أساس علم الفيزياء الحديث، لكنّ الحدث الأهم بزغ عام 1905 حين نشر موظف سويسري شاب سلسلة من الأبحاث في المجلة الألمانية للفيزياء. كان هذا الشاب يُدعى «ألبرت أينشتاين». لم يكن ينتمي إلى أي جامعة، ولم يكن لديه معمل أبحاث كما لم يكن يتاح له استخدام أي مكتبة أكبر من مكتبة المكتب الوطني لبراءة الاختراع في مدينة «بيرن» حيث كان يعمل فاحصاً قنياً من الدرجة الثالثة.

حين أوشك القرن التاسع عشر على الانتهاء، ظلّ العلماء أنهم حلّوا معظم ألغاز العالم المادي، إذ تسنّى لهم فهم الكهرباء، والمغناطيسية، والغازات، والبصريات، والصوتيات، وعلم الحركة، والميكانيكا، واعتقد كثير من الحكماء أن العلم لم يبقَ على شاردة ولا واردة إلا وألّم بها. كان العلم يتحرّك من عالم الفيزياء الملموسة والمحسوسة، حيث يمكن رؤية الأشياء والإمساك بها وقياسها، إلى عالم الفيزياء المجهرية والدقيقة، حيث تقع الأحداث بخفة غير عادية وعلى مستويات تتوق الخيال. كنّا على وشك الدخول في العصر الكميّ وكان «ماكس بلانك» أول من فتح أبوابه، ففي عام 1900، وضع «بلانك» نظرية الكم التي

في إحدى الأوراق البحثية الرائعة - كان «آينشتاين» قد نشر خمس أوراق تضمّنت ثلاثة من أعظم الأبحاث في التاريخ - حيث شرح وأوضح في أحدها مدلول المفعول الكهروضوئي بواسطة نظرية «بلانك» الكميّة، وخصّص الورقة الثانية لدراسة حركة الجزيئات الصغيرة المعلقة (فيما يُعرف باسم الحركة البراونية)، وخصّص الثالثة لتحديد النظرية الخاصة بالنسبية. نال «آينشتاين» عن الورقة الأولى جائزة «نوبل»، إذ شرح طبيعة الضوء (كما ساعد على اختراع التلفزيون وغيره)، أما الثانية فقدم فيها إثباتاً أن الذرّات موجودة بالفعل، وهي حقيقة كانت موضع جدل، أما ورقته الثالثة فقد غيرت العالم.

النسبية

تتمحور النسبية في جوهرها حول حقيقة أن المكان والزمان غير مطلّقين، بل هما نسبيّان لكل من المشاهد والشئ الذي يشاهده، وكلّما زادت سرعة أحدهما زاد تأثيرهما معاً. لا يستطيع البشر أن يزيدوا سرعتهم أكثر من سرعة الضوء، وكلما اجتهدوا في المحاولة (وكلّما زادت سرعتهم) زاد تشوّههم بالنسبة إلى المشاهد الخارجي.

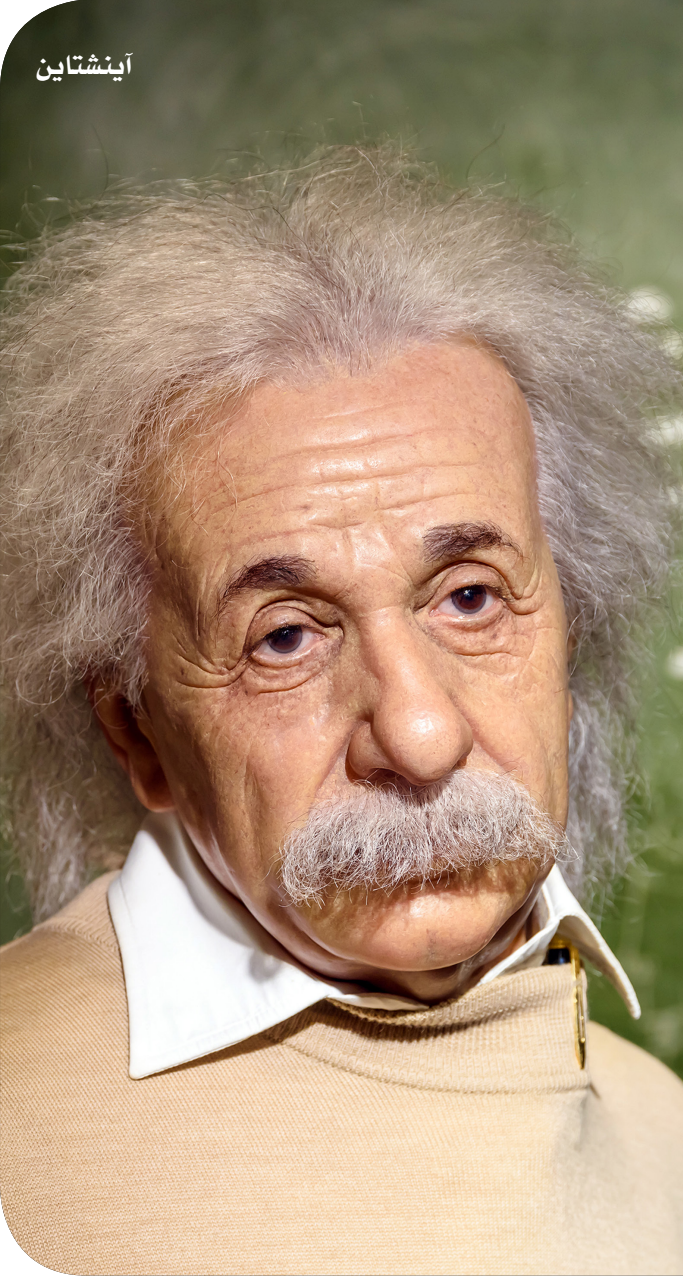
وتتمثّل أهم تحدّيات النسبية في ذلك المفهوم غير البديهي الذي يقضي بأن الزمان جزءٌ من المكان، غير أن البشر مفلطرون على الشعور بأن الزمان أبدي، ومطلق، وثابت، وأن لا شيء يستطيع تغيير إيقاعه، لكن «آينشتاين» ارتأى أن الزمان متغيّر ومتقلّب، بل وله شكل أيضاً، ويقول «ستيفن هوكينج» إن الزمان «معقّد للغاية»، وبالإضافة إلى أبعاد المكان الثلاثة، هناك بعد رابع غريب يُدعى «الزمكان».

ويمكننا شرح «الزمكان» بأن نطلب منك أن تتخيّل شيئاً مسطحاً ومرناً كالمرتبة أو طبقة من المطاط المفرد يوضع عليها شيء ثقيل مستدير مثل كرة الحديد. سوف يتسبّب وزن كرة الحديد في جعل المادة التي يستقرّ فوقها يتمدّد ويرتخي قليلاً. يتماثل هذا مع تأثير شيء ثقيل مثل الشمس (كرة الحديد) على الزمكان، فهي تمده، وتثنيه، وتلفّه. إذا دحرجت كرة أصغر على طبقة المطاط، ستحاول السير في خط مستقيم كما تبيّن قوانين الحركة لـ«نيوتن»، ولكن حين تقترب من الشيء الثقيل ومنحنى القماش المرّخي، ستدحرج إلى أسفل وتنجذب إلى الشيء الأثقل، هذه هي الجاذبية الناتجة عن تأثير الزمكان.

وبالطبع لا يستطيع هذا المثال أن يشرح لنا كثيراً لأنه لا يضم تأثير الزمان، غير أن عقولنا لن تتيح لنا استيعاب هذا لأنه من المستحيل أن نتخيّل بعداً يضم ثلاثة أجزاء من المكان مقابل جزء واحد من الزمان، في حين أنها متشابكة مثل الخيوط على رقعة مربّعة.

الذرّة الهائلة

قال «ريتشارد فاينمان» عالم الفيزياء في معهد كاليفورنيا للتقنية «كالتك» الذي كان يعمل فيه الدكتور أحمد زويل: إننا إذا اخترنا تاريخ العلم في عبارة واحدة مهمّة، ستكون: «كل الأشياء مكوّنة من ذرّات»، فالذرّات موجودة في كل مكان وهي التي تُكوّن كل شيء. انظر حولك لتجد الذرّات في كل مكان. الذرّات ليست موجودة في أشياء صلبة مثل الجدران والمناضد والأرائك فحسب، بل في الهواء المتحرّك بينها أيضاً.



آينشتاين

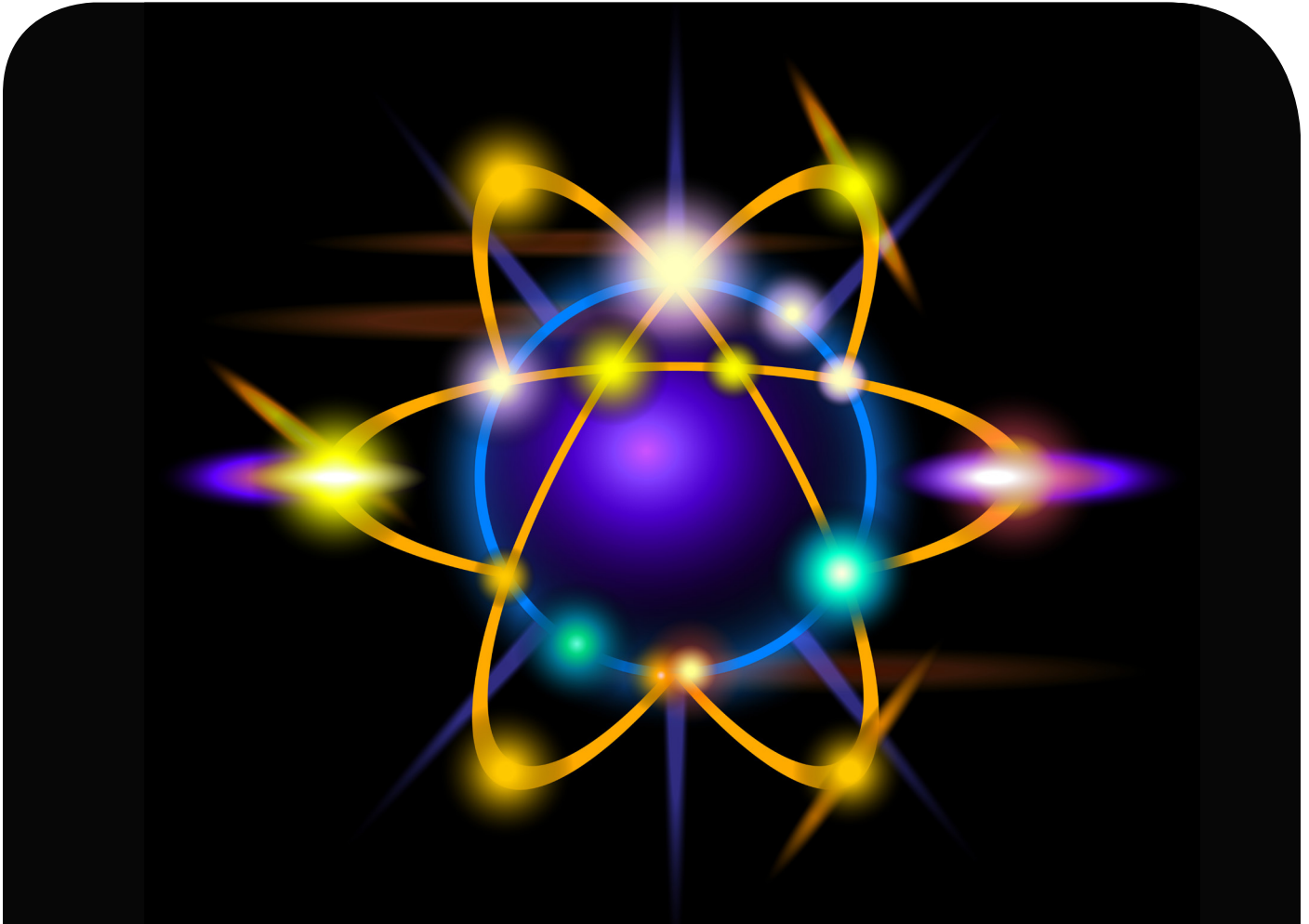
وتعدُّ الجزيئات من أهم الأشكال الأساسية التي تصنعها الذرات، إذ يتكوَّن الجزيء من ذرتين أو أكثر في كيان مستقر. أضف ذرتي هيدروجين إلى ذرَّة أكسجين واحدة لتحصل على ذرَّة المياه، ويميل الكيميائيون للتفكير فيما يتعلَّق بالجزيئات أكثر من العناصر بنفس الطريقة التي يفكرُّ بها الكتَّاب في الكلمات، لا الحروف. إنهم يهتمُّون بالجزيئات، والجزيئات كثيرة، ويحتوي مكاناً في حجم مكعب السكر على 45 مليار مليار جزيء! ففكر في عدد مكعبات السكر المطلوبة لملء المكان المحيط بك، ثمَّ فكر في العدد المطلوب لإنشاء الكون.

باختصار: الذرات وفيرة ومتينة للغاية، ولأنها تعيش طويلاً، تجدها تتغلَّب على الصعوبات. لقد مرَّت جميع ذراتك بنجوم كثيرة وكانت جزءاً من ملايين الكائنات قبل أن تصبح «أنت». جميع البشر متعدّدو الذرات، وبعد أن يموتوا يُعاد تدوير ذراتهم التي يصل عددها إلى مليار ذرَّة، ولهذا فإنَّ مبدأ إعادة التدوير يجعلنا نعتقد أن «شكسبير» جزء منَّا، وكذلك «بودا»، و«جنكيز خان»، و«بيتهوفن» و«آينشتاين» نفسه، وغيرهم من الشخصيات التاريخية، ولكن يجب أن تكون الشخصيات التي خالطتنا ضاربةً بجذورها في التاريخ، إذ تستغرق الذرات عقوداً لتعيد توزيع نفسها، ورغم ما يمكننا أن نتخيَّله ونتمنَّاه، فنحن لم نختلط بكلِّ من «إلفيس بريسلي» و«محمد علي كلاي» بعد! كان «آينشتاين» أوَّل من أمَدَّنَّا بأول دليل قاطع على وجود الذرات من

خلال ورقته البحثية المخصَّصة للحركة البراونية عام 1905، غير أن هذه الورقة لم تلقَ انتباهاً كبيراً، وعلى أية حال فقد انشغل «آينشتاين» بأبحاثه عن النسبية العامة، ومن ثمَّ كان «إرنست رادرفورد» أوَّل بطل حقيقي لعصر الذرَّة. لقد كان أحد أوَّل من عرفوا أنه إذا تمَّ التحكم في قوَّة الذرات يمكن صناعة قنابل قوية بما يكفي «لجعل العالم يختفي في الدخان».

فكر في تكوين الذرَّة الذي نعرفه الآن. تتكوَّن كل ذرَّة من ثلاثة أنواع من الجسيمات الأساسية هي: البروتونات التي تحمل شحنة كهربائية موجبة، والإلكترونات التي تحمل شحنة كهربائية سالبة، والنيوترونات التي لا تحمل أي شحنات. تزدهم البروتونات والنيوترونات داخل نواة الذرَّة، بينما تدور الإلكترونات حولها. يعطي عدد البروتونات الذرَّة هويتها الكيميائية، فالذرَّة التي تحتوي بروتوناً واحداً هي ذرَّة هيدروجين، والتي تحتوي اثنين هي ذرَّة هيليوم، والتي تحتوي ثلاثة هي ذرَّة ليشيوم، وهكذا ففي كل مرة تضيف بروتوناً تحصل على عنصر جديد.

لا تؤثر النيوترونات في هوية الذرَّة، لكنها تضيف إلى كتلتها، وبشكل عام يتساوى عدد النيوترونات مع عدد البروتونات، لكنه قد يتفاوت في الزيادة والنقصان قليلاً. تشغل البروتونات والنيوترونات نواة الذرَّة، وهي ضئيلة للغاية، إذ يُقدَّر حجمها بنحو مليون مليار من حجم الذرَّة الكلي، لكنها غاية في الكثافة لأنها تحتوي كل حجم الذرَّة، فإذا ما تمدَّدت الذرَّة لتتخذ



راذرفورد



حجم ناطحة سحاب أو برج ضخمة، ستصبح النواة في حجم الذبابة، بيد أن هذه الذبابة أثقل آلاف المرات من أي ناطحة سحاب. لقد حيرَ هذا الاتساع الغريب «راذرفورد»، وكان ذلك في العام 1910.

لقد سبَّب هذا الاكتشاف مشكلة كبيرة لـ«راذرفورد»، إذ راح يفكر في كيفية دوران الإلكترون حول النواة دون أن يرتطم بها، وتشير نظرية الكهروديناميكية التقليدية إلى أن الإلكترونات الطوافة تفقد الطاقة بسرعة - في لحظة أو نحوها - وترتد حزنوياً إلى النواة، وتكون عواقب ذلك وخيمة بالنسبة إلى النواة والإلكترون على السواء.

كما سبَّب هذا الاكتشاف مشكلةً أخرى تمثلت في كيفية التحام البروتونات بشحنتها الموجبة بالنواة من دون أن تفجّر نفسها وباقي الذرة، غير أن ما يحدث في الذرات لا يتبع القوانين المعمول بها في عالم الأشياء البسيطة القابلة للرؤية والقياس والتوقع. لم تكن الذرة تختلف عن أي شيء نعرفه فحسب، بل كانت تختلف عن أي شيء تخيلناه كذلك.

وثمة مشكلة ثالثة كبيرة واجهها ذلك العالم، وهي أن الإلكترون يتحرك في بعض الأحيان كجسيم، وفي أحيان أخرى كموجة. لقد دفعت هذه الثنائية الغريبة علماء الفيزياء إلى أعتاب الجنون، فعلى مدى العقد التالي راح العلماء في أنحاء أوروبا يفكرون ويكتبون ويتنافسون في وضع الفرضيات، وأخيراً، وتحديداً في العام 1926، أتى «فيرنر هايزنبرج» بحل وسط حاسم أنتج بواسطته منهجاً بحثياً جديداً أطلق عليه اسم الميكانيكا الكمية الذي انطوى على «مبدأ الريبة». يشير ذلك المبدأ إلى أن الإلكترون جسيم يمكن وصفه بما يختص بالموجات، وتتمثل الريبة التي تقوم عليها النظرية في أننا نستطيع معرفة المسار الذي يتخذه الإلكترون حين يتحرك في الفراغ أو معرفة مكانه في لحظة بعينها، لكننا لا نستطيع معرفة الاثنين معاً، فأبي محاولة لقياس الواحد ستربك الآخر حتماً، ولا تتعلق المسألة بالاحتياج إلى أدوات دقيقة، فهي ملكية ثابتة للكون. إذا بدا هذا الأمر محيراً لك، فقد يريحك معرفة أنه حيرَ علماء الفيزياء أيضاً، فحين سئل «هايزنبرج» عن طريقة تخيل الذرة، أجاب: «لا تحاولوا».

لقد قدّمت الفيزياء الكمية قدراً من الارتباك غير المسبوق، إذ احتجنا فجأة إلى مجموعتين من القوانين لشرح حركة الكون الممتلئة في النظرية الكمية لعالم الأشياء الصغيرة، والنسبية للكون الفسيح.

وبحلول منتصف أربعينيات القرن الماضي، توصل العلماء إلى نقطة فهموا عندها الذرة فهماً عميقاً كما أوضحوا في أغسطس عام 1945 بإلقاء قنبلتين على اليابان، وحينئذ أمكن التماس العذر لعلماء الفيزياء الذين اعتقدوا أنهم تغلبوا على الذرة، لكن كل شيء في فيزياء الجسيمات كان أكثر تعقيداً.

فيرنر هايزنبرج



الجسيمات الأولية (الكواركات)

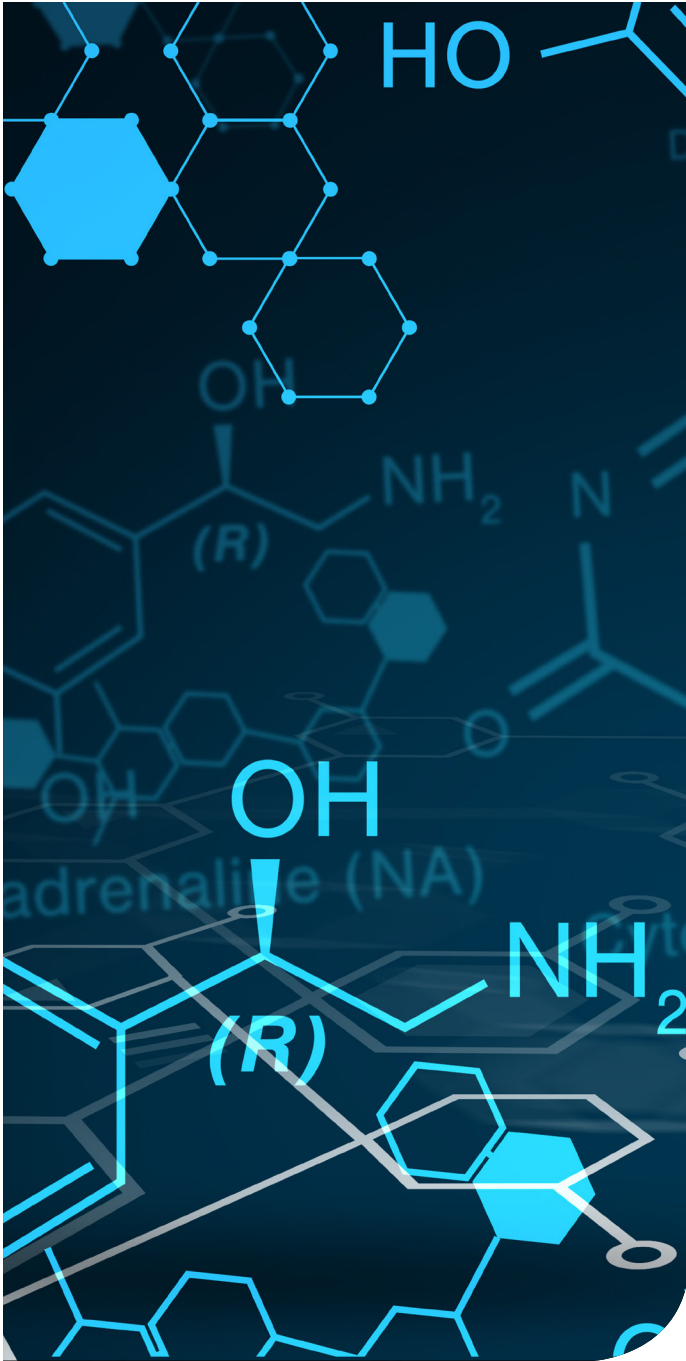
هناك علاقة عكسية غريبة في الفيزياء الحديثة بين صغر الشيء الذي نبحث عنه، وكَم الأدوات المطلوبة لعمل البحث. يعدُّ تقنيت الذرة أمراً سهلاً، فأنت تملكه في كل مرة تضيء مصباح الفلوريسنت، أما تقنيت نواة الذرة، فيتطلب كثيراً من المال والكهرباء، كما أن الوصول إلى الجسيمات الأولية -أي الكواركات التي تكوّن الجسيمات- يتطلب تريليون فولت من الكهرباء وميزانية إحدى دول أمريكا الوسطى.

لقد كان مُصادم الجزيئات العملاق الذي لم يتم وقد بدأ إنشاؤه في «تكساس» في ثمانينيات القرن الماضي سيصبح أفضل مثال في التاريخ على إهدار الأموال، وكان الغرض من إنشاء المُصادم هو إتاحة الفرصة للعلماء لفحص «الطبيعة الأولية للمادة» بإعادة تخليق نفس ظروف الكون أثناء الواحد على ألف مليار جزء من الثانية الأولى في حياته، وكانت الخطة تتمحور حول قذف جسيمات خلال نفق طوله اثنان وخمسون ميلاً، ما يولد تسعة وتسعين تريليون فولت من الطاقة. كانت خطة عظيمة، لكنَّ تكلفة البناء كانت ستبلغ 8-10 مليارات دولار، وكان التشغيل سيكلف مئات الملايين من الدولارات، ومن ثمَّ تعدُّ فيزياء الجسيمات مشروعاً باهظ التكاليف.

واليوم يبلغ عدد الجسيمات أكثر من 150، ومن المتوقع أن يزيد بمقدار 100 أو نحوها. يقول «ريتشارد فينمان» إن من الصعب أن نفهم العلاقات بين كل تلك الجسيمات، ومن الصعب كذلك أن نعرف ما تريده الطبيعة منها أو ما الروابط القائمة بين الجسيم والآخر. يشبه الأمر ما يحدث حين ننجح في فتح صندوق لنجد في داخله صندوقاً آخر مغلقاً. يعتقد بعضنا أن هناك جسيمات تدعى «تاكيون» تتحرك بسرعة تفوق سرعة الضوء، بينما يتوق البعض الآخر إلى العثور على «الجرافتون» حامل قوة الجاذبية، فمتى نصل إلى هذه الجسيمات الأولية؟ إنه أمر صعب التحديد والتحقيق، وهناك فرصة لفحص الإلكترونات، قد نعرف أنها تحتوي كونا خاصاً بها، مما يذكرنا بجميع قصص الخيال العلمي في خمسينيات القرن الماضي.

في ستينيات القرن العشرين، وفي إطار محاولة لتبسيط الأمور، اخترع «موراي جل-مان» عالم الفيزياء في معهد كاليفورنيا للتقنية «كالتك» نوعاً جديداً من الجسيمات، وهو الذي قال عنه «ستيفن فاينبرج» إنه «يستهدف تقليص عدد الهدرونات»، و«الهدرونات» مصطلح جمعي يستخدمه علماء الفيزياء للإشارة إلى البروتونات والنيوترونات، وغيرها من الجسيمات التي تحكمها القوة النووية، وتشير نظرية «جل-مان» إلى أن جميع «الهدرونات» مكونة من جسيمات أصغر بكثير، وتُعرف هذه الجسيمات باسم الجسيمات الأولية (الكواركات).

وبعد أن فهم العلماء طبيعة الجسيمات الأولية، صار ضرورياً أن يقدموا تقسيماتها، ورغم كون الجسيمات الأولية غاية في الصغر، ما جعلها تقتصر إلى اللون أو الطعم أو السمات الفيزيائية المتعارف عليها، قسمها العلماء إلى ستة تصنيفات، وهي: أعلى، وأسفل، ومحير، وجاذب، وقمة،



وقاع. يطلق علماء الفيزياء على هذه التصنيفات اسم «نكهات»، وتُصنّف تلك «النكهات» إلى ألوان هي: الأحمر، والأخضر، والأزرق، وأخيراً بزغت «نظرية النموذج القياسي» التي تُصنّف الجسيمات دون الذرية، لكنَّ النموذج القياسي كان ناقصاً لسبب واحد وهو عدم احتوائه على شرح للجاذبية. ادرس النظرية كيفما شئت، لكنك لن تجد فيها ما يفسّر سبب عدم طيران قِبعتك نحو السقف حين تضعها على المنضدة، كما لا يشرح النموذج القياسي الكتلة، فكي يكون للجسيمات أي كتلة، يجب أن نتطرق إلى «بوزون هيگز» الجسيم الأولي المسؤول عن إكساب المادة كتلتها، وما زالت مسؤولية تأكيد حقيقة وجود هذا الجسيم تقع على عاتق علماء الفيزياء في القرن الحادي والعشرين.

في إطار محاولة ربط الأمور بعضها ببعض، وضع علماء الفيزياء نظرية

الأوتار الفائقة التي تفترض أن جميع الأشياء الصغيرة مثل الكواركات (الجسيمات الأولية) التي اعتقدنا في البداية أنها جسيمات، هي في واقع الأمر أوتار أو خيوط صغيرة من

الطاقة تهتز في أحد عشر اتجاهًا وتتكوّن من الأبعاد الثلاثة التي نعرفها بالفعل، بالإضافة إلى الزمان، وسبعة أبعاد أخرى لا نعرفها. هذه الأوتار صغيرة للغاية، ما يسمح بمرور

الجسيمات عبرها أو بينها، ولأن نظرية الأوتار الفائقة توفر الأبعاد الإضافية، يستطيع علماء الفيزياء ربط قوانين الكم بقوانين الجاذبية بشكل مفهوم ومنظم.

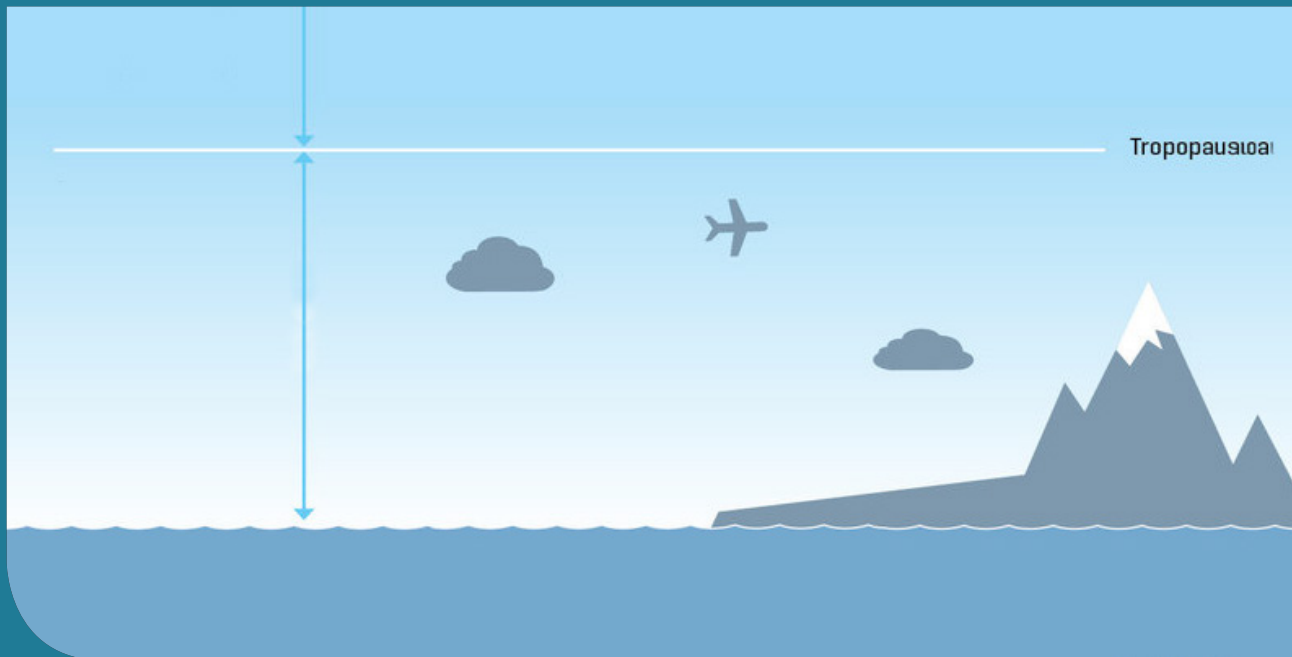
الجزء الرابع: الحياة نفسها

التروبوسفير: الطبقة الجوية السفلى الملاصقة للأرض

يرتفع الهواء الساخن والرطب من المناطق الاستوائية حتى يصطدم بمنطقة الـ«تروبوبوز» التي تفصل التروبوسفير عن الستراتوسفير، ثم ينتشر، وعندما يبتعد الهواء عن خط الاستواء وتخفض حرارته يبدأ بالهبوط، وحين يصطدم بالقاع، يبحث بعض الهواء الهابط عن منطقة ضغط منخفض ثم ينطلق عائداً إلى خط الاستواء لاستكمال دورته، وعند خط الاستواء تستقر عملية الحمل الحراري ويمتد الجوّ، لكن أنماط المناخ أكثر موسمية، وعشوائية، وخصوصية في المناطق المعتدلة. يؤدي هذا إلى تعارض لا ينتهي بين نظم الهواء مرتفع الضغط والهواء منخفض الضغط. يخلق الهواء المرتفع منخفضات جوية، ما ينقل جزيئات الماء إلى السماء مكونة السحب الممطرة، ويستطيع الهواء الدافئ أن يحتفظ بمزيد من الرطوبة أكثر من الهواء البارد، ما يجعل العواصف الاستوائية والصيفية تشد، ومن ثم ترتبط المناطق المنخفضة بالسحب والأمطار، وترتبط المناطق المرتفعة بسطوع الشمس واعتدال الجو. حين يلتقي النظامان، تظهر السحب، ولتفهم الأمر جيداً، راقب شخصاً يدخن، لترى الدخان يتصاعد من السيارة في غرفة تقطير البخار، في البداية يرتفع الدخان، ثم لا يلبث أن ينتشر صانعاً طبقة مميّجة، ولا يستطيع الحاسوب السريع الذي يأخذ قياسات دقيقة في بيئة مضبوطة أن يطلعنا على كل ما يحدث من تموجات، ولذا علينا

نحمد الله على الغلاف الجوي، فهو الذي يفتننا، ومن دونه ستندم الحياة على الأرض ويتحوّل الكوكب إلى كرة من الثلج يبلغ متوسط درجة حرارتها 60 فهرنهايت تحت الصفر. يمتصّ الغلاف الجوي الأشعة الكونية ويعكسها، والجسيمات المشحونة، والأشعة فوق البنفسجية وأمثالها، فلو لم يكن الغلاف الجوي موجوداً، لكان سكان الفضاء الخفيون ليقطعوناً إرباً بأدواتهم الصغيرة، ولكانت قطرات المطر لتطرحنا أرضاً فاقدٍ الوعي!

قسّم العلماء الغلاف الجوي إلى أربع طبقات غير متساوية هي: التروبوسفير، والستراتوسفير، والميزوسفير، والأيونوسفير. يعدّ التروبوسفير الجزء المقرب إلينا، إذ يحتوي الدفء والأكسجين الكافيين لجعل أجسامنا تعمل، لكنه يصبح غير صالح للحياة إذا ما حاولنا تسلّقه، فبدلاً من أسفل نقطة فيه ووصولاً إلى أعلى نقطة، تبلغ كثافة التروبوسفير عشرة أميال عند خط الاستواء ومن ستة إلى سبعة أميال في خطوط العرض التي يعيش فيها معظم البشر. تحتوي هذه الطبقة الرقيقة على ثمانين بالمائة من كتلة الغلاف الجوي المكوّن كلياً من المياه، ومن ثم تحتوي على حالة الجو كلها، ما يجعلنا نعيش في الخيال ونغرق في أحلام اليقظة! تشبه حركة الهواء حول الغلاف الجوي ما يدور في جوف الأرض، ويُطلق على هذه الحركة اسم «الحمل الحراري»، حيث



تخيّل الصعوبات التي تواجه علماء الأرصاد الجوية حين يحاولون التنبؤ بتلك الحركات في هذا العالم المضطرب مترامي الأطراف.

ولأن حرارة الشمس موزّعة بشكل غير متساو، تحدث اختلافات في ضغط الهواء على كوكب الأرض، فلا يحتمل الهواء هذه الاختلافات، ما يجعله يندفع ليعادلها في كل مكان، والرياح هي الطريقة التي يحاول بها الهواء الحفاظ على توازن الأشياء، إذ يرتحل الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، وكلما زاد تعارض الضغط، زادت سرعة هبوب الرياح.

يتعامل علماء الأرصاد الجوية مع المحيطات والغلاف الجوي كنظام واحد، ولهذا السبب علينا الانتباه إلى هذا الأمر. تعدّ المحيطات مصدر الطاقة المحركة لسطح الكوكب، فالمياه رائعة في تخزين الحرارة ونقلها، وكل يوم يحمل تيار الخليج الدافئ كمّاً من الحرارة إلى أوروبا يساوي ما يُنتج العالم من فحم لمدة عشر سنوات، لهذا السبب تتمتع بريطانيا وأيرلندا بشتاء أكثر اعتدالاً من كندا وروسيا.

لكنّ الماء يسخن ببطء، ومن ثم نجد البحيرات وأحواض السباحة باردة حتى في أكثر الأيام دفئاً، لهذا يحدث تأخر في البداية الفلكية الرسمية لأي فصل، ثمّ نشعر بأن الفصل قد بدأ بالفعل، لذلك قد يبدأ الربيع رسمياً في نصف الكرة الشمالي في شهر مارس، لكننا لا نشعر ببدايته في معظم الأماكن إلا في بدايات شهر أبريل.

المحيطات ليست كتلة مائية منتظمة، فقد أثر اختلاف درجات حرارتها، وملوحتها، وعمقتها، وكثافتها، في تحريك الحرارة، ما يؤثر في المناخ، فمثلاً: نجد المحيط الأطلنطي أكثر ملوحة من المحيط الهادي، وهذا شيء جيد، فكلما زادت ملوحة المياه، زادت كثافتها، والمياه الكثيفة تسقط، ومن دون حملها الزائد من الملح، ستتحرك تيارات مياه الأطلنطي نحو المحيط المتجمّد الشمالي لتدفق القطب الشمالي نسبياً، ما يحرم أوروبا من الدفء.

كما تسدي المحيطات لنا صنيعاً آخر، إذ تمتصّ كمّاً كبيراً من الكربون وتحتجزه، وتتمثل إحدى غرائب المجموعة الشمسية في أن الشمس صارت تلمع بمقدار 25 بالمائة أكثر من القرون الأولى لنشوء المجموعة الشمسية. كان يجب أن يتسبّب هذا في ارتفاع حرارة الأرض، ولكن العالم احتفظ باستقراره وبرودته بفضل المحيطات، وتمتصّ تريليونات وتريليونات من الكائنات البحرية الدقيقة الكربون في صورة ثاني أكسيد الكربون حين يسقط المطر لتبني قشورها الضئيلة، وتتشأ كل هذه الكائنات والبذيرات الجيرية، والطحلبات المرجانية، وحين تحتفظ هذه الكائنات بالكربون داخل قشورها، فإنها تمنع من إعادة التبخر في الغلاف الجوي حيث يتراكم مكوناً غازاً خطيراً وساماً، وفي النهاية تموت تلك الكائنات وتهوي إلى قاع البحر حيث تتكسّم وتتحوّل

إلى حجر جيري، وينتهي هذا الحجر الجيري إلى تغذية البراكين، ثمّ يعود الكربون إلى الغلاف الجوي ويسقط على الأرض في صورة أمطار فيما يسمّى على المدى الطويل بدورة الكربون. تستغرق هذه العملية وقتاً طويلاً، أي ما يعادل نحو نصف مليون سنة بالنسبة إلى ذرّة الكربون النموذجية الواحدة، وفي غياب عوامل الإرباك والتشويش تسهم هذه العملية في الحفاظ على استقرار الطقس، ولكن للأسف ينزع البشر لإرباك هذه العملية بإطلاق مزيد من الكربون في الغلاف الجوي بصرف النظر عما إذا كان باستطاعة الكائنات البحرية امتصاصه أم لا.

لقد نجحت محيطات الأرض وغاباتها حتى الآن في إنقاذنا من أنفسنا (فالغابات تمتصّ كمّاً كبيراً من الكربون أيضاً). يقول «بيتر كوكس» الخبير في مكتب الأرصاد الجوية البريطاني: «ثمة حدود خطيرة سيتوقّف عندها الغلاف الحيوي الطبيعي عن منع آثار الانبعاثات ويبدأ فعلياً في تضخيمها».



تحت البحر

هناك مكان يتسع لأي شيء آخر. مع ذلك ليس هناك عالم أو شخص ممن نعرفهم رأى حباراً عملاقاً حياً. لقد كرّس علماء الحيوان حياتهم المهنية لمحاولات اصطياد، أو حتى التطلع إلى حبار عملاق حي، لكنهم فشلوا، فالمعروف عن هذه الحيوانات أن معظمها تجرّفه الأمواج إلى الشواطئ، وبخاصة على الجزيرة الجنوبية لنيوزيلندا، ولا تزال الأسباب غير معلومة، وربما لا يوجد ما يبرهن على عزلتنا النفسية والمعرفية عن أعماق المحيطات أكثر من الهدف الذي وُضع لعلماء البحار في السنة الجيوفيزيائية الدولية (1957-1958). يتمثل هذا الهدف في دراسة «استخدام قيعان المحيطات في التخلص من المخلفات الإشعاعية». لم تكن هذه مهمة سرية، بل تمت بنوع من التفاخر العلني؛ وفي واقع الأمر، ورغم عدم الإعلان عنه، فقد بدأ التخلص من المخلفات الإشعاعية قبل عامي 1957، و1958 بنحو عقد من الزمان، في أعقاب الحرب العالمية الثانية مباشرة، ففي عام 1946 راحت الولايات المتحدة الأمريكية

التمثيل الكيميائي شيئاً غير معقول. لقد كنا نجهل الحياة تحت البحار جهلاً مطبقاً، فوفقاً لأحد التقديرات هناك ثلاثون مليون نوع من الحيوانات تعيش في البحر ولم تُكتشف بعد، ونحن نجهل الكثير عن الكائنات البحرية المهمة بما فيها الكائنات الضخمة، مثل الحوت الأزرق كبير الحجم بدرجة تجعل لسانه بحجم الفيل، وقلبه في حجم السيارة، وبعض أوعيته الدموية واسعة بدرجة تسمح لإنسان بالسباحة داخلها. إنه أكثر وحوش الأرض ضخامة، وهو أكبر من الديناصورات العملاقة، غير أن حياة الحيتان الزرقاء ما زالت غامضة بالنسبة إلينا. وقد تكون حيوانات الأعماق أكثر غموضاً. لنأخذ على سبيل المثال الحبار العملاق، فرغم عدم قابليته للمقارنة بالحوت الأزرق، يعدُّ من الحيوانات المهمة بعينه اللتين يوازي حجمهما حجم كرة القدم ومخالبه التي يصل طولها إلى ستين قدماً. يزن الحبار العملاق طناً، ويعد أكبر اللافتريات على الأرض، فإذا ما أُلقيت حباراً واحداً في حوض سباحة منزلك، فلن يكون

حدث أحد أهم وأغرب الاكتشافات الحيوية في القرن العشرين عام 1977 حين عثر علماء المحيطات على مستعمرات من الكائنات الضخمة تعيش في شقوق البحر الدفينة وحولها، بعيداً عن جزر «غالاباغوس» التي تقع في شرق المحيط الهادي على بعد نحو ألف كيلومتر من السواحل الغربية لأمريكا الجنوبية. تتمثل هذه الكائنات في ديدان يفوق طولها عشر أقدام، وأسماك صدفية عرضها قدم، وكثير من الروبيان والمحار، علاوة على الحلقيات الملتوية. تدين جميع هذه الكائنات بوجودها إلى مستعمرات البكتيريا الشاسعة التي تعيش وتمتص الطاقة من كبريتيد الهيدروجين -وهي مركبات غاية في السُمية والضرر للمخلوقات التي تعيش على السطح، وتأتي هذه المركبات بغزارة من الفتحات والشقوق. لقد كان هذا العالم بعيداً عن ضوء الشمس، والأكسجين، وأي شيء آخر يتعلق بالحياة. كان هذا الشكل من الحياة قائماً على التمثيل الكيميائي، لا على التمثيل الضوئي، وكان علماء الأحياء يعتبرون



تتقل براميل تتسع لخمسة وخمسين جالوناً من المخلفات الإشعاعية إلى جزر «فارالون» التي تبعد ثلاثين ميلاً عن ساحل كاليفورنيا، بالقرب من «سان فرانسيسكو» وألقها في مياهها.

لقد كان الأمر شديد القذارة، إذ كانت معظم البراميل مغطاة بالصدأ، وكانت تشبه البراميل التي توضع خلف محطات الغاز أو خارج المصانع من دون أي نوع من التبطين أو الوقاية، وحين ظلت تلك البراميل طافية على سطح الماء، راح جنود البحرية الأمريكية يطلقون عليها الرصاص كي تدخلها المياه (ويخرج منها البلوتونيوم، واليورانيوم، والاسترونيتيوم بطبيعة الحال)، وقبل إيقاف هذه الممارسات عام 1990، كانت الولايات المتحدة قد ألقّت مئات الآلاف من البراميل في نحو خمسين بقعة من محيطات العالم، منها نحو خمسين ألفاً في «فارالونز» وحدها، لكن الولايات المتحدة لم تكن وحدها، إذ كانت روسيا، والصين، واليابان، ونيوزيلندا وكل دول أوروبا تقريباً تمارس نفس الشيء، وبتنوع من التفاخر والحماس، فما تأثير كل هذا على الحياة البحرية يا ترى؟ نتمنى أن يكون بسيطاً، لكننا لا نعرف ما ستؤول إليه الأحوال في المستقبل!



ظهور الحياة

مهما كان سبب الحياة، فقد حدث مرة واحدة. هذه أغرب حقيقة في علم الأحياء، وربما تكون أكثر الحقائق التي نعرفها غرابة، إذ يرجع تاريخ كل شيء حي -سواء أكان حيواناً أو نباتاً- إلى بدايات الانتفاضة أو الرعشة البدائية الأولى، فمنذ عهد بعيد جداً، تفجّر بالون مواد كيميائية بالحياة، ثمّ امتصّ بعض الغذاء وراح ينبض بهدوء وعاش فترة قصيرة. ربما حدث هذا عدة مرات في الماضي، لكنّ هذا البالون العتيق عمل شيئاً جديداً وغريباً؛ فقد انشقّ وولد وريثاً ممثلاً في حزمة من المواد الجينية التي راحت تنتقل من كيان إلى آخر، ولم تتوقّف عن الحركة منذ ذلك الوقت، لقد حدث ذلك في لحظة خلق جميع البشر.

في عام 1953، أخذ «ستانلي ميلر» الطالب في جامعة «شيكاغو» قارورتين احتوت إحداهما قليلاً من المياه فمثّلت محيطاً بدائياً، واحتوت الأخرى خليطاً من الميثان والنشادر وكبريتيد الهيدروجين ومثّلت الغلاف الجوي البدائي. قام «ميلر» بتوصيل القارورتين بأنابيب من المطاط ثمّ صنع بعض الشرارات الكهربائية لتكون بديلة للبرق، وبعد بضعة أيام تحوّلت مياه القارورتين إلى اللونين الأخضر والأصفر في مزيج من الأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية، والسكّريات، وغيرها من المركبات العضوية.

في ذلك الوقت وصفت الصحافة الأمر وكأنّ محتويات القارورتين تحتاج إلى هزة بسيطة لبث الحياة، لكن الأمر لم يكن بهذه البساطة، ورغم إجراء دراسات على مدى نصف قرن بعدها، ما زال البشر غير قادرين على تصنيع الحياة، تماماً كحال «ميلر» عام 1953، كما أن الأمر أبعد من أن يتحقّق في المستقبل القريب، فقد بات العلماء متأكّدين من أن الغلاف الجوي البدائي لم يكن مهياً للتطوّر مثل الخليط الغازي الذي صنعه «ميلر»



«يوري»، لكنه كان مزيجاً من الكربون والنيتروجين الأكثر خُمولاً، ولم يكن لتكرار تجارب «ميلر» بعد التسلح بهذه المعلومات المثيرة إلا أن أنتجت حمضاً أمينياً بدائياً، وعلى أية حال ليس تخليق الأحماض الأمينية هو المشكلة لأن المشكلة تتمحور وتتخصّص في البروتينات.

نحن نحصل على البروتينات من مزج الأحماض الأمينية بعضها ببعض، كما نحتاج إلى كثير منها، واليوم لا أحد يعلم ما يحدث تماماً، فهناك ملايين الأنواع من البروتينات في الجسم البشري، وكلُّ منها يعدُّ أعجوبة مصغّرة، ولكي نصنع بروتيناً نحتاج إلى تجميع الأحماض الأمينية بترتيب خاص بنفس الطريقة التي نرتّب بها الحروف لنكوّن كلمة معينة. تتمثل المشكلة في كون الكلمات التي تشكّل أجدية الأحماض الأمينية طويلة جداً، فكي نكتب كلمة «كولاجين» نحتاج إلى وضع ثمانية حروف في الترتيب الصحيح، ولكن كي نصنع الكولاجين، نحتاج إلى وضع 1055 حمضاً أمينياً في الترتيب الدقيق والصحيح، وما يزيد الأمور تعقيداً هو أننا لا نصنع الكولاجين، بل هو الذي يصنع نفسه تلقائياً ومن دون توجيه، وهنا نتحقّق الاحتمالات، ولذا فإن احتمالات أن تقوم سلسلة مكوّنة من 1055 حمضاً أمينياً بتجميع نفسها بشكل تلقائي لعمل جزيء الكولاجين هي صفر.

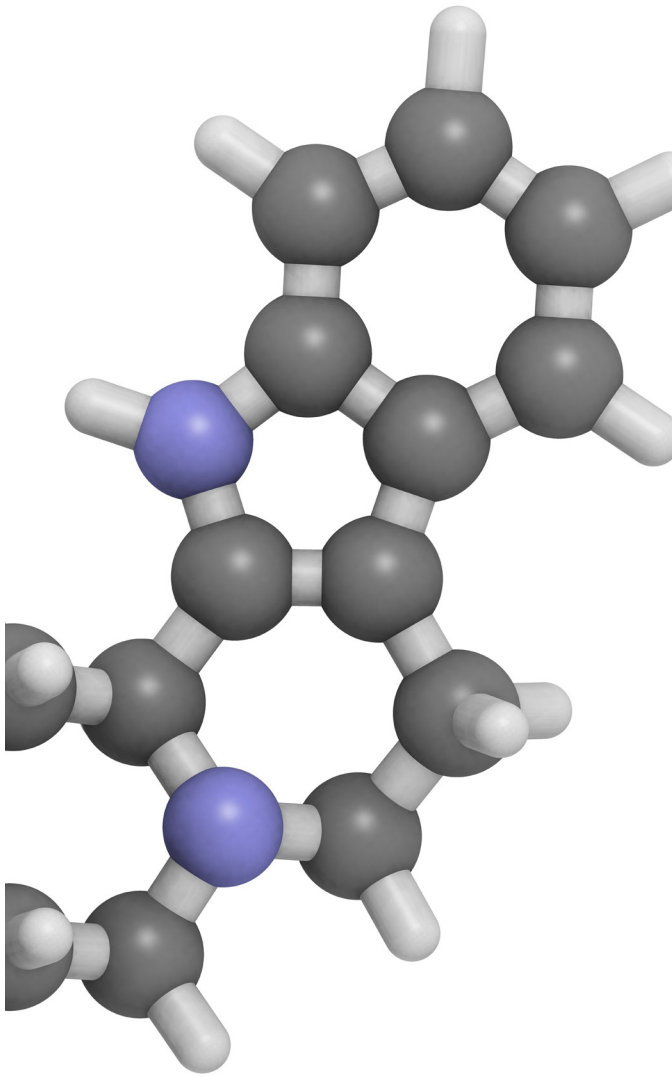
وهكذا تبدو فرصة توليد الأحداث العشوائية لبروتين واحد أمراً غير محتمل بالمرّة، تماماً كأن تترك زوبعة تعصف بمقلب مخلّفات تاركة وراءها طائفة ضخمة حسب التشبيه البليغ الذي وضعه رائد الفضاء «فريد بويل»، لكننا نتحدّث عن مئات الآلاف من الأنواع المتعدّدة من البروتينات، بل قد نتحدّث عن مليون بروتين كلُّ منها فريد وكلُّ منها مهمٌّ لبقائنا أوصحاء وسعداء، هذه بداية الأمر كي يكون البروتين نافعاً، فيجب ألا يجمع بين الأحماض الأمينية بالترتيب الصحيح فحسب، بل يجب أن يدخل في مركّب (أوريغامي) كيميائي ويطوي نفسه في شكل غاية في الخصوصية والغرابة والسريّة واللاإمكانية.

وحتى إذا توصّلنا إلى هذا الشكل المعقّد، فلن يكون البروتين نافعاً إذا لم يتمكّن من التكاثر، ولا يستطيع البروتين التكاثر، ومن ثمّ نحتاج إلى الحامض النووي. يتقن الحامض النووي التكاثر، بل يستطيع أن ينسخ نفسه في ثوان، لكنه لا يستطيع عمل أي شيء آخر، ومرة أخرى نجد أنفسنا في موقف محير. لا تستطيع البروتينات الاستمرار دون الحامض النووي، وليس للحامض النووي وظيفة ولا هدف من دون البروتين، فهل يمكن أن نفترض أنها نشأت تلقائياً بهدف الدعم المتبادل فيما بينها؟ إذا كان الأمر هكذا، فيا لروعة هذا الخالق العظيم!

واليكّم المزيد: لا يزدهر الحامض النووي والبروتين وغيره من المركّبات دون غشاء يحتويها، ولا توجد ذرّة أو نواة استطاعت أن تعيش مستقلة، بل يجب أن تدخل في خلية تأويها وتغذيها كذلك، ومن دون الخلية لن تصبح هذه أو تلك أكثر من مجرد مواد كيميائية مهمّة، ومن دون المواد الكيميائية لن يكون للخلية هدف، ويرى عالم الفيزياء «بول ديفيز» أنه «إذا كان كل شيء يحتاج إلى كل شيء آخر، فكيف تسنّى لمجتمع الجزيئات البرزوخ في المقام الأول؟».

يبدو الأمر وكأنّ جميع المكونات الموجودة في مطبخك تجمّعت وخبزت نفسها وأصبحت كعكة، لكن هذه الكعكة تستطيع تقسيم نفسها كي تصنع مزيداً من الكعك. لا عجب -إذاً- أن نطلق على ذلك اسم «معجزة الحياة»، ولا عجب أيضاً أننا بدأنا -بالكاد- نفهمها. ما الذي يفسّره هذا التعقيد الغريب؟ حسناً، هناك احتمال أن هذه الأمور ليست عجيبة كما تبدو. خذ على سبيل المثال تلك البروتينات الغريبة، إذ يعدُّ تجمعها أمراً غريباً، لكنّ التفاعلات الكيميائية من ذلك النوع المرتبط بالحياة، باتت معروفة وعادية ومألوفة.

كثير من الجزيئات في الطبيعة تتلاقى لتصنع سلاسل طويلة تُدعى «بوليمرات»، وتتجمّع السكّريات دائماً مكوّنة النشويات، وتستطيع البلورات عمل أشياء كثيرة نابضة بالحياة مثل التكاثر والاستجابة للمثيرات البيئية واتخاذ أشكال معقّدة. ليس في البلورات حياة، لكنّها تُظهر دائماً أن



التعقيد أمرٌ ممكن وتلقائي، بل وحدث طبيعي. قد يكون هناك كثير من أشكال الحياة في الكون ككل، لكن لا يوجد نقص في تجميع الذات المنظم في كل شيء، بدءاً من التماسق المدهش في نُدْف الثلج، ووصولاً إلى حلقات زُحل الرائعة، ولذا لا نستطيع إلا أن نقول إن أهم ما في حياتنا هو أنها رائعة وممتعة، بل إنها مدهشة، وإن لم تكن مستحيلة، ولو كانت كذلك لما وُجِدَت، وهذا هو سر الإعجاز، والطبيعة بشكل ما.

الخلايا

المركبات، والتخلص من النفايات، وطرْد المتطفلين، وإرسال الرسائل واستقبالها، وعمل الإصلاحات، وتكمن غرابة الخلايا في إدارتها كل شيء بسهولة ومرونة على مدى عقود، وهي تعمل هذا من خلال الاستمرار في إرسال ومراقبة عديد من الرسائل من جميع أعضاء الجسم، إذ تنقل التعليمات، والتساؤلات، والتعديلات، وطلبات المساعدة، والتحديثات، وإشارات الانقسام، وحتى تنفيذ الموت.

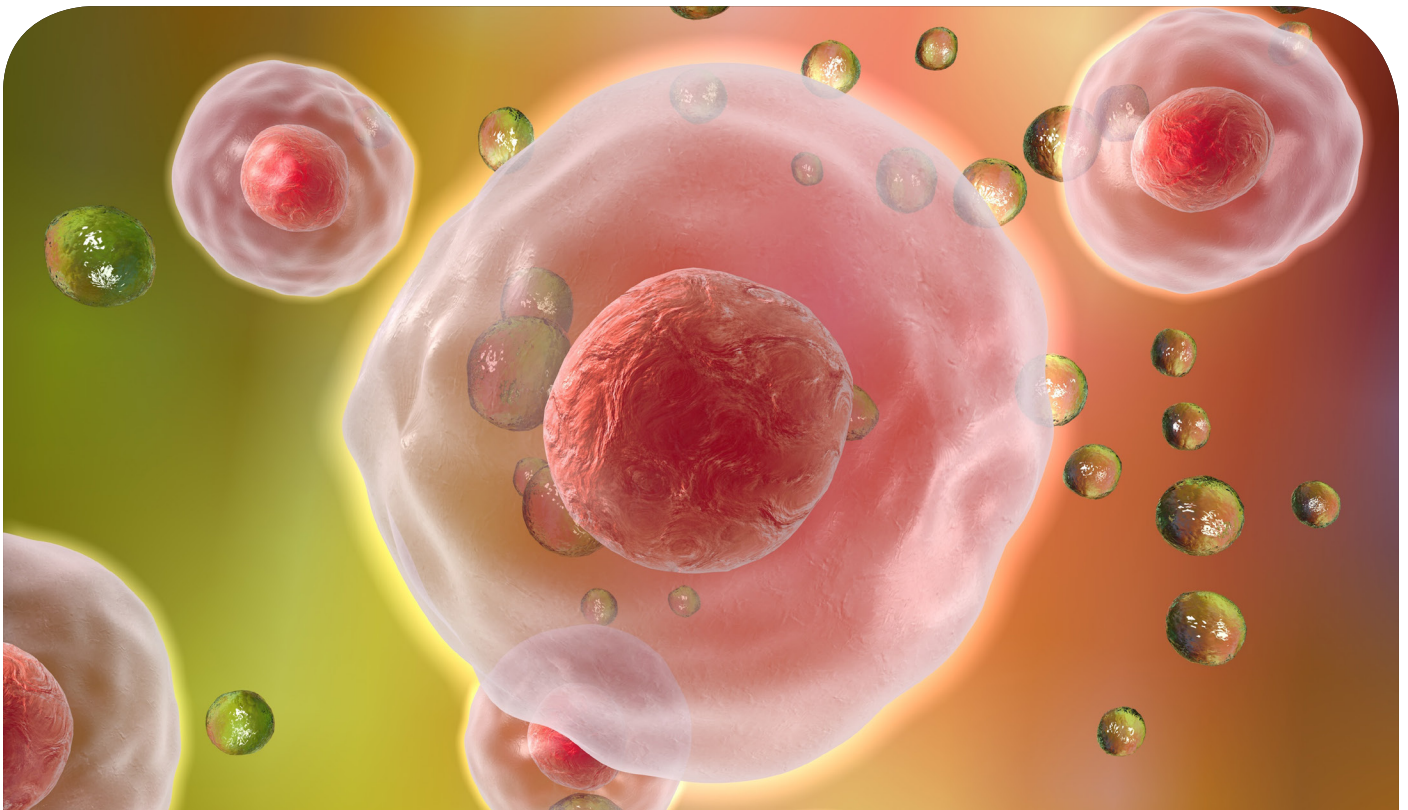
تصل معظم هذه الإشارات بواسطة ناقلات تُدعى «الهرمونات» التي تحمل المعلومات من مراكز نائية مثل الغدة الدرقية وباقي الغدد الصماء، بينما تصل باقي الرسائل بواسطة النبضات الكهربائية من المخ أو من المراكز القريبة في إطار عملية تُدعى «الاتصال الخلوي»، وأخيراً تتواصل الخلية مباشرة مع جيرانها للتأكد من اتساق عملها.

الدهش هنا هو أن كل هذه الأمور تحدث بتلقائية ونشاط زائد، عبر سلسلة من الملامسات والتجاذبات واللقاءات التي لا تنتهي، مع أنها كلها خاضعة للقواعد الأساسية للجذب والتنافر، فعمل الخلايا ليس موجهاً بالتفكير، بل يحدث ويتكرر تلقائياً، ما يجعلنا لا نشعر به، بيد أن هذه الأمور العشوائية لا تنتج نظاماً داخل الخلية فحسب،

لا نعرف إلا القليل عن طريقة عمل الخلايا لكل الأشياء التي تعملها، كطريقة إنتاجها للدهون أو تصنيعها للإنسولين أو عملها لعديد من الأشياء الضرورية للحفاظ على كيان معقد مثل الإنسان. يمتلك البشر بضع مئات من مختلف أنواع الخلايا، وتختلف تلك الأنواع اختلافاً كبيراً في الشكل والحجم، بدءاً من الخلايا العصبية التي يبلغ طول شعيراتها أقدماً، ووصولاً إلى الخلايا الدموية الأسطوانية الدقيقة والخلايا الضوئية العصبية الشكل التي تساعدنا على الإبصار.

تعرف كل خلية بداخلنا عملها بدقة، وتعرف كيف ستقوم به. لقد قارن العلماء الخلايا بعدة أشياء بدءاً من «المصفاة الكيماوية المعقدة» ووصولاً إلى «المدينة الكبيرة المزدهمة»، فالخلية هذه وتلك، لكنها ليست هذه ولا تلك، الخلية تشبه المصفاة في كونها مخصصة للنشاط الكيميائي على مستوى ضخم، وتشبه المدينة في كونها مزدهمة ومشغولة ومملوءة بالتفاعلات التي تبدو مرتبكة وعشوائية، بيد أن لها منظومة في حد ذاتها.

تعدُّ الخلية ضمن ملايين الأشياء التي ترتطم بملايين الأشياء الأخرى وتؤدي مهماتٍ عادية، مثل استخراج الطاقة من الأغذية، وتجميع



بل تؤلّف تناعماً داخل الكائن نفسه أيضاً، تفكير وقرارات مرنة أو حتى خنفساء غير
وهناك تريليونات من التفاعلات الكيميائية عاقلة، لكنها منظمة جداً ورغم كل هذا، فإننا
الانعكاسية التي تجعل أي كائن إنساناً ذا لم نفهم سوى القليل عن هذه التفاعلات، ولذا

العالم الصغير (المجهري)

ينتمي العالم إلى الكائنات الدقيقة غير المرئية بالعين المجردة مثل البكتيريا، فعلى مدى مليارات الأعوام نجحت البكتيريا في العيش من دون مساعدتنا، لكننا لا نستطيع البقاء من دون مساعدتها، فهي التي تعالج مخلّفاتنا وتجعلها قابلة للاستخدام مجدداً، كما تُقَيّ مياهنا وتُبقي تربةنا خصبة. يُضاف إلى هذا أن البكتيريا هي التي تقوم بتمثيل وهضم الفيتامينات داخل أمعائنا وتحول الأشياء التي نأكلها إلى سكريات متعدّدة الفوائد، وتشن حروباً على الميكروبات الدخيلة التي تتسلّل إلى حلوّنا، والأهم هو أن البكتيريا تمدُّ كوكبنا بالمقدار المناسب من الأكسجين القابل للاستنشاق، فالطحالب وغيرها من الكائنات الدقيقة التي تتنفس تحت البحر تنفث نحو 150 مليار كيلوجرام من الأكسجين كل عام.

تتكاثر البكتيريا بشكل رهيب، إذ تستطيع أكثرها جرأة إنتاج جيل جديد في أقل من عشر دقائق، وتستطيع بعض أنواعها، لا سيما البكتيريا البغيضة التي تسبّب الفرغرينا، أن تتكاثر في تسع دقائق، وبهذا المعدل تستطيع بكتيريا واحدة إنتاج نسل يفوق البروتونات الموجودة في الكون عدداً في يومين اثنين، كما تقوم البكتيريا بتوليد طافر ينبثق مرة بعد كل مليون طفرة، لكن الطافر كائن سيئ الحظ، فال تغيير خطر على الكائن الحي، بيد أن مثل هذه الطفرة تحمل ميزة غير مقصودة للكائن مثل القدرة على الخداع والهروب من المضادات الحيوية! ولهذه القدرة على التطور السريع سمة أخرى مخيفة، إذ تتناقل البكتيريا المعلومات؛ وتستطيع الواحدة منها أخذ جزء من البصمة الجينية من الأخرى، وحين يحدث أي تغيير تكيفي في أحد عوالم البكتيريا تجده ينتقل إلى أي عالم آخر، وهذا الأمر يشبه أين يلتقط أي شخص حشرة ويستخرج منها البصمة الجينية الضرورية لإنبات أجنحة، أو المشي على الأسقف، فمن وجهة نظر جينية يعني هذا أن البكتيريا أصبحت كائنات خارقة ومنيعة رغم ضآلتها وتفرّقها.

فلماذا تضرُّنا الميكروبات إذا؟

تعيش مليارات الميكروبات داخل الجسم البشري، ولكن حين يموت الإنسان، فإن جسمه لا يستطيع استضافة تلك الميكروبات.

ومن حيث المبدأ تعدُّ معظم الكائنات الدقيقة محايدة أو مفيدة لصحة البشر، بيد أن واحداً من ألف يتسبّب في مرضهم، ومع ذلك تعدُّ الميكروبات القاتل الثالث في الدول المتقدّمة، والأمر أسوأ في المناطق الأقل تقدماً.



إرهاق الجسم المُضيف يفيد الميكروب، وتعدُّ أعراض المرض (كالقيء، أو العطس، أو الإسهال) طرقاً ممتازة في انتقال الميكروب من مضيف إلى آخر، ولكن من الخطأ أن نعوّل على المنطق في التفكير بهذه المسألة لأن الكائنات الدقيقة لا تضع خططاً، ولا تهتم بما تلحقه بنا من أذى، ومن جانبنا لا نفكر بالأذى الذي تلحقه بنا حين نستحمُّ أو نستخدم مزيلاً لرائحة العرق. البكتيريا لا تهتم بصحتنا رغم أن موتنا يعني موتها، فهي لا تموت إلا بعدنا، لأن بقاءها مرهونٌ بحياتنا.

كما لا تعتلُّ صحتك بسبب ما تفعله البكتيريا بك، بل بسبب ما يحاول جسّدك عمله بها، فأثناء محاولاته لتخليص الجسم من البكتيريا الممرضة قد يدمّر جهاز المناعة خلايا أو أنسجة مهمة، ومن ثم لا يُعزى شعورك بالتعب إلى البكتيريا، بل إلى استجابتك المناعية، وتعدُّ الإصابة بالمرض استجابة عاقلة للعدوى، وحين يلزم المرضى فراشهم، يصبحون أقلّ خطراً على المجتمع، كما أن الراحة تخصّص مزيداً من موارد الجسم لمقاومة العدوى.

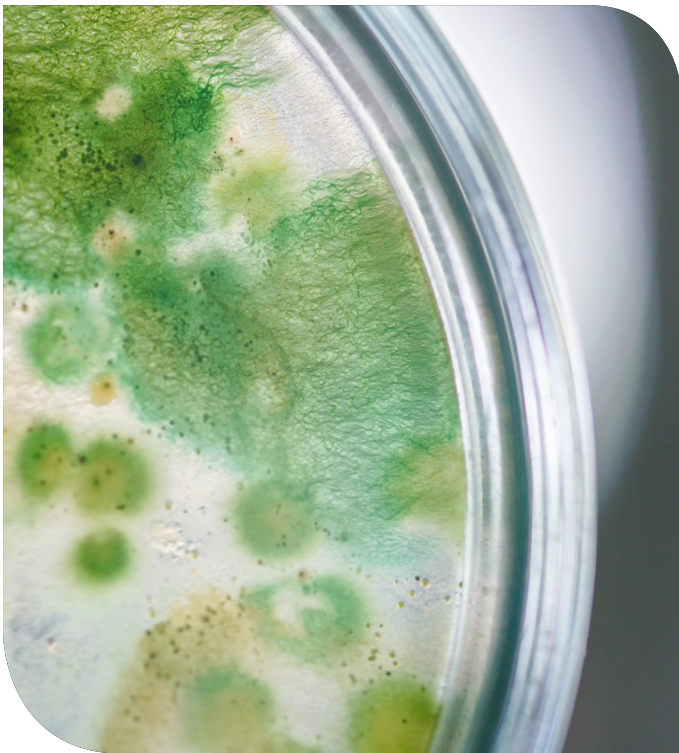
كان في وسعنا أن نحقق مزيداً من النجاح في التعامل مع البكتيريا لو لم نكن بهذا التبذير في استخدام المضادات الحيوية لمقاومتها، إذ يُعطى 70 بالمائة من المضادات الحيوية المستخدمة في الدول المتقدمة لحيوانات الحقول لتعزيز نموّها، أو كوقاية لها من العدوى، ومن شأن هذا الاستخدام أن يفسح المجال أمام البكتيريا لتطوير مقاومتها للأدوية، فهي تستغل مثل هذه الفرص، ما يدل على أن البكتيريا لا تقل انتهازية عن البشر.



وتستمر الحياة

تعدُّ الأشنة أكثر كائنات الأرض ضالّة، وتتمو في الأماكن المشمسة، لكنها تترعرع في بيئات لا يترعرع فيها أي كائن آخر مثل قمم الجبال التي تعصف بها الرياح والنفائيات القطبية حيث لا يكون هناك سوى الصخور والأمطار والبرودة الشديدة، وحيث لا توجد منافسة، ففي أصقاع القارة القطبية الجنوبية حيث لا ينمو أي شيء، توجد مساحات شاسعة من الأشنة، إذ يوجد أربعمائة نوع منها تتشبّث بالصخور التي تضربها الرياح، ومثل أي شيء يزدهر في البيئات الصعبة، تنمو الأشنة ببطء، ويستغرق بلوغ الأشنة حجم زر القميص أكثر من نصف قرن، ومن الصعب إذن أن نتخيّل مثل هذه الحياة الصعبة، لكنها موجودة، فالحياة تحدث من أجل نفسها.

ورغم ما قيل وما سيقال فمن السهل على البشر أن يتجاهلوا مجرد وجود الحياة، إذ ينزع البشر إلى الاعتقاد بأنه يجب أن يكون للحياة هدف، ويريدون أن يستغلوا كل لحظة من حياتهم، ولكن ما هدف



الأشنة من حياتها؟ إن رغبتها في الحياة تشبه رغبتنا في القوة، بل قد تكون أقوى. إذا أمرني أحد أن أتحوّل إلى عشب ينمو فوق الصخور، فسأفقد الرغبة في الحياة، لكن الأشنة لا تفقد رغبتها في الحياة مثلنا، بل تتحمّل المشقة والإهانة وتتكبّد المعاناة كي تعيش لحظة جديدة، شأنها في ذلك شأن أي كائن حي. تريد الحياة أن تستمر، ولكن ثمة شيء مهم هنا؛ فالحياة لا تريد أن تستمر كثيراً، ومن هذا المنطلق تقع علينا مسؤولية مساعدتها.

نعم، رغم كل ما تتحمّله الأنواع والكائنات من مشقة وما تتكبّده من عناء كي تتجمّع وتحافظ على نفسها، تجدها تذبل وتموت بشكل نمطي، وكلما زادت تعقيداً، تسارع انقراضها، ما يفسّر سبب عدم قوّة معظم مظاهر الحياة.

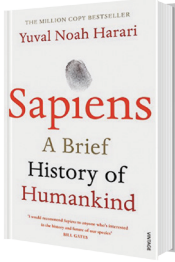
ويعدّ الانقراض أمراً سيئاً لضحاياها، لكنه جيد بالنسبة إلى الكوكب الذي يجدّد نشاطه، ولذا تكون الأزمات التي يسجّلها تاريخ الأرض متبوعة بتطوّرات وقفزات دراماتيكية، فقد تلى انقراض الحيوانات الإدياكارية بزوغ العصر الكامبري وازدهاره، أما الانقراض الأوردوفيشي الذي استغرق 440 مليون سنة فقد خلّص المحيطات من مغذّيات الترشيح الخاملة، مهيباً الظروف التي دعمت وجود الأسماك الواثبة والزواحف المائية العملاقة التي أصبحت بدورها، مؤهلة لإرسال المستعمرين إلى اليابسة بعد أن أدّى انهيار آخر في العصر الديفوني المتأخّر إلى انتعاش الحياة من جديد. لقد استمر هذا على مدى فترات متفرّقة من التاريخ، ولولم تقع هذه الأحداث بنفس طريقة وقوعها، وبنفس توقيت وقوعها أيضاً، لم نكن لنوجد هنا الآن، ولم نكن لتتساءل عن أسباب وجود ما يمكن أن يوجد، فبين الحين والآخر تنقرض بعض الأنواع، لكن الحياة تستمر على أية حال وتسير في طريقها بشكل مدهل.

وتجدر الإشارة هنا إلى أننا نتحدّث عن الانقراض وكأنه عملية طبيعية وطويلة المدى، غير أن الانقراض الذي سببه إهمال البشر أمر مختلف تماماً، فثمة احتمال مُحزن أن يكون وجود البشر أمر يضر باقي الكائنات الحية، ويشير تاريخ الأحياء إلى أن معدل الانقراض على الأرض كان يقع بمعدل انقراض نوع واحد كل أربعة أعوام في المتوسط، وتجدر الإشارة إلى أن الانقراض الذي يسببه البشر يسير الآن بمعدل 120 ألف ضعف المعدل السابق.

ولأننا نهمل الأشياء ولا نهتم بها، سواء أكانت حية أم لا، لا نعرف، وقد لا نعرف البتّة، عدد الأشياء التي انقرضت انقراضاً نهائياً، أو قد تنقرض قريباً أو قد لا تنقرض أبداً، كما أننا لن نعرف الدور الذي لعبناه أو قد نلعبه في أي مرحلة من هذه العملية البسيطة طبيعياً، والمعقدة علمياً.

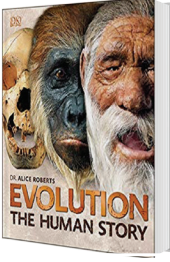


كتب مشابهة



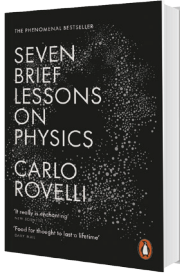
Sapiens

By Yuval Noah Harari



Evolution

Dr Alice Roberts



Seven Brief Lessons on Physics

Carlo Rovelli



ملخصات لكتب عالمية

صندوق البريد: 272، إمارة الشارقة، دولة الإمارات العربية المتحدة

الهاتف: +971 6 5941 220

فاكس: +971 6 523 7116

البريد الإلكتروني: info@reyadashj.ae

ريادة
Reyada

تعليم و تطوير
Learning & Development

نحن محظوظون ونستحق

الحياة

حين نتحدث عن الحياة، يجب أن نعترف بأن هناك أشياء كثيرة لا نعرفها، وهناك أشياء أكثر لن نعرفها، فنحن نعيش في كون لا نستطيع تحديد عمره، تحيط به نجوم لا نستطيع قياس بُعدها، وتملؤه المادة التي لا نعرف عنها شيئاً. هذا الكون الذي نسميه «عالمنا» - وهذه تسمية تثير الضحك والسخرية مثلما تثير الفضول والتحدي- يعمل وفقاً لقوانين فيزيائية لا نفهم خصائصها، فنحن لا نعلم إلا قليلاً عن أجسامنا وعن كيفية عمل خلايانا، وأقل من القليل عن أكبر نظم الكون تعقيداً.

هذه هي المسألة؛ نحن جاهلون فعلاً، نجهل ما نعمله الآن ونجهل تأثير تصرفاتنا الحالية في مستقبلنا. ما نعلمه بالفعل، أو نعلمه إلى حد ما، هو أن هناك كوكباً واحداً نعمل عليه ما نعمل، ويوجد نوع واحد يستطيع أن يصنع فارقاً واضحاً، وهذا النوع هو نحن؛ البشر.

إذا كنت بصدد تصميم كائن من شأنه أن يعتني بالحياة في هذا الكون الموحش، ويراقب مسارها، ويسجل مكان وجودها، فلا تختر البشر للاضطلاع بهذه المهمة، فقد اختارتهم العناية الإلهية أو القدر أو أي شيء آخر لعمل ذلك، وحتى الآن ما زالوا أفضل من يقوم بهذه المهمة، وقد يكونون الوحيدين الذين يستطيعون القيام بها. يا لها من فكرة مرعبة أن يكون البشر أرقى إنجازات الكون وأسوأ كوابيسه في نفس الوقت.

وإذا كان هناك درس يجب أن نتعلمه، فهو أننا محظوظون للغاية لأننا هنا (أي على الأرض)، وأعني بكلمة «نحن» كل شيء حي، إذ يعدُّ تحقيق أي شكل من أشكال الحياة في هذا الكون إنجازاً. نحن محظوظون حقاً لأننا لا نتمتع فقط بكل ميزات وفضائل الوجود فحسب، بل نتمتع أيضاً بموهبة تقدير هذا الوجود وتحسينه بطرق متعددة، ومع ذلك كثيراً ما ننسى تلك الحقيقة، ونسيء إلى عالمنا وإلى أنفسنا! يا لنا من كائنات غريبة حقاً! نحن غريبون وعجيبون إلى درجة جعلتنا نستحق الحياة.

إدارتي للاستشارات والتدريب
Edar Consulting & Training

من إعداد: إدارة للاستشارات والتدريب

عنوان: ص.ب 341413 دبي

الهاتف: +971 4 3923444 - +971 555380060

البريد الإلكتروني: treeeb@edara.com