

ثلاثة عشر لغزاً
غامضاً



رئيس مجلس الإدارة
الدكتورة لبانة مشوح
وزيرة الثقافة

المشرف العام
د. فايف الياسين
المدير العام للهيئة العامة السورية للكتاب

رئيس التحرير
د. باسل المسائلة

الإشراف الطباعي
أنس الحسن

تصميم الغلاف
عبد العزيز محمد

ثلاثة عشر لغزاً غامضاً

أكثر الألغاز العلميّة المحيِّرة في وقتنا الحاضر

تأليف : مايكل بروكس

ترجمة: لميس حيدر إسماعيل

منشورات الهيئة العامة السورية للكتاب

وزارة الثقافة - دمشق ٢٠٢٢م

13 Things That Don't Make Sense

الكاتب: Michael Brooks

الناشر: Profile Book, 2008

المترجم: ليس حيدر إسماعيل

الآراء والمواقف الواردة في الكتاب هي آراء المؤلف ومواقفه ولا تعبر
(بالضرورة) عن آراء الهيئة العامة السورية للكتاب ومواقفها.

العبارة الأكثر إثارة التي يمكن أن نسمعها في العلم، التي تُبشّر بمزيدٍ
من الاكتشافات، ليست "وجدتها!"، بل "هذا أمرٌ ممتعٌ..."
إسحق أسيموف

شكر وتقدير

كان لي شرف تأليف هذا الكتاب، ولم أستمتع بشيءٍ في حياتي أكثر من متعة تأليفه. في العرف القديم، عليّ أن أشكر الأشخاص جميعهم الذين أعطوني من وقتهم، وسمحوا لي باستخدام مخابراتهم، والاستعانة بزملائهم ومرضاهم، فما كان هذا الكتاب ليُنجز لولا جهودهم.

أريد أن أشكر فابريزو بينديت، ولوانا كولوكا، وأنتونيلا بولو لأجل اليوم الرائع الذي أمضيته بصحبتهم في تورين، وباتريك هاغارد للساعات التي أزعجته فيها في لندن، وبام بوس، وفرانك جوردن، الباحثين المختصين بالاندماج البارد في البحرية الأمريكية، لسعة صدريهما، وسعادهما عندما سألتها بعض الأسئلة الصعبة. أنا ممتنٌ كذلك لمايكل مياش، ومارتن على فطنتها في أثناء الغداء الممتع واللذيذ.

تطول القائمة: جيلبرت ليفن، الرجل الوقور جداً، وستين راسموسن الشخصية العملاقة فكرياً وجسدياً، وفيرا روبن العاملة المذهلة، وباحثو بايونير مايكل مارتن نيتو، وسلافا توريشيف، ومايكل مورفي وهم ليسوا فقط مفكرين مؤثرين ورزينين، بل هم أيضاً أصدقاء رائعون.

كما أشكر جيرى إيمان، وسيث شوستاك لإخلاصهما في تتبع الكائنات الفضائية الذكية، وبيرنارد لاسكولا لإعطائه سبباً لي للذهاب في رحلةٍ لمدة يوم واحدٍ إلى الجنوب الفرنسي الدافئ، وأيضاً خوان روغاندن للاقتراحات

المفيدة بشأن الجنس، والمعالجين المثليين ميلان أوكسلي، وليونيل ميلغروم، وبيتر فيشر، وفيلما بهاراتان لمساعدتهم وحماسهم لهذا العمل. استمتعتُ كثيراً بصحبة بوب لورانس، الذي منحني صدقه، وطريقة تعامله الواقعية مع الأشياء الغامضة أملاً في أنه من الممكن إيجاد علاجٍ للمثلية. أيضاً يجب أن أشكر نانسي ماريت لاستضافتها لي في أثناء وجودي في مدينة نيو مكسيكو.

أنا ممتن لكريس وبوبولو، اللذين منحاني الدعم والتشجيع، والنصيحة الجيدة، وقدما لي الاقتراحات المناسبة جداً في أثناء التحضير لهذا الكتاب. وشكري الجزيل أيضاً يذهب إلى وكيل بيتر تالاك من مصنع العلوم، الذي ساعدني بطرائق عدّة في تحويل هذا الكتاب من أفكارٍ في ذهني إلى ورقٍ على الرفوف. أيضاً من غير المناسب أن أترك أسرتي دون شكرٍ وتقدير: زوجتي فيليبا، وطفلاي ميلي، وزاتشاري اللذان انشغلتُ عنهما لفتراتٍ طويلةٍ في العامين الماضيين.

أخيراً، في أثناء تأليف هذا الكتاب (وقبل سنواتٍ منه)، اكتسبتُ وضوحاً وفطنةً كبيرين من نقاشاتي مع زملائي في مجلة "العالم الجديد"؛ العقل الجماعي للمجلة مكوّن رائع. جيرمي ويب، وفاليري جاميسون، وغراهام لوتن، وكيت دوغلاس، وكليير ويلسون كانوا عوناً لي، وأي خطأ في النص هو خطؤهم.

مُتَكَلِّمًا

أَقْفُ فِي بَهِو فَنَدَق "مِيتْرَبُول" الرَّائِع فِي مَدِينَةِ بَرُوكْسَل، أَرَاقِب صِرَاع
ثَلَاثَةً مِنْ الْحَائِزِينَ جَائِزَةَ نُوبَل مَعَ الْمَصْعَد.

لِيس مَصْعَدًا يَسْهَلُ التَّعَامُلُ مَعَهُ بِالتَّأَكِيدِ، إِنَّهُ قَفْصٌ شَبَكِيٌّ مَفْتُوحٌ،
يَعْمَلُ بِنِظَامِ الرَّافِعَةِ، يَبْدُو كَمَا لَوْ أَنَّهُ مِنْ تَصْمِيمِ إِسَامْبَارْد كِينْجِدْم بَرُونِيل^(١).
لَمَّا اسْتَحْدَمْتَهُ أَوَّلَ مَرَّةٍ، قَبْلَ ثَلَاثَةِ أَيَّامٍ، شَعَرْتُ أَنِّي أَسَافِرُ فِيهِ عِبْرَ الزَّمَنِ،
لَكِنِّي عَلَى الْأَقْلِ تَمَكَّنْتُ مِنْ تَشْغِيلِهِ.

نَظَرْتُ بَعِيدًا، وَأَنَا أَشْعُرُ بِالْحَرْجِ لِأَجْلِ هَؤُلَاءِ الْعُلَمَاءِ، وَشَغَلْتُ نَفْسِي
بِالْعَظْمَةِ الْمُحِيطَةِ بِبِي. بُنِيَ فَنَدَق "مِيتْرَبُول" فِي نَهَايَةِ الْقَرْنِ التَّاسِعِ عَشَرَ،
وَزُيِّنَ بِطَرِيقَةٍ مَسَلِيَّةٍ فَعَلَاءً. الْجُدْرَانُ مَغْطَاةٌ بِأَلْوَابِ ضَخْمَةٍ مِنَ الرِّخَامِ،
وَالسَّقُوفُ مَزِينَةٌ بِنُقُوشٍ هِنْدَسِيَّةٍ حُضِرَ مَهْيَبَةٌ ذَهَبِيَّةٌ جَمِيلَةٌ لَكِنهَا رَقِيقَةٌ. ثَرِيًّا
الْكْرِيسْتَالُ الْبَرَاقَةُ تُشْعُ دَفْنًا يَشْعُرُنِي بِرَغْبَةٍ فِي النَّوْمِ تَحْتَ ضَوْئِهَا. فِي الْحَقِيقَةِ،
تَوْجَدُ أَضْوَاءُ بَرَاقَةٍ وَمَرِيحَةٌ فِي كُلِّ مَكَانٍ. فِي الْخَارِجِ، فِي سَاحَةِ بَرُوكِر،
تَعَصْفُ الرِّيحِ الْبَارِدَةِ فِي أَرْجَاءِ الْمَدِينَةِ، يُوَاجِهُهَا كَانُونُ الْأَوَّلِ الْكَثِيبِ خَارِجَ
تِلْكَ الْأَبْوَابِ الدَّوَارَةِ. أَشْعُرُ أَنَّهُ يُمْكِنُنِي أَنْ أَقْفُ هُنَا إِلَى الْأَبَدِ.

(١) إِسَامْبَارْد كِينْجِدْم بَرُونِيل: مَهْنَدِسٌ بَرِيطَانِيٌّ أَصْبَحَ مَشْهُورًا لِإِنْشَائِهِ السَّكَّةَ الْحَدِيدِيَّةَ
الْغَرِيبِيَّةَ الْعَظِيمَةَ، وَسَلْسَلَةَ مِنْ أَضْخَمِ الْبُؤَاخِرِ وَأَشْهَرِهَا إِلَى جَانِبِ عَدِيدٍ مِنْ
الْجَسُورِ الْمَهْمَةِ مِثْلَ: جِسْرِ كَلِيفْتُونِ الْمَلْعُقِ، الْمُرْتَجِمَةِ.

لا يزال العلماء الثلاثة يعانون مع المصعد. لا يبدو أن أحداً آخر غيري قد لاحظ مأزقهم. يا ترى، هل أسير عبر البهو في اتجاههم وأعرض عليهم المساعدة؟ لما خضتُ معركتي الطويلة مع باب المصعد، اكتشفتُ أن ثمة شيئاً يتعلق بآلية إغلاقه يُخالف المنطق - إذ إنَّك حينما تعتقد أنه قد أُغلق، لا يكون كذلك بالفعل، بل إنه يحتاج إلى دفعةٍ أخيرة بعد. إنها هذا يحدث لي أنا، أمّا الأشخاص الذين جذبوا إعلانات أكاديمية نوبل إلى علاماتهم المميزة، فيجب أن يحلّوا هذه المشكلة بأنفسهم.

أحبُّ أن أفكر في العلماء بأنهم النخبة في كلِّ شيء، وقادرون على تفسير العالم الذي نعيش فيه، وأنهم أسياد كونهم. إنها يبدو أن هذا مجرد وهم مريح. حينما تغيب عن ناظري هذه المهزلة التي تدور أمام المصعد، سأكون قد ركبْتُ سيارة الأجرة تاركاً خلفي أروع مؤتمرٍ حضرته في حياتي. ليس لوجود رؤيةٍ علميةٍ جديدةٍ فيه - بل على العكس تماماً. في الحقيقة، لم يكن ثمة رؤية، يبدو أنه لم يعد ثمة مجالٌ للتقدّم بالنسبة إلى هؤلاء العلماء، ما جعل نقاشاتهم ممتعةً جداً. في العلم، أن تكون عالماً تماماً قد يكون أمراً جيداً، فهذا يعني غالباً أن الثورة قادمة.

ركّز النقاش في أثناء المؤتمر على نظرية الوتر، وهي محاولة لربط نظرية الكم بالنظرية النسبية لأينشتاين. النظريتان متعارضتان، فنحن نحتاج إلى أن نعيد العمل عليهما كي نصف الكون بشكلٍ جيدٍ، ونظرية الوتر قد تكون أفضل رهان. أو ربما قد لا تكون كذلك. أمضيتُ الأيام الثلاثة الماضية أستمعُ إلى العديد من أعظم العقول في يومنا هذا، وهي تناقش كيفية الجمع

بين النظرية النسبية ونظرية الكم. كانت خلاصة نقاشاتهم أنه، وبعد أكثر من ثلاثة عقود على ولادة نظرية الوتر، فإننا لا نزال عاجزين حقاً عن معرفة من أين يجب علينا أن نبدأ.

كان هذا المؤتمر هو مؤتمر سولفاي^(١) في الفيزياء، إنه اللقاء الأغنى في التاريخ. في مؤتمر سولفاي الأول عام ١٩١١ - أول مؤتمر للفيزياء في العالم - ناقش المؤتمر ما سوف يفعلونه بظاهرة النشاط الإشعاعي المكتشفة حينها. هنا في هذا الفندق ناقشت ماريا كوري، وهندريك لورنتز، والشاب ألبرت آينشتاين كيف يمكن للمواد المشعة أن تتحدّى بوضوح قوانين حفظ الطاقة وقوة الدفع. كان النشاط الإشعاعي مجرد حالة شاذة، غير مفهومة. أخيراً حُلّت المشكلة بولادة نظرية الكم. في مؤتمر سولفاي عام ١٩٢٧، سببت الطبيعة الغريبة لنظرية الكم مشكلاتها الخاصة، واستفزت آينشتاين، ونيلز بور، ولورنتز، وأروين شرودنغر، وأرنست رذرفورد، وجون فون نيومان لمناقشة قوانين الفيزياء الجديدة هذه، التي قابلوها بدرجة الارتباك نفسها التي أبدوها تجاه النشاط الإشعاعي.

كانت لحظة استثنائية في تاريخ العلم فقد جسدت نظرية الكم فكرةً جديدةً مفادها أن بعض الأشياء في الطبيعة هي ظواهر عشوائية تماماً، وتحدث دون أيّ سبب. إلا أن هذه الفكرة لم تكن منطقيّة بالنسبة إلى آينشتاين وبور، ولا ذات معنى، لذلك أمضى الرجلان وقتها بعد النقاشات الرسمية في السجال حول معنى هذه الفكرة، فقد كان لديها أسلوبان

(١) مؤتمر سولفاي: مؤتمر علمي في الفيزياء والكيمياء يُعقد منذ عام ١٩١١، المترجمة.

فلسفيان مختلفان تماماً في التعامل مع هذا اللغز. فبالنسبة إلى بور^(١)، كانت هذه الفكرة تعني أن ثمة شيئاً ما خارج الحدود التي وصل إليها العلم. أما آينشتاين، فقد كانت هذه الفكرة تعني له أن ثمة خطأً ما في هذه النظرية. هنا في هذا الفندق قال آينشتاين عبارته الشهيرة: "الله لا يلعب بالنرد". ردّ فعل بور هو أنه لا يمكنهم وضع القواعد والقوانين، قابله العلماء بالشعور بالإحباط الشديد، أما آينشتاين فقد قال: "توقفوا عن إخبار الله بما عليه أن يفعله".

لم يبقَ أحدٌ منهما على قيد الحياة ليرى حلاً مرضياً لهذه المعضلة - في الحقيقة، هي بقيت دون حلّ. إنما إذا صدق بعض المؤتمرين في مؤتمر سولفاي الثالث والعشرين، فهذا يعني أن بور قد كان على حقّ في محدوديّة العلم. اقتنع نصف علماء نظرية الوتر، وهم من أعظم العقول في العالم، أنه لا يمكننا أبداً أن نفهم الكون بأكمله، في حين يعتقد العلماء الآخرون في "نظرية كل شيء" أنه لا بدّ من وجود بعض التفسيرات المتاحة التي يمكننا الوصول إليها، لكنهم لا يعرفون أين يجدونها. ما الذي أدى إلى هذه الحالة الاستثنائية؟ إنَّها ظاهرةٌ غريبةٌ أخرى.

اكتُشفت هذه الظاهرة في عام ١٩٩٧. فقد قاد تحليل الضوء الناتج عن انفجار نجميٍّ بعيدٍ علماء الفلك إلى نتيجةٍ مذهلةٍ وهي أن الكون يتمدد، وأنّ هذا التمدد يتسارع طوال الوقت. أذهل هذا الاكتشاف علماء الكون،

(١) نيلز بور: عالم فيزياء دانماركي، كان له دور بارز في صياغة نماذج لفهم البنية الذرية وميكانيك الكم ولا سيما تفسيره الذي ينادي بقبول الطبيعة الاحتمالية التي يطرحها ميكانيك الكم، ويعرف هذا التفسير بتفسير كوبنهاغن. سُمِّيَ معهد نيلز بور في كوبنهاغن نسبةً إليه. المترجمة.

فلا أحد يعرف لماذا يحدث هذا التمدد على هذا النحو، كل ما يستطيعون قوله هو إن ثمة "طاقة مظلمة" غامضة تعصف بالكون.

وصلت هذه الظاهرة الغريبة، التي نتجت عن مشاهدة بسيطة، بنظرية الوتر إلى حثفها، وألغت كل ما اعتقد مؤيدوها أنهم أنجزوه. ببساطة، هي أظهرت لهم أنه لا يمكنهم تفسيرها - وشعر العديد منهم أن عليهم أن يتوقفوا عن المحاولة. يقولون إن ثمة جواباً مباشراً وواضحاً يلمع أمامنا وهو: لا بد أن كوننا هو واحد من أكوان عدّة، يتمتع كل منها بخصائص مختلفة عن الآخر، وإن محاولة إيجاد الأسباب التي تجعل خصائص كوننا على ما هي عليه مضيعة للوقت.

إنما، هذا ليس صحيحاً، إذ إن ثمة شيئاً ما يثير الإلهام في هذه الظاهرة - وفي أيّ ظاهرة غريبة أخرى. لما أَلَّفَ توماس كون كتابه " *The Structure of Scientific Revolutions*" أو "بنية الثورات العلمية" في بداية ستينيات القرن العشرين، أراد أن يدرس تاريخ العلم لمعرفة أَلغاز طبيعة الاكتشاف. هذه الأَلغاز قادت إلى اختراع مصطلح جديد هو تحول الأنموذج الفكري، الذي أصبح الآن قالباً وأنموذجاً قائماً بحدّ ذاته، وهو يعني أن العلماء يعملون على مجموعة واحدة من المبادئ التي تتعلق بالطريقة التي يقوم عليها عالمنا، وكلّ ما يقومون به، سواء أكان أعمالاً نظريّة أم تجريبية، يُشكّل ويُؤطر ضمن تلك المجموعة. ومع ذلك، سيكون ثمة بعض الأدلة التي لا تتناسب مع هذه المبادئ. في البداية، سيجري تجاهلها، أو خرقها ونقضها، لكنّ هذه الظواهر الغريبة جداً ستتراكم في النهاية بحيث لا يمكن تجاهلها أو خرقها على الإطلاق، وبعدها تأتي الأزمة.

قال كُونُ إِنَّ الأزمة سيتبعها سريعاً أنموذج التحول الفكري الذي سيحظى الجميع من خلاله بطريقةٍ ثوريةٍ جديدةٍ يستطيعون أن يروا العالم عبرها. وتالياً، يمكننا أن نفكر في أفكارٍ كالنسبية، ونظرية الكم، ونظرية الصفائح التكتونية.

حالة الطاقة المظلمة هي أزمة أخرى من تلك الأزمات. يمكن أن نعدّها حالةً محبّطةً، وإشارةً إلى أن العلم قد وصل إلى حائطٍ مسدودٍ. إنما يمكننا أيضاً أن نراها بأنّها حالة ممتعة ومصدر للإلهام. والآن لا بدّ من أن يحدث شيءٌ ما، ويأتي الاكتشاف في أيّ زمانٍ وأيّ مكانٍ. والأمر الممتع أكثر هو أن هذه الظاهرة ليست هي الظاهرة الغريبة الوحيدة في وقتنا الراهن - بل إنّ الطريق لا يزال طويلاً، وسيكون ثمة المزيد.

ليست هذه الظاهرة هي الظاهرة الوحيدة في علم الكون. بل إنّ ثمة مشكلة كونية أخرى هي المادّة المظلمة^(١)، التي اكتُشفت لأول مرة في الثلاثينيات من القرن العشرين. حالها كحال أنموذج كُونُ تماماً، وقد جرى تجاهلها لمدة أربعين عاماً. كانت فيرا روبن، وهي عالمة فلك من معهد كارنيجي في واشنطن العاصمة، أوّل من استخدم هذا الأنموذج، وجعل الناس يتعاملون به. في بداية السبعينيات، من القرن العشرين، بينت فيرا أنّ شكل وحجم ودوران المجرّات يعني أنّ ثمة خطأً أو عيباً ما في الجاذبية، أو أنّ ثمة مادّة في الفضاء أكثر بكثير من التي يمكننا أن نراها. لا أحد يريد أن

(١) المادّة المظلمة: وتسمّى أيضاً المادّة المعتمة أو المادّة السوداء، وهي مادة افتراضت لتفسير جزء كبير من مجموع كتلة الكون، المترجمة.

يفسدَ قوانين نيوتن التي تحكم الجاذبية، لكن لا أحد منا كذلك يعرف ما طبيعة هذه المادّة.

من المريح أحياناً أن نتخيّل أنّ العلم يسيطر على الكون، لكن الحقائق تخبرنا قصّةً مختلفةً. تشكّل المادة المظلمة والطاقة المظلمة بوضعها معاً ٩٦% من الكون. نتيجتان علميتان شاذتان فقط تُظهران لنا أننا لا نستطيع أن نرى إلاّ جزءاً صغيراً جداً مما نسمّيه الكون. الأمر الجيد الآن هو أنّ علماء الكون يخرجون من مرحلة أزمة كُون وهم في طور إعادة خلق كوننا - أو أنّهم سيكونون في هذا الطور عندما يتمكنون من اكتشاف المكان الذي سيقودهم إليه أنموذج التحول الفكري.

ثمة ظواهر غريبة أخرى مثيرةٌ - ربما تكون ثورات قادمة - تنتظر أن تحظى باهتمامنا أيضاً. ثمة البلاسيو أو (تأثير الدواء الوهمي)، إذ تُظهر باستمرار التجارب المدروسة بعناية، التي تمّ ضبطها بدقة، أنّه يمكن للعقل أن يؤثر في الكيمياء الحيوية للجسم بطرائق تزيل الألم، وينتج عنها تأثيرات طبية مذهلة. باستثناء هذا، لم يتأكد أحدٌ تماماً من أنّ التأثير الوهمي موجود فعلاً، تماماً كالمادّة المظلمة. كما عاشت تجارب الانشطار البارد - التي يُجرى فيها رد الفعل الذري داخل ذرات المعدن طاقة أكثر من التي يستهلكها - عاشت عقدين تقريباً من التشكيك، وقد أعلن مؤخراً قسم الطاقة في الولايات المتحدة الأمريكية أنّ الدليل التجريبي قويٌّ كفاية ليستحق التمويل من أجل القيام بجولةٍ جديدةٍ من الأبحاث التجريبية. الغريب في الأمر أنّ الانشطار البارد يعمل على عكس الافتراضات القائمة والمسلم بها في الفيزياء جميعها، ولا يوجد تفسير مناسب لسبب حدوثه على هذا النحو -

أو حتى دليل قوي على أنه يحدث فعلاً. إلا أنه لا يزال أمراً يستحق التقصي والبحث لأنّ الإشارات التي لدينا تفترض أنّ من الممكن أن يكشف الانشطار عن نظرية جديدة أعمق في الفيزياء، التي من الممكن أن يكون لها تأثير كبير في عديد من نواحي العلم. وهناك الإشارة "الذكية" القادمة من الفضاء الخارجي، التي استعصت على التفسير لمدة ثلاثين عاماً، ومعضلة شعورنا بأننا نملك إرادة حرّة على الرغم من أنّ كل الأدلة العلمية تقول عكس ذلك، والمركبة الفضائية التي تحرفها قوّة مجهولة عن مسارها، ومشكلة أنّ لدينا تفسيراً لأصل الجنس والموت باستخدام أفضل النظريات البيولوجية... والقائمة تطول.

قال الفيلسوف كارل بوبر^(١) في إحدى المرات، في شيء من القسوة: "يمكن وصف العلم بأنه فن منهجية التبسيط". على الرغم من أنه التبسيط في حد ذاته، من الواضح أنّ العلم لا يزال لديه الكثير لتتواضع أمامه. ولكن هنا تكمن النقطة التي غالباً ما يسهو عنها العلماء التواقون، لأن كل شيء يبدو ضمن حدود قدراتهم وإمكاناتهم. وصفت الطاقة المظلمة بأنها المشكلة الأكثر إحراجاً في الفيزياء، لكنها ليست كذلك، إنّها بالتأكيد أكبر فرصة للفيزياء - لأنّها تعطينا سبباً لتدقيق وفحص التبسيطات وتصحيحها، وتضعنا أمام حالة جديدة من المعرفة. يعتمد مستقبل العلم على تحديد الأشياء الغامضة، ومحاولاتنا لتفسير الظواهر الغريبة هي بالتحديد ما يقود العلم نحو الأمام.

(١) كارل بوبر: فيلسوف نمساوي - إنكليزي متخصص في فلسفة العلوم، يعدُّ أحد أهم المؤلفين في فلسفة العلم في القرن العشرين. كما كتب بشكل موسع عن الفلسفتين الاجتماعية والسياسية. المترجمة.

في القرن السادس عشر، قادت مجموعة من الحالات السماوية الغريبة عالم الفلك نيكولاس كوبرنيكوس إلى إدراك أن الأرض تدور حول الشمس - وليس العكس. وفي سبعينيات القرن الثامن عشر، استدل عالما الكيمياء أنطوان لافوازييه، وجوزيف بريستي على وجود الأوكسجين من خلال النتائج التجريبية التي تحدت جميع النظريات في ذلك الوقت. ولعقودٍ عدّة من الزمن، لاحظ كثير من الناس التشابه الغريب بين قطع الساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية وقطع الساحل الغربي لأفريقيا، لكن أحداً لم يُشير إلى أن الأمر قد يتعدى المصادفة حتى عام ١٩١٥، فقد أدت مراقبة ألفريد ويجينر الثاقبة إلى ظهور نظريتنا حول الطبقات التكتونية والانجراف القاري؛ أي أن المراقبة هي التي ألغت طبيعة الموسوعة للعلم الجيولوجي، وقدمت نظرية موحدة فتحت المجال لاستقصاء مليارات السنين من تاريخ الأرض. لقد قام تشارلز داروين بعملٍ بطولٍ مماثل في علم الأحياء من خلال نظريته في التطور بالانتقاء الطبيعي، فانتهت فجأة أيام مراقبة التنوع الكبير في الحياة على الأرض من دون القدرة على ربط هذه الأنواع ببعضها بعضاً. الأمر ليس مجرد تجارب ومشاهدات، إذ إن ثمة ظواهر غريبة فكرية، كالتعارض بين النظريتين الذي قاد ألبرت آينشتاين إلى اختراع النظرية النسبية، وهي النظرية الثورية التي غيرت نظرتنا إلى الأبد فيما يخص الفضاء، والوقت، والنطاقات الشاسعة للكون.

لم يحصل آينشتاين على جائزة نوبل لأجل نظريته في النسبية، وهذه ظاهرة غريبة أخرى - لأن الطبيعة الغريبة للإشعاع الحراري هي التي جلبت له وسام العلم في نهاية المطاف. قادت مراقبة الحرارة ماكس بلانك

إلى أن يقترح أنّ الإشعاع يمكن أن يُعدَّ كالإشعاع الموجود في الكميات والكتل. بالنسبة إلى بلانك، فإنّ نظرية الكم هذه كانت مجرد خدعةٍ رياضيّةٍ متقنّةٍ، إلّا أنّ آينشتاين استخدمها ليثبت أنّها أكثر من ذلك. بإلهامٍ من عمل بلانك، أثبت آينشتاين أنّ الضوء كمّي - وأنّ التجارب يمكن أن تكشف كل حزمةٍ كمّيّةٍ من الضوء. اكتشاف آينشتاين أنّ مادّة الكون قد تشكّلت من كتل، هو الذي جعله يفوز بجائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٢٢.

جائزة نوبل في الفيزياء ليست الجواب عن كل شيء - والمشهد الذي رأيته في بهو الميتروبول جعل هذا واضحاً تماماً بالنسبة لي. لماذا لا يتمكن هؤلاء الرجال الثلاثة، وهم من أعظم العقول في عصرهم، من رؤية الحل الواضح؟ لا أعرف إن كان آينشتاين سيعاني مع ذلك المصعد، إن كان كذلك، لكان هنا الآن يرفع يديه إلى العليّ القدير طالباً إليه العون والمساعدة.

الاعتراف أنّك قد علفت ليس بالأمر السهل بالنسبة إلى العلماء، وتجاهلهم لهذا الاعتراف يُعدّ الخطوة الأولى لهم في طريقٍ جديدٍ ممتع. وحينما تفعل هذا، وتلحق بزملائك كي تساعدك في حل القضية العالقة بدلاً من جعلهم يتجاهلونها، حينها فقط يمكنك أن تتابع رحلتك.

في العلم، أن تكون عالماً إشارة أو دلالة على أنّك توشك أن تقوم بقفزةٍ كبيرةٍ إلى الأمام، فالأشياء الغامضة بطريقةٍ أو بأخرى، هي الأشياء الوحيدة المهمة.

الكون المفقود

لا يمكننا أن نفسر إلا ٤% من الكون

تهتم القبائل الهندية الموجودة في محيط مدينة فلاغستاف في أريزونا كثيراً بصراع الإنسان من أجل تحقيق السلام والوئام. وتبعاً لعاداتهم وتقاليدهم، فإنّ صعوبات وإرباكات الحياة ترتبط بترتيب النجوم في السماوات - أو انعدامه. تهدف تلك اللآلئ الموجودة في السماء إلى مساعدتهم في إيجاد الحياة الهادئة، والمطمئنة، لكن لما كانت المرأة الأولى تستخدم النجوم لكتابة قوانين الأخلاق في الظلام، نفذ صبر القيوط "الذئب"، ورماتها خارج إنائها، وبعثها في السماوات. فكان نفاذ صبر القيوط هذا سبباً أدى إلى حدوث فوضى النجوم في السماوات، وفوضى وجود الإنسان.

ربما يجد علماء الفلك، الذين يمضون الليالي وهم يحدقون السماء فوق فلاغستاف، ربما يجدون بعض الراحة في هذه الحكاية. على قمة التل، في أعلى المدينة، يقبع التلسكوب الذي أدخلتنا مراقبة السماء عبره في دراسة فوضى النجوم، والطريقة التي تتحرّك وفقها، في ارتباكٍ شديدٍ. في بداية القرن العشرين، أدى اجتياز ضوء النجوم لتلسكوب كلارك في مركز لويل للمراقبة في فلاغستاف، إلى سلسلة من المراقبات التي قادتنا إلى أحد أغرب الاكتشافات في العلم وهو أنّ: معظم كوننا مفقود.

إذا كان مستقبل العلم يعتمد على تحديد الأشياء الغامضة، فإنّ الكون يحوي الكثير كي يقدمه إليه. نحن نتوق إلى معرفة ممّ صنّع هذا الكون، وممّ يتكوّن، وكيف يعمل، أي بمعنى آخر، نحن نتوق إلى معرفة الجزيئات المكونة له، والقوى التي تقود تفاعلاته، هذا هو جوهر "النظرية النهائية" التي يحلم بها علماء الفيزياء؛ موجزٌ بليغٌ عن الكون وقواعد الارتباط فيه. تعطي الصحف والمجلات والتقارير المتلفزة، في بعض الأحيان، انطباعاً بأننا ذو شك أن نصل إلى هذه النظرية، لكننا لسنا كذلك. من الصعب أن نجد النظرية النهائية طالما أننا نتعامل مع حقيقة أنّ معظم القوى والجزيئات التي من المفترض أن تصفها هذه النظرية هي قوىٌ وجزيئاتٌ مجهولة تماماً بالنسبة إلى العلم. نحن محظوظون جداً لأننا نعيش في العصر الذهبي لعلم الكون، على الرغم من أننا نعرف كثيراً عن نشأة هذا الكون، وكيف وصل إلى حالته التي هو عليها الآن، إلا أننا لا نزال لا نعرف تماماً ماهية معظمه، وإذا أردنا تحديد نسبة الكون المفقود فهي تعادل تقريباً ٩٦% من الكون ككل.

تبدو النجوم التي نراها على أطراف المجرات البعيدة كأنّها تتحرّك وفق إرشادات الأيدي الخفية التي تثبّت النجوم في مواقعها، وتمنعها من التطاير في الفضاء الخالي. وتبعاً لأفضل حساباتنا، فإنّ المادة التي تتشكل منها هذه الأيدي الدالة الخفية - المعروفة لدى العلماء باسم المادة المظلمة - تشكل تقريباً ربع كميّة الكتلة الكليّة للكون، وعلى الرغم من هذا، فإنّ المادة المظلمة تبقى مجرد اسمٍ نستخدمه، وليس لدينا أدنى فكرة عن ماهيتها.

بعدها تأتي الطاقة المظلمة. لما أظهر ألبرت آينشتاين أنّ الكتلة والطاقة وجهان لعملةٍ واحدةٍ، أي أنّ الواحدة منهما يمكن أن تتحوّل إلى الأخرى

باستخدام معادلته: الطاقة (e) = الكتلة (m) × مربع سرعة الضوء (c)،
وضع عن غير قصد الأسس للمشكلة الأكثر إخراجاً في علم الفيزياء. إنَّ
الطاقة المظلمة هي الاسم الذي أطلقه العلماء على الجوهر الخفي الذي يجعل
نسيج الكون يتمدد بشكلٍ أسرع مولداً المزيد من الفضاء الخالي بين
المجرات؛ وباستخدامك لمعادلة آينشتاين الخاصة بتحويل الطاقة إلى كتلة،
ستجد أنَّ الطاقة المظلمة تشكّل ٧٠% من كتلة الكون (بعد اكتشاف
آينشتاين، ينبغي أن نسميه فعلاً طاقة - كتلة). لا أحد يعرف من أين جاءت
هذه الطاقة، وما هي، وفيما إذا كانت ستستمر في تسريع تمدد الكون إلى
الأبد، أو أن طاقتها ستنفد في النهاية. حينها يكون الأمر متعلقاً بالمكونات
الأساسية للكون، يبدو أن لا أحد يعرف أكثر من هذا. إنَّ عالم الذرات
المعروف - والأشياء التي تتألف منها - يمثلان فقط جزءاً صغيراً من الكتلة
والطاقة الموجودتين في الكون، أما ما تبقى فهو لغزٌ لم يُحلَّ بعد.

كيف وصلنا إلى هنا؟ بسبب هوس أحدهم بالحياة على كوكب المريخ.
في عام ١٨٩٤، كان بيرسيفال لويل، وهو صناعيٌّ ثريٌّ من ولاية
ماساشوستس، كان مهووساً بفكرة وجود حضارةٍ غريبةٍ على الكوكب
الأحمر. قرر لويل، على الرغم من السخرية القاسية التي قوبل بها من عديدٍ
من علماء الفلك في ذلك الوقت، قرر أن يبحث عن دليلٍ فلكيٍّ قاطعٍ لدعم
اعتقاده. أرسل لويل كشافاً إلى أماكن عدّة في الولايات المتحدة، وقرر بعدها
أنَّ سماء أريزونا الصافية فوق فلاغستاف هي المكان الأمثل لهذه المهمة. بعد
عامين من المراقبة عبر تلسكوبٍ صغيرٍ، اشترى لويل تلسكوباً قياساً ففتحته

٢٤ إنشأ (الذي كان يُعدُّ من أضخم التلسكوبات في ذلك الوقت) من صناعيٍّ من مدينة بوسطن، وشحنه إلى فلاغستاف عبر السكة الحديدية في سانتا في.

وهكذا، بدأ عصر علم الفلك الكبير؛ كلّف تلسكوب كلارك لويل عشرين ألف دولار، ووضعه في قبةٍ رائعةٍ مكسوةٍ بخشب الصنوبر على قمة تل مارس أو (تل المريخ)، وهي طريقٌ حادٌّ متعرجٌ سمّيت بهذا الاسم تكريماً لهوس لويل العظيم. ضمّن التلسكوب مكانه عبر التاريخ، ففي الستينيات من القرن الماضي استخدمه رواد الفضاء في مركبة أبولو ليلقوا نظرهم الأولى على الأماكن التي سيهبطون فيها على القمر. وقبل عقود استخدمه شابٌ جادٌ ومتخصصٌ يُدعى فيستو ميلفين سليفر لإطلاق علم الكون الحديث.

كان سليفر صبيّاً ريفياً من أصولٍ هنديةٍ ولد عام ١٨٧٥. جاء إلى فلاغستاف كمساعدٍ لبرسيغال لويل عام ١٩٠١، بعد حصوله على شهادةٍ في الميكانيك وعلم الفلك مباشرةً. وظّف لويل سليفر لديه على مضض لفترةٍ قصيرةٍ محددةٍ، كخدمةٍ لأحد أساتذته القدماء، لكنّ الأمور لم تجر كما خطط لها لويل، لأنّ سليفر لم يغادر إلّا بعد ثلاثة وخمسين عاماً، وذلك عندما تقاعد من منصبه كمدير لمركز المراقبة.

على الرغم من تعاطفه مع هوس مديره، إلّا أنّ سليفر لم يكن مهتماً كثيراً بالحضارة المريخيّة. بل إنّه كان مأخوذاً بالطريقة التي تتحرّك بها كرات الغاز والغبار - أي النجوم والكواكب - في أرجاء الكون. أحد أكبر الألغاز التي واجهت علماء الفلك في ذلك الوقت كان لغز الكواكب الصغيرة. كان بعضهم يعتقد أنّ تلك الومضات الخافتة في سماء الليل هي

تجمعات كبيرة للنجوم، ووصفها الفيلسوف إيمانويل كِنت بأنها "جزيرة أكوان". بعضهم الآخر، اعتقد أنّها ببساطة أنظمة كوكبية بعيدة. ما يثير السخرية في هذا الأمر أنّ بحث سليفِر عن حلّ لهذا السؤال، قادنا إلى القلق من الأشياء التي لا نراها، أكثر من الأشياء التي نراها.

في عام ١٩١٧، لما كان ألبرت آينشتاين يضع اللمسات الأخيرة لوصفه الطريقة التي يتصرّف بها الكون، كان في حاجةٍ إلى معرفة حقيقة تجريبية واحدة ليسوي الأمر كله، فوجّه سؤالاً إلى علماء الفلك في العالم حينها، وهو: هل الكون يتمدد، أو يتقلّص، أو أنّه يبقى ثابتاً؟

وصفت معادلات آينشتاين الطريقة التي سيتطور وفقها شكل الزمان - المكان (أبعاد الزمان والمكان التي تُشكّل مع بعضها النسيج الكوني) اعتماداً على الكتلة والطاقة الموجودتين ضمن الكون. في الأساس، جعلت هذه المعادلات الكون يتمدد أو يتقلّص تحت تأثير الجاذبية، في حين إذا بقي الكون ثابتاً، وجب عليه أن يضيف شيئاً آخر، وهو: مصطلح انعدام الجاذبية الذي يمكن أن يظهر حيث تنعدم قوة سحب الجاذبية. لم يكن آينشتاين مهتماً بهذه الإضافة، طالما أنّ الكتلة والطاقة هما التفسير المنطقي في حالة انعدام قوة سحب الجاذبية، إذ أنّ يكون ثمة سبب واضح يدفع إلى وجود مصطلح انعدام الجاذبية.

لسوء حظ آينشتاين، في ذلك الوقت كان ثمة إجماع بين علماء الفلك على أنّ الكون ثابتٌ. لذلك أضاف بحزنٍ مصطلح انعدام الجاذبية ليُنهي فكرته حول تمدد الكون أو تقلّصه. كان هذا المصطلح معروفاً باسم الثابت الكوني (لأنّ تأثيره يكون في الأشياء الموجودة في نطاق المسافات الكونية،

وليس في نطاق الظواهر اليومية ضمن مجموعتنا الشمسية، وقدمه مع الاعتذار الشديد. قال أينشتاين: "إنّ هذا الثبات لا يمكن تسويغه من خلال معرفتنا الدقيقة بالجاذبية"، أي أنّه قد وُضع فقط لجعل المعادلات تتناسب مع البيانات. يا للعار، في ذلك الحين لم يُعر أحدُ انتباهاً إلى نتائج سليفر.

كان سليفر يستخدم تلسكوب كلارك ليقيس إن كانت الكواكب الصغيرة تتحرّك بالنسبة إلى الأرض. ومن أجل ذلك فقد استخدم السيكتوغراف، وهو آلة تحلل الضوء المار في التلسكوب إلى الألوان المكونة له. أدرك سليفر من خلال النظر إلى الضوء الصادر عن الكواكب الصغيرة، أنّ الألوان المتعددة لهذا الضوء تتغير اعتماداً على اقتراب الكواكب من الأرض أو ابتعادها عنها. اللون هو سبيلنا إلى تفسير التردد الإشعاعي (وهو عدد الأمواج في الثانية). حينما نرى قوس قزح، فإنّ ما نراه هو أشعةٌ بتردداتٍ مختلفةٍ. الشعاع البنفسجي هو شعاع عالي التردد نسبياً، أما الأحمر فهو الأقل تردداً، وهكذا بالنسبة إلى كل شعاعٍ آخر يقع بينهما.

إنّ إضافة الحركة إلى هذا، سينتج عنه ما يعرف باسم تأثير دوبلر^(١): وفيه يبدو كأنّ تردد الشعاع يتغيّر، تماماً كما يبدو أنّ ضوء سيارة الإسعاف يتغيّر عندما تجازنا بسرعة في الشارع. إذا كان قوس القزح يتحرّك بسرعة نحوك، فإنّ كل الألوان ستتحوّل إلى النهاية الزرقاء للطيف، وسيحصل عدد الأمواج التي تصل إليك في كل ثانية على دفعةٍ من حركة اقتراب قوس القزح؛ يسمّى هذا الانتقال الأزرق. أمّا إذا كان قوس القزح يسرع مبتعداً

(١) تأثير دوبلر: هو تغير ظاهري للتردد أو الطول الموجي للأمواج عندما يرصدها مراقب متحرك بالنسبة للمصدر الموجي. المترجمة.

عنك، فإنّ عدد الأمواج التي تحصل عليها في الثانية سيتناقص، وتردد الأشعة سيتدنى ليصل إلى النهاية الحمراء للطيف؛ ويسمى هذا الانتقال الأحمر.

الأمر نفسه يحدث بالنسبة إلى الضوء القادم من الكواكب الصغيرة البعيدة. إذا كانت الكواكب تتحرّك نحو تلسكوب سليفير، فإنّ ضوءها سيكون أزرق. أما إذا كانت تتحرّك مبتعدةً عن الأرض فإنّ الضوء سيكون أحمر. جاذبية تغيير التردد هي التي تعطي السرعة.

عام ١٩١٢، أكمل سليفير أربع موجات سبيكتروغراف. ثلاث منها باللون الأحمر، وواحدة - هي موجة مجرة أندروميديا - وكانت زرقاء. في العامين التاليين، قاس سليفير حركة اثنتي عشرة مجرةً أخرى، جميعها حمراء باستثناء واحدة. في الحقيقة، كانت النتائج مذهلة، وقد حظيت بحفاوةٍ بالغة حينما قدّمها في اجتماع الجمعية الفلكية الأميركية في آب عام ١٩١٤.

يعدُّ سليفير أحد أبطال علماء الفلك المغمورين. وتبعاً لسيرته الذاتية في الأكاديمية الوطنية للعلوم، فإنّه "ربما قام باكتشافات مؤسّسة أكثر من أي عالم فلكٍ مراقبٍ آخر في القرن العشرين". ومع ذلك، وعلى الرغم من إسهاماته كلها، فقد حصل على القليل من التقدير على خريطتين؛ إحداهما تعود إلى القمر، والأخرى إلى كوكب المريخ. فخارج حدود السماء، يوجد بركانان يحملان اسمه.

السبب وراء هذا التقدير الضئيل له هو أنّ سليفير كانت لديه عادة تتمثّل في عدم قدرته على إيصال اكتشافاته بالشكل الصحيح. فقد كان يكتب ورقةً بنتائجه أحياناً، أو يرسلها، في أحيانٍ أخرى، في رسائلٍ إلى علماء فلكٍ آخرين. كان سليفير حسب سيرته الذاتية، "رجلاً محافظاً وحذراً

أدهش أعين العامة، ونادراً ما كان يحضر اجتماعاتٍ فلكيةٍ. " على ما يبدو كان ظهوره في آب عام ١٩١٤ ظاهرةً غريبةً. إلا أن هذا الظهور وضع عالم فلكٍ انكليزياً يُدعى إدوين هابل على طريق الشهرة.

يعمل عالم الكون في جامعة كامبريدج ستيفن هاوكينغ على مراقبة ساخرةٍ في كتابه "الكون في قشرة جوزة"، ويقارن التسلسل الزمني لمسيرة سليفر وهابل، مع ملاحظة كيف أن هابل قد تقيّد باكتشافه أن الكون يتمدد عام ١٩٢٩، كما يضع هاوكينغ إشارة مرجعية إلى المرّة الأولى التي ناقش فيها سليفر نتائجه أمام العامة. يقول هاوكينغ إنه لما وقف الجمهور ليرى اكتشافات سليفر في الجمعية الفلكية الأميركية في آب عام ١٩١٤، "كان هابل يسمع العرض الذي قدّمه."

لما كان آينشتاين يتلمس آراء علماء الفلك في الكون عام ١٩١٧، أثبتت مراقبات سليفر أن واحداً وعشرين كوكباً صغيراً من أصل خمسةٍ وعشرين كانت تندفع مبتعدة عن الأرض، مقابل أربعةٍ فقط كانت تقترب منها. كانت هذه الكواكب جميعها تتحرّك بسرعاتٍ مذهلةٍ - وسطياً أكثر من ٢ مليون كيلو متر في الساعة، وقد شكّل هذا صدمةً لأن معظم النجوم في السماء لا تقوم بالشيء نفسه؛ في ذلك الوقت كان العلماء يعتقدون أن مجرّة درب التبانة هي الكون كله، وأن النجوم ساكنة بالنسبة إلى الأرض. غير سليفر هذا الاعتقاد، ونسف كوننا كله، كما افترض أن الكواكب الصغيرة هي "مجموعاتٌ نجميةٌ يمكن رؤيتها من مسافاتٍ بعيدة"، واكتشف بهدوء أن الفضاء مليءٌ بمجراتٍ لا تُعدُّ ولا تُحصى تتجول في الأفق.

لما نُشرت قياسات السرعة هذه في محاضر جمعية الفلاسفة الأميركيين، لم يستفد منها أحد، وبالتأكيد فإنّ سليفّر لم يكن مبتدلاً ليستجدي من أحدٍ الاهتمام بعمله. على الرغم من ذلك، كان من الواضح أنّ هابل لم ينسَ هذه النتائج، فقد طلب من سليفّر البيانات ليضيفها إلى كتابٍ عن النسبية. وفي عام ١٩٢٢، أرسل إليه سليفّر جدولاً بسرعات الكواكب الصغيرة، وجمع هابل في عام ١٩٢٩ مراقبات سليفّر مع مراقبات بعض علماء الفلك (مع مراقباته الشخصية) ووصل إلى نتيجةٍ مهمةٍ.

إذا أخذت المجرّات التي تتحرّك مبتعداً عن الأرض، ورسمت مخططاً لسرعاتها مقابل بُعد مسافتها عن الأرض، فستجد أنّه كلّما كانت المجرّة أبعد، كانت حركتها أسرع. إذا كانت إحدى المجرّات المتسابقة تبعد ضعفي مسافة مجرّة أخرى عن الأرض، فستكون سرعتها إذاً ضعفي سرعة هذه المجرّة. وإذا كانت ثلاثة أضعاف، فإنّ سرعتها ستكون أكبر بثلاث مرّات. بالنسبة إلى هابل، كان ثمة تفسير واحد فقط لهذا، وهو أنّ المجرّات مثل الورق الملتصق على البالون، إن نفخته، فستجد أنّ النقاط لا تكبر، إنّها يتباعد بعضها عن بعض، وكذلك المسافة بين المجرّات تتزايد. وعليه فقد اكتشف هابل أنّ الكون يتمدد.

بالتزامن مع فكرة التمدد هذه ظهرت فكرة الانفجار العظيم في علم الكون، فقد اقترحت هذه الفكرة للمرّة الأولى في عشرينيات القرن العشرين ما خلق نوعاً من الحيرة؛ فالكون إذا كان يتمدد، فمعنى ذلك أنّه كان أصغر وأكثر كثافة، الأمر الذي دفع علماء الفلك إلى البدء في التساؤل ما إذا كانت هذه هي الحالة التي بدأ عليها الكون. قادّت أعمال فيستو سليفّر إلى الدليل

الأول عن أصولنا التي لا نهاية لها. سيقودنا الدليل نفسه في النهاية إلى اكتشاف أن الكون في معظمه هو كون غامض.

لتفهم كيف نعرف أن جزءاً مهماً من الكون مفقود، اربط كتلة ما بخيطٍ طويلٍ، ثم دع الخيط يتدلى، وأرجح الكتلة بشكلٍ دائريٍّ. في نهاية الخيط الطويل، ستتحرك الكتلة ببطءٍ شديدٍ - يمكنك أن تراقبها دون أن تصاب بالدوار، واصل اللعب بالخيط، بحيث تشكل الكتلة مداراتٍ صغيرة جداً حول رأسك، ولتحافظ على دوران الكتلة في الهواء، حتى لا تسقط ويخنقك الخيط، عليك أن تجعلها تتحرك بسرعةٍ أكبر - بسرعةٍ كبيرة جداً بحيث يمكنك بعناء أن تراها.

الأساس نفسه في عمل حركة الكواكب؛ الأرض، في موقعها القريب من الشمس، تتحرك في مدارها بشكلٍ أسرع بكثيرٍ من كوكب نبتون، الذي يقع على مسافةٍ أبعد منها، والسبب في ذلك بسيط، وهو أن الأمر يتعلق بقوى التوازن. فقوة جاذبية الشمس تكون أقوى على المسافة الشعاعية للأرض منها على المسافة الشعاعية لكوكب نبتون، لذلك يجب أحياناً على الأرض أن تتحرك بشكلٍ سريعٍ نسبياً بسبب كتلتها لتحافظ على مدارها، أمّا كوكب نبتون فإنه يتحرك ببطءٍ لبقى في حالة توازن، ويحافظ على مداره بسبب وجود قوة سحبٍ أقلّ آتية من الشمس البعيدة. فكوكب نبتون إذا تحرك بسرعة الأرض نفسها، فإنه سيطير ويصبح خارج المجموعة الشمسية.

أي نظام للمدارات ينبغي أن يتبع القاعدة الآتية: توازن قوة سحب الجاذبية، وقوى الطرد المركزية يعني أنه كلما كان الجسم أبعد عن السبب

الذي يبقية في مداره، كانت حركته أبطأ، وهذا ما لم يره عالم فلك سويسري يُدعى فريتز زفيكي^(١) في عام ١٩٣٣.

لما بُدئ تشييد جسر غولدن غيت، وعُيّن أدولف هتلر البالغ من العمر ثلاثة وأربعين عاماً مستشاراً في ألمانيا، لاحظ زفيكي شيئاً غريباً بشأن تجمع كوما للمجرات، وهو أنّ النجوم ترسل كميةً محددة من الضوء في كل كيلو متر تقريباً، لذلك تمكّن زفيكي من تقدير عدد النجوم التي يحتويها تجمع كوما بالنظر إلى كمية الضوء المنبعث منه، غير أنّ مشكلته كانت في أنّ هذه النجوم تتحرك على أطراف المجرات مبتعدةً بسرعةٍ كبيرةٍ لتصبح مقيدةً بقوة سحب الجاذبية لتلك الكمية من المادة. ووفقاً لحساباته، فإنّ التفسير الوحيد لهذا الأمر هو أنّ ثمة كتلة أكبر بنحو أربعمئة مرّة في تجمع كوما من الكتلة الممكن حسابها للمادة المرئية فيه.

كان ينبغي أن يكون هذا كافياً لملاحقة المادة المظلمة، لكنّ ذلك لم يحدث - لأسوأ الأسباب العلميّة. يمكنك العودة إلى الإنترنت والبحث عن مراجع عن زفيكي، وستجد صفة الرائع إلى جانب الجاحد، والعبقري إلى جانب لا يُطاق، كسليفير، الذي لم يُذكر اسمه كثيراً في كتب علم الفلك، على الرغم من اكتشافاته العديدة المهمة. لقد كان زفيكي أوّل من رأى أنّ المجرات تُشكّل تجمعات، وابتكر مصطلح سوبرنوف، أو الانفجار النجمي،

(١) فريتز زفيكي: عالم فيزياء وفلك سويسري، من أهم أعماله العلمية بحوثه في النجوم النيوترونية والمادة المظلمة التي فكر فيها عن دراسته للمجرات وسرعة دورانها حول نفسها. المترجمة.

بالفعل إنه كان إنساناً فريداً في نوعه استطاع أن يبني منحدرًا للتزلج إلى جانب مركز مراقبة جبل ويلسون في سلسلة جبال سان غابرييل في كاليفورنيا. كان زفيكي في الشتاء يسحب زلاجاته معه إلى العمل، وبذلك يتمكن من إبقاء مهاراته في التزلج مصقولة، لكن مهاراته الشخصية ومهاراته في التعامل مع الآخرين هي التي كانت في حاجة إلى الاهتمام الأكبر. لقد كان زفيكي رجلاً قاسياً، وصعباً ومقتنعاً بعقريته، وبأنه لن ينال أبداً التقدير الذي يستحقه، كما كان لديه ميلٌ إلى تسمية جميع زملائه بـ "الحمقى الكرويين" أي أنك ستراهم حمقى كيفما نظرت إليهم؛ لا عجب بعد هذا أن زملاءه جميعاً غضبوا أنظارهم عن اكتشافه للكتلة المفقودة من تجمع كوما.

إلا أنه كان على حق؛ فهناك شيءٌ ما لم تتم إضافته إلى كتلة المجرات، ما لم يكن الكون مشبعاً كثيراً بالمادة المظلمة. في عام ١٩٣٩، وفي تدشين مركز مراقبة ماكدونالد في ولاية تكساس، أضاف عالم الفلك الدنماركي يان أورت^(١) شيئاً إلى الدليل. ألقى أورت محاضرةً وضح فيها أن توزع الكتلة في مجرةٍ إهليلجية محددةٍ يجب أن يكون مختلفاً تماماً عن توزع الضوء، ونشر البيانات بعد ثلاث سنواتٍ، جاعلاً هذه النقطة بالتحديد واضحةً نظرياً. مرةً أخرى، الجواب الكوهيني التقليدي، لم يُبدِ أحدٌ أي ردّ فعلٍ حول هذا الموضوع، كما أن أحداً لم يتأثر. إن هذه القدرة المذهلة على تجاهل مثل هذه

(١) هندريك يان أورت: عالم فلك هولندي شهير. قدم العديد من الإسهامات المهمة في علم الفلك، وكان رائداً في مجال علم الفلك الراديوي. في عام ١٩٣٢ أصبح أول شخص يرصد دليلاً على وجود المادة المظلمة. المترجمة.

النتائج الغريبة الشاذة استمرت لعقودٍ، ولسببٍ ما، حتى استمع الناس أخيراً إلى فيرا روبين^(١).

وضعت روبين، وهي الآن في أواخر السبعينيات من عمرها، بصمتها المميّزة في علم الكون عندما كانت في الحادية والعشرين من عمرها. في عيد رأس السنة عام ١٩٥٠، نشرت صحيفة الواشنطن بوست تقريراً عن كلام لروبين في الجمعية الفلكية الأميركية، تحت عنوان (الأم الشابة تكتشف مركز الخلق من خلال حركات النجوم) مشيدةً بإنجازاتها. وصف النص المرافق للعنوان عمل روبين "بالجريء جداً... لأن معظم علماء الفلك يعتقدون أنّ نظرياتها لا تزال غير ممكنة." إلا أن أجراً أعماها، وهو سعيها إلى جعل المادّة المظلمة تُؤخذ على محمل الجد، لم يكن قد أتى بعد.

إنما هي الأخرى لم تأخذ نفسها على محمل الجدّ، وتقول في هذا الصدد إنّ هدفها من هذا هو تلقين العالم درساً يعرف من خلاله إلى أيّ حدّ يمكن للعالم أن يكون أحرقاً. في عام ١٩٦٢، كانت روبين تُدرّس في جامعة جورج تاون في واشنطن العاصمة، وكان معظم طلابها من مركز المراقبة البحرية الأميركية، وهم علماء فلكٍ بارعون جداً كما تدّعي روبين، كانوا معاً قادرين على رسم خريطةٍ للدوران المنحني للمجرة، وهو مخطط يُظهر كيف

(١) فيرا روبين: عالمة أمريكية في مجال علم الفلك، حازت جائزة قلادة العلوم الوطنية الأمريكية. اهتمت بأبحاث المادّة المظلمة وتوزيعها، واكتشفت التناقض بين الحركة الزاوية المتوقعة للمجرات والحركة المرصودة من خلال دراسة منحنيات الدوران المجري. أصبحت هذه الظاهرة معروفة باسم مشكلة دوران المجرة، وكانت دليلاً على وجود مادة مظلمة. المترجمة.

تتغير سرعة النجوم عندما تبعد عن مركز المجرة، تماماً كما هي الحال مع الكتلة المربوطة بالوتر، التي تدور حول رأسك، ينبغي أن تتناقص السرعات كلما ابتعدت عن المركز. على الرغم من هذا فإن رويين وطلابها من باحثي مركز المراقبة الملاحية وجدوا أن الأمر لم يكن كذلك، لأنهم لما ابتعدوا عن المركز، كان الانحناء ثابتاً. جرى فيما بعد تقديم النتائج في ثلاث ورقات لم تفعل رويين بها أي شيئاً.

بعد ثلاث سنوات، أي في عام ١٩٦٥، حصلت رويين على عملٍ في معهد كارنيجي في واشنطن، وبعد عام من العمل المضني في البحث عن الكوازارات أو أشباه النجوم، أبعدها الأجسام المعروفة، أرادت أن تفعل شيئاً أقل تنافسيةً، شيئاً خاصاً بها تصنعه بنفسها، لذلك قررت أن تنظر إلى خارج المجرات لأن أحداً لم يدرسها من قبل، فالجميع كانوا يركزون على مراكز المجرات. لم تنسَ رويين عملها مع طلاب مركز المراقبة الملاحية فقط، بل لم تصدق أيضاً النتائج التي حصلت عليها عندما كانت تجمعها. قاست رويين السرعات بمراقبة الطريقة التي تُغير فيها الحركة طيف الضوء القادم من نجم ما، ثم جمعت ما يقارب أربعة أطياف كل ليلة، وابتعدت تدريجياً عن مركز المجرة، وعلى الرغم من أنها طوّرت الأطياف عندما كانت تلاحقها، وجميعها بدت متساوية، إلا أن أحداً لم يحرك ساكناً.

تقول رويين: "لطالما اعتقدتم أن المرحلة التالية ستفشل ولكن هذا لم يحدث."

أخيراً، حصلت رويين على ما تريده. ففي عام ١٩٧٠، رسمت خريطة لمنحنى دوران أندروميديا، وبقيت سرعة النجم نفسها مهما ابتعدت

في نظرها. مع بقاء سرعات النجوم عاليةً في طرف المجرة، يجب أن تُلقى قوى الطرد المركزي بنجوم أندروميديا الخارجية في الفضاء البعيد. في الحقيقة، ينبغي أن يتناثر نجم أندروميديا، إلا إذا كان محاطاً بهالةً من المادة المظلمة، وهذا ما كان هو عليه.

لا أحد يعرف ما هي المادة المظلمة حقاً. لما كتب مالكولم لونغاي، وهو أستاذ في جامعة كامبريدج، كتابه التمهيدي عن علم الكون "كوننا المتطور أو *Our Evolving Universe*"، وضع قائمةً ضمّنها بعض الأشياء التي قد تزول في المستقبل، وجاء في رأس هذه القائمة الكواكب النجمية والنجوم منخفضة الكثافة، في حين جاء قزميد المنازل ونسخ من المجلة الفيزيائية الفلكية في نهايتها. إذا كان الهدف من هذه القائمة هو اختيار أحد هذه الأشياء، فإنّ نسخ المجلة هي الجواب الأنسب بينها، وبذلك تُضاف قصةٌ مسليةٌ أخرى ومثيرةٌ للسخرية إلى قصة المادة المظلمة، لأنّ مجلة الفيزياء الفلكية هي المكان الذي نُشرت فيه رويين نتائج أبحاثها، وأخرجت المادة المظلمة من ثباتها عام ١٩٧٠.

ليس من الضروري أن تحصل على تلك النتائج من الصحيفة، فالعنوان يبدو محبطاً: (دوران نيولا أو سديم أندروميديا من خلال رصد التحليل الطيفي لمناطق انبعاث الضوء). يبدو أنّ الخلاصة التي وصلت إليها الورقة لا تحوي على أيّ شيءٍ مثيرٍ للجدل، ونتائجها مخيبة للآمال أيضاً، فهي تُقدّم البيانات - قياسات سرعات دوران النجوم في أندروميديا - ولا تقول أيّ شيءٍ آخر. ومع ذلك، لا يزال المخطط البياني من الصفحة ١٢ معلقاً على حائط مكتب رويين في قسم المغناطيسية الأرضية في معهد

كارنيجي في واشنطن العاصمة، ولا يزال على القدر نفسه من الأهمية والغموض اللذين كان عليهما حين نشره.

فكرة أنّ مجموعةً من المادّة الخفيّة تربط النجوم الخارجية لأندروميديا لم تشتهر مباشرةً، لكن على الأقل لم يجرّ تجاهلها هذه المرّة. في البداية، سوّغ علماء الفلك تعاميمهم وتغاضيهم اللذين استمرّا سبعة وثلاثين عاماً، ثمّ بدؤوا برسم منحنياتهم الدورانية الخاصة، باختراع تفسيراتٍ غريبةٍ للطريقة التي يمكن أن تتوزع بها الكتلة في المجرّة. تقول روبين: إنّ أياً من هذه الجهود لم يقنعها، لأنّه دائماً كانت توجد نقطتان بعيدتان جداً عن المنحنى ويجري تجاهلها، كما لو أنهم كانوا يريدون جعل الأفكار مثيرةً للضحك.

في ثمانينيات القرن العشرين، توقف علماء الفلك عن محاولة التلاعب بهذه البيانات. فقد كان ثمة شيءٌ ما يتعلق بجاذبية المجرّات غير صحيح، وأفضل تفسير له كان وجود بعض من المادّة لا يُشعّ كالنجوم، أو لا يعكس الضوء، أو يصدر أشعّةً لا يمكن الكشف عنها، أو لا يتحرّك بطريقةٍ تجعل وجوده معروفاً أو ملحوظاً - باستثناء قوة جاذبيته الساحبة. ومنذ ذلك الحين بدأ السعي إلى اكتشاف ماهية هذا الشيء الغريب.

عُقد الاجتماع الأوّل بشأن المادّة المظلمة الجديدة في جامعة هارفرد عام ١٩٨٠، وفيه أعلنت روبين بكل ثقةٍ للحضور أنّنا سنعرف ماهية المادّة المظلمة في غضون عقدٍ فقط. جاء هذا الموعد النهائي وذهب، ولا يزال غير مدركين طبيعة هذه المادّة. في تسعينيات القرن العشرين، وفي اجتماعٍ عُقد في واشنطن العاصمة، أخبر عالم الفلك الإنكليزي الملكي، مارتن ريس، الحضور بأنّ اللغز سيُحل في غضون عشر سنوات. بعدها، أي في عام ١٩٩٩، وقبل عامٍ من

الموعد النهائي الذي افترضه ريس في واشنطن، أعطى ريس تمديدًا مُعلنًا: "أنا متفائل بأنني إن كنت قادراً على الكتابة في غضون خمس سنوات، فحينها سأكون قادراً على كتابة تقريرٍ عن ماهية المادة المظلمة."

تفاؤله لم يكن في مكانه، فنحن لا نزال نجهل ماهية هذه المادة المظلمة. اقترحت فيما بعد اقتراح سلسلة من الأشياء الغريبة، بدءاً من الثقوب السوداء، إلى الجزيئات ذات الخصائص الاستثنائية غير المكتشفة حتى الآن. لم يُكتشف بعد أي شيءٍ مناسبٍ لتفسير هذه النظرية، وهذا لا يعود إلى عدم الرغبة في البحث.

البحث عن المادة المظلمة ليس للجبناء، لهذا السبب الجيد فقد تملّص الفريق من الاستكشاف لثلاثين عاماً. على الرغم من ذلك، يوجد لدى العلماء بعض الأفكار عن الطريقة التي سيبحثون بها، فعلماء الفلك مثلاً لديهم نماذج عن نوع الجزيئات التي يمكن أن تنشأ عن الانفجار العظيم، التي من الممكن أن تكون لا تزال عالقةً في أرجاء الكون لتسلك سلوك المادة المظلمة. كان أفضل تخميناتهم شيئاً يُدعى "الجزيئات الضخمة ضعيفة التفاعل" أو "WIMPs"^(١). إذا كان هذا التخمين صحيحاً، فلا يوجد نقص في المادة المظلمة لبحث عنه، ووفقاً لفيزيائيّ الجسيمات، فإنّ الأرض الآن تنساق عبر سحبٍ من المادة المظلمة، أي ما يقارب ملياراً من الجزيئات الضخمة أو «WIMP» التي تمرّ عبر رأسك في كل ثانية.

بين هذه الجزيئات يوجد مرشح واحد بارز هو النيوتريينو؛ إنه مستقر كفاية ليملاً الكون حتى ١٣ مليار سنة بعد الانفجار العظيم، وسيكون من

(١) WIMPs: اختصار لـ weakly interacting massive particles. المترجمة.

الصعب أن تراه أو تشعر به تماماً، فهو لا يتأثر بالقوة التي تربط النوى، بعضها ببعض، ويتجاهل الحقول الكهرومغناطيسية وهي تتجاهله، كما أن لديه كتلة كافية تعادل كتلة البروتون مئة مرة، ليكون له التأثير المطلوب في المجرات، لكن العائق الوحيد هنا هو أن أحداً لا يعرف إن كان النيوتريالينو موجوداً حقاً.

إذا أردت أن تجد دليلاً تجريبياً عن المادة المظلمة، فعليك أن تجعله يتفاعل مع شيء ما، وأفضل فرصة متاحة لنا لفعل هذا الأمر تأتي من الذرات التي لها نوى كبيرة. يستخدم مطاردو المادة المظلمة مصفوفات كبيرة من السيليكون أو بلورات الجرمانيوم، أو براميل ضخمة من عنصر الزينون السائل على أمل أن يصطدم أحد الجزيئات الضخمة أو "WIMPs" مباشرةً بواحدة من النوى الذرية الضخمة. إذا حدث هذا، يجب أن ترتد الجزيئات قليلاً (في حال البلورات)، أو أن ترسل إشارة كهربائية (من الزينون السائل). إذا يوجد نوعان من المضاعفات التي تحدث.

في البداية، تهتز النوى عادةً، لذلك يحتاج علماء الفيزياء إلى تثبيتها ليتجنبوا التعقب الخطأ في الأجهزة. مثلاً، يجب تبريد مصفوفات الكريستال إلى جزء من الدرجة فوق الصفر، وهي درجة الحرارة التي يتوقف فيها كل شيء عن الحركة، وتبريد أجهزة التعقب إلى هذا الحد هو أمرٌ صعبٌ ومعقدٌ جداً، ويأتي بعد ذلك التعقيد الثاني وهو الأشعة الكونية.

تعرض الأرض باستمرار إلى القصف بالجزيئات عالية السرعة القادمة من الفضاء، وتنتج الأشعة الكونية الأثر نفسه الذي تنتجه الجزيئات الضخمة في جهاز الجزيئات تماماً، لذلك يجب أن تجري الأبحاث في عمق

الأرض، بعيداً عن تناول الأشعة. إنه أمرٌ إشكاليٌّ، إذ تجعل المادة المظلمة مطارديها سكاناً لبعض المختبرات التي يصعب الوصول إليها. وضعت مجموعة إيطالية جهاز التعقب الخاص بها تحت أحد الجبال، حيث يجري البحث عن النيوتراينو في المملكة المتحدة على عمق ١١٠٠ متر تحت الأرض، في منجم للبوتاس تمتد أنفاقه إلى ما دون قاع البحر. كما وضع باحثو الولايات المتحدة مصيدة المادة المظلمة على عمق سبعمئة متر تحت الأرض، في منجم حديدٍ مهجورٍ في شمال ولاية مينسوتا.

حينها تعرف ظروف عملهم، فستعرف أن هؤلاء الأشخاص جادون في بحثهم. ومع ذلك، لم يجدوا أي شيء حتى الآن. استمرت الأبحاث لأكثر من عقد من الزمن، وخصص كثير من الباحثين في الحقيقة أكثر من عقدين من حياتهم للبحث عن المادة المظلمة. مع الوقت تجعل التحديتات المعدّات أكثر حساسية، لكننا لا نزال لا نملك فكرةً عن سبب قوة السحب الغريبة في السماوات لندافع عنها.

من المستحيل أن تكون هذه الأشياء تشكل ربع الكون، ونحن لا نعرف بعد ماهيتها، لكن ربما علينا أن نرتاح إلى حقيقة أننا على الأقل قد لاحظنا أنها مفقودة. لو لم نلاحظ هذا، لكان من الصعب أن نتخيّل مقدار الخطأ في الأشياء التي وصلنا إليها فيما بعد، وفي عام ١٩٩٧ لما أصبح واضحاً وجليّاً لنا أن جزءاً صغيراً آخر من الكون كان أيضاً مغيباً دون أن نعرف، ومن ثمّ إذا كانت المادة المظلمة مشكلة، فإن اكتشاف الطاقة المظلمة هو كارثة.

إذا كان الكون يتمدد، كما أوضح هابل، فسيتبادر إلى أذهاننا في الحال سؤالان: الأول، كم تبلغ سرعة تمدده؟ والثاني، هل سيستمر هذا التمدد إلى الأبد؟

جواب السؤال الأول يأتي من قياس سرعات المجرات المتراجعة، ومعرفة كم تبعد عن الأرض، إذ لا يمكن أن تقيس فقط السرعة التي تتحرك بها المجرة مبتعدةً عنّا وتسمي هذا معدل تمدد الكون، فالطريقة التي يتمدد بها الفضاء تربك المنطق السليم، وكلما كان موقع المجرة أبعد عنّا، كانت سرعتها أكبر لأنّ الفضاء بين الأرض والمجرة يتمدد هو أيضاً. تعطي النتيجة المعروفة باسم ثابت هابل، قياساً لمعدل التمدد، ونعتقد أنه يساوي حالياً نحو ٧٠ كيلومتراً في الثانية كل ثلاثة ملايين سنة ضوئية، لكن لا ينبغي أن نأخذ الدقة على محمل الجدّ، إذ إنّ تلك القيمة قابلة للتغيير دائماً عندما تتوافر مجموعة أفضل من أدوات القياس.

الجواب عن السؤال الثاني ممتعٌ أكثر، من نواحٍ عدّة. فالكون إذا كان لا يزال يتمدد بعد الانفجار العظيم، فإنّ هذا التمدد ينبغي أن يتباطأ، كما ينبغي أن تعمل قوى السحب المتبادلة للمادة في الكون ضدّ أي تمددٍ أبعد، لذلك يعتمد مستقبلنا الكوني على عدد الأشياء الموجودة في الفضاء الخارجي، وعلى الطريقة المرتبة بها.

يعرف علماء الكون شيئاً واحداً عن تلك الأسئلة، من خلال المراقبة العلمية البسيطة جداً، وهو حقيقة أننا موجودون. ولكي يتحقق هذا، لا بدّ أن يكون الكون قد تمدد منذ بداياته الكثيفة الحارة مع كمية محددة من الطاقة، فإذا كان ثمة الكثير منها، فإنّ أي مادة موجودة فيها ستنتشر إلى أقصى حدّ بحيث لا يمكن للجاذبية أن تربط الذرات معاً في النجوم، والمجرات، وأخيراً في البشر. إذاً، كلّما انتشرت الجاذبية أبعد، أصبحت قوة

سحبها أضعف، وأصبحت طاقة التمدد هي المسيطرة، وتالياً سيفجر الكون نفسه قبل أن يحدث، أو يتشكّل فيه أيّ شيءٍ ممتعٍ ومهمٍ للبشر مثلاً.

من جهةٍ أخرى، لو كان ثمة قليل جداً من طاقة التمدد، فإنّ الجاذبية ستسحب كل المادّة وتجمعها إلى بعضها بعضاً في حلقة ردّ فعلٍ مشابهة؛ فالأشياء تقترب حينها من بعضها أكثر، وستصبح قوة سحب الجاذبية أقوى، وستسحب الذرات إلى بعضها أكثر. في النهاية، سيتقلص نسيج الكون حتى ينفجر في فرضية يسميها علماء الفلك الانسحاق الشديد^(١).

ينتج عن إطلاق كمية معينة من طاقة التمدد كونٌ معتدلٌ كالكون الذي نعيش فيه، كونٌ "مضبوط"، يتطلب توزيعاً دقيقاً للمادّة. للحدّث عن كثافة المادة المتجاذبة باختصار، يشير علماء الفلك إلى قيمة الأوميغا^(٢) للكون. فالأوميغا ١، الذي يقابل ست ذرات هيدروجين لكل متر مكعب من الكون (متر مكعب واحد من الهواء المحيط بك فيه نحو ١٠ ملايين مليار مليار ذرة)، يكون حيث تكون كثافة المادة أكثر أو أقل توازناً خارج التمدد.

حسب هذه النظرية، يعتمد وجود النجوم والمجرات على الأوميغا الموجودة ضمن جزءٍ واحدٍ من مليون مليار من الواحد. وبسبب طبيعة

(١) الانسحاق الشديد: هو أحد السيناريوهات المحتملة لمصير الكون، وهو عكس عملية الانفجار العظيم في علم الكونيات المادية. ويفرض أن التوسع الحاصل للكون بسبب طاقة الانفجار العظيم سيتبدد وينتهي بعد مدة من الزمان، وستبدأ طاقة الجذب المركزية في ملء أطراف الكون إلى أن يعود كتلة واحدة صغيرة في الحجم عالية الكثافة والكتلة. المترجمة.

(٢) الأوميغا: وحدة قياس المسافة في الكون. المترجمة.

السلسلة الرجعية للأوميغا، فإنّ البدء في التوازن يعني البقاء فيه، والحفاظ عليه. الآن، إذا كان الباحثون وأصحاب النظريات على حقّ، فإنّ الأوميغا ينبغي أن تبقى نسبتها قريبة من ١، لكنّ المشكلة هي في صنع الأوميغا ١، فنحن نعرف أنّه لا يوجد ما يكفي من المادة - سواء أكانت مظلمة أم غير مظلمة.

هذه المشكلة هي التي أدّت إلى العودة إلى الرقم الكوني الثابت^(١) الذي وضعه آينشتاين، الأمر الذي لم يتوقعه أحد. كان يعني اكتشاف هابل الناجح لتمدد الكون أنّ الثبات الكوني يمكن التخلي عنه، أي ببساطة لا تحتاج معادلات النسبية العامة إلى عامل الغش الذي نتج عنه حالة الكون المستقرة، وبحلول عام ١٩٣٠، لم يعد ثمة حاجة إلى نظرية آينشتاين المضادة للجاذبية. من كان ليتخيل أنّه، وبعد سبعين عاماً تقريباً، ستعود هذه النظرية، وتُخلق من جديد وفق الشكل الخيالي للطاقة المظلمة؟

بدأ علماء الفلك التقصي عن الأوميغا في ثلاثينيات القرن العشرين كوسيلة، أو أداة للتنبؤ بقدر الكون. إذا كانت الأوميغا موجودة بالفعل، فإنّ التمدد سيستمر بمعدله الحالي، وإذا كان الباحثون على خطأ، وكانت الأوميغا أقل من واحد، فإنّ الطاقة الكامنة وراء التمدد ستزداد طالما أنّ المادة تتضاءل. يعني ذلك أنّ الأوميغا إذا كانت أكبر من واحد، فإنّ الجاذبية ستنتصر في النهاية، وسيكون مستقبلنا في مأزقٍ كبيرٍ.

(١) الثابت الكوني لآينشتاين: كان آينشتاين يعتقد أن الكون ثابت وبما أن الكون الثابت لا يتوافق مع معادلات النسبية العامة، لذلك أضاف الثابت الكوني إلى معادلاته (يرمز له غالباً بالرمز لامبدا: Λ). المترجمة.

في البداية، تقصّى علماء الفلك عن الأوميغا بالاستمرار في استخدام طرائق هابل وسليفر وهي قياس خصائص الضوء القادم من المجرات. في أي حال، كان يعني العدد الهائل من مصادر الضوء في المجرة أنه لن ينتج عنها أبداً أي شيء يمكن الاعتماد عليه، أي أنّ ذلك كان أشبه بمحاولة قياس خصائص الكلام الإنساني بالاستماع إلى ضجيج جمهور كرة القدم. ما كانوا في حاجة إليه فعلاً هو مادةٌ وحيدةٌ، أي شيء يمكن قياس خصائصه، ورسم استنتاجات منه، وتالياً يبدو أنه عليك أن تسيطر على النجوم المتفجرة (السوبرنوفات)، إذا كنت تريد أن تفهم قدر الكون.

رأينا النجوم المتفجرة في السماء منذ قرون، وقد ذكر عالم الفلك الدنماركي تايكو برايي أنه رأى أحدها في عام ١٥٧٢، أي قبل أكثر من ثلاثين عاماً من اختراع التلسكوب. هذه النجوم تنشأ عادةً من انهيار النجم تحت تأثير جاذبيته عندما يصبح حجمه كبيراً جداً. في الأسابيع أو الأشهر القليلة التي يحدث خلالها الانهيار، التي يتحوّل فيها النجم إلى نجم نيوتروني^(١) أو حتى إلى ثقبٍ أسود، يُشعُّ النجم بطاقة تعادل طاقة ١٠ مليارات شمس. لقد تمكنا حقيقةً من رؤية هذا المشهد يوم الاثنين ٢٣ شباط عام ١٩٨٧. كما تمكنا كذلك من ملاحظة انفجار ساندوليك ٦٩٢٠٢ وهو نجم أزرق عملاق في مجرة سحابة ماجلان الكبرى^(٢)، وذلك لسببين.

(١) النجم النيوتروني: جرم سماوي ذو قطر متوسط يقدر بنحو ٢٠ كم، وكتلته تتراوح ما بين ١,٤٤ و ٣ كتلة شمسية، وهو نوع من البقايا ينتج عن الانهيار الجاذبي لنجم ضخم، ويتكون هذا النجم بشكل خاص من مادة مكونة من النيوترونات. المترجمة.

(٢) مجرة سحابة ماجلان الكبرى: مجرة قزمة غير منتظمة وقريبة من مجرتنا، كان يعتقد أنها تابعة إلى مجرتنا. المترجمة.

الأول، لأنّ هذا الانفجار قد حوّل النجم إلى ألمع نجمٍ متفجّرٍ (سوبرنوفاً) نراه منذ عام ١٦٠٤. أمّا السبب الثاني، فهو أنّ ضوءه كان أوّل ضوءٍ يعطينا مقياساً لقياس المسافات الكونية.

الطريقة التي يُطلق فيها نوع محدد من السوبرنوفاً ضوءه - الذي يُعرف باسم سوبرنوفاً 1a - لها خصائص فريدة ومميزة تجعلها مغرية وجذّابة كثيراً بالنسبة إلى علماء الفلك. ينفجر النوع 1a لأنه يمتصّ كثيراً من المواد من أي نجمٍ مجاورٍ له. إذا حلّلت طيف الضوء القادم من هذا النوع من الانفجار، وقست مدى سرعة تلاشي لمعانه وبريقه، فستخبرك النتيجة مقدار المسافة التي ينتقل فيها الضوء ليصل إلى الأرض، وكيف مدّد تمدد الفضاء الضوء في رحلته.

العائق الوحيد هو أنّ لديك فرصة محدودة، لأنّ التوقيت مع السوبرنوفاً يقوم عليه كل شيء، فإذا أردت أن تحصل على معلوماتٍ مفيدة، فعليك أن تجدها في غضون أسبوعين من وصول الضوء الأول إلى الأرض، فطالما أنّ الانفجار يحدث مرّة واحدة تقريباً كل قرن في كل مجرّة، فهذا يعني أنّه يمكنك مسح كثير من المجرّات بتلسكوبك الخاص.

هذا النوع من الأعمال الشاقّة غير المجدية هو مشكلة قديمة العهد بالنسبة إلى علماء الفلك. فمثلاً، يمكنك أن تجرّب الطبيعة المضنية لعلم الفلك في أيّام سليفردا داخل مرصد لويل في فلاغستاف، إذ إنّّه - أي سليفردا - لما قاد بحثه عن بلوتو، كانت التقنية المستخدمة في ذلك الوقت هي ملاحظة الفروق السماوية. يمكنك الآن أن تضع صورتين فوتوغرافيتين لرقعةٍ واحدةٍ

من السماء، التُّقَطَا في ليالٍ مختلفةٍ، في آلةٍ تدعى المقارنة الومضية^(١)، ويمكنك أن تنتقل بين مشهدين متشابهين تماماً تقريباً. الصورة الفائزة هي الصورة التي التقطت النقطة البيضاء التي تحركت في فوضى النقاط البيض، تلك النقطة البيضاء التي انتقلت هي الكوكب الذي تبحث عنه.

لحسن الحظ، في معرض لويل، أشار أحدهم إلى النقطة البيضاء المعروضة بسهم أبيض كبير، أمّا اليوم فإنّ التقنية الحديثة في قراءة الصور جعلت اكتشاف مظهر وشكل السوبرنوفات أسهل، إذ أصبح لدينا حواسيب توفر هذا السهم الأبيض الكبير، ويمكنها أن تقارن بين صورتين مختلفتين للسماء، ثمّ تضيء مشيرة إلى الفروق بينهما. بعض هذه الفروق سيكون كويكبات، وبعضها سيكون مستوى السطوح المتفاوت المرتبط بالثقوب السود في مركز المجرات، وبعضها سيكون إشارات وهمية أو مغلوبة، أي ومضات مضيئة ومشعة من الجزيئات دون الذرية التي تضرب الغلاف الجوي للأرض، وأحياناً سيكون هذا الفارق هو سوبرنوفات بعيدة فقط.

جاء أولّ التفسيرات القوية لبيانات السوبرنوفات في حزيران عام ١٩٩٦ من قبل فريق تأسس في مختبر لورانس بيركلي الوطني في كاليفورنيا (LBNL). جرى الإعلان عن هذا التفسير في اجتماع لعلم الكون عُقد للاحتفال بالذكرى ٢٥٠ لتأسيس جامعة برينستون، وهي المركز الفكري

(١) المقارنة الومضية: جهاز عرض كان يستخدمه الفلكيون للعثور على الفروقات بين الصور الفوتوغرافية للسماء، التي كانت تلتقط بواسطة التلسكوب البصري. المترجمة.

المعتمد لألبرت آينشتاين، وهو مكان رائع يمكن البدء منه في إعادة إحياء ثابتة الكوني، كما تبين لاحقاً.

لما اقترب علماء الفلك من استخدام السوبرنوفاف لرسم مخطط لتمدد الكون، اقتنعوا بأنهم سيجدون تباطؤاً في هذا التمدد، وكان ينبغي بعد كل هذا، أن تنفذ طاقة الانفجار العظيم، وتتولى السيطرة قوة الجاذبية، وتبدأ عملية الفرملة، غير أن ما حدث كان عكس ذلك، فقد انقلب الأمر، وعليه فإن الكون ليس بهذه البساطة.

للوهلة الأولى، تؤكد نتائج (LBNL) الشوك، وضوء السوبرنوفاف اقترح أن تمدد الكون يتباطأ، ومن ثم فإن قوة الجاذبية لمحتويات الكون تُبطئ الكون، وتجعل الأوميغا قريبة من الواحد.

كان هذا اكتشافاً مثيراً للجدل، فالمواد المنجذبة المعروفة في الكون جميعها - ومن ضمنها المادة المظلمة - أعطت ٠,٣ أوميغا فقط. هل استخف الجميع بتقدير كمية المادة المظلمة؟ هذا غير ممكن، ففي ذلك الوقت استخدم العديد من الطرائق المختلفة في تحديد كتلة المجرات، وكانت كل طريقة تظهر أن ثمة مادة جاذبة أكثر مما يمكننا أن نراه، وتعطي تقريباً العدد نفسه.

إذا كانت المادة المظلمة قائمة على أساس متين تماماً، فما الذي كان يحدث؟ حضر عالما الكون مايكل ترنر ولورنس كروس اجتماع برينستون، ولديهما جواب جاهز. لم لا يُبقي المادة المظلمة عند قيمة ٠,٣، وندع شيئاً آخر يعوّض نسبة ٠,٧ المفقودة؟ لم لا نفترض أنها فعلاً طاقة إضافية بدلاً من البحث عن جزء مفقود من المادة؟ وكان الجواب لنرجع إذاً إلى الثابت الكوني لاينشتاين.

تفوّقت التجربة على شكوك الباحثين النظريين، وأصحاب النظريات، كما ينبغي أن تكون. لما نشر سول برلميتر نتائج مجموعة (LBNL)، أشارت بيانات السوبرنوفّا إلى أنّ المادّة الجاذبة يمكن أن تفسر إلى حدّ ما الأوميغا، ولم يعد ثمة حاجة لاستحضار الثابت الكوني، فنحن نحتاج فقط إلى شرح وفهم التناقضات، التي لا بدّ أنّ ثمة الكثير منها.

المشكلة أنّ نتائج برلميتر طرحت مشكلات خاصّة بها، فأنت إذا كنت تعرف كثافة المادّة في الكون، ومعدّل التمدد الحالي، (ثابت هابل)، والمقدار الذي يتباطأ فيه تمدد الكون، يمكنك أن تكتشف منذ متى بدأ تمدد الكون؛ بمعنى آخر يمكنك أن تعرف عمر الكون. مع الأوميغا 1 التي تعود كاملةً إلى المادّة، يضع التباطؤ المذكور في بيانات لورنس بيركلي عمراً للكون لا يزيد عن 8 مليارات سنة، لكن لسوء الحظ، فقد قدّر علماء الفلك عمر أقدم النجوم في الكون، التي حللوا الضوء القادم منها بـ 15 مليار سنة. لا يحتاج الأمر إلى عقل هارفردى مدرب ليكتشف المرء أنّ عمر الكون لا يمكن أن يكون 8 مليارات سنة فقط، إن كان عمر النجوم ضعفي هذا العمر تقريباً. إذا كان ثمة مشكلة في الثابت الكوني الذي يُشكل الأوميغا، فسيكون ثمة مشكلة في وجود المادّة المسببة للأوميغا 1، ويبدو أنّ الحقيقة الوحيدة التي يمكن الاعتماد عليها هي أنّ المادّة المظلمة تُشكّل 0,3 من الأوميغا، والنسبة المتبقية كانت مادّة للعلماء كي يبذلوا جهودهم، ووضّعوا تحليلاتهم.

لم يُحيب الوصول إلى هذا الطريق المسدود أمل الجميع، ومنهم روبرت كيرشنر الذي كان سعيداً بهذا؛ فعالم الفلك هذا، متخرّج جامعة هارفرد كان قلقاً من أنّ نتائج السوبرنوفّا الخاصّة به كانت تقترب ببطء من نهايتها مع فريق (LBNL)، ما يعني أنّ فريقه سيُهزم بالضربة القاضية. إلا أنّ الأمر

الذي بات واضحاً أنّ باب السباق إلى فهم قدر الكون لا يزال مفتوحاً على مصراعيه.

نجبرنا كيرشنر، في كتابه "الكون النابض بالحياة" أو "The Extravagant Universe"، القصة من وراء أبحاث السوبرنوفاء، وسبب العودة إلى ثابت أينشتاين الكوني بوضوح كبيرٍ وذكاءٍ. فكيرشنر قلب الطاولة في النهاية ووصل إلى نتيجةٍ وضعت علم الكون أمام عصر جديد، لكنّ هذا لم يأت إلا بعد دحضه آرائه وأحكامه السابقة.

كان فريق كيرشنر، المؤلف من ثلثةٍ من الباحثين من كل أنحاء العالم، يستخدم مراقبات السوبرنوفاء من تلسكوبات موجودة على قمم الجبال في تشيلي وأريزونا وهاواي. كمجموعة (LNBL)، كان الفريق يبحث عن سوبرنوفاء جديد، توالى الشهور، ولم يوجد أي نجمٍ واعدٍ ببعض المراقبات الدقيقة من تلسكوب هابل الفضائي. تمكّن تلسكوب هابل من توفير معلومات عن المسافة التي يبعدها السوبرنوفاء عن الأرض، وعن الطريقة التي يتنوع فيها طيف لونه عندما يحدث الانفجار في مساره.

أخيراً، وصل علماء الفريق إلى ما كانوا يحتاجونه، لكنه لم يعجبهم مثقال ذرة.

كانت الانفجارات البعيدة أضعف، وأضواؤها أخفت مما يجب أن تكون عليه؛ أي أنّ على الضوء أن ينتقل مسافة أبعد مما هو مفترض. آدم ريس، وهو عالم فلك اعتمد على نظريات بيركلي، وعضو في فريق كيرشنر، كان أوّل من قال بكل صراحةٍ: أشارت البيانات إلى وجود تسارع، وعليه فقد كان تمدد الكون يتسارع.

هذا مستحيل، لكن حاول أن تقول هذا للسوبرنوبا. في كل مرة كان ريس يستخدم فيها بيانات السوبرنوبا - البريق، والانتقال إلى أطوال موجات أطول، وزمن التلاشي - لاستنتاج قيمة الأوميغا، كانت نتائجه تخبره أن الكون يحتوي كمية كتلة سالبة. كانت الطريقة الوحيدة لجعل هذا الأمر منطقياً وذا معنى هي أن نفترض أن الكتلة ليست القوة الوحيدة التي تعمل على تمدد الكون. أضف ثابتاً كونيّاً، وسيصبح كل شيء منطقياً وذا معنى. إذاً الخيار بين استحضار الكتلة السالبة، أو إحياء ثابت آينشتاين الكوني المهمل منذ زمن، جعل خيار وجود الثابت يفوز، لكن بصعوبة بالغة.

في كانون الثاني عام ١٩٩٨، كان واضحاً من العروض المقدمة في المؤتمر أن بيانات فريق الـ LNBL تشير إلى الاتجاه نفسه، أي أن العلماء كرروا تحليلاتهم، وحلّلوا المشكلات لصالح الطريقة التي يؤثر فيها الغبار النجمي في المراقبات. الفكرة كانت أن أحداً لا يريد أن يكون مخطئاً. أصبح إعلان العودة إلى ثابت آينشتاين الكوني حرباً للأعصاب، واختباراً للإيمان كل فريق بمقدراته التجريبية؛ هل يستمرون في هذا الادّعاء، أو أنهم ينتظرون قليلاً؟ هل يجرون مزيداً من الاختبارات، أو أنهم سيبحثون مرة أخرى عن الأخطاء في معالجة البيانات؟ كان الوصول إلى نتيجة علمية في ذلك العقد بمنزلة غنيمة، ومشاركة بيضة آينشتاين على الملأ كانت مجازفة.

لم تُعجب النتيجة كيرشنر، وبالتأكيد لم يكن يريد أن يتذوق أي بيضة. أقر أنه فعل كل شيء ممكن لجعل هذه النتيجة تزول، وفي ١٢ كانون الثاني عام ١٩٩٨، أرسل كيرشنر رسالة إلكترونية إلى ريس تتضمن بعض النصائح، وكان مما ورد فيها: "أنت تدرك في أعماقك أن هذا الأمر خطأ."

ردّ ريس على رسالة كيرشنر برسالةٍ طويلةٍ أرسلها إلى فريقه، وقد بدا ردّه شكسبيرياً، أو هكذا كان سيصفه هنري ثي لو كان عالماً بطبيعات النجوم. لقد كتب: "تعامل مع هذه النتائج بعينيك وليس بقلبك أو عقلك، في النهاية نحن نعمل كمراقبين."

في نهاية شهر شباط، اعترف العلماء بهذه النتائج، الأمر الذي تبعته عاصفةٌ إعلانيةٌ أخبر ريس خلالها مُكرهاً جمهور قناة CNN أنّ تمدد الكون يتسارع، وأنّ الكون يدمّر نفسه حرفياً - وأنّ ثابت آينشتاين الكوني عاد ضاعطاً على نسيج الكون. قال كيرشنر في تعليقٍ غير شكسبيريّ، نُشر في صحيفة واشنطن بوست في ٢٧ شباط، قال: "يبدو هذا غريباً. إنّما هذا أبسط تفسير".

بعد ذلك بفترةٍ وجيزة، توصل علماء (LBNL) إلى النتائج نفسها، وهذه النتائج لا تزال قائمة، لكنها تشكّل أيضاً تهديداً لأبحاث الفيزياء اللامتناهية.

المتعة والرعب اللذان شعر بهما بريان شميدت^(١) لا يقاسان بالمتعة والرعب اللذين شعر بهما فريقه بعد إعلانه. هذا لم يعد مجرد سرّ كونيّ غامضٍ. فقد خلقت هذه المراقبة الغربية، التي اعتمدت على الضوء المنبعث من سلسلة من النجوم المتفجرة، شرحاً بين بعض العلماء البارزين على هذا

(١) بريان شميدت: عالم فلك أسترالي - أمريكي يعمل في جامعة أستراليا الوطنية، ومعروف على نطاق واسع بأبحاثه في مجال استخدام مجسات النجوم المتفجرة. المترجمة.

الكوكب، فالثابت الكوني قد عاد الآن إلى المسرح، ولا يوجد أحد يستطيع أن يتفق على أفضل السبل للمضي قدماً في هذا. عبّر بول ستينهاردت، وهو باحث من جامعة برينستون في مدينة نيوجيرسي، عن حيرته وخوفه، إذ يبدو أنّ العديد من أفضل عقولنا وعلمائنا قد تخلّوا عن محاولة فهم كوننا، ويعود الفضل في هذا إلى "مشكلة الثابت الكوني". قال بول لصحيفة ناتشور في تموز عام ٢٠٠٧: "لقد خاب أمني لأنّ معظم العلماء يرغبون في قبول هذا الأمر".

هذا الجدل ليس سوى هرج ومرج حول لا شيء، والمقصود باللاشيء هنا هو الفضاء "الفارغ" للكون، وهو في الحقيقة بعيداً جداً عن كونه "فارغاً".

إنّ الكون، سواء أكان يحتوي على أي مادة أم لا، فإنّه يغلي بالطاقة. في عشرينيات القرن العشرين، وبعد فترة قصيرة من ولادة نظرية الكم، التي تصف الطريقة التي تتصرّف بها الطبيعة على نطاق الذرات والجزيئات دون الذرية، استخدم عالم الفيزياء البريطاني بول ديراك هذه النظرية لوضع نسخة كميّة للنظرية المتعلقة بخصائص الحقول الكهربائية والمغناطيسية. قادت نظرية الحقل الكمومي^(١) ديراك إلى التنبؤ بأنّ الفضاء الفارغ له طاقة، وأصبحت هذه الطاقة تُعرف باسم طاقة الفراغ، لأنّه طالما أشار علماء الفيزياء إلى الفضاء الفارغ بأنّه فراغ.

(١) نظرية الحقل الكمومي: هي تطبيق لنظرية الكم على نظرية الحقل الكلاسيكية. وتستخدم بكثرة في فيزياء الجسيمات، وفيزياء الجسم الصلب بهدف تحقيق صياغة متجانسة لنظريات كمومية تصف الأنظمة متعددة الأجسام، ولا سيما في الحالات التي يحدث فيها ظهور أو اختفاء بعض الجسيمات. المترجمة.

وفقاً لأفضل تخميناتنا، لا بدّ أن تكون طاقة الفراغ هذه هي التي تتحكم في التسارع بالقوّة العاكسة للجاذبية، التي لم تكشفها السوبرنوفات. المشكلة هي أنّ القياسات التي حصلنا عليها من السوبرنوفات تخبرنا بأنّ طاقة الفراغ صغيرة جداً، وغالباً ما يتم قياسها بالغرام. (هنا ينبغي أن نتذكر أنّه، وتبعاً لمعادلة أينشتاين الشهيرة $E = mc^2$ ، فإنّ الكتلة والطاقة قابلة للتحويل). تحتوي كميّة الفراغ التي حلّت محل حجم كوكب الأرض في الفضاء نحو واحد في المئة من قيمة غرام واحد من طاقة الفراغ، وهذا مقدار صغير حجمها.

وعلى الرغم من ذلك، لما استنتج الباحثون طاقة الفراغ من نظرية الحقل الكمومي، حصلوا على رقم كبير جداً، رقم هائل. تقترح نظريتهم أنّ طاقة الفراغ كبيرة جداً، وينبغي أن تمزّق الكون كله في عملية تسارع هائلة، وهي معروفة باسم مشكلة الثابت الكوني، وقد تمّ قبولها على نطاق واسع - حتى من قبل علماء الفيزياء المشاركين في وضعها - كدليل محرج جداً على التناقض بين التجربة والنظرية. يعدّ المليون رقماً كبيراً جداً، فهو عبارة عن العدد واحد يتبعه ستة أصفار، والعدد ترليون له اثنا عشر صفراً، أمّا التناقض بين القيمة النظرية والقيمة الفعلية التي جرى قياسها للثابت الكوني فإنّ له ١٢٠ صفراً، مئة وعشرين صفراً.

ولمواجهة هذا الفشل، تبنى العديد من علماء الفيزياء فكرةً طرحها لأول مرّة ستيفن وينبرغ الحائز جائزة نوبل لعام ١٩٨٧، التي اقترحها في كتابه "Dreams of a Final Theory" "أحلام النظرية"، وهي أنّ الثابت الكوني قد يكون موجوداً في كوننا دون أن نكون قادرين على شرح قيمته.

إذا كان كوننا هو واحد من العديد من الأكوان، فإن كل كون له ثابتٌ كونيٌّ تختلف قيمته عن الآخر، ولا شك أيضاً أن بعض هذه الأكوان عقيم، لكن بعضها الآخر سيؤدي إلى وجود حياةٍ عليه؛ سيكون ثمة على الأقل مكانٌ واحدٌ يشبه المكان الذي تطوّر فيه الإنسان. هذا هو منهج الإقليم الأنثروبي لتفسير طبيعة الكون، ("الأنثروبي تعني: المناسب للإنسان"). يقول هذا المنهج، إذا أردنا تلخيصه: إن كوننا في هذه الحال التي هو عليها، لأنه إن لم يكن كذلك لما كنا موجودين هنا لنراقبه، وهذا لا يحتاج بالضرورة إلى أن نتذرع بوجود مصممٍ له أو غايةٍ منه، ويعني هذا الأمر ببساطة أنه لو كانت الشروط مختلفة، لما وجد أحد هنا ليراقبها، وحقيقة أننا نراقبه تحدُّ من عدد الأشكال التي يمكن أن يتخذها أو يكون عليها. وفكرة الإقليم جاءت من زعم علماء الفيزياء أن كوننا مؤلف من تضاريس متنوعة على نحو هائل، ومزيج من الأكوان، كل واحد منها له خصائص فريدة ومميزة نسبت إليه عشوائياً، ولا حاجة لتفسير قيم الثابت الكوني لكل واحد منها.

الفكرة بغیضة جداً، لأنها تقلب العلم رأساً على عقب. قال الفيلسوف كارل بوبر^(١): يستمر العلم فقط من خلال الدحض، يلقي أحدهم بفرضية ما، بعدها يمكن لأي شخص أن يستخدم النتائج التجريبية لدحضها، إذا دحضت النتائج الفرضية، يمكنك أن تتقدّم خطوةً إلى الأمام، وحينها يكون

(١) كارل بوبر: فيلسوف نمساوي-إنكليزي متخصص في فلسفة العلوم، عمل مدرساً في كلية لندن للاقتصاد، ويعدّ أحد أهم وأبرز المؤلفين في فلسفة العلم في القرن العشرين، وقد كتب بشكل موسع عن الفلسفة الاجتماعية والسياسية. المترجمة.

لديك فرضية نجت من العديد من محاولات الدحض، حينها فقط يمكنك أن تشعر ببعض الثقة والإيمان بما تقوله هذه الفرضية.

في الفضاء الخارجي، لا ينجح أسلوب الدحض هذا، لأنّ الأكوان الأخرى بعيدة المنال، لا يمكنك أن تدحض الفكرة لأنّه لا يمكنك أبداً أن تجربها، أو تجربها من خلال النتائج التجريبية، لذلك نحن لم نعد نفسّر سبب وجود الكون على ما هو عليه، بل بدلاً من ذلك، أصبحنا نرى أنّ الكون هكذا لأنّ هذا ما يجعله النوع المناسب من الأكوان لنعيش فيه، ولكن هل هذا هو العلم؟ قد يكون هكذا. يقول سسكيند^(١) إنّهُ يعتقد أنّ وينبرغ ربما يكون على حق، فنحن إذا أردنا أن نحقق تقدماً في اتجاه فهم الكون، علينا الآن أن ندحض فرضية كارل بوبر وأنصاره - الذين يشبههم سسكيند بالباراتزي أو (مطاردي المشاهير) (Popperazzi) - لأنّ هذه الطريقة هي الحَكَم النهائي على ما يمكن أن نسميه علماً وعلى ما هو ليس بعلم، أو ربما علينا أن نتقبل فكرة أنّ قوانين كوننا على ما هي عليه بسبب وجودنا فيه، مهما نتج عنها من أخبار غريبة.

الأصعب من هذه الفكرة هو تقبلها، ثمة سببٌ لأخذها على محمل الجدّ. تفترض نظرية الحقل الكمومي أنّه إذا أردنا أن نستخدم الثابت الكوني لنكمل وصفنا للكون، حينها ينبغي أن يكون كوننا فعلاً واحداً من العديد

(١) يونارد سسكيند: عالم فيزياء نظرية في جامعة ستانفورد، وموجه في معهد ستانفورد للفيزياء النظرية. تشمل اهتمامات سسكيند نظرية الأوتار، ونظرية الحقل الكمومي، وميكانيكا الكم الإحصائية وعلم كم الكونيات. المترجمة.

من الأكوان. إذاً قد يكون الأمر، كما كتب إي. إي. كامينجز^(١) مرّة: "يوجد في الجوار جحيمٌ لكونٍ جيّد".

أساس هذا الخلاف هو المبدأ غير المؤكد لنظرية الكم التي تقول إنّ الخصائص الأساسية لأي نظام لا تكون محددة بدقة أبداً، بل إنّ فيها غموضاً جوهرياً متأصلاً. المبدأ غير المحدد حينما يُطبّق على نظرية الحقل الكمومي، ينتج عنه تقلبات طبيعية في خصائص مناطق محددة من الكون. هذه المناطق أشبه بالون منقط بنقط خفيفة، حينما يتمدد الكون، تزايد هذه التقلبات، الأمر الذي ينتج عنه مناطق مكانية وزمانية جديدة؛ بمعنى آخر، الكون الذي يحوي على الثابت الكوني الذي نشأ من طاقة الفراغ سيستج عنه فقاعات أكوان جديدة طوال الوقت، تلك الفقاعات ستولّد بدورها أكواناً صغيرة جديدة - وهكذا، إلى ما لا نهاية. ما نعتقد أنّه كون هو فقط منطقة مكانية (زمانية - مكانية) في بحرٍ زبديٍّ من الأكوان الصغيرة جداً.

حالياً، فكرة الإقليم الإنثروبي لها كثير من الداعمين، ولا سيما بين الباحثين، لهذا السبب وضع ستاينهارد نفسه بين الأقلية. إنّما إذا تمكنا من الوصول إلى فقاعات الأكوان هذه لنرى ما إذا كانت لديها قيم مختلفة من الثابت الكوني، ألا نكون قد تخيلنا فعلاً عن علم الفيزياء؟

كان أساس النقاش في بروكسل هو شبخ آينشتاين الذي كان يحوم حول الجميع. هل علينا أن نهز أكتافنا، ونعزو قيمة الثابت الكوني إلى نوع الكون المحدد الذي نعيش فيه؟ هل يمكننا أن نواجه فكرة أننا من الممكن

(١) إي. إي. كامينجز: شاعر أمريكي ورسام وكاتب ومؤلف مسرحي. تشمل أعماله نحو ٢٩٠٠ قصيدة إضافةً إلى أربع مسرحيات. كتب العديد من المقالات، فضلاً عن العديد من الرسومات واللوحات. وهو يعد من أبرز شعراء القرن العشرين. المترجمة.

ألا نفهم أبداً ماهية كوننا في معظمه، وألا نصل إلى أساس الطاقة المظلمة؟
الجواب كان: نعم ولا في آنٍ واحدٍ؛ نعم، لأنه يمكننا أن نواجه هذه الفكرة.
ولا، لأننا لم نفقد الأمل في وجود تفسيرٍ ما. كان دايفيد غروس^(١)، الذي أدار
المؤتمر، سريعاً في توضيح فكرة أن علماء الفيزياء كانوا في حيرةٍ مشابهةٍ في
مؤتمر سلوفيا الأول عام ١٩١١. إذ جرى عرض بعض المواد التي تُطلق
جزيئاتٍ وأشعةً بطريقةٍ تحرق قوانين مصونية الطاقة والكتلة، وجاء تفسير
ذلك بعد سنواتٍ عدّة، حينما تمّ تطوير نظرية الكم، وقال غروس لجمعية
سلوفاي في عام ٢٠٠٥: " كان ينقصهم شيء أساسي بلا شك. وربما نحن
نفقده إلى شيء عميقٍ كما كان حالهم حينها."

إذا ما هو هذا "الشيء الأساسي"؟ هل لدينا أيّ الغاز؟ يعتمد الجواب
على الشخص الذي تسأله. قدّم آدم ريس^(٢)، الشخص الذي تدفعنا بلاغته
الشكسيرية الثورية إلى الغوص في عصر الطاقة المظلمة، مقترحاً مستفزاً
ومثيراً. يقول: ماذا لو كنا لا نعرف ما يكفي عن طريقة عمل الجاذبية؟ ربما
لا توجد أيّ مادة مظلمة، أو أيّ طاقة مظلمة. ربما في القرون الأربعة
الماضية، كنا عمياناً عن الأخطاء الصغيرة جداً في قانون نيوتن للجاذبية،
وهذه الأخطاء تُجبيّ المفتاح لاستعادة الكون الضائع.

(١) دايفيد غروس: عالم فيزياء جسيمات أمريكي وعالم في نظرية الأوتار. حصل على جائزة
نوبل للفيزياء بالاشتراك مع فرانك ويلكزك وهـ. دايفيد بولتيزر عام ٢٠٠٤ عن
اكتشافاتهم في الحرية المتقاربة في مجال كروموديناميكا كوانتية. المترجمة.

(٢) آدم ريس: عالم أمريكي في علم الفلك في جامعة جونز هوبكنز ومعهد علوم
تلسكوب الفضاء، معروف على نطاق واسع لأبحاثه في مجال استخدام مجسات
النجوم المتفجرة. حصل على جائزة نوبل في الفيزياء لعام ٢٠١١ مشاركة مع سول
بيرلموتر وبريان شميدت، كما حصل في العام نفسه - مع سول بيرلموتر على قلادة ألبرت
آينشتاين. المترجمة.

لم يكن ريس أول من طرح هذه الفكرة، وهو لا يقول إنه يجب أن يكون لها أي جدوى أو أهمية، فوجهة نظره هي أنه من الممكن أن تكون الفكرة صحيحة، كما من الممكن أن يتم استبعادها أو إبطالها. شعرت فيرا روبين بالأمر نفسه، إذ اعتقدت أن ٩٩ عالم فيزياء من أصل مئة لا يزالون يؤمنون بوجود بعض الأشياء المظلمة التي تملأ الكون، وأن تأثير قوتها الجاذبة هو الذي يربط المجرات ببعضها بعضاً. غير أن تغيير أسس الفيزياء كان يبدو بالنسبة إليها هو الخيار الأفضل.

في مواجهة هذا الرأي في التغيير، يمكن عدُّ وجود الثابت الكوني خياراً بسيطاً إلى حدٍّ ما، اقترحه عالم فيزياء يُدعى موردخاي ميلغروم لأول مرة عام ١٩٨١. نحن في الأساس نتلاعب بقانون نيوتن في الجاذبية بحيث تكون الجاذبية في المسافات الكبيرة، أي المسافات التي تمتد عبر المجرات ومجموعات المجرات، أقوى مما نتوقعه. تُعرف هذه الفكرة باسم "ديناميكية نيوتن المعدلة" أو (Modified Newtonian Dynamics, or MOND)، على الرغم من طبيعتها البريئة تماماً - إلا أنها قد سببت كثيراً من المشكلات.

من الشجاعة والجرأة أن يأخذ أحدهم شيئاً ما على عاتقه، ويعمل هذا الشيء جيداً لمدة أربعين سنة، ويقترح أنه في حاجةٍ إلى تعديلٍ بسيطٍ؛ هذا الشيء اخترعه أحد أعظم العلماء في عصره وهو ميلغروم. لم يؤخذ ميلغروم على محمل الجدّ عندما اقترح هذا الشيء أول مرة، لكنه حصل فيما بعد على بعض المؤيدين والداعمين له، وكان الشخص الأكثر تمييزاً بينهم هو عالم فلك شاب يُدعى ستايسي ماكجو^(١).

(١) ستايسي مكجو: عالم فلك أمريكي وأستاذ في قسم علم الفلك بجامعة كيس ويسترن ريزيرف في كليفلاند بولاية أوهايو. تشمل مجالات تخصصه مجرات السطوح المنخفضة، وتكوين وتطور المجرة، واختبارات للثابت المظلم وفرضيات بديلة، وقياسات البارامترات الكونية. المترجمة.

تلقى ماكجو كثير من الانتقادات لدفاعه عن ديناميكية نيوتن المعدلة (MOND)، وكان عليه أن يُدافع عن نفسه ليتفادها. لو استطاعت فيرا روبين أن تدرك كيف يمكن للعالم أن يكون أخرق من الطريقة التي كان يُنظر بها إلى مشكلة المادة المظلمة لمدة أربعين عاماً، لعلمها ماكجو، الذي كان أحد طلابها المتخرجين، شيئاً آخر وهو أن مقاومة العلم تعني التغيير.

في آذار عام ١٩٩٩، تحدّث ماكجو عن ديناميكية نيوتن المعدلة (MOND) في معهد ماكس بلانك في ألمانيا، لم يكن ثمة أحدٌ يرغب في تبني هذه الفكرة واحتضانها؛ قالوا له: إذا أردتنا أن نأخذك على محمل الجدّ، فعليك أن تتنبأ بشيءٍ ما، وحينها تقدّمه مع التجربة فسنستمع إليك.

بعد أشهر عدة، نشر ماكجو ورقةً بحثيةً في "صحيفة الفيزياء الفلكية" أو "Astrophysical Journal" طرحت السؤال التشكيكي التالي: "ماذا لو لم يكن ثمة مادةً مظلمةً؟" قال: ستكون النتيجة أن السمات والخصائص المميزة للأشعة الكونية الأساسية الصغيرة، أي آثار الانفجار العظيم، مختلفة عما توقعه المدافعون عن المادة المظلمة. وسيبينها طيف الطاقة، الذي هو نوع من انكسار الأشعة. تنبأ أنموذج المادة المظلمة، وأنموذج ديناميكية نيوتن المعدلة (MOND) بأن طيف الطاقة سيأخذ شكل سلسلةٍ جيبيّةٍ (تتقلّب ارتفاعاً وهبوطاً). وتقول نظرية المادة المظلمة إنّ القمة الثانية ستكون أقل ارتفاعاً بقليلٍ عن القمة الأولى، لكن هذا ليس مهماً. وضح ماكجو أنّه، ومن دون المادة المظلمة، ستكون القمة الثانية صغيرة جداً، دعونا نرَ ماذا يحدث عندما نحصل على البيانات.

نُشرت ورقة ماكجوجو في أواخر عام ١٩٩٩، وفي صيف عام ٢٠٠٠، كانت روبين في مؤتمر في روما، تشاهده وهو يقدم عرضاً أمام جمهورٍ من علماء الفلك، اعتمد فيه على ورقته تلك. الآن يوجد لدينا بيانات، ولكن لا توجد قِمة ثانية على الإطلاق.

مُنح ماكجوجو مدة عشر دقائق. كانت روبين تراقبه بعد أن أنهى حديثه في ذهولٍ، إذ لم يحدث أي شيء، وقالت: "لم يكن ثمة سؤالٍ واحدٌ بعدها. بل أكثر من هذا، في صباح اليوم التالي، بدأ بعض علماء الكون نقاشاً حول النتائج الجديدة دون أي إشارة إلى حقيقة أن هذه النتائج مختلفة عن نموذج المادة المظلمة المقبول".

تأثرت روبين بأنموذج ديناميكية نيوتن المعدلة (MOND) منذ ذلك الحين، لأن فكرة اختلاق جزيئاتٍ جديدة غريبةٍ لشرح مراقبةٍ مباشرةٍ لم تعجبها من جهة، أمّا من جهةٍ أخرى فلأن علم الفلك في تلك الفترة كان مرتبطاً بالعلاقات العامة التي، من وجهة نظر روبين، كان لها دور في قمع النقاشات العلمية الجيدة. كانت روبين دائماً من المعجبين بفكرة الخاسر في العلم.

كان أنموذج ديناميكية نيوتن المعدلة (MOND) رابحاً لفترةٍ طويلةٍ، وكان ماكجوجو سيقول إن هذه الفكرة هي أشبه بكلبٍ أجرب يجلس خارج قاعة المؤتمر. كانت الفكرة مرتجلةً مرّقةً جمع أجزاءها عالم فيزياءٍ معروفٍ لتغيير وتعديل الجاذبية دون وجود مسوغ لهذا أفضل من المسوغ الذي قدّمته الغالبية للجوء إلى المادة المظلمة، لكنّ هذا الأمر تغير في عام ٢٠٠٤، وذلك بعد تدخل يعقوب بيكينشتاين.

ولد بيكينشتاين في مدينة مكسيكو، ودرس الفيزياء في معهد البوليتكنيك في بروكلين وجامعة برينستون، وهو الآن يعمل محاضراً في الجامعة العبرية في القدس. كسر بيكينشتاين، على الرغم من صغر سنه، أنف ستيفن هاوكينغ بوضع العديد من الطروحات الجدلية حول الثقب الأسود (التي أصبحت جميعها صحيحة فيما بعد)، الآن يُنظر إليه كأحد أعظم العقول. لما طوّر بيكينشتاين نسخة من نظرية آينشتاين النسبية المتخصصة في توضيح السبب الذي يدفع إلى أخذ أنموذج (MOND) على محل الجدّ، لم يكن لدى عالم الفيزياء من خيارٍ سوى الجلوس والاستماع. بدأ أنموذج ديناميكية نيوتن المعدلة (MOND) النسبي الخاص ببيكينشتاين، الذي كان سابقاً مجرد فكرة مهمّشة، يتوافق كثيراً مع المراقبات الأخرى للمجرات، وأصبح من الضروري فجأةً أخذه على محمل الجدّ، ولما بدأ داعمو المادّة المظلمة ينتقلون إلى الطرف الآخر، أضحت الأمور أسوأ وأبشع.

أحياناً، تواجه فكرة أنّ العلم هو نظامٌ محايدٌ، وحادّ، وغير متحيزٍ أياماً سيئةً، وذلك كيوم ٢١ آب عام ٢٠٠٦، عندما أطلقت ناسا بياناً صحفياً بعنوان: "ناسا تكتشف دليلاً مباشراً على وجود المادّة المظلمة".

جاء البيان نتيجة مراقباتٍ ومشاهداتٍ لتصادمٍ ضخمٍ بين مجموعتين من المجرات، تُعرف جميعها باسم "the Bullet" Cluster أو "تجمع الطلقة". اكتشف علماء الفلك من خلال مراقبة نتيجة التصادم أنّ المادّة المظلمة انفصلت عن مادّة عادية، استنتجوا هذا من الطريقة التي انحنى فيها الضوء في منطقةٍ من الفضاء تبدو خالية. أحد أعظم نجاحات آينشتاين كان إثبات أنّ الكتلة والطاقة تشوّهان نسيج الكون. يسافر أي شعاع - سواء أكان

ضوءاً أم أشعة سينية - عبر الفضاء المنقط بالنجوم الهائلة، لذلك تتبع الكواكب طريقاً منحنيّاً وليس طريقاً مستقيماً، لذلك لما سجّل تليسكوب تشاندرا التابع لناسا الضوء وهو ينحني في الفضاء الخالي دون وجود مادّة مرئية في الجوار، عدّ هذا الضربة القاضية للمادّة المظلمة وشوكةً في أعين المشاكسين الذين يدّعون أنّه لا حاجة إلى الاستناد إلى المادّة المظلمة، أو الغبار السحري، أو حلوى الفضاء السحرية (كما قرّر أحد الساخرين أن يسميها) لتفسير الكون.

حدد البيان الصحفي القضية التي ستسود بزهوٍ وغرور، وقال دوغ كلوي من جامعة أريزونا في توكسون، قائد هذه الدراسة: "تبدو فكرة أنّ الكون تحكمه الأشياء المظلمة وتسيطر عليه، فكرةً سخيفةً ومنافيةً للعقل، لذلك أردنا أن نختبر إن كان ثمة عيبٌ في طريقة تفكيرنا، هذه النتائج هي دليلٌ مباشرٌ على أنّ المادّة المظلمة موجودةٌ."

يذكر البيان الصحفي لاحقاً أنّ هذه النتائج هي ببساطة "الدليل الأقوى حتى الآن على أنّ معظم المادّة في الكون هي مادّة مظلمة." "إلا أنّها ليست كذلك تماماً.

ذهب البيان إلى أنّ بعضهم لديه الجرأة والوقاحة بأن يُشكك في وجود المادّة المظلمة، أمّا الآن فإنّه بات من الواضح أنّه لم يعد في إمكانهم ذلك قط. "على الرغم من الدليل المهم على وجود المادّة المظلمة، فقد اقترح بعض العلماء نظرياتٍ بديلةً للجاذبية حيث تكون في النطاقات بين المجرات أقوى ممّا تنبأ به كلّ من نيوتن وأينشتاين، لإلغاء الحاجة إلى المادّة المظلمة. في أي

حال، مثل هذه النظريات لا يمكنها أن تفسر التأثيرات التي تمت مراقبتها لهذا الاصطدام."

قد تعتقد أنّ هذا كله كان من أجل تعديل نظريات الجاذبية، غير أنّ أحداً لم يسأل أصحاب فكرة تعديل نظرية الجاذبية عمّا إذا يمكن لنظرياتهم تفسير تأثيرات الاصطدام التي تمت مراقبتها أو لا يمكنها ذلك. في الحقيقة، لم يتفحص أحد الأرشيف الورقي الذي ينشر فيه علماء الفيزياء آخر نتائجه ونظرياتهم بشكلٍ روتيني.

قبل شهرين من إعلان انتصار ناسا، ألقى الباحثون الذين اطلعوا على نظرية بيكنشتاين النسبية نظرةً إلى "تجمع الطلقة" أو "Bullet Cluste". كانت ورقته البحثية تحمل عنواناً هزلياً هو "هل يمكن لـ (MOND) أن تأخذ Bullet؟" ونشرت في صحيفة فلكية محترمة، ما جعل قراءتها ممتعة. حاولت هذه الورقة أن تبرهن أن لا شيء في مراقبات تشاندرا يناقض أو يتعارض مع نسبية (MOND). كان رد فعل ميلغروم أيضاً مثيراً للاهتمام، إذ قال: لقد سمعنا الادعاءات نفسها منذ ثلاث سنوات، كان لدى جماعة (MOND) كثير من الوقت ليستوعبوا هذه المشكلة، وناقشوها في المؤتمرات، ويدفعوا المؤلفين إلى معرفة كيف يفسرها (MOND)، "لكن لا يبدو أنهم يستمعون". من وجهة نظر ماكجو، يصعب على نموذج (MOND) أن يفسر تجمع الطلقة دون الاستناد أو اللجوء إلى شيءٍ من المادة غير المرئية، لكن لا حاجة إلى وجود شيءٍ غريب. قد يكون وجود بعض النيوترونات (التي نعرف أنّها موجودة، وأنّه من الصعب اكتشافها، وهي تتألف من بعض القطع الصغيرة

من المادّة المظلمة في النظرية القياسيّة الأنموذجيّة) وقد يكون وجودها كافيّاً لتفسير هذه المراقبات أو المشاهدات. إضافةً إلى ذلك، يشير ماكجوجو إلى أننا نعرف أنّ أنواع الجزيئات التي تتألّف منها - التي تُسمّى الباريونات - تشكل ٤% من الكون، لكننا اكتشفنا فقط عُشرَ الباريونات التي نعرف أنّها موجودة. وهذه "الباريونات المظلمة" قد تكون موجودة، ربما، في تجمع الطلقة؟

لم يكن أنموذج (MOND) المصحوب بالنيوترونات والباريونات المظلمة، هو البديل الوحيد. فبعد تسعة أيام من المؤتمر الصحفي لناسا، نشر عالم الفيزياء الكندي جون موفات ردّه في المحفوظات، وقال إنّ نظريته المعدّلة في الجاذبية يمكنها أن تفسّر مشاهدات تشاندرادون الاعتماد على أي مادّة مظلمة.

موفات، كان أحد العلماء النادرين الذين اكتسبوا معارفهم من التعليم الذاتي، فقد غادر باريس كفنانٍ معدومٍ مفلسٍ، ومع ذلك ارتقى ليشغل مناصب أكاديمية عليا. قصته تشبه القصص الخيالية، ففي عام ١٩٥٣، ولما كان موفات في العشرين من عمره، كتب رسالةً إلى آينشتاين، قدّم له فيها شرحاً عن بعض الأفكار العظيمة. ردّ آينشتاين على رسالة موفات، وقد كان متأثراً بعمله وفهمه، وبدأ يفتح الأبواب لهذا الشاب. في عام ١٩٥٨، حصل موفات على شهادة الدكتوراه من كلية ترينيتي، كامبردج - دون أن يكون حائزاً شهادة تخرج.

كان الحظ إلى جانب موفاث ءائماً؁ ففء قاءاه عبقرهه الاءائئاهة إلى العمل على أفكارٍ غير مألوفة؁ وعلى الأمور المألوفة في العلم؁ وابتكر أعظم فكرة له منذ نحو عقد تقريباً - وهه أن سرعه الضوء ربما كانت مختلفة في الماضي. على الرغم من أن موفاث تمكن فقط من نشر هذه الفكرة في صحيفه مغمورة في بداية تسعينيات القرن العشرين؁ إلا أئها عاءت إلى الظهور ثانية في علم الفيزياء بعد عشر سنوات؁ وفي ذلك الحين؁ كان على موفاث أيضاً أن يثير ضجة كبيرة قبل أن يحصل على أي تقدير ملائم له ولفكرته.

لا يزال الرجل يثير ضجة - لكن في مجال الماده المظلمه الآن. يُسمى تفسيره لانحناءات المجرات الدائرية المستوية بـ (MOG)؁ الذي قد يكون تفسيراً غير لائق نوعاً ما لكنه بسيط على الأقل؁ وهو يتناول الجاذبية المعدلة. إنما تبعاً لموفاث؁ فإن (MOG) أو الجاذبية المعدلة تتوافق قليلاً مع جاذبية نيوتن؁ لأن افتراض أن الجاذبية أقوى قليلاً في المسافات البعيدة من الحد الطبيعي الذي هه عليه؁ يُفسر مشاهدات تشانءرا.

ربما تكون الماده المظلمه موجودة؁ وربما لا تكون. غير أن ثمة بدائل؁ وأي مراقبة أو مشاهدة محايدة يجب أن تقول إن قضية الماده المظلمه لم تُحل بعد. حتى الآن؁ انءظرنا أكثر من سئين عاماً لنكتشف السبب وراء تلك الحركات المجريه الدائرية الغربية؁ ومن المحتمل أن أحداً منا - نحن أحياء اليوم - لن يعيش ليكتشف حقيقة الماده المظلمه. ربما سنعرفها غءاً؁ لكن حتى حدوث هذا الأمر؁ فإنه لا يمكننا أن نءأكد من وجود الطاقة المظلمه؁ وهذا ما أشار له آءام ريس.

ليس صحيحاً أنّ الباحثين في مجال الطاقة المظلمة ينتظرون أو أنّهم عاجزون عن فعل شيءٍ ما. فقد كلّفت ناسا، ومؤسسة العلوم الوطنية، وقسم الطاقة في الولايات المتحدة الأميركية مجموعة من علماء الفيزياء بإيجاد أفضل السبل للمضي قدماً في اكتشاف معضلة الطاقة المظلمة، وفي أيلول عام ٢٠٠٦، نشر فريق مهمة الطاقة المظلمة تقريره. أوصت معظم النتائج والخلاصات التي توصل لها العلماء بـ "برنامج مكثف" من التجارب والمشاهدات الفلكية التي ستساعدنا في إيجاد معنى لهذا كله. ما يثير الاهتمام أكثر هو أنّه بالإضافة إلى كل توصيات البرامج هذه، فقد أوصى رئيس فريق المهمة باتباع طريقةٍ أخرى تماماً لمعالجة قضية الطاقة المظلمة، ويقول إدوارد روكي كولب^(١): ما نحتاجه حقاً هو آينشتاين آخر.

اقترح كولب أنّ مشكلة الطاقة المظلمة يمكن أن تُحلّ بالعودة إلى الفيزياء قبل خمسة وثمانين عاماً. يقول إنّ جزءاً من المشكلة قد يكون الافتراضات التي وضعها الباحثون في عشرينيات القرن العشرين كي يجدوا حلولاً لمعادلات آينشتاين (الحلول هي بشكل أساس وصف رياضي للكون). افترضوا أنّ الكون متناظر، أي أنّه متشابه تماماً حيثما نظرت إليه.

إذا لم تكن هذه فكرةً غريبةً جداً، فتخيّل أنك تقف داخل كعكةٍ من التوت وتنظر حولك. يحيط التوت بك من اليمين واليسار ومن الأعلى

(١) إدوارد كولب: فيزيائي، وأستاذ جامعي من الولايات المتحدة الأمريكية. ولد في نيو أورلينز (لويزيانا). وهو عضو في الأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم. المترجمة.

والأسفل، أينما نظرت، لا يوجد اختلافٌ ملموسٌ في الطريقة التي توزعتُ فيها حبات التوت داخل الكعكة. رؤيتنا للكون من الداخل تبدو مشابهةً لهذا، حتماً إذا نظرنا في اتجاهٍ واحدٍ في المجموعة الشمسية، أو في درب التبانة، فإننا سنرى خصائص محددة متشابهة لن نجدها إذا نظرنا في اتجاهٍ آخر. في أي حال، حينما ننظر خارج حدود منطقتنا المحلية، فسيبدو الكون نفسه حيثما نظرت.

إنما، هل الأمر كذلك؟ بالتأكيد لا نعرف. يوجد تدمير وشائعات بين علماء الفلك حول أن قياسات الأشعة الكونية الأساسية الصغيرة جداً، وصدى الانفجار العظيم يظهران تلميحاتٍ وإشاراتٍ بأن الكون غير متناظر، ويقترح بعض علماء الكون أن ثمة سبباً جيداً لحسبان استعادة مفهوم مرفوضٍ منذ نهاية القرن التاسع عشر وهو: الأثير أو البروم، كياناً خيالياً يجعل من السهل على الضوء والجزيئات أن تتحرّك في أرجاء الكون في اتجاهٍ ما دون الآخر. سيُبطل هذا السيناريو أو التصوّر فرضية التناظر. في الوقت الحالي، ليست لدينا معلومات كافية عن الكون المفقود، ما نحتاجه فعلاً هو نظرية لا تخلق افتراضات، وبوجود مثل هذه النظرية فقط يمكننا أن نتأكد من أننا لا نسير في الاتجاه الخاطئ.

القول أسهل من الفعل، لكن بصراحة، لسنا أذكاء كفاية لوصف الكون دون وضع تلك الافتراضات التبسيطية - وربما الكارثية. كما نعلم فالأمر ليس لغزاً مستحيل الحل، لكن المشكلة تكمن في أننا نعمل دون وجود الرؤية المطلوبة - لا نستطيع بعد القيام بالعمليات الرياضية، فنحن نشبه الجيل الذي سبق آينشتاين. يقول كولب: في يوم ما سيكتشف شخصٌ

ما كيف نُحل معادلات أينشتاين دون فرضيات التناظر المعوقة، حينها سترك ذلك الشخص شيئاً ما مثيراً للاهتمام، شيئاً ما مثل تفسير الطاقة المظلمة. في ذلك اليوم، لن يعود لعدم إمكان الوصول إلى إقليم الكون - إذا كان مثل هذا الشيء موجوداً - لن يعود له أي أثرٍ في فهمنا لهذا الكون.

إنّه حتماً أمرٌ يستحق أن نسعى إلى تحقيقه. في أي حال، إنّ كل ما نستطيع فعله حالياً هو أن نكون محافظين، وأن نعلن بكل ثقةٍ أنّ ثمة أسراراً عن الكون أكثر من التي نعرفها الآن، وأنّ الكون لا يزال جاهزاً للاستكشاف.

من يعرف ما هي المفاجآت التي يجبّئها لنا؟ ولا سيما أنّ الطاقة المظلمة والمادة المظلمة لم تعودا الإشارتين الوحيدتين على أنّ ثمة أشياء أخرى تنتظر أن تُطبّق عليها قوانين الفيزياء. توجد أسباب تدعو إلى الشك، مثلاً ما نسميه نحن بقوانين الفيزياء من الضروري أن تُطبّق على كل شيءٍ في الكون - أو أن تكون قابلة للتطبيق مرّة في تاريخها. هذا بالتأكيد سيعيّر وجهة نظرنا نحو تطور الكون، قبل انهيار هذه الميزة أو الصفة، علينا أولاً أن ندقق في قصة مركبتي الفضاء اللتين أطلقنا في سبعينيات القرن العشرين. إنهما حالياً تغادران مجموعتنا الشمسية - لكن في مسارٍ غامضٍ ومختلفٍ نوعاً ما عن المسار الذي وُضع لهما. ربما يمكن لانحراف بايونير^(١) الغريب، أو شذوذه أن يخبرنا ما الخطأ في كوننا.

(١) انحراف بايونير أو تأثير بايونير: هو الانحراف الملحوظ من التسارع المتوقع للمركبتين الفضائيتين بايونير ١٠، وبايونير ١١ بعد مرور نحو ٢٠ وحدة فلكية عن مسارهما خارج النظام الشمسي. كان هذا الانحراف مسألة ذات أهمية كبيرة لسنوات عدّة، وقد تم تفسيره لاحقاً بضغط الإشعاع متباين الخواص الناجم عن فقدان حرارة المركبة الفضائية. المترجمة.

انحراف بايونير

مركبتان فضائيتان تحرقان قوانين الفيزياء

أعطى إسحق نيوتن الأمل لكل الفاشلين. ولد نيوتن قبل أوانه، وكان كالقزم بين المواليد الجدد، ووفقاً لكلام والدته فإنه "يمكن له أن يوضع في كوب بسعة لتر". في المدرسة كان نيوتن ضمن الطلاب الأضعف أداءً. وفي عمر الثالثة والعشرين، توصل إلى وضع النظرية الكونية في الجاذبية. تقول هذه النظرية: "هناك قوة بين أي جسمين تتناسب طردياً مع كتلتيهما، وعكساً مع مربع المسافة بينهما."

على الرغم من أنها تبدو نظرية بسيطة، لكنها علمٌ معقدٌ بكل معنى الكلمة. كل شيءٍ نطلقه في الفضاء محكوم بقانون المربع العكسي لأن علماء الصواريخ عليهم أن يطبقوا هذه النظرية ليفهموا كيف تتحرك مركبتهم في حقول جاذبية الكواكب والأقمار في مجموعتنا الشمسية وخارجها - كما هي الحال في مسباري بايونير.

بالتأكيد، لم يعد مسبارا الفضاء بايونير ١٠، وبايونير ١١ مهمين لأحد. فقد تم إطلاقهما في سبعينيات القرن العشرين، وهما الآن بعيدان جداً خارج حدود مجموعتنا الشمسية، وشاردان في الفراغ، وآخر اتصال لنا مع

بايونير ١٠ كان في ١٠ كانون الثاني عام ٢٠٠٣، عندما وصلت إشارة ضعيفةً منه إلى الأرض. إنه الآن على بعد ٨ مليارات ميل تقريباً، واجتاز مدارات كوكبي نبتون وبلوتو، ولم نسمع عنه شيئاً مرةً أُخرى، لأنه لم تبقى لديه طاقة كافية لإرسال أي إشارة. اللحظة المهمة الثانية للمسبار ستأتي بعد مليوني عام، عندما سيصطدم بالنجم ألدباران في مجموعة توروس أو الثور، وفقاً للحسابات التي اعتمدت على قانون الجاذبية الذي طوره نيوتن منذ أكثر من ثلاثة قرون.

في أي حال، يشير مسبارا بايونير إلى أن القانون قد يكون خطأً، أو على الأقل هو خطأً في تلك الحسابات المحددة، أي بالنسبة إلى هذين المسبارين الشاردين. في رحلة كل عام، ينحرف المسباران ٨٠٠٠ ميل بعيداً عن مسارهما المرسوم لهما. وهو ليس بالانحراف الكبير جداً عندما نأخذ في الحسبان أن المسبار يُغطي مسافة ٢١٩ مليون ميل سنوياً، وأياً كان السبب وراء شروده فإنه أضعف بعشر مرات من قوة سحب الأرض عند قدميك. إلا أن هذا السبب موجود ويبدد الشك في كونية أحد أعظم إنجازات نيوتن.

فكرة أن مسباري البايونير يهددان قوانين الفيزياء المعروفة أثارت استهزاءً عالمياً - حتى من قبل الناس الذين يحاولون إيجاد معنى لهذا الانحراف. الحقيقة التي نادراً ما قُدِّرت حقَّ تقديرها هي أن ناساً قد خططت صراحةً لاستخدام المسبارين لاختبار قانون نيوتن، وقد فشل القانون في الاختبار. ألا ينبغي أن نأخذ هذا الفشل على محمل الجد؟

في عام ١٩٦٩، لما كانت معظم الأعين تراقب هبوط مركبة أبولو على القمر، كان جون أندرسون يركّز على مسباري البايونير. كباحثٍ رئيس،

كانت لديه مهمة التأكد من أنّ هذين المسبارين سيقومان بكل ما هو مطلوبٌ منهما - أي كان عليه أن يتأكد من أنّهما يراقبان الكواكب الخارجية، لكنّ الشيء الذي اتضح لأندرسون فيما بعد أنه يمكن لهذين المسبارين القيام بأكثر من هذا بكثير.

كان مسبارا بايونير عبارة عن مركبتين فضائيتين مذهلتين وفريدتين في نوعهما، وكانت كل مركبة منهما مزودة بتقنيات لتفقد اتجاهاتها ومساراتها - من خلال تحديد موقعها بالنسبة إلى نجومٍ محددة. فإذا وجد علماء البعثة أنّ المركبة انحرفت عن مسارها، يمكنهم حينها أن يطلقوا دافعات صاروخية لتصحيح أي شروء. من جهةٍ أخرى، حافظ بايونير ١٠، وبايونير ١١ على نفسيهما ثابتين ومستقرين باستخدام الحيلة نفسها التي تحافظ على دوران الطفل إلى الأعلى في لعبة الدوران، أي أنّهما سيتنقلان عبر الفضاء بشكلٍ دائريّ. يوفر الدوران قوّةً تُثبّت اتجاه المسبارين نحو الأعلى، الدوران في مسباري بايونير يعني أنّ علماء البعثة لا ينبغي لهم أن يقلقوا حيال إطلاق أي دافعات صاروخية للمحافظة على سير المركبة في مسارها الصحيح.

أدرك أندرسون أنّ مسارات المسبارين، منذ سفرهما وتنقلهما تحت تأثير الجاذبية فقط، ستوفر اختباراً رائعاً لطبيعة الجاذبية، وقدم مقترحاً إلى ناسا باستخدام المسبارين لهذا الغرض، بالإضافة إلى مهمتهما الأساسية، التي كانت الاستقصاء عن كوكب المشتري، والفضاء الخارجي للمجموعة الشمسية. وافقت سلطات ناسا على الاختبار ورأت أنّه سيكون اختباراً جيداً، وموّلت التجارب الإضافية لهذا.

أُطلق أول مسابر بايونير من كيب كانافيرال^(١) في ٢ آذار عام ١٩٧٢، وانطلق بايونير ١١ في ٥ نيسان عام ١٩٧٣. مرّت سبع سنوات، استقال فيها ريتشارد نيكسون، وسقطت مدينة سايجون الفيتنامية، وأصبحت مارغريت تاتشر رئيسة وزراء بريطانيا، وبعدها لاحظ جون أندرسون شيئاً غريباً.

طوال سنوات رحلته، كانت المعدّات في الفضاء تُرسل قراءتها إلى الأرض. في عام ١٩٨٠، لم يعد لقراءة المسارات أي أهمية، إذ يبدو أنّ المركبتين كانتا تُسحبان نحو الشمس. تحدّث أندرسون إلى بعض علماء الفلك من فريقه عن هذا الانحراف، لكنه لم يتحدّث إلى العوام عنه لأنّه لم يكن يستطيع تفسيره. بعد ذلك، وفي عام ١٩٩٤، تلقى أندرسون اتصالاً هاتفياً من عالم فيزياء يعمل في مختبر لوس آلاموس الوطني في مدينة نيو مكسيكو.

كان مايكل مارتن نيتو في مهمّة لاكتشاف مصداقية نظرياتنا في الجاذبية. في كلّ مرة يصادف فيها علماء الفيزياء، كان يسألهم سؤالاً يبدو سخيفاً: هل لا يزال في إمكاننا أن نتنبأ بحركة الأشياء باستخدام قانون التربيع العكسي لنيوتن إذا كانت هذه الأشياء موجودة خارج مجموعتنا الشمسيّة؟ أخيراً تحدّث إلى شخصٍ من فريق أندرسون، وقال إنّ هذا السؤال قد لا يكون سخيفاً - وإنّ عليه أن يسأل أندرسون عن رأيه فيه، حينها قرر نيتو أن يجري اتصالاً بأندرسون.

قال أندرسون: "حسناً، يوجد هذا البايونير،"

(١) كيب كانافيرال: هو جزء من مقاطعة بريفارد في فلوريدا، الولايات المتّحدة الأميركيّة. وهو المركز الرئيس للأنشطة الفضائية في الولايات المتحدة منذ عام ١٩٥٠. وتُطلق جميع المركبات الفضائية المأهولة الأميركيّة من هذه المنطقة. المترجمة.

لما انتهى من مهمته، بدأ نيتو يتحدث على نطاقٍ واسعٍ عن قيام سلافاف توريشيف بقيادة البايونير.

كان لتوريشيف الشرف في أن يكون أوّل عالم سوفيتي يعمل في مختبر الدفع النفاث (JPL) التابع لناسا في باسادينا في كاليفورنيا. كان مدعوّاً إلى القيام ببعض الأعمال في مجال تخصصه، في النظرية العامة في النسبية لأينشتاين، وهي النظرية التي تتناول المعادلات التي تصف كيف تُشكّل المادة والطاقة الكون، عندما صادف قصّة نيتو، كان عليه أن يبقى في كاليفورنيا لمدة عامٍ كاملٍ، اعتقد أنّه في أثناءه سيكون لديه كثير من الوقت ليناقض انحراف وشدوذ هذين المسبارين، اللذين لا معنى لهما ولا قيمة. والآن، وبعد مضي ثلاثين عاماً، لا يزال توريشيف في مكانه في كاليفورنيا يستقصي عن هذا الانحراف.

لو أنّ سلافاف توريشيف تبع شغفه الأوّل، لأصبح مهندساً، وليس باحثاً مختصّاً في النسبية العامة. ولد توريشيف في منطقة بعيدة في جبال ألتاي في ما يُعرف الآن باسم كازخستان، وأمضى طفولته في تأمل الأفق في محطة بايكونور الفضائية، المكان الذي بدأت منه أوّل رحلة فضائية. من هنا انطلق يوري غاغارين^(١) إلى الفضاء عام ١٩٦١. وفي سبعينيات القرن العشرين، أصبح السوفيتي خبيراً في رحلات الفضاء. من شرفة منزل أسرته، كان توريشيف الشاب يراقب بذهول الصواريخ الإبرية الحادة وهي تحرق

(١) يوري غاغارين: رائد فضاء سوفيتي، يُعدُّ أول إنسان تمكّن من الطيران في الفضاء الخارجي، والدوران حول الأرض في ١٢-أبريل - ١٩٦١ على متن مركبة الفضاء السوفيتية (فوستوك ١). المترجمة.

السماء، كان يصادف أحياناً وهو برفقة والده في رحلات التسلق إلى الجبال، بقايا معدنية محطّمة، وكان يعرف تماماً ما هي، فقد شاهد المرحلة الثانية لإطلاق الصواريخ وهي تُلقى في غيمةٍ من الغاز بعد دقيقتين من إطلاقها، وتسقط عائدةً إلى الأرض كشيطانٍ طُردَ من الجنة.

بالهام من برنامج الفضاء السوفييتي، بدأ هو وأصدقائه بصنع صواريخهم الخاصة بهم. توريشيف الآن في الأربعينات من عمره، فخوراً بـ "Ultraphoton"، وهو صاروخ يعمل على مرحلتين بناه هو وعمّه. طول الصاروخ سبع أقدام ويعمل على شحنةٍ من البارود المصنع يدوياً أي الكبريت المكشوك من أعواد الثقاب المكنوسة. كان الضوء الزجاجي لشجرة عيد الميلاد وعاءً مناسباً للشحنة، وكانت شرارة التشغيل من بطارية شدتها ٤.٥ فولط موجودة في نهاية سلك طوله ١٠٠ قدم. يقول توريشيف إنّ الإطلاق كان رائعاً. لا بدّ أنّ دقائق قلب راكمه - وهو الفأر الأليف لتوريشيف - قد تجاوزت الحد الطبيعي لها.

كلّ شيءٍ ظهرَ في طريق توريشيف كان يدفعه لأن يُصبح مهندساً فضائياً. إنما، لما كان في السادسة عشرة من عمره، أطلعه أحدهم على معادلات نظرية النسبية العامة لأينشتاين، وثمّ حدث ما حدث، إذ أصبح بناء الصواريخ فجأةً شغفاً طفولياً. يبدو أنّ الاعوجاج واللحمة بين المكان والزمان، والنسيج الغامض الذي تُمثّل فيه الكواكب والناس قصصهم، كانت موضوعاً مناسباً أكثر ليوليه اهتمامه.

بحلول عام ١٩٩٠، حصل توريشيف على شهادة دكتوراه في علم الفيزياء الفلكية، وفيزياء الجاذبية النظرية من جامعة موسكو ستات، وبعد ثلاث سنوات غادر إلى كاليفورنيا.

انضمّ توريشيف إلى مشروع بايونير كمُصلِّح - عامل تنظيفات، وكشخصية هارفي كيتل في فيلم (خيال رخيص) أو (Pulp Fiction)، كان توريشيف موجوداً هناك لينظف الفوضى التي يخلفها الناس بعد قيامهم بأشياء غبية. أحد الأشياء الغبية، في هذا الفيلم، أنهم نسوا أن يأخذوا في الحسبان بعض النقاط المهمة والثابتة في النسبية العامة، ونظرية الجاذبية لآينشتاين، عند التخطيط لمهمات بايونير. إنما ما أذهل توريشيف، أنه لم يجد أي شيء خطأ في هذه المخططات. من هنا بدأ هوسه المتواصل في حلّ مشكلة بايونير.

أندرسون، ونيوتو، وتوريشيف جميعهم كانوا يعتقدون أنه لا بدّ من أنهم قد نسوا أو أغفلوا شيئاً ما، هم لا يريدون أن يعيدوا كتابة قوانين الفيزياء، بل إنهم أرادوا أن يدعوا آينشتاين ونيوتن وشأنهما. المشكلة هي أنّ التحليل العميق فشل في إيجاد أيّ شيء في المركبة الفضائية يمكنه أن يسبب انحرافها عن مسارها. في عام ٢٠٠٢، نشروا ورقة بحثية تتألف من ٥٥ صفحة، تطرّقوا خلالها إلى كلّ شيء يمكن التفكير فيه لتفسير الانحراف، لكن لا شيء من هذه الأسباب كان مناسباً. بعد انتهاء توريشيف من عمله في التنظيف كان يتفقد أيّ تأثير ممكن للنسبية العامة ولو كان صغيراً جداً، الذي جاء اكتشافه بعد الجهود الفردية لأندرسون إبان عقدٍ طويلٍ لإيجاد سببٍ لهذه المشكلة. ثمة شيءٌ ما يسحب مسباري بايونير بقوةٍ صغيرةٍ لكن ثابتة، وبعد ثلاثين عاماً تقريباً، بقي هذا الشيء غامضاً.

لهذا السبب يراقب الباحثون مسباري بايونير في أماكن عدّة حول العالم وهما يخلقان مراراً وتكراراً. كانت فكرة توريشيف أن تُجمع كل بيانات

الرحلات الجوية لمسباري بايونير، وتدوّن على برنامج حاسوبيّ هو: بايونير، برنامج المحاكاة.

إنّه مشروعٌ مضمّنٌ جداً. ولتفهم لماذا هو مرهقٌ هكذا، فكّر في ما كانت عليه تكنولوجيا المعلومات في عام ١٩٧٣. كانت طباعة المصفوفة النقطيّة لا تزال جديدةً وجميلةً جداً، وكان بيل غيتس لا يزال يدرس في جامعة هارفارد، ولم يكن قد اخترع بعد أقراص نظام التشغيل، أو ترك جامعته ليؤسس شركةً صغيرةً تُدعى مايكروسوفت. كان هذا قبل عامين، حين اخترعتُ أول سواقة أقراص مرنة حجمها ٨ إنشات تماماً قبل عامين من هذا المشروع، وهذا يعني أنّ مركبتي بايونير، اللتين صُممتا في ستينيات القرن العشرين، ستخزن معظم بياناتهما على بطاقات مثقبة قديمة الطراز. بيانات البعثة التي لم تكن موجودة على بطاقات مثقبة وُضعت على شريط ممغنط بدائي، ومُرّمز بلغات برمجية عدّة هي إصدار من صناعة الحواسيب باللاتينية القديمة.

لم تتوقف مشكلات توريشيف هنا، فناسا لم تؤرشف جميع بيانات بعثتها بالعناية المرغوبة، فهذه السجلات كانت للحظة إطلاق الصاروخ، وللاتجاه الذي كانت تسير فيه المركبة عند الساعة ٢,٣٠ من صباح يوم جمعة باردٍ في بداية سبعينيات القرن العشرين، إنّها بيانات تكاد لا تكون مهمة، طبعاً ما لم تتحدّد هذه البيانات قوانين الفيزياء، لكن من كان يعلم أنّ هذا سيحدث؟

من الواضح أن لا أحد من علماء ناسا قد توقع ذلك. أخيراً وجد توريشيف معظم بيانات مسار بايونير - ٤٠٠ لفافة من الأشرطة الممغنطة

تحمّل تسجيلات الحاسوب لمسارات البعثة عبر الفضاء - في كومةٍ من الصناديق الكرتونية تحت الدرج في JPL أو مختبر الدفع النفاث. عانت الأشرطة لعقودٍ من الإهمال والحرارة والرطوبة، لكنّ زملاء توريشيف ساعدوه في استعادة البيانات، وتسجيلها على أقراص DVD. بعد ذلك استمرّ الرجل في البحث عن تسجيلاتٍ من الأدوات في الفضاء، التي ستكشف كل حركة، وكل دورة لمسباري بايونيير. أخيراً، وجد توريشيف في أيمس مركز أبحاث ناسا، في حقل موفيت، في كاليفورنيا، ثروة مؤلفة من ستين خزانة من قراءات الأدوات، كانت معدّة للإتلاف الوشيك.

احتاج المسؤولون في حقل موفيت إلى المساحة التي كانت تشغلها هذه الخزائن المملوءة، وأوشكوا أن يتخلصوا منها في مكبّ للنفايات. في الخارج، في المرآب، كانت أول حاوية تنتظر أن يتمّ ملؤها، وفي لحظة شغفٍ، أخبرهم توريشيف أنّ الأقراص مهمةٌ جداً ولا يجب رميها، ثمّ استأجر شاحنةً وأعاد الخزائن بنفسه. تأثر المسؤولون وأبقوا على الأقراص، والآن بياناتها جميعها موجودة على DVD أيضاً، ووزّعت على الأطراف المهتمة بها حول العالم، لإعادة إطلاق مسباري البايونيير سيكون جهداً عالمياً.

كلُّ شخصٍ شارك في إعادة الإطلاق يعتقد أنّ الغموض واللغز يكمنان في شيءٍ ما على متن السفينة الفضائية أو المركبة. وبعد كل هذا، لن يكلف الأمر كثيراً - ٧٠ واطاً من الحرارة، مثلاً، يمكنه أن يفسر كل شيء، فحينها تتسرّب أشعة الحرارة، ستدفع معادلة نيوتن، ورد الفعل المعاكس المسبار في الاتجاه المعاكس.

يحمل المسباران بالفعل مصدراً للحرارة هو: مولدات البلازما المشع، التي تزود الأنظمة الإلكترونية للسفن الفضائية بالطاقة. حينما تُطلق المسابير، تُنتج هذه المولدات المثبتة على أذرع طويلة على طرف المركبة، لتقليل أي ضرر إشعاعي، تنتج ٢٥٠٠ واط من الحرارة، لكنها حتى الآن، أنتجت ٧٠ واطاً.

يمكنها أن تفعل هذا، لكن إذا فعلته فإن هذه الحرارة ستدفع المسبارين في الاتجاه الخاطئ. المولدات مُركبة على جانب كل مركبة، ولإنتاج هذا التسارع الشاذ والغريب نحو الشمس، يجب أن تكون المولدات مُركبة في مقدمة المركبة.

تمّ استبعاد سلسلة طويلة من أفكار كهذه - ومن الآليات المقبولة بعد دراسات حذرة ودقيقة. تمّ تدقيق جميع البرمجيات أيضاً، لا توجد أخطاء يمكن أن ينتج عنها قراءة مغلوطة للمسار، أو تحول طفيف عنه. قد تكون الحيلة في تسرب الوقود، ولكن يجب أن يكون هذا قد حدث في كلا المركبتين، وفق الطريقة نفسها تماماً، ولم يتمّ التقاط مثل هذا بأي أداة داخلية في أيّ من المركبتين.

بعد ثلاثة عقود من المحاولة لإيجاد جواب، لم يتوصّل العلماء الذين قاموا بالتقصّي عن انحراف بايونير إلى شيءٍ. إذا كان هذا الأمر مُحبطاً، فإنّه أيضاً مثيرٌ للاهتمام - مثيرٌ فعلاً، في الحقيقة، حتى المدير المسؤول لناسا، مايكل جريف، أصبح مهتماً به. أجرى توريشيف محادثات عدة مع جريف بشأن البايونير، وربما لهذا السبب، وبعد سنوات من دراسة البايونير في أوقات فراغهم، أصبح لدى باحثي ناسا المال للمشروع.

إنهم محقون في هذا، فمنذ البداية، كان مستكشفو البايونير شبه مثاليين عندما تعاملوا مع الأشياء الغامضة، فهم لن يحتضنوا الأشياء الاستثنائية حتى يستبعدوا الأشياء العادية. عارض توريشيف بشكلٍ شبه مَرَضِيّ التحدّث عن الأفكار الفيزيائية الغريبة، حتى الأفكار الأليفة، كالنسخة المعدّلة من قانون نيوتن، وفعل نيتو الشيء نفسه، إنّه فخورٌ بكلّ ما حققه مستكشفو البايونير حتى الآن، وفي التفسيرات المحتملة كلها التي استبعدوها، يرى حدسه الغريزي أنّ تفسير انحراف البايونير سوف يتحوّل إلى شيءٍ ما يشبه نسيان إطفاء الأضواء، أو أيّاً يكن تشبيهه ناساله.

في كلّ شهر، يبدو أنّ صحيفة أو صحيفتين تبنيان أو تؤيدان بعض التفسيرات الغريبة لانحراف البايونير. غالباً ما تبدو النقاشات مجنونة قليلاً، فمثلاً، قد يكون تمدّد الكون هو من تسبب في حدوث تسريعٍ نسبيٍّ للساعات التي شاركت في قياسات موقع مسباري بايونير بعضهما عن بعض. إذا كان هذا صحيحاً، فإنّ النظرية النسبية الخاصة بأينشتاين تتطلّب التحليل كي يتمّ تجديدها. المشكلة هي أنّ هذا النوع من الظواهر الغريبة (وقد تمّ عرض أكثر من واحدة منها) سيؤثر أيضاً في حركة الكواكب الخارجية، وهذه الكواكب لا تقوم بأي شيءٍ غريب.

أو ربما أنّ الفوتونات الوحيدة، التي هي جزيئات الأشعة التي تحمل المعلومات من المركبة الفضائية، لها أطوال موجات تتنبه بتمدّد الكون. وقد أقرّ الباحثون الذين قدّموا هذا الاقتراح أنّه فشل في اختبارٍ مهمٍّ وأساسيٍّ، لأنّه سيدفع موقع مسباري البايونير الظاهر في الاتجاه الخطأ. ربما يجب على الانحراف أن يتعامل مع الفوتونات الوحيدة التي تحولت حالتها الكميّة، أو

التي تسرّعت وفقاً لقوانين الديناميكية الإلكترونية اللاخطية، وهي نظرية تم تطويرها في عام ٢٠٠١ من قبل برازيلين اثنين من علماء الفيزياء. أو ربما يكمن الجواب في القوة الكونية الإضافية لجون موفات، وهي القوة التي ستفسر أيضاً المادّة المظلمة. يعتقد مناصرو أنموذج ديناميكية نيوتن المعدلة (MOND) أن نظريتهم ستفسر أيضاً انحراف البايونير، أو ستدعم الطريقة التي نرغب أن نرى الأشياء وفقها.

لم يوافق نيتو على هذا، إذ يقول: إن فرضية (MOND) لا تنسجم مع بيانات البايونير، ولا ينتج عنها النوع الصحيح من الانحراف. إنه محق - محق أكثر من توريشيف، على الأقل - في كل توقعاته، يريد أن يتخطى الحدود، وأن يعرف أكثر ممّا نعرفه في الوقت الحاضر، لكن دون أي مقابل، إنّه يتفهم مخاطر رغبة العلماء في أن يصبح شيءٌ استثنائيٌّ حقيقةً واقعةً. يقول نيتو: "يا إلهي، إذا تورّطت في الإيمان بأنك ستجد شيئاً ما، فأنت في مأزق."

في النهاية، يعتقد نيتو أنّ العلماء سيجدون تفسيراً مباشراً لانحراف البايونير، ويقول إن هذا الاحتمال لن يُنقِص من إيمانه هذا على الإطلاق. لقد أشار إلى أننا سنحصل على عددٍ لا يُحصى من تقنيات التحليل، وخبرة في معالجة البيانات بدقة فائقة، وسنعرف سبب انحراف المركبتين - والزمان والمكان اللذين تسافران فيهما - بشغفٍ ما كنا لنصل إليه دون البايونير.

وإذا كان مخطئاً في حدسه فهذا أفضل بكثير، ولا سيما إذا كشف كل ذلك الجهد عن قوّة جديدة في الفيزياء. يقول نيتو: "بالنسبة إلى العلم فهذا يعني الوصول إلى نتيجة فوز - فوز. يعتقد أندرسون أيضاً أنّ انحراف البايونير هو في الغالب إنذارٌ خطأ، لكنه يترك الباب مفتوحاً لشيءٍ ثوريٍّ

لأنّه لاحظ التوازي والتشابه مع انحرافٍ آخر، وهو الانحراف الذي حلّه آينشتاين من دون قصدٍ عندما توصل إلى نظريّة النسبيّة العامّة.

في عام ١٨٤٥، حسب أربان جان جوزيف ليفير، وهو عالم الفلك الفرنسي المشهور لاكتشافه كوكب نبتون، أنّ المدار الإهليلجي لكوكب عطارد حول الشمس سيُمرُّ بتجربة انحراف في حضيضه الشمسي، عند أقرب نقطة له إلى الشمس، في كل دورة يقوم بها.

هذا الانحراف، أو هذا الدوران، يعود إلى قوة سحب الجاذبية في الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسيّة. هذا ليس خاصاً بكوكب عطارد فقط، بل سيتعرض الحضيض الشمسي لمدارات الكواكب كلها إلى دورانٍ مشابه. ومع ذلك، لم يكن دوران عطارد كما كان من المفترض أن يكون عليه. لما استنتج ليفير، باستخدام قوانين نيوتن، حجم هذا الانحراف، أو الدوران، لم تكن النتيجة مطابقة للقيمة التي استنتجها علماء الفلك من مراقبتهم ومشاهداتهم، فقد كان الفارق أربعاً وثلاثين ثانية من القوس في القرن، وهو أكثر بقليل من واحد في المئة من الدرجة.

ملاحظة مثل هذا الانحراف الصغير جداً كانت عملاً مؤثراً للغاية في ذلك الوقت، ومساوياً في الأهمية للقيام بقياس قطر البنس من على بعد ٣٠ ميلاً. إلّا أن أحداً لم يُربّت على كتف هؤلاء العلماء، ولمواجهة هذا الاختلاف والتناقض، لم يكن لدى العلماء خيارٌ سوى إيجاد تفسير. فقد جرّب علماء الفلك حلولاً متخصصة، وربما استلهم ليفير من الطريقة التي تنبأ من خلالها بوجود نبتون بالإشارة إلى مدارات كوكبيّة أخرى، واعتقد أنّ الاختلاف في كوكب عطارد لا بدّ أن يكون إشارةً إلى أنّ ثمة كوكباً آخر

ينتظر أن يُكتشف. اقترح علماء آخرون أنّ الشمس فيها نوعٌ من توزيع الوزن المتفاوت غير المنتظم، أو أنّ الغيوم الغبارية بين الشمس وكوكب عطارد تؤثر في المدار. لم ينجح أيّ من هذه الفرضيات، حتى عام ١٩١٥، عندما أشار آينشتاين إلى أنّ جسمًا ضخماً كالشمس سيحني الكون حوله، وبذلك وجد تفسيرٌ للانحراف.

استنتج آينشتاين، باستخدام معادلاته في النسبيّة العامّة، أنّ الانحناء في الفضاء، مضافاً إلى سحابة الكواكب الأخرى، سيُعطيان قيمة لدوران عطارد الحضيضي الذي نسبته ٤٢.٩ جزء من الثانية في القرن. كان هذا إقراراً مهماً بنظرية آينشتاين التي سُكِّت حديثاً، ما أدّى إلى الاعتراف والقبول السريع بها. ووفقاً لجون أندرسون، فقد كانت درساً لأولئك الذين يستبعدون التأثير الكامن لانحراف بايونير.

إذا كان تفسير انحراف بايونير عادياً وبسيطاً، فإنّ نهج وأسلوب توريثيف الحذرين سيجدانه بالتأكيد. وإذا كان التفسير استثنائياً وغير عادي، فإنّ حتى أدق فحصٍ وتمحيصٍ عبر إقليمٍ من الاحتمالات المملة لن يساعد في إيجادهِ. علّمنا كوكب عطارد أنّ استبعاد ما هو عادي وبسيط لا يقودنا دائماً إلى الجواب.

يقول أندرسون: ربما لم يقدّم بايونير بيانات كافية لبنني عليها صورةً واضحةً لقوةٍ أخرى في الكون. وإنما، حتى لو لم يستخدم أحد طريق الرحلة الشارد لخلق طفرة في علم الفيزياء، فإنّ بايونير يمكنه على الأقل أن يشكّل إقراراً بنظرية تطوّرت بوسائل أخرى. لم يخلق آينشتاين النسبيّة العامّة بسبب مشكلة مدار كوكب عطارد، إلا أنّ المشكلة كانت في غاية الأهميّة في إثبات

أن الأفكار الثورية لاينشتاين كانت صحيحة. إذا كان مدار عطارد بمنزلة إقرارٍ مثاليٍّ بصحة أهم الاكتشافات في العلم، فقد تفعل مركبتا بايونير الشيء نفسه يوماً ما.

هل ثمة طفرةٌ غير متوقعةٍ قادمة؟ حتى الآن جمعنا أدلةً على أن الأجزاء المشكّلة للكون غير معروفةٍ كثيراً، وأن قانون الجاذبية الذي عمره ٤٠٠ عام قد يحتاج إلى إعادة صياغة، وأن القوة المجهولة قد تكون مسؤولة عن دفع مركبتين - المركبتان اللتان تنبأ العلماء أنّهما ستكونان اختباراً لقانون نيوتن للجاذبية طبعاً. قد يُسمّى كوهن هذا إشارة أو دلالة على اقتراب وشيكٍ للأزمة، وبالتأكيد يبدو أن صورتنا الحالية للكون يجب أن تتغير في المستقبل القريب، لأنّها كالأساس المتصدع قليلاً.

إنّها فكرةٌ ممتعةٌ، لكنها لا تسمح لنا أن نقول أي شيءٍ حقيقيٍّ وواقعيٍّ ولملموسٍ عن مستقبل العلم، فكل ما نستطيع فعله هو أن نستمر ونضيف اكتشافاً جديداً إلى كومة الأدلة التي نملكها.

الثوابت المتعددة

تزعزع نظرنا إلى الكون

رفرف بيديك وراقب إن كنت ستطير، النتيجة ستكون أنك لن تطير، لأنّ الضغط السفلي لذراعيك على الهواء، ورد الفعل المساوي له في الشدة والمعاكس له في الاتجاه نحو الأعلى، غير كافيين لرفع وزن جسمك عكس اتجاه الجاذبيّة. جاءت هذه النتائج الدقيقة من القانون العالمي لنيوتن في الجاذبية. (أيّاً تكن دقتها على المسافات الكونيّة، فإنّها تعمل بشكلٍ جيّد هناك.) الارتفاع الذي تحتاج أن تولده لتنتقل في الطيران يتطلّب كتلة الأرض، وكتلتك، وبعذك عن مركز الأرض، ورقماً معروفاً باسم (Big G) ^(١).

نشأت معادلات نيوتن من مراقبةٍ بسيطةٍ لكتلتين تسحبان بعضهما بعضاً، و (Big G) هو مقياس لمقدار قوّة هذا السحب. الشيء الممتع هو أنّه لا يوجد سبب منطقي لهذا الرقم، أو تفسير لسبب حمل هذا الرقم لهذه القيمة. استنتجه العلماء من التجارب التي تتساوى فيها قوّة الجاذبية مع قوّة أخرى معروفة، مثل قوّة الطرد المركزي التي تريد أن ترمي الأرض خارج مدارها،

(١) ثابت الجاذبية: ويرمز له (G) وهو ثابت طبيعي يقاس عملياً ويمكن بوساطته تقدير التجاذب بين الأجسام ، كما أنّه من مكونات صيغة قانون نيوتن العام للجاذبية، والنظرية النسبية لأينشتاين. المترجمة.

لكن كما لا يعرف العلماء من أين جاءت الجاذبية، فهم لا يعرفون أيضاً لماذا لها هذه القوة التي تملكها.

(Big G) له اسمٌ علميٌّ آخر هو (ثابت الجاذبيّة). ربما هو أشهر الثوابت الأساسية في علم الفيزياء، وهو مجموعة من الأرقام التي تصف مدى قوة قوى الطبيعة فقط. على الرغم من أنّ كل قيمة من قيمها مشتقة من تجارب، وليس من بعض المفاهيم الأساسية، إلا أنّها جزء لا يتجزأ مما نسميه قوانين الفيزياء، فالثوابت تجعل القوانين تعمل عندما نستخدمها لوصف العمليّات في الطبيعة. ولأننا نفترض أنّ الطيران برفرفة ذراعينا سيكون صعباً في الغد تماماً كما هو صعبٌ الآن، كذلك نفترض أنّ قوانين الفيزياء ثابتة وجامدة وخالدة- علينا أن نفترض أنّ الثوابت لا تتغيّر. لهذا السبب فقد أقحم جون ويب نفسه في مشكلةٍ كهذه.

ساعدتنا القوانين والثوابت في تعريف وترويض عالم الطبيعة، لكن ماذا لو لم تكن ثمة قوانين ثابتة؟ وماذا لو لم تكن الثوابت ثابتة؟ أو كما قالها ويب، بابتسامةٍ ساخرةٍ تعلو شفّتيه: "على العموم، من قرّر أنّها ثابتة؟"

ويب، هو أستاذ فيزياء في جامعة نيو ساوث ويلس في سيدني، في أستراليا، كانت مواجهته الأولى مع هذا السؤال عندما كان طالب تخرج في إنكلترا. اقترح أحد أساتذته، وهو عالم الرياضيات والكون جون بارو، أن يعيدوا إحياء سؤالٍ طرحه أوّل مرّة في ثلاثينيات القرن العشرين عالم الفيزياء البريطاني باول ديراك، وهو: "هل ستبقى قوانين الفيزياء نفسها إلى الأبد؟"

يُدرج ما يُعرف باسم الأنموذج القياسي في الفيزياء ما يقارب ٢٦ رقماً في معادلاته ليصف بدقةٍ قوّة القوى المتعددة في الطبيعة. جاءت قيم هذه

الأرقام من التجارب التي أُجريت على كوكب الأرض، ومعظمها أُجري في القرن العشرين. من يستطيع القول ما إذا كان إجراء التجارب نفسها على ألفا سينتوري، أو رجل القنطور^(١)، أو إجراؤها قبل ١٠ مليارات سنة، سيعطينا النتائج نفسها؟

إذا أردت أن تتفقد ما إذا بقي شيء على حاله لفترةٍ طويلةٍ من الزمن، فأنت تحتاج إلى عينة، أو نموذجٍ قديمٍ قدر الإمكان. أدرك ويب وبارو أنهما وصلا إلى أفضل نموذجٍ ممكنٍ وهو: الضوء المنبعث، منذ ١٢ مليار سنة، من الكوازارات، وهي مراكز المجرات الفتية. يتطلب انبعاث الضوء من نجم ما وجود ثابتٍ معروفٍ رسمياً باسم ثابت البناء الدقيق^(٢)، لكن غالباً ما يُشار إليه باسم ألفا. يعتمد ضوء الكوازار على ألفا كما كان منذ ١٢ مليار سنة، لذلك فإن تحليل ذلك الضوء سيوفر أفضل فرصة ممكنة للإجابة عن سؤال باول ديراك. وبحلول عام ١٩٩٩، أصبح لدى جون ويب جواباً عن هذا السؤال.

سافرت فوتونات هذا الضوء الذي حمل جواب ويب ١٢ مليار سنة ضوئية عبر الكون، وهبطت على الأرض في هاواي، في مركز كيك للمراقبة الذي يقع على قمة جبل مونا كيا. لكن الشيء الممتع أكثر في وصول هذا

(١) رجل القنطور، أو ألفا القنطور، أو ألفا سنتوري: هو من نجوم كوكبة القنطور الأكثر ضياءً، وهو أقرب نظام نجمي إلى الشمس ويقع على بعد ٤.٣٣ سنة ضوئية. توجد كوكبة رجل القنطور في النصف الجنوبي من الكرة السماوية. المترجمة.

(٢) ثابت البناء الدقيق في الفيزياء: هو أحد الثوابت الرئيسية في الفيزياء إذ إنه ثابت ربط يعين شدة التأثير الضعيف، أو التأثير الكهرومغناطيسي. ويرمز إلى ثابت البناء الدقيق عادة بـ α وهي كمية مطلقة ليس لها وحدات. وقد أدخل العالم الألماني أرنولد سومرفيلد ثابت البناء الدقيق في الفيزياء الذرية عام ١٩١٦، وتمكنا بوساطته من تفسير طيف المواد حيث يلعب دوراً مهماً في حركة الإلكترون حول نواة الذرة. المترجمة.

الضوء إلى تلسكوب كيك، هو الضوء الذي لم يصل. نشر ويب وفريقه الضوء ليصبح طيفاً، تماماً كما فعل فيستو سليفري في مركز لويل للمراقبة قبل ثمانية عقود. كانت هناك فجوات في طيف ويب، وكانت بعض ألوان قوس قزح ناقصة، إلا أن هذا لم يكن مهماً بحد ذاته، ففي رحلة لـ ١٢ مليار سنة عبر الفضاء، عليك أن تتوقع أن الضوء سيواجه شيئاً من المادة - سحب الغازات هي المتهم المعتاد - وهي التي تمتص الضوء عند أطوال موجات محددة. هذا يترك كسوراً في أجزاء محددة من الطيف، كما لو أن مصمم الديكور قد ترك بعض الخطوط البيض العمودية في منتصف الجدران البرتقالية لغرفة نومك.

الجزء المهم من اكتشاف ويب هو أن الكسور كانت في المكان الخطأ، كل ذرة، سواء أكانت سحابة غاز بين النجوم أو في أخص قدمك، ستمتص فوتونات ذات طاقة محددة فقط. تختلف هذه الطاقات المحددة من ذرة إلى أخرى، إنها أشبه بنسخة ذرية من بصمة الإصبع، وعليه فإن الخلاصة تتجلى في أنه وبالنظر إلى طيف الضوء - والأجزاء المفقودة منه - يمكنك أن تستنتج بسهولة ووضوح الأشياء التي صادفها الضوء في طريقه.

تتطابق بصمات الأصابع في طيف ويب مع مقابلي ذريين، يتطلب أحدهما الامتصاص من قبل ذرات المغنيزيوم، والآخر، يتطلب الامتصاص من قبل ذرات الحديد. كان واضحاً من خلال طيف ويب أن ضوء الكوازار قد مرّ عبر سحب من المغنيزيوم والحديد في رحلته إلى الأرض، لكن كانت ثمة مشكلة، فعلى الرغم من أنه بدا واضحاً ما هي الامتصاصات المعروفة للغاز في الطيف، التي قدّر لها أن تتطابق مع الذرات، إلا أنها كانت بعيدة

قليلاً عن مكانها، كما لو أنّ أحداً ما قد دفع الطيف. فقد دُفعت خطوط الامتصاص في بعضها قليلاً نحو اليسار، وأمّا في بعضها الآخر، فقد أزيحت الخطوط قليلاً نحو اليمين.

جلس ويب وأعاد حساباته، وقد لاحظ أنّ الخطوط المزاحة جميعها سيبدو لها معنىً وستبدو منطقيّةً لو أنّه أجرى تعديلاً واحداً بسيطاً، كل ما كان عليه فعله هو إتاحة المجال بحيث إنّهُ حينما يتسارع الضوء عبر السحب الغبارية بين النجوم، يكون ثابت البناء الدقيق مختلفاً قليلاً عمّا هو عليه اليوم.

تبدو هذه نتيجةً واضحة، لكن الأمر تطلّب بعض الجرأة والشجاعة ليعلن للملأ عن هذا الاقتراح. هُوَ جَمَّ ويب بسبب هذا الاقتراح، وقال بلطفٍ إنّ الناس "قد شككوا بقدراته العقلية" في إشارةٍ إلى رأيه في أنّ أحد ثوابت الطبيعة قد يتغيّر مع مرور الزمن، ولا سيما إذا كان ثابتاً أساسياً في علم الفيزياء كثابت ألفا.

يحدّد ألفا ما يحدث في كل مرّة يصطدم فيها الفوتون ببعض قطع المادّة. انظر مثلاً إلى الحائط المقابل لك، أيّاً يكن اللون الذي ستراه، فأنت تراه بسبب ألفا، إذ يصطدم فوتون الضوء بذرة الدهان، فتمتصّ الذرة طاقة الفوتون وتستخدمها لإرسال فوتونٍ يصطدم بعينك، وتحدد طاقة ذلك الفوتون طول موجة الضوء الذي يُنتجه، التي هي اللون الذي تراه. إذا كان الحائط برتقاليّاً، فالفوتون طاقة واحدة، وإذا كان أرجوانياً، فالطاقة أعلى بقليل (لا تزال مساوية فقط للطاقة الموجودة في مليار من مليار من شعاع الشمس). لتستتج اللون الذي ستراه من دهانٍ محددٍ، تحتاج إلى أن تجري عمليةً حسابيّةً تحفّز ألفا والبناء الكمي للذرات والجزئيات في الدهان.

يبدو أنّ ألفا هو مجرد رقم، وهو يساوي تقريباً ٠,٠٠٧٢٩٧٤، أو ١٣٧/١ إذا كنت تفضل الكسور. إنّ صيغة هذا الرقم واضحة تماماً (على الرغم من أنّه يعتمد على الوحدات التي تستخدمها). في البداية، اضرب شحنة الإلكترون بنفسها، ثمّ قسّم الناتج على رقم يُدعى ثابت بلانك، وهو أساس علم الفيزياء الكميّ، ويُشير إليه علماء الفيزياء بالرمز h ، وهو يصف العلاقة بين طاقة الفوتون وطول موجة الضوء - اللون، بعدها قسّم الناتج الذي حصلت عليه على سرعة الضوء، والآن اضرب الكل بـ (2π) . الآن حصلت على الرقم ألفا.

لا يتعلق ألفا فقط بخيارات الديكور الداخليّ، بل إنّّه موازٍ لعلم الفيزياء، وأساسي لوصفنا الداخلي للكون، منذ البداية حتى النهاية. يحدد ألفا كمية الطاقة الموجودة في الفضاء "الفراغ"، ومن ثمّ يحدد الطريقة التي سيتمدد بها الكون الوليد. فحينما تنتهي الدقائق الثلاث الأولى، يأتي دور ألفا في التفاعلات الكهرومغناطيسيّة بين الفوتونات الحديثة المشكّلة فيحدّد أي نوع من الفوتونات يملأ الفراغ.

لما تشكّلت النجوم الأولى، كذرات الهيدروجين التي انهارت معاً، والتحمّت نواتها تحت تأثير الجاذبية الشديدة، حدّد ألفا كمية الضوء والحرارة التي تطلقها. وطالما أنّ الأشعة بكل أنواعها هي التي تُعطينا رؤيتنا الوحيدة للكون الأوّل، فإنّ ألفا يخبرنا تقريباً كل شيءٍ نعرفه عن قصّة الكون. قد يكون تشكّل فقط من سرعة الضوء، وعددٍ مملٍ في نظرية الكم، ونسبة ثابتة، وشحنة الإلكترون، غير أنّه مرتبطٌ بكل عمليّة تحدث في

الكون، وما يجعله غير مستقرٍ هو احتمال أن تكون له قيمة مختلفة عن القيمة التي سجلناها حالياً.

أهميّة ألفا تعود إلى حقيقة أنه أهم ثابت في واحدة من أهم نظرياتنا في الفيزياء وهي: ديناميكا الكهربية الكميّة أو (QED)، التي تحكم جميع التفاعلات بين الجزيئات دون الذرية: الفوتونات والإلكترونات. تجمع هذه النظرية بين النظرية الكميّة، والنسبيّة، والكهرباء، والمغناطيسيّة لوصف أصول الكهرومغناطيسيّة. ويرتبط ألفا أيضاً بـ "نظرية التأثير الكهروضعيف" التي حصل بسببها كل من ستيفن وينبرغ، وعبد السلام، وشيلدون غلاشو على جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٧٩، وهي ترتبط بـ "القوة الضعيفة" التي تؤدي إلى ظواهر مثل التحلل الإشعاعي في النوى الذرية. طالما أن القوة الضعيفة والكهرومغناطيسية هما اثنتان من القوى الأساسية الأربع في الطبيعة، من العدل إذاً أن نقول إن ألفا يلعب دوراً جوهرياً في الكون.

لا توفر النظرية قيمة لألفا، لذلك كان على العلماء أن يجروا تجارب معقدة ومتشابكة على الإلكترونات كي يستنتجوا أي رقم ينبغي أن يدمج في صيغ ديناميكا الكهربية الكميّة (QED). تماماً كما أعطتنا التجارب ثابت الجاذبية الذي أخبرنا عن قوّة السحب المتبادلة بين الشمس والأرض في نظرية نيوتن، يخبرنا ألفا الذي حصلنا عليه تجريبياً كيف تؤثر الجزيئات المشحونة بقوّة في بعضها بعضاً، ولا يُسمَح لهذا الرقم أن يتغيّر كثيراً.

عدّل ألفا أكثر من اللازم، ستجد أن النوى الذريّة الصغيرة - نوى الهليوم مثلاً - تنفجر عندما تتنافر البروتونات عن بعضها بعضاً، والنجوم

لن تُشع. كبر ألفا بنسبة ٤%، وستجد أن النجوم لن تُنتج أبداً الكربون -
وبذلك لن نكون موجودين.

لا يريد جون ويب أن يُغيّر قيمة ألفا كثيراً، لأنّ خطوط الامتصاص
جميعها التي اكتشفها ويب لها معنىّ إذا كانت قيمة ألفا أصغر فقط بمقدار
واحد في المليون من قيمته الحاليّة قبل ١٢ مليار سنة.

في ظاهر الأمر، يبدو أنّه تصحيح غير منطقيّ؛ فثابت الفيزياء، الذي
نادراً ما يسمع به أحدٌ من خارج مجال الفيزياء، كانت له قيم مختلفة قليلاً في
الماضي، واكتسب بعض الوزن، وأصبح أكبر بواحد من مليون في ١٢ مليار
سنة. إنّها فعلاً مشكلة كبيرة؛ لا يزال ويب، بعد عشر سنوات، يفتح كل
تصريحاته بهذه العبارة التنيهيّة - إذا كان هذا صحيحاً، وهي عبارة تفتح
الباب لكل أنواع الأفكار المربكة والمزعجة. لقد بنينا قصتنا عن الكون،
وتفسيراتنا للطريقة التي يتصرّف بها كل شيءٍ فيه، على فكرة أنّ الثوابت
ثابتة وستبقى ثابتة إلى الأبد. وكما رأينا، إذا تغيّرت الثوابت، فستتغيّر
القوانين أيضاً، وستهدد مراقبات ومشاهدات جون ويب بإطلاق العنان
لكونٍ فوضويّ خارج عن القانون.

يعرف ويب هذا، وهو لا يُسرّع في إطلاق الادّعاءات، فهو رجلٌ
حذرٌ بطريقةٍ مدهشة، وقد أمضى قرابة عقدٍ من الزمن وهو يحاول إيجاد
الخطأ في نتائجه الخاصّة، إذ فصل فريقه البحثي كلّ نتيجة، وتابع تحليل
الإحصاءات بدقّةٍ وصرامةٍ، ونفق كل شيءٍ لاكتشاف أي خطأ عادي. لم
يجد الفريق أيّ شيءٍ خطأ، بل قادتهم تحليلاتهم إلى النقطة التي يكون فيها
لنتائج ألفا المتعددة مصداقيّة أكبر بكثير ممّا هو مطلوب عموماً في أي مجال

آخر في الفيزياء. لا تحتاج إلى أن تصل إلى مستوى ويب في الدقة والتأكد لتحصل على جائزة نوبل لاكتشاف جزيئة جديدة كلياً.

على الرغم من هذا، كانت معظم النقاشات تدور حول نتائج ويب، والشكل الذي ستكون عليه، وأنه لا بدّ أنها ستكون مغلوبة - ولا بدّ من وجود خطأ ما في التحليل. إذاً، هل يمكننا تدقيقها؟ الشيء الوحيد الذي يمكننا فعله هو أن ننظر إلى ادعاء ويب فيما يتعلق بألفا باستخدام شيء آخر غير التلسكوبات وضوء النجم. المشكلة هي أنه لا يمكننا أن نعيد عمل ويب في تجربة مخبرية بسيطة، لأنّ عليك أن تتعامل مع تنوع قيم ألفا في المقياس الزمني الكوني، فلا يمكنك مثلاً أن تقيس كيف يتفاعل الضوء مع المادة في حيزران، وتموز، وآب، لأنك ستجد نتيجة ثابتة في كل مرة، ومن ثمّ سيكون ادعاء ويب خطأً. هو لا يدعي أن ألفا يتغيّر ويتنوع الآن، كلّ ما يقوله إنه كان مختلفاً بمقدار ضئيل جداً قبل ١٢ مليار سنة، لذلك إذا أردت أن تقوم بتجربة لاختبار اقتراح ويب أن ألفا كان مختلفاً في الماضي، فأنت تحتاج إلى بعض الأدلة من الماضي البعيد، ولحسن الحظ، ثمة طريقة للحصول على بعضها: ارتد معطف المختبر، ضع خوذك، واتجه إلى أفريقيا.

ادخل الموقع الفرنسي eBay، واكتب كلمة Brazza. قد تعني هذه الكلمة القليل بالنسبة لك، لكن الاحتمالات التي ستحصل عليها هي سلسلة من البضائع المجمعة للبيع بالمزاد العلني، مثل: أعواد ثقاب، أقلام، لوحات، وسيجار، سنذكر بعضها فقط. في ثمانينيات القرن التاسع عشر في باريس، كانت منتجات Brazza رائجة، وقد وضع المستكشف الفرنسي بيير سافورنان دي برازا، (الذي ولد في إيطاليا، إلا أن البحرية الإيطالية لم

تستطع إرضاء تعطشه إلى المغامرة)، وضع منطقة أفريقيا الغربية في الغابون تحت يد الفرنسيين، وهذا ما جعله ثروةً وطنيَّةً فرنسيَّةً.

على الرغم من أن الفرنسيين أطلقوا اسم برازا على عاصمة الكونغو، إلا أن وجوده كثروةً وطنيَّةً لم يستمر طوال حياته. فبرازا أنشأ مستعمرة الغابون على أسسٍ نزيهةٍ ومستقيمةٍ مذهلةٍ - فقد كانت ثمة تجارة حرَّة، ولم تكن ثمة عبوديَّة، ولا إخضاع بالقوَّة إبان فترة حكمه، وكانت خطته واستراتيجيته مرتبطين بموارد الغابون الطبيعيَّة الغنيَّة كي ينتصر على أعدائه، وقد أمضى سنواته الأخيرة محاولاً أن يُحمد نيران الفساد والعبودية التي بدأت تنتشر في المستعمرة. ولقاء جهده هذا، شوَّهت سمعته وشُهرَ به، ومات مسموماً في النهاية وفقاً لما قالت زوجته.

أحد آخر أعمال برازا كان تأسيس مدينة فرانسفيل في أقصى شرق الغابون كمكانٍ ليستقرَّ فيه العبيد السابقون، وبالقرب من هنا، وفي أوكلو بالتحديد، أعلن علماء الذرة الفرنسيون الاكتشاف المذهل الذي كان له أثرٌ كبيرٌ جداً في عمل جون ويب.

في عام ١٩٧٢، كان فرانسيس بيرن، من هيئة الطاقة الذرية الفرنسيَّة، يتفحص عيناتٍ من الركاز من منجم اليورانيوم في أوكلو، في ذلك الوقت، كانت فرنسا تشيّد منطقة لاستضافة مفاعلاتٍ نوويةٍ جديدةٍ مولدةٍ للكهرباء تُزوّد بالطاقة من موارد اليورانيوم الوفيرة في الغابون. المهمة التالية على قائمة المهام كانت أن يقرر الفرنسيون ما الذي سيفعلونه بكل النفايات النووية التي ستنتجها هذه المفاعلات، وهذا كان يعني تصنيف النفايات لتحديد مدى إشعاعيتها، وكيف يمكن إدارتها. خلال هذا العمل، لم يتمكن

بيرن من تقديم المساعدة، لكنه لاحظ أنّ عينات الركاز في منجم أوكلو تبدو تماماً مثل النفايات النووية.

توجد ذرات اليورانيوم في أوزانٍ عديدةٍ مختلفةٍ، أو في شكل نظائر، وقد لاحظ بيرن أنّ عينات أوكلو تحوي ضعفي ما يحويه النظير، أي يورانيوم ٢٣٥، كما كان متوقعاً. احتاج بيرن إلى إجراء بعض الحسابات، وبعض التحاليل الدقيقة لجيولوجيا المنطقة، وإلى قدرٍ كبيرٍ من التفكير المرافق لهذا العمل، ليعلن أخيراً - باستهزاءٍ شبه عالميٍّ - أنّ أوكلو كانت، قبل ملياري سنة، موقعاً لمفاعلٍ نوويٍّ طبيعيٍّ، حيث وفّرت الحرارة وحركة المياه الجوفية الظروف المثلى للتفاعلات الانشطارية التي أخذت من باطن الأرض مكاناً لها.

في ذلك الوقت، كانت السلطات الفرنسية النووية تعتقد أنّ من المحتمل أن يحدث نوع ما من التلوث، ومنذ ذلك الحين، تمّ اكتشاف المزيد من المفاعلات الطبيعية في منطقة أوكلو، وأصبح اكتشاف بيرن مقبولاً عالمياً الآن.

بالنسبة إلى العلم، كان هذا الاكتشاف بمنزلة منجم للذهب. فمنذ ملياري سنة، كان الثابت الذي ندعوه ألفا يترأس الآليات الدقيقة للتفاعلات النووية التي تحدث في باطن الأرض في أوكلو. وإذا أردت أن تعرف ما إذا كان ألفا ثابتاً حقاً، فإنّ أوكلو توفر لك أفضل عينات الاختبار، هذا جانب من نجم ألفا سنتوري أو رجل القنطور (Alpha Centauri).

كان عالم الفيزياء فريمان دايسون من أوائل الذين تهجّموا على اكتشاف بيرن، وكان هذا العالم معروفاً بأنه عالمٌ ثائرٌ نوعاً ما، كان يتساءل مثل ديراك، ما إذا كانت الثوابت والقوانين لا تتغيّر حقاً. أعطاه مفاعل أوكلو فرصة

ليكتشف ذلك، واستعان بمساعدة عالم الذرة الفرنسي ثيولت دامور، وبدأ بعمليات التحليل، لتأتي النتائج مخيبةً لآمال دايسون؛ لو أنّ ألفا قد تغيّر أصلاً، فإنّ مقدار التغير لن يتجاوز واحداً بالمليار من قيمته الحالية.

لما ظهرت نتائج ويب، أتاحت بيانات أوكلو العائدة لدامور ودايسون الفرصة أمام معظم العلماء لتجاهله، ناقضت بيانات أوكلو نتائج ويب، وكانت أكثر مصداقيةً وموثوقيةً من تقصّي ضوء نجمٍ قديمٍ. أخيراً، لما رَفَضَتْ نتائج ويب أن تختفي أو تزول، بدأ بعض الناس النظر بامعانٍ أكثر إلى ما فعله دايسون ودامور - وبدؤوا باكتشاف العيوب والأخطاء في عملهما. لم يكن ثمة دحضٌ قاطعٌ لدليل أوكلو حتى عام ٢٠٠٤، لكن لما جاء، كان أكثر من مجرد دحضٍ، فقد جاء داعماً لفكرة ألفا متعدد القيم.

استخدم ستيف لامورو وجوستين تورجرسون، من مختبر لوس ألamos الوطني في نيو ميكسيكو، وهو موقع مشروع مانهاتن في الولايات المتحدة الأمريكية، ما يُسمّى لامورو تخمينات "أكثر واقعية" للطاقات الداخلة في العمليّات النوويّة المتعددة التي حدثت. وهذا ليس رأي لامورو فقط، فقد أيّد دامور فكرة أنّ هذه الحسابات ينبغي أن تقرّبنا من الحقيقة. النتيجة؟ تناقص ألفا بمقدار أكثر من ٤٥ جزءاً من المليار منذ أن أحرّق مفاعل أوكلو نفسه.

حقيقة أنّ ألفا تناقص منذ أوكلو، في حين كان يتزايد منذ أن مرّ ضوء النجم عبر سحب الغاز قبل ١٢ مليار سنة، قد تبدو متناقضة. إنها، كما يبيّن دليل تنوع الثوابت، يبدو أنّ هذا التباين والاختلاف، هو جزء من المؤامرة الكونيّة.

في عام ١٩٣٥، نشر عالم الفلك البريطاني آرثر إدينغتون مخطوطة بعنوان "New Pathways in Science" أو "طرائق جديدة في العلم"، وصف فيها ما سمّاه "الثوابت الأربعة الأساسية" للطبيعة. كان أحدها رقماً استنتجه في رحلة قاربٍ عبر الأطلسي، وهو عدد البروتونات في الكون. أمّا الثابت الآخر فقد كان ألفا - أو مقلوبه وهو واحد على ألفا، والثابت الثالث كان نسبة قوة الجاذبيّة وقوة الكهرومغناطيسيّة اللتين تجذبان الإلكترون نحو البروتون، والثابت الرابع كان أبسط من ذلك وهو نسبة كتلة البروتون إلى كتلة الإلكترون.

حقيقة أنّه يمكنه أن يستخدم هذه الأرقام الأربعة - وهذه الأربعة وحدها - لوصف خصائص الكون بأكمله، أثرت في إدينغتون الذي كان يعتقد أنّ علم الفيزياء يبلي بلاءً حسناً، لكن لأنّه عالم فيزياء، وصديق مقرب لآينشتاين، الذي كان يحاول أن يقدم نظريّة واحدة "موحدة" في الفيزياء في ذلك الوقت، شعر إدينغتون بالإحباط من حقيقة أنّه لا يوجد رقمٌ واحدٌ فقط. كتب إدينغتون: "إدراكنا الحالي لأربعة ثوابت بدلاً من واحد فقط يشير إلى الجزء المتبقي من النظرية الموحدة اللازم إنجازها." ربما كان سيزعجه أكثر لو عرف، كما نعرف نحن الآن، أنّ اثنين من تلك "الثوابت" على الأقل يبدو أنهما غير ثابتين.

الثابت الثاني المتغير كشف عن نفسه في ضوء التّقط عبر تلسكوبات مركز المراقبة في تشيلي في الجنوب الأوروبي. في عام ٢٠٠٦، نشر فريق من علماء الفيزياء ورقةً بحثيّةً أعلن فيها أنّ نسبة كتلة البروتون إلى كتلة الإلكترون، التي يُشار إليها غالباً بالرمز μ ، كانت أكبر في الماضي البعيد. هذه المرّة سجّل

التغيّر بالنظر إلى الطريقة التي تغيّر فيها الضوء عندما مرّ عبر سحب غاز الهيدروجين. والهيدروجين يتألّف من بروتون وإلكترون، والطريقة التي يمتصّ بها الضوء، ويعيد إشعاعه أعطت الباحثين قيمة لـ μ .

كما هو الحال مع ألفا، فقد كان هذا ماضياً بعيداً جداً، وتغيراً صغيراً جداً: μ كان أكبر بنسبة ٠,٠٠٢ بالمئة قبل نحو ١٢ مليار سنة. في أي حال، كانت هذه نتيجة مهمة وكافية لتُنشر في الصحيفة الشهيرة (Physical Review Letters).

هذا مهم لأن كتلة الإلكترون والبروتون أساسية لتحديد قوّة القوّة "القويّة" التي تربط النوى الذريّة ببعضها بعضاً. القوّة القويّة أيضاً تربط الكواركات، وهي العناصر المكونة للبروتونات والنيوترونات، وطالما أنّ ألفا مرتبطة بالقوّة "الضعيفة" التي تحكم التحلل الإشعاعي، وبالقوّة الكهرومغناطيسيّة التي تعطي طاقة التفاعلات الكهربائيّة والمغناطيسيّة، وهي ثلاث من أربع من القوى الأساسيّة في الفيزياء (والرابعة هي قوة الجاذبيّة) لذلك فهو - أي ألفا - يبدو متقلّباً قليلاً.

كيف نتعامل مع هذا؟ ربما ويب عاش في أستراليا فترةً طويلةً جداً، لكن كان لديه جواب بسيط: لا تقلقوا بشأن هذا، في حين لم يُبدِ العديد - إن لم يكن معظم - من علماء الفيزياء أيّ ردّ فعل على الدليل المُراقب لتنوع الثوابت لأنّ هذا ببساطة أمرٌ مخيفٌ جداً. ويب كان له موقفٌ مختلفٌ، لكن ليس أقلّ واقعيّة، فقد أشار إلى أنّه قد تمّ الإعلان عن أنّ ألفا ثابت في عام ١٩٣٨، وأعلن عن μ أنّه ثابت في عام ١٩٥٣، ولا يبدو أننا نعرف أي شيءٍ عن السبب الذي جعل هذه الثوابت تأخذ هذه القيم - وهذا الكلام

ينطبق على ثابت الجاذبية. لا أحد يمكنه تفسير هذه القيم إذ لا توجد نظرية عميقة تربط الثوابت بقيمها المحددة تجريبياً، لذلك لا يبدو أنّ ثمة سبباً مقنعاً لتشبّث بصرامةً بفكرة أنّه يجب أن تكون هذه القيم ثابتة. في عام ٢٠٠٣، وفي مجلة عالم الفيزياء أو (*Physics World*)، طرح ويب المسألة هكذا بهذا البرود:

حينما نشير إلى قوانين الطبيعة، فإنّ ما نتحدّث عنه فعلاً هو مجموعة محددة من الأفكار التي تصدمنا ببساطتها، التي يبدو أنّها عالميّة وتحققنا منها من خلال التجربة. لذلك فإنّ الشخص الذي يعلن أنّ النظرية العلميّة هي أحد قوانين الطبيعة والبشر مخطئٌ جداً.

لذلك، إذا لم نشعر بالهلع، فما هي النهاية التي سنرسمها؟ فكّر ويب وبارو طويلاً وبعيداً في هذا الأمر، واقترحا أنّ تنوع الثوابت يخبرنا شيئاً ما. تفترض حقيقة أنّ ألفا يتنوع بطرائق مختلفة - فهو الآن أصغر ممّا كان عليه قبل ١٢ مليار سنة، لكنّه أكبر الآن ممّا كان عليه قبل مليار سنة - تفترض أنّ الثوابت (وربما القوانين) قد تتنوّع حسب الزمان والمكان معاً. ربما لو تجولنا في الكون الرحب، لصادفنا مجموعاتٍ مختلفة من الثوابت، ومجموعاتٍ مختلفة من القوانين - القوانين الكونيّة الضيقة - أينما ذهبنا، إنّها خطوةٌ صغيرةٌ تدفعنا إلى أن نفترض أنّ القوانين غير ثابتة مع الزمن. إنّما هل تغيّرت قوانين الفيزياء عندما تطوّر الكون؟

هذه ليست فكرة جديدة كلياً؛ فقد اتُّهم جون ويب بأنّه فاقدٌ للأهليّة أو (في أكثر الأحيان) كان يتم تجاهله باستمرار من قبل منتقديه، لكن كلّ ما فعله هو الكشف عن انحرافٍ، أو حالةٍ شاذّةٍ جمعت اقتراحات أحد أكثر

علماء الفيزياء احتراماً وتقديراً. قبل ثلاثين عاماً، سأل جون ويلر، وهو عالم الفيزياء الحاصل جائزة نوبل، لماذا افترضنا أن القوانين ثابتة، طالما أن قوة قوى الطبيعة تعتمد على الظروف الكونية، واقترح أنها قد تكون مختلفة في البلازما الحارة الكثيفة حين ولادة الكون عن البلازما الباردة القديمة الحالية للكون. إذاً هل تتغير خصائص القوانين عندما يتبرّد الكون؟ هل تنشأ وتستمر ثم تتجمّد كالحمم المنصهرة الخارقة للطبيعة؟ إن هذا يفسح المجال لاحتمال أن تكون محاولتنا لتتبع أثر التاريخ الكوني، منذ الانفجار العظيم حتى تشكّل العناصر الأولى والنجوم، مجرد تبسيط مبالغ فيه.

كان لدى ريتشارد فينمان أيضاً شكوك بشأن تمسكنا بقوانين الفيزياء، ففي عام ١٩٨٥، وبعد عشرين عاماً، فاز هو وجوليان شوينجر، وشينشيرو توموناغا بجائزة نوبل لتطويرهم نظرية ديناميكا الكهربية الكمية (QED). نشر فينمان كتاباً صغيراً عن هذه النظرية، وضع في الفصل الأخير منه، الذي كان بعنوان "النهايات الحرة" أو "Loose Ends"، وضع اعترافاً صادقاً يبدو أنه هو من منح هذه النظرية النجاح والقبول بشكلٍ مدهشٍ. يقول: "ليس لدينا طريقة رياضية جيدة لوصف نظرية الكهروديناميكية الكمية".

لوضع العبارة في سياقها الصحيح، يُشير فينمان إلى أن الجمع بين الضوء والمادة يعتمد على إدخال زوج من الأرقام التي اكتُشفت من خلال "الشعوذة" وليس من خلال التجارب، ويقول أيضاً: بل أكثر من هذا، عليك أيضاً أن تُدخِل ما سمّاه "أكبر الألبان اللعينة في علم الفيزياء"، وهو رقمٌ سحريٌّ وصل إلينا دون أن يفهم الإنسان كيف ولماذا ومن أين. على الرغم من أن نظرية ديناميكا الكهربية الكمية (QED) هي واحدة من

أنجح نظريات الفيزياء في الوجود، إلا أنها لا تزال تحمل لعنة فينمان - وغالباً بسبب وجود ألفا. يقول فينمان: "لقد كان هذا الرقم لغزاً منذ اكتشافه قبل أكثر من خمسين عاماً، وجميع علماء الفيزياء الجيدين يضعون هذا الرقم على جدرانهم، ويشعرون بالقلق لوجوده."

لما مات ستشوينغر، كان لديه أكثر من سببٍ غير القلق بشأن ألفا، والتقنيات في نظرية ديناميكا الكهربية الكميّة (QED)، النظرية التي تستند إلى ألفا، لتدمير مسيرته المهنية. والتقنيات المقصودة كان قد نفذها عالما كيمياء هما: سانتلي بونس، ومارتن فليتشمان. وهما الآن عرضةٌ للسخرية عالمياً ويوصفان بأنهما محتالان، وغريباً الأطوار - أو في أفضل الأحوال - غير كفيين، ودعم سشوينغر المطلق لعملهما دمر مصداقيته التي حققها بشقّ الأنفس. لأكثر من عقد من الزمن، وقف قدر بونس، وفليتشمان، وسشتوينغر كعلامة تحذيرٍ للعلماء الآخرين، فأياً كانت الفوائد والرؤى فإنّها قد تضع العلماء - ومن المحتمل أن يكونوا كثيراً - الذين يتقصون الظاهرة الغريبة، أو الحالة الشاذة التالية، المعروفة باسم الاندماج البارد، قد تضعهم في خطرٍ.

الاندماج البارد

طاقة نووية من دون دراما

مدينة البحيرة المالحة - أجرى عالمان تفاعل اندماج نوويٍّ مستدام بنجاح في درجة حرارة الغرفة في مختبر كيميائيٍّ في جامعة يوتا. هذا الاكتشاف يعني أنّ العالم قد يعتمد يوماً ما على الاندماج للحصول على موردٍ نظيفٍ للطاقة لا ينضب افتراضياً.

هكذا أعلن بيانٌ صحفيٌّ، نشرته جامعة يوتا في ٢٣ آذار عام ١٩٨٩، نهاية المسيرة المهنية لمارتن فليشمان. يتذكّر فليشمان الدافع إلى عمله بطريقةٍ مختلفةٍ تماماً، فيقول: "لم تكن لديّ نيةٌ لإنقاذ العالم، ولا نيةٌ لأيّ شيءٍ آخر".

يتحدّث فليشمان بلكنة أوروبية شرقيةٍ غير مفهومة - فقد ولد في تشيكوسلوفاكيا - لكنّه نادراً ما يتحدّث. فإن سألته سؤالاً، فسيجلس ويفكر فيه، لدقيقةٍ كاملةٍ أو أكثر، ربما تعلّم الحذر منذ ذلك اليوم.

شعر فليشمان بكثيرٍ من الأسف والندم على ذلك البيان الصحفي، وعلى المؤتمر الصحفي الذي تبعه، لكن ما اعترف به أولاً هو أنّه لم يقل قط الحقيقة، فقد قال: "لم أخبر الناس قط أنني كنت مهتماً فقط في فهم الإلكتروديناميك الكمي".

التقيتُ فليشمان أول مرة في صيف عام ٢٠٠٧، وكان مجرد اللقاء بشخصٍ مثله وجهاً لوجه يُعدّ إنجازاً. كان شريكه في تجربة يوتا، ستانلي بونس، يعيش في جنوبي فرنسا، وكان لا يرى أحداً - باستثناء الصحفيين، ولا يزال فليشمان، وهو الآن في الثمانينات من عمره، حذراً من العالم الخارجي، وقد جاءت زيارتي له من خلال شبكة من الاتصالات، وكنت، على الرغم من ذلك، برفقة صحبةٍ جيّدة. في الأشهر التي تلت إعلان آذار عام ١٩٨٩، حاول جوليان شوينجر المرشح لجائزة نوبل ترتيب لقاءٍ مع بونس وفليشمان لكنه فشل في ذلك، فأرسل، بغضبٍ وحنقٍ، رسالةً إلى صحيفة "لوس أنجلوس تايمز" أو "Los Angeles Times" يتوسّل فيها إجراء لقاءٍ معها. أخيراً، تمكّن صديقٌ له من ترتيب اللقاء، فكان على شوينجر أن يذهب إلى مدينة سُلْت ليك، حيث جلس علماء الفيزياء الثلاثة، وتحدّثوا مطولاً عن حدود النظرية التي حصل شوينجر بسببها على جائزة نوبل.

كان فليشمان أيضاً أحد زوار مدينة سُلْت ليك، وكان ستانلي بونس من قاطني يوتا، ومختبره هو المكان الذي جرت فيه تجارب الاندماج في درجة حرارة الغرفة - وهو ما يُعرف حالياً بالاندماج البارد. أنفق فليشمان وبونس ١٠٠٠.٠٠٠ دولار من أموالهما الخاصّة على هذه التجارب، لكنهما وصلا إلى طريقٍ مسدودٍ. احتاجا إلى ٦٠٠.٠٠٠ دولارٍ أخرى ليستمرا، فتقدّما بطلب منحةٍ ذكرا فيه كيف أنّ الفهم المتطوّر لعمليّات الفيزياء النووية - ولا سيما، الطريقة التي تتحرّر فيها الطاقة النووية من التفاعلات التي تتمّ في درجة حرارة الغرفة - قد يسمح بخلق مصدرٍ جديدٍ للطاقة. أي يمكنك ببساطة، أن تحصل على طاقةٍ أكثر من التي تستخدمها، كما هو الحال

في القنبلة الذريّة، لكن مع دراما أقلّ بكثير. استغلت الجامعة هذا الأمر عندما ساندت بونس وفليشمان في الإعلان عن نتائجهما في مؤتمرٍ صحفيٍّ: البحث الكوني سوف ينقذ الكوكب. كان فليشمان محرّجاً ويشعر بالخزي، لكنه استمرّ في اللعبة، وهذا ما ندم عليه مراراً، فقد كلّفه تواطؤه سمعته ومسيرته المهنيّة. أثار هذا المؤتمر جنون العالم لمدة أسبوعين، لينتهي الأمر كلّه لاحقاً بفضيحةٍ، لأسبابٍ عدّة كان أحدها أنّه لم يتمكن أحدٌ من تكرار نتائج بونس وفليشمان، لكن السبب الأساس هو أنّ النتائج التي ادّعى الرجلان الوصول إليها كانت غير منطقية ولا معنى لها.

الاندماج النووي حقيقيٌّ فعلاً؛ اسحق ذرتين قريبتين كفاية من بعضهما بعضاً، وستجد أنّ نواتيها ستندمجان، وستتولّد ذرّة ثقيلةٌ وتنتشر الطاقة.

هذا هو مصدر الحياة على الأرض؛ الاندماج يزوّد الشمس بالطاقة. في الشمس، ترتبط ذرات الهيدروجين، بعضها ببعض، بقوة ضغطٍ جاذبةٍ ضخمةٍ جداً لتشكل ذرّة واحدةٍ من الهليوم. هذه الذرّة تُطلق حزماً من الطاقة، لذلك لا عجب، بعد هذا، أن يحلّم العلماء طويلاً بخلق اندماجٍ نوويٍّ على الأرض يمكن التحكم به والسيطرة عليه.

كانت الفكرة السائدة لتشكل أشعة الشمس على الأرض، هي ربط ذرتي هيدروجين كثيفتين معاً. عادةً، لا تحوي ذرات الهيدروجين على نيوترونات في نواتها، لكن بعضها يحتوي على نيوترون واحد (ديتريوم) أو اثنين (تريتيوم)، ما يجعلها أثقل. ذرات الهيدروجين الثقيلة هذه مناسبة أكثر للاندماج من ذرات الهيدروجين العاديّة لأنها تنصهر وتندمج في ضغطٍ ودرجة حرارةٍ منخفضة. في الشمس، تحدث تفاعلات الاندماج في درجة

حرارة تتراوح بين ١٠ إلى ١٥ مليون درجة، وتحت ضغط أكبر بـ ١٠٠ مرة من الضغط الموجود في أعماق جزء في المحيط. على الأرض، من الصعب جداً تحقيق شروط الضغط ودرجة الحرارة -الضرورية للتغلب على التنافر الكهربائي للنوى المشحونة بشحنة إيجابية - لذلك أي مساعدة سيكون مرحباً بها، كاستخدام الهيدروجين الثقيل، مثلاً.

كان مرحباً بأيّ مساعدة، ولا سيما بعد أن أصبح الديتيريوم والتريتيوم متوافرين في ماء البحر. نظرياً، توجد طاقة كافية في المحيطات لتلبية جميع احتياجاتنا، لكنّ الواقع ليس بكل هذه البساطة، وعلى الرغم من ذلك، فقد حاول العلماء إجراء تفاعلات الاندماج التي يمكن التحكم بها لعقودٍ عدّة من الزمن. إنّها دعايةٌ شائعةٌ، في الحقيقة: في أيّ وقتٍ تسأل فيه عن مسيرة هذا المشروع، يكون الجواب دائماً أنّه على بعد عقودٍ عدة من النجاح. من غير الواضح ما إذا كنا سنتمكن من خلق شروط الضغط ودرجة الحرارة الخاصين بالشمس على الأرض.

وهذا ما جعل ادعاءات بونس وفليشمان غريبةً جداً. افترضاً ضمناً أنّ عقوداً من الجهد والتعب، وملايين الدولارات التي أنفقت على الأبحاث كانت ربما مضيعةً للوقت، وأنّه يمكنك أن تخلق تفاعلات الاندماج، وتشر الطاقة النووية في درجة حرارة الغرفة وضغط الغلاف الجوي الطبيعي - في حينٍ بسيطٍ جداً كأنبوب الاختبار.

كانت معدّات بونس وفليشمان بسيطةً، هذا أقل ما يمكن أن يُقال عنها، فأنبوب الاختبار الخاص بهما كان يحتوي على ماءٍ كثيفٍ، حيث يرتبط كلّ جزيء أو كسجين بذرتي ديتريوم وليس بذرتي هيدروجين عاديتين.

وضع بونس وفليشمان داخل هذا الأنبوب طرف قضيب مصنوع من معدن البالاديوم، وثبتا الطرف الآخر من القضيب بأحد طرفي بطارية، والنهاية الأخرى للبطارية كانت مربوطة بلفافة من سلك البلاتينيوم ملفوف على الجدار الداخلي للأنبوب.

طريقة الربط هذه تعني أن التيار ينتقل من البطارية عبر سلك البلاتينيوم، وعبر الماء الكثيف، إلى قضيب البالاديوم. ادعى بونس وفليشمان أن هذا ينتج عنه تجمع ذرات الديتوريوم في الفراغات بين ذرات البالاديوم في القضيب - وتنضغط بشدة حيث تبدأ بالاندماج - محررةً طاقة.

كان الجزء الأول من التفسير، على الأقل، منطقيًا بعض الشيء. ويعدُّ الكيميائي الاسكتلندي توماس غراهام أول من لاحظ أن البالاديوم كان قادرًا على امتصاص غاز الهيدروجين، وذلك في عام ١٨٦٦. في الحقيقة، يبدو أن هذه المواد لديها شهية غير عادية، إذ يمكن للبالاديوم، في درجة الحرارة والضغط العاديين، أن يمتص كمية من الهيدروجين أكبر من حجمه بـ ٩٠٠ مرة. إنها، هل حقاً يمتصّ قضيب البالاديوم هذه الكمية من الهيدروجين لتبدأ الذرات في الاندماج؟

ادعى بونس وفليشمان هذا لأن هذه التجربة ينتج عنها كمية غريبة من الحرارة، كما يقولان. ارتفعت درجة حرارة الماء في الأنبوب بطريقة لا يمكن تفسيرها بالطاقة التي جاءت من البطارية. الطاقة كانت تأتي من مكان ما، والاحتمال الوحيد لوجودها هو أنها قد جاءت من اندماج ذرات الديتوريوم.

لما ادعى الرجلان هذا الأمر أول مرة، كان ثمة سباق مسعورٍ لطّي نتائجهما، فقد عقد القسم الأميركي للطاقة اجتماعاً للجنة من العلماء

التميزين - لجنة مستشاري أبحاث الطاقة (ERAB) - ليحكموا على النتائج. في تشرين الثاني عام ١٩٨٩، وصلت اللجنة إلى حكمها، وجاء في تقريرها: "تدعم بعض المختبرات ادعاءات يوتا في إنتاج الحرارة الفائضة، عادة لفتراتٍ متقطعة، لكن الغالبية أقرت بسلبية النتائج." اختتمت اللجنة تقريرها بأنّ النتائج التجريبية على الطاقة الفائضة "لا تقدّم دليلاً مقنعاً على أنّ مصدر الطاقة المفيدة الذي ينتج عن هذه الظاهرة هو الاندماج البارد... الدليل الحالي على اكتشاف عمليّة نووية جديدة مسّاة بالاندماج البارد غير مقنع." كخلاصة، أوصت اللجنة "بعدم تأسيس برامج خاصّة، أو مراكز أبحاث لتطوير الاندماج البارد". والشيء الأكثر إيجابية أنّه كان على اللجنة أن تقول: إنّ بعض المشاهدات والمراقبات المنسوبة إلى الاندماج البارد لم يتم دحضها أو إبطالها بعد." إذاً، كان التقرير "متعاطفاً مع تقديم دعمٍ متواضعٍ بحذرٍ للتجارب المتخصصة والتعاونية ضمن نظام التمويل الحالي"، لكن مع تصعيد معظم العلماء ضدّ بونس وفليشمان واستباحتهم دمهما، فقد كان من المستحيل أن يحصل هذا أبداً، فلن يخاطر الناس أبداً في طلب المال من أجل تجاربهم. صاغ هذا الموقف بينيت ديفيس وفق طريقته، إذ يقول: "الاندماج البارد محترم في العلم كما الفاحشة محترمة في الكنيسة."

ثمة مكانٌ واحدٌ كان يُعتقد فيه أنّ الاندماج البارد ليس ضعيفاً إلى هذا الحد، وهو مختبرات مكتب البحرية الأمريكية للأبحاث البحرية. كان مارتن فليشمان مستشاراً لدى البحرية، والكثير من باحثي البحرية نشروا أوراقاً بحثيةً بالاشتراك معه، وكانوا يرسمون خطوطهم للهجوم على فكرة التفاعلات النووية منخفضة الحرارة. كانوا يعرفون جيداً أنّ فليشمان لم يكن

شخصاً غير متزنٍ، فقد انتُخب قبل ثلاث سنوات ليكون تابعاً للجمعية الملكية الأكاديمية البريطانية للعلوم التي تُكرّم أبرز العقول العلميّة في بريطانيا والكومنويلث (رابطة الشعوب البريطانية). نشر فليشمان المئات من الأوراق البحثية التي أطلع عليها أقرانه، وكانت له سمعة بأنه أحد أفضل علماء الكيمياء الكهربائية في العالم. لما هدأت موجة الغضب على بونس وفليشمان، سُئل باحثو البحرية الأمريكية من قبل المشرفين عليهم إن كان أحدهم يعمل على شيءٍ مشابهٍ لهذا. رفع عشرات الأشخاص أيديهم، وسُمِح لهم الاستمرار في عملهم هذا.

بقي الأمر طيّ الكتمان، ولم توجد كلمات "الاندماج النووي" في أي مكانٍ في أوراق موازنة البحرية. جاء المال من نفقاتٍ "متفرقة" تمت الإشارة إليها على أنها مخصّصة لبحثٍ داعمٍ في مجال "التأثيرات الغربية الشاذة في أنظمة الديتورיום"، وعلى الرغم من ذلك، فقد كانت ثمة غرفة لعلماء الكيمياء في البحرية ليتابعوا تحقيقاتهم وتقصيّاتهم الخاصّة. فمثلاً، بالعودة إلى تقرير تشرين الثاني عام ١٩٨٩، الذي أصدره المجلس الاستشاري لأبحاث الطاقة (ERAB)، ستجد فيه إسهاماً لميلفين مايلز.

كانت قصّة مايلز أنموذجاً مصغراً عن قصّة الاندماج البارد. الآن هو متقاعد من البحرية، لكن، في عام ١٩٨٩، كان مايلز يعمل في مختبرات مركز ويلفار إير نافال في بحيرة الصين في كاليفورنيا، وهو مؤلّف لمئة أو ما يقارب من الأوراق البحثية التي أطلع عليها أقرانه. لم يكن مايلز غريباً عن أهميّة الدقّة التجريبية، واعتقد أنّه يمكنه أن يختبر صحة ادّعاءات الاندماج البارد كأَيِّ شخصٍ آخر. لقد اتخذ قراراً أوصل مسيرته المهنية إلى نهايةٍ مخزية.

كانت الورقة البحثية لمايلز، التي أُشير إليها في تقرير المجلس الاستشاري لأبحاث الطاقة (ERAB) هي تحليله لجزء بسيط جداً من العلوم التجريبية. وجد مايلز قطعةً من البالاديوم في مختبره، نفعها في الديوتيريوم لمدة أسبوعٍ. الفكرة كانت أن البالاديوم سيصبح محملاً بالديوتيريوم، بعد ذلك وضع مايلز شريحة المعدن داخل خلية كهروكيميائية وأشعل الضوء. لم يحدث شيء، لا تأثيرات حرارية غريبة، ولا دليل على وجود تفاعلاتٍ ذريةٍ، لا شيء على الإطلاق. هذا ما كتبه مايلز في تقريره، مضيفاً بذلك نتائج أبحاثه الخاصة إلى الكومة المتزايدة من الأدلة ضد بونس وفليشان.

ربما انسحب بعدها من المحاولة، لكنَّ بعض زملائه من الأشخاص الذين يحترمهم - كانوا لا يزالون يُعدّون تقارير للإضاءة في المناسبات على الحرارة الفائضة في تجاربهم. لذلك حاول مايلز مرّةً أخرى، في الفترة الواقعة بين آذار وآب عام ١٩٨٩، ولم يكن ثمة أي تغيير في النتيجة. بعدها أرسل إليه فليشان توصيات، وكانت عيّنات فليشان من البالاديوم هي "المادّة A لماثيو جونسون". أرسل مايلز بطلبٍ بعضها وجربها، ثمَّ نشر النتائج في صحيفة "Journal of Electro-Analytical Chemistry" في كانون الأول عام ١٩٩٠. في ثنائي تجارب، نتجت عن عيّنات البالاديوم الجديدة طاقة أكثر بنسبة تتراوح بين ٣٠ و ٥٠ بالمئة من الطاقة التي استخدمها.

لم تحمل ورقته البحثية أي شيءٍ من الإثارة التي كان من المفترض أن تخلقها، إذ لم تذكرها أي وسيلة إعلامية، غير أن مايلز كان يُعد تقارير عنها، ولا سيما بعد أن أعاد تجارب بونس وفليشان، محققاً النتائج نفسها. إلا أن هذا لا يعني أن تقاريره التحذيرية كانت كافية لإنقاذ مسيرته المهنية.

حتى عام ١٩٩٦، كان مايلز في مأمنٍ نسبياً، فقد خصّص مديره في مكتب الأبحاث البحرية، روبرت نواك، وهو كيميائي لبرنامج الاندماج البارد، خصص ميزانية متواضعة، ودافع عنه في وجه تهديدات وتذمرات المشككين الذين لا يرغبون في أن يقع التمويل الفيدرالي في أيدي أصحاب نظرية الاندماج البارد. أيضاً دافع نواك عن مايلز في مواجهة الفشل؛ فمنذ عام ١٩٩٢ حتى ١٩٩٤ لم يتمكن مايلز قط من إعادة إنتاج الطاقة الفائضة، وقد وضعه تزويد خبير المعادن في البحرية له بسبائك البالاديوم ذات الأقطاب الكهربائية المشحونة التي استخدمها في السنتين التاليتين - وكل عطف وصبر المدير - على الطريق الصحيح. إنما، في الوقت الذي نجحت فيه التجربة، ونتج عنها أقطاب كهربائية أعطت مايلز طاقة زائدة ثابتة بنسبة تتراوح بين ٣٠ إلى ٤٠ بالمئة، كانت قد أُلغيت ميزانية الاندماج البارد.

تمكن معظم داعمي فكرة الاندماج البارد من العمل على مشاريع أخرى، إلا ميلفين مايلز. غادر نواك العمل في وكالة مشاريع الدفاع عن الأبحاث المتقدمة، وأخبر خلفه مايلز أنه غير صالح للعمل. كل شيء له ثمن، بما في ذلك وقت مايلز، وفي جو العمل الجديد لا أحد يريد أن يشتري وقت باحثٍ لطّخ سمعته واسمه في بحث الاندماج البارد. مئات الأوراق البحثية التي اطّلع عليها أقران مايلز، واسمه مدوّن عليها لا قيمة لها. أُعيد تعيين مايلز لاحقاً كموظفٍ في ستوكروم، لينتهي مسيرته المهنية في الأبحاث البحرية بالشكر لبحث الاندماج البارد، مصطحباً صناديقه عن الرفوف. أمّا عن العبرة المستخلصة من تجربة مايلز فهي أنّ التورط في الاندماج البارد هو طريقة خرقاء لتلطيخ بها صفحة إنجازاتك العلمية. وهذا حدث حتى مع أحد الفائزين بجائزة نوبل.

مات جوليان شوينجر في تموز عام ١٩٩٤ بسبب إصابته بسرطان البنكرياس، وتحديث نعوته التي نُشِرت في صحيفة "الطبيعة" أو "Nature" عن "ظروف حلوة ومرّة في الجزء الأخير من حياته"، لكنها لم تذكر صراحةً عمله في الاندماج البارد، بل اقتصر على ذكر أن شوينجر رفض أن يتبع أحدث الاتجاهات السائدة في الفيزياء النظرية - فقد كانت في نظره "مجرد تخمينات، ارتبطت بتجارب غير كافية" - "لقد أصبح معزولاً جداً، إلى درجة أنه انفصل عن المجتمع العالمي لعلماء الفيزياء."

من الواضح أن شوينجر ذاق من المرارة أكثر ممّا ذاق من الحلاوة، فقد كان ردّ فعل أقرانه على اهتمامه بالاندماج البارد في معظمه استخفافاً وازدراءً. ففي عام ١٩٩١، وقبل ثلاث سنوات من وفاته، كتب: "الضغط للامتثال إلى التخلي عن هذه الفكرة كان كبيراً، عانيت منه في رفض المحررين لأوراقى البحثية التي سلمتها لهم، التي اعتمدوا في رفضها على النقد السام لمُحكِّمين مغمورين. استبدال المراجعة الموضوعية والنزيهة بالرقابة سيكون السبب في موت العلم."

يُلخّص موقف شوينجر من الاندماج البارد في حديث كتبه، لكنه لم يصل إلى الناس قط، قُرئ في مؤتمرٍ عن الاندماج البارد بعد خمسة أشهر من وفاته، جاء فيه: "منذ البداية... سألت نفسي - ليس ما إذا كان بونس وفليشمان على حقّ - بل ما إذا كان في الإمكان تحديد الآلية التي تولّد الطاقة النووية من خلال التلاعب بالمستوى الذري الكيميائي."

أجرى شوينجر محاولاتٍ عدّة لتفسير نتائج الاندماج البارد، وكتب ثماني خلاصاتٍ نظريّة. لم تُفسّر أيُّ منها هذه المشاهدات على نحوٍ ملائمٍ،

لكنه لم يستسلم قط، فبالنسبة له، يبدو أنّ نتائج بونس وفليشمان أثارت سؤالاً ممتعاً، سؤالاً سعى إلى الإجابة عنه حتى وفاته. القضية ليست ما إذا كان بونس وفليشمان على حق أم لا، لكن هل أضاء على قضية تستحق التحقيق والاستكشاف؟ هل يمكن توليد الطاقة النووية من خلال التلاعب بالذرات في العمليات الكيميائية؟ رأى الرجل الذي ساعد في وضع نظرية أشادت بها صحيفة "نيويورك تايمز" أو "New York Times" على أنها "واحدة من الانتصارات المطلقة القليلة في الفيزياء في القرن العشرين". عدّ هذا السؤال سؤالاً يستحق سنيّ حياته المتبقية.

هذه الحقيقة وحدها جعلت من الاندماج البارد أمراً يستحق أن يؤخذ على محمل الجدّ على أنّه حالة شاذة وظاهرة غريبة، وتجدر الإشارة إلى أنّ بعض أعمال شوينجر السابقة كانت مدفوعة أيضاً باهتمامه بحالة شاذة أخرى. بعد سنواتٍ قليلةٍ من انتهاء الحرب العالميّة الثانية، أظهرت تجارب جديدة أنّ الجزء فائق الدقّة من الطيف الذريّ للهيدروجين يختلف عن الطيف الذي تنبأ به الأنموذج النظري القياسي آنذاك، وهو أنموذج وضعه عالم الفيزياء البريطاني بول ديراك. كان شوينجر مفتوناً لكنه حذر، إذ ادّعى عالم الفيزياء نورمان رامسي متخرج جامعة هارفارد، وهو أحد التجريبيين المشاركين في الإضاءة على الحالة الشاذة الأساسيّة، أنّ شوينجر ما كان ليُضيع وقته لو أنّ هذا كله جلبه حول لا شيء.

دعاني شوينجر إلى الغداء وسألني أسئلةً تتعلّق بمصداقيّة الحالة الشاذة التجريبيّة شديدة الدقة. قال إنّهُ يعتقد أنّ بإمكانه تفسيرها، لكن عليه أن يطور نظرية QED النسبيّة، كان قلقاً بشأن القيام بكل هذا العمل في حال

لم تكن هذه الظاهرة شديدة الدقة حقيقتاً. أخبرته أنني مقتنعٌ بأنها حقيقتاً،
فعمل على هذه المشكلة بحماسٍ ونشاطٍ.

في ٣٠ كانون الثاني عام ١٩٤٧، تلقت صحيفة "Physical Review" تفسيراً للانحراف الشاذ، تضمنَ التفسير روايةً فيها مزيج من نسبية أينشتاين، والنظرية الجديدة في الإكتروديناميك الكمي. نشرت الصحيفة ورقة شوينجر حسب الأصول، وقد كانت أول نموذج لنظرية ديناميكا الكهربية الكمية (QED) النسبية، وهي الآن المكون الأساس في علم الفيزياء الحديث. إذا كان شوينجر مهتماً بالتأكد من أن الانحراف الطيفي للهيدروجين حقيقي قبل أن يستثمر كثيراً من الوقت في هذا المشروع، فإن هذا يعني أنه قد أقنع نفسه أن نتائج الاندماج البارد تستحق انتباهه واهتمامه أيضاً.

لا يتعلق العلم بالأشخاص، والحالات الشاذة والانحرافات قائمةٌ بحد ذاتها لأنها لا تختفي أو تتلاشى. استمرت أبحاث الاندماج البارد بعد موت شوينجر، وتقاعد مايلز، ونقد العامة لبونس وفليشمان. ففي عام ٢٠٠٤، اعترف قسم دراسة الطاقة (DoE) بعد كل ما حدث أنه قد يكون ثمة شيءٌ من الصحة في ادعاءات الاندماج البارد، وأوصى أنه "يجب على وكالات التمويل أن تدعم المقترحات والآراء الفردية المعدّة إعداداً جيداً"، والمتعلقة بتجارب الاندماج البارد.

هذا التقرير كان نتيجةً للفحوصات الأولية للأدلة التي تمّ جمعها منذ تقرير المجلس الاستشاري لأبحاث الطاقة (ERAB) الذي أُعدّ على عجل عام ١٩٨٩. تغيرت الأشياء منذ ذلك الحين: فمثلاً، قدّم الباحثون الجدد تقريراً في مجلدين يغطي عقداً من أبحاثهم، والأمر المثير أكثر هو -

الطريقة التي جرى فيها تعديل أحد التقارير الأصل والأكثر إدانةً لادّعاءات بونس وفليشمان.

لما وضع بونس وفليشمان ادعاءاتهما أوّل مرّة، كان ثمة ثلاثة سبّاقين إلى تأكيد، أو نقض وتكذيب الاندماج البارد. كانت نتائج معهدي (MIT)^(١)، و Caltech^(٢)، ومختبر هارويل في المملكة المتحدة مؤثرةً بما يكفي لترجيح هذه النتائج - سلبيًا أو إيجابًا - على نتائج أيّ مختبرٍ آخر في أيّ مكانٍ في العالم. لما ذُكرت جميع هذه المراكز المهمة أنّها فشلت في رؤية أي حرارة فائضة، انتهى كل شيءٍ بالنسبة إلى الاندماج البارد.

في أي حال، لم يكن تقرير معهد (MIT) دقيقاً تماماً، فقد أقرّ باحثوه أنّ محاولتهم تكرار عمل بونس وفليشمان لم تنتج عنها حرارة أكثر ممّا كانوا يتوقعون، وعلى الرغم من أنّ الدليل لم يُذكر قط في التقرير المنشور، وأُضيف إليه ملحوظة بعد نشره، وثق وجود الحرارة الفائضة.

ظهر هذا التحول إلى الضوء بعد أن تلقى مدير معهد (MIT) والكاتب العلمي، إيوجين مالوف، الورقة البحثية النهائية لمعهد (MIT) التي يعود تاريخها إلى ١٣ تموز عام ١٩٨٩، التي أظهرت عدم وجود حرارة فائضة، وهي النتيجة التي أدانت الاندماج البارد. بعدها أُعطي مالوف

(١) MIT: هو معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا أو معهد ماساتشوستس للتقنية. ويعتبر هذا المعهد من المعاهد المتألّقة عالمياً. المترجمة.

(٢) Caltech: هو معهد كاليفورنيا للتقنية، وهو جامعة خاصة مفتوحة، أسست في مدينة باسادينا الأميركية في ولاية كاليفورنيا، إحدى أكبر الولايات الأميركية، عام ١٨٩١، ولا يقبل هذا المعهد سوى خمس الطلاب الذين يتقدمون بطلبات للالتحاق به. المترجمة.

مسودةً سابقةً للورقة نفسها، تُفصّل نتائج التجارب نفسها، ويعود تاريخها إلى ١٠ تموز، وتُظهر بياناتها وجود الحرارة الفائضة. من الواضح أنه جرى في الأيام الثلاثة تغيير البيانات من بياناتٍ تُظهر وجود الحرارة الفائضة إلى بيانات تُظهر عدم وجودها. تقدّم مالوف بشكوى رسميّة، وبعدها استقال احتجاجاً على ذلك.

ظهرت نتيجة اتهامات مالوف في ملحقٍ أُضيف إلى تقرير معهد (MIT)، لكنّ هذا لم يُحدِث فرقاً في تقرير المجلس الاستشاري لأبحاث الطاقة (ERAB) لأنّ التقرير قُدّم إلى الكونغرس كدليلٍ على أنّ ادعاءات بونس وفليشمان لا أساس لها، لكن على الأقل تُظهر هذه الوثيقة الآن أنّ الرسم البياني للحرارة قد تنبّه. حدث هذا لأنّ فريق البحث قرّر أنّ الحرارة الفائضة لم تكن دليلاً دامغاً، بل كانت انبعاثاً مفاجئاً للحرارة وهذا ما يهم، وهذه الحرارة المنبعثة لم تكن مفاجئةً بما يكفي. إنها، على الرغم من ذلك، يبدو أنّه لم تكن لديهم ثقةٌ كافيةٌ في بياناتهم، فقد ذكر تقرير مالوف في هذا الشأن، وهو بعنوان: "10 Years That Shook Physics" أو "عشر سنوات صدمت الفيزياء"، أنّ البروفيسور رونالد آر. باركر في مختبر اندماج البلازما قال علانيةً إنّ بيانات قياس الحرارة "لا قيمة لها".

يُعرف علم الكالوريمتري - وهو علم قياس الحرارة - بأنّه أصعب أنواع العلوم، ومن الجدير ذكره أنّ بيانات قياس الحرارة غير مجدّية اليوم. وفقاً لأبحاث البحرية، حتى الآن لا توجد تجربة للاندماج البارد نتج عنها طاقة فائضة قابلة للقياس. على الرغم من ذلك، غيّرت الأبحاث في الخمس عشرة سنة التالية الصورة لدى لجنة قسم دراسة الطاقة (DoE) بما يكفي

للاعتراف بأنّ ثمة شيئاً ما يستحق النظر فيه في موضوع الاندماج البارد. في السنوات التي تلت ظهور تقرير قسم دراسة الطاقة (DoE)، كانت هناك اكتشافات أكثر، أيضاً، فقد أصبح لدى أصحاب نظرية الاندماج البارد الآن دليلٌ موثوقٌ على أنّ بعض أنواع التفاعلات النووية تحدث حتماً في تجاربهم، أيّاً تكن اعتبارات علم قياس الحرارة.

لتحصل على الطاقة من الذرّات، عليك إمّا أن تفكك نواتها -وهي عمليةٌ تُدعى الانشطار النووي - وإمّا أن تربط ذرات مختلفة، بعضها ببعض، بعملية الاندماج النووي. تُحرر العمليتان طاقة، لكنها تنتجان أيضاً سلسلةً من المنتجات التي تعتمد على الذرات التي تستخدمها، سواء كانت تُدمج أم تُفكك. العديد من تلك النتائج الثانوية هي جزيئات ذات طاقة عالية أطلقها التفاعل، ويمكن اكتشافها ورصدها.

يستخدم العلماء النويون نوعاً من البلاستيك يُدعى (CR39) لإظهار التفاعلات النووية، و(CR39) هو نوع البلاستيك نفسه المُستخدم في عدسات النظارات. ضع قطعةً منه إلى جانب غرفة تحتوي تفاعلاتٍ نووية، وستجد أنّ الجزيئات المتطايرة ستفكك الروابط الجزيئية في البوليمر، مُنتجةً شكلاً مميّزاً من الحفر والخدوش المجهرية. هذا الشكل يشبه بصمات الأصابع، إذا كنت تعرف ماذا تفعل، فمن الواضح جداً أنّ تنظر إلى الشكل على أنّه عملٌ استكشافيٌّ، وتستنتج أي نوعٍ من الجزيئات قد اصطدم برفاقة البلاستيك، وما هي الطاقة التي تنتقل بها. وهذا يمكنه أن يخبرك أي نوعٍ من التفاعلات كان يحدث في الغرفة.

وضع باحثو البحرية رقائق (CR39) - التي تبدو كشرائح مجهرية ميكروسكوبية - داخل خلايا الاندماج البارد وأعطوها إلى اختصاصيين

مستقلين في تتبع الأثر النووي. كان الاختصاصيان مقتنعين أنّهما ينظران إلى بصمة فعلٍ نوويٍّ. ضع رقاقة (CR39) إلى جانب قطعة من اليورانيوم، وهو معدنٌ مشعٌّ، فستجد أنّها أصبحت مغطاة بخطوطٍ عشوائيةٍ ودوائر متحدة المركز، وضعها في تجربة الاندماج البارد، فستتهي إلى الشكل نفسه.

قد لا تبدو مثلها تماماً، لكن رقائق (CR39) توفر دليلاً غير قابلٍ للجدل على أنّه مهما يكن ما يحدث داخل تلك التجارب البسيطة، فإنّ التفاعلات النووية تشارك فيها. هذه صفةٌ كبيرةٌ، تسمح لهم بأن يظهروا ويتحدّثوا بثقةٍ إلى كبار ضباط البحرية عمّا كانوا يفعلونه، ساعدت بيانات رقائق (CR39) باحثي الاندماج البارد في نشر أول أوراقهم البحثية في صحيفة رئيسة بعد سنواتٍ عدّة، وقد نُشرت النتائج في حزيران عام ٢٠٠٧، في صحيفة "علوم طبيعية" أو "Naturwissenschaften"، وهي الصحيفة التي نشرت أيضاً أعمالاً لألبرت آينشتاين. أقنعت بيانات (CR39) البحرية بتمويل المزيد من أبحاث الاندماج البارد.

الشيء الذي ما زالوا لا يملكونه هو دليلٌ موثوقٌ على الطاقة الفائضة، إنهم لا يدعون إنتاج حرارةٍ شاذّةٍ أو اندماجٍ نوويٍّ. في الحقيقة، أشار العلماء إلى أنّ ما يحدث في تجاربهم هو تفاعلاتٍ نوويةٍ منخفضة الطاقة، دون أن ينعتوها بأي كلمةٍ سيئةٍ. هذا أمرٌ محبطٌ جداً من نواحٍ عدّة، ففي الاندماج البارد، يُعدّ قياس الحرارة أساس كل شيء - فالحرارة الزائدة هي أساس كل شيء، لذلك علينا أن نتقبل ما لدينا. حتى الآن، كل ما يملكه انحراف الاندماج البارد هو بيانات (CR39)، قد تقود إلى نوع الطاقة الافتراضية النظيفة التي لا تنضب، وقد لا تكون كذلك. إننا يمكننا القول إن قمت

بتحميل قضيب البلاديوم بجزيئاتٍ من الهيدروجين الثقيلة، ومررت تياراً عبره، فسيبدو لك أنّ ثمة نوعاً ما من التفاعلات النووية يحدث فيه.

أحد المشورات القليلة التي وصلت إلى وجهة نظرٍ مباشرة حول هزيمة الاندماج البارد، كان في مجلة "إيكونوميست" أو "Economist". بعد شهرٍ من إعلان بونس وفليشمان عام ١٩٨٩، الذي قال إنّ القضية كانت "هي بالضبط ما ينبغي أن يتحدّث عنه العلم". حتى لو كان الرجلان مخطئين، لم يكن ثمة أي ضررٍ قد حدث، كانت الشكاوى بشأن هدر الوقت والمال مجرد ردّ فعلٍ جبانٍ. وفرّ بونس وفليشمان "المتعة والإلهام بكثرةٍ لنا"، يبدو هذا أمراً ساذجاً مضحكاً في ضوء ما تبعه، لكن المجلة كانت محقّة؛ البحث عمّا ينبغي أن يتحدّث عنه العلم، قادنا إلى مكانٍ ما. من الواضح أنّ العمليّات النووية يمكن أن تحدث، أو تُكشّف دون دراما كبيرةٍ من النار والعاصفة، وهذا الآن أكثر من مجرد احتمال، طالما أننا نطوّر فهمنا للفيزياء النووية بعيداً عمّا يوصف حالياً بالنظرية المعروفة باسم الإلكتروديناميك الكمي، قد تُثبت طريقة تنظيم تجارب الاندماج البارد يوماً ما أنّ ثمة طفرةً فجائيةً في الخفاء تقفز بنا إلى عصرٍ جديدٍ من العلوم النووية.

ربما لدى جوزيف بريستي(١) وجهة نظرٍ ملائمةً أكثر، ففي سنيّ حياته، اكتشف بريستي الأوكسجين، وبالمصادفة، اخترع الماء الفوّار. قال في إحدى المرّات: "ندين في هذا العمل بالكثير إلى ما نسميه المصادفة أو الحظ - والتي

(١) جوزيف بريستي: عالم إنكليزي لاهوتي في القرن الثامن عشر، ورجل دين معارض، وفيلسوف للطبيعة، وصيدلاني، ومربّ، وباحث سياسي ليبرالي، وعضو في الجمعية الملكية، نشر أكثر من ١٥٠ عملاً. المترجمة.

هي مراقبة الأحداث التي تنشأ لأسبابٍ غير معروفة - أكثر من أي نظريةٍ موجودةٍ مسبقاً." كانت قصة الاندماج البارد كارثة وهزيمة، بدأت بمحاولةٍ لسبر نظريةٍ عميقة، ونتجت عنها فضيحة كاشفة عن أسوأ الجوانب في الطبيعة البشرية (والطبيعة البشرية للعلم). إلا أنها لم تنتهِ بعد، إذ إنَّ ثمة إشارات من الممكن أن تثمر شيئاً يستحق الاهتمام، أي شيئاً يطغى على تاريخه المتقلب، ويجعلنا سعداء لأنَّ مارتن فليشمان وستانلي بونس كانا فضوليين ببساطة، قبل أن يصبحا عالمين فضوليين وعلميين.

الحياة

هل أنت أكثر من مجرد

جعبة من المواد الكيميائية؟

ألقينا، حتى الآن، نظرةً إلى ظواهر غريبة، وحالاتٍ شاذةٍ امتدت من أوسع نطاقٍ في الكون حتى أصغر نطاقٍ فيه، من الطبيعة السامية للكون إلى طبيعة النوى الذرية. تنوعت آثار ونتائج هذه الانحرافات من التنبه إلى القدر النهائي للكون حتى الاستفادة من شكلٍ جديدٍ من الطاقة على الأرض. في أي حال، لا يمكن لشيءٍ أن يكون ذا أهميةٍ جوهريةٍ للبشر أكثر من آثار ونتائج الحالة الشاذة التالية. من المهم جداً أن باحث ساننا في المعقد ستورات كوفمان قال إن التعامل مع هذه الحالة ومواجهتها يمكنها أن يفتح الباب أمام علمٍ جديدٍ كلياً. إنها ما هذا العلم؟ أنت تعرفه جيداً تحت مسمى الحياة.

إلى حدِّ ما، من الصعب أن نرى الحياة بأنها حالةٌ شاذةٌ، أو ظاهرةٌ غريبةٌ، لكن ربما نشأ هذا الازدراء من الاعتياد على الأمر. توقف عن التسليم بهذا، وفكر للحظةٍ في الشيء الذي يجعل العالم الحيوي البيولوجي منفصلاً عن عالم المادة غير الحية. مع استمرار المراقبات والمشاهدات العلمية، ستجد حالةً مطلقةً، وهي أن كثيراً من الأشياء لها صفة "حية"،

وستجد أيضاً أنّ هناك كثيراً من الأشياء حولنا لا يُطلق أحد عليها صفة الحية. إنما لا يوجد عالم على الأرض يمكنه أن يخبرك أين يكمن الاختلاف، أو الفارق الأساس بين هاتين الحالتين، كما لا يمكن لأحد أن يأخذ شيئاً من الحالة غير الحية، ويحوّله إلى شيء يتفق عليه الجميع بأنه حيّ. في الحقيقة، ما زال العلماء يتصارعون ليتفقوا على ما قد يُشكّل قفزةً في تاريخ العلم.

نحن نتألف من جزيئات يمكن للعلم أن يصف سلوكها الفردي وخصائصها، إذ توفر نظرية الكم التفسير الأساسي لها. توضع هذه الجزيئات مع بعضها بعضاً بطريقة ما ينتج عنها خصائص يستعصي تفسيرها على أي نظرية، أمّا بالنسبة لنا فنحن نعرّف هذه الخصائص بأنّها الحياة. من نواح عدّة هذا التفسير ليس أكثر فائدةً بالنسبة لنا من فائدة علامة الطاقة المظلمة بالنسبة إلى علماء الكون. سأل إرفين شرودنجر^(١) في عام ١٩٤٤، وهو أبو النظرية الكميّة: "ما الحياة؟"

الجواب الذي يفضله العلماء هو "لا شيء مميز"، إذ لا يوجد سبب يدفعنا إلى الإيحاء بوجود شيءٍ علويٍّ أثري، أو روعي، أو بوجود بعض "البريق الحيوي" الذي حوّل الحياة إلى تركيبٍ من الجزيئات. لا يوجد سبب للاعتقاد بأنّ هذا السؤال هو خارج نطاق العلم، وهو ظاهرة فلسفيّة وروحانيّة، يقول العلماء إنّه لا يوجد سبب للاعتقاد بأننا لا نستطيع إيجاد الجواب، والأمر حالياً هو كذلك، فنحن لسنا متأكدين أين يوجد الجواب، أو كيف يبدو.

(١) إرفين شرودنجر: فيزيائي نمساوي معروف بإسهاماته في ميكانيكا الكم، ولا سيما معادلة شرودنجر التي حاز عنها جائزة نوبل في الفيزياء عام ١٩٣٣. المترجمة.

ثمة طرائق عدّة لتحليل الطبيعة الجوهرية الأساسية للحياة، إحدى هذه الطرائق هي أن نكتشف كيف بدأت؛ أي أن تتبع شجرة الحياة بالعودة إلى النقطة التي كان فيها كل شيء موجوداً هو كيمياء. أمّا الطريقة الأخرى فهي أن نبني شيئاً ما "حيّاً" بدءاً من الصفر؛ خذ بعض المواد الكيميائية، وامزجها مع بعضها بعضاً بطريقة قد تجعلها تصير حيّة. الطريقة الثالثة هي أن تجلس وتفكر ما هو تحديداً الشيء الذي يصنع الفرق بين المادّة الحيّة والمادّة غير الحيّة، وتستنتج أو تصل إلى تعريف الحياة. وربما قد يكون الطريق الأخير هو أكثر الطرق التي خطونا فيها، وهو أيضاً الطريق الذي أقرّ الكثيرون أنّه يوصل إلى نهايةٍ مميّته.

كيف ستعرّف الحياة؟ هل تحدث عندما ينسخ النظام نفسه؟ إذا كان هذا هو الأمر، فيمكننا أن نصف كثيراً من برامج الحاسوب بالحيّة، في حين كثير من الناس - كالرجال والنساء العقيمين والراهبات - لا يمكن أن نطلق عليهم صفة حيّ، والكائنات الحيّة كما هو معروف تستهلك الوقود، تتحرّك، وتطرح الفضلات، لكن كذلك تفعل السيارات، ولا أحد يدعوها بالحيّة.

وصل شرودنغر إلى نتيجة تقول إنّ الحياة هي النظام الوحيد الذي يقلب التطور الطبيعي للكون رأساً على عقب، بالانتقال من الترتيب إلى الفوضى، فالكائنات الحيّة هي آلات تخلق الترتيب من الفوضى في بيئاتها بكفاءةٍ وفاعليّة. بالنسبة له، الحياة هي جوهر العمليّة التي تجنبنا حالة الموت، ومع ذلك فإنّ هذا التعريف غير كافٍ، لأنّ لهب الشمعة يخلق الترتيب من الفوضى في بيئته ومن الجلي أنّه ليس حيّاً.

فعل عالم الفيزياء بول ديفيز ما في وسعه ليضع تعريفاً للحياة، لكنه بقي في حيرةٍ للوصول إلى جوابٍ نهائيٍّ، فهو يرى أن للحياة خصائص متنوعة، ولا توجد خاصيةٌ منها تُعرّف الحياة بحدّ ذاتها، إذ إنّه يمكننا رؤية العديد من هذه الخصائص في المادّة غير الحيّة أيضاً. يضع ديفيز في كتابه "المعجزة الخامسة" أو "The Fifth Miracle" الحائز جوائز عدّة، قائمةً بهذه الخصائص - وعيوبها - كتفسيراتٍ ووصفٍ للحياة، أكثر من كونها تعريفاتٍ، منها استقلاب الكائنات الحيّة، ومعالجة المواد الكيميائية لتحصل منها على الطاقة اللازمة لها (كما تفعل النقطة الحمراء الكبيرة لكوكب المشتري). كما أنّ الحياة تستنسخ نفسها (البغال لا تفعل هذا، لكن حرائق الغابات وبلورات الكريستال تفعله)، وهي منظمة بطريقةٍ معقّدة - إذ إنّها تتألّف من أنظمة مستقلة معقدة مثل الأوردة والشرايين والأرجل (بهذه الطريقة تشبه السيارات الحديثة). فهي تنمو وتتطوّر (كما يفعل الصدا)، وتحتوي على معلومات - وتنقل هذه المعلومات (مثل فيروسات الحواسيب). تُظهر الحياة أيضاً مزيجاً من الديمومة والاستمرارية والتغيير - التطوّر عبر الطفرات والانتقاء، أخيراً، الأمر الأكثر إقناعاً بالنسبة إلى ديفيز، هو أنّ الكائنات الحيّة ذاتيةٌ مستقلة، يمكنها أن تقرر أفعالها الخاصّة.

أضاف آخرون إلى هذه القائمة أموراً أخرى، فعالم الأحياء البيولوجي لين مارغوليس قال إنّ النظام الحيّ يجب أن يوجد ضمن حدودٍ هي جزء من هذا النظام. أيّاً تكن الطريقة التي تنظر فيها إلى الأمر، فإنّ التعريف - أو السلسلة من الاقتراحات والخصائص - مبهم جداً وغير واضح ليكون مفيداً فعلاً. في الحقيقة، بدأ يُنظر إلى محاولات تعريف الحياة بأنّها مدمرة،

وقد أعلنت مقالةً صحفيةً في صحيفة "الطبيعة" أو "Nature" هذا الأمر، في حزيران عام ٢٠٠٧:

يأمل المرء أن تُدفن أفكارُ كتلك الأفكار المتعلقة بالحاجة إلى وجود اختلافٍ نوعيٍّ بين ما هو جامد وما هو حيّ - كالمذهب الحيوي - إلى جانب المعتقدات التي سبقت داروين، التي تقول إن الكائنات الحية خُلقت عشوائياً من مادةٍ منحلة. لكن العلماء الذين يعدون أنفسهم خارج هذه المعتقدات يدعمون هذه الأفكار، ويساندونها عندما يحاولون وضع معايير حول الطريقة التي تشكّلت وفقها "الحياة".

رحبت الافتتاحية بإنجازات علم الأحياء التركيبي، أي محاولته بناء وتركيب الحياة من مكوناتها الكيميائية. من الناحية التأسيسية، هذه طريقة للتقدم في التعامل مع حقيقة أنّ الحياة لا تتناسب مع أي نمطٍ من أنماط الفهم الموجودة، لكن لا زال باب السؤال عن نجاحنا في فهمها مفتوحاً على مصراعيه.

أول الباحثين الذين تقدّموا خطوة مهمة في اتجاه خلق الحياة كانا عالمي الكيمياء ستانلي ميلر وهارولد سي يوري من جامعة شيكاغو. ففي عام ١٩٥٣، وضع العالمان الأمونيا، الميثان، الهيدروجين، والماء في قارورةٍ مغلقةٍ ليُقلداً ويُحاكيا الغلاف الجوي الأساسي للأرض، بعد ذلك وضعوا الشرر الكهربائي في المزيج. كانت الفكرة هي أنّ العواصف البرقية قد أثارت المواد الكيميائية الأساسية للأرض، التي أسهمت في خلق الحياة الأولى.

حققت التجربة نجاحاً مذهلاً، وبعد أسبوعٍ من التفريغ الكهربائي المستمر، تحوّل نحو ٢ بالمئة من كربون الميثان إلى أحماض أمينية، وهي اللبنة الأساسية للبروتينات، وقد كان هذا الأمر إلهاماً.

المشكلة هي أنّ التجربة كانت معيبة، إذ يعتقد العلماء أنّ الغازات التي استخدمها ميلر وأوري ليست هي الغازات نفسها التي كانت موجودة في الغلاف الجوي الأساسي البدائي. في الحقيقة، قد تكون الخصائص الكيميائية الأساسية للمزيج مغلوطة كلياً. بل أكثر من هذا، لم تظهر عناصر الحياة على الأرض كالبروتينات، الليبيدات (الدهون)، الكربوهيدرات، والأحماض النووية. ربط أستاذ الكيمياء في جامعة نيويورك روبرت شايرو إنتاج التجربة للأحماض الأمينية باستخدام العرضي لعبارة هاملت "أن تكون" خلال هجوم عشوائي له على مفاتيح الآلة الكاتبة، هذا لا يعني أنّ البقية التي قالها هاملت سوف تتبع هذه العبارة. يقول: "تكشف أيّ حسابات واقعية للأشياء الغريبة أنّ فرص إنتاج مسرحية أو سوناتا بهذه الطريقة هو أمرٌ مئوس منه، حتى لو كانت كل ذرة من المادة على الأرض هي آلة كاتبة تتحوّل إلى نصّ دون انقطاع إبان الأربعة مليارات سنة ونصف الماضية."

إذاً، من الصعب أن نصف تجربة ميلر - أوري بالنجاح الحقيقي، على الرغم من أنّها قد قدّمت شيئاً قد يكون ممكناً. في عام ١٩٦١، ذهب الكاتالوني خوان أورو إلى أبعد من هذا، فقد وضع الماء، وسيانيد الهيدروجين، والأمونيا معاً، وأنتج كميات كبيرة من الأدينين. الأدينين ليس فقط إحدى اللبنة الأربعة الأساسية لـ DNA، بل هو أيضاً مكوّن رئيس للأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)، وهو المادة الكيميائية التي تؤمن الوقود للأحياء لتعمل، فأنت لا يمكنك أن تركض، أو تنمو، أو حتى تتنفس دون استخدام الـ (ATP).

قال عالم الأحياء الفنلندي الحائز جائزة نوبل كريستيان دي دوف في إحدى المرات: "إن الحياة إما قابلة للاستنساخ، كأبي مظهرٍ شائعٍ من مظاهر المادة ضمن شروطٍ محددة، وإما أنها معجزة. نحتاج إلى خطواتٍ عدّة لنسمح بوجود خيارٍ آخر بينهما." إذا كان صنع الأحماض الأمينية والأدينين بتلك البساطة حقاً، فربما يكون من السهل أن نبدأ بصنع الحياة، وهناك سببٌ جيّدٌ لأخذ هذه النقطة على محمل الجدّ وهو السرعة المذهلة التي تسير فيها الحياة على الأرض.

في مركز بيلبارا، وهي منطقة في شمال غربي أستراليا، تضرب الشمس بأشعتها الصخور الحمر التي تشكلت من المخلوقات الأولى على هذا الكوكب. إنّها تشكيلاتٌ مذهلةٌ، تشبه أطباق البيض، ومخاريط الثلجات المقلوبة، يخبرنا ترتيبها وشكلها أنّها توضعت كترسباتٍ تفرزها ميكروبات، أو جراثيم منذ ٣,٥ مليارات سنة، الأمر الذي يعني أنّ أشكالها ليست الشيء الوحيد الاستثنائي الغريب المذهل.

تشكّل نظامنا الشمسي منذ نحو ٤٠٥٥ مليار سنة فقط؛ في الألفية التالية، كان عبارةً عن دوامة جهنمية من الكويكبات والمذنبات، قذفت الصخور الضخمة عبر الفضاء، وصدّمت الكواكب والأقمار. ووفقاً لأفضل أفكارنا حول الطريقة التي أصبحت فيها الأشياء كما هي عليه الآن على كوكبنا، فإنّ صخرةً بحجم كوكب المريخ اصطدمت بكوكب الأرض البدائي. حوّل تأثير الصدمة سطح الكوكب إلى سائل، وأرسل قطرات الصخور المنصهرة إلى المدار - التي أصبحت أخيراً قمرنا الفضي.

استغرق سطح الأرض عشرات ملايين السنين ليبرد من ذلك التأثير الكارثي، وقد بطأت التأثيرات الأخرى عملية التبريد. تخبرنا دراسة حفر القمر، التي تشكّلت عندما تصلّب السطح وأصبح قاسياً، أنّ عاصفة الكويكب والمذنب بدأت تقلّ شدتها منذ نحو ٨, ٣ مليارات سنة فقط، عندها فقط أمكن للحياة أن تبدأ، كما يبدو أيضاً فإنّ ميكروبات وجراثيم يبلبارا قد استغرقت نحو ٣٠٠ مليار سنة لتظهر إلى الوجود.

عدّ عالم الفلك وعالم الكون كارل ساجان أنّ سرعة ظهور الحياة هي دليلٌ على أنّ خلق الحياة ليس بهذه الصعوبة، وكتب مقالاً في Planetary "Society's Bioastronomy News" عام ١٩٩٥ قال فيه: "لما كانت الظروف مناسبة ومؤاتية، بدأت الحياة بسرعة مذهلة على كوكبنا، لا بدّ أن يكون أصل الحياة هو شرطٌ محتملٌ كثيراً، عندما تسمح الظروف، تظهر الحياة وتنبثق!" وصل ساجان، الذي مات بعد عامٍ من إصابته بتحلل أنسجة نقي العظام، وهو تشوّه في نقيّ العظم مرتبط باللويميا، إلى نتيجة مفادها أنّ من المحتمل جداً أن تكون الحياة موجودة في مكان آخر من الكون.

كثير من علماء الأحياء اليوم وصلوا إلى نتيجة أكثر أنانية: لو أنّ الحياة انبثقت بهذه السهولة، لكننا قادرين على خلقها. معظم العلماء الذين يعملون في هذا المجال متفقون على أنّ المهمة التي تواجههم يمكن تحقيقها وتنفيذها، إنّها مسألة متى سنخلق الحياة الاصطناعية، وليس إن كنا سنخلقها أم لا. بعد كل هذا، إذا حدث الأمر مرّة - وذلك عندما تصادف أن ضربت صاعقة البرق المكان الصحيح لنشوء الحياة الأولى - فحتماً يمكن للجهود

المشركة للتقنيّين الحيويين اليوم أن تجعل هذا يحدث مرّة أخرى؛ لن يكون إطلاق الحياة ٢ بهذه الصعوبة بالتأكيد.

على الرغم من ذلك، مثل هذه المواقف المتفائلة لا تأخذ جهلنا في الحسبان، فـأكثر من عقدٍ من الزمن، كان العلماء متأكدين من أنّهم أوشكوا أن يصلوا إلى الطريقة التي نشأت بها الحياة من المكونات الكيميائيّة. إنّها من غير الواضح إن كنا قد اقتربنا من هذا الإنجاز أكثر مما كنا عليه قبل عشر سنوات، أي إذا كان خلق الحياة هو "ببساطة" أمرٌ مرتبط بوضع المواد الكيميائيّة الصحيحة مع بعضها بعضاً، وضمن الشروط الصحيحة، إذاً فلا يوجد لدينا إجماعٌ حتى الآن حول ما هو هذا "الصحيح" فعلاً - سواء بالنسبة إلى المواد الكيميائيّة، أم الشروط.

بعد أن تمّ اختبار الانفجار الذريّ الأول في الصحراء قرب لوس ألاموس، نيو مكسيكو، علّق ج. روبرت أوبنهايمر، العالم المدير للمشروع، تعليقاً واحداً فقط: "لقد نجح". مع ذلك، اعترف في فيلمٍ وثائقيّ تسجيليّ مذهلٍ تمّ تصويره بعد عامٍ من الانفجار، اعترف أنّ عقله كان مليئاً بأفكار أعمق في ذلك الوقت. وكان نادراً ما يُظهر مشاعره، لذلك فقد نظر إلى الأسفل - إلى الأرض تقريباً - ومسح دموعه من عينيه، مستحضراً تلك اللحظة.

كنا نعرف أنّ العالم لن يبقى على حاله. ضحك بعض الناس، وبكى بعضهم الآخر، لكن معظمهم كانوا صامتين. أتذكر سطرًا من الكتاب المقدّس الهندوسيّ، المسمّى البهاغافاد غيتا، يحاول فيشنو فيه أن يُقنع الأمير أنّه يجب عليه أن يقوم بواجبه، وأن يؤثّر فيه ليأخذ شكله متعدد السلاح

ويقول: "الآن أصبحت الموت، أصبحت مُدَمِّرَ العوالم." أعتقد أننا جميعاً قد فكرنا في هذا بطريقةٍ أو أخرى.

إن كان ثمة لحظةٌ أخرى ستغيّر العالم جذرياً كلحظة اختبار تلك القبلة، فستكون اللحظة التي يَبُثُّ فيها البشر الحياة في المادة غير الحية لأول مرة. في منتصف صحراء نيو مكسيكو، كان ستين راسموسن يحاول أن يفعل هذا في مختبر لوس آلاموس الوطني. إذا نجح مشروع راسموسن -أي إذا أحيانا فقاعة لوس آلاموس" - فإن هذا سيُعيد تحديد مكاننا في الكون، وسيوقف الشيء الذي نسميه الحياة عن كونه حالةً شاذةً، أو ظاهرةً غريبةً.

من غير المفاجئ أن يُتَّهَمَ راسموسن بلعب دور الله، كانت ثمة اقتراحات بأن مشروعَه يجب أن يُوقَف. إذا أراد أن يُبدد أي شيءٍ بهذا الخصوص، فكل ما عليه فعله هو أن يُعدَّ قائمةً بزواج من مكونات فقاعة لوس آلاموس. ستسلك وصفته للحياة طريقاً مختلفاً عن الطريق الذي سلكته جراثيم بيلبارا - وكل شيءٍ آخر على الأرض. في الحقيقة، سيقول بعضهم إن فقاعة لوس آلاموس ليست حياة، بل هي فقاعة صابونٍ صغيرة، وفي واقع الأمر، هي بقعةٌ من مسحوق غسيل مكونة من صابون يضاف إليه مزيج حساس للضوء من المواد التي تجعل قميصك ناصع البياض. يوضح راسموسين ساخراً، يمكنك أن تشتري المكونات من بقاليتك المحليّة؛ من المستحيل أن تكون هذه أساسيات كوابيس الخيال العلمي.

تعتمد جزيئات الصابون على سلاسل الهيدروكربونات -بشكل أساسي الدهون- لكن بخصائص مميزة عند نهايتي كل جزيء. إحدى النهايات تحب الماء، في حين النهاية الأخرى تكره الماء. وضعها في الماء، ستجد

أنّ الجزيئات تُرتَّب نفسها تماماً مثل بتلات الزهور، النهايات المحبّة للماء تتجه نحو الخارج، فيما تتجه النهايات الكارهة له نحو المركز، إذاً تنجس جزيئات الزيت والدهون في مركز كل "زهرة"، وتبتعد عن أيّ شيءٍ كانت مرتبطة به.

السبب بسيطٌ وراء اختيار ما هو أكثر من مجرد كرة من الدهون (لأنّ الصابون حمضي قليلاً، ويُعرف باسم الأحماض الدهنيّة) كأساس للحياة في الأجيال القادمة وهو أنّها توفر وعاءً مفيداً، فهي تُشكّل في الماء هيكلًا أنيقاً مرتباً وقائماً بحدّ ذاته، ويقع بسعادةٍ في أنبوب الاختبار. كل ما نحتاجه الآن هو بعض الجينات.

لا تحتاج جينات فقاعة لوس آلاموس إلى الحمض النووي أو ال DNA، بل إنّ لديها حمضاً أمينياً بيتيدياً أو ال PNA. يرمز حرف P للبيتيد: وهي سلسلة قصيرة من الأحماض الأمينية، وتعدّ اللبنة الأساس للبروتينات، ويشبه ال PNA ال DNA، وهو مؤلف من سلسلتين متداخلتين من الأحماض الأمينية، لكن صنعه أبسط بكثير، ولا يحمل أيّ شحنة كهربائية، ما يعني أنّه سينحل في الدّسم، وال PNA يدمج نفسه مع القطرات الدهنية التي ترسم الفقاعة، ومنتظر الفرصة ليُستنسخ.

تأتي فرصة الاستنساخ عندما تُسخن المكونات. فتنفصل سلاسل ال PNA المضاعفة، فوق درجة حرارة معيّنة. يؤدي هذا إلى شحن بعض الأجزاء من سلسلة الأحماض بشحناتٍ كهربائيةٍ صغيرة، هذه الشحنات تنجذب نحو الماء. تبقى السلسلة، التي تُعدّ الدعامة الأساس لجينات الفقاعة، في القطرة الدهنية، لكن الشحنات الكهربائية تجعلها تتوضّع على

حوافها. هنا تكون في مواجهة سلاسل حمضية قصيرة، أقصر من ال PNA، لذلك خطط راسموسن وفريقه لتركها تطفو على سطح الماء - كنوع من الأنظمة الداعمة للحياة. بعض هذه السلاسل القصيرة سيرتبط بسلاسل ال PNA "الأساسية" التي تعرّضت إلى الحرارة، إذا كانت من النوع الصحيح، فإن سلاسل ال PNA ستجد نفسها تقترن بسلسلة مضاعفة جديدة. تصبح شحناتها الكهربائية ضعيفة، وتنحل مرة أخرى في القطرة الدهنية، وحينما تتغير درجة الحرارة، يحدث الأمر نفسه مراراً وتكراراً - مع فرصة لحدوث طفرات وتغيرات ممتعة في كل مرة.

هذا لا يعني أن الأمر قد نجح، فقد وصل فريق راسموسن فقط إلى حدّ النمو والتقسيم، إذ لا يوجد استنساخ جيني حتى الآن. ومع ذلك، كان راسموسن مقتنعاً أنه حينما ينجح كل هذا فستصبح الفقاعة حية - وهو يقول "حينما" ينجح، وليس "إذا" نجح كل شيء.

هذا جيد نوعاً ما، فراسموسن يعترف أنه إذا عرّفت الحياة بأنّها "الحياة التي نحن عليها"، كما نعرفها، إذاً فإنّ هذه ليس حياة، ويقول إنّ هذا الأمر سيستغرق سنواتٍ عدّة، فالخليّة هي نظام معقّد جداً، ولا نعرف نصفها حتى الآن. راسموسن إذاً مقتنع أنه بوساطة كل التعريفات الناجحة ستصبح فقاعة لوس آلاموس حية.

مثلاً، سيكون لها استقلال أولي يجعلها تتكاثر، وسيكون لجزء من سلسلة الببتيد القصيرة الوسيطة الطافية على سطح الماء جزيئات ضعيفة الحساسية ومرتبطة بأحد طرفيها. هذه الجزيئات ستجعل السلسلة معتدلة كهربائياً، وبذلك تذوب الدهون، وسيتهي الكيس "ملتهماً" هذه السلاسل

الببتيدية. في أي حال، حينما يأتي اليوم المناسب سيفكك الضوء الجزيئات الحساسة للضوء، وستبقى السلاسل ضمن شبكة من الشحنات الكهربائية التي ستجعلها تبحث عن الشحنات في الماء المحيط - ستهاجر إلى الغلاف، أو الغشاء السطحي للفقاعة. حينما تزداد مستويات الضوء، ويحاول المزيد من السلاسل أن يصل إلى السطح، لن تكون ثمة مساحة كافية من السطح للجميع، وفي هذا يقول راسموسن إنَّ القطرة ستنقسم إلى قسمين، وستنسخ نفسها. الطريقة التي صُمِّم بها الأمر كله تعني أنَّ الخصائص الكهربائية للـ PNA تمنع هذه الجزيئات الوسيطة من أن تصبح مشتركة بجينات الفقاعة، جاعلة عملية النمو والطفرات الوراثية منفصلة تماماً.

لا يزال تخيّل كرة الدهون وهي حيّة أمراً مثيراً للجدل، فقد تساءلت صحيفة الطبيعة أو Nature عن فائدة وقيمة تعريف "الحياة"، وإذا كان بالإمكان عدّ أي محاولة لبناء العضويات من الصفر هو "خلق للحياة". بالنظر إلى بعض المشروعات التي تنافس مشروع راسموسن، نحن نميل إلى الإجابة بـ لا. خذ في سبيل المثال مشروع كريغ فنتر^(١).

على الرغم من الحكمة السائدة بأن لا شيء جيد يأتي من التهاب المسالك البولية، إلا أنَّ فينتر، الرجل الذي كان خلف الجهد والمساعي الخاصة لفك شيفرة الجينات البشرية، لا يتفق مع هذه الحكمة. يعمل فينتر على مشكلة الحياة، ويحاول في مشروعه أن يفسّر أَلغاز الحياة بالعمل على البكتيريا التي تجعلك تشعر بالألم أو الحرقة عندما تتبول.

(١) ريغ فينتر: عالم أحياء أمريكي ورجل أعمال، أسس معهد أبحاث الجينوم، وشارك في تخطيط الجينوم البشري. صنفته مجلة تايم بين الأشخاص المئة الأكثر تأثيراً في العالم في عامي ٢٠٠٧ و٢٠٠٨. المترجمة.

اكتشفت جرثومة الميكوبلازما التناسلية لأول مرة في بول أحد المرضى في بداية ثمانينيات القرن العشرين، كان المريض يعاني من مرض يُدعى التهاب الإحليل اللاسيلاي. تبين فيما بعد أن الجرثومة، أو الطفيلي المسؤول عن هذا المرض، الذي يعيش في الأعضاء التناسلية للإنسان، له أصغر جينات على الكوكب. الإنسان لديه نحو ٣٠٠,٠٠٠ جين، أما هذه الجرثومة فلديها ٥١٧ جيناً، ومع ذلك، يبدو أن ٣٠٠ جين من هذه الجينات لا تقوم بأي شيء مفيد.

قاد فينتر الفريق الذي تتبع هذا الجين لأول مرة في عام ١٩٩٥، وأوحت له بساطة هذا الطفيلي بأن يجرده إلى أصوله العارية المجردة ويرى إلى ماذا يحتاج فعلاً كي يحيا ويعيش. يقول فينتر إنه عندما يُجرّد الجين إلى الحد الأدنى، فستكون لديه فكرة عما تتطلبه الحياة، وسيوفر له هذا الجين معملاً حيويًا، لأنه يخطط لإدخال جينات أخرى إلى داخل الجرثومة ليتمكن الطفيلي من أداء مهمات مثل تركيب الأنسولين. لهذا السبب يحاول فينتر أن يخطو خطوةً جدليّةً في تسجيل براءة اختراع لأصغر جين.

استنتج أن الجينات المطلوبة للطفيلي الأصغر المجرد، قد تمّ تجميعها، وكانت الخطة في زمن كتابتها، هي زرع جينات في خلايا البكتيريا التي أُزيلت جيناتها الخاصّة. لقد أثبت أن فريقه يمكنه أن ينفذ مثل هذا الزرع الجيني من حيث المبدأ، لذلك لم يتبقّ أي عوائق تقنيّة. مع ذلك، وعلى الرغم من تبجّحه بأنّها خطوةٌ على طريق خلق الحياة، إلا أن ما كان فينتر يخلقه فعلاً هو أنواع جديدة من البكتيريا، وليس حياةً جديدةً. ديفيد ديمر، وهو عالم فيزياء حيويّة في جامعة كاليفورنيا، سانتا كروز، ذهب إلى أبعد من

ذلك، إذ قال إنَّ الكائن، أو المخلوق الذي يحاول فريق فينتر أن يخلقه هو مجرد "كائن حيٍّ محوّر وراثياً".

الأمر نفسه يمكن أن يُقال عن جهدٍ يجري تنفيذه حالياً في روما، تحت قيادة بيير لويجي لويزي. يبدأ "مشروع الخلية البسيطة" الخاص بلويزي بحويصلة، وهي نوع من الأوعية المستخدمة لنقل الأشياء ضمن الخلايا، يُضاف إليها العديد من المواد الكيميائية، والعناصر والمكونات حتى يظهر شيءٌ يشبه الخلية العاملة الكاملة. في هارفارد، يخطط جاك سوستاك أيضاً لملء الحويصلة بالمواد الحيويّة، هذه المرّة ليرى متى يبدأ تناسخها. سوستاك سعيدٌ بالاعتراف بأنَّ مشروعه طويل الأمد، ولا نهاية محددة له في المنظور القريب، كان يقول إنَّ الاستنساخ الاصطناعي الملائم يستغرق من ١٠ إلى ٢٠ عاماً بعد ١٠ إلى ٢٠ عاماً من الآن.

حتى إذا انتهى المطاف بخلايا فينتر منزوعة الأحشاء، أو كرة راسموسن من الأحماض الدهنيّة في أنبوب الاختبار لتصبح "حيّة"، فليس بالضرورة أن نخبرنا هذا بأيّ شيءٍ عن الشيء الذي نسمّيه الحياة. إذاً أين نقف نحن؟ تحدّث كريستيان دو دوف^(١)، الذي تتلمذ على يد اليسوعيين، عن الحتميّة الكونيّة، حيث تنشأ الحياة (عندما تكون الظروف مناسبة وصحيحة) كنتيجة حتميّة لقوانين الفيزياء. هذا ما يقوله أيضاً راسموسن بشكلٍ أساسيٍّ: "إنّ الحياة هي مجرد طريقة فعّالة جداً لمعالجة الطاقة،

(١) كريستيان دو دوف: عالم بلجيكي متخصص في علم الأحياء الخلوي والكيمياء الحيوية، اكتشف اليحاليل، أو الجسيمات الحالة عام ١٩٥٥، وفاز بجائزة نوبل في الطب عام ١٩٧٤ مناصفةً مع ألبيير كلود، وجورج بالاد لاكتشافه بالمصادفة عصيتين خلويتين وجسيم تأكسدي، وجسيم حال. المترجمة.

والمشكلة في وجهة النظر هذه هي أنها تتركنا دون فكرة واضحة عن ماهية الحياة وما الذي جعلها تظهر على سطح الأرض". يواجه راسموسن هذا بحجة أن العنصر الفردي، والظواهر العامة شيان مختلفان، يقول إن النظر إلى السيارة لا يخبرنا أي شيء عن الازدحام.

وربما تقودنا الحياة، هذه الظاهرة الغريبة، إلى ثورة علمية؛ إذا كان طريق النزعة الاختزالية طريقاً مسدوداً، فعلينا إذاً أن نستدير ونتجه في الاتجاه المعاكس.

في آب عام ١٩٧٢، نشر فيليب أندرسون، وهو عالم فيزياء من مختبرات بيل، والحائز جائزة نوبل، مقالةً في صحيفة علوم أو Science. كان أندرسون دائماً الصوت المحرّض، ولم يكن غير ذلك في هذه المقالة التي كانت بعنوان (الكثير سيكون مختلفاً) أو "More Is Different"، وهي تجعل القراءة ملهمة.

بالاعتماد على تجربته في العلوم، وضح أندرسون بقوة أنه لا يمكن فهم سلوك المجموعات المعقدة والكبيرة من الجزيئات بتطبيق معارفنا عن خصائص بعض الجزيئات، بمعنى آخر، الكثير سيصبح مختلفاً كما هو الحال في الاختلاف بين السيارات والازدحام المروري. ويؤكد أن هذا مبدأ أساس، وليس مجرد مراقبة أو مشاهدة. في كل مستوى من التعقيد، تظهر خصائص جديدة كلياً، ويتطلب فهم السلوكات الجديدة المزيد من البحث الذي أعتقد أنه أساس في طبيعتها كما في أي شيء آخر.

يقول لو أننا نفهم الكون الذي نعيش فيه، فسيكون علينا أن نتخلى عن النزعة الاختزالية، فالقدرة على اختزال، أو تقليل كل شيء إلى قوانين

أساسية بسيطة لا يعطينا بالضرورة القدرة على البدء من تلك القوانين في إعادة تشكيل الكون. "في الحقيقة، كلما زاد ما نجربنا به علماء الفيزياء المختصون في الجسيمات الأولية عن طبيعة القوانين الأساسية، قلت أهمية المشكلات الحقيقية لباقي العلوم التي يبدو أنها تواجههم."

المشكلة أننا اعتدنا تحليل الأشياء لفهمها: القطع المعدنية تتجزأ إلى ذرات، والذرات تتجزأ إلى نوى وإلكترونات، والنوى تتجزأ إلى بروتونات ونيوترونات، التي بدورها تتجزأ إلى كواركات، وهكذا. استمر العلم بهذه الطريقة على مدى القرن الماضي، وتلك كانت قصة ناجحة. لماذا نريد أن نغير المنهجية الآن؟

كان رد أندرسون أنه لولا ذلك لما كنا لنستمر، فنحن مبتلون بعلماء أحياء الجزيئات المتعجرفين الذين يقول عنهم أندرسون: "يبدو أنهم قد قرروا أن يختزلوا كل شيء يتعلق بالكائن البشري إلى كيمياء فقط، بالتأكيد توجد مستويات في المنظومة بين البيئة البشرية، والـ DNA أكثر مما هو موجود بين الـ DNA، والكهروديناميك الكمي. وهو يفترض أن كل مستوى قد يتطلب هيكلًا نظريًا جديدًا كليًا."

أنهى أندرسون جداله بالاستعانة بالحوار التاريخي:

إف. سكوت فيتزجيرالد: "الأغنياء مختلفون عنا."

إرنست همنغواي: "نعم، لديهم مال أكثر."

نعلم جميعاً أن الثروة الكبيرة لا تأتي من كتاب القواعد الذي يُشير إلى مجموعة مختلفة بشكلٍ لافتٍ من المعايير السلوكية. ومع ذلك فقد رأينا جميعاً الدليل على أن مثل هذه الاختلافات السلوكية موجودة حقاً. بالمثل، يقول

أندرسون إنّه لا توجد طريقة لاستخدام المنهج الاختزالي لاستنتاج كيف، ولماذا ظهرت حادثة معيّنة إلى الوجود، لا بدّ بدلاً من ذلك أن نراقب من أين تنشأ هذه السلوكات "الطارئة"، وأن نحاول استنتاج الأسس التي سببت مثل هذا النشوء.

مرّ أكثر من ثلاثين عاماً، ولا أحد يستمع إلى هذا. في مطلع الألفيّة، وقف عالماً فيزياء آخراَن وقفة أندرسون، فقد نشر الحائز جائزة نوبل روبرت لافلين، وعالم الفيزياء المميّز ديفيد باينز ورقةً بحثيّةً في محاضر الأكاديميّة الوطنيّة للعلوم أو "Proceedings of the National Academy of Sciences" استشهدا فيها بندااء أندرسون "الكثير سيكون مختلفاً"، وأعلنا أنّ المهمة الأساس للفيزياء في عصرنا "لم تعد كتابة المعادلات الأساسيّة، بل فهم وتصنيف السلوك الطارئ بأشكاله المتعددة، بما في ذلك، ربما، الحياة نفسها."

الفكرة الأساس للنشوء هي أنّه حينما يتشكل النظام من أجزاء متفاعلةٍ عدة، فإنّه سينظم نفسه بطرائق تبدو مذهلةً، وستقود التفاعلات المتنوعة بين الأجزاء إلى السلوكات التي تبدو معقدةً على نحوٍ مدهشٍ. أوضح هذا عالم الكيمياء جورج وايتسايد من خلال وضع كرات حديديةٍ صغيرةٍ في طبق بيتري^(١)، ثمّ وضع قضيبٍ مغناطيسيٍّ دوّارٍ تحت الطبق،

(١) علبة بيتري أو طبق بيتري: وعاء مسطح دائري الشكل وشفاف مع غطاء، يصنع من الزجاج أو من اللدائن، ويستعمله علماء الأحياء لزراعة الخلايا، ويستعمله علماء الكيمياء لحفظ بعض المركبات ووزنها. ويأتي أصل التسمية من عالم البكتيريا الألماني يوليوس ريتشارد بيتري الذي اخترع هذه العلبة عام ١٨٨٧. علبة بيتري المصنوعة من الزجاج يمكن إعادة استخدامها بعد تعقيمها، أما المصنوعة من اللدائن فيجب رميها بعد الاستعمال. المترجمة.

حيث تنظم الكرات نفسها في حلقاتٍ مركزية، تدور كل واحدة منها فيها. ثمة قواعد فيزيائية وراء هذا السلوك - عليها أن تتعامل مع التفاعلات المغناطيسية، والطريقة التي تتأثر بها كل كرة بالاحتكاك - لكن لا يمكننا أن نأمل في تفسيرها أبداً. ربما يمكننا أن نجد "أسساً تنظيمياً" أكثر عمومية وراء السلوك الطارئ، ونأخذ تلك الأسس كمجموعة من القواعد للعودة إليها عند تحليل الأنظمة المعقدة المشابهة. الفكرة هي أن الظواهر المعقدة الأخرى التي يبدو أنه يتعذر علينا تفسيرها، مثل طي البروتين، والتوصيل الفائق عالي الحرارة، يمكننا وصفها بهذه القواعد أيضاً، إذا وجدنا واحداً من هذه القوانين ربما نصبح قادرين على فك كثير من الظواهر -ضمنها معضلة الحياة.

يتحدّث الناس المشاركون في هذا الجهد عن لعبةٍ جيّدة، فوفقاً لباحث سانثافي المعقد ستيوارت كوفمان: إنّ "الكائنات الحية ليست مجرد بدع تم تركيبها مع بعضها بعضاً، بل هي تعبير عن قوانين أعمق للطبيعة." وبالنسبة إلى لافلين، فإنّ تلك القوانين الأعمق، التي هي أسس المنظمة، هي "مصدر حقيقي لقانون الفيزياء، وربما تضم القوانين الأساسية التي نعرفها."

في عام ١٩٩٩، أسس لافلين وباينز معهد المادّة المتكيّفة المعقدة في جامعة كاليفورنيا، وكانت فكرة المعهد جمع العلماء مع بعضهم بعضاً للنظر في "الظواهر الطارئة المتعددة التي يتعذر تفسيرها"، وتحديدتها واستنتاج الأسس التي تقف وراءها. لا بدّ أنّهم كانوا يقومون بشيءٍ صحيح، لأنّه وفي عام ٢٠٠٤، بدأت مؤسسة العلوم الوطنية بتمويل هذا العمل.

فكرة افتتاح فرعٍ كاملٍ جديدٍ في العلوم هي حتماً فكرةٌ ممتعةٌ وملهمةٌ، لاكتشاف السبب الذي يجعل تلك الكرات الصغيرة تشكل حلقاتها

الدوارة، ربما لن نحلّ معضلة الحياة تماماً، لكن يمكننا اكتشاف الطبيعة الحقيقية للطاقة المظلمة، ومن أين تأتي الاختلافات والفروقات في ألفا. في أي حال، يبقى الواقع مخيباً للآمال بطريقةٍ أو بأخرى، حتى الآن لا توجد طفرات أو روى غيرت وجهة نظرنا عن الكون، ولا يوجد أيّ دليل على أنّ العديد من العلماء يتخلون عن منهج الاختزال. ليس لدينا أدنى فكرة عما قد تكون عليه القوانين الناشئة، لكن هذا لا يعني أنّ أندرسون وباينز، ولا فلين وكوفمان كانوا على خطأ، بل إنّّه يعني أنّ العضلات التي يسعون إلى حلّها قد تبقى دون حلّ لفترةٍ من الزمن.

في الوقت الحاضر، لا تزال الحياة حالةً شاذةً وظاهرةً غريبةً، ولا تزال أمراً مذهلاً، غامضاً، ببساطة "إتّما شيءٌ ممّيزٌ". هي حالةٌ لا تتوافق كثيراً مع العلم، ولا يريد معظم العلماء، لسببٍ جيّدٍ، للحياة أن تبقى شيئاً ممّيزاً، نتيجة لـ "شعلة حيويّة" أو، كما تُسمّى في كتاب "سفر التكوين"، تسارعاً سحرياً غامضاً يعود إلى روح الله. فكرة أن تكون الحياة ممّيزةً بشكلٍ أو بآخر لا تتناسب مع الموضوع الأساس للعلم في القرن الحادي والعشرين، الموضوع الذي وضح مدى ضآلتنا. ربما صاغها كارل ساجان بشكلٍ أفضل:

نحن نعيش على كتلةٍ من الصخر والمعدن التي تحيط بنجمٍ وهو واحدٌ من ٤٠٠ مليار نجم تتألّف منها مجرة درب التبانة، التي هي بدورها واحدةٌ من مليارات المجرات التي تشكّل منها الكون الذي قد يكون واحداً من عددٍ كبيرٍ جداً من الأكوان، ربما يكون عدداً لا متناهياً من الأكوان الأخرى. هذه وجهة نظرٍ عن الحياة البشرية وحضارتنا تستحق التأمل والتفكير.

كما يصفها الكاتب جورج جونسون، تعلمنا أن "نستمتع في ضآلتنا". في أي حال، في الوقت الحاضر، تُفسد ظاهرة الحياة الغريبة أو الشاذة علينا متعتنا قليلاً. لذلك بينما ننتظر أن نرى إن كان بإمكاننا تفسير الحياة، أو على الأقل أن نعيد خلقها من الصفر لنسلبها كل غموضها، ماذا سنفعل معها؟

أحد الأجوبة الواضحة عن هذا السؤال هو: إننا قد نجدها في مكانٍ آخر في المجموعة الشمسيّة، وربما سنجد أنّه من الصعب جداً خلق الحياة لأنّها ليست عمليّةً واضحةً كما يرغب راسموسن، فينتر وفريقهما في تحيّلها، ربما تأسست الحياة بسرعة على الأرض ليس لأنّها مباشرة وواضحة، بل لأنّها وصلت متشكلة سابقاً من الفضاء الخارجي. على الرغم من أنّ هذا سيجعلنا أسلاف الكائنات الفضائية، لكن هذه الفكرة ليست فكرةً مثيرةً للجدل، من الناحية العلميّة. في تسعينيات القرن العشرين مولّت ناسا دراسةً حول ما الذي قد يحدث عندما تضرب صخرة كوكب المريخ، أو الزهرة، أو عطارد. استغرقت الدراسة سنواتٍ عدّة، استُخدمَ فيها بعض الحواسيب المكتبية لتحاكي مسارات الصخور وهي تُقذَف في الفضاء، نُشِرَت هذه الدراسة أخيراً في صحيفة "العلوم" أو "Science" في عام ١٩٩٦. كانت النتيجة واضحة: لا بدّ أنّ كواكب وأقمار المجموعة الشمسيّة الداخليّة كانت تقذف الصخور لمليارات السنين، وقد أظهر الباحثون وبسبب الطريقة التي يجذب بها حقل الجاذبيّة الأرضيّة بقايا الحطام والركام، نحو ٤ بالمئة من الأشياء التي تُقذف من سطح المريخ ستهبط على كوكبنا.

حتماً هذا ينسجم مع الوقائع، فعشرات المذنبات التي قد وُجِدَت في البيئّة المحافظة الأصليّة لحقول الجليد في المحيط المتجمد الجنوبي لها طبيعة جيولوجيّة تقول إنّها جاءت من كوكب المريخ. وإذا كانت هذه الصخور

قادمة من المريخ منذ الحقبة التي كان فيها المريخ رطباً ومناسباً جداً لنشوء الحياة عليه - الحقبة التي جاءت قبل أن تصبح الأرض صالحة للسكن - فلماذا نشك في أن الحياة المريخية تمكّنت من التطفّل بشكلٍ مفاجئٍ (وتطفلت) على كوكبنا وبدأت في إنشاء فرع لها هنا؟

تستغرق الرحلة من كوكب المريخ إلى الأرض ١٥ مليون سنة - لا يوجد طريقٌ مباشرٌ ومحددٌ - تتعرّض خلالها الميكروبات المسافرة إلى جرعاتٍ هائلةٍ من الأشعة. إلا أننا نعرف أن الميكروبات الأرضية يمكن أن تنغلق على نفسها وتحيا لألفية كاملة دون شروطٍ أو استقلاب، بل أكثر من هذا، إذ تظهر لنا البكتيريا "غير المألوفة" التي وجدناها في الينابيع الكبريتية، في حفر المحيط العميقة، والبقايا الإشعاعية أنه لا ينبغي لنا أن نخمّن أو نقدرّ الشروط التي يستمتع بها الميكروب، فالأرض تعجّ بالبكتيريا التي يمكنها أن تبقى في قيد الحياة على الرغم من الإشعاعات القاسية التي ستجربها في أثناء رحلتها إلى الأرض.

من خلال هذه المعلومات، يصعب علينا أن نجادل في أن الحياة لا يمكن أن تكون قد جاءت من مكانٍ آخر في المجموعة الشمسية. ربما لهذا قد يبدو من الصعب جداً خلق الحياة، فنحن لا نملك أدنى فكرة عن الطريقة التي بدأت فيها، ربما شروط الأرض لا تخلق الحياة، بل توفر فقط موطناً جيّداً لها. إنّها فرضيةٌ جذابةٌ خاصةٌ عندما تكون لدينا حالتان شاذتان أخريان متعلقتان بالحياة لنفكر فيهما وهما: التواصل الممكن مع الذكاء الفضائي، والتجارب التي يبدو أنّها اكتشفت وجوداً للحياة على المريخ.

الفايكنغ^(١)

وجد علماء ناسا دليلاً على الحياة على كوكب المريخ، ليعدلوا بعد ذلك عن رأيهم.

أي نقاش بشأن أصل الحياة، وطبيعة الحياة، وحتمة الحياة يجب أن يواجه بمجموعة من النتائج التجريبية التي جمعها جيلبرت ليفين في عام ١٩٧٦، ولا تزال بعد ثلاثين عاماً، موضوعاً للشك في الأدب العلمي.

حالياً يقع المقر الرئيس لشركة ليفين، التي تُدعى (Spherix)، في مبنى تجاري في ضاحية مجهولة خارج واشنطن العاصمة، على بعد أربعين دقيقة بالسيارة، ووفقاً لموقعها الإلكتروني، فإن شركة (Spherix) تدير "بعض أكبر عمليات إطلاق واسترجاع المستحضرات الدوائية في الصناعة"، وتُشرف على "أحد حلول الحكومة الإلكترونية الأقل سعراً، والأكثر تطوراً

(١) برنامج فايكنغ لناسا: شمل المسبارين الفضائيين اللذين أُرسلا إلى المريخ فايكنغ ١ وفايكنغ ٢. كل مركبة كانت مكونة من الجزأين الرئيسيين: جزء مصمم لتتبع تصوير سطح المريخ من المدار، وجزء مصمم لدراسة الكوكب من السطح. كان برنامج فايكنغ هو المهمة الأكثر طموحاً التي أُرسلت إلى المريخ على الإطلاق، وكانت الرحلة ناجحة جداً وشكلت معظم قاعدة بيانات المعلومات حول المريخ حتى أواخر التسعينيات، وبدايات الألفية الثالثة. المترجمة.

للحدائق العامة." من الواضح أنّ الشركة قد جهزت تقريباً ٧٠٠.٠٠٠ حجز للتخييم في المتنزهات الهندية، ومعظمها عبر مركز للخدمة. قد تبدو هذه الإنجازات أقل بريقاً عندما تعرف أنّ الرجل المسؤول عن هذه العملية استخدم خبراته في إحدى المرّات ليتقصى العوالم الأخرى.

ليس صحيحاً أنّ نشأة ليفين كانت باهرة، فقد بدأ مسيرته المهنيّة كمهندسٍ صحيّ، وكانت الأطروحة التي كتبها لنيل درجة الدكتوراه، من جامعة هوبكينز، بعنوان (الاستفادة من التمثيل الغذائي للفوسفور في طفيليات الصرف الصحيّ)، وعلى الرغم من أنّ هذا العنوان غير جذاب للقراءة إلاّ أنّه قد وضعه على الطريق إلى الكوكب الأحمر. عندما كان ليفين يعمل في قسم الصحة العامّة في إقليم كولومبيا، اخترع طريقةً جديدةً لاكتشاف وجود كائنات حيّة مجهرية. سرّعت تقنيته هذه عمليّة اختبار العينات من خلال جعل الطفيليات تتنفس الكربون الإشعاعي الذي يمكن الكشف عنه من خلال عدّاد جيجر^(١)، وهي التقنيّة نفسها التي سمحت له بمحاولة اكتشاف حياة الكائنات الفضائيّة، عندما كان يعمل لدى ناسا.

لما وصلت النتائج من بعثة الفايكنغ التي حملت تجربته لأوّل مرّة، اتّصل كارل ساجان، الذي كان وجه الاكتشاف الكوني، وبطل كلّ طفلٍ محبٍّ للفضاء في أميركا، ليقدّم تهانيه إلى ليفين، إذ قال إنّ ليفين قام بالاكتشاف الأوّل لوجود الحياة خارج حدود الأرض. بعد يومين، وبسبب خيبة أمل ليفين الكبيرة، تراجع ساجان عن تهنئته، فقد كان الأمر كله مجرد

(١) عدّاد غايغر أو عدّاد جاجر: هو إحدى أدوات اكتشاف الإشعاعات المؤيّنة، مثل أشعة غاما والأشعة السينية وكذلك الإلكترونات السريعة، ومنها أنواع لقياس أشعة ألفا. المترجمة.

خطأ. مرّت عشر سنوات قبل أن يتجرأ ليفين على الدفاع عن نتائجه، وعلى الرغم من وطأة السنين التي مرّت - فهو الآن في الحادية والثمانين من عمره - إلاّ أنّه لا يزال مصراً على أنّه قد وجد حياةً على المريخ.

المريخ هو الكوكب الشقيق للأرض، وقد يكون مجرد نفاياتٍ متجمدةٍ في غلافٍ جويٍّ هسّ رقيقٍ، ولكن على الأقل يوجد فيه شيءٌ ما يمكننا أن نعمل عليه عندما نفترض وجود حياةٍ على سطحه. الغلاف الجوي لكوكب فينوس له ضغطٌ عميقٌ ساحقٌ يشبه ضغط البحر، وكوكبا عطارد وبلوتو ليس لهما أي غلاف جوي، أما كواكب المشتري وزحل، وأورانوس ونبتون فهي ليس لها سطح حتى تتمكن من الوقوف عليه. بالمقابل، يبدو أنّ المريخ يرحّب باستكشافه بشكلٍ إيجابيٍّ، وقد اختلق الناس أفكاراً جديدةً لـ"إعادة تأهيل" المريخ، فهناك طرائقٌ تمكننا من أن نحوله إلى كوكبٍ صالحٍ لسكن البشر. بينما كانت الفكرة في السابق مجرد خيالٍ علميٍّ، الآن يضع باحثو ناسا خطة عملٍ لهذا.

إعادة تأهيل كوكب المريخ هي ثمرة قرونٍ من الانبهار البشري بالكوكب الأحمر، فقد عرفه البابليون باسم "النجم الناري"، وكانوا يعدّونه إلهاً سماوياً غاضباً متعطشاً إلى الدماء، وكان الصينيون القدماء، والأزتك، واليونانيون، والرومانيون يشعرون بالشيء نفسه. أصبحنا أقل شغفاً تجاه هذا الكوكب لفترةٍ من الزمن عندما اخترعنا التلسكوبات. في القرن السابع عشر راقبه غاليليو غاليلي، وكريستوفر هيجنز من قاعدتيهما، ورسما مخططاتٍ لخصائصه الفلكيّة، ليعود بعدها، في نهاية القرن التاسع عشر، لغزاً مرّةً أخرى عندما حاول بيرسيفال لويل أن يقنع العالم بأنّ الكوكب يؤوي حضارةً ذكية.

لما جعل تقدّم التكنولوجيا هذا ممكناً، أرسل مسبر تلو الآخر لتفحص كوكب المريخ من دوائر قريبة. في نهاية عام ١٩٦٤، أطلق الاتحاد السوفيتي ست مركبات نحو الكوكب الأحمر، لكنّ أيّاً منها لم تصل إليه، حتى سخر بعض علماء الصواريخ من "لعنة المريخ" لأنّه، ومن بين السبع والثلاثين مركبة التي أرسلت إلى هناك في النصف الأخير من القرن، فقد نجح أقل من نصفها في بعثاتهم. في الوقت الذي أُطلقت فيه مركبة فايكنغ الأولى، كان ثمة ست بعثات فقط ناجحة في رحلاتها إلى المريخ من أصل واحد وعشرين محاولة. وصلت مركبة فايكنغ الأولى إلى مدار المريخ في ١٩ تموز عام ١٩٧٦، وتمثل التحدي التالي، والمحاولة التالية لتفادي اللعنة، في هبوط المسبر على سطح المريخ.

أول مسبر لفايكنغ الأولى كان من المخطط له أن يهبط على سطح المريخ في عيد الاستقلال، لكن لم يكن ثمة مكان آمن ليهبط فيه. في بورتو ريكو، كان تلسكوب أرسيبو، وهو طبق حجمه ألف قدم، الذي أصبح فيما بعد خلفيّة لفيلم كارل ساجان الأكثر مبيعاً وهو (التواصل) أو "Contact" الذي تبنته هوليوود، كان يمسح سطح المريخ، وأظهر أنّ موقع الهبوط المقترح مليء بالصخور الضخمة. أخيراً هبط في ٢٠ تموز على "سهول الذهب" أو "Plains of Gold"، وبعد تسعين دقيقة، وصلت إشارته إلى الأرض، وكان كلّ شيء جيّداً.

إذا حضّر فريق الملاحه لهذه الرحلة جيّداً، فعلى الفريق الذي سيبحث عن إشارات الحياة فعل الشيء نفسه. لما كان يتمّ التحضير للبعثة، جرى انتقاء تجارب البحث عن الحياة، وتطويرها، والتحقق منها لإزالة كل

الاحتمالات التي قد تخدع العلماء. لم يكن الباحثون متوهمين بشأن أهمية هذه المهمة، فهذه التجارب كان لها القدرة على إحداث ثورة في نظرتنا لأنفسنا، فاكشاف الحياة على المريخ، سيغيّر وجهة نظرنا، فجأةً وإلى الأبد.

اتفق فريق البعثة، مع لجان ناسا الأربع التي تمّ تعيينها، على ما سيكون بمنزلة نجاح، فإذا أظهرت أي من الاختبارات نتيجةً إيجابيةً، فإنّ العينة المستنسخة من تربة المريخ سيتمّ تسخينها إلى درجة حرارة ١٦٠ درجة سيلسيوس، وهي درجة الحرارة التي تقتل أي نوع من البكتيريا والجراثيم، ثمّ يجري اختبارها مرّةً أخرى. أما إذا كانت نتيجة الاختبار سلبيةً، فيمكن للباحثين أن يفترضوا بأمان أنّهم قد اكتشفوا حياةً وليس كيمياء.

فيما بعد عدلوا عن رأيهم - بعد أن طبقت تجربة جيل ليفين المعايير المتفق عليها.

مقابل هذا، كانت إنجازات ليفين مذهلة وخارقة، فاكشاف الحياة في مجارير الصرف الصحيّ لمدينتك هو أحد هذه الإنجازات، واكتشاف الحياة الجرثوميّة المجهرية باستخدام الرجل الآلي على كوكبٍ يبعد ٢٠٠ مليون ميل عنّا هو إنجازٌ آخر. إلا أن التجارب المسماة باسم ليفين، التي قضى ستة عشر عاماً في تحضيرها، تعمل دون أيّ خطأ تقريباً.

حققت التجربة شهرتها من خلال استخدام الكربون الإشعاعي لـ "وسم" الغاز الذي يطلقه أي شيءٍ يستقلبه. لنحصل على مستنبتٍ من الكائنات الحيّة المجهرية، يمكننا أن نضع بعضها في حساءٍ من العناصر المغذيّة في طبق بيتري، لتغذى على هذه العناصر، ويبدأ عددها في التضاعف. عدّل ليفين هذه الفكرة بطريقةً بسيطةً جداً وهي: إضافة نظائر

إشعاعية إلى العناصر المغذية. يعني استقلاب الكائنات الحيّة المجهرية أنّها سوف تطرح غازاً مشتقاً من العناصر التي تتغذى عليه. مثلاً إذا كانت تتغذى على الكربون الإشعاعي، فإنّ عداد جيجر للغاز ينبغي أن يرتفع بشكلٍ جنونيّ. الخطة كانت بسيطة: أضف عناصر مغذية إشعاعية إلى عينة من التربة تحتوي على الميكروبات، وراقب المخطط الذي يظهر على جهاز كشف الأشعة، بعدها، إذا نجح الأمر، سخّن عينة التربة إلى درجة ١٦٠ درجة سيليسوس، لتقتل الميكروبات، ثمّ كرر العملية. يمكنك أن تضيف العناصر المغذية الإشعاعية جميعها التي ترغب فيها، لكنك لن تحصل على غاز إشعاعي. نجحت هذه التجربة في إيجاد الميكروبات في الماء المشتبه به، ونجحت كذلك حين إجرائها على الأرض باستخدام تربة كاليفورنيا، ونجحت أخيراً على سطح المريخ.

في ٣٠ تموز، رأى ليفن أوّل مخطط يظهر فيه أنّ تربة المريخ مشابهة تماماً لتربة كاليفورنيا، قبل يومٍ من هذا، التقطت ذراع الرجل الآلي في مسبر الفاينكنغ تراب المريخ في صندوق، وُزِع هذا التراب على أربع حجرات. كل حجرة تحتوي على نصف سنتيمتر مكعب منه. كانت هذه الحجرات مغلقة، وجهاز كشف الأشعة يراقب الأشعة الخلفية في الهواء فوق التربة في الأربع والعشرين ساعة التالية، وكان يرسم خطأً مستقيماً.

بعدها أُضيفت العناصر المغذية إلى الحجرات؛ لقد كانت وجبة الغداء المفضلة للميكروبات - مع جرعة زائدة من الكربون المشع - ١٤. بعد خمس عشرة ساعة، ارتفع الخط المستقيم إلى الأعلى، وكان الغاز المشع يملأ حجرة الميكروبات. في البداية دهش العلماء المجتمعون من التشابه مع بيانات

الأرض، فقد رأوا هذه البصمة مئات المرات في تجاربهم، ولما استفاقوا من دهشتهم، أقاموا احتفالاً، وخرج ليفن وأحضر بعض الشمبانيا والسيجار. طُبِع المخطط، ووقع أفراد الفريق جميعهم عليه. وكتب ليفن في أعلى الورقة المطبوعة كلمة "الليلة" أو "Tonight" وهي عنوان إحدى أغاني فيلم "قصة الحي الغربي" أو "West Side Story"، الذي كان الفيلم الأكثر رواجاً في ذلك الوقت.

كان ليفن أسعد شخصٍ في المجموعة الشمسية، ولكن فرحته لم يُقدَّر لها أن تدوم، فقد اتفق فريق "الانبعاث الموسوم" أو "Labeled Release" على إجراء تجربة مضبوطة، فعمدوا إلى تسخين إحدى عينات التربة إلى درجة حرارة ١٦٠ درجة قبل إضافة العناصر المغذية. بقي الخط في هذه التجربة مستقيماً، ما جعل المؤشر الأولي على وجود حياة نتيجةً علميةً قويةً. طبَّق الفريق المعايير الأربعة التي اتفق عليها علماء ناسا بأنها تشير إلى وجود الحياة على الكوكب الأحمر، ومع هذا، وفي ذلك الوقت، فقد كانت ثمة نتائج لتجربة أخرى تقول ببساطة إنّه لا يمكن أن تكون هناك حياة على المريخ.

كان كل واحد من مسبري الفايكنغ يحمل معدات تكفي لإجراء أربع تجارب، يبدو أنّ التجربة الثانية، وهي تجربة "Pyrolytic Release" أو "الانبعاث الحراري"، قد أعطت نتائج إيجابية. في أثناء اختبار استمرّ لمدة خمسة أيام، تشكّلت جزيئات عضوية، التي هي أساس الأحياء، من قبل شيءٍ كان موجوداً في تربة المريخ التي جمعوها، وكان أفضل تفسيرٍ قدّمه العلماء لهذه الظاهرة هو أنّ نوعاً من الطحالب هو المسؤول عن تشكّل وخلق هذه الجزيئات.

أعطت تجربة "تبادل الغاز" أو "Gas Exchange" نتيجةً سلبيةً، إذ مزج العلماء حساء الدجاج لأحد العلماء - وهو حساءٌ غنيٌّ بالعناصر المغذية - مع تربة المريخ، وحين تحليل الغازات المنبعثة، وصل الباحثون إلى نتيجة مفادها أن التربة لا تحوي أي شيء يتغذى على هذه العناصر المغذية.

من جهةٍ أخرى، أعطت تجربة "Labeled Release" أو "الانبعاث الموسوم" لجيلبرت ليفين، مؤشراتٍ إيجابيةً على النشاط الجرثومي، وحملت التجربة الرابعة، وهي "مطياف كتلة الغاز اللوني" أو "GCMS"، التي اختبرت التربة لإيجاد المكونات العضوية التي تعتمد على الكربون، القرار الحاسم، الذي كان مثيراً للشفقة، لأنها لم تعمل بالشكل المناسب.

كانت الفكرة من وراء تجربة "GCMS" أنه إذا كانت هناك كائنات حيّة عضويّة على المريخ، فإنّ التربة ستمتلئ بأجسامٍ متحللة هي مجموعات من جزيئات الكربون. أخذت التجربة عينات التربة من المريخ، ثم جرى شُيْهاً، وتحليل الغازات المنبعثة منها. لو كان هناك أي وجود للكربون، لكشفت التجربة عن وجود أي مواد كيميائية تقوم على الكربون المتطاير.

لسوء الحظ، كانت للتجارب مشكلات عدّة. بدأت حينما كانت مركبة فايكينغ ١ تطوف باتجاه المريخ، إذ أظهر الاختبار أن أحد الأفران الثلاثة في معدّات تجربة (GCMS)، المستخدم لتسخين عينات التربة لتتمكن من إطلاق الغازات، لا يعمل. بعد ذلك، تبين على سطح المريخ، أن المؤشر الذي يُظهر أن عينة التربة وصلت بنجاح إلى الفرن الثاني لم يكن يعمل أيضاً. فشل اثنان من ثلاثة من الأفران، وكان هذا قبل أن تبدأ تجربة ليفين، وبعد تنفيذ التجربة بنجاح، اعتماداً على نتائج البعثة التي استندت إلى نتائج

تجربة (GCMS)، حسب ليفين أنفاسه في حين كانت العينة داخل الفرن الثالث لتجربة (GCMS). مرّت ستة أيّام مريحّة على فشل تسجيل دخول العينة في الفرن الثاني، لتظهر النتائج نفسها مرّةً أخرى. دخل العلماء في دوامة الروتين الفارغة، وانتظروا حفنة التربة التالية لتصل، لأنهم لا يريدون أن يُحاطروا في تسخين فرنٍ فارغ. مرّ سبعة عشر يوماً مريحياً، ولا يوجد أي مؤشر إن كانت العينة قد وصلت أو لا، ومع ذلك فقد تابع فريق (GCMS) عمله، إذ أظهرت البيانات الوحيدة التي جاءت من الأداة أنّ الفرن لا يزال يحتوي على آثارٍ مجهريةٍ لمذيب التنظيف (الكاوي) الذي استخدمه مهندسو ناسا سابقاً في الانطلاق.

أُجريت تجربة (GCMS) أربع مرّات، حاولت خلالها مركبة فايكنغ ٢، التي كانت تضمّ مسباراً مشابهاً للمسبار الملحق بمركبة فايكنغ ١، أن تقوم على الأقل بتسجيل العينات في الأفران، ولكن لم يُكتشف أي أثر للمواد العضوية في أيّ من التجارب الأربع، وهذا يعني، في تفسيرات قادة الفريق، عدم وجود حياة.

من السذاجة، ومن غير المقنع ألا يكون هناك وجود للكائنات الحيّة العضوية على المريخ، فعلى الرغم من كلّ شيء، فإنّ قمرنا العقيم مليء بالكربون الذي يصل من تأثيرات حطام النيازك. الحل الذي قدّمه قادة فريق الفايكنغ هو أنّ هناك بعض المواد الكيميائية على سطح المريخ التي تقوم بتفكيك المكونات العضوية، ويقولون في هذا: إنّها تقوم بالأمر نفسه مع العناصر المغذية لليفين، مفسرين "إشارته الإيجابية". وقد كان المشتبه الرئيس بين هذه المواد هو بيروكسيد الهيدروجين.

المشكلة هي أنّ بيروكسيد الهيدروجين لم يكن موجوداً قط على المريخ - على الرغم من وجود أربعة أبحاث على الأقل مكثفة عن الغلاف الجوي وعن سطح المريخ، بل أكثر من هذا، إذ يوضح ليفين، أنّ الإشارة مستقرة عند درجة حرارة تزيد عن ١٦٠ درجة سيلسيوس (٣٢٠ درجة فهرنهايت). إذا كان بيروكسيد الهيدروجين موجوداً في التربة، ويفكك العناصر المغذية، ويطلق الغاز الإشعاعي، فإنه سيستمر في فعل هذا بعد أن تُحَبَّر عينات التربة.

على الرغم من هذا فإنّ الجدل حول وجود بيروكسيد الهيدروجين، أو عدمه يتناسب مع النتيجة السلبية لتجربة (GCMS)، وبعد ثلاثين عاماً، سيبقى هذا الجدل مفيداً لشخصٍ قد وجد شيئاً ما.

ما زاد من صعوبة الموقف وتعقيده، أنّ نتيجة تجربة (GCMS) لم تكن المشكلة الوحيدة في تجربة ليفين (Labeled Release) أو (الانبعاث الموسوم)، فقد نفذ ليفين ومساعداه بات سترات إجراء آخر أعطى نتيجةً محيرةً في أثناء التجارب التي نفذها مسبر فايكنغ الثاني.

كان التوافق على أنّ العمليات الكيميائية يمكن أن تفسر النتائج السلبية لـ (GCMS) يتزايد بين أفراد فريق البعثة، وكانت الفكرة السائدة أنّ الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس سينتج عنها بيروكسيد الهيدروجين في التربة، الذي سيُدمر المواد العضوية جميعها. لذلك طلب ليفين وسترات من الفريق الذي يتحكم بالذراع المسؤول عن أخذ العينات أن يحرك صخرةً، ويحفر في التربة تحتها، حيث لا يوجد بيروكسيد الهيدروجين. أعطت العينة الجديدة نتيجةً إيجابيةً أخرى في تجربة الانبعاث

الموسوم، سببت فجوةً في الجدل القائم حول وجود بيروكسيد الهيدروجين. أثبتت هذه العينة أيضاً أنّ نقص الضوء لم يكن مشكلةً بالنسبة إلى ميكروبات المريخ، إذ يمكنها أن تعيش بسعادة تحت الصخرة، إلاّ أنّه، ومن سوء حظ ليفين وسترات، أصبح لديهما الآن دليل على عكس ما افترضاه تماماً.

في اليوم السادس والثلاثين على سطح المريخ، وضع الفريق عيّنة من تربة المريخ في حجرةٍ في تجربة الانبعاث الموسوم، وحين إضافة العناصر المغذية، تفاعل معها شيءٌ ما موجود في التربة، مطلقاً غازاً إشعاعياً تماماً كما في التجارب السابقة جميعها. بعدها غطوا الحجرة وتركوها لسبعة أيام.

بعد أسبوعٍ في الظلام، حقن الفريق المزيد من العناصر المغذية، وكانوا في كلّ مرّة يفعلون بها هذا مع عينات التربة المليئة بالميكروبات على الأرض، كان عدّاد جيجر يُسجّل ارتفاعاً آخر، حيث ابتلعت الميكروبات الدفعة الثانية من العناصر المغذية، وهذا شيءٌ لم يحدث سابقاً على سطح المريخ.

من الناحية الإيجابية، كما لاحظنا، وقفت هذه النتيجة مرّةً أخرى ضدّ جدل أنّ بعض المكونات - ربما هو بيروكسيد الهيدروجين - هو المسؤول عن إنتاج الغاز الإشعاعي من العناصر المغذية، لأنّ نقص الضوء لفترةٍ طويلة الأمد لم يؤثر في العملية الكيميائية، لكن هذا لا يعني الشيء الكثير، وليس له أهميّة كبيرة إذا شاركت الأحياء فيه.

أقوى جدلٍ ضدّ وجود الحياة على سطح المريخ كان دائماً قساوة البيئة؛ درجات الحرارة المنخفضة، والغلاف الجوي الرقيق الهش، ونقص الماء السائل جميعها كانت أموراً تقف ضدّ تطور الكائنات العضوية الحيّة. واجه ليفين هذا الجدل بالإشارة إلى الاكتشافات العديدة المتتالية للبكتيريا المحبّة

للظروف القاسية على الأرض، فقد اكتشف العلماء أنّ الميكروبات تنمو وتزدهر في بعض الأماكن غير الملائمة، وفي الظروف القاسية على الكوكب، كالنفائات المتجمدة في المحيط المتجمد الجنوبي، والماء الحارق والعنيف حول حفر المحيطات العميقة، والصخور البركانية، حتى في النفائات الإشعاعية. في الوقت الذي انطلقت فيه بعثة الفايكنغ إلى المريخ، كان وجود الحياة في أماكن كهذه أمراً غير واردٍ، لكن الآن يبدو أنّ من المنطقي جداً أن توجد الحياة في تربة المريخ. الأمر غير المنطقي كان أنّ الميكروبات قد ماتت في غضون أسبوع في الظلام، على الرغم من صلابة الكائنات المحبة للظروف القاسية على الأرض، وتجربة المركبة الثانية، حيث ازدهرت الميكروبات ونمت تحت أحد التفسيرات المحتملة هو أنّ العينة المأخوذة من التربة العادية المكشوفة تحتوي على ميكروبات تحتاج إلى الضوء، لكن ثمة كائنات حيّة أخرى، تعيش تحت الصخور، ولا تحتاج إليه. في النهاية كل ما يمكننا قوله هو أنّ هذا يزيد الموقف صعوبةً وتعقيداً.

أيّاً تكن حقيقة هذه النتائج المعقدة، كَثُفَ الدليل ضدّ اكتشاف الحياة المريخيّة - ونتائج تجربة (GCMS) السلبية المقرونة بالجدل حول وجود بيروكسيد الهيدروجين - فقد عدّها قادة البعثات مقنعةً كفاية للوصول إلى نتيجة مفادها أنّهم لم يجدوا حياةً على سطح المريخ.

لا يزال ليفين يتذكر صدمته وهو جالسٌ في المؤتمر الصحفي الأوّل لإعلان نتائج تجارب الفايكنغ، فقد جلس إلى جانبه جيم مارتن، وكانا يشعران بالاضطراب مثل قائد فريقهما، هارولد كلين، وهو يقدم الإعلان الرسمي، فقد قال كلين إنّ بعثة الفايكنغ قد اكتشفت أنّه "لا يوجد دليل" على وجود حياة على سطح المريخ.

يقول ليفين: "لما قال كلين هذا شعرتُ أنّه يحفر في ضلوعي، فقلتُ، اللعنة جيم هلا نهضت، وأخبرتهم أنّك اكتشفت حياةً عليه؟"

غير أنّه لم يفعل ذلك، بل أذعن بسبب مركزه المبتدئ نسبياً، فقد أراد جيم مارتن أن يكون محافظاً، و"لم يكن يريد أن يغرد خارج السرب مع أي شخصٍ آخر في الفريق." حافظ الرجل على صمته لمدة عشر سنوات، قضى السنوات الثلاث الأولى منها محاولاً إيجاد تفسيراتٍ بديلةٍ لنتائجه الخاصّة، وفي أثناء تلك الفترة تواصل معه جون ميلان لافوي جونيور.

كان لافوي أحد متخرجي معهد (MIT) الذي أجرى العديد من تجارب (GCMS) على متن الفاينكغ، وكان يشعر بالإحراج من الطريقة التي اعتمد فيها على نتائج (GCMS) لقمع التخمينات حول وجود حياةٍ على سطح المريخ، ووفقاً للافوي، كان ينبغي التعامل مع قراءات الأدوات بحذرٍ فائقٍ.

قال لافوي وليفين إنّ المعدات التي تمّ تصميمها في (MIT) قد فشلتُ مراراً في الاختبارات التي خضعت لها قبل إطلاقها، وحين وضع عينة من تربة المحيط المتجمد الجنوبي فيها، فشل في إيجاد أي مكونات عضوية. تلك الأنباء كانت صادمة لليفين بشكلٍ خاص، لأنّ تجارب الفاينكغ العديدة جميعها قد استخدمت فيها العينات نفسها لاختبارها قبل قبولها في البعثة. لما اختبر ليفين العينة - كانت معروفة باسم تربة المحيط المتجمد الجنوبي # 726 - سجّلت تجربته الانبعاث الموسوم ارتفاعاً مهماً في الكربون الإشعاعي في الهواء المحيط بالعينة: وبدا أنّ عينة المحيط المتجمد #726 تحتوي حياةً.

بعد سنوات عدّة، أخبر أحد المهندسين في مشروع (GCMS) ليفين بقصّةٍ مشابهةٍ لقصّة لافوي؛ أحضر آرثر لايبور إلى المشروع ليساعد البعثة

على الانتهاء في الموعد المحدد، وشارك في كتابة الورقة التي ذكرت الاكتشافات السليبيّة على المريخ، لكنه قال إنّ الآلة لم تكن في مكانٍ قريبٍ وحساسٍ بالقدر المطلوب لدحض نتائج ليفين.

نشر ليفن ولايور ورقةً بحثيةً في عام ٢٠٠٠، كشف فيها لأول مرة عن بعض النتائج لتجربة (GCMS) السابقة للرحلة، وقالاً إنّها فشلت باستمرار في إيجاد المكونات العضويّة التي كانت موجودة في العينات. فترية المحيط المتجمد الجنوبي تحتوي على عشرة آلاف كائن حيّ عضويّ في كل غرام من التربة، لكن حتى في تركيز ٣ مليارات كائن حيّ في التربة في كل غرام، ستفشل (GCMS) في إلقاء الضوء على المكونات العضوية. قد لا تحتوي تربة المريخ على أكثر من ١٠ ملايين كائن حيّ في كل غرام، وباختصار، كانت تجربة (GCMS) "غير ملائمة للمهمة التي صُمّمت من أجلها."

ما يشير السخرية أنّ هذا الادّعاء لم يكن مثيراً للجدل حينها، ففي عام ١٩٩٦، قال مدير ناسا ويسلي هانتريس الشيء نفسه في أثناء مؤتمر صحفيّ لناسا أقيم لإعلان الاكتشاف المحتمل لبصمة الحياة في النيزك المريخي (ALH84001) (وبقيت القضية دون حل حتى اليوم). وصلت الصخرة إلى الأرض منذ ثلاث عشرة سنة، واستُعيدت من تلال آلان في المحيط المتجمد الجنوبي في كانون الأوّل عام ١٩٩٤، حيث وجد عليها علماء ناسا ما يبدو أنّه ميكروبات متحجّرة.

سأل أحد الصحفيين سؤالاً واضحاً: هل غيرت ناسا رأيها؟ إذا كانت هذه الصخرة تقول إنّّه توجد حياة على سطح المريخ، فكيف لم تجد تجربة الفاينغ (GCMS) مواد عضويّة؟ قال هانتريس إنّ هذا سهل. بالنسبة

إلى المبتدئين، تعدّ الصخرة إشارة إلى حياةٍ سابقةٍ على سطح المريخ، ولا تجربنا عن أي شيءٍ في الحاضر. ثانياً، مسبارا الفايكنغ هبطا في الصحراء كي يجدا مكاناً آمناً ليهبطا فيه، وهذا الأمر قلل من احتمالات إيجاد مواد عضويّة على الكوكب، التي كان يفترض أن تكون موجودة. " وأضاف هانتريس: ثالثاً، لم تكن تجربة (GCMS) ببساطة حسّاسةً بما يكفي للوصول إلى أي شيء.

في عام ٢٠٠٦، دُقّ المسبار الأخير في نعش تجربة (GCMS) عندما نشر فريقٌ مؤلف من اثني عشر باحثاً، ضمنهم خير ناسا في شؤون كوكب المريخ كريس مكاي، ورقةً بحثيةً عن التجربة في محاضر الأكاديمية الوطنية للعلوم، انتهت إلى أن حساسية تجربة (GCMS) كان لها قيم تقديرية أقل مما كانوا يعتقدون. تقول الورقة: "السؤال فيما إذا كانت المكونات العضوية موجودة على سطح كوكب المريخ أو لا لم تتم الإجابة عنه من خلال تجربة التحليل العضوي التي أجرتها مركبتا الفايكنغ."

في حفلٍ أقيم للاحتفال بالذكرى السنوية العاشرة لمسباري الفايكنغ، وقف جيل ليفين وألقى خطاباً تحدّث فيه عن كل الأسباب التي من الممكن أن تجعل تجربة الانبعاث الموسوم تصل إلى نتيجةٍ إيجابيةٍ مغلوطة. ذكر تقريباً خمسة عشر سبباً، ودحض كل واحدٍ منها، وفي ختام حديثه أخبر الحضور أنّ من المحتمل أن الفايكنغ قد اكتشفت الحياة. ردّ الفعل لدى الحضور لم يكن ملائماً، وقد وصفه ليفين، الذي لم يدع بعد ذلك إلى حضور احتفالات الذكرى السنوية الثلاثين، بأنّه "أقرب إلى الضجيج".

إذا كيف تقدّم في هذا؟ يبدو أنّه فعل هذا بحذر. من السهل على ليفين أن يُطالب بإعادة تجربته، لكنه لم يكن مهياً لفعل هذا، فقد كان يدعو إلى اتباع نهجٍ حذرٍ في قضية الحياة على سطح المريخ، كما كان ملتزماً بفكرة أنّ أدواته وجدت الدليل على الحياة، ولم يكن أعمى عن كل التفسيرات الأخرى. حتى لما توصل العلماء إلى جدالاتٍ جديدةٍ، أو دليل لدعم نتائج الفايكنغ، كان موقف ليفين محافظاً بشكلٍ مذهلٍ.

يعتقد جو ميلر مثلاً، وهو بيولوجي خلايا في جامعة جنوب كاليفورنيا في لوس أنجلوس، أنّه قد سلّط الضوء على الإيقاع الحيوي لانبعاث الغاز في بيانات تجربة الانبعاث الموسوم في الفايكنغ، ووفقاً لميلر، أيّاً كان الشيء الذي يقضم الغذاء الإشعاعي المجاني، الذي أظهر نوعاً من الاستقلاب الدوري، فإنّ الغاز المنبعث لم يكن ساكناً، بل كان يتنوع بطريقةٍ دوريةٍ في دورة مدتها ٢٤.٦٦ ساعة - طوال اليوم على المريخ. مثل هذه الإيقاعات في الانبعاثات الاستقلابية أمرٌ شائعٌ على الأرض، ويبدو أنّ الاكتشاف يستبعد فكرة أنّ ردود أفعال المكونات غير العضوية المشاركة مثل بيروكسيد الهيدروجين هي المسؤولة عن انبعاث الغاز. وفي عام ٢٠٠٢ أعلن ميلر أنّه متأكد بنسبة "تفوق الـ ٩٠ بالمئة" أنّ مسباري الفايكنغ قد وجدا حياةً على سطح المريخ.

لم يكن ليفن مقتنعاً بتحليل ميلر، لذلك استعان بروفيسور في الرياضيات من جامعة واشنطن ليلقي نظرةً أخرى إلى بيانات الانبعاثات، لكنه لم يجد أيّ أنموذجٍ مهمٍ فيها، وقال: "لا نعتقد أنّها تبدو إيجابيةً جداً". لما بدأت مجموعة من الباحثين الإيطاليين القول إنّهم قد وجدوا إيقاعاتٍ حيويةً، لاقاهم ليفين بفتور، وقال: "نحن لسنا راضين عن هذا."

يعرف ليفين كيف يريد أن تُحلَّ القضية، لذلك أعاد تصميم تجربة الانبعاث الموسوم ليستخدم جزيئات عديمة التناظر في المواد المغذية، فاستخدم جزيئاتٍ محددة بصيغتين مختلفتين كان الغليكوز إحداهما. تماماً كما تبدو اليدان اليمنى واليسرى متشابهتين لكنهما ليستا متطابقتين، فإنَّ الجزيئات عديمة التناظر لها "تطابق" خفي غير ملحوظ، في حين لا يحدث هذا أي فارق في مادتها الكيميائية، ستعالج الكائنات الحيّة العضوية الأرضيّة إحدى هذه الجزيئات، دون الجزيئات الأخرى. اسبر الغاز المنبعث من تجربة الانبعاث الموسوم الجديدة للجزيئات عديمة التناظر، ترَ ما إذا كانت الحياة تسبب هذا الانبعاث، إذا كان ثمة تضاربٌ كبير بين الجزيئات عديمة التناظر، فستعرف أنّ الانبعاث حيوي، وليس كيميائياً في الأصل. ثمة علماء آخرون مولعون بهذه الفكرة كويسلي هانتريس الذي عبّر عن اهتمامه بها، وكريس ماككي أحد باحثي ناسا، وهو الشخص الذي قاد الخطط لتغيير شكل المريخ ليصبح مأهولاً بالبشر، قال إنه يرغب في اقتراح هذه التجربة لبعثةٍ مستقبلية. إلا أن ليفين كان حذراً حتى هنا، إذ يقول إنّ الفكرة لم تكن دون عيوب. فنحن لا نعرف، مثلاً، إذا كانت الحياة على المريخ لها تفضيلات للجزيئات عديمة التناظر، كما أوضح أنّ "من الممكن أن يكون كلا الجزئين يستقلب على نحوٍ متساوٍ".

الآن، كل ما لدينا هو نتائج عمرها ثلاثون عاماً لتجربةٍ حدثت في عالم الفضاء على بعد ٢٠٠ مليون ميل عنّا.

بالنسبة إلى بعضهم، أصبحت بعثة الفايكنغ من الماضي، ولم يعد هناك ببساطة أي إشارة إليها في نقاشاتهم على الإطلاق. فمثلاً، لا يزال هانتريس،

وهو الآن مدير معهد كارينجي، المختبر الجيوفيزيائي في واشنطن العاصمة، يُكنُّ كثيراً من الاحترام لليفين، ويقول إنَّ المشكلة أنَّ علم الأحياء الفضائي قد تغيَّر منذ عام ١٩٧٦، وأي نقاشٍ في نتائج الفايكنغ أصبح لا معنى له مقارنةً بالصراعات الدائرة لتحديد معنى الحياة، والشروط التي تحتاجها لتنشأ، أو تستمر فيها - ولا سيما في ضوء اكتشاف البكتيريا المحبَّة للظروف القاسية حديثة العهد.

قدّم روبرت هازن، وهو خبير في تطور الحياة، ويعمل في مكتبٍ فوق مكتب هانتريس، وجهة نظرٍ مشابهة، إذ قال: لا أحد يعرف ماهية الاكتشاف الجيد للحياة، والشكل الذي سيكون عليه، بل أكثر من هذا، فاختصاصيو الحياة لم يعودوا مهتمين به بعد بعثة الفايكنغ، وتركوا جميعهم هذا المجال.

على ما يبدو كان الفضاء مليئاً بعلماء الجيولوجيا، وعلماء الغلاف الجوي، وكانت كل ترسانة ناسا تقريباً ومنذ إطلاق الفايكنغ، توشك أن تكتشف ما نعتقد أنه الظروف الملائمة للحياة، أو اكتشاف الحياة التي نعرفها على الأقل. بدل البحث عن الحياة، نحن مهووسون بفكرة اكتشاف مكونات وتركيبية سطح المريخ، بالنظر إلى الصخور والنماذج والنقوش التي يحويها، التي قد تشير إلى وجود الماء في الماضي، أو الحاضر، أو عدم وجوده. سيّضح لك، عندما تمر على قائمة ناسا للبعثات إلى المريخ، أنَّ علماء الأحياء قد جرّبوا فرصتهم الوحيدة مع الفايكنغ وفشلوا، وأنَّ البعثات الآن باتت مختصةً بمجالات أخرى، في حين كانت هذه البعثات جميعها قبل الفايكنغ حتى وقت إطلاقه، تدرس الصخور والطقس.

كانت مركبة "مراقب المريخ" أو "The Mars Observer"، التي أُطلقت عام ١٩٩٢، وتاهت قبل أن تدخل مداره، مصممةً لدراسة جيولوجيا، وجيوفيزياء، ومناخ المريخ. والتقط "مستكشف المريخ" أو "Pathfinder"^(١) في عام ١٩٩٦ صوراً للمريخ، ورسم مخططاتٍ للطقس، وتابع تنفيذ التحليل الكيميائي للصخور والتربة. في حين أنّ المركبة المدارية "Mars Climate"، قد تاهت هي الأخرى حين وصولها إلى المريخ في ٢٣ أيلول عام ١٩٩٩، وكانت هذه المركبة مصممةً لتعمل كقمرٍ اصطناعيٍّ للطقس بين الكواكب. أمّا مسبار (Mars Polar) فقد كان الهدف منه الحفر بحثاً عن الماء، على الرغم من أنّه قد فُقد حين وصوله في ٣ كانون الأول عام ١٩٩٩. وأرسلت مركبة (Mars Global Surveyor) أو (الماسح العالمي للمريخ) كي تراقب سطح المريخ، والغلاف الجوي، والطقس، وتتصّصى التركيب الداخلي الجوي للكوكب منذ أيلول ١٩٩٧.

بعد ذلك، وفي عام ٢٠٠٤، جاء عالما ناسا "الجيولوجيان الآليان"، "الروح والفرصة" أو "Spirit and Opportunity". واستمرت مركبة "Mars Odyssey" في إرسال المعلومات إلينا عن مناخ، وجيولوجيا، ومعادن المريخ. وتبحث مركبة Mars Express الآن عن مياه جوفية في المدار (مسبر

(١) مارس باثفايندر أو مستكشف المريخ: هي مهمة استكشاف لسطح المريخ، أُطلقتها في ٤ ديسمبر ١٩٩٦، وكالة ناسا باستخدام صاروخ دلتا ٢، بعد رحلة بين الكواكب دامت سبعة أشهر، هبطت البعثة على سطح المريخ، في وادي أريس فاليس، في منطقة كرايز بالانسيا (المنطقة نفسها التي لم يستطع المسبار فايكنغ ١ الهبوط فيها). في أثناء رحلتها، صححت المركبة الفضائية مسارها أربع مرات (١٠ يناير، ٣ فبراير، ٦ ماي، ٢٥ يونيو). المترجمة.

البعثة، Beagle 2، فُقِدَ حين الاصطدام، لكنه على الأقل بحث عن الجزئيات العضوية). في الوقت الذي توفر فيه المركبة المدارية "Mars Reconnaissance" مشهداً مفصلاً بشكلٍ مذهلٍ لجيولوجيا وهيكل المريخ. حتى وقت كتابة هذه المقالة، فإنَّ "Phoenix" كانت تُبحر في طريقها إلى الكوكب الأحمر، للبحث عن الجليد المائي، والجزئيات العضوية.

البحث عن الحياة على سطح المريخ كان ومضّةً، ويبدو أنّها فرصة لمرة واحدة وُجِدَت باستخدام كل المقاييس المنطقية، لكننا لم نعاود البحث عنها مرّةً أخرى. على الرغم من أنّ لا أحد يشك في أنّ الحياة من الممكن أن تكون موجودةً على سطح المريخ في الماضي، وأنّ العديد من الخبراء يعتقدون أنّ هناك حياة على المريخ الآن، هي النتيجة التي وصل إليها كارل ساجان، التي اكتسبت إجماعاً علمياً، فاحتمال أننا قد اكتشفنا فعلاً الحياة على سطح المريخ هو احتمالٌ "ضئيل جداً" حسب التعبير الذي استخدمه. كذلك يمكن لعلماء الأحياء التجول باستخدام الرجال الآليين حول كوكب المريخ، غير أنّهم قلقون حيال تشكل الصخور والماء السائل، وعدم الوصول إلى نهاية، إذ لا أحد يريد أن يُقحم نفسه في الأمر، ويدق إسفيناً في نعشه كما فعل ليفين، ولا أحد عليه أن يفعل هذا صراحةً.

إن لم تكن فضيحةً، فهي عارٌ؛ هذا الحذر الغامر، والاقتراب البطيء من البحث عن حياةٍ خارج الأرض، يؤجل اللحظة الرائعة في قصة الإنسانية. كتب بيتر وارد، وهو بروفييسور في علم الأحياء، وعلم الفضاء والأرض، وعلم الفلك في جامعة واشنطن في سياتل، كتاباً رائعاً عن محاولة ناسا لإيجاد (وخلق) الحياة. في كتابه "'الحياة كما لا نعرفها"، كان وارد

صريحاً وواضحاً بشأن أهمية طلب اكتشاف الحياة الفضائية، إذ يقول: "اكتشاف الحياة خارج الأرض سيُخلد." إذاً لماذا لا نبحث، بدل أن نقرب ببطءٍ منها؟ باستثناء الحكمة في التعامل مع الميزانية، والشعور بأن الأشخاص الذين سبقونا وقاموا بهذا البحث قد أحرقوا أصابعهم ندماً، لا يوجد جوابٌ واضحٌ عن هذا السؤال. هذا لا يعني أننا سنجد دلالاتٍ على الحياة الجرثومية خارج الأرض، وبعدها ستوقف عن البحث على الإطلاق، فقد يوجد طريقٌ أكثر أهميةً لتبعه عندما نتوصل إلى هذا الاكتشاف.

ووفقاً لمارتن ريس، وهو عالم فلك إنكليزي ملكي، ورئيس الجمعية الملكية: فإن "التحدي الرئيس للسنوات الخمسين القادمة ليس في علوم الفيزياء، ولا في علم الأحياء (الأرضي)، بل إنه حتماً في البحث عن دليلٍ مؤكّدٍ على وجود كائنات فضائية ذكية أو عدم وجودها." قال ريس هذه العبارة في كتابٍ يضمُّ ما يعدّه خمسة وعشرون عالماً مميّزاً أهم طرائق العلوم في الخمسين عاماً القادمة. ناقش في مكانٍ آخر فكرة أنه لو كان عالمٌ أمريكيٌّ يبرر للكونغرس طلب التمويل لمشروعٍ ما، فإنه سيكون "أسعد بطلب ملايين عدة من الدولارات من أجل مشروع (SETI) {البحث عن كائنات فضائية ذكية} من البحث عن تمويلٍ لمشاريع فضائية ملائمة، أو مسرعات الجزيئات"، فبالنسبة إلى ريس، الذي يعدُّ من أكثر علماء بريطانيا تميّزاً، ويعدُّ قوة عالمية في علم الفلك، كان الأمر حقاً بتلك الأهمية.

بل أكثر من هذا، فهي ليست مهمةً مستحيلةً، وبلا طائل، فقد عرض بيت هوت، من معهد الدراسات المتقدمة في برينستون، في نيو جيرسي، أن يقدّم نصف التكاليف المحتملة لاكتشاف كائنات فضائية ذكية "في الفضاء"

في الخمسين سنة القادمة. يعرف هوت أنّ هذا رهانٌ منطقيٌّ لأننا نعرف مسبقاً أنّه حيث توجد الحياة، يتبعها وجود الذكاء حتماً. وفي عام ٢٠٠٣، نشر عالم الأحياء سيمون كونواي موريس من جامعة كامبريدج كتاباً اسمه "لغز الحياة" أو *Life's Solution*، ناقش فيه فكرة أنّه، كي نبقى في قيد الحياة في المَواطنِ المتوافرة، يجب أن تتنوّع الحياة وتطوّر حلولاً للمشكلات التي تواجهنا، إذ إنّ حلول الحياة محدودة حسب قوانين الفيزياء، لذلك، وعلى الرغم من أنّه يبدو أنّ ثمة عدداً لا يُحصى من الحلول، إلّا أنّ الحقيقة ليست كذلك، فلا يوجد حقاً إلّا قليل منها، وهذا يعني أنّ الحياة، أينما تطوّرت في الكون، فإنّها ستبدو نفسها تقريباً، فقد تتغيّر المواد الكيميائية المشاركة فيها، لكنّ البنية والآليّة سوف تتجمّعان في مجموعة صغيرة من الاحتمالات والإمكانات، ويقول كونواي موريس في هذا إنّ هذا التجمّع، سيقود دائماً إلى تطور الذكاء، لأنّ الذكاء هو إحدى أفضل الأدوات للبقاء في قيد الحياة.

يشير كونواي موريس إلى أنّه حينما يتطوّر الذكاء، تمنحنا القدرة على استخدام اللغة للتواصل مزية أفضل في السعي إلى البقاء في قيد الحياة، لذلك فإنّ فكرة أنّ العوالم البعيدة قد تكون مأهولة بكائنات ذكيّة قادرة على التواصل مع بعضها بعضاً، ومن ثمّ لها حضارات غريبة، ليست فكرة لا تُصدّق. بل في الواقع، إذا كانت الحالة الشاذة التالية هي أن نمضي في أي شيء، فربما يكون بيت هوت قد ربح رهانه.

إشارة واو!^(١)

هل حقاً تواصلنا مع ET^(٢) المخلوق الفضائي؟

للعلم قاعدة ذهبية، أو مبدأ يساعد الباحثين في التمييز بين التفسيرات المحتملة لظاهرة ما، ويُسمّى هذا المبدأ "Occam's razor" أو "شيفرة أوكام"، ويقول معطياً العديد من الخيارات، إنّ عليك دائماً أن تذهب إلى

(١) واو! (بالإنجليزية: Wow!) : اسم يُطلق على موجة راديوية قوية ذات نطاق ضيق التقطت بتاريخ ١٥ آب ١٩٧٧ بواسطة مقراب بيغ إير الخاص بجامعة ولاية أوهايو في الولايات المتحدة. ويظهر أن مصدر الإشارة كوكبة القوس ومدتها ٧٢ ثانية. وبعد فحص الدمغة، اعتُقد لفترة أن الإشارة صادرة عن مخلوقات عاقلة من خارج الأرض، دون وجود دليل يؤكد ذلك أو ينفيه، وتم لاحقاً توجيه التلسكوبات نحو اتجاه مصدر الإشارة، واستمرت المحاولات حتى وقت قريب، لكن الإشارة لم تتكرر. لاحقاً اقترح فريق من الباحثين أن سبب الإشارة هو غيمة هيدروجينية مُصاحبة للمذنب، ثم جرى التأكيد من هذه الفرضية. اكتشف عالم الفلك جيرري ر. إيهمان شذوذ النتائج بعد أيام لاحقة، حين كان يراجع البيانات المسجلة، وقد ذهّل عندما رأى النتيجة فرسم دائرة على الورقة المطبوعة من الحاسوب، وقد كتب تعليق "واو!" على الجانب، ومنذ ذلك الحين بدأت الإشارة إلى ذلك الحدث بهذا التعليق. المترجمة.

(٢) إي.تي. (بالإنجليزية: E.T. the Extra-Terrestrial): فيلم خيال علمي أمريكي أنتج عام ١٩٨٢، يحكي الفيلم قصة صبي اسمه إليوت (بالإنجليزية: Elliott) يصادق مخلوقاً فضائياً ودوداً ضل سبيله إلى كوكب الأرض، فيحاول إليوت مساعدته للعودة إلى كوكبه الأم من دون أن تعرف أمه والحكومة بأمره. و"إي.تي." هو اسم المخلوق الفضائي. المترجمة.

الخيار الأبسط، أو الخيار المباشر. إذا طبقنا مبدأ أوكام على الإشارة التي تلقاها تليسكوب "Big Ear" أو "الأذن الكبيرة"، الذي يعود إلى جامعة ولاية أوهايو في آب عام ١٩٧٧، يمكننا أن نصل إلى نتيجة مفادها أن هذه الإشارة هي إشارة من حضارة تعود إلى الكائنات الفضائية. لكن لماذا؟ لأنها بالضبط ما كنا نبحث عنه.

في أيلول من عام ١٩٥٩، وبعد أن كنا محصورين بين مقالة عن التنبؤ الإلكتروني في النحل، ومقالة أخرى عن استنتاج الأشعة الحمراء للتغيرات الاستقلابية في الكريات الحمر، نُشرت أول مقالة علمية عن الخصائص المحتملة للتواصل مع الكائنات الفضائية في صحيفة "الطبيعة" أو "Nature". كتب المقالة جيوسيبي كوكوني، وفيليب موريسون، وهما عالما فيزياء من جامعة كورنيل في نيويورك. لم يكن كوكوني معروفاً من قبل، لكن موريسون كان عالماً مثيراً للاهتمام، حصل على شهادة الدكتوراه تحت إشراف ج. روبرت أوبنهايمر^(١)، وكان له دورٌ مهم في مشروع لوس ألاموس - مانهاتن، كما كان جزءاً من الفريق الذي سافر إلى جزيرة تينيان في غرب المحيط الهادي لجمع بقايا القنبلة الذرية التي دمرت ناغازاكي. بعد معاينة الدمار، أصبح موريسون بطل حظر الانتشار النووي الذي لا يكل، ولا يتعب، وساعد كذلك في تمويل (SETI)، وهو مشروع البحث عن ذكاء الكائنات الفضائية.

(١) روبرت أوبنهايمر: فيزيائي أمريكي ومدرس للفيزياء النظرية بجامعة كاليفورنيا، بيركلي. وهو المدير العلمي لمشروع مانهاتن لتصنيع السلاح النووي الأول في الحرب العالمية الثانية، ويعرف أوبنهايمر بأنه "والد القنبلة النووية". المترجمة.

افترضتُ مقالة موريسون وكوكوني في صحيفة الطبيعة أن أي شخصٍ يريد أن يلفت انتباه حضارةٍ ذكيّةٍ أخرى عليه أن يستخدم أشعة موجات الراديو، هذه الأشعة تنتقل مسافاتٍ طويلةً جداً بطاقةٍ صغيرة، ومن السهل والرخيص نسبياً إنتاجها. حينها يصل الأمر إلى اختيار ترددات البث، يجب أن يتمّ اختيار الترددات المذكورة في بعض الأرقام العالميّة في الكون. قدّر موريسون وكوكوني أنّ حضارة الكائنات الفضائية ستستخدم شيئاً مرتبطاً بالعنصر الأكثر انتشاراً في الكون وهو: الهيدروجين. سيستنتج ويلاحظ أي كائن حيٍّ قادر على التواصل أنّ الهيدروجين يُطلق أشعة تواترها ١٤٢٠ ميغاهرتز، وسيكون لهذا الرقم صدقٌ مميّز في كل أنحاء الكون.

حينها ستكون إشارة الكائن الفضائي على تواتر ١٤٢٠ ميغاهرتز، وسيكون أقصى حد ممكن لها عند ١٤٢٠ ميغاهرتز. يستهلك إرسال إشارة مؤلفة من ترددات عدّة كثيراً من الطاقة، أي إذا أراد شخص ما أن تصل إشارته إلى أبعد مسافةٍ ممكنة لكل واط ساعي، فسيستخدم سلسلة ضيقة من الترددات، وتسمّى إشارة "ضيقة الحزمة". وكمزية إضافية، فإنّه لا توجد ظاهرة طبيعيّة تبث أشعة موجات الراديو ضيقة الحزمة، لذلك فإنّ الإشارة ستجعل أي مستمع ذكي يصرُّ أذنيه للاستماع إليها.

في ١٥ آب عام ١٩٧٧، وصلت إشارة مطابقة تماماً لإشارة كوكونيل وموريسون في ديلاوير، أوهيو.

في فيلم "اتصال" أو "Contact" تحصل جودي فوستر على إشارة من الفضاء، وتفتح أبواب جهنم. تحاول وكالة الأمن القومي الأميركية أن تستحوذ على المشروع، فيتمّ إخبار الرئيس، الذي يهبط هو ومستشاروه على

المشهد بوساطة طائرة هيلوكوبتر عسكرية سوداء، لا يحدث شيء كهذا بالطبع مع تلسكوب (Big Ear). عند الساعة ١٦:١١ مساءً، حسب التوقيت الصيفي الشرقي، تضرب الإشارة المستقبل الأول لتلسكوب (Big Ear)، حيث سجل حاسوب التليسكوب وصول الإشارة، التي نتج عنها ارتفاع وانخفاض في التيار الكهربائي في سلك المستقبل، وتداخلت مع موجة كهرومغناطيسية، بعدها تابع الحاسوب تسجيل أي شيء يأتي من السماء، لكن لم يظهر شيء سوى الضجيج بعد ظهور تلك الإشارة. بعد ثلاث دقائق، ولما دارت الأرض دورتها، ووصل المستقبل الثاني لتلسكوب ليحذق إلى النقطة نفسها في السماء ظهرت الإشارة.

مات إلفيس بريسي^(١) بعد ساعات عدة من هذا الحدث مصادفة، وينبغي أن نتذكر ذلك جيداً. إذ، وبعد ثلاثة أيام، وبينما كان أكثر من عشرين ألف شخص يتبعون جنازة إلفيس في غريسيلاند، وصل الفني إلى موقع تلسكوب (Big Ear) لإيقاف الحاسوب، وطبع البيانات، ومسح القرص الصلب. كان هذا في عام ١٩٧٧، وكان الفني يأتي كل بضعة أيام، إذ كان القرص الصلب يتسع فقط لواحد ميغا بايت، وكان التخزين الدائم للبيانات رفاهية لا تعقل بالنسبة إلى هذا المشروع الطويل، وفي طريق عودته إلى كولومبوس، ترك الفني البيانات المطبوعة في منزل جيرى إيهان^(٢).

(١) إلفيس بريسي: مغن وكاتب أغاني وممثل أمريكي راحل، ويعتدُّ أحد أهم الرموز الثقافية في القرن العشرين، وغالباً ما يشار إليه باسم "ملك الروك أند رول" أو بشكل أبسط "الملك". في أثناء مسيرته الفنية ظهر إلفيس في ٣١ فيلماً وسجل ٧٨٤ أغنية، وأدى أكثر من ١٦٨٤ حفلاً غنائياً. المترجمة.

(٢) جيرى إيهان: عالم الفلك الأمريكي الذي اكتشف أول مرة إشارة الراديو ضيقة النطاق المعروفة باسم واو! في أثناء العمل على مشروع SETI في تلسكوب Big Ear في جامعة ولاية أوهايو. المترجمة.

كان إيهان، وهو الرجل الذي سلَّط الضوء على أفضل دليل على وجود إشارة من الكائنات الفضائية، أسطورة فعلاً، وقال بتواضع المعتاد إنَّ الآخرين كانوا سيسلطون الضوء عليها أيضاً، لكن من سيكون لديه الحماس الساذج، والشغف ليكتب كلمة "واو" على الهامش؟ ربما كان الآخرون سيشيرون على الورقة المطبوعة بنجمةٍ أو سهم، في حين أنَّ جيري إيهان قد كتب إشارة التعجب التي سجَّلت عمق اللحظة تماماً.

ما فاجأه أكثر، أنَّ الاسم قد علق في أذهان الناس، لكن لا ينبغي له أن يُفاجأ، ف (واو) هو اسمٌ جيّدٌ يتناسب مع أهميّة اكتشاف إشارة فضائيّة، وقد يكون هذا الاسم أقل ما يمكن أن يُقال عنها. تحدّث إلى أي رائد فضاء - في السر - وسيخبرك أنّها أكبر شيءٍ موجود، فنحن نبذلُ جهداً كبيراً إضافةً إلى الجهد الحيوي لفهم من أين تأتي الحياة، وكيف نشأت على كوكب الأرض، لأنّها تهمنا، وهي قضيتنا الأعمق ربما. حقاً لنلخص الأمر: هل نحن مميّزون؟ أفضل تلخيصٍ لحالنا جاء على لسان كاتب الخيال العلمي آرثر سي كلارك الذي قال فيه: "أحياناً أعتقد أننا الوحيدون في هذا الكون، وأحياناً أعتقد أننا لسنا كذلك، لكن في كلا الحالتين فإنّ الفكرة مذهلة تماماً."

كان كلارك على حقّ، فنحن إن كنا بمفردنا، فهذا أمرٌ استثنائيٌّ، وإن لم نكن كذلك، فهذا أفضل، لكن هل سنكتشف أننا شكلٌ من أشكال عدّة للحياة على سطح كوكبٍ من أحد العوالم المأهولة العديدة؟ وهل ستكون لدينا وجهة نظر جديدة عن البشر والكائنات الحيّة؟ إذا اكتشفنا أنّ بعض تلك الحيوانات خارج الأرض ذكيّة، فإنّ ذلك سيفتح أمامنا آفاقاً جديدة محتملة للتجارب البشرية، وسيكون لدينا، لأول مرةٍ ربما، تواصلٌ مُجدٍ مع الأنواع الأخرى.

لهذا نحن نبحث عن حياةٍ خارج الأرض، أو بدقةٍ أكثر نحن نبحث عن ظروفٍ مناسبةٍ وملائمةٍ للحياة، كالماء السائل على المريخ كما رأينا سابقاً، فمركبة "Mars Rovers" الفضائية لا تبحث عن الحياة، بل عن بصمةٍ لوجود الحياة حالياً أو سابقاً. وهذا ليس فقط على سطح المريخ، بل يجري البحث نفسه عن إشاراتٍ لوجود الماء من خلال مسابر هيغنز على تيانا، القمر الضخم لكوكب زحل، وقمر المشتري، يوروبا، له أيضاً ظروفه الخاصة التي جرى تحليلها، وأظهرت أنّها قد تكون ملجأً محتملاً للحياة. هذه الكواكب والأقمار ضمن مجموعتنا الشمسيّة هي البداية فقط، وتمتد الاحتمالات للبحث عن الحياة عبر كونٍ كاملٍ مليءٍ بالكواكب.

نحن نعيش في عصر من التقدم المذهل في إيجاد كواكب خارج المجموعة الشمسيّة، لم نكتشف الكوكب الأوّل حتى عام ١٩٨٨، لكن في آب عام ٢٠٠٧ كانت هناك ٢٤٩ مشاهدة مؤكدة لكواكب جديدة. توجد طرائق عدّة للقيام بهذا، إحدى هذه الطرائق هي تحديد الانحرافات في مدار كل نجم، التي تعود إلى كتلة الكوكب التي تسحب، أو تجذب النجم. أو يمكن أن ننظر إلى ضوء النجم لنرى إن كان قطبيّاً أم لا، أي إذا كان اتجاهها الحقلين المغناطيسي والكهربائي قد تبدّلا، أو لا، نتيجة المرور عبر غلافٍ جويٍّ غازيٍّ كوكبي، وسترى ربما "ردّ فعلٍ عكسيٍّ" حيث يلفّ حقل الجاذبية الأرضية الفضاء حول الكوكب، وبذلك يتغيّر مسار ضوء النجم. أو يمكن اللجوء إلى طريقة "العبور"، حيث يخفت ضوء النجم بنسبةٍ ضئيلةٍ جداً، لأنّ الكوكب مرّ قبالة النجم.

هذه فقط بعض التقنيات، ويوجد كثير غيرها، وهي جميعها طرائق مشمرة؛ في الحقيقة، قد وصل الأمر إلى الحد الذي أصبح فيه اكتشاف كوكبٍ جديدٍ خارج المجموعة الشمسية أمراً غير كافٍ كي تظهر في الأخبار، ولتحتل الصفحة الأولى من الأخبار في هذه الأيام عليك أن تجد كوكباً في المنطقة المعتدلة لنجمه.

كما هي الحال مع فكرة المنطقة المعتدلة للكون، جاء الاسم من الظروف والشروط في المنطقة المعتدلة: فالحرارة فيها ليست مرتفعة جداً، ولا باردة جداً، لكنها مناسبة تماماً للوجود المستقر للماء السائل على سطح الكوكب. حتى الآن، وجدنا فقط كواكب عدة مداراتها تقع ضمن المناطق المعتدلة لنجومها، فمثلاً، في أيار عام ٢٠٠٦، أعلن العلماء أنهم قد اكتشفوا ثلاثة كواكب، كل واحد منها له كتلة مساوية لكتلة كوكب نبتون، ويقع في مدار نجمٍ يبعد عنها مسافة واحد وأربعين سنة ضوئية، وأبعد هذه الكواكب يقع في المنطقة المعتدلة. في شهر نيسان التالي، أعلن الباحثون عن اكتشاف (Gliese 581c)، وهو كوكب يقع في مدار نجمٍ في مجموعة الميزان، ويقع أيضاً في المنطقة المعتدلة لنجمه.

على الرغم من أننا نحقق تقدماً في اكتشاف كواكب إضافية مناسبة خارج مجموعتنا الشمسية، إلا أنه حينما يصل الأمر إلى اكتشاف حياة فضائيةٍ تظهر هنا مشكلة وهي: إن هذه الكواكب بعيدة جداً، إذ إن ثمة فرصة كي نجد بصمةً لحياةٍ محتملة، أو على الأقل إيجاد ظروفٍ ملائمة للحياة، في طيف الأشعة الصادرة من سطحها، أو غلافها الجوي، لكن لا يزال لدينا الكثير لنعمل عليه. إذا كانت ثمة أشكال للحياة الخاملة على سطح هذه الكواكب،

فإننا حتماً لن نتأكد من هذا أبداً، ومن دون بعض القفزات الدراميّة في إمكاناتنا التقيّة والفنيّة، فإنّه لا مجال لنا لإرسال مسابير أو أشخاص إلى كواكب خارج المجموعة الشمسيّة. ما نحتاجه فعلاً هو أن تتواصل تلك الحيوّات معنا، وهذا لن يحدث أبداً، أو على الأقل لن يحدث بطريقة مقنعة للأشخاص الذين يبحثون عن دليل على وجود هذه الحيوّات، وتبقى إشارة "واو!" إذاً هي الاحتمال الذي يبقينا في حيرة كبيرة، وهي الاحتمال الوحيد لدينا في الحقيقة.

كان جيرى إيهمان في مطبخه عندما قرأ الورقة المطبوعة من حاسوب تلسكوب (Big Ear)، وكان يجلس إلى الطاولة وأمامه بيانات ثلاثة أيام.

على الورقة المطبوعة، كانت هناك هذه الإشارة "6EQUJ5"، كانت الأحرف والأرقام في الأساس هما مقياس لقوّة الإشارة الكهرومغناطيسيّة عندما تصطدم بالمستقبل. سُجِّلت قوة منخفضة بأعداد تتراوح بين الصفر والتسعة، ولما أصبحت القوة أعلى، استخدم الحاسوب الأحرف: $A=10$, $B=11$ ، وهكذا. كانت (6EQUJ5) تدل على الإشارة التي تزداد قوتها بانتظام، حتى تصل إلى الذروة، وبعدها تتناقص مرّة أخرى. الحرف U كان أعلى قوة للإشارة رآها التلسكوب، وانتشار الإشارة كان مذهلاً أيضاً: إذ كان أقل من 10 هرتز، أي على مسافة تعادل مليون ضعف المسافة التي يصل إليها تردد البث أو الإرسال. في تعريف ما، كانت هذه الإشارة إشارة ضيقة الحزمة عند 1420 هرتز. علم إيهمان بما قاله موريسون وكوكوني عن الشكل المحتمل للإشارات الفضائيّة. إذاً فهذه الإشارة مناسبة تماماً.

6EQUJ5 كانت مذكورة في بداية الورقة المطبوعة - وأشار إيهان إليها بعبارة "واو!" وتابع قراءة باقي الورقة ليرى ما إذا كانت ستتكرر هذه الملاحظة مرّةً أخرى، لكنها لم تتكرر.

على الرغم من هذا، كانت هذه الإشارة كافية، وقبل أن تضرب إشارة "واو!" الأرض بثمانية عشر عاماً حتى قبل أن يُصمّم برنامج (SETI)، تنبأ عالماً فيزيائياً بالشكل الذي يمكن أن يكون عليه التواصل مع الكائنات الفضائية، ويبدو أنّ تنبؤاتها كانت تشبه تماماً الإشارة التي رآها إيهان. إذا كنت تعتقد أنّ العلم ينبغي له أن يستمر من خلال التنبؤات النظرية التي تتبعها مشاهدات ومراقبات مثبتة، فإنّ فرضية الكائن الفضائي ستكون دليلاً داعماً.

إذاً، أين كان يخبأ (ET)؟ جاءت الإشارة من نقطة وحيدة في السماء، ولإدراك ماهية هذه الإشارة، اطلع إيهان ومديره السيد روبرت ديكسون مباشرةً على خرائط النجوم ليشاهدوا أي جسمٍ فلكيٍّ يمكن أن يبعث مثل هذه الإشارات. كانت الإشارة صادرة عن مجموعة القوس "Sagittarius"، وهي تُعرف أيضاً باسم "Teapot" أو "إبريق الشاي"، تماماً من الشمال الغربي لمجموعة M55 النجمية الكروية، ولنكون أكثر دقةً (شرق قبضة إبريق الشاي Teapot)، ولكن لم يكن ثمة أي شيء.

على الرغم من أنّ شكل الإشارة لا يبدو مطلقاً كما رُسمَ مصادفةً، فقد بحث العلماء أيضاً عن الأقمار الاصطناعية، أو المركبة الفضائية - أو حتى الطائرة - التي قد تبعث إشارة ما، أو تتدخل في إشارات أرضية، مشكّلةً شيئاً ما يُشبه إشارة "واو"! ليس لأنه لا توجد أدوات بشرية يمكنها أن

تفعل هذا فقط، بل كانت الإشارة كذلك على ترددٍ وافقت الحكومات العالمية على حظر استخدامه، ولم يكن ثمة تفسيرٍ مقنعٌ لهذا.

بعد ثلاثة عقود، لا يزال التفسير غير موجود. ويوجد القليل فقط ليُقال عن هذا الأمر. لم يرَ باحثو (Big Ear) أيَّ شيءٍ قط مشابهٍ لإشارة "واو" مرّةً أخرى، على الرغم من أنّهم قد بحثوا عنها أكثر من مئة مرّة، إلا أنّهم لم يصلوا إلى شيءٍ قط، فالنتائج المطبوعة اللاحقة كانت أرقاماً بلا فائدة، تشير إلى غياب صارخٍ لأيّ شيءٍ ممتعٍ يصلنا من البحث العميق في الكون. معظم أبحاثنا عن الذكاء الفضائي كانت جهوداً طويلةً مظلمةً ضائعةً، فقد يظهر أحياناً شيءٌ ممتعٌ في التلسكوب، لكنّه دائماً يتحوّل ليصبح انعكاساً مزيفاً لقميرٍ اصطناعيٍّ أو مركبةٍ فضائيّةٍ، أو تدخلاً وتشويشاً من بعض القطع الصخرية الكونيّة.

على الرغم من أنّ العديد من العلماء قد حاولوا، إلا أنّ أحداً لم يصل إلى تفسيرٍ لإشارة "واو"! فالباحثون في (Big Ear) حللوا مجموعةً كبيرةً من الاحتمالات منها: بث الأقمار الاصطناعيّة، والترددات المتناغمة لأجهزة الإرسال الأرضيّة المنعكسة عن بقايا القطع الفضائيّة، وإشارات الطائرات، وإشارات الراديو والتلفزة الأرضيّة، وأيّ شيءٍ آخر يمكن أن يفكروا فيه، لكنهم لم يجدوا شيئاً يمكنه تفسير خصائص الإشارة الملتقطة. أوّل مرّة تواصلتُ فيها مع إيهان، أخبرني أنّه "لا يزال ينتظر تفسيراً محدداً له معنيّاً"، ليس لأنّه يؤمن بأنها من الكائنات الفضائيّة، فهو لا يجب أن يؤمن بأيّ شيءٍ، لكن فقط لأنّ هذا التفسير هو التفسير الوحيد المُقنع والمُرضي - إذا كان بإمكاننا تصنيف الاتصال مع ET ضمن التفسيرات المرضية.

في الحقيقة، كانت الطبيعة الأحادية للإشارة هي نقطة ضعفها. في فيلم "اتصال"، سجّلت جودي فوستر ساعاتٍ، وأياماً، وأسابيع من الرسائل من الفضاء الخارجي، وتلقى (Big Ear) واحدة منها فقط، حتى إن المستقبل الثاني الذي نظر إلى البقعة نفسها من السماء لم ير شيئاً بعد ثلاث دقائق.

هذه المشكلة جعلت التخلي عن الإشارة أمراً مغرياً، فهي لا بدّ أنّها كانت ناتجة عن رفرقة في الإلكترونات، أو فقاعة منفجرة في نظام التبريد بالنيوتروجين الخاص بالتلسكوب...، أو شيء ما. إذا كان ET هو مصدر الإشارة، فإنّه لن يستمر في البث لوقتٍ طويلٍ جداً - حتماً إن أي إشارة تُبث بشكلٍ مدروسٍ ستدوم لأكثر من ثلاث دقائق.

المشكلة مع هذه النظرية أنّه لا يوجد سبب لهذا الافتراض، والأسوأ من هذا أنّ جميع الذين يبحثون عن الذكاء في الفضاء الخارجي، يعرفون أنّ الكائنات الذكية يمكنها أن تُرسل بسهولة إشارة واحدة إلى الفضاء دون أن يتبعها أيّ شيءٍ آخر، إنهم يعرفون هذا لأننا قد فعلنا هذا بأنفسنا.

في عام ١٩٧٤، ربّبت ناسا ليريسل تلسكوب (Arecibo) رسالةً باتجاه M31، وهي مجرّة زاخرة بالنجوم، وكانت تبدو أفضل مرشّح لاستضافة أقرب منزل فضائي لنا. كانت الرسالة عبارة عن سيلٍ من الأرقام الثنائيّة التي إذا وضعتها مع بعضها بعضاً بشكلٍ صحيحٍ (وضع الأعداد الأوليّة بحذر ينتج عنه ألغاز)، فستظهر لك صورة مخيفة لشخص من لعبة بونج من أتاري، وحلزون مزدوج من الـ DNA، ومجموعتنا الشمسيّة. أيّ شخص في M31 يلتقط الإشارة - التي لن تحدث أو تتكرر لنحو واحد وعشرين ألف عام - قد يستنتج أنّ ثمة حياةً ذكيّةً في الفضاء، وسيكون قادراً أيضاً على

تحديد مصدرها بدقة. بالنسبة إلى تلك الحضارة الموجودة في M31 من المحتمل أن يكون هذا حدثاً بالغ الأهمية لأنه سيكون تواصلهم الأول مع الكائنات الفضائية الذكيّة، وإذا كان ثمة أي شيء يشبهنا، فسيشير أبرز المشككين في M31 بتعجرفٍ إلى أنك لا تستطيع أن ترسم استنتاجاتٍ أكيدة من إشارةٍ واحدةٍ فقط، مهما كانت البراعة التي صيغت فيها. كما تعرف أي حضارة ذكية، أنّ العينة هي شيء من مجموعة أشياء لا قيمة لها، ولا فائدة منها من الناحية الإحصائية، ولو أراد ET أن يتواصل معنا حقاً، لكانت ثمة إشارتان على الأقل، أليس كذلك؟ يا لها من فكرة: قد نكون أفسدنا اتصالنا الأول مع جيراننا الكونيين، لذلك ربما نشعر بالارتياح حين معرفة حقيقة أنهم قد ارتكبوا الخطأ نفسه.

إذا لم يكن بالإمكان جعل إشارة واو! ذات معنى، فلن يكون بإمكاننا أيضاً أن نلجأ إلى قاعدة ذهبيّة أخرى في العلم وهي: تكرار المراقبة. اليوم، لا يوجد تمويل معلن لمشروع البحث عن الذكاء الفضائي - ولا وجود لتلسكوب (Big Ear). في عام ١٩٨٨، أزيل التلسكوب لتمهيد الطريق أمام ملعبٍ فاخرٍ للغولف، ولما علمَ جون كروس مصمم (Big Ear)، أنّ جامعة ويسليان أوهايو قد باعت الأرض تحت تلسكوبه الحبيب في ٢٨ كانون الأول عام ١٩٨٢، كان هذا اليوم بالنسبة إليه يوم عار كما سماه، وقد كتب في نيسان ٢٠٠٤: "خانت أوهايو ويسليان ثقتي، وباعت الأرض تحت (Big Ear)، ما الاكتشافات والقياسات التي كان بإمكاننا القيام بها لو لم يُدمر التلسكوب؟" والحقيقة أنّه لم يكن هناك أكثر من اتفاق رجالٍ بين جامعة أوهايو ويسليان، وجامعة ولاية أوهايو، التي بنت كليتها التلسكوب. أثارت الصحف المحليّة ضجةً بسبب بيع الأرض، واستقال

رئيس (OWU) بعدها بفترة قصيرة، واجتمع علماء الفلك مع بعضهم بعضاً وقدّموا للمطوّر العقاري أربعة أضعاف قيمة الأرض، لكن جميع الجهود والمعارضات لم تُحدث أي فارق في النهاية.

أحبط المال، والطمع، الطموح باستمرار محاولات البحث عن الذكاء الفضائي، ويبدو أنّ هذا البحث عُرضة للهجوم، نوعاً ما، أكثر من أيّ فرع آخر من فروع العلم، لأنّ قصّة البحث هذه طويلة جداً ربّما، وهي عرضةً للنكات السخيفة.

أول نكتة سخيفة ضدّ SETI أُطلِقَتْ بعد ستة أشهرٍ تماماً من اصطدام إشارة واو! بالأرض، فقد كان السناتور وليام بروكسمير يبحث عن متلقٍ آخر لجائزته المغمورة "جائزة الصوف الذهبي"، التي كان يُسلّمها إلى المشاريع الممولة حكومياً، التي كان يعدّها إضاعةً وهدرًا لأموال دافعي الضرائب. كانت حملةً رائعةً بالنسبة إلى بروكسمير، حين أعطى المصوتين ما كانوا يبحثون عنه تماماً في نهاية عقدٍ صعبٍ من الزمن، لكن لم يكن من السهل عليه أن يصيب الهدف دائماً، ويجد القصص المناسبة للجائزة - ولا سيما لما ألزم نفسه بمنح جائزة كل شهرٍ.

جاء دور ناسا في الجائزة في شباط عام ١٩٧٨ لأجل "اقتراحها إنفاق ما بين ١٤ و ٢٥ مليون دولار في السنوات السبع التالية محاولة إيجاد الحياة الذكية في الفضاء الخارجي." من الناحية العلميّة، لم يكن هناك أيّ شيء خطأ في الفكرة، فقد حظي العنوان المصوغ بطريقة سيئة (وفقاً لمقاييس PR للعلم الأنيق) وهو "برنامج مراقبة الأمواج الصغيرة جداً"، أو "MOP" بدعم من العلماء الرئيسيين، وحُصّصت له ميزانيّة سنويّة متواضعة تقدّر

بنحو ١,٥ مليون دولار، فالجهد كان جهداً عقلاً ومنطقياً لاستخدام مستقبلات للأمواج الصغيرة جداً للبحث عن الإشارات الغريبة في الفضاء الخارجي. وعلى الرغم من هذا، فقد جعل انتباه بروكسمير واهتمامه هذا المشروع ضعيفاً وعرضة للخطر، فقد سعى، في عام ١٩٨٢، بضراوة إلى طرح تعديل تشريعي من شأنه أن يوقف كل التمويل الاتحادي لمشروع "برنامج مراقبة الأمواج الصغيرة جداً"، لحسن الحظ، جاء كارل ساجان لإنقاذه.

يمكن قياس تأثير ساجان من خلال أرقام مشاهدة التلفاز. فمسلسل "الكون" أو "Cosmos"، الذي أُنتج في عام ١٩٧٩، وكان البرنامج الجماهيري الأكثر مشاهدة في أميركا حتى تسعينيات القرن العشرين، فقد شاهده نحو ٦٠٠ مليون شخص، وحقت شخصية ساجان في هذا المسلسل، رؤية ملهمة ومبهرّة عن الكون. لما التقى ساجان بروكسمير في عام ١٩٨٢، حين كان في ذروة تأثيره، استمع بروكسمير إلى جدالات ساجان لصالح (SETI)، وتراجع عن رأيه فيه - حتى إنه قد اعتذر. استمرّ ساجان في حملة PR من تلقاء نفسه، مدعوماً بعريضة موقعة من بعض أكثر علماء العالم احتراماً وتقديراً (ومن بينهم سبعة مرشحين لجائزة نوبل)، وقد أسهم في ترسيخ فكرة البحث من أجل الذكاء الفضائي الخارجي في أذهان الأميركيين كأمرٍ يستحق العناء، وجدير بالاهتمام - بل هو ضرورة حتى، ومجهودٌ ومسعى علمي. لا عجب بعدها أن عضو مجلس الشيوخ عن ولاية نيفادا ريتشارد براين رفض أن يلتقي علماء الفلك في (SETI) عندما شنّ هجومه على البرنامج بعد عقدٍ من عرضه.

في ٦ تشرين الأول عام ١٩٩٢، كانت صحيفة نيويورك تايمز مفتونةً بفكرة الحدود الفضائية الجديدة لأميركا.

علماء الفلك الذين يخلقون بعيداً عن الدهشة الفلسفية ومتعة الخيال العلمي، يوشكون أن يقوموا بأول بحثٍ تقنيٍّ وفنيٍّ متكاملٍ لإيجاد دليلٍ على الحياة الذكّية في مكانٍ آخر من الكون. البحث الجديد من المخطط له أن يبدأ رمزياً يوم الاثنين، في الذكرى السنوية الخمسمئة لوصول كولومبوس إلى شواطئ أميركا.

بعد عامٍ تقريباً، عبّرت الصحيفة نفسها عن صدمةٍ تحت عنوان: "ET لم يتصل بنا، نحن سنتصل بك يوماً ما."

في العام الماضي، وفي الذكرى السنوية الخمسمئة لوصول كولومبوس إلى أميركا، أعلنت ناسا عن مشروعٍ مدّته عشر سنواتٍ للبحث في السماوات عن أمواجٍ لاسلكيةٍ منبعثة من الحضارات الفضائية الخارجية. ولما جاءت الذكرى السنوية لكولومبوس في عام ١٩٩٣، ألغى المشروع، والمليون دولار اللازم شهرياً للاستمرار فيه أزيل من الميزانية.

لم يستطع الكاتب جورج جونسون أن يقاوم تمدد المناسبة.

كان هذا كما لو أنّ الملكة إيزابيلا انتزعت موطن المستكشف العظيم، ما إن أبحر خارج حدود جزر الكناري، وقرّرت أنّها، بعد إعادة التفكير، تفضّل الاحتفاظ بكنوزها.

حدثت كارثة (SETI) بسبب بريان، فقد طرح تعديل الليلة الأخيرة لقانونٍ أوقف تمويل المشروع نهائياً. وللحصول على الدعم اللازم للتعديل

الذي طرحه، وضع بريان تعليقاً بسيطاً قال فيه: "أنفقنا الملايين وعلينا أن نضمن وجود دليلٍ واحدٍ أو مخلوقٍ واحدٍ، لكن لم تظهر إشارة مريحيّة واحدة تقول خذني إلى قائدك، ولم يتقدّم طبق طائرٌ واحد للحصول على موافقة من وكالة الطيران الفدرالية FAA".

هذه المرّة لم يتمكن أبطال (SETI) من فعل أي شيء، فقد ادّعى سيث شوستاك، وهو الآن مدير معهد (SETI)، والخلف الممول سراً لمشروع (SETI) التابع لناسا، أنّهم طلبوا عقد لقاءاتٍ مع السيناتور بريان، لكن بريان لم يوافق على لقاءهم. مرّ تعديل بريان، وانتهى علناً الجهد الممول للإجابة عن أكبر سؤال على الأرض، ولم يتعاف بعدها قط، فقد سجّلت صحيفة نيويورك تايمز دهشتها من قصر نظر هذه الحركة، لكن شيئاً لم يتغيّر، وقد انتهى التمويل العام لـ (SETI).

في الوقت الحاضر، يتم توفير الوعاء المالي لـ (SETI) حصرياً من مشاريع وادي السيليكون، إذ لما فقد (SETI) تمويله في عام ١٩٩٣، أجرى بارني أوليفر، رئيس قسم البحث والتطوير في شركة هيوليت باكارد والرجل الذي قدّم للعالم الآلة الحاسبة الجيبية، بعض الاتصالات، وأطلق بعض النداءات. الحب الحقيقي لأوليفر لم يكن للتكنولوجيا، بل كان لعلم الفلك، ولا سيما لمشروع (SETI)، وقد استعان بكل من بيل هيوليت، وديفيد باكارد للإسهام في الحفاظ على (SETI)، وإنقاذه من الزوال.

رجال أعمالٍ مثل هيوليت وباكارد، هم من حافظوا على (SETI) حيّاً حتى يومنا هذا، لأسبابٍ لا يفهمها أحد، وقد سمحت إسهاماتهم للناس في (SETI) بشراء تلسكوب الزمن الصغير، ودفع بعض الرواتب. إلا أن

هيوليت وباكارد ميتان الآن، وأصبح بول ألين مؤسس مايكروسوفت، هو المصدر الرئيس للتمويل، لكن، على الرغم من ذلك، فإنّ بناء التلسكوب الخاص بمعهد (SETI) - منظومة تلسكوب ألين - قد تباطأ لأنّ ألين شعر أنّ إسهاماته ينبغي لما أن ترتبط بالتمويل العام، ولا يرغب أحد ممّن لديه سلطة على الخزينة العامة في إعطاء أي مالٍ لعملية البناء هذه.

من السهل أن تعرف لماذا ينجل الأشخاص المسؤولون عن الخزينة العامة أو المال العام من تمويل بحثٍ عن الذكاء الفضائي الخارجي. يعترف جيري إيهان أنّ هذا البحث يشبه البحث عن إبرة في كومة قش - "لكن الفرق بينهما أنّك لا تعرف أين هي كومة القش، ولا تعرف حتى إن كانت فيها إبرة أو لا." صحيح أنّ البحث عن الكائنات الفضائية الذكيّة يعتمد على سبيلٍ من الافتراضات، وعلى المرء أن يأمل ألا يكون بعضها مغلوطاً كثيراً، لكنّ الأمر نفسه يمكن أن يُقال عن البحث عن كواكب خارج المجموعة الشمسيّة - هي مغامرةٌ لا مشكلة في أن تحصل على تمويلٍ من المال العام.

خذ الرواج الحالي لفكرة إيجاد كواكب في المنطقة المعتدلة، عندما نقف ونفكر في تقديراتنا المحدودة لما يمكن أن تكون عليه الحياة، وما هي الظروف والشروط التي يمكن أن تزدهر ضمنها، تبدو لنا تلك المجموعة المتكاملة من المعايير التي تعتمد على وجود الماء السائل مقلقةً.

الماء السائل ليس من المتطلبات الأساسية للحياة كي تنمو وتزدهر، ففي بعض الظروف قد يكون قبلة الموت. قد يؤدي حمض الكبريت المهمة نفسها بالنسبة إلى أشكالٍ أخرى من الأحياء، فمثلاً، يشبه الغلاف الجوي

لكوكب الزهرة غمامةً من حمض البطاريات، وقد قدّر العلماء أنّ قطرات الحمض الموجودة فيه يمكن أن تحمل الحياة، هذا بالضبط لأنّه لا يوجد ماء حولها. الماء هو الذي يجعل حمض الكبريت مُحرّشاً، في الحقيقة، حمض الكبريت هو وسيط لرد الفعل المُحرّش، المعروف باسم الحلمهة أو التحليل المائي، حيث يفكك الماء جزيئات البروتين.

وبالمثل، وجد المهندسون أنّ بعض الأنزيمات الحيويّة المستخدمة في الكيمياء الصناعيّة تعمل في هكسان السائل الهيدوكربوني كما تعمل في الماء، وأن ثمة فرصة أو احتمالاً لأن تعيش الأحياء دون الحاجة إلى الكربون، حيث يمكن للسيليكون القريب له أن يكون أيضاً الأساس الذي تقوم عليه الجزيئات. على كوكب الأرض، يوجد الماء والكربون بغزارة، ويكون السيليكون محصوراً في الطبقة السطحيّة الصخرية للكوكب - مثلاً يجوي الرمل في معظمه على سيليكون. إذاً من غير المفاجئ أنّ الحياة الأرضيّة تقوم على الكربون والماء. في العوالم الأخرى، في أي حال، تلك العوالم البعيدة التي نسعى إلى رؤيتها، قد يكون ثمة رجلٌ رمليٌّ ينظر إلينا أيضاً. وقد تكون تلك العيون السيليكونيّة قد تطوّرت بعيداً عن المنطقة المعتدلة.

إذا أثر تطور فكرة الحياة القائمة على الرمل أو على حمض الكبريت في معايير البحث عن مواطن وأماكن مأهولة أخرى، فهذا سيجعل عمل (SETI) أصعب بكثير، ومن المحتمل أكثر أن يكون التواصل أمراً لم نكن نعدّه ممكناً. إنّما هذا لم يوقّف البحث عن كواكب تحمل حياةً خارج المجموعة الشمسيّة، ولم يجعل (SETI) بلا هدفٍ أو قيمةٍ أو معنىً.

كانت هناك محاولات لفعل هذا، وكان أشهرها ربما الإشارة التي قدمها عالم الفيزياء الإيطالي إنريكو فيرمي في عام ١٩٥٠. "أين الجميع؟"

كانت فكرة فيرمي أنه في كل الأبحاث الواسعة عن الفضاء، والاحتمالات اللامتناهية لتطور الحياة الذكيّة في الكون، لم نواجه أياً من الكائنات الفضائيّة، أو الاتصالات الفضائيّة. طُرِح كثير من الأجوبة عن مفارقة فيرمي، ضمنها افتراض أنّ الكائنات الفضائيّة لا تريد أن تزورنا أو تتواصل معنا، أو أنّها تعيش بيننا فعلاً، لكن التفسير الأقوى هو أننا لا نرى ولا نستمع، ولو أننا كنّا نفعل ذلك، لما كان هناك حاجةٌ أو ضرورة لمعرفة إلى ماذا ننظر، أو إلى ماذا نستمع.

صحيح تماماً أننا لا نعرف كيف ستكون الإشارة المدروسة، لكن يبدو أنّ فكرة موريسون وكوكوني ملائمة ومنطقية على الرغم من أنّها بدائيّة أيضاً. إذا كانت الحضارة الفضائيّة متطورة بما يكفي كي تشع أو تُرسل إشاراتٍ افتراضيّة إلى الفضاء على أسسٍ منتظمةٍ، فمن المحتمل أن تكون أكثر تطوراً مما نحن عليه. قد تكون أفكارنا عن الشيء الذي يمكن أن يخلق إشارةً جيّدةً مساوية للإشارات الدخانيّة، أو السيففور بالنسبة إليهم هي أفكارٌ عفا عليها الزمن، وغير ملائمة.

أفضل آملنا ستكون أنّ الكائنات الفضائيّة تتواصل باستخدام رموز رياضيّة - صف من الأعداد الأولية، أو أرقام باي الثابتة، أو بعض الرموز والشيفرات الأخرى التي نعتقد أنّها ناتجة عن تجارب كونية. إنّها ثمة خياراتٍ أخرى، فقد استخدم أحد المشروعات في جامعة هارفارد أطيافاً جُمِعت من تلسكوبات بصريّة للبحث عن بصمات، أو إشارات عن ضوء ليزري "دائم" يشع في الفضاء البعيد، ويراقب مشروع بيركيلي ٢٥٠٠ نجم تقريباً لرؤية نبضات الضوء الليزري الذي قد يكون انبعث من حضارةٍ

بعيدة. إذاً معظم مشاريع (SETI)، ومنها منظومة تلسكوب ألين، لما جرى وضعها وتفعيلها، كانت تبحث عن إشارة موريسون وكوكوني اللاسلكية ضيقة الحزمة، على الرغم من أنها لا تحمل أي معلومات (على الأقل لا تحمل أي معلومة من المعلومات التي يمكننا اكتشافها باستخدام الجيل الحالي من الأدوات)، إلا أنه قد ينتج عن المراقبة أو المشاهدة المتكررة لمثل هذه الإشارات تمويل يكفي لبناء تلسكوبات لاسلكية يمكنها فك شيفرة أي إشارة تلتقطها، أو هذا ما يأمله معهد (SETI).

أين ترك هذا كله إشارة واو؟! لن نصل إلى نتيجة حاسمة، فالحقيقة أنّ هذه الإشارة قد جاءت من منطقة فارغة في الفضاء، وليس من مكانٍ معروف ليكون مرشحاً لتطور الحياة الفضائية، أي أنّ أفضل افتراض ممكن هو أنّها كانت إشارة من مركبة فضائية غريبة، أو ربما هي منارة لتحديد المسار اتجهت في طريقنا مؤقتاً وعن طريق الخطأ كحضارة هاجرت عبر الفضاء، لكننا سنتوه هنا في حقل الخيال العلمي.

من المثير للاهتمام أنّ الموقع الإلكتروني للمعهد قد ذكر أنّ إشارة واو! تحجّجت وتذرّعت بظاهرة غريبة، أو حالة شاذة أخرى، ويقول في هذا: "لم تكونوا لتصدقوا الاندماج البارد لو لم يتمكن باحثون آخرون غير الذين اكتشفوه من تكراره في مخبرهم. والأمر نفسه صحيح بالنسبة إلى الإشارات الأرضية، أي يمكن تصديقها فقط عندما نتمكن من إيجادها أكثر من مرّة." فلا تقبلها كما هي، بل ابحث عن مزيد من الأمثلة.

هل نحن نبحث عن المزيد؟ فعلياً لا. البحث عن الكائنات الفضائية هو للمتحمسين فقط، وبما أنّ ما يقوله العلماء على المحك، فينبغي أن يُشكّل

هذا فضيحةً. إذا كانت إشارة واو! كما تبدو عليه، هي حالة شاذة كلاسيكية: اتبعها، ويمكننا أن نغير جذرياً فهمنا للكون ومكاننا فيه، وسيكون حجم هذا الاكتشاف بحجم اكتشاف كوبرنيكوس. ومع ذلك، فقد تمّ تجاهله بكفاءة وفاعلية.

الجانب المشرق من الأمر، أنّه لا يزال ثمة أمل في توضيح طبيعة الحياة ومكاننا في هرمها - وهو أقرب بكثير إلى منشئها. لو أنّ مارتن ريس تابع طريقه، وموّل (SETI) بشكل متواضع، لقادنا هذا إلى استكشاف أبعد النقاط في الفضاء لحلّ ألغاز الطبيعة الأساسية للحياة، لكن يبدو أنّ هناك حالة شاذة أرضية أخرى يمكن أن تلقي مزيداً من الضوء على هذا الأمر. هذه المخلوقات - إذا كان من الممكن أن نطلق عليها هذا الاسم - تتردم الفجوة بين المادة الحية وغير الحية بطريقة لم نشهدها من قبل، وتحليل شيفرتها الجينية هو إعادة صياغة وكتابة لتاريخ الحياة على الأرض. إنّ إنجاز لفيروس متواضع.

فيروس عملاق

إنه شيءٌ غريبٌ قد يعيد كتابة قصة الحياة

أشفق على الأرواح المسكينة المسؤولة عن اصطحاب السيّاح إلى برادفورد - يورك شير. في البداية ثمة أميالٌ داكنةٌ شيطانيةٌ من الماضي الصناعي للمدينة، بعد ذلك تأتي حقيقة أن سفاح يوركشير، قاتل البغايا المشهور، كان يعيش هناك. وبالقرب من هذه المدينة ولدت الأخوات برون، وعِشن جزءاً من حياتهن، لكنّ حياتهن لم تكن طويلةً أو سعيدةً، فقد ماتت إيميلي بمرض السلّ الرئوي وهي بعمر الثلاثين، في السنة التالية لنشرها روايتها الوحيدة "مرتفعات ويندينغ"، وماتت تشارلوت، التي أبدعت رواية "جين أير"، وهي في التاسعة والثلاثين من عمرها في بداية حملها. كما تُعرف هذه المدينة حالياً، في المملكة المتحدة على الأقل، بأتمها المكان الذي وقعت فيه أعمال الشعب العنصرية العنيفة التي شهدتها صيف عام ٢٠٠١.

بعد ذلك حدث ما قد حوّل هذه المدينة إلى المدينة ذات الإنجاز العلمي الأهم؛ ففي عام ١٩٩٢، كان تيموثي روباتام، وهو عالم أحياء دقيقة يعمل مع خدمة مختبر الصحة العامة في المملكة المتحدة، مسؤولاً عن إيجاد سببٍ لمرض الالتهاب الرئوي الشديد في برادفورد. قاده عمله

الاستقصائي إلى فحص عينة من الماء في أسفل برج التبريد التابع لأحد المستشفيات، ولما أخذ عيناته إلى المختبر، وجد أنها تحتوي على طفيليات. هذا الأمر لم يكن مفاجئاً بحد ذاته، لكن يبدو أن هذه الطفيليات قد حُقنت بواسطة شيء ماء، أو ميكروب ماء، لم يتمكن من تحديده، وقد أطلق عليه روبرت اسم برادفورد القرمزي، وربما كان هذا الاسم هو الاسم الأقل بريقاً الذي أُعطي له. لم يهتم روبرت بهذا، فقد كانت لديه أشياء أخرى ليقوم بها، فوضع الجرثومة غير المعروفة في درجة تجمد منخفضة، وانتقل إلى العمل التالي.

بعد إحدى عشرة سنة، علمنا أن روبرت وجد فيروساً متوحشاً، وهو من أكبر الفيروسات التي قد عرفها العلم، فهو ضخّم جداً، وأكبر بثلاثين مرة من الفيروس الأنفي الذي يُصيبك بعدوى الزكام الشائعة، ومن الصعب جداً القضاء عليه. يمكن تدمير معظم الفيروسات، والقضاء عليها بواسطة الأمواج الصوتية - لكن ليس هذا الفيروس. وهنا، في أي حال، لم يكن السبب الذي جعل العلماء يتأهبون ويدونون ملاحظاتهم، فالتأثير الأكبر لهذا الفيروس العملاق لن يكون في نظم الرعاية الصحية في العالم، بل سيكون تأثيره في تاريخ الحياة على كوكب الأرض.

نحن نعرف عن الفيروسات منذ نحو مئة عام، ففي نهاية القرن التاسع عشر، أرسل ديمتري إيفانوفسكي، وهو عالم أحياء روسي، كي يكشف عن السبب وراء تلف محصول التبغ في القرم. أياً كان هذا السبب، فالوصول إليه كان يتم من خلال فلاتر البورسلان التي يستخدمها فنيو المخبر لفرز البكتيريا. في عام ١٨٩٢، نشر إيفانوفسكي مقالةً وصف فيها النوع الجديد الصغير من الجراثيم الممرضة التي اكتشفها، ليمنح أخيراً، وفي عام ١٨٩٨،

مارتينوس بيجرينك، وهو عالم أحياء دقيقة دنهاري، ليمنح اسماً مناسباً للجراثومة، وهو: فيروس أو virus - وهي كلمة لاتينية تعني السم، أو السائل القدر اللزج.

على الرغم من أن طريقنا إلى الفيروسات أناره عالمان أوروبيان، إلا أن الشخص الذي حصل على التقدير الأكبر كان أميركياً؛ ففي عام ١٩٤٦، فاز ويندل ميريديث ستانلي بجائزة نوبل بعد أن تمكن من عزل فيروس فسيفساء التبغ، وما يثير الاهتمام هنا أن جائزة نوبل التي حصل عليها ويندل كانت في الكيمياء. وهذه الفيروسات على الرغم من أنها تؤثر على الأنظمة الحية، إلا أنه كان يُنظر إليها دائماً بأنها مجرد مادة كيميائية، وليست مادة حيّة، بل في الحقيقة، كان يُنظر إليها بأنها آليّة أي: آلات قوية، وعنيفة، ووحشيّة، وخبثيّة، تُعيد إنتاج نفسها تلقائياً، لكنها غير قادرة على القيام بهذا الأمر بمفردها، لا يمكن للفيروسات أن توجد دون وجود مضيفٍ حيّ ليصنع البروتين والطاقة اللازمين لها. إذاً هي انحرافات تطوريّة، وجودها يحتم تدميرها بعنف، مثل الآلات غير الأخلاقية في فيلم "The Terminator" أو "المبيد"^(١)، فهي ليست جزءاً من شبكة الحياة.

في أي حال، ثمة مشكلةٌ واحدةٌ فقط مع هذه النظرة التقليدية، وهي لا تزال موجودة في المجمدة في مارسيليا.

مارسيليا، هي من أقدم المدن الفرنسيّة، وأصبحت الآن المركز العالمي لبحوث الأمراض، وقد يكون السبب وراء ظهور هذه الخبرة فيها أنه لما

(١) المبيد: فيلم أكشن وخيال علمي أمريكي من إخراج جيمس كامرون، كتبه مع منتجة الفيلم غيل آن هيرد، وتدور أحداثه حول مصير العالم عام ٢٠٢٩، حيث تحكم الآلات الكرة الأرضية عن طريق تصنيع الآلات لنفسها بأشكال عدة. المترجمة

اكتشف الفينيقيون المدينة عام ٦٠٠ قبل الميلاد، وفتّح ميناؤها بوابةً على البحر المتوسط، وشالي أفريقيا، وغربي الهند، فتّحت معه بوابة على الطاعون، فقد وصلت أوّل حالات الطاعون الدبلي إلى مرسليليا في عام ٥٤٣.

الطاعون هو مثلاً آخر على القدرات الخارقة للكائنات الحيّة الدقيقة، حيث تتضاعف بكتيريا الطاعون داخل البرغوث المضيف، وتغلق مدخل معدته، فلا يشبع أبداً، مهما كانت كمية الدم التي يمتصها من مُضيفه - وعادةً ما يكون قارصاً - لذلك فهو يتغذى بطريقة هستيرية مجنونة. يصل الدم إلى السدادة، أو العلقة البكتيرية الجرثوميّة، وبعدها يتم تقيؤُه، ويكون ملوّثاً بالبكتيريا التي تنقل العدوى إلى الشيء التالي الذي يعضه البرغوث، وهكذا يتتقل ويستمر.

في عام ١٣٤٦، جلب قاربٌ قادمٌ من البحر المتوسط نوعاً آخر من الطاعون إلى مرسليليا، فبلغت الحصيلة النهائية من الأوروبيين الذين ماتوا بهذا المرض ٢٥ مليون شخص. لدينا ذاكرةٌ قصيرةٌ، لكنّ الطمع يُحفزنا أكثر ممّا يُحفزنا الحس العام، فلما وصل قاربٌ إلى مرسليليا، في عام ١٧٢٠، مع عددٍ من الحالات المعروفة من الخارج، وضعته سلطات الموانئ في الحجر الصحي، لكن تجار المدينة أرادوا أن يُتاجروا بحمولته من الحرير دون تأخير، فضغظوا على السلطات، التي رفعت أمر الحجر الصحي، وهكذا بدأ وباء الطاعون العظيم في مرسليليا. مات في غضون عامين، خمسون ألف شخص في المدينة - أي أكثر من نصف عدد سكانها. ومات خمسون ألف شخصٍ في المناطق شمال المدينة. لذلك لا شكّ في أنّ باحثي الأمراض في كليّة الطب في جامعة مرسليليا عند البحر المتوسط هم بين أفضل الباحثين في العالم.

رئيس جامعة مرسليليا هو ديدويه راولت، تقرأ في سيرته الذاتية قائمةً من الأشياء التي تجعلك سعيداً بأن شخصاً ما يعرف شيئاً عنها: فهو حائز شهاداتٍ في علم البكتريولوجيا (علم البكتيريا والجراثيم)، وعلم الفيروسات، وعلم الطفيليات. استفاد من أسنان ضحايا الطاعون، في بداية الألفية، وفي الوقت الذي كان فيه باقي الناس يخططون لحفل عيد رأس السنة الميلادية، كان هو يتزعج الـ DNA من أسنان هياكل عظمية عمرها أربعة آلاف قرن مستخرجة من الجثث كي يعرف إن كان أصحابها قد ماتوا بسبب بكتيريا الطاعون، أو بسبب فيروسٍ مميتٍ آخر مثل فيروس إيبولا. كان لدى راولت شغفٌ في الكائنات الممرضة، والعوامل المسببة للمرض، لذلك لما عرّض عليه تيموثي روباتام أن يُرسل إليه الجرثومة المجمدة التي تحدت كل محاولات تصنيفها، وافق بالطبع على هذا، ولم يكن يعلم حينها أي مستنقعٍ قد أقحم نفسه فيه.

في البداية، وضع العينة تحت المجهر، كان روباتام محقاً، فهي تبدو فعلاً مثل البكتيريا، بعد ذلك أخضعها للاختبار القياسي للبكتيريا وهو: اختبار ملون غرام. هذا الاختبار هو عبارة عن سلسلة من الأصبغة الكيميائية التي تُطبق على العينة التي يُشتبه بأنها تحتوي على بكتيريا، بحيث تصبح العينة باللون الأرجواني إذا كانت تحتوي على بكتيريا، وباللون الزهري حين احتوائها على شيءٍ آخر، وعليه فقد تلونت عينة راولت بالأرجواني.

لهذا السبب قام برنارد لا سكولا، وهو عالم أحياء دقيقة في فريق راولت، بالخطوة التالية وبدأ بتحديد نوع هذه البكتيريا بالضبط؛ كانوا يعبثون بالموت. يتطلب هذا التحديد عملاً روتينياً قياسيًّا آخر يسبر جزئياتٍ تُدعى الحمض النووي الريبي الـ RNA، التي تساعد البكتيريا في صنع البروتين، لسوء

الحظ، لم تكن العيّنة تحتوي على الجزيء المطلوب. استغرق الأمر من لاسولا ثلاثين بحثاً تقريباً، ولم يجد هذا الجزيء، لذلك كشف الغطاء عن مجهره الإلكتروني - وهو أقوى بألف مرّة من مجهره البصري القياسي - ليلقي نظرة أقرب على العينة، وحينها كانت مواجهته مع الوحش.

في الحقيقة، لم تكن البكتيريا بكتيريا، بل كانت فيروساً عملاقاً، أطلق عليه الفريق اسم "ميمي" أو "Mimi"، ولما أعلن الفريق عن اكتشافه في مجلة علوم أو Science في آذار عام ٢٠٠٣، قالوا إنهم قد اختاروا هذا الاسم لأنّه شيءٌ يُحاكي ويشبه البكتيريا إلى حدٍّ كبيرٍ. (أقرّ راولت أنّه لا يوجد جانبٌ طبيُّ للتسمية، في أي حال، اعتاد والده على اختلاق قصصٍ تتركز على جرثومة تُدعى ميمي، وطالما أن الفيروس العملاق اكتُشف لأول مرة داخل جرثومة، فبدأ الاسم بالنسبة لراولت ملائماً.) احتلّ الإعلان صفحةً واحدةً فقط، وقال ببساطة إنّ الباحثين الفرنسيين قد اكتشفوا أكبر مثال على الفيروسات ذات النوى الستوبلاسميّة الهلاميّة ضخمة الـ DNA أو (NCLDV).

لدى علماء الأحياء عدد من التصنيفات للفيروسات، وهناك لجنة، هي اللجنة الدوليّة لتصنيف الفيروسات، تأخذ بالحسبان الخصائص الفيروسيّة لوضعها في المجموعة المناسبة، كما تأخذ هذه اللجنة بعين الاعتبار خصائص أخرى مثل نوع الحمض النووي (RNA أو DNA)، ونوع المضيف، وشكل الصدفة القفصيّة أو القشرة التي تحيط بالجينيوم، وغيرها. فيروسات الـ DNA مثل فيروس الجدري والقوباء، والنطاق الحماقي والفيروس المسبب لمرض الحصبة، والهريس العصبي، وهي أمثلة لها جينيوم مؤلف من الـ DNA الذي يتوضع ضمن غلافٍ بروتينيٍّ وقائيٍّ، ويشير

تصنيف الـ NCLDV إلى أئها الفيروسات الأكبر حجماً ضمن هذه المجموعة، ويعدّ فيروس مارسيليا العملاق أكبرها. تحيّل نفسك تقف إلى جانب رجلٍ بارتفاع مبنى مؤلف من عشرين طابقاً، هذا ما يبدو عليه هذا الوحش بالنسبة إلى الفيروسات الأخرى.

يظهر ميمي "Mimi" في المجهر الدقيق الإلكتروني مثل كل الفيروسات - ويبدو مثل نوعٍ من الكريستال. كما أنّه لا يبدو فضفاضاً مثل أي خلية أو جرثومة، بل يبدو مثل شيءٍ رتب هيكله وفقاً لأسسٍ معماريةٍ أنيقة ومرتبة، فلرأسه عشرون وجهاً، متعدد الأوجه، مثل حجرٍ كريمٍ مقطّعٍ جيّداً، يبدو منظماً جيّداً ومنضبطاً.

وهو عكس الفيروسات الأخرى، له جينوم مضبوط، إذ إنّ معظم الفيروسات لها رأس مليء بالـ DNA "غير المرغوب فيه" الذي يبدو أن لا هدف له أو غاية، في حين تؤدي معظم جينات فيروس ميمي مهاماً محددة تماماً، وأي مهام. توجد جينات مثلاً تُرمّز الأجهزة والتعليقات لتصنيع البروتين، وهذا يخرق المبادئ البيولوجية مباشرةً، إذ من المفترض أن تجعل الفيروسات مضيفها يصنع البروتين، بعض الأجهزة المصنعة للبروتين في فيروس ميمي تشبه تماماً الأجهزة التي ستجدها في كل الكائنات التي نطلق عليها صفة "الحية". كما يوجد فيه أيضاً جينات لإصلاح وفك شيفرة الـ DNA، ولاستقلاب السكريات، ولفّ أو طي البروتين - وهي خطوة أساسية في تشكيل الحياة. اكتشف باحثو مارسيليا أنّ فيروس ميمي هو المالك الفخري لعددٍ ضخمٍ من الجينات حيث يبلغ عددها ١٢٦٢ جيناً. (الفيروس الأنموزجي القياسي لديه ١٠٠ جين أو ما يقاربها، لكنّه يستخدم نحو

١٠ منها فقط) نصفها لم يسبق للعلماء أن رأوها، الأمر الذي أمتع باحثي مرسيليا. في أي حال، كانت الجينات التي رآها العلماء من قبل هي الأمر الذي أثار اهتمامهم أكثر، ولنفهم لماذا، علينا أن نعود إلى عام ١٧٥٨، عندما نشر عالم الطبيعة السويدي كارل لينيوس، الطبعة العاشرة من كتابه الثوري: "Systema natura" أو "طبيعة النظام".

ألغى مجلد لينيوس نظام تسمية وتصنيف الكائنات الحيّة البسيط وغير المفيد في أيامه، وصنّف بدلاً عنه، الكائنات الحيّة حسب خصائصها الفيزيائية المشتركة، ووضع الأسس التي قامت عليها نظرية تشارلز داروين في التطور بالانتقاء الطبيعي، كما بحث أيضاً في السبب الذي يجعل الكائنات الحيّة المختلفة تشارك بخصائص وصفات فيزيائية معيّنة، ووصل إلى نتيجة مفادها أنّه إذا بدت الأشياء متشابهة فمن المحتمل أن تكون مرتبطة مع بعضها بطريقة ما، وهنا ظهرت لدينا فجأة فكرة شجرة الحياة، وأصبح بإمكاننا البدء في التفكير بتتبع أسلافنا.

بدلاً من أن يكون لكل شيء اسم واحد (وغالباً ما يكون طويلاً جداً)، أعطى لينيوس الكائنات الحيّة اسمين قصيرين، الأوّل هو الجنس، والثاني الفصيلة أو النوع. كان هذا النظام نظاماً أيقياً ومرتباً، ولا يزال الأفضل بالنسبة إلى الأحياء. على الرغم من أنّ معظمنا قد اعتاد اسم الذئب الرمادي أكثر من الذئب الأشيب أو الكلب، إلا أنّ نظام لينيوس يوفر للبعض الاسم المألوف فقط: مثل الديناصور ريكس، أو الإشريكية القولونية^(١) (المعروف أكثر باسم E).

(١) الإشريكية القولونية: (الاسم العلمي: Escherichia coli) وهي من أهم أنواع البكتيريا التي تعيش في أمعاء الثدييات. وتعرف أيضاً باسم جرثومة الأمعاء الغليظة. المترجمة.

جاءت ثورة التصنيف التالية في سبعينيات القرن العشرين، عندما نظر كارل ويس إلى أبعد من الخصائص الفيزيائية. فقد استخدم ويس التكنولوجيا الحديثة لترتيب الجينات ليتمكن من تصنيفها حسب الخصائص المشتركة لجينات الأجناس المتعددة، وتمكن من خلال القيام بهذا، من إعادة رسم شجرة الحياة.

في بداية ذلك العقد، ساد الظن أنه يوجد في الحياة نوعان فقط من المتنافسين. ثمة حقيقيات النوى، وهي الكائنات الحية المتطورة كالحوانات والنباتات التي تحتوي خلاياها المعقدة والكبيرة على النواة التي تضم المعلومات الوراثية. وهناك النوع الآخر الأبسط وهو بدائيات النوى، مثل البكتيريا، التي لها خلايا دون نواة.

في عام ١٩٧٧، نشر ويس ورقةً بحثيةً افترض فيها أن بدائيات النوى ينبغي أن تنقسم، إذ كان يرتب جينات الكائنات الحية الدقيقة، وجد أن ثمة شيئاً ما لم يكن مناسباً. كانت ثمة مجموعة من الجراثيم أو الميكروبات تُدعى البكتيريا القديمة، وهي مختلفة ومميّزة جينياً عن باقي أنواع البكتيريا، في الحقيقة كانت من الناحية الجينية أشبه بحقيقيات النوى. قال ويس إن البكتيريا القديمة التي توصف بالحية في البيئات ذات درجات الحرارة المرتفعة، أو التي ينبعث منها غاز الميثان، قد تبدو مشابهة للبكتيريا، لكن علم الوراثة قال إنها تمثل طريقاً تطورياً مختلفاً تماماً، أي كانت هناك ثلاث ممالك، لا اثنتان. نحن نعرف الآن أن البكتيريا القديمة تشكل جزءاً كبيراً جداً من الكتلة البيولوجية للكوكب - التي كان أحد التقديرات لنسبتها ٢٠

بالمئة، ويبدو أنّها تفضل العيش في الظروف القاسية. فمثلاً، الملحاء العصوية^(١) تتغذى وتنمو في الماء الملحي، في حين يعيش غيرها في أمعاء الأبقار، وفي الينابيع الكبريتية، وفي خنادق المحيط العميقة يتغذى على فتحات الدخان الأسود، وفي خزانات البترول... وتطول القائمة.

كانت لهجة الورقة البحثية، التي نشرها ويس مع زميله جورج فوكس في جامعة إلينوي، لهجة غاضبة، فقد كانت كنداءٍ موقظٍ لعلماء الأحياء، تحدّث أنّ الطريق إلى شجرة الحياة "غامض" من وجهة النظر العالمية الضيقة، وظهرت في هذه الورقة كلمات مثل: الظلم، ودون دليل، وأمرٌ مسلمٌ به. كما تحدّث العالمان عن تنبؤات علماء الأحياء بانقساماتٍ بسيطةٍ: النبات مقابل الحيوان، حقيقيات النوى مقابل بدائيات النوى. قال العالمان: "إنّ عالم الأحياء ليس ثنائي الأبعاد - حقيقي النواة أو بدائي النوى - إنّما هو (على الأقل) ثلاثي الأبعاد."

سمحت تلك الورقة للبكتيريا القديمة بأن تأخذ مكانها إلى جانب البكتيريا، وحقيقيات النوى مثلي ومثلك. كما ترك هذا القوس الباب مفتوحاً أمام المزيد من الاكتشافات على الأقل، أي قد يكون ثمة أربعة فروع، وليس ثلاثة فقط. الآن أدخل، فيروس ميمي - إن كنت تجرؤ.

على الرغم من نداءات ويس إلى الانفتاح في المستقبل، إلا أنّ فيروس ميمي لم يلتق ترحيباً حارّاً، فالطريق أمام هذا الفيروس الذي يهدد بإعادة رسم المشهد الأحيائي مرّةً أخرى لن يكون سهلاً، وهو لم يكن كذلك حتى

(١) الملحاء العصوية: هي جنس من العتائق يتبع فصيلة الملحائية العصوية من رتبة الملحائيات العصوية. المترجمة

الآن. لم يصدر الحكم بعد ما إذا كان علينا أن نقبل فيروس ميمي كشكلٍ من أشكال الحياة أو لا، لكن يبدو هذا التحوط استثنائياً عندما يكون فيروس ميمي أكثر تعقيداً من الناحية الجينية من بعض أنواع البكتريا الأخرى - التي تعدّ حيةً جميعها. لماذا لا ينبغي الترحيب بفيروس ميمي على أنه عضوٌ في نادي الحياة؟ يبدو أنّ الجواب الوحيد هو "لأنّهُ فيروس". تقول القناعات السائدة إنّ الفيروسات هي طفيليات، وهذا يعني، منطقياً، أنّه لا يمكنها أن تظهر قبل ظهور أشكالٍ أخرى من الحياة.

المنطق أمرٌ خبيثٌ، على الرغم من أنّه غالباً ما يعتمد على افتراضاتٍ دقيقة. مثلاً، ماذا لو لم تكن الفيروسات دائماً طفيليات؟ ماذا لو أنّها نشأت قبل أن تنقسم الحياة إلى حقيقيات النوى، وبكتيريا، وبكتيريا قديمة، لكنها فقدت بعض استقلاليتها مع مرور الزمن؟ في تلك الحالة سيكون لها الحق في أن يطلق عليها صفة "حية" - وقد تحمل ألباناً، كالألبان العديدة التي تحملها المجموعات الثلاث الأخرى، عن سلفنا المشترك الكوني السابق أو (LUCA). طالما أنّ (LUCA) هو بالضبط الكأس المقدسة لعلم الأحياء، فهو لا يتجاهل هذا الاحتمال، وهذا الادعاء ليس دون أساس. فنصف جينات فيروس ميمي تقريباً غير معروفة بالنسبة إلى العلم، أي لا أحد لديه فكرة عما تُرمّز. إذا أخذنا في الحسبان عدد الجينات التي تعقبناها حتى الآن، وعدد الجينات التي رأيناها، فسنجد أنّ عددها مذهل، إذا لم يكن فيروس ميمي فعلاً من عصرٍ آخر. في العصور الغابرة، ربما، لم يكن فيروس ميمي فيروساً على الإطلاق، بل كان كائناً حياً مستقلاً، ولجأ فيما بعد إلى القرصنة بعد مروره بأوقات صعبة. الـ ٤٥٠ جيناً غير المرئية هي إحدى الدلالات في

هذا الاتجاه، فقد تكون عائدة إلى الماضي البعيد. إنما الجينات السبعة المشتركة بين جميع الكائنات الحيّة الأخرى هي التي تشكّل اللغز الأكثر غموضاً.

تتبع جيناتك، وستجد كثيراً من الأشياء الممتعة، لكن بين هذه الجينات التي تجعلك ما أنت عليه، ستجد أيضاً ستين جيناً أو أكثر - هي الجينات الأساسية الكونية - التي تربطك بجميع أشكال الحياة على الأرض. إذ توجد نسخ من هذه الجينات داخل كل خلية حيوية على الكوكب، وتؤلف هذه النسخ كتاباً عن تاريخ الحياة على الأرض.

نحن نعرف هذا لأنّ الجينات، التي هي عبارة عن ترتيب للجزيئات الحمضيّة، زاخرةٌ بالأخطاء من حيث الأماكن التي ترتبط فيها الأحماض بترتيبٍ مغلوطة، أو حيث يكون ثمة شيءٌ مفقود. يحدث هذا أحياناً في أثناء بناء نسخة جديدة، إذ إنّ الـ DNA جيد في نسخ نفسه، لكن قد لا يكون هذا النسخ كاملاً دائماً. أحياناً تُسبب الأشعة بعض الطفرات، وأياً يكن السبب، ستكون النتيجة كارثية في بعض الأحيان فقط، وفي معظم الأحيان، يعيش الكائن الحيّ من دون أي مشكلة. انتقلت هذه الطفرات عبر الأجيال ووفرت خصائص موروثية، ويمكن للعلماء أن يستخدموا هذه الطفرات الجينية لاستنتاج العلاقات الأسرية بين مجموعة من الكائنات الحيّة، تماماً كما يستخدمون خصائص وصفات جسديّة محددة - كالأنف المنقاري - لمعرفة من تزوج مع من. إذا كان لاثنين منها الطفرة نفسها في جيناتها الأساسية، فسيكون لهما السلف نفسه، وبالمقارنة بين جميع هذه الطفرات المتعددة، سنكون قادرين على وضع الكائنات الحيّة على شجرةٍ للتطور.

تمكن جان ميشيل كلافيري، وهو باحث آخر من باحثي مرسليليا، من مقارنة طفرات فيروس ميمي مع الطفرات المعروفة في بقية العالم الحي، وإيجاد مكانه على الشجرة، لأنّ الفيروس لديه سبعة من هذه الجينات المشتركة، وقد شكّل اكتشافه هذا صدمة في علم الأحياء.

أظهرت الورقة البحثية التي نشرها الفريق في صحيفة "العلوم" أو "Science" عام ٢٠٠٣، أنّ تحليل بروتينات الفيروس العملاق وضع فيروس ميمي في موقع "الغصن العميق أو الأصل" في شجرة تصنيف الفيروسات (NCLDV)^(١)، وتركه في هذا المكان. بعد ذلك بأقل من عامين، نشر الفريق متابعةً لورقتهم السابقة، مرّةً أخرى في صحيفة "العلوم"، وهذه المرّة قدّموها بثقةٍ وقوّة، فقد كانت ورقتهم البحثية التي نُشرت عام ٢٠٠٣ تتألّف من صفحةٍ واحدةٍ فقط، في حين تألّفت الورقة البحثية التي نُشرت في شهر تشرين الثاني عام ٢٠٠٤ من سبع صفحات، وأثبت أنّ فيروس ميمي هو منجم من الذهب. كتب الباحثون أنّ تعقيد جينات فيروس ميمي يعني أنّه "سيغيّر نظرتنا إلى الفيروسات بشكلٍ كبير"، ودعموا جدالهم بالإشارة إلى الورقة البحثية التي نُشرت عام ١٩٩٨، التي اقترحت صفّاً من فيروسات الـ DNA يمكن أن تكون قد ظهرت قبل أن تنقسم مجالات الحياة الثلاثة المعروفة، وقالوا إنّه ينبغي إعادة رسم شجرة الحياة.

(١) تصنيف فيروسات الحمض النووي كبيرة الحجم (NCLDV): هو ترتيب للفيروسات العملاقة، وهناك تسع أسر من فيروسات DNA الحمض النووي كبيرة الحجم التي تتشاطر جميع الخصائص الجينومية والهيكليّة؛ ومع ذلك من غير المؤكد ما إذا كانت أوجه التشابه بين مختلف أفراد هذه المجموعات لها سلف فيروسي مشترك، أو لا. المترجمة.

وفقاً لكلافري، فإن فيروس ميمي يشغل فرعاً جديداً تماماً في شجرة الحياة، في الأسفل قرب جذع الشجرة. إذ تفترض طفراته أنه قد تطوّر قبل حقيقيات النوى وخلاياها المهيكلة المعقدة، أي قبل الأشياء نفسها التي يصيبها الآن بالعدوى. الأمر الأكثر إثارة للجدل من هذا كله هو أن فيروس ميمي قد يكون مسؤولاً مباشرةً عن تطور الخلايا المنظمة والمرتبة جيداً، التي تجعلك وفق ما أنت عليه.

من الناحية البيولوجية، نحن - الكائنات الحية حقيقية النوى - مؤثرون جداً، فخلايانا لها بنية معقدة، وفي مكانٍ ما من الخط التطوري تتحوّل فوضى الخلية البدائية إلى شيءٍ آخر له جزيئات مرتبة، ونواة تحافظ على جميع معلوماتنا الجينية في حقيبة واحدة مرتبة. المشكلة أن لا أحد يعرف كيف تزود الخلية نفسها بالاختراع الخارق المذهل الذي هو النواة.

كان فرانز باور، وهو رسّام بيولوجي مشهور (كان يُعرف رسمياً باسم "الرسام النباتي لجلالته")، أوّل من وصف النوى في عام ١٨٠٢، لكن في عام ١٨٣١، أعطاها روبرت براون، الاسكتلندي الذي كان أوّل من راقب الحركة البراونية^(١)، الاسم الذي علق بها. منذ ذلك الوقت، قدّر علماء

(١) ينسب اكتشاف الحركة البراونية إلى عالم النباتات الاسكتلندي روبرت براون، عام ١٨٢٧، في إثر دراسته لجزيئات رحيق الأزهار. فقد لاحظ لما وضع هذه الجزيئات في الماء لملاحظتها عن طريق المجهر، أنها في حركة عشوائية متواصلة.. فتساءل عن سبب هذه الحركة.. وللتأكد من هذه الفرضية كرر براون التجربة نفسها، مستخدماً هذه المرة جزيئات معدنية ميكرونية، ومن جديد، شاهد حركة شديدة التشابه مع ملاحظاته السابقة.. وقد أثبتت هذه التجارب أن الحركة البراونية غير ناتجة عن قوة حيوية. المترجمة.

الأحياء كم هي مذهلة هذه النوى، وعلموا أنّ تعقيد بنيتها وهيكلها مرتبطان فقط بالمهام المعقدة التي تنفذها، إذ إنّ طريقتها في استنساخ الـ DNA، الذي يخلق الحياة الخلوية ببراعةٍ وسهولةٍ، هي موضع حسد جميع خبراء البيولوجيا الصناعية.

بالفعل كان لدى علماء الأحياء القليل من الأفكار عن الطريقة التي يمكن أن ينشأ منها، ويتطوّر بها هذا الشيء الجميل. أحد الاحتمالات الممكنة هي أنّ الاندماج بين البكتيريا والعتائق (البكتيريا القديمة) يمكن أن يؤدي إلى تشكيل النواة، إذ توفر العتائق المحبوسة داخل البكتيريا الظروف الملائمة لهذا الاندماج. إنّ هذا جميل، باستثناء أنّ لدينا أيضاً دليلاً على أنّ الخلايا التي لها شيء يشبه النوى قد تطوّرت ونشأت قبل البكتيريا والعتائق.

ثمة خيارات أخرى عدّة، يجتمع علماء الأحياء ويناقشونها باستمرار، إذ لا يبدو أنّهم قادرين على تحديد أي واحدٍ منها هو الصحيح. أحد الأشياء القليلة التي يمكنهم أن يقرروا بشأنها، هي الفكرة بعيدة المنال، وضعيفة الاحتمال بين كل الخيارات، التي يُسمح بها في الاجتماع فقط إذا سبقت الحديث عنها عبارة: إنّها مثيرة للجدل. أي فكرة هذه؟ إنّها فكرة الفيروس طبعاً.

يُدعى بطل فكرة الفيروس كأساسٍ في تشكيل النوى فيليب بيل، وهو عالم أحياء دقيقة من سيدني، توصل في عام ٢٠٠١، إلى نظريةٍ أو فرضيةٍ مذهلة. ماذا لو أنّ الفيروس أصاب إحدى الخلايا بدائية النوى غير المرتبة، وقام بشيءٍ غير متوقّع؟ ماذا لو أخذ الفيروس زمام الأمور فعلاً، بدلاً من استخدام الآلية الجزيئية للخلية في استنساخ نفسها واستمرارها فقط؟ محور الشر الجديد هذا، وهو شيءٌ في مكانٍ ما بين البكتيريا والفيروس، ستكون له

قدرات لا شيء يشبهها، وسيكون له لذلك، في المصطلح التطوري، مستقبل واعد. أي سيكون قادراً على ابتلاع الكائنات الحيّة الأخرى التي عليها أن تتعامل مع المواد الكيميائية البسيطة على أتمها غذاء، وحينما تبتلعها، فستأخذ الأجهزة الفيروسيّة منها ما تحتاجه تماماً.

يعتقد بيل أنّ ثمة دليلاً غير مباشرٍ على أنّ الفيروس - ولا سيما فيروس الـ DNA، يمكن أن يكون النواة الأولى، فكلاهما يُغلف الـ DNA بغلافٍ بروتينيّ. في بعض الكائنات الحيّة البسيطة نسبياً، مثل الطحلب الأحمر، يمكن للنوى أن تنتقل بين الخلايا بطريقة تشبه العدوى الفيروسيّة، بحيث يُغلف الـ DNA في كروموزومات خطيّة، في حين الميكروموزومات البكتيريّة دائريّة. خيوط الـ DNA الفيروسيّة لها صيغ بدائيّة من الكروموزومات، وهي مناطق عازلة وقائيّة في نهاية الكروموزومات، وموجودة في كرومات حقيقيات النوى. (يُعتقد أنّ خسارتها مرتبطة بالتقدم في العمر الذي يُشكّل رابطاً بين الفيروسات والطفرة، أو الحالة الشاذة المعروفة باسم الموت، التي سنكتشفها في الفصل التالي).

هناك المزيد من الأشياء المشابهة، لكن لا أحد منها يُعدُّ دليلاً قاطعاً أو دامغاً، لكن، على الرغم من ذلك، قال بيل مراراً وتكراراً إنّ فيروس الـ DNA الذي يُصيب العتائق البدائيّة يمكن أن يقود إلى شيء يشبه نواة حقيقيّة النوى. غير أنّ العيب الوحيد الذي كان دائماً مثيراً للجدل هو أنّ الفيروسات ضئيلة جداً، وصغيرة جداً، وغير معقدة جينياً، ونحن نعرف أنّ نواة الخليّة معقدة ومذهلة - فكيف يمكن للفيروس أن يُنتج شيئاً كهذا؟

بحث بيل عن فيروسٍ يرقى إلى تنفيذ مهمة أن يُصبح نواة لمدة عشر سنوات، واعتقد أنه قد وجده باكتشافه لفيروس ميمي. يقول بيل إنَّ فيروس ميمي هو الرابط المفقود، لكنَّ هذه لا تزال وجهة نظر جدليّة جداً، لأنَّ الفيروسات لم تكن موجودة في التفكير التطوري السائد، ولم تُحسب كائنات حيّة قط، فكيف لهم أن يعدّوها جزءاً من قصّة الحياة؟ بعد كل هذا، تحتاج الفيروسات إلى مُضيف لها، وإلى شيءٍ يحملها، فهي مجرد مستنسخات، أي أمّها أكياس كيميائيّة هدفها الوحيد هو أن تنسخ نفسها. وهكذا استمرّ النقاش. حتى الآن، بالنسبة إلى معظم علماء الأحياء، يبقى فيروس ميمي حالة شاذة وطفرة مثيرة للاهتمام، ولا شيء أكثر.

على الرغم من هذا، يُصرُّ بعض علماء الأحياء على زملائهم لإنكار هذا الأمر. فمثلاً، يرى لويس فياريال، وهو رئيس جامعة كاليفورنيا، مركز إرفين للبحث الفيروسي، أنَّ الفيروسات هي "المصدر القائد للإبداعات الجينيّة الوراثيّة في العالم"، ويعتقد أنّها قد تكون جذر الحياة على الأرض. كما يُشير إلى أنَّ كثيراً من الجينات البشريّة هي جينات فيروسيّة في الأصل، لذلك ليس من الصعب أن نتخيّل أنَّ LUCA، السلف المشترك الكوني الأخير، كان نوعاً من الفيروسات.

أفاد اكتشاف الفيروس ميمي، مع كل خصائصه غير المتوقعة وغير الفيروسيّة، فقط في تدعيم وتوطيد وجهة نظر فياريال فقط، ونحن بدأنا من الصفر مجدداً، إذ ربما يوجد كثير جداً من الفيروسات العملاقة الضخمة حولنا. في السنوات القليلة الماضية، عاد كريج فنتر، وهو مخترع الجينوم البشري، إلى جذور وأصل الحياة، مبحراً في محيط الأرض، وقد أخذ عيناتٍ

من الماء كل ٢٠٠ ميل، وتعقب بعدها الـ DNA في الدلو. الإبحار حول العالم في قاربٍ مساحته مئة قدم يُدعى "الساحر ٢" أو "Sorcerer II" هي طريقة وحشيّة وبريّة للبحث عن الأحياء، وقد نتجت عنها نتائج مذهلة ومناسبة. ففي بحر سارجاسو في برمودا، وجد فريق فنتر أكثر من ثمانية عشر ألف نوع من الفصائل الجديدة، وأكثر من ١.٢ مليون جين جديد. حتى الآن، أعطتنا الرحلة زيادة عشرة أضعاف في عدد الجينات المعروفة، وكلُّ دلو من ماء البحر - إذا كان بإمكانك أن تسمي وعاءً سعته ٢٠٠ ألف لتر بالدلو - يحتوي على ملايين الفيروسات التي لم يرها الإنسان من قبل.

كما أشرنا سابقاً، تذهب أهميّة السيطرة على الفيروسات ومعالجتها، بدلاً من تجاهلها، إلى أبعد من الفهم الجامد لشجرة الحياة. فقد تحمل الفيروسات بالعموم، وفيروس ميمي خاصّة، المفتاح إلى حياةٍ أطول، المفتاح الذي يبدو أنّه متجذر في قدرتها على إصابة جهاز الخلية والسيطرة عليه.

بعد أن جرى تحديد وتعريف فيروس ميمي في مختبر مرسليليا أوّل مرّة، أجرى الباحثون اختباراتٍ عديدةً لتحديد نوع الكائنات الحيّة التي سيُصيبها بالعدوى. استبعدوا البشر منها، لكن اتضح أنّ هذا الأمر كان خطأً. في الحقيقة، من المحتمل أنّ العديد منّا لديه أجسام مضادّة لفيروس ميمي في أجهزته المناعيّة. إذ، لما فحص فريق البحث في كندا مئات عدّة من مرضى الالتهاب الرئوي، وجدوا أنّ نحو ١٠% منهم كانت لديهم أجسام مضادّة للفيروسات، وفيروس ميمي - أو شيء ما يشبهه - اعتاد حتماً أن يصيب الإنسان بالعدوى. لقد عرفنا سابقاً أنّ العديد من إصابات البشر بمرض الالتهاب الرئوي يعود إلى جراثيم دقيقة غير معروفة أو مجهولة،

وأظهرت دراسة في فرنسا أنّ حقن الفئران بفيروس ميمي ينتج عنه شيء يشبه الالتهاب الرئوي، وجاء الجواب النهائي عندما أُصيب أحد فنيي مختبر مرسيليا بنوبةٍ عاديّةٍ جداً من الالتهاب الرئوي في كانون الأوّل عام ٢٠٠٤، وبعد خضوعه إلى فحص دم قياسي، ظهر بأنّه قد أُصيب بفيروس ميمي. حالياً يعمل مختبر مرسيليا على مستوى عالٍ من إجراءات السلامة، وهو معروف رسمياً باسم الأمن الحيوي المستوى ٢.

يُنظر عالمياً إلى العدوى أو الإصابة بالفيروسات بأنّها مشكلة، وعلى الرغم من ذلك، توجد حالات من المحتمل أن تكون فيها هذه العدوى منقذةً للحياة. في عام ١٩٨٨، أعلن باتريك لي، ومن بعده بروفيسور في الكليّة الطبيّة في جامعة كالغاري، في صحيفة "العلوم" أنّ الفيروس غير الضار نسبياً بالنسبة للبشر يمكنه أن يقتل خلايا السرطان. وهو يدعى الفيروس العكسي، ويبدو أنّه يستهدف الخلايا التي تُظهر تشوهات الجين المنظم لنمو الخلايا الذي يُدعى "راس" أو "Ras". طالما أنّ معظم خلايا السرطان تملك جينات "راس" المشوّهة، فتبدو العدوى الفيروسيّة آليّةً معقولةً ومقبولةً لمحاربة السرطان دون تدمير الخلايا الطبيعيّة السليمة.

يتم حالياً اختبار الفيروس العكسي في تجارب طبيّة، وقائمة الخلايا السرطانيّة التي ستقتلها هائلة ومذهلة، منها سرطان الثدي، والبروستات، والقولون، والمبيض، والدماغ، وسرطان الغدد الليمفاويّة وسرطان الجلد - لكن قدرتها لم تُثبت تماماً، لذلك على لي وزملائه أن يعملوا بجهدٍ ليحددوا تماماً العمليّات الحيويّة المشاركة في الفعل وردّ الفعل الفيروسي. الأمر الممتع هو أنّ الصراع مع السرطان، هو محاولة لفهم المشكلات نفسها، وأصبح

الآن مرتبطاً بشدة مع الصراع ضدّ الشيوخوخة - وتلك بدورها تجعلنا نعيد تقييم فهمنا تماماً لطريقة عمل حقيقيات النوى. بدائيات النوى لا تشيخ، لذلك يعود الباحثون الآن إلى دراسة الاختلافات التفصيلية بين حقيقيات النوى وبدائيات النوى- وهذا يعني العودة إلى الوقت الذي بدأت فيه شجرة الحياة تتفرّغ. طالما أنّ فيروسات مثل ميمي مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بنقاشات هذا العصر، فمن المحتمل أن يكون لفيروس ميمي أهمية أكبر مما قد يتخيّله أي شخص. أصل الشيوخوخة والموت مرتبط بظهور حقيقيات النوى، وكذلك فيروس ميمي - ولا سيما إذا كان حقاً، كما يعتقد عدد متزايد من الباحثين الآن، أصل نواة الخلية، التي هي السمة المحددة للخلايا حقيقية النوى. إذا كان ثمة احتمال أنّ تؤثر الفيروسات انتقائياً، وتقتل الخلايا السرطانية، كما تُظهر اكتشافات باترك لي الأولية، فربما يكون هذا لأنها تعود إلى زمنٍ سبق ظهور الكائنات الحيّة التي تنحرف أليتها الخلوية وتسبب لها التقدم في العمر والموت، فإنّ هذا تكهنٌ وتوقعٌ ممتعان. في أي حال، كما سنرى في الفصل القادم، الدور المحتمل للفيروس العملاق هو مجرد دور صغير في الظاهرة الغريبة أو الحالة الشاذة التي نسمّيها الموت.

الموت

مشكلة التطور مع التدمير الذاتي

في صيف عام ١٩٦٥، التقط باحثٌ شابٌ من جامعة جورجيا سلحفاةً من مستنقع ميشيغان، كانت هذه السلحفاة ذكر سلحفاةٍ بالغاً من نوع بلاندينغ، عمره لا يقل عن خمسة وعشرين عاماً. بعد ملاحظة خصائصه وصفاته، أعاده الشاب إلى المستنقع، وبعد ثلاثين عاماً، وفي عام ١٩٩٨، التقط جي. وايت فيلد غيونز تلك السلحفاة مرةً أخرى، وكانت بصحةٍ جيدةٍ تماماً.

سلاحف بلاندينغ هي لغزٌ حيويٌّ، فقد وصل عمر أقدم نوع معروف منها إلى السبعين في ثمانينيات القرن العشرين - وهي أنثى لا تزال تضع البيوض. من المحتمل لو أن عمودها الفقري لم يتهشم بسبب مرور شاحنةٍ فوقها، كانت لا تزال تضع البيوض حتى الآن. سلاحف بلاندينغ لا تشيخ ولا تهرم، وهي لا تُبدي أي قابليةٍ للتأثر بالأمراض في حياتها، وتصبح أكثر غموضاً مع التقدم في العمر، حيث تضع الإناث بيوضاً أكثر في كل عام تتقدم فيه في العمر.

الشيخوخة، وهي التقدم في العمر الذي يؤدي في النهاية إلى الموت، هي صفةٌ عامةٌ في مملكة الحيوان، وطبقاً للنظرية القياسية، فإن كل شيءٍ

يتقدّم في العمر، يتلاشى ويموت. هذه النظرية جيّدة، لكن، في ضوء هذا الدليل، فالسلاحفة لا تتناسب معها - وتفشل في أن تنسجم معها بطريقةٍ محيِّرةٍ. السلاحف هي نوعٌ من الفقاريات لذلك فهي قريبة جداً من الناحية التطورية، لذلك إذا تعطلتْ آلتنا الجزيئية مع مرور الزمن، ينبغي أن تتعطل لديها أيضاً، لكن هذا لا يحدث. وعليه، وطبقاً لكاليب فينش، وهو بروفيسور في جامعة جنوب كاليفورنيا، فإنّ السلاحف تشكّل حتماً تحدياً قاسياً لفكرة شيخوختنا الحتمية.

السلاحف ليست هي الوحيدة، إذ توجد بين الفقاريات أنواع عدّة من السمك، والبرمائيات، والزواحف التي لا تشيخ. اكتشاف السبب وراء عدم تعرضها للشيخوخة - وتعرضنا نحن لها - سيكون له فوائد واضحة وسريعة ومباشرة. إلا أنها قصّةٌ أعقد بكثير مما يمكن لأي شخصٍ أن يتخيله، فعلياً ليست سلاحف بلاندينغ هي الغامضة، لكن موتها بحدّ ذاته هو الحالة الشاذة التالية، أو الظاهرة الغريبة التالية.

لماذا تموت الكائنات الحيّة؟ طبعاً، الكائنات تقتل بعضها بعضاً - هذا جزء من الترتيب الطبيعي. إنما، ما الذي يُسبب الموت "الطبيعي"؟ إنّ السؤال الذي يقسم علماء الأحياء. أصبح هذا السؤال مثل لعبة البينغ بونغ، تتقدّم النظريات وتراجع عندما يظهر دليلٌ جديدٌ على مرّ السنين. أحياناً، يخطو أحدهم خطوةً ما، ويُفسد اللعبة بالإشارة إلى أنّ أيّاً من هذه النظريات لا تناسب جميع الأدلة المتوافرة، وتالياً، فنحن لا نزال من دون رابعٍ في هذه اللعبة.

أحد الأجوبة مثلاً هو أنّ الموت ببساطة ضروري لتجنب الازدحام، فالكائنات إذا لم تشخ وتمت، فسيبدأ الغلاف الجوي بالانفجار في طبقاته،

حتى إذا كان كل واحد من الأجيال اللاحقة أقوى وأكثر ملائمة للعيش فيه، فإنّ البقاء في قيد الحياة سيصبح أفسى طالما أنّ المزيد والمزيد من الكائنات الحيّة ستتنافس على موارد الغذاء المحدودة. الحل الأفضل، عندها، بالنسبة إلى الفرد هو أن يُضحى بنفسه من أجل النوع. قطعة صغيرة من البرمجة الجينيّة ستولّد الجيل القادم، بعدها تُحرّض على التدمير الذاتي - أو على الأقل توقف عمليّة الإصلاح، وهذا يسمح للانحلال والتآكل بأن يحدثا ويؤثرا فيها. إنّ هذا حتماً خياراً منطقيّاً وممكنٌ، أليس كذلك؟

كان أوغست ويسمان، وهو عالم أحياء ألماني الجنسية من القرن التاسع عشر، يعتقد ذلك، إذ افترض أنّ خلايا الجسم يمكن تصنيفها إلى، إمّا "خلايا جنسية"، وإما "خلايا جسمية". الخلايا الجنسية تحمل المعلومات الوراثيّة، ويجب الحفاظ على سلامتها مهما كلف الأمر، في حين تقوم الخلايا الجسمية بباقي وظائف الجسم، وهي "لا تتجدد" عندما يحدث التكاثر، فيفقد الجسم خلاياه إذا بذل كثيراً من الجهد في إصلاح الخراب الذي ألحقه الزمن به، الذي لا مفرّ منه.

يبدو هذا جذاباً، لكنه غير مناسب، بحيث يُفترض في التطور أن ينتقي جينات تفيد الأفراد وسلالتها، لا تفيد المجموعات والنوع ككل. إذا نجح انتقاء المجموعات، فإنّ التطور لن ينجح، وفي الدحض الشهير لانتقاء المجموعة أو انتخاب المجموعة، رفض عالم التطور في جامعة أوكسفورد ريتشارد داويكنز هذا الانتقاء كأى "انحرافٍ عشوائيّ محض".

في عام ١٩٥٢، اقترب عالم الأحياء البريطاني بيتر مدور من المشكلة، وافترض ببصيرة نافذة، آليّة تعطي انتقاءً جينياً للشيوخوخة، وقال مدور إنّ

قوة الانتقاء الطبيعي تضعف كلما تقدّم الكائن في العمر، لذلك الصفة التي تعطي مزية قبل أن يصل الكائن الحيّ إلى مرحلة البلوغ (ويدخل في مرحلة الإنجاب) سيتمّ انتقاؤها، أمّا السمة التي تظهر مزيتها فقط بعد أن ينهي الكائن حياته الإنجابيّة فلن تظهر، والعكس صحيح. الجين الذي يصيب بالإعاقة قبل أن تصل إلى مرحلة البلوغ سيتمّ انتقاؤه (سلبياً)، وسيقل فرص توريث الكائنات الحيّة لجيناتها، أي سيكون الجين الذي سيصيب الكائنات الحيّة بالإعاقة فيما بعد في الحياة، سيكون قادراً على البقاء في قيد الحياة في الجيل القادم على الأقل، إذا لم يتمّ انتقاؤه بالتحديد. قال مدور "إنّ هذا هو مصدر الشيخوخة"، فالأمر لا يتعلق بالخراب الذي يحدث مع مرور الزمن، الذي لا مفرّ منه، بل بحقيقة أنّ الطفرات الإشكاليّة الحديثة ستنتقل إلى الجيل القادم كالجينات الآلية الخلويّة التي تتعطل في آخر الحياة، وهكذا تتجمع وتتراكم في جينوم الكائن الحيّ. ولدى البشر، يشكل مرض الزهايمر وداء هانتغتون^(١) مثالين على هذه العمليّة.

في عام ١٩٥٧، توسّع جورج ويليامز في فكرة مدور، مقدّمًا فكرة تعدد النمط الظاهري العدائي. ويحدث تعدد النمط الظاهري عندما يؤثر مورث وحيد في أكثر من خاصيّة في الكائن الحيّ، ويحدث تعدد النمط الظاهري العدائي عندما يكون ذلك التأثير مفيداً لخاصيّة، ومضراً بخاصيّة أخرى. تأثير مدور يمكن الحصول عليه من خلال مورث واحد يمنح مزية

(١) داء هنتغتون هو مرض عقلي وراثي بسبب موت خلايا في المخ، وهو مرض تنكسي مترقّ يُسبب تلف خلايا عصبية معينة في الدماغ، ونتيجة لذلك تظهر حركات لا إرادية، واضطرابات عاطفية، وتدهور في الحالة العقلية للمريض. المترجمة.

ما - مزية تتعلق بالتكاثر خصوصاً - في الصَّغر، في حين ينشأ عنه ضرر ما في المراحل المتأخرة من الحياة، وسرعان ما أصبحت هذه الفكرة أساساً لنظرية الشيخوخة.

بعد ذلك، وفي عام ١٩٧٧، جاء دور توم كير كوود؛ لم يكن كير كوود، وهو عالم رياضيات بريطاني، مدركاً لفكرة وايسمان حول الخلايا الجسمية التي لا تتجدد، وذلك عندما كان جالساً في الحمام يتأمل في مسألة الشيخوخة (ربما ليست الصورة التي يريد المرء أن يطيل الحديث عنها). كانت فكرته، مثل فكرة وايسمان، وهي أنّ الشيخوخة تعود إلى الفشل في إصلاح الخلايا الجسمية في الجسم. تمحورت رؤية كير كوود في أنّ تلك المحاولات الفاشلة قد جاءت من الخاصيّات المتطورة التي فضّلت الاستثمار في التكاثر. هذا يظهر في العمل الذي تقوم به الآلية الخلوية، أو عدمه مثل مورثات إصلاح الـ DNA، والأنزيمات المضادة للأكسدة في الخلايا الجسمية.

يُشير كير كوود إلى أنّ فكرته "مثيرّة للجدل كثيراً"، وذلك لأنّ الرأى السائد في ذلك الوقت كان أنّ الشيخوخة عملية مبرمجة، ويعود الفضل في هذا إلى مدور وويليامز. على مرّ السنين، ظهرت أدلة داعمة لفكرة كير كوود التي تقول إنّ سبب الشيخوخة يعود إلى بناء ثابت وبطيء للعيوب في خلايانا وأعضائنا. سقطت فكرة الموت المبرمج تدريجياً ولم تعد مستساغة، إلى درجة أنّه لما انضمّ توماس جونسون، وديفيد فريدمان إلى لعبة البينج بونغ بإعلانها أنّها اكتشفاً دليلاً على البرنامج الجيني الوراثي للشيخوخة في عام ١٩٨٨، اتهمها بعض زملائهما بأنّها قد اختلقت هذه الفكرة السخيفة بأكملها.

كان الاثنان يعملان في جامعة كاليفورنيا، إرفين، في ذلك الوقت، وأظهرت ورقتهما البحثية التي نُشرت في صحيفة "الجينات" أو "Genetics"، أنّ تغيير مورث واحد يمكن أن ينتج عنه ديدان خيطية تعيش أمدّ من الديدان العادية بنسبة ٦٥%. وذهبت ورقة فريدمان وجونسون ضدّ النظرة السائدة في ذلك الوقت، التي تقول إنّ الشيوخوخة هي نتيجة الطفرات المتراكمة في الجينوم. إنّما تجاهل الجميع تقريباً هذه الورقة، باستثناء بعض الزملاء القناصين حتى جاءت سينثيا كينيون التي فجرت الموقف، وأثبتت صحة ما قاله جونسون وفريدمان.

اقتربت كينيون من المنزلة الشهيرة بوصفها عالمة، فهي عالمة أحياء الجزئيات في جامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو، ومؤسسة ومديرة شركة Elixir أو إكسير للمستحضرات الصيدلانية، وهي شركة تهتم "بإطالة مدّة حياة البشر، وتحسين نوعيتها". قد تكون أهم خطوة قامت بها هي إخضاع نفسها إلى نظام غذائيّ قاسٍ، جاء نتيجةً لبحثها، فامتنعت عن تناول الكربوهيدرات كالبطاطا والباستا، في اليوم الذي اكتشفت فيه أنّ الديدان التي كانت تدرسها تعيش مدّة أطول عندما لا يُضاف السكر إلى غذائها.

لم يكن اكتشاف كينيون الأولي عن تقييد السعرات الحرارية، فقد اكتشفت مورثاً آخر يزيد من دورة حياة الدودة الخيطية - وهذه المرّة الزيادة كانت بنسبة ١٠٠%، وكان ذلك في ٢ كانون الأوّل عام ١٩٩٣، وذكرت مقالة في صحيفة "الطبيعة" أنّ ديدان الربياء الرشيقّة^(١) التي تعيش طبيعياً

(١) الربياء الرشيقّة: هي أحد أنواع الديدان الأسطوانية الشفافة، يبلغ طولها نحو ١ مم، وتعيش في بيئة التربة الرطبة. معيشة حرة أي أنّها لا تتطفل على الكائنات الحية، ويبلغ عدد جيناتها نحو ١٩٠٠٠ جين تقريباً. المترجمة.

لأسبوعين أو ثلاثة أسابيع، يمكن أن تعيش لسته أسابيع. يبدو أنّ الديدان التي عاشت ضعفي الفترة التي تعيشها عادةً أخلّت في التوازن، وبدأ الناس يناقشون احتمال وجود تحوّل جينيّ في الشيخوخة - وفيما إذا كان بإمكاننا إيقاف هذا التحوّل أو لا.

منذ اكتشاف كينيون، حدد الباحثون بعض الأشياء التي قد ينتج عنها هذا الاختلاف. فالتعديل الجيني في الديدان ينجم عنه سلسلة متعاقبة من الإشارات الجزيئية التي تنصّرف على نحو مغلوط، وتلك الإشارات مشابهة للإشارات التي يحفّزها هرمون الأنسولين في الإنسان. إنها من الصعب إجراء التجارب على البشر، حينها اكتشف الباحثون أنّ هذه الإشارات مشابهة أيضاً لسلسلة متعاقبة من الإشارات الناتجة عن هرمونات موجودة في ذبابة الفواكه التي انطلق منها كل شيء، وذبابة الفواكه لها دورة حياة سريعة، لذلك اختارها العلماء كأساس للأبحاث الجينية في أنحاء العالم. نجح بحث الشيخوخة على ذبابة الفواكه أيضاً، وأصبح بإمكاننا الآن أن نستخدم التعديل الجيني لإطالة عمرها، كما نجحت الحيلة نفسها مع الحيوانات الأكبر حجماً، وباتت لدينا سلسلة كاملة من التعديلات الجينية التي تمكّنا من التحكم بإنتاج ثدييات تعيش طويلاً - كفئران ميثوسيلاً مثلاً.

على الرغم من ذلك، لم نصل بعد إلى إطالة حياة البشر، وذلك لسبب جيّد، إذ لا يزال فهمنا لعمليات الشيخوخة بسيطاً، ولا أحد يعرف تماماً ما الذي ستكون عليه بالمفاضلة بين طول العمر والمرض. ومع هذا، حينما نرى ما يمكننا فعله مع الفئران، نتساءل ماذا يمكننا أن نفعل مع البشر. يكفي هذا لجعلك "تحسد الكائنات الحيّة"، كما قال عالم الأحياء ريتشارد ميلر من

جامعة ميشيغان. لذلك لا عجب أنّ العديد من باحثي الجينات - وأولهم كينيون - منشغلون الآن في تأسيس شركاتٍ هدفها إيجاد إكسير الحياة.

ومع ذلك، لما ظهرت تلك الشركات الناشئة، كان الجدل يتطور - ووصل إلى قلب لغز الشيخوخة، وأخيراً الموت.

في عام ٢٠٠٢، تشاور عددٌ كبيرٌ من الباحثين في الشيخوخة، وأصدروا "بياناً يُعبّر عن موقفهم". كان يرأس المجموعة ليونارد هايفليك، وهو أحد الشيوخ العملاقة في علم الشيخوخة، ووقع على البيان واحد وخمسون عالماً. كان البيان معداً لعامة الناس، فقد حذر من الادّعاءات التي شوّهت وأساءت إلى علم الشيخوخة، وعدّ البيان أولئك الذين تمّ إغراؤهم بعود الشباب الدائم الأبدي "ضحايا"، إذ قال: "لا توجد تعليقات جينية مطلوبة لتشيوخ الحيوانات، والبقاء في قيد الحياة بعد سنوات الإنجاب والتكاثر يدفع السلالة في بعض الحالات إلى الاستقلال، وهذا أمرٌ غير مرغوبٍ فيه في التطور... عمليات الشيخوخة غير مبرجة جينياً." في عام ٢٠٠٤، وفي صحيفة "علم الشيخوخة" أو "Gerontology"، افتتح هايفليك مقالته بعبارةٍ فظة: "لن يكون ثمة اختراعٌ يُبطئ، أو يوقف، أو يمنع، أو يعكس أو يقلب عمليّة الشيخوخة لدى البشر."

وهذا يناقض كل ما كان يقوله باحثو الديدان الخيطية، وذبابة الفواكه، وفأر ميثوسيللا. كيف لهايفليك أن يعتقد أنّك لا تستطيع أن توقف التقدّم في العمر والشيخوخة، في ضوء الدليل الذي نشره؟ الجواب يكمن في اكتشاف هايفليك الأكثر شهرةً وهو: الشيخوخة التكرارية أو المتكررة.

في تشرين الأوّل عام ١٩٥١، ظهر عالم الأحياء والباحث جورج جي عبر التلفاز الوطني في الولايات المتحدة، وأعلن أنّ عصرًا جديدًا من الأبحاث الطبيّة قد بدأ. كان هو وزوجته، مارغريت، يعملان في جامعة جونز هوبكنز، حيث كان جورج مدير بحث زراعة الأنسجة. أمضى الزوجان العقدين السابقين يبحثان عن خلية بشريّة تعيش إلى الأبد في شروط المختبر، التي ستكون أفضل أداة يمكن من خلالها إيجاد علاج لمرض السرطان. وجد الزوجان ما كانا يبحثان عنه عندما أصيبت امرأة تدعى هنريتا لاكس، وهي تبلغ من العمر واحدًا وثلاثين عامًا، أصيبت بسرطان عنق الرحم، فأخذوا خزعة منها، ثمّ واجه جورج جي الكاميرات، وأمسك قارورة تحوي خلايا مزروعة مأخوذة من الخلايا السرطانيّة لهنريتا لاكس - وهي من أنشط الخلايا التي رآها العلماء، وأسرعها نموًا. قال جي: "من المحتمل أننا سنكون قادرين على تعلّم طريقة تمكّننا من التخلص من السرطان نهائيًا من خلال دراسة تأسيسيّة كهذه."

توفيت هنريتا لاكس بمرض السرطان في اليوم الذي ظهر فيه جي عبر التلفاز، لكنّ، ما بدا فجأة، أنّ السرطان كان كالملاكم المتكئ على الحبال، والخلايا الهائلة تحوّلت إلى إنهاء القتال. أصبح ميراث لاكس، وهو صفٌّ من الخلايا المزروعة من السرطان الذي كانت مصابةً به، أساساً لعلم الأحياء، وكان لخلاياها دور أساس في تطوير لقاح شلل الأطفال، ووُضعت في مواقع اختبار القنابل الذريّة، حتى إنّها طارت على متن مركبة فضائيّة. استمرّ استخدام هذه الخلايا في مختبرات علم الأحياء في كل أنحاء العالم، وربما أعظم إنجازاتها لم يأت بعد. في الخمسين عامًا أو أكثر التي مرّت

على وفاة هنريتا، اكتشف الباحثون صلاتٍ عدّة بين الأبدية الخلوية والشيخوخة، وتشكّل الأورام، وجاء الاكتشاف الذي يُعدُّ الأهم ربما من مختبر ليونارد هايفليك.

في بداية ستينيات القرن العشرين، كان هايفليك يعمل على فهم آليات السرطان، عندما تعرّث مصادفةً بحقيقة أنّ الخلايا العادية الطبيعية لا يمكن أن تُعاد زراعتها أكثر من خمسين مرّة تقريباً، في الزراعة، يتضاعف عدد الخلايا لمدة عشرة أشهر، ثمّ تموت فجأةً. أمرٌ مفاجئٌ لكنه مثيرٌ للاهتمام، كرّر هايفليك ومساعدته بول مورهد العملية بنجاح، وأرسل بعدها بعض العينات إلى زملائه المشككين، وأخبرهم متى ستموت هذه التجمعات من الخلايا. ذكر هايفليك لاحقاً: "قوبلتُ تنبؤاتنا بالشكّ والإنكار وعدم التصديق، ولكن عندما رنّ الهاتف بالأخبار الجيدة التي تقول إنّ التجمعات المزروعة قد ماتت في الوقت المتوقع، قررنا أن ننشرها."

تُعرف الظاهرة التي راقبها هايفليك باسم الشيخوخة المتكررة. الأمر المثير حقاً بشأن هذه العملية هو أنّها كانت موجودة قبل أكثر من مليار سنة من التطور، وتعمل في الخميرة بالطريقة نفسها تماماً التي تعمل فيها في بعض الخلايا البشريّة. أزل بعض خلاياك الليفية، التي تساعد في خلق الأساس الذي تنمو عليه الأنسجة الجديدة، ويمكنك زراعتها في طبق بيتري، ستجد فجأةً أنّها قد توقفت تماماً عن الانقسام، وماتت.

لماذا ينبغي أن يحدث هذا؟ يبدو أنّ الأمر مرتبطٌ بتخريب الـ DNA المغلّف داخل كروموزومات نوى الخلايا. آليّة العد، ودقائق ساعة الشيخوخة

في خلايانا، هي القسيم الطرفي أو التيلومير^(١)، وهو سلسلة من تعاقبات الـ DNA المكررة التي تغطي نهاية الكروموزوم. القسيم الطرفي يمنع الكروموزومات من الالتصاق ببعضها بعضاً، لكن حيناً تنقسم الخلايا، لا يتم إنتاجه بشكلٍ كاملٍ، ويصبح أقصر حين كل انقسام، وأخيراً، تموت الخلايا التي ينفد القسيم الخاص بها. بالتأكيد لا أحد يعرف كيف تستمر هذه الآلية، لكنها أصبحت أساسية لمحاربة السرطان.

الأمر المثير هو أننا نعرف كيف نمنع الخلايا من الموت. تحتوي خلايا السرطان على أنزيم يُدعى تيلوميراز، الذي يعيد القسيم الطرفي إلى طوله الكامل بعد كل انقسام. هذا هو الشيء الذي يمكنها من الاستمرار في التناسخ ما يجعل الأورام تنمو بسرعةٍ كبيرةٍ جداً. يمكننا أن نتجنب قصر طول القسيم الطرفي إذا تمكنت خلايانا من إنتاج التيلوميراز، ويمكنها فعل ذلك.

في بداية عام ١٩٩٨، أعلنت مجموعة من الباحثين يترأسها أندريا بودنار من مؤسسة جيرون في مينلو بارك، كاليفورنيا، أعلنت أنّها وضعت مورثاً يمكنه أن يُنشِط أنزيم التيلوميراز في خلايا البشر الطبيعية، وعاشت هذه الخلايا ضعفي المدة التي تعيشها الخلايا غير المعدلة - ولا تزال قوية

(١) قُسيمُ الطرفيِّ أو التيلومير: هو منطقة من تسلسل نووي كثير التكرار يتوضع عند نهاية الصبغيات، وتعمل هذه المنطقة تماماً كنهاية رباط الحذاء النحاسية، أو البلاستيكية. الفائدة الرئيسة للقسيم الطرفي تظهر في أثناء عملية تضاعف الحمض النووي، ففي كل مرة يتضاعف فيها يتوقف معقد إنزيم بلمرة الحمض النووي قبل النهاية ببضع مئات من الأسس النووية، فلو كان هذا القسيم الطرفي غير موجود لحدث فقدان لمعلومات وراثية مهمة، ونتج عن ذلك خلل كبير في عمل الخلايا الحية ومنتجاتها البروتينية. المترجمة

حتى الوقت الذي نُشِرَ فيه الإعلان في صحيفة "العلوم". كانت الخلايا تبدو جيدة، وكانت لها مزايا وخصائص الخلايا الفتية، والقسيم الطرفي المفعل يعني أن هذه الخلايا قد تجنبت لعنة الشيخوخة المتكررة، وأصبحت خلايا خالدة أو أبدية، من النواحي جميعها.

المشكلة الوحيدة هي أنك لا تريد خلايا خالدة في جسمك، لأنها في الأغلب ستتمو لتصبح أوراماً. قصر طول القسيم الطرفي قد يُسرّع معدل الشيخوخة لدينا، لكن يمكنه أيضاً أن يحمينا من السرطان. إنها مفاضلة أو مقايضة بينهما، وهذا ينطبق على شكل آخر من موت الخلايا المبرمج أو "apoptosis".

يحدث موت الخلايا المبرمج حين الاستجابة إلى الإشارات الكيميائية، حيث يمكن للعدوى الفيروسية، أو الضرر الخلوي، أو التوتر أن يُحفز هذه الإشارات لدى الكائن الحي، التي تأخذ شكل هرمونات، وعوامل النمو، حتى أحادي أكسيد النيتروجين. جميعها يمكن أن تعطي أمراً للخلية بأن تموت: فتبدأ أنزيمات تُدعى الأنزيمات المحلّة للبروتين أو "caspases" بتفكيك الخلايا، أي أن الخلية تأكل نفسها فعلياً. عملية موت الخلايا المبرمج هي جزء أساس من عملية النمو - مثلاً، من دونها لن تكون ثمة أصابع في يدك منفصلة عن بعضها بعضاً، لكنها حينها تعمل بشكل مغلوط تسمح للخلايا بأن تعيش إلى الأبد، ومن ثم تلعب دوراً مهماً في ظهور السرطان.

ما نريد الوصول إليه من الصراع مع السرطان أكثر تعقيداً من مجرد إيجاد خلايا تعيش إلى الأبد، ومع ذلك، فإن هذا سرٌّ محيّرٌ. قال مؤلفون من صحيفة "الطبيعة" في دراسة عن السرطان والشيخوخة في آب عام ٢٠٠٧:

"قد يكمن السر لفهم دورة حياتنا، وإطالة مدتها في مكان ما من لعنة خلود خلايا السرطان." هذا لا يعني أنّ علينا أن نتوقف عن البحث عن العلاج، إذ يعترف المؤلفون أنّه: "حينما يصل الأمر إلى فهم أسباب مرض السرطان والشيخوخة، تبقى معظم الأسئلة الأساسية دون جواب."

إذاً، نحن أمام نظريتين قابلتين للتطبيق لكنهما متناقضتان. في المعسكر الأول، يتحكم بالشيخوخة التحول المورثي الذي يمكنه أن يظهر فقط من خلال بعض التبادلات التناسلية، في حين تعدُّ الشيخوخة ببساطة في المعسكر الآخر - معسكر هايفليك - نتيجةً للعيوب المتراكمة. تتقدّم الخلايا في العمر، وتموت بسبب نسخ الأخطاء وإغلاق الخلايا، فهي لا تتعلق بالتكاثر والمورثات، بل تتعلق بالزمن.

من منها على صواب؟ إذا اعتمدنا على البيانات العلميّة، فلا أحد من المعسكرين محقّ، فهناك دليلٌ يناقض النظريتين.

أولاً، توجد مشكلة ذبابة الفواكه. في عام ١٩٨٠، لما بدأ مايكل روز، من جامعة كاليفورنيا، في إرفاين، بإكثار ذبابة الفواكه طويلة العمر، تراجعت خصوبتها. كانت الأمور تسير على نحوٍ جيّد بالنسبة إلى تعدد النمط الظاهري العدائي: جاءت الحياة الطويلة على حساب القدرة على التكاثر. إنّما بعد ذلك، ولما أصبحت الحياة أطول، ارتفع معدل الخصوبة - أصبح أعلى من معدل خصوبة الذبابة العادية الطبيعيّة، غير المحسّنة. كان الذباب يعيش مدّة أطول بنسبة ٨١% من المجموعة العادية المضبوطة، وكان أكثر خصوبة بنسبة ٢٠%، وهذه ليست المرة الوحيدة التي شوهدت فيها مثل هذه الطفرة، أو الحالة الشاذة، فقد عمل كين سبيتزي من جامعة

ميامي، على إكثار الذباب ذي الحياة الطويلة والخصوبة العالية، ولا ينبغي لهذا أن يحدث.

تواجه النظرية مشكلة إضافية نشأت من مراقبة ما يُسببه تقييد السرعات الحرارية، أو النظام الغذائي الانتقائي لسينثيا كينيون. فكّرت سينثيا في تقييد السرعات الحرارية لتخفيض معدّل الاستقلاب، وإبطاء إنتاج المواد الكيميائية المدمرة للخلايا والمعروفة باسم "الأيونات أو الشوارد الحرّة" أو "free radical". يبدو أنّ هذا يطيل فترة الحياة - على الأقل بالنسبة إلى الفئران، والسمك، والديدان، والخمائر، والجرذان. إنها لا يبدو أنّ سرعة الوصول إلى الشيخوخة، التي يمكن التحكم بها من خلال تقييد السرعات الحرارية، نتجت عن تعدد النمط الظاهري العدواني، والتحكم بالسرعات الحرارية التي تتناولها، ومن ثمّ فإنّ إطالة مدة الحياة ليس له تأثير في الخصوبة كما هو مفترض. في التجارب، تتوقف قدرة إناث الفئران على الإنجاب عند نسبة ٤٠% من تقييد السرعات الحرارية، لكنها ترتفع إذا وصل تقييد السرعات إلى مستويات المجاعة، طالما أنّ الخلايا لم يزد عددها حين التكاثر فوق نسبة الـ ٤٠% المحددة، فهذا يعني أنّ طول العمر يأتي من مكانٍ آخر.

توجد كذلك مشكلة التحول الجيني، ففي بحث مثل بحث كينيون، في دودة "C. elegans"، تُفَعّل الجينات الوحيدة، وتُثبّط للتحكم في الشيخوخة. وقد أشار فريق كينيون في الورقة البحثية التي نُشرت في صحيفة "العلوم"، إلى أنه في حالاتٍ عدة، لا يوجد مقابلٌ لهذا - لا على حساب الصحة، ولا على حساب الخصوبة. يبدو أنّ نمط التعدد الظاهري موجود هنا - إذا ذهب بعيداً في هذا،

وأزلت جهاز التكاثر من الديدان، فإنها ستعيش فترة أطول بأربع مرّات -
لكن هذا ليس السبب الأساس للشيخوخة.

في الحيوانات الأرقى مثل الطيور، والثدييات ستساعد الحياة الطويلة
بعد سن الإنجاب في تنشئة الجيل القادم، وهذا لا توجد له حاجة لدى
الديدان الطفيلية، فهي لا ترعى، ولا تربي أحفادها، ولا تتعاون في
مجموعات، ولا تجمع الطعام لصغارها، ولا تعلّمهم الطيران. ومع ذلك،
فإنّ لدودة "C. elegans" دورة حياة معروفة بعد التكاثر، وكما يقول عالم
الرياضيات جوشوا ميتيلدورف: "يتمّ تبديد الخلايا وهدرها على إطالة
الحياة إطالة لا فائدة منها."

أصبح ميتيلدورف مهتماً ومستمتعاً بالتطور البيولوجي الحيوي
لموت، بعد أن رأى التناقض بين النظرية والتجربة. في عام ٢٠٠٤، وضع
ميتيلدورف جميع الأدلة التي تمكّن من إيجادها في ورقةٍ بحثيةٍ نشرها في
"بحوث البيئة التطورية" أو "Evolutionary Ecology Research"، وكانت
خلاصته تقول إنّنا لم نصل إلى نتيجة، أي بقيت مشكلة أساس تطور
الشيخوخة دون حلّ.

يقول هايفليك إنّ هذه الأدلة، لا تحمل أخباراً جيدةً لمعسكره، فإذا
كانت الشيخوخة تُعزى إلى تراكم الطفرات على مدى الحياة، فإنّه كلما
أخذت ذبّابات الفواكه الأكبر سنّاً لإكثارها من أجل الوفاة المبكرة، كان من
السهل عليها أن تتأثر بالتغيير، الطفرات المدمرة ينبغي لها أن تكون هناك
أكثر من السابق. إنّها العكس صحيح، بل أكثر من هذا، فإنّ مثل هذا

الرفض العنيد للتغيير عادةً ما يكون مؤشراً على وجود آلية مضبوطة بدقة تمّ انتقاؤها من خلال التطور، والموت، هنا، هو برنامج، تمّ تحسينه.

يوجد كذلك معدل الوفيات، الذي دحض النظريات المحتملة كلها، إذ يقول معسكر الخلايا الجسمية غير المتجددة إنّ الكائن الحيّ لن يُصلح نفسه بعد التكاثر، لذلك ستكون حياته في تدهورٍ مستمرٍ. تتوقع نظرية الطفرات المتراكمة أن تصل إلى النتيجة نفسها تلقائياً (أي أنّ التكاثر لا علاقة له بالشيخوخة). نظرية تعدد النمط الظاهري العدواني لا تختلف عنها كثيراً، حيث سيظهر مفعول التأثيرات السلبية للمورثات التي أعطت سماتٍ في سنّ مبكرة شيئاً فشيئاً مع مرور الوقت. إلا أن زراعة تجمعاتٍ من ذبابات الفواكه، والأجزاء التي تموت في كل يوم يزداد عمرها إلى حدٍّ معيّن. بعد هذا، القسم الذي يموت في كل يوم يبقى ثابتاً، وهذا لا يتناسب مع أيّ من النظريات.

بمعنى آخر، لا يوجد تفسيرٌ مناسبٌ للموت. إنها إذا وقف ميتلدورف ضدّ النظريات المعروفة والمشهورة للشيخوخة بكل ثقة، فما الذي سيقدمه لنا كبديلٍ عنها؟ الانحراف العشوائي المطلق المحض لانتقاء المجموعة: الأجناس تموت بشكلٍ خاصٍّ لتترك مكاناً للجيل الأصغر سنّاً، ويقول ميتلدورف إنّ الشيخوخة تتطور من أجل ذاتها، وليست نتيجةً ثانويةً للتكاثر.

مع هذا لا أحد يشترى هذا الكلام، لأنّه لما وضعه ميتلدورف نفسه، ألقى بظلاله على قسمٍ كبيرٍ من نظرية التطور. إنّهُ محقّ - وهناك شيءٌ مألوفٌ ومشابهٌ لكلامه هذا؛ نحن نحدّق إلى النسخة الحيويّة من المادّة المظلمة: سلسلةٌ من المشاهدات والمراقبات الغريبة الشاذّة، تتكامل مع تفسيرٍ ممكنٍ،

الذي يفتح المجال لعلبة من الديدان العديدة جداً. هذا يبدو تفسيراً جيداً
سيُجبرنا على إعادة التفكير في الدور الحيوي والمهم لهذه النظرية، فنظرية
داروين في الانتقاء الطبيعي، التي لا يمكن أن تنجح مع انتقاء المجموعة،
هي النسخة الحيويّة من قانون نيوتن في الجاذبيّة الكونيّة. هل تحتاج إلى
تعديل؟ ربما. إنها هل ستقبل الأغلبية بهذا التعديل المقترح؟ حتماً لا.

حالياً، يبدو أننا في مرحلة "تجاهل" لهذه الحالة الشاذة، أو الظاهرة
الغريبة. لقد أصبح لدى الباحثين الذين يبحثون في التحول الوراثي
للشيخوخة الكثير لينشغلوا به عن اكتشاف إكسير الحياة. المعسكر الآخر،
أي أولئك الذين يعتقدون أنّ المعسكر السابق يبيع زيت الأفاعي (أو على
الأقل يبحث عنه)، أقنع نفسه أنّه لا توجد حالة شاذة، أو ظاهرة غريبة. في
نيسان عام ٢٠٠٧، نشر هايفليك ورقة بحثية تحت عنوان "الشيخوخة
الحيويّة لم تعد مشكلةً بلا حلاً"، أعلن فيها أنّ التراكم العشوائي للطفرات
هو المسؤول عن الشيخوخة والموت، ليُنحي بذلك باحثي الشيخوخة الذين
عرضوا بقوة الطرائق الوراثية الفعّالة. إذا كان بإمكان سنثيا كينيون جعل
ديدانها تعيش فترة أطول، فذلك لأنها تُفعل وتنشط التحول الجيني الوراثي
الذي يحمينا من أمراضٍ معيّنة قد تُنهي حياة الدودة طبيعياً في غضون
أسبوعين. إنّها تحدّ وتخفف من الأمراض -ومن المسلم به أنّ الأمراض مرتبطة
بالتقدّم في العمر - لكنها لا تحلُّ مشكلة الشيخوخة. هايفليك وأتباعه
يعتقدون ببساطة أنّ الديدان تعيش فترة أطول لأنها أصبحت أقوى، وهذا
يختلف عن طاقة الزمن التدميرية التي تؤثر في الجزئيات الحيويّة.

ترفض كينيون وأنصار استخدام الطريق الجيني الوراثي لاستعادة
السنين هذا، ويواصلون أبحاثهم بضراوة، إذ يقولون إنّ ثمة تحولات في

الشيخوخة، بإيجادها، والتحكم بها، يمكننا أن نعيش إلى الأبد، ويقولون أيضاً إننا إذا تمكنا من جمع جينات الأجناس التي تعيش طويلاً، كسلحفاة بلامدينغ، أو حوت بوهيد، الذي له دورة حياة تقدّر بأكثر من مئتي عام، قد نكتشف المزيد من ألغاز الخلود. إلا أنّ ثمة صعوبات تقنية للقيام بهذا، فزراعة الخلايا أمرٌ صعبٌ، وهناك مسائل قانونية تتعلق بالاحتفاظ، واستخدام الحيوانات في الأبحاث، لذلك يبدو أنّ الجدل بشأن الموت، سيستمر ويستمر، كالجدال حول حياة سلحفاة بلاندينغ.

يوجد لغزٌ قد يدفعنا إلى الأمام، إذ تخبرنا دراسات سينثيا كينيون في علم الجينات والمورثات أنّ الشيخوخة تُنظّم بالطريقة الكيميائية الحيوية نفسها في الخمائر والذباب والديدان والثدييات. إذا نشأت الطفرات عن مصادفات عشوائية في الأجناس والأنواع المتعددة، فإنّ كل واحدٍ منها ستكون له آليةٌ مختلفةٌ، لكنها ليست كذلك، لأنّ الأشياء تشيخ كلها بالطريقة نفسها. وطبقاً لويليم كلارك، وهو باحث في الشيخوخة من جامعة كاليفورنيا، في لوس أنجلوس، السبب واضحٌ، وهو: لا بدّ أنّ الشيخوخة قد تطوّرت من سلفٍ مشتركٍ بين أجناس اليوم، يعتقد كلارك أنّ الموت ينشأ من حقيقيات النوى الأولى، إذ تحتوي الكائنات الحيّة ذات الخلايا المعقدة والكبيرة نوىً تضمّ المعلومات الوراثية.

بدأت القصة منذ ثلاثة مليارات سنة، عندما حكمت بدائيات النوى والبكتيريا، والبكتيريا القديمة الأرض. في لحظةٍ ما طوّرت هذه الكائنات الحيّة قدرتها على استخدام الضوء لفصل الماء، وتجزئته إلى مكوناته الأساسية، وهي: البروتونات والإلكترونات وذرات الهيدروجين، والأوكسجين.

فسمحت البروتونات والإلكترونات للتركيب الضوئي بالحدوث، الذي بدوره أعطى البكتيريا مادة مفيدة جداً، هي: الطاقة. فانطلق غاز الأوكسجين، وهو نتيجة ثانوية غير مرغوب فيها في هذه العملية.

معظم هذا الأوكسجين امتصته المحيطات الخضراء الغنية بالحديد في تلك الحقبة، فتشكلت جزيئات حمر ثقيلة من أوكسيد الحديد، استقرت في أرض البحر (الأرض التي منذ أن خرجت من الماء بالانتقال الجيولوجي، أعطتنا كتلها الصخرية الحمر ألباناً عن الماضي البعيد). لما نفذ الحديد كله، بدأ الأوكسجين يتسرب إلى الغلاف الجوي فوق المحيطات، لما ارتفع تركيز الأوكسجين في الهواء، حدثت كارثة الأوكسجين.

الأوكسجين غاز عالي السمية، وحينما يتحلل أو يتفكك، كما يحدث له في ضوء الشمس، يمكن لأيونات الأوكسجين المتشكلة أن تُفسد الخلايا الحيوية. منذ نحو ٢.٤ مليار سنة، أدى تراكم الأوكسجين في الغلاف الجوي إلى انقراض هائل في حقيقيات النوى. في الحقيقة، كانت ضحايا إبداعاتها الخاصة، فالكائنات الحية التي كانت تعيش في أعماق المحيط فقط، على مسافة آمنة من ضوء الشمس القوي، نجت وبقيت في قيد الحياة، مطورة استراتيجيات مثل التنفس الهوائي للتعامل مع البيئة الغنية بالأوكسجين.

في الحقيقة، لقد فعلت أكثر من مجرد التأقلم، فهي قد طورت وسائل معقدة عالية الكفاءة والفاعلية لتحويل الأوكسجين إلى ATP، وهو الوقود، أو الطاقة اللازمة لعمل الخلايا الحيوية. كان هذا إبداعاً ناجحاً، وسرعان ما تمت قرصته، وذلك عندما ظهرت حقيقيات النوى، التي ابتلعت البكتيريا المولدة للطاقة، وجعلتها تعمل لصالحها. كانت الفائدة مضاعفة، لأن

البكتيريا طوّرت أيضاً طريقةً للحماية من الطبيعة الصدئة للأوكسجين، وهو شيءٌ عدته حقيقتات النوى نوعاً من التغليف لها.

كانت ثمة مشكلةٌ واحدةٌ فقط بالنسبة إلى حقيقتات النوى، وهي: إنها ركبت مولدات أيونات الأوكسجين في قلب خلاياها. الميتوكوندريا في خلايانا هي البقايا الأحفورية للبكتيريا الأصلية المولدة للـ ATP، وعلى الرغم من أنها تسمح لنا بتوليد الطاقة، إلا أنها تنتج أيضاً أيونات الأوكسجين الضار، أي كما يُقال: لا شيء دون مقابل.

يبدو أنّ المشكلة كانت كبيرة بما يكفي لتحتاج إلى حلٍّ إبداعيٍّ حقيقيٍّ، وهو: الجنس، أو هذا ما يعتقد كلاكرك. لا نزال لا نعرف تماماً لماذا تطوّر الجنس، لكنّه على حقّ، إذ ربما قد يكون جاء نتيجةً لتطوّر الموت. عملية التكاثر الجنسيّة لانتقال وتبعثر المورثات والجينات تسمح بتصحيح وإصلاح الـ DNA، وتعطي السلالة الجديدة مجموعة محتملة جديدة، ومحسّنة من المورثات. هذا مفيد ولا سيما كتنتاج ثانوية تحدث بين إنتاج الطاقة وتدمير الخلايا.

المشكلة الوحيدة هي أنّ الجنس قد يشجع على تطور المزيد من آليات الموت. إذا كانت لديك مجموعة من المورثات الجديدة، فأنت لا تريد للمورثات القديمة المتضررة أن تظهر في طريقك، إذا كانت ثمة وسائل، أو طرائق لإزالة المجموعات القديمة من المورثات، حينها سيثبت الجنس فائدته وفاعليته. ومثل هذه الطرائق موجودة، فنحن نعرف أنّ في مجموعة الكائنات البحرية المعروفة باسم الهدبيات، تُزيل عملية تدمير نوى الـ DNA

القديم من النوى، لتفسح المجال أمام المجموعات الوراثية الجديدة؛ إنها آلية الموت، ومن المنطقي أنه قد تمّ انتقاؤها بإيجابية.

كل هذا بسبب الجنس، الذي ربما يكون قد تطوّر كرد على تخريب أيونات الأوكسجين للخلايا، التي بدورها يمكن تتبع أثرها للوصول إلى الآليات وراء إنتاج الطاقة التي تجعل الحياة تستحق أن نعيشها. يبدو أنّه حيث توجد الحياة، يكون الموت قريباً منها، لكن لا أحد لديه تفسير تامّ لهذا. حينها، وفي مكانٍ ما هناك، وجد الانتقال الجنسي للمورثات دوراً له.

البكتيريا، والبكتيريا القديمة تعيشان دون جنسٍ، ولا تشيخان، لكن لما حقيقتات النوى الأولى، أسلافنا الجينية، جعلت هذه الكائنات الحية تعمل على إنتاج الطاقة، كانت ثمة نتائج مختلطة. لقد استخدمت الطاقة بسعادة، الأمر الذي مكّننا من أن نكون على ما نحن عليه الآن، لكنها وضعت آليات لموتها في نهاية المطاف، وهي برامج الموت مباشرةً في قلب خلاياها. إذًا، من خلال الانتقال الجنسي للمورثات فقط، يمكن للخلايا التخفيف منه.

إذا لم نصل إلى الأصل الحقيقي للموت، فهل هو على الأقل أساس التكاثر الجنسي؟ هل هو مجرد آلية إصلاح صممت من أجل إدامة الحياة التي خلقته بنفسها، ثمّ سلكت طريقاً غير متوقع؟ إذا كانت هذه الحكاية، فبقاء التكاثر الجنسي حسب ما نراه عليه اليوم يجعل ذلك مزية تطورية، نشأت في عالم الطبيعة كنتيجة ثانوية لتأقلمٍ آخر. وهذا ربما يُفسّر لماذا هو على تلك الشاكلة، كما هي الحال مع الموت، لا يمكننا أن نجد تفسيراً منطقياً للجنس.

الجنس

ثمة طرائق أفضل للتكاثر

في عام ١٩٩٦، نشر ريتشارد داروين داوكينز شرحاً رائعاً لنظرية الانتقاء، أو الانتخاب الطبيعي بعنوان "Climbing Mount Improbable" أو "تسلق القمة المستحيل". وفي أثناء مناقشته لفكرة الطفرات الوراثية، وكيف أتمها تؤدي إلى تحسين البيئة، اضطرّ داوكينز إلى الحديث عن أصل التكاثر الجنسي، إذ قال: "يوجد العديد من النظريات حول سبب وجود الجنس، ولا توجد واحدة منها مقنعة تماماً." يتابع داوكينز، ويعلن أنه ربما ستكون لديه الجرأة في المستقبل ليتحدّث عن تطور الجنس.

لم يفعل هذا حتى الآن، لكنه اعترف مرّة أخرى في كتابه الذي نُشر عام ٢٠٠٤، بعنوان "حكاية السلف" أو "The Ancestor's Tale"، اعترف بالهزيمة أمام أصل الجنس، إذ يقول داوكينز: "لتحقيق العدالة بين جميع النظريات نحتاج إلى تأليف كتابٍ عنها - لقد ألفنا العديد... ومع ذلك لم نصل إلى جوابٍ واضحٍ ومحدّدٍ." أخيراً، بدأ داروين مناقشة نتيجة التكاثر الجنسي، بدلاً من مناقشة أصل الجنس، واعترف أنّ السؤال عن الشيء الجيّد

في الجنس هو سؤال "ألف عنه علماء أفضل مني كتباً عدة، ومع ذلك فشلوا في الوصول إلى جواب عنه."

لم يكن داوكينز الوحيد في صمته المحبط حيال الفكرة السائدة عن التكاثر الجنسي. فقد أشار رئيس علماء علم الأحياء التطوري، جون ماينارد سميث، إلى "فضيحة التطور" التي تحيط بالجنس، وقال جورج ويليامز: "شكراً للجنس، فهناك نوعٌ من الأزمات خلقه علم الأحياء التطوري"، وأضاف عالم الأحياء أرنست ماير إسهامه في هذه القضية من خلال كتابه "ما هو التطور"، الذي يقول فيه: "منذ عام ١٨٨٠، ناقش علماء التطور المزية الانتقائية للتكاثر الجنسي. حتى الآن، لم يظهر رابعٌ في هذا النقاش." وبعد تحديث المعطيات والبيانات، أعلنت ورقة بحثية نُشرت في صحيفة الطبيعة أن "التفسير لكون الجنس معروفاً جداً كاستراتيجية للتكاثر لا يزال عصياً على الفهم." ربما لم تفكر جدياً في هذا الأمر من قبل، لكن الجنس لغزٌ محيرٌ.

المعضلة الأساس في التكاثر الجنسي هي أنه الطريقة الأكثر فاعلية لنقل جيناتك إلى الجيل اللاحق، إذ يعطي الكائن الحي نسخةً عن نفسه. وهذا يحدث فعلاً، فيقوم العديد من الأجناس بعمليات محدودة من التكاثر غير الجنسي، فتتسخ نفسها بدلاً من جمع المواد الوراثية من الذكر (إنه جهدٌ أنثوي، ينتج عنه إناثٌ فقط) ويلاحظ هذا لدى عدد من الزواحف والأسماك. ففي سبيل المثال، تستضيف حديقة الحيوان في لندن التين كومودو، التي أنجبت سلالةً دون مساعدة الذكر، وذلك في عام ٢٠٠٦.

السؤال المحيرٌ هو لماذا لا يسود التكاثر غير الجنسي؟ إنَّ استخدام التكاثر الجنسي، ومشاركة كائن حيٍّ آخر فيه، يؤدي إلى نقل نصف مورثاتك

فقط. بل أكثر من هذا، فإذا عاشت المجموعات التي تتكاثر جنسياً، والمجموعات التي تتكاثر لا جنسياً إلى جانب بعضها بعضاً، فإن كل فرد من أفراد المجموعة التي تتكاثر لا جنسياً سيُنتج جيلاً، في حين سيُنتج نصف أفراد الكائنات الحيّة التي تتكاثر جنسياً جيلاً. الجنس هو طريقة للانقراض، لذلك سيسود التكاثر غير الجنسي في البيئة سريعاً. إذاً للجنس "تكلفة مضاعفة" كما يقول ماينارد سميث: لماذا يشارك أي كائن في عملية تكاثر يكون لها فقط نصف الفاعلية التي يكون عليها - في حين هو ينقص سرعة التكاثر إلى النصف؟

وهذا فقط من ناحية نقل المورثات، فنحن لم نتحدث بعد عن الجهد الذي يُبذل في المنافسة لإيجاد الشريك، وعدم التكافؤ الكامن في المزيغ المادي بين عدد النطاف والبويضات، ومشكلة التعرض إلى خطر المفترسين في أثناء عملية التكاثر الجنسي. ثمة أيضاً احتمال لاستبعاد مزيغ الجينات الجيدة، التي انتقاها التطور، وذلك في أثناء عملية إعادة تجميع الجينات، فلا يتم نقلها إلى الجيل القادم. كيفما نظر الباحثون إلى التكاثر الجنسي وجدوا أنه كارثة بحدّ ذاته.

على الرغم من ذلك، حينما تنظر حولك لمواجهة هذه الفكرة النظرية فستجد أن الجنس ليس كارثة، بل هو إحدى الظواهر الأكثر انتشاراً على الكوكب.

ثمة حلٌّ سريعٌ ومنطقيٌّ لهذا التناقض، وهو أن التطور عن طريق الانتقاء الطبيعي يتعلق بالطفرات الجيدة، لذلك يمكن أن يكون الجنس شائعاً جداً، لأنه يمنح مزية البقاء. تلك المزية تظهر في الثمرة الرئيسة

للتكاثر الجنسي وهي: النسل، الذي يختلف قليلاً عن الأب والأم. وذلك الاختلاف يجب أن يكون قِيماً بما يكفي لتغطية التكلفة الباهظة لاستخدام الجنس بدلاً من التكاثر غير الجنسي.

تُظهر معظم مشاهدات ومراقبات عمليات التكاثر غير الجنسي أنّها نهاية تطورية ميتة، وطريقٌ سريع للانقراض. إنّها تأتي وتذهب - ربما تدوم عشرات الآلاف من السنين - لكنها غالباً لا تستمر أبداً في الأجناس. أحياناً تحدث كاستجابةٍ للتوتر البيئي، لكنها ليست استراتيجيةً كونيةً بالنسبة إلى معظم الكائنات الحيّة القادرة على القيام بها. من المسلمّ به أنّ هذا يحدث لأنّ أي صنف، أو جنس لا تختلط جيناته، لا يمكنه أن يحافظ على الطفرات الطبيعيّة، والظروف البيئيّة المتغيرة في البيئات المتنوعة تجعل ثمة مزايا واضحة لإنتاج نسل له إمكانيات مختلفة، وقدرة على التحمل.

في أي حال، في عام ٢٠٠٠، قلب ديفيد مارك ولش، وماثيو ميزلسون من جامعة هارفورد هذا النقاش رأساً على عقب، إذ درسا الدورات^(١) "bdelloid"، وهي كائنات مجهرية بحرية تشكل طعاماً رائعاً للأسماك. توجد الدورات في كل مكانٍ فيه ماء تقريباً مثل: البرك، البحيرات، والبرك التي تتشكل على جوانب الطرقات، حتى في التربة الرطبة، الطحالب، والأشنيات. ما لن تجده هو دورات ذكور فهذه المخلوقات تتكاثر من دون

(١) الدورات أو الدوّلابيّات: حيوانات مجهرية، مائيّة، كروية أو أسطوانية الشكل. الذكور منها أصغر عموماً من الإناث. يمكن أن توجد في جميع البيئات المائية. وهي عديدة، بصفة خاصة في الماء العذب، على أحياء القاع أو ملتصقة بالنباتات. بعضها عائم وقليل منها متطفل. الكثير منها بحري. المترجمة

الجنس - وهي لا تزال تقوم بهذا حتى الآن، ولفترة أطول من المتوقع. أظهر تحليل ولش وميزلسون أنّها لن تحتاج إلى الذكور لعصور، فقد بقي الـ ٣٦٠ صنفاً من هذه الدورات في قيد الحياة سليماً وعلى حاله دون أي تغيير، باستخدام التكاثر غير الجنسي فقط، ولمدة ٧٠ مليون سنة.

استهزأت هذه الكائنات التي عادت للبقاء في قيد الحياة بأفضل نظريات علماء الأحياء، وقد سماها مينارد سميث "فضيحة التطور". إنّها تستهزئ بأحد الجدالات المؤيدة لفكرة الجنس، وهو: فكرة أنّ الكائنات الحيّة تحتاج إلى خلط جيناتها كي تبقى في قيد الحياة على المدى الطويل. وعلى الرغم من أنّ علماء الأحياء يرون أنّ الدورات هي حالة شاذة أو طفرة، إلّا أنّ بقية العالم الطبيعي هي من تحتاج إلى تفسير. النظريات جميعها جيدة جداً، فأين الدليل على مزية التكاثر الجنسي؟ إلى أي مدى سيكون انتقال الجينات في البيئة كارثياً ليجعل التكلفة الثنائية للجنس تستحق الدفع؟ للإجابة عن هذا السؤال علينا أن ننظر إلى ما يمكن للجنس أن يفعله.

في البداية، دعونا نناقش مشكلة الطفرات المؤذية التي يتم تجميعها في أثناء التكاثر غير الجنسي - التي يسميها علماء الأحياء بالطفرات الضارة. إذا استنسخ الكائن الحي نفسه فقط، فإنّ أي فرصة لحدوث طفرات في الـ DNA الخاص به، التي قد تنجم عن ضرر إشعاعي مثلاً، ستنتقل إلى الجيل القادم. لذلك، عبر الأجيال، ستتجمّع الطفرات، وتتراكم (تعرف هذه الظاهرة باسم "Muller's ratchet" أو "سقاطة موللر"، وقد عُرفت بعد اكتشاف الطفرة الجينيّة من خلال التعرض إلى الأشعة السينيّة). والنتيجة كانت كائناً

حيًا مُصاباً دائماً. أمّا في التكاثر الجنسي فهناك دائماً فرصة لانتقال الجينات الخالية من الطفرات الجينية إلى الجيل القادم.

إنّها نظرية جيدة وواضحة، لكن الشرّ في التفاصيل، فالأدلة الداعمة لها ليست صحيحة تماماً كما تتخيّلها.

جمع علماء الأحياء مثل هذه الأدلة - سواء أكانت مع أم ضدّ - من خلال بعض الطرائق الغريبة نوعاً ما. فمثلاً، حوّل وليام رايس، وآدم تشيبيندال من جامعة كاليفورنيا، سانتا باربرا، ذبابة الخل من التكاثر الجنسي إلى آلة استنساخ في تجاربهم. وأخضعت أورورا نديلكو وزملاؤها في جامعة نيو برونزويك الطحلب غير الجنسي إلى الإجهاد الحراري لتفعيل التكاثر الجنسي لديه، (في الحياة البرية، درجة حرارة الماء هي التي تفعل هذا التحوّل)، وعمد ماثيو جودارد من جامعة أوكلاند، نيوزيلندا، إلى تطبيق الهندسة الوراثية على خلايا الخميرة، التي يمكنها أن تتكاثر طبيعياً جنسياً ولا جنسياً، وذلك لإيقاف تكاثرها الجنسي. جعل كيلر أوتومن أوف لويس من كلية كلارك، بورتلاند، أوريجون، السحالي تركض على آلة الركض، وقارن أداء السحالي التي ولدت نتيجة التكاثر غير الجنسي، مع أداء السحالي التي ولدت نتيجة التكاثر الجنسي.

جرى توظيف هذه التقنيات جميعها - والمزيد غيرها - لاختبار النظرية، ورؤية كيف يختلف أداء التجمعات الجنسية وغير الجنسية في ظروفٍ مختلفة. لكن، لسوء الحظ، لم تكن الأجوبة عن صحة هذه النظريات واضحة كما نرغب.

مثلاً، سحالي أوتومن غير الجنسية، كانت رياضيةً أكثر من مثيلاتها التي تتكاثر جنسياً، فهي تركّز لمسافاتٍ أسرع وأبعد. ولكنّ دراسةً سابقةً، نُفّذت على نوعٍ مختلفٍ من السحالي، أظهرت أنّ العكس هو الصحيح. فقد بيّنت سلسلة من التجارب التي أُجريت على برغوث الماء، أنّ التكاثر غير الجنسي نتجت عنه طفرات ضارة أكثر بأربع مرّات من التكاثر الجنسي. إلا أنّ دراسةً أُجريت على الديدان المدورة أظهرت أنّه لا يوجد أي اختلاف بين عدد الطفرات الضارة في تجمعات التكاثر الجنسي، وتجمعات التكاثر غير الجنسي. في حين أظهر التحفيز الحاسوبي للجينات أو المورثات المطلوبة المشاركة أنّ حجم التجمّع مهم هنا أيضاً: فالتجمعات الصغيرة يكون أداؤها أفضل مع الجنس، أمّا التجمعات الكبيرة للأنواع التي تتكاثر جنسياً فتجمّع طفرات ضارة أكثر.

ماذا عن فكرة أنّ التجمعات الجنسية يمكنها أن تتأقلم مع البيئة المتغيرة أسرع بسبب اختلاط جيناتها؟ مرّةً أخرى، الدليل مختلط. فقد اكتشفت دراسة، أُجريت عام ١٩٩٧ على الخميرة، عدم وجود أي مزية للتكاثر الجنسي في الخميرة، عندما تتأقلم مع البيئة الجديدة. ومع هذا، فقد أظهرت دراسة أخرى أنّ الجنس يمكنه أن ينتصر عندما تصبح البيئة أسوأ، لكن التجمعات تبقى متطابقة ومتوازنة إذا تحسّنت البيئة. وفي دراسة أُجريت عام ٢٠٠٥، تمّ وضع سلالة من الخميرة الجنسية، والخميرة غير الجنسية في أنبوب اختبار مع قليل من العناصر المغذية، فكانت النتيجة أنّ السلالة غير الجنسية هي من انتصر، ولما طُبّق الاختبار نفسه على الفئران، في مكانٍ يُحاكي بيئتها المتنوعة، بقيت التجمعات الجنسية في قيد الحياة. ومع

ذلك كانت تلك النتيجة تتناقض مع اكتشافات باحثين كنديين، إذ بين كل من غراهام بيل، وأوستن بيرت، في عام ١٩٨٧، أن التكاثر الجنسي لا يعطي التنوع الجيني الذي يُفيد سلالة الكائن الحي في البيئة المتنوعة.

إذاً، ثمة دليل على أن التكاثر الجنسي يمكن أن يزيد نسبة التأقلم في بعض الحالات، لكن ليس على هذا القدر من الأهمية ليكون مسوغاً للتكلفة المرتفعة للجنس.

يظهر المزيد من المشكلات مع الجنس عندما ننظر بعمق أكثر إلى الطفرات التي من المفترض أن تعطي الجنس مزية ما. في البداية، فرع واحد فقط من أسرة الفيروسات، وهي فيروسات الـ RNA - وحقيقيات النوى الأكثر تطوراً، مثل البشر، هما من لديه معدلات مرتفعة من الطفرات، ما يجعل الجنس أمراً يستحق القيام به لتطهير سلالاتهما من الطفرات الضارة. بعدها تأتي مشكلة التفاعلات الوراثية، إذ يمكن للطفرات الضارة المضاعفة في الجينوم أن تندمج مع بعضها بعضاً، أو أن تقلص تأثير بعضها بعضاً، لكن العديد من الدراسات التي أجريت حول تأثيرات التفاعلات الوراثية أظهرت أنه لا توجد لها تأثيرات كلية تعطي مزية للتكاثر الجنسي.

أحد الاحتمالات، الذي اكتسب مصداقيةً أكثر، هو ادعاء ويليام هاميلتون أن الجنس كله يتعلق بالطفيليات.

كان هاميلتون، الذي مات عام ٢٠٠٠، شخصيةً استثنائيةً، ليس فقط لبراعته الأكاديمية - فقد سمّاه أحدهم "المرشح الأفضل للقب الدارويني الأكثر تميّزاً منذ عصر داروين" - لكن أيضاً لأعماله الشجاعة. إذ قام برحلة شاقّة في راوندا في ذروة الحرب الأهلية، باحثاً عن النمل (وألقي عليه

القبض على أنه جاسوس)، وفي إحدى المرات دخل الأمازون، واستخدم إبهامه لسد ثقبٍ في قاربه الذي أوشك أن يغرق، وفي البرازيل تعرّض للطنن بالسكين عندما رفض أن يستسلم للصّ في الشارع. إنما مقتله كان على يد الملاريا التي أصيب بها في بعثةٍ استكشافيةٍ إلى أدغال الكونغو.

قاد المنهج التخيلي في علم الأحياء هاميلتون إلى ابتكار عبارةٍ أصبحت تتردد الآن في هذا المجال وهي: فرضية الملكة الحمراء. سمّيت بهذا الاسم بعد ظهور شخصية الملكة في رواية لويس كارول "عبر المرأة" أو Through "the Looking Glass"، إذ تقول الملكة لأليس: "أترين، هنا يتطلب منك الأمر أن تركضي قدر استطاعتك، كي تبقي في المكان نفسه." استخدم هاميلتون الفكرة لتوضيح سباق الأذرع التطورية بين الكائن الحي، وطفيلياته؛ أنت تتطوّر لتتخلّص من طفيلياتك، بعدها تتطوّر هي أيضاً لتستخدمك كمضيفٍ مرّةً أخرى. افترض هاميلتون أنّ التكاثر الجنسي يتطوّر كأفضل سلاح في هذا الصراع الأبدي.

جاء الدليل المؤيد لفكرته من مجموعة من الباحثين الذين بحثوا في تأثير الطفيليات في الخميرة، والحنافس، والأغنام، والحلزونات، والكائنات الأخرى. بيّنت معظم هذه الكائنات أنّ تكاثرها يصبح ناجحاً أكثر، وإصاباتهما بالعوامل المرضية تصبح أقل، إذا اختلطت جيناتهما عن طريق الجنس، بدلاً من تناسخها بالتكاثر غير الجنسي. يبدو أنّ ثمة فرصة أفضل لأن يعيش الكائن الحيّ مدةً طويلةً كفايةً ليتكاثر مع وجود التركيبات الجينية المتنوعة.

في أي حال، يوجد أيضاً دليلٌ ضدّ فرضية الملكة الحمراء، إذ لم تُظهر براغيث الماء مزية أمام الطفيليات عندما تستخدم التكاثر الجنسي، كما أنّ

الدورات المزعجة لا تنسجم مع هذه الفرضية أيضاً. لماذا تمكنت هذه الدورات من مقاومة العوامل الممرضة للملايين السنين دون تكاثر جنسيّ؟ ثمة دليل على أنّ مزية الدورات تكمن في جيناتها، التي تأقلمت لتساعدها على البقاء في قيد الحياة، في الظروف المتنوعة المختلفة.

في عام ٢٠٠٤، وجهت سارة أوتو، وسكوت نويسمر ضربةً أخرى إلى فرضية الملكة الحمراء. أدّت المحاكاة الحاسوبية للتفاعلات الجينية، بين سلسلة من الكائنات الحية، في بيئة كبيرة ومتنوعة، أي في بيئة تشبه العالم الواقعي، إلى استخدام أقل للجنس، وليس العكس. على الرغم من أنّ فرضية الملكة الحمراء تنطبق على حالاتٍ معيّنة، إلا أنّها تفسر وجود التكاثر الجنسي، والطريقة الوحيدة التي يمكن أن ينجح فيها التكاثر الجنسي، هي أن يكون جزءاً من مجموعة كبيرة من الظواهر التي إذا اجتمعت مع بعضها بعضاً، تجعل من الجنس خياراً جيداً للتكاثر. افترضت سارة وسكوت، في ورقةٍ بحثيةٍ نُشرت لهما في صحيفة العلوم أو Science، أنّ الملكة الحمراء "قد تكون أضعف مع الشريك الصحيح".

الجواب الوحيد المتبقي هو أنّه: لا يوجد تفسير واحد بسيط للجنس. ولأنّ أيّاً من التفسيرات الواضحة الكبيرة لم ينجح، فقد اتجه الباحثون حالياً إلى البحث عن مزيج من التأثيرات الصغيرة، التي تعطي الجنس مزية ما. أحد الأمثلة عن هذه التأثيرات هو الطريقة التي يغير فيها التكاثر الجنسي الهندسة الوراثية، فقد أظهرت التجارب التي أجريت باستخدام الشبكات الوراثية الاصطناعية (المزيد من المحاكاة الحاسوبية)، أنّ التكاثر الجنسي يزيد

الجينيوم "القوي" الذي يكون تأثير الطفرات فيه ضعيفاً. والمثير أكثر، هو حقيقة أنه يمكن أن ينتج عن الجنس جينيوم ينقسم إلى مجموعات، هي عبارة عن كيانات قائمة بحد ذاتها، وليس لجيناتها أي تأثير خارج مجموعتها. في التكاثر الجنسي، تختلط هذه المجموعات مع بعضها أكثر من اختلاط الجينات، ما يُقلل خطر مشكلات النمط الظاهري المتعدد، الذي يؤثر فيه أحد الجينات سلباً في جين آخر في مكان ما في الجينيوم. في جينيوم المجموعات، تكون الجينات في داخل كل مجموعة قد تم تجريبها، واختبارها معاً - إذا بقي الكائن في قيد الحياة ليتكاثر - ولا ينتج عنها أي تأثيرات سلبية كبيرة (على الأقل، ليس قبل سن الإنجاب). طالما أن الجينات لا تتأثر بأي شيء خارج مجموعتها، فلا يمكن أن ينتج عن اختلاط هذه المجموعات أي تأثيرات سلبية، مهما كان حجم هذا الاختلاط، لكن لا يزال ثمة احتمال لحدوث إعادة التركيب المفيد، الذي يعني استمرار البقاء في قيد الحياة بالنسبة إلى الكائن الحي.

إذا كان هذا صحيحاً، يبقى ثمة جزء فقط من هذا اللغز. يعود الانحراف الجيني العشوائي إلى تنوع الفرص، التي تعطي أملاً في تفسير المزية الواضحة للجنس. تُظهر الأبحاث أنه سواء أكانت التجمعات كبيرة، أم صغيرة، فإن التكاثر الجنسي يستخدم الانحراف الجيني، لتعزيز فرص البقاء في قيد الحياة، أكثر من التكاثر غير الجنسي. إنها لا يمكن أن يكون هذا النقاش نهائياً، إذ لا يزال علماء الأحياء يخوضون نقاشات تُضعف الأدلة الداعمة القوية، إذ إنهم لا يستطيعون الإجابة عن الاستفسار المتعلق بالطريقة التي ندفع بها التكلفة الشائبة للجنس.

بالنسبة إلى تشارلز داروين، كان السبب وراء انتشار التكاثر الجنسي "خافياً في الظلام". بعد أكثر من قرنٍ، وفي عام ١٩٧٦، قال ماينارد سميث إنَّ المشكلة مع الجنس عصيَّةٌ جداً، وجعلته يشعر بأنَّ "بعض الخصائص الجوهرية للنظام مغفلة، أو منسيَّة". بعد ثلاثة عقود، لا تزال هذه المشكلة موجودة، وهي إحدى الظواهر العلميَّة الغريبة التي استمرَّت لفترةٍ أطول من جميع الظواهر الأخرى. إذاً، هل الجنس ظاهرةٌ مآكرةٌ؟

بالتأكيد له بعض السمات المميزة. في سعينا إلى جمع مجموعةٍ كبيرةٍ وكاملةٍ من التأثيرات الصغيرة، تبدو تفسيراتنا لأصل الجنس "فضيحة" كما يسميها كوهن، كفلك التدوير البطليمي الذي كان يصف حركة الكواكب والنجوم كما رآها الإغريق. كانت الفرضية الأساس أنَّ هذه الأجسام تدور حول الأرض، ولما أصبحت المراقبات أفضل، كان على علماء الفلك أن يعدلوا باستمرار نماذجهم عن الدوران الحقيقي الذي يحدث، وأن يضيفوا طبقةً فوق أخرى من التعقيد. تطلَّب هذا جهداً عظيماً لجمع النظريات إلى بعضها بعضاً - فقد كان علم الفلك في تلك الأيام يضم جزءاً كبيراً من الطفرات التي تثبت النظام البطليمي.

في بداية القرن السادس عشر، أدرك عالم فلكٍ يُدعى نيكولاس كوبرنيكوس أنَّ علماء الفلك البطليميين خلقوا وحشاً، وبدؤوا العمل على استنتاج نظامٍ أفضل. ولما نشر كتاب "دورات الكواكب السماوية"، أصبح كل شيءٍ واضحاً فجأةً، فقد كانت حركات النجوم والكواكب منطقية، ويمكن استنتاجها بسهولة، إذا كان كلُّ شيءٍ يدور حول الشمس.

هل نظريتنا في الجنس بطليمية من دون قصد؟ وإذا كانت كذلك، فهل يمكننا أن نعرف من أين ستأتي ثورة كوبرنيكوس؟

ربما "المزية الجوهرية" المفقودة لماينارد سميث هي الرابط بين الجنس والموت (موضوع الفصل السابق). إذا كان الموت - أو على الأقل خلايا الشيخوخة - هو أساس التكاثر الجنسي، فإن التكلفة الثنائية للجنس يمكن أن تُعوّض بالمنفعة التي تأتي من الموت وهي: آلية توليد ATP داخل كل خلية، التي من دونها لن نكون نحن - حقيقيات النوى - قادرين على التحكم في العالم. دعونا نسرّ في هذا الاتجاه للحظة، لنرى إلى أين سيقودنا.

إذا كان التكاثر الجنسي عقدة، ونتيجة ثانوية للموت، ربما يمكننا تهوين الفرضية الأساسية لعلم الأحياء بأن: العالم الطبيعي هو منافسة قاسية لنقل جيناتك على حساب الآخرين، باستخدام أفضل شريك متوافر (إذا كان الشريك ضرورياً). ربما هذه المنافسة أقل حدة مما نعتقد، ويمكن التخفيف منها من خلال اعتبارات أخرى، كبقاء الأفراد في قيد الحياة. إذا تطوّر الجنس كنتيجة لتطور الموت في حقيقيات النوى، فحتماً سيهزم البقاء في قيد الحياة الجنس في هرم الدوافع. ونحن نعرف أنه، وفي معظم (وليس في كل) الكائنات التي تتكاثر جنسياً، تكون الرغبة في البقاء أقوى من الرغبة في التكاثر.

الآن دعنا نتخيّل الكائنات الحية تعيش مع بعضها بعضاً، كما تفعل عادةً، في مجموعة واحدة. (نحن نتحدث عن الحيوانات الأرقى هنا، لأنّ هذه المخلوقات يكون فيها التكاثر الجنسي أكثر رسوخاً.) هذه الكائنات لديها ميل إلى السلوك الجنسي، وبعض الدوافع إلى التكاثر، ولكن لديها إدراك أيضاً لقوة الجماعة: بقاء الفرد في قيد الحياة (الذي هو أساس الجنس في روايتنا هذه) مرتبط في التشكيل الجيد للجماعة. ماذا سيحدث؟

سيكون ثمة سلوك جنسي، وكما نعرف جيداً، وأياً يكن السبب فقد تطوّر الجنس، ولقد تطوّر ليكون نشاطاً تزاوجياً ممتعاً، لدى الحيوانات الأرقى على الأقل. سيكون ثمة تكاثر لا مفرّ، وسيكون ثمة أيضاً اعتبارات وجهود مباشرة أو موجهة للحفاظ على سلامة الجماعة، كما الحفاظ على الفرد. اقترح جون ماينارد سميث مرّةً أنّه إذا أسهم الشريك الذكر بقدرٍ مهمّ في الشراكة الجنسيّة، بالعمل بجدّ، وتوفير الموارد، حينها يمكن للأنثى أن تنتج ضعفي النسل الذي يمكن أن تنتجه الأنثى التي تتكاثر لا جنسياً، وبذلك تخفّي تكلفة الجنس. هل من الممكن لجماعة حيويّة كالتّي وصفناها سابقاً أن تعوّض بأكثر من التكلفة؟

إنّهُ سؤال تصعب الإجابة عنه، لكننا حتماً نقوم ببعض المراقبات والمشاهدات الممتعة. بالفعل غالباً ما تعيش الكائنات الحيّة الجنسيّة في جماعاتٍ، ومن المنطقي أن تكون في قائمة أولويات الكائن الحيّ أنّ "مصالحه هي الأهم"، لكن لا يمكنك أن تستنتج ما هي تلك المصالح إلاّ عندما تأخذ الجماعة ككل في الحسبان. مثلاً، ليس من مصلحة الذكر الأصغر في الجماعة أن يحاول الارتباط بالأنثى الوحيدة فيها، إذا كان الذكور الآخرون أكبر بكثير، لأنّ من المحتمل أن يموت جراء هذه المحاولة.

تشابه مشكلة التكاثر بشكلٍ من الأشكال مع ظاهرة رياضيّة مشهورة، تُعرف باسم مشكلة الزواج المستقر. تخيّل حفلاً تكون فيه الغرفة مليئةً بأشخاصٍ يريدون إقامة علاقةٍ مع شريكٍ من الجنس الآخر، إذا سعى الرجال جميعاً إلى المرأة الأجمّل - وبالعكس - عندها سيتهي الأمر بأن يكون الجميع غير راضين. في عام ١٩٦٢، اكتشف عالما رياضياتٍ طريقةً

لجعل الجميع سعداء، وذلك من خلال تسوية بسيطةٍ بينهم. وضح ديفيد غال، ولوياد شابلي أنه إذا رتب الجميع أولوياتهم في استحسان الشريك المحتمل، فمن الممكن أن نضع هذه الأولويات في حالة متوازنة ومستقرة. في هذا التوازن، يرتبط الأشخاص بطريقة تجعل من المستحيل أن تجد امرأة أو رجلاً يفضل أن يتزوج من شريكٍ آخر على البقاء مع شريكه الحالي. هذه ليست الحالة المثالية بالنسبة إلى معظم الأفراد، لكنها نتيجة مُرضية ومقنعة بالنسبة إلى الجماعة.

هذا فقط أحد تطبيقات نظرية اللعبة، وهي أداة رياضية استُخدمت لمعرفة كيف تحدد فائدة وتكلفة القرارات والأفعال شكل سلوك الجماعة. نظرية اللعبة، التي اخترعها عالم الرياضيات الهنغاري جون فون نومان، لها هدف أساسي، هو إيجاد الحل الأمثل لأي مشكلة، الحل الذي يكون فيه جميع الأطراف المعنية في المشكلة سعداء قدر الإمكان. حينما يتم تأسيس التوازن، لا يكون لدى أيٍّ من المشاركين فيه الحافز لتغييره، وقد أثبتت النظرية أنها أداة مهمة في مجالات عدة: فقد ساعدت في تأسيس حالةٍ من السلام الهش في الحرب الباردة، ومورست للتأثير في العلاقات الدولية والاقتصادية، وهي تفسر كيف تؤسس المجتمعات معاييرها الاجتماعية. بشكلٍ أو بآخر، كل ما يفعله الإنسان والحيوان يمكن التعامل معه بأنه لعبة، ووفقاً لجون روجاردن، فإنها تشمل التكاثر الجنسي، على الأقل.

روجاردن هي أستاذة في علم الأحياء التطوري من جامعة ستانفورد، ومختصة في قضايا الانتقاء الجنسي. في شباط ٢٠٠٦، نشرت سطوراً قوياً في صفحات صحيفة "العلوم"، كتبت مع زميلين لها، طالبت فيه باستبدال

كاملٍ لنظرية داروين في الانتقاء الجنسي، إلى نظرية الانتقاء الاجتماعي، وقالت إن اختيار الشريك الجنسي لا يرتبط كثيراً بالتكاثر، وانتشار الجينات، كارتباطه بعلاقات الجماعة، ونظرية اللعبة توضح السبب.

في ورقتها البحثية، تضع روجاردن نظريةً لتفسير خيارات التكاثر، إذ تقول إن اختيار "أفضل الجينات" لا يسهم في تحديد السلوك التكاثري. بدلاً من ذلك يوجد نوعٌ من المقايضة يمكن من خلاله مبادلة الفرص المتاحة للتكاثر بخدماتٍ مثل جذب الإناث، أو الحفاظ على نظافة المنطقة، أو قتال المنافسين.

على الرغم من أن العديد من علماء الأحياء انتقدوا أفكار روجاردن، ومنهجها، إلا أن هذه النظرية تسمح بالفعل للكائن الحي باستعادة ما خسره خلال التكاثر الجنسي. تقول روجاردن إن نظرية اللعبة تظهر أن الانتقاء الاجتماعي سيزيد عدد الصغار الذين سيصلون إلى مرحلة النضوج، فإذا اشترك أفراد الجماعة في أداء الوظائف المتعددة الضرورية لتماسك الجماعة، وبقائها في قيد الحياة، فإن هذه الإسهامات تعني مع مرور الزمن أن الجميع ستكون لديه الفرصة للتكاثر، وسيكون التكاثر أمراً أكثر نجاحاً، وسيزيد عدد الأفراد.

هذا يوفر بديلاً حتمياً لنقطة البداية التقليدية لعلم الأحياء -البداية التي تعاني من الضعف والقصور. إذا أخذنا وجهة النظر النموذجية للانتقاء الجنسي، فإن اختيار الشريك هو شأنٌ مباشرٌ، يعتمد على عرض "المورثات، أو الجينات الجيدة"، التي عادةً ما تظهر في لياقة ورشاقة، وزينة ذكر النوع أو الفصيل. في معظم الأحيان تختار الإناث (التي تكون بيوضها

محدودة، أمّا النطاق فتكون رخيصة ووفيرة)، وتتصارع الذكور لأجل فرصة أن يتم اختيارها. ومع هذا، فقد أظهرت الدراسات الأخيرة أنّ الحديث عن اختيار الإناث للذكور الأكبر قروناً، أو الأعلى زئيراً، أو للذكور أصحاب ريش الذيل الأكثر أناقة كما هو الحال في الطاووس مثلاً، لتحصل على "أفضل الجينات"، هو طريقةً بسيطةً جداً لوصف ما يحدث في العالم الواقعي.

قدّر جون ماينارد هذا، وأخذ الغزال الأحمر كمثالٍ عن الكائنات التي تناقض نظرية الانتقاء الجنسي. إذ يستنزف الذكور الأقوياء طاقتهم في عرضٍ مؤثرٍ وطويل لتقريع قرون بعضهم، لكن الإناث غالباً لا تتأثر بهذا، وتميل إلى ممارسة الجنس مع ذكور القطيع الأقل فحولة، وقد وصفهم ماينارد سميث بأنهم الأزواج الضعفاء.

هل هم حقاً ضعفاء؟ قد يخلق هذا حساً تطورياً جيداً. لا يوجد دليل قوي على أنّ الإناث تتأثر بتقريع القرون، أو أنّها تربط هذا العمل بالجينات الجيدة التي من المفترض أنّها تبحث عنها وتسعى إليها من أجل سلالتها. وهل ثمة حقاً بعض الجينات الجيدة التي تجعل الإناث تركز جلّ اهتمامها على ذكرٍ أو اثنين فقط؟ بعد كل هذا، إذا كانت النظرية صحيحة، فإنّ الذكور الحاليين جميعهم هم سلالة الذكور الأقوياء المناسبين في الجيل السابق. من الصعب أن نتخيل أنّ ثمة مثل هذا الاختلاف الملحوظ بين الذكور، الذي يجعل الإناث تميزه جيداً. هذه المشكلة معروفة تماماً لدى علماء الأحياء باسم (تناقض ليك أو Lek Paradox)، وعلى الرغم من وجود بعض التفسيرات للسبب الذي يجعل اختيار الإناث محددًا، لكنّ هذا الأمر يبقى نقطة خلافٍ في النظرية الأنموذجية للانتقاء الجنسي.

يوجد المزيد من الأمثلة عن مشكلات النظرية الأنموذجية، فقد وجد باحثان أستراليان وهما، مارك بلوز، وروب بروكس، أن أنواع الانتقاء الذي تقوم به ذبابة الفواكه، تذهب في الاتجاه المعاكس للأنواع التي تنبأت بها نظرية الانتقاء الجنسي. وأظهرت دراسات للباحثين نفسيهما أن الإناث غالباً ما تكون كسلى، ولا تبذل أي جهد في اختيار الشريك بعناية، وأنها تقترن على نحو عشوائي. إلا أن بعضها يخترن، ومن الواضح أن هذا الاختيار يتم وفق أسس التجارب السابقة، أكثر من كونه يعتمد على المزايا، أو السمات الجينية. وبعضها الآخر يبذل بعض الجهد، ويتفحص الذكر، لكن هذه ليست القاعدة بل الشواذ، فقد أوضح عالم الأحياء ستيفن روز، أن الدليل على أن الانتقاء الجنسي يعتمد على الصفات والمميزات المؤثرة للذكر هو دليلٌ ضعيفٌ - وهو صحيحٌ فقط بين "الطواويس"، المثال "التقليدي". بل أكثر من هذا، ثمة دليلٌ يفترض أن سرّ نجاح عملية التكاثر يكمن في شيءٍ ما غير استعراض القوة.

في صيف عام ١٩٩٤، أمضت إيزابيت فورسغرن شهرين تلعب دور الخاطبة في محطة كلوبان الحيوية على الساحل الغربي للسويد، كانت تدرس قوبيون الرمل، وهي سمكة تسبح حول الشواطئ الأوروبية الضحلة، التقطت إحداها في خليج رمليّ ضحلٍ، ووضعتها في المحطة. تغذت السمكة على الطحالب الطازجة التي قدّمتها لها فورسغرن، وهي بدورها بيّنت لها كم هي معقدة عملية الانتقاء الطبيعي.

في البداية تركت فورسغرن ذكرين يتصارعان على المكان الأفضل لوضع البيوض، فكان الفائز عادةً في هذا الصراع السمكة الأكبر حجماً.

بعدها أعطتها عدداً من البيوض لحمايتها من أحد السرطانات، فكانت السمكة الأصغر هي الأقدر على حماية البيض. أخيراً، تركت الأنثى تختار واحداً منها، فاختارت الأنثى - التي لا تعرف شيئاً مما حصل - اختارت الذكر الأقدر على حماية البيض، بدلاً من الذكر المسيطر، والأكبر حجماً.

هذا لا يعني أنه لا توجد بعض الحقائق في النظرية الأنموذجية للانتقاء الجنسي، وأحد الأمثلة عن هذه الحقائق هو فقمة الفيل: إذ تتصارع الذكور مع بعضها بعضاً للوصول إلى الإناث، ويفوز الذكر الأقوى والأكبر، ويحصل على قرينه. أدت حلقات التكاثر الناجحة هذه إلى جعل ذكر فقمة الفيل أكبر حجماً، وأثقل وزناً من الأنثى، طالما أن الذكر الأكبر في المجموعة هو من سينجب الجيل القادم، فإن ذكور الجيل القادم ستكون أكبر من ذكور الجيل السابق.

في أي حال، يوجد العديد من الاستثناءات لهذه الفكرة من وجهة نظر روجاردين، لذلك من الضروري أن نبحث في مكانٍ آخر عن تفسيرٍ آخر لعروض طلب الزواج. تقول فورسغرن: قد لا تكون الصفات الجنسية الثانوية، مثل ذيل الطاووس، مؤشراً على الجينات الجيدة، لكنها مؤشراً على الصحة العامة الجيدة. الحيوان الذي يكون في صحة جيّدة، سيكون أقدر على المساعدة في تربية وحماية النسل، ووجود عددٍ أكبر من النسل يصل إلى مرحلة النضوج، يعني إسهاماً في دفع تكلفة التكاثر الجنسي. هذه الفكرة حتماً تتناسب مع اكتشاف فورسغرن بأن بعض إناث السمك تختزن الذكر الأفضل، وليس الأكبر.

بل أكثر من هذا، فالفشل في التأثير في الأنثى لا يجعل أفراد المجموعة غير المرغوبين يرحلون عنها، بل يأخذون دوراً مختلفاً. الحيوانات التي لا تشارك مباشرة في عملية التكاثر، غالباً ما تشارك في رفاهية وتماسك الجماعة، وتجمع الطعام، وتوفر الحماية، وتقوم بالإغواء لعلها تحصل على فرصة للتزاوج فيما بعد. تفترض روجاردن أن مثل هذه النشاطات في المجموعة، قد تكون أساساً للسلوك المثلي الجنسي المنتشر في عالم الطبيعة.

Biological Exuberance: Animal Homosexuality and "عمله" في
Natural Diversity"، أو "الغزارة الأحيائية: التنوع الطبيعي، والمثلية الجنسية لدى الحيوانات"، الذي استمرّ عشر سنواتٍ بدافع من الحب والشغف، يقول بروس باغميل: إنه قد وُثِّقَ أكثر من ٤٥٠ نوعاً من الحيوانات التي تمارس السلوك الجنسي غير الإنجابي - وضمنه الاقتران طويل الأمد. ففي سبيل المثال، راقب باغميل زوجين من البجع الأسود، وهما يصنعان عشهما معاً، ويفقسان البيض (المسروق)، ويربيان صغار البجع التي تأقلمت معها جيداً. في الحقيقة، البجع مثلي الجنس لديه معدل نجاح أعلى من الأزواج ثنائية الجنس في تربية الصغار.

استكملت روجاردن عمل باغميل: في كتابها "قوس قزح التطور" أو "Evolution's Rainbow"، إذ أخذت العدد الكلي للأنواع الفقارية، التي راقبها باغميل في الاقتران "غير الأنموذجي، أي المثلي" الذي وصل عددها إلى ثلاثمئة تقريباً، وقد يكون هناك العديد من الأمثلة التي لم تُعرض بعد. استغرق عمل باغميل عقداً من الزمن تقريباً لأن علماء الأحياء قمعوا أي ذكرٍ للسلوك المثلي الجنسي في عالم الطبيعة، إذ قال أحد علماء الأحياء إنَّ

الإقرار بأن الحيوانات التي كان يراقبها باغميل كانت تعيش في مجتمع مثلي الجنس هو أمرٌ "نفسياً لا قدرة له عليه". كما وثق علماء آخرون السلوك مثلي الجنس لدى الحيوانات، لكنهم لم ينشروا شيئاً حتى حصلوا على الإذن.

بالتأكيد لا يتناسب هذا التزاوج مع الفكرة السائدة بأن الجينات، أو على الأقل الكائنات الحيّة، مصرّةٌ على استنساخ نفسها. وهو لا يتناسب كذلك مع فكرة الدور الاجتماعي للجنس، بل يتناسب مع فكرة أن التكاثر الجنسي هو عقدة ونتيجة ثانوية لبعض الظواهر الأخرى.

إذا كانت روغاندن تشير إلى شيءٍ ما، فهو أنّها تعتقد أن هذا السلوك له مضامين ثقافية وعلمية، وتقول في هذا: لقد أصابت المسلمات في علم الأحياء ثقافتنا بالصدأ، كما يصيب الأسيد البطارية. في العموم، نحن نلعب الدور المرسوم لنا في تلك الثقافة - الذكر العدواني، والأنثى الخجول - لأنّ الانحراف عن "معاييرها" ينتج عنه العنف الجسدي والعاطفي، والتعصب، والشعور بالذنب، والسلوك الإجرامي. وعلى الرغم من أنّ المسلمات الجديدة قد تحفز على نشر التسامح والتغاضي، إلا أنّه إذا كان علم الأحياء مخطئاً، فسيتتهي هذا الانتشار الغريب للتكاثر الجنسي، بأن تصبح له انعكاسات وتأثيرات أعمق خارج العلم من داخله.

لم يقتنع الجميع بنقاش روغاندن، بل في الحقيقة، أغلبهم لم يقتنع، وقد كتب ستيفن روز^(١) عندما راجع لـ "قوس قزح التطور" أو "Evolution's Rainbow" في صحيفة "الغارديان": "أنا أجد أنّ هذا ليس أقوى،

(١) ستيفن روز: أحيائي، وعالم أعصاب، وعالم كيمياء حيوية، وأستاذ جامعي، من إنجلترا، ولد في لندن. المترجمة.

ولا أضعف من نظرية الانتقاء الجنسي، على الأقل بالنسبة إلى الأنواع الاجتماعية. " في الوقت الحالي، يحتاج الباحثون في التطور إلى النظر إلى كل النظريات القادمة من ناحية الاعتبارات المتعلقة بالتكاثر الجنسي، والانتقاء الاجتماعي، وهذا أمرٌ مثيرٌ للفضول والاهتمام.

ما يثير أكثر في هذا الأمر هو أنه، إذا كان الموت هو السبب الأساس للجنس (الجنس يكون ضرورياً للحياة في البيئة الغنية بالأوكسجين)، ونقل الجينات إلى الجيل القادم، هو نتيجة ثانوية وليس دافعاً أساسياً في العالم الطبيعي، حينها قد لا يكون انتقاء المجموعة في التطور هو الانحراف الذي أعلن داوكنز عن وجوده. هذا يستحضر فكرة جوشان ميتلدورف عن الموت بأنه تطوّر منذ ظهوره الأولي كمزبّة حياة حقيقيات النوى، إلى نظام يوفّر حيزاً للأجيال الجديدة. وجهة نظر ميتلدورف هي نفسها التي توصل إليها أوغست ويزمان في عام ١٨٨٩ (لكن تنصّل منها)، لذلك يمكننا القول إنه بتغيير وجهة نظرنا حول الجنس، قد نكتشف المادة المظلمة للموت من خلال نظرية أكثر وضوحاً. يبدو هذا سهلاً جداً، لكن ربما كان الجواب أمامنا طوال الوقت. هل يمكن أن يكون الجنس ليس أهم شيء في الحياة، وأن يكون انتقاء المجموعة هو السبب وراء الجنس والموت؟ هل يمكننا أن نصل إلى حلّ ظاهرتين غريبتين بإيجاد الحلّ لواحدةٍ منها فقط؟

إذا كان أصل الموت، وما نتج عنه من ظهورٍ للجنس بدأ في المحيطات، فإنّ حكاية أنثى الأخطبوط ستكون خاتمة مناسبة لهذه القصة - وتلميحاتاً للطفرة، أو الحالة الشاذة التالية. هذا المخلوق هو حلم جورج ويليم، وهو دليلٌ على قوة النمط الظاهري المتعدد العدواني، فهي تضع

بيوضاً مرّةً واحدةً في حياتها، وبعد ذلك، تفقد رغبتها في الحياة، في غضون عشرة أيّام من تفقيس البيوض، تجوّع نفسها حتى الموت، وهذا هو الموت بالبرمجة. في عام ١٩٧٧، أزال عالم النفس جيروم ويدينسكي الغدد البصرية لأنثى الأخطبوط بعد أن وضعت بيوضها، ما يمنع إفراز الهرمون الذي يُسرّع في عملية التجويع الذاتي، الأمر الذي جعلها تتعافى، وتعيش لمدة أطول بعد وضع البيوض..

أنثى الأخطبوط هي ضحية هرموناتها، حرفياً، لكننا لا نختلف عنها. إذا كنا نعتقد أننا نختار أن نأكل، أو أن ننهض من السرير في الصباح، أو أننا نختار أن نفعل أي شيء، فنحن مخطئون. إنّه وهم، أو بالأحرى هو توهم الإرادة الحرّة، وهو الحالة الشاذة أو الظاهرة الغريبة التالية، التي قد تكون الأكثر إزعاجاً لنا.

الإرادة الحرة

قراراتك ليست من اختيارك

في ربيع عام ٢٠٠٧، وفي مختبرٍ أرضيٍّ في لندن الوسطى، عَزَفْتُ مقطوعة بينوكيو لباتريك هاغارد جيبيتو. هاغارد، وهو بروفيسور في جامعة كوليج، ومعهد لندن للعلوم العصبية، صنع جهازاً غريباً كان يبدو مثل مفتاحٍ كرتونيٍّ ضخيم، شيءٌ تستخدمه لتدير فأر ساعةٍ بحجم الإنسان، وضعه فوق الجانب الأيسر من رأسي. لما وصل إلى المكان الصحيح، ضغط على دواسة القدم، فتحرّكت سبابتي اليمنى. شدّ المفتاح قليلاً، فارتعشت إصبعي الوسطى، وبعدها الأصابع الثلاثة. فإذا رسم خريطةً لرأسي على نحوٍ جيّد، وشغلّ الجهاز، حينها يمكنه أن يحرك قدمي وذراعي، بهذا المفتاح يمكنه القيام بأي شيءٍ تقريباً.

هذه الحيلة هي الأداة المفضلة لدى علماء الأعصاب. إنَّها تُدعى التحفيز المغناطيسي للدماغ، وهو يستخدم الحلزونات الكهربائية لتشكيل حقل مغناطيسي يُحرّض تياراتٍ في الدماغ. من خلالها، يمكن للباحثين أن يكتشفوا وظائف مناطق محددة من الدماغ. يقول هاغارد إنَّه أجرى هذه التجربة على نفسه كثيراً، أمّا أنا فقد كنت سعيداً لأنني خضتُ هذه التجربة مرّةً واحدةً، فأنا لا أحب حقاً أن يتحكم شخصٌ آخر في جسدي.

ومع هذا ينبغي أن أعدّ نفسي محظوظاً، لأنّ بعض الناس عليهم أن يتعايشوا مع هذا النقص في قدرتهم على التحكم في الاحتياجات الأساسية. فمثلاً، قد يجد الذين يعانون من متلازمة اليد الغريبة^(١)، أنفسهم يجاربون يداً بالأخرى، ويقولون حول هذا إنّ إحدى يديها لها "دماغها الخاص." قد يحاولون وضع الفئجان بيدهم اليسرى، فيجدون أنّ يدهم اليمنى تحاول رفعه، أو قد يغلقون أزرار القميص بيدهم اليسرى، فتحل اليد اليمنى الأزرار. في الحالات الشديدة، تحاول اليد الغريبة خنق الشخص، فينقذهم الصراع مع اليد الأخرى فقط، وينام هؤلاء التعساء، ويدهم الغريبة مربوطة إلى السرير، من باب الاحتياط.

حالة غريبة كهذه، لها تفسيرٌ مباشرٌ هو أنّها تنشأ عن إصابة، أو خللٍ في دماغ المريض، ويوجد كثير من الأمثلة الأخرى: كالرجل الذي حوّله ورم في دماغه إلى مغتصبٍ للأطفال، والرجل الذي جعله خلل في دماغه يخطئ بين زوجته وقبعته. الدرس الذي نتعلّمه من هذا كله، هو أنّ أدمغتنا ليست منفصلة عن أجسامنا. على الرغم من أنّ هذه المشاهدات مخيفة وغير مرغوبة، إلا أننا آلات دماغية، أي نحن لا نملك ما نعتقد أنّه إرادة حرّة.

هذا الاستنتاج يمكن رسمه من خلال عقودٍ من التجارب التي يمكن تكرارها، ومع ذلك فإنّ هذا الاستنتاج ليس له أي معنى. نحن مقتنعون تماماً باستقلاليتنا، وإرادتنا الذاتية، وإرادتنا الحرّة، وكل من تتحدّث إليهم

(١) متلازمة اليد الغريبة: وتسمى أيضاً باليد الفوضوية، أو متلازمة اليد الملقوفة، وهي حالة مزمنة يعاني فيها الإنسان من عدم القدرة على التحكم بحركات يده. وهي عبارة عن أعراض ناجمة عن إصابة في المخ، وتكثر في الحالات التي يكون فيها الشخص معتمداً على نصف واحد فقط من نصفي المخ. المترجمة.

تقريباً سيقولون إنَّ مثل هذه النتائج التجريبيَّة هي طفراتٌ وحالاتٌ شاذَّةٌ، ولا تتناسب مع الإطار العام لتجربتنا الشعوريَّة. ومع هذا، تحدَّث إلى باتريك هاغارد، وسيخبرك إنَّ الطفرة تكمن في خداعنا لأنفسنا، في وهم الإرادة الحرَّة التي نتمسك بها بإحكام. هاغارد ليس الوحيد في هذا الرأي، إذ يتفق معظم علماء الأعصاب معه، لكن لا يزال قليل منهم متعلقين بالإرادة الحرَّة ويعدِّون النتائج التجريبيَّة طفرة أو حالة شاذَّة. مخاطر هذا الصراع لا يمكن أن تكون أعلى من هذا، فأبشئ شيءٍ عن الإرادة الحرَّة لن يكون له معنى، والحل لهذه الطفرة سيُحدد ماذا يعني أن تكون إنساناً.

أخبر معظم الناس أنَّهم لا يملكون إرادةً حرَّةً، وسيردون عليك بأنك مخطئ. كتب ألبرت آينشتاين في عام ١٩٣١: "الإنسان يدافع عن نفسه باعتباره كائناً ضعيفاً في مضمار الكون." إذا كانت اختصاصاته في علم الفلك، وعلم الكون هي التي تقود الطريق في دفع الإنسان بعيداً عن مركز الكون، فإنَّ العلوم الأخرى ليست ببعيدةٍ عن هذا، والإرادة الحرَّة هي فقط لجعل البشر يبدوون مميزين، وفي أي حال، حتى هذا قد نفقده قريباً.

في عام ١٧٨٨، وضع الفيلسوف إيمانويل كانط مشكلة الإرادة الحرَّة على قدم المساواة مع قضية وجود الله والخلود، وقال إنَّ هذه الأشياء الثلاثة هي الأشياء الوحيدة خارج حدود الفهم البشري. قد يكون كانط مخطئاً، لكنَّ علماء الأعصاب يتعلمون، شيئاً فشيئاً، كيف يُزججون الستارة عنها جانباً.

أول شخصٍ هزَّ عرش وهم الإرادة الحرَّة كان بنجامين لبيت. كان لبيت، الذي توفي عام ٢٠٠٧ عن عمرٍ ناهز واحداً وتسعين سنة، أسطورةً في علم الأعصاب، لأنَّه أحبَّه رباً.

في أواخر سبعينيات القرن العشرين، كان لبيت يناقش الإرادة الحرة مع عالم النفس الحائز جائزة نوبل جون إيكل حول طاولةٍ مستديرة. أشار إيكل في أثناء النقاش إلى اكتشافٍ جديدٍ يقول إنَّ إشارة الدماغ التي تسبق أي فعلٍ إراديٍّ، التي تسمّى القدرة على القراءة، تبدأ قبل ثانية، أو أكثر من الفعل. في ذلك الوقت، اعتقد إيكل أنَّ الإرادة الحرة الواعية تبدأ في أيِّ فعلٍ إراديٍّ، لذلك، قال، لا بدَّ أن يسبق الشعور الفعل الإرادي بثانية على الأقل، وأدرك لبيت سريعاً أنَّ هذه حقيقة، ولا يوجد دليل عليها، فبدأ يبحث عن دليل.

أخذ لبيت مجموعةً من المتطوعين، وعمد إلى وصل فروات رؤوسهم، ومعاصمهم بأقطاب كهربائية، وطلب إليهم أن يؤدوا مهمةً بسيطةً جداً. كان عليهم أن يحدقوا إلى الساعة، وأن يحركوا أرساغهم عندما يريدون، بعدها كان عليهم أن يحددوا متى أدركوا نياتهم القيام بهذه الحركة.

تمكن لبيت باستخدام الأقطاب الكهربائية الموصولة بفروة الرأس، من قياس الإشارة المتصاعدة بثبات لقدرة الاستعداد للقيام بفعلٍ ما. وأعطت أقطاب الرسغ توقيتاً دقيقاً لنشاط العضلات، عندما أعطى المتطوعون توقيت إدراكهم لنياتهم بأن يتحركوا، فكانت النية دائماً تأتي قبل الفعل.

هذا جيد جداً حتى الآن، طالما أنَّ الأخبار الجيدة تستمر. اكتشف لبيت أنَّ عمل الدماغ التمهيدي أو التحضيرى، أي القدرة على التأهب والاستعداد، سبق النوايا الشعورية لدى كثير من المتطوعين. كان الدماغ يستعد لحركة النهوض قبل نصف ثانية من حدوثها، ووسطياً كان الاستعداد يحدث قبل ٣٥٠ ملي ثانية، أي قبل أن يدرك الشخص أنَّه سيتحرك. في الوقت الذي أحسَّ فيه المتطوع بالنية الشعورية لأن يتحرك،

دماغه يعمل بأقصى سرعته. إذاً، مهما كان يعتقد أنه هو من قرر أن يقوم بهذا الفعل شعورياً، غير أن الحقيقة أنه ليس هو من قام بهذه الحركة.

كان لبيت مأخوذاً تماماً بهذا الاكتشاف، وسرعان ما سعى إلى إنقاذ الإرادة الحرّة للبشر من خلال الدليل الوحيد الذي وجدته. قال لبيت ثمة زمن بين إدراك النية في القيام بالفعل، والفعل نفسه. أي يمكننا أن نتخذ قراراً شعورياً في ألاّ ننفذ الفعل الذي يوشك دماغنا أن يقوم به، وهكذا يكون رسم خطوط معركة الطبيعة الأساسية للبشريّة.

على حائط مكتب هاغارد توجد مقطوعة شعرية كتبتها ابنته، وهي تُدعى "قصيدة لأبي"، وتصف فيها أسباب حبّها لو والدها. بالنسبة إلى طفلة، حب الأهل أمر مضمون، لكن الطفل تكون لديه مشاعر يعتقد أنه يمكنه تسويغها، أو عقلتها. كسب هاغارد حب ابنته من خلال قيامه بأشياء تذكرها في قصيدتها، وهي: مساعدتها في واجباتها المدرسيّة، واصطحابها إلى السباحة، وغيرها، والأهم بين هذه الأشياء جميعها أنّها تحبه، لأنّه يحبّها.

هل هكذا تعمل الآلة؟ هل نريد حقاً أن نسمح للعلم بأن يحدّ سلوكنا البشري كالسباحة، والواجبات المنزلية، والحب بمجموعةٍ من الأعصاب المستقلة عن الإرادة الشعورية للفرد؟ وبعد ذلك توجد مشكلة الصح والخطأ، لقد بنينا حضاراتنا، وأدياننا، ومجتمعاتنا على مبدأ أن يكون الناس مسؤولين عن أفعالهم. بالتأكيد نحن فقط نريد أن نطوّر نظرية علميّة لإرادة الإنسان، إذا كانت تُشرعن مفاهيم مسؤوليتنا الأخلاقيّة. هذا بالتأكيد رأي لبيت - ولا سيما بعد أن شعر أنّ تجربته قد تكون خطأ، أو معيبة. قال: "شعورنا البديهي بأننا نملك إرادةً حرّةً يشكّل قاعدة أساسيّة لآرائنا حول

طبيعتنا البشريّة، يجب أن نكون حذرين جداً في تصديق مزاعم النتائج العلميّة، بشأن هذه الآراء، التي تعتمد على افتراضات خفيّة. " افترض هاغارد أن أي نظرية تنكر الإرادة الحرة تكون "أقل جاذبيّة" من النظرية التي تتبناها. لماذا لا نتأقلم ببساطة مع الرأي القائل إننا نملك إرادة حرّة فعلاً؟ إذا لم يكن ثمة بعض الأدلة على العكس.

كان لييت محقّقاً، علم الأعصاب، بالتأكيد، لن يقضي على فكرة الإرادة الحرّة، كما أن البروتوكولات خلف تجربة لييت كانت ضعيفة جداً للوصول إلى هذه النتيجة. بينما كنا نتحدّث أنا وباتريك هاغارد في مكتبه في الطابق الثاني، وضع أمامي على الطاولة حاسوباً محمولاً، وقال إنّه ينبغي لي أن أجرب نسخة من الروتين التجريبي الخاص بلييت، وهذا سيوضح لي لماذا لم تضع تجربة لييت بعد نهايةً محددة للإرادة الحرّة، أكثر من أي شيءٍ آخر.

توجد حتماً صعوبات في هذه التجربة، ففي نسخة هاغارد من التجربة، كان عليّ أن أضغط على المفتاح F9 في أثناء دوران ساعة المؤقت الرقميّة السريعة على الشاشة، لنلاحظ ذهنياً الوقت الذي أكون فيه "مدركاً لنيّتي" تحريك إصبعي. ثمة مجالٌ كبيرٌ للخطأ هنا، فمثلاً، كيف أتغلب على رغبتني في الضغط على المفتاح، عندما تصل الساعة إلى نقطة محددة في دورتها؟ وكيف أفصل بين إدراكي لقراءة الساعة، عندما أقرر أن أضغط على المفتاح، وإدراكي لها عندما أشعر بإصبعي يضغط عليه؟ ماذا يعني هذا، وكيف أحدد "إدراكي للربة، أو الإرادة في أن أتحرّك؟"

يقول هاغارد إنّ كثيراً من الناس كانوا هنا قبلي، ولمواجهة المشكلة الأولى، أحد الباحثين الذين ينفذون التجربة، أخبر المتطوعين مرّاتٍ عدّة

أنهم هم المسؤولون عن ضغط المفتاح، وليس الساعة. بعدها اختبر الباحثون البيانات، لإيجاد نماذج في التوقيت تشوّه النتائج السابقة. المشكلة الثانية كانت أمتع، إذ يدخل فيها شيءٌ يُدعى التزامن عبر الوسائط.

إذا شاهدتَ من قبل فيلماً سيئاً الدبلجة، فستكون قد جرّبت الصعوبة المزعجة في تتبع الحوار، التي قد تنشأ بسبب مشكلاتٍ في التزامن عبر الوسائط لديك. أنت تشاهد شفاه الممثلين تتحرّك، ودماغك يتلقى هذا المدخل البصري بسعادةٍ غامرة. المشكلة هي أنّ المدخلات الصوتية تأتي من قناةٍ منفصلة، ودماغك يعرف أنّ من الأسهل أن تفهم الكلام، عندما تكون لديك مدخلات بصرية - قراءة الشفاه - إذاً، فهي محاولة لجمع القناتين، أو الوسيطتين، معاً.

دماغك يكون متساعماً بطريقةٍ مدهشة؛ إذا كان الصوت خارج المسار، أو غير متزامن بنحو ٥٠ مليون ملي ثانية، وهذا غير مهم لأنّ دماغك لن يدركها، وهذا هو مستوى الخطأ المسموح لك به في دبلجة الأفلام، وأي زيادة عن هذا الحدّ، ستجعل الناس يرمون الشاشة بأي شيءٍ.

الأمر نفسه ينطبق على مزامنة متطوعي لبيت لرؤيتهم الساعة، مع إدراكهم النية، الإدراك هو الوسيط الداخلي، أمّا قراءة الساعة فتحدث عن طريق الوسيط البصري. تُظهر الاختبارات أنّ الأخطاء التي يرتكبها الناس في المزامنة، تكون مدتها بين ٥٠ و ١٥٠ ملي ثانية. وهذا يعني أنّه لا يوجد شيءٌ يسوّغ، أو يفسّر الفارق الزمني الذي مدته ٣٥٠ ملي ثانية بين النية غير الشعورية، والرغبة الشعورية للقيام بفعلٍ ما.

هاغارد مقتنع بأنه لا يوجد شيء يُدعى الإرادة الحرّة، إذ يقول "إنّ المشكلة الثالثة فيها هي أنّ تعريف "إدراك الرغبة في الحركة"، هو أمرٌ إشكالي، نحن هنا نناقش الألفاظ، أنا ألعّب الآن لعبة الأحمق في محاولةٍ لسدّ الهوة من خلال تنفيذ تفاصيل التجربة. إنّها موجودة، وعليك أن تتعادها؛ نعم، التجربة فيها كثير من العيوب، وهي ليست الطريقة المثاليّة لتحديد ماهية الطبيعة الدقيقة للفعل الإرادي، مقابل الفعل اللاإرادي. غير أنّه الآن في صدد الهجوم، فما هو البديل؟ هل أعتقد حقاً أنّي أملك إرادةً حرّةً؟ هل أعتقد حقاً أنّ الأفكار الشعوريّة يمكنها أن تجعل دماغي يقوم بالأشياء؟ أين هو هذا الشيء، في مكانٍ ما داخل الدماغ المادي، الذي سيجعل دماغي ينتقل إلى الفعل، ويحرّك إصبعي؟ يقول هاغارد: لا مفرّ من هذا، "نوايانا" الشعورية هي نتائج ثانوية لشيءٍ حدث مسبقاً، وإثبات هذا أمرٌ صعبٌ بلا شك. إنّها، في رأي هاغارد، اقترب أحد الأشخاص من هذا الأمر أكثر، وهو ليس بينجامين لبيت.

في بداية التسعينيات من القرن العشرين كان إسحق فرايد، وهو جراح عصبي في كلية الطب بجامعة ييل، يجري عملياتٍ جراحيةً على أدمغة المرضى الذين يعانون من مرض صرع حاد. كانت حالتهم سيئة جداً، إلى درجة أنّ جزءاً من أدمغتهم كان يجب أن يتم استئصاله، لمنع تلف باقي الأعصاب. ولمعرفة الخلايا العصبية الواجب استئصالها، وصل فرايد شبكةً من الأقطاب الكهربائيّة، بمناطق محددة من سطح الدماغ، كانت الفكرة من هذا العمل على مراقبة الخلايا العصبية، لملاحظة فرط النشاط فيها.

بالإضافة إلى استخداماتها العلاجية، وفرت هذه الحالة فرصةً فريدةً للتعامل مع مناطق صغيرة من الدماغ، من خلال تيارٍ كهربائيٍّ، لنرى ماذا يحدث. كانت هذه فرصةً لرسم خريطةٍ قد تساعد في تطوير فهمنا لطريقة عمل الدماغ، إذا أردت ذلك. تشبّث فرايد بهذه الفرصة بكلتا يديه - وتوصّل إلى بعض النتائج غير المتوقعة.

عمد فرايد وفريقه إلى تحفيز ٢٩٩ نقطةً في الدماغ؛ لدى ثلاثة عشر مريضاً، أظهرت ١٢٩ نقطة من هذه النقاط استجابةً، ومعظم هذه الاستجابات كانت ببساطة حركات للجسم. يمكنني القول إنّ هذا لم يكن مميّزاً كفايةً، لأنّ فرايد وفريقه كانوا يطبقون تياراتٍ على مناطق محددة من الدماغ، ويجفزون حركاتٍ - أحياناً كان ينحني فقط مفصل واحد، أو تقلص مجموعة واحدة من العضلات في الوجه. وفي أحيانٍ أخرى، تمكنوا من تحفيز استجابةٍ أكبر، فمثلاً اتخذت إحدى المريضات وضعيةً معينةً، فمدّت رقبتهَا، وأدارت رأسها نحو اليمين، وهذا أمرٌ استثنائي بكل المقاييس.

غير أن هذا لم يكن الشيء الاستثنائي الوحيد؛ الأمر الذي صدم الباحثين حقاً، هو تقارير المرضى بأنهم يشعرون "بالنية أو الرغبة". الرغبة في تحريك اليد اليمنى، والرغبة في تحريك الرجل اليمنى نحو الداخل، والرغبة في تحريك الإبهام الأيمن والسبابة. ولما زاد الباحثون شدّة التيار قليلاً في كلّ حالة، هذا ما حدث تماماً: الرغبة تحوّلت إلى فعل، هو الفعل الذي ذكر المرضى أنهم يريدون أن يفعلوه.

كل هذا بسبب نقرة الإصبع على مفتاح، سيطر الباحثون على إرادة المرضى، وبقليلٍ من الطاقة الزائدة سيطروا على أجسامهم.

يمكنني القول إنّ باتريك هاغارد كان "مفتوناً" بهذه الاكتشافات، حسب تعبيره، إذ يقول "إنّه لمن المذهل أن تخضع لهذه التجربة."

إنّه لا يريد لأي شخصٍ أن يتلاعب بدماعه، لهذا السبب انتهى بنا الأمر في مختبره هذا. التحفيز الدماغي المغناطيسي هو فعلٌ غير مباشر، وتالياً هو أقل فاعليّة، وهو نسخة تجربة إسحق فرايد على مرضى الصرع، لكن، في الأساس، التجربتان متشابهتان.

عليّ أن أعترف أنّ مشاهدة هاغارد يحرك إصبعي، قيّدت إحساسي بنفسي إلى أقصى حد، ذلك أنّ الإصبع بدا بالنسبة لي، إصبع شخصٍ آخر. على الرغم من ذلك، كان الأمر مفيداً، إذ بيّن لي شيئاً آخر عن تجربة لبيت. أيّاً تكن مشكلاتي مع عبارة "إدراك إرادة أن نتحرّك"، فإنّ ثمة فرقاً كبيراً بين الحركة التي تأتي من نيتنا الشعورية الذاتية، والحركة التي تأتي من! حسناً لا يبدو أنّها تأتي من أي مكان على الإطلاق. هذا ليس منعكساً لا إرادياً، مثل هروب حمامة تطير على علوٍ منخفضٍ في متنزه سنترال، أو امتداد قدمك بعد أن ينقر الطيب تحت ركبتك، كما أنّ هذا لا يشبه ضرب كرة البيسبول المسرعة. كل تلك الأشياء تبدو مثل القدرات البشريّة، قد أكون لا أعرف كيف أقوم بها، لكن على الأقل أعرف أنني أنا من يقوم بها. هذا الأمر مختلف، فأنا لم أكن من يحرك إصبعي. وأن تكون دمية باتريك هاغارد هو أمرٌ رائع، فقد أصبحت مقتنعاً أكثر أنني لا أملك إرادة حرّة.

يهاجم أدب علم الأعصاب وهم الإرادة الحرّة من زاويةٍ أخرى، فقد أظهر علماء الأعصاب، مراراً وتكراراً، أنّه حينما يصل الأمر إلى النية والتحكم، نكون مخدوعين بطريقةٍ مذهلة. قد نكون مقتنعين بأننا نملك

إرادة حرّة، لكن علينا أن نتعامل مع جميع هذه القناعات الداخليّة بجرعة زائدة من الشك.

أثبت دانييل وينر، وثاليا ويتلي هذا في عام ١٩٩٩ مع نسخة مخصّصة لما يسمونه "لوح ويجا" المنزلي العادي. " في ذلك الوقت، كان الثنائي يعمل في جامعة فيرجينيا، وقررا أن يختبرا إيمان طلاب علم النفس بحركات أيديهم. حصل الطلاب على دورة معتمدة للمشاركة في التجربة، لكن حصل الباحثون على نتائج تقليديّة كثر الحديث عنها.

تنطوي التجربة على الخداع منذ البداية، فقد وصل الطلاب جميعهم إلى التجربة في الوقت نفسه، كأنهم مشاركون في الخدعة. كانوا يعتقدون أنّ الشخص الذي في داخل كلّ واحد منهم، هو أيضاً مشتركٌ بسيطٌ معهم، ومضوا في العمل معه.

كان لوح ويجا عبارةً عن فأرة للحاسوب، مع لوح مربعي مثبت من أعلاه، أراد الثنائي من المشتركين أن يضعوا رؤوس أصابعهم على سطح

(١) لوح ويجا والمعروف أيضاً بلوح الروح أو لوح الحديث : يتكون من كلمتين (فرنسية) oui و ja (هولندية/ألمانية) وتعنيان "نعم". هو لوح مسطح رُسم عليه كل الأحرف الأبجدية، والأرقام من ٠-٩، وكلمتا "نعم" و"لا"، وكلمتا "مرحباً"، و"وداعاً" مع رموز أخرى، ويحتوي على مؤشر متحرك في شكل قلب صغير من الخشب، مثقوب من المنتصف يستخدم لنقل رسالة إلى الأرواح عبر تهجئة الكلمات على اللوح. ويقوم المشاركون بوضع إصبعيهما على المؤشر، ويحركانه حسب الإجابات، فاذا وضعت مثلاً غمامة على عيني الشخصين المحركين للمؤشر فستكون حركة المؤشر غير ذات معنى. وقد قدّمه تجارياً رجل الأعمال الأمريكي إيليا بوند في ١ يوليو ١٨٩٠، وكانت تعدّ لعبة صالون غير مؤذية إلى أن استخدمها الروحاني الأمريكي بيرل كوران كأداة للتكهن إبان الحرب العالمية الأولى. المترجمة.

اللوحة المقابل لهم. بعدها طلبا إليهم أن يحرّكوا الفأرة معاً، في دوائر بطيئة ليتحرّك المؤشر على شاشة الحاسوب. كان يظهر على الشاشة خمسون شكلاً صغيراً: بجعة، سيارة، ديناصور، وغيرها. كل ثلاثين ثانية، كان على المشتركين أن يتوقفوا عن تحريك الفأرة، ويجددوا كم كانت نيتهم بأن يتوقفوا عند ذلك الحد.

كانت الخدعة معقدة، بوجود تعليماتٍ خفيةٍ من الشخص الذي في داخلنا، لكن النتيجة كانت واضحة. على الرغم من أن جميع حركات المؤشر، وجميع التوقفات كانت تعود إلى هذا الشخص، وقد ذكر الطلاب أن التوقف كان بإراداتهم، واعتقدوا أنهم هم من كانوا يصنعون القرار، في حين أصبح واضحاً للجميع أنهم لم يكونوا كذلك.

تابع وينر التجارب المكتملة لتجربته، فطلب إلى الطلاب أن "يقرؤوا حركات العضلات غير الإرادية" للطلاب الشريك لهم. في هذه الدراسات، كان الطلاب تحت تأثير أنهم وشركاءهم يسمعون أسئلةً بسيطةً، مثل "هل واشنطن العاصمة، هي عاصمة الولايات المتحدة؟" كانت أصابع كل طالب ملامسة لرؤوس أصابع شريكه، وكان عليه أن "يشعر" باستجابة، أو رد فعل الشريك، ثم يضغط على المفتاح المناسب للإجابة بـ: نعم، أو لا.

في الحقيقة، الشريك - الشخص الذي في داخلنا - لم يسمع شيئاً، لذلك لم يقيم بأي استجابة. أجاب الطلاب إجاباتٍ صحيحة في ٨٧% من الوقت - لكن الأجوبة التي تُعزى إلى تأثير شركائهم استغرقت ٣٧% من الوقت. ما يعني أن الإجابات الصحيحة كانت تصدر عادةً بشكلٍ آليٍّ دون أي مساهمةٍ شعوريةٍ إرادية. توقعات حركات شركائهم غير الشعورية كانت كافية لتحديد تجربة الإرادة، أو الرغبة الشعورية.

الخلاصة ماذا؟ أفكارنا، وأفعالنا، ونوايانا طيعة وقابلة للتشكل على نحوٍ خطيرٍ. نحن كالأطفال الصغار الذين يجلسون أمام آلة لعبة سباق السيارات، حتى لو لم يضعوا المال فيها، تبقى السيارات في حالة سباقٍ في العرض التوضيحي للعبة، يمسك الأطفال بعجلة القيادة، ويحركونها إلى الأمام والخلف معتقدين أنهم يقودونها فعلاً. يعتقد وينر وويتلي أن هذا النوع من الظواهر هو السبب في وجود الألعاب الترفيهية متعددة المراحل. كتبوا في تموز عام ١٩٩٩، مشكلة عالم النفس الأميركي: "الاعتقاد بأن أفكارنا الشعورية، أو الإرادية هي السبب وراء أفعالنا هو خطأ قائم على الشعور الوهمي بالإرادة - الذي يشبه كثيراً تصديقنا بأن الأرنب قد قفز فعلاً من القبعة الفارغة."

من المحتمل أن تكون عروض التنويم المغناطيسي، وقراءة الأفكار، والوهم جميعها تستخدم فهمنا المحدود والضعيف للطبيعة الحقيقية للإرادة الحرة الشعورية. اضبط الأشياء جيداً، ويمكنك أن تخدع الناس بجعلهم يعتقدون أنهم يقومون بشيءٍ ما. غير الطريقة التي تضبط بها هذه الأشياء، وستخدع الناس مرةً أخرى، وتقنعهم بأن ثمة شخصاً آخر يتحكم في سلوكهم، أو أنهم يراقبون كل شيءٍ يحدث بدقةٍ وعنايةٍ. تشكّل المسارح في أنحاء العالم مختبراتٍ تثبت هذه الفكرة: بإشراف الممثلين الاستعراضيين والسحرة، حرك آلاف الأشخاص كأساً من الزجاج حول لوح ويجا، دون أن يدركوا أنهم هم من حركوها بأنفسهم. يأتي الدليل على مقاومتنا الاستثنائية، نحن البشر، للواقع من معرفة أن السحرة والمخادعين كانوا يستفيدون طوال الوقت من هذه الظاهرة، قبل قرنٍ ونصف القرن من الآن

كان لدينا تفسيرٌ جيدٌ ومنطقيٌّ وبعيد عن الأرواح لهذه الظاهرة، وهو: حركات العقل الباطن. هذه الحركات هي حركات آليّة لا شعوريّة، تنشأ وتزداد من خلال توقعاتٍ مركزةٍ للحركة، عرفها أوّل مرّة عالم النفس ويليام بينجامين كاربنتر في عام ١٨٥٢، بأنّها "تأثير اقتراح تعديل وتوجيه الحركات العضليّة، بمعزلٍ عن الإرادة". والنتيجة كانت حركاتٍ كبيرة لا يُدرك الشخص مسبباتها.

حمل عالم النفس والفيلسوف ويليام جيمس، وهو شقيق الروائي هنري جيمس، راية كاربنتر، وأكمل طريقه، فقد نفّذ تجارب تبين كم هو سهل أن نقصي إرادتنا. في عام ١٨٩٠، وضع اكتشافاته في كتابٍ بعنوان "مبادئ علم النفس"، وقال فيه: "التمثيل الذهني لأي حركة ينه الحركة الفعلية التي هي الهدف من هذا التمثيل، وإذا لم يكن ثمة شيءٌ يوقف هذه الحركة، فإنّها تستمر."

كان جيمس أوّل شخصٍ أدرك أنّ أوهام التحكم بأفعالنا ليست جميعها غامضة، كما تأثير لوح ويجا. فقد أوضح أنّ بعض الأشياء البسيطة، مثل النهوض من السرير في الصباح، قد تكون إشكاليّة على نحوٍ مشابه. في الحقيقة، عدّ جيمس فعل النهوض من الفراش أنّه قد "يحتوي بشكل مصغر بيانات لعلم نفس الإرادة بأكمله." ربما نحتاج إلى ذهنٍ استثنائيٍّ لنرى النهوض من الفراش يحمل هذا المعنى، وبالتأكيد، كان جيمس شخصاً استثنائياً، فقد استخدم أدويةً مثل نترات الأميل، والبايوتي في دراسته هذه التجربة الغامضة (وزعم أنّه فقط تحت تأثير غاز الضحك يمكنه فهم

فلسفات هيغل)، ومراقباته مدى صعوبة النهوض في الصباح، كانت مفيدة إلى حدٍّ ما.

نحن نعرف ماذا يعني أن تنهض من الفراش في صباحٍ باردٍ جداً في غرفةٍ من دون تدفئة، وكيف يحتج المبدأ الحيوي في داخلنا على هذا الكابوس... الآن كيف ننهض في مثل هذه الظروف؟ إذا عمّمتُ من خلال تجربتي الخاصّة، فنحن غالباً لا ننهض من دون صراعٍ، أو قرارٍ على الإطلاق، بل نجد أنفسنا أننا قد نهضنا فجأة.

إنّه مثالٌ واضحٌ على نقص التحكم الشعوري بأفعالنا، ومع ذلك فقد تجاهله العلماء، جميعنا مررنا بالتجربة التالية: إنّها ٧:١٥ صباحاً، وقت شروق الشمس، وأنت مستلقٍ تحت البطانية، وتستمع إلى أحد مذياعي المذيع، وهو يخبرك أنّه يومٌ جميلٌ في الخارج، والسيارات على جسر الميناء تتدفق بانسيابية. لا يوجد سببٌ لبقائك في الفراش، أنت تقول لنفسك إنّه يجب عليك أن تنهض، إلّا أنّ هذا لا يحدث. بعدها، وبإعجازٍ، وبعد ثلاثين ثانية، تجد أنّك قد فعلتها. لا تتذكر الأمر، لكن ها أنت ذا، تقف قرب النافذة، وتحقق بعينين ذابلتين إلى ضوء الشمس. إذاً، أنت تتحرك عادةً من دون أي تحكمٍ شعوريّ.

تتعلق فكرة الإرادة الحرّة بصلب إحساسنا بذاتنا، وباستقلاليتنا كبشر، إذا تجرّدنا منها، فلن نكون أكثر من مجرد حيوانات. ربما كان هذا الأمر هو أكثر شيءٍ مزعجٍ في قدر أليكس، الراوي في رواية أنتوني بيرجس "البرنقالة الآلية" أو "A Clockwork Orange". كانت عقوبته على جميع أعمال العنف التي مارسها من اغتصابٍ وسرقةٍ وضربٍ مدمٍ هي العقوبة

الأكثر إيلاماً وإقلاقاً له. خضع أليكس للتكييف والبرمجة، لذلك فهو يستجيب للعنف بحالةٍ من الغثيان لا تُحتمل، وانتهى به المطاف أن أصبح غير قادرٍ على تأدية الأدوار الحزينة التي كان يستمتع بها، إذ لم يعد لديه الخيار في أن يكون جيداً أو سيئاً. كانت لدى قسيس السجن مخاوف عميقة حول هذه العملية، إذ يقول "إذا لم يستطع الإنسان أن يختار، فهو لم يعد إنساناً. هل يريد الله لك الجنون أو القيام بالعمل الصالح؟"

صاغ هاغارد كلام القس بطريقةٍ مختلفة في مقالةٍ كتبها مع سوخفيندر أوبي في مجلة العالم الأميركي، إذ كتب: الشك في إرادتنا الحرّة يُعرضنا لخطر "العاصفة النارية الفلسفية"، ومع ذلك، يعرف هاغارد أن العاصفة الفلسفية النارية لا تساوي شيئاً مقارنةً بالعاصفة النارية الشرعيّة القادمة.

لقد أصبح فحص الدماغ معقداً جداً، ولم يعد الأمر يتعلق باكتشاف أي منطقة منه تعالج النظر، أو أي منطقة تتحكم بالوظائف غير الإرادية. يستطيع علماء الأعصاب اليوم تحديد الأماكن التي تعطي الشخص صفاته كإنسان، وليس ككائن حي. فالشعور بالذنب والعيب والأسف والندم، والخسارة والفقدان، والاندفاع جميعها مشاعر قابلة للقياس. يمكن تحليل الشخصية والخبرات بتمثيلها بإشاراتٍ كهربائيّة، فإذا وجدنا أن بعض الأشخاص مبرمجون على السلوك الاندفاعي - ونحن بدأنا بالوصول إلى هذا - فكم يجب أن يمضي من الوقت عليهم قبل أن نر أن سلوكهم هذا دفاعٌ مشروعٌ؟ كم مضى على علماء الأعصاب قبل أن يثبتوا أن الإنسان لا يمكنه أن يكون مسؤولاً عن الطريقة التي تشكلت بها دارات دماغه؟ ومع ذلك، كان على هاغارد أن يُثبتَ هذا أمام العلماء. سُئل عن هذا الأمر، لكنه

لم يشعر قط أنه قادرٌ على إعطاء جوابٍ "واضح، وصحيح، ومفيد" في هذه المسألة، إذ يبدو أن لا أحد يريد أن يغامر في البحث في هذا المجال.

بالتأكيد لا يريد ديفيد هودجسون الخوض فيه، ومثل لبيت، يقول هودجسون، وهو فيلسوف قانوني يعمل في سيدني، أستراليا، إنَّ الإرادة الحرّة جزءٌ أساسيٌّ من الإنسانيّة، ولا يمكننا أن نسمح لمفاهيمنا العلمية المحدودة بأن تلغيها في هذه المرحلة من هذا المسعى. يعتقد هودجسون أنَّ التجارب المستقبلية قد تثبت أننا نملك إرادةً حرّةً، على الرغم من أننا نملك حالياً بعض الأدلة على العكس تماماً. استشهد هنري ستاب، وهو عالم فيزياء يعمل في مختبر لورانس بيركلي الوطني في كاليفورنيا، بنظرية الكم كمصدرٍ للتشكيك في الدليل التجريبي على تجربة لبيت. في نظرية الكم، يمكن أن يغيّر فعل المراقبة ظروف التجربة، لذلك لا يمكن لتتائج أي تجربة تتطلب مراقبة ذاتية أن تأخذ قيمةً حقيقيةً.

مثل هذه الآراء المشككة هي بالتأكيد للأقلية العلميّة، فهي تعتمد على الفرضيات العلميّة غير القابلة للدحض، التي تقول ببساطة إننا نملك إرادةً حرّةً، وإنَّ أي نتائج تجريبية تُظهر العكس مغلوطة ومعيبة. من جهةٍ أخرى، يعتقد عالم النفس البريطاني غي كلاكستون أنَّ التعلق بفكرة الإرادة الحرّة يشبه إنكار دوران الأرض حول الشمس. صحيح أن فكرة كونيّة الشمس غير مريجةٍ بطريقةٍ أو أخرى، وصحيح أنّها تجعلنا نشعر بأننا أقلُّ تمييزاً. بل أكثر من هذا، فنحن يمكننا أن نعيش بسعادةٍ من دونها، كما فعل الناس ملايين السنين، لكنّ المرّة الوحيدة التي لن ينجح الأمر فيها، هي عندما تريد أن تقوم بشيءٍ معقّد، كمغادرة هذا الكوكب.

وفي السياق نفسه، يقول كلاكستون، من المقبول أن تعتقد أنك تمتلك إرادة حرة إذا لم تحاول القيام بأي شيء معقد مثل التحكم في كل شيء في حياتك. تظهر الدراسات أن التшоوهات النفسية والعصبية أكثر انتشاراً بين الأشخاص الذين يحاولون أن يحافظوا على التحكم الإرادي الشعوري في الحياة، وأن يكبحوا السلوكيات الغريبة غير المرحب بها. قد يكون من الجنون أن تقبل فكرة أنك لا تسيطر على شيء أبداً.

القول أسهل من الفعل، فنحن غير مهيين لنعيش حيوات أكثر عقلانية. أظهر علماء النفس مراراً أن أفكارنا عن صنع قرار "حكيم" هي غالباً وهم ذاتي. فقد بين ريتشارد نيسبيت، وتيموثي ويلسون، في واحدة من أهم الأوراق البحثية في علم النفس، أننا غير قادرين على تفسير السبب الذي يجعلنا نختار أن نشترى زوجاً محددًا من الجوارب بدلاً من الآخر. كما بين ويلسون أيضاً أن القرارات التي نفكر فيها طويلاً، وبعمق هي القرارات التي نكون غير سعداء بها. إذاً، من المحتمل أن يكون التفكير الطويل والعميق في الإرادة الحرة، وصنع قرار "حكيم" يعتمد على الدليل، فكرة غير جيدة. إذا ذهبنا بعيداً في هذا الفصل، فإنك ربما لن تكون سعيداً، أيّاً كان الجانب الذي ستختاره. ربما من الأفضل أن تستمر في التفكير المتفائل الذي بدأته، وأفضل نصيحة، بعد كل هذه النقاشات والبراهين، هي: ألا تفعل أي شيء. قد تكون الإرادة الحرة هي الظاهرة الغريبة العلمية الوحيدة التي على الإنسان أن يكون حكيماً في تجاهلها.

من أجل الأغراض العملية جميعها، سيكون من المنطقي أن تحتفظ بالوهم، فالوعي البشري، وإحساسنا بأنفسنا وبنوايانا، قد لا يكون أكثر من

مجرد نتيجة ثانوية، لكوننا آلاتٍ معقدة جداً، هي أجسامنا كبيرة الدماغ، لكن هذه الآلات هي شيءٌ مفيدٌ، يمكننا من التعامل مع البيئة المعقدة. بل أكثر من هذا، فقد تطورت ترتيباتنا الثقافية البشرية بالتوازي مع شعورنا ووعينا، وهي تقوم على الرأي الساذج، بأننا قادرون على توجيه أفعالنا الشخصية، (ومن ثم فنحن مسؤولون عنها). سيستمر الفلاسفة في مناقشة مضمون الحقائق العلميّة ببرودة أعصاب، وسيسلمون ببرود بأننا آلاتٌ دماغيةٌ، وسيبقى التخلي عن فكرة المسؤولية الشخصية خطوةً خطيرةً جداً بالنسبة إلى الأشخاص الذين يتعاملون مع حالاتٍ واقعيةٍ عالميّة. بالتأكيد ثمة مخاطر كثيرة - وعواقب غير متوقعة - في المخاطرة بتفكيك، وإلغاء معاييرنا المجتمعيّة، من أجل الوصول إلى "الحقيقة" العلميّة، إذ إنّ أخذ الخيار الأكثر منطقية قد لا يوصلنا إلى أي مكان - وقد تكون هذه أفضل نتيجة نأملها، ومن المحتمل أكثر أن ينتهي بنا تدمير مفاهيمنا الثقافية والتشريعية، من أجل الاكتشافات العلميّة، إلى مكان لا نرغب في الوصول إليه. كما أنّه، من المحتمل، أننا إذا استندنا إلى التشريعات، أن تحدد جهودنا العلميّة بعض الأسس التي يقوم عليها المجتمع البشري، ربما وقد صاغ عالم النفس من جامعة هارفارد، ستيفين بينكر، هذا الكلام بطريقة أفضل ربما. إذ قال: "الإرادة الحرّة فكرة خياليّة، ولكن لها تطبيقات في العالم الواقعي".

يبدو أننا في وهم الإرادة الحرّة مزودون بخفة اليد العصبية، التي تساعدنا في النزاعات على التعامل مع البيئتين الماديّة والاجتماعيّة المعقدتين.

هذه ليست الحيلة الدماغية الوحيدة التي منحنا إيّاها التطور، فهناك ظاهرة غريبة وعصبية أخرى، تقع خارج حدود التحكم الشعوري، وقد تأخرنا كثيراً في تركها بمفردها، ولقد جرى تحليلها علمياً، وعُدّت العمود الفقري لنظام الرعاية الصحية، وتحكم ما ينجح وما لا ينجح في الطب الحديث؛ إنّها تأثير البلاسيبو، أو تأثير العلاج الوهمي.

تأثير العلاج الوهمي (البلاسيبو)

من الذي يُخدع؟

قال ليو ستيرنباخ، وهو مخترع دواء ديازيبام المضاد للقلق: "شعرتُ براحةٍ عظيمةٍ عندما عرفت أنه بإمكانني مساعدة الناس في التحسن بشكلٍ من الأشكال." لقد ساعد ستيرنباخ الناس كثيراً، وكان أول شيءٍ تمت ملاحظته في دوائه هو اعتماده الكبير على الأشخاص أنفسهم ليتحسنوا.

منذ عام ١٩٦٩، حتى عام ١٩٨٢، كان الديازيبام، واسمه التجاري "فاليوم"، الدواء الأكثر مبيعاً في الولايات المتحدة، فقد باعت الشركة المصنعة له، وهي لصاحبها عملاق الأدوية هوفمان لاروش، في أقصى طاقتها ٢.٣ مليار حبة من الحبوب الصفرة الصغيرة التي تحمل رمز V. كان ذلك في عام ١٩٧٨، وكان الدواء جزءاً من ثقافةٍ شائعةٍ لأكثر من عقدٍ من الزمن، وفي عام ١٩٦٦، طرحت فرقة رولينغ ستونز الموسيقية أغنية "مساعد الأمهات الصغير"، التي كانت سخريةً من الإساءة المنزلية في استخدام "فاليوم". في العام نفسه الذي طُرحت فيه هذه الأغنية، كان للدواء دور مهم في رواية (وادي الدمى) أو (Valley of the Dolls)، إذ كانت "الدمى" الوسيلة الأساسية للشخصيات في التغلب على ضغوطات

الحياة، في مدينة نيويورك. الدياتيام الآن، ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية، هو "علاج أساسي"، وضروري لأي مستودعٍ وطنيٍّ للأدوية، والغريب في الأمر أنه لا يعمل، إلا إذا عرفت أنك تتناوله.

ذكرت ورقةٌ بحثيةٌ نُشرت عام ٢٠٠٣، في صحيفة "الوقاية والعلاج" أو "Prevention and Treatment" أنّ دياتيام ليس له أي تأثير في القلق عندما يُعطى للمريض من دون علمه. وفي تجربة فريدة، فصل باحثو تورين مجموعة من المتطوعين إلى قسمين لإجراء التجربة عليهما، أُعطي قسم دياتيام من قبل أحد الأطباء، الذي أخبر المتطوعين أنه قد أعطاهم دواءً قوياً مضاداً للقلق، في حين وُصل القسم الآخر من المتطوعين بألة التسريب الوريدي الآلية، وأعطوا الجرعة نفسها من الدياتيام - لكن دون وجود أحدٍ معهم في الغرفة، دون أن يخبرهم أحد أنّهم قد تلقوا هذا العلاج. بعد ساعتين، ذكر المرضى في المجموعة الأولى أنّهم شعروا بانخفاضٍ ملحوظٍ في مستويات القلق، في حين لم يذكر المرضى في المجموعة الثانية حدوث أي تغيير في حالتهم، لذا فقد افترض الباحثون أنّ: "انخفاض مستوى القلق بعد المعرفة بجرعة الدياتيام، كان تأثيراً وهمياً للدواء".

التأثير الوهمي للدواء هو إجراء طبي لا وجود للدواء فيه، مثل كبسولة من السكر، أو ملعقة مليئة بالماء الحلو، أو قطرات من محلولٍ ملحيٍّ، أو أي شيءٍ. يقترب فريق من الأطباء الذين يرتدون ملابسهم البيض من سريرك، لإعطائك التطمينات اللازمة لتحفيز تأثير الدواء، وتأتي قوة التأثير الوهمي للدواء من الرسالة الخادعة المرافقة له. يخبرك

أحدهم (أو تشعر) أنّ هذا الإجراء سيكون له تأثيرٌ في جسمك، أو في حالتك العقلية، وإذا صدقت ذلك الأمر ببراعة، فإن تناول حبة الدواء أو الشراب، أو مجرد رؤية الطبيب في بعض الحالات، سينتج عنها هذا التأثير تماماً. يُعرف عن الأطباء والسحرة ومقدمي فنون السحر تعاملهم بالتأثير الوهمي، إذ إنهم حينما يقومون بطقوس مزيفة وخادعة لعلاج الشخص الذي يصدقهم، ويدفع لهم المال، فإنّ هذا العلاج يمكنه أن يصنع العجائب. الأمر نفسه يمكن أن نقوله أيضاً عن الدعاة، والأطباء الغربيين، فقد أظهر أحد الأبحاث أن الرداء الأبيض، والسماعات الطبية ينتج عنهما تأثير دوائي وهمي فعال على نحوٍ مذهلٍ - كذلك تفعل طريقة اقتراب الطبيب من سرير المريض. يعرف الأطباء أنّ المريض إذا شعر أنّه يتلقى العلاج المناسب، فسيكون العلاج أكثر فاعلية.

ثمة تفسير بسيط جداً لهذا كلّ، وهو: إنّ ثمة مواد كيميائية يفرزها الدماغ، تعزز الكيمياء في الدواء- إنّهُ تأثير ما يسميه فابريزيو بينيديتي، وهو رئيس مجموعة تورين، "جزيئات الأمل." الجانب الصعب من الدليل التجريبي الجديد هو أنّه، كنا نعتقد أننا نسيطر على التأثير الوهمي للدواء، لكن الآن أصبح من الواضح أنّ الأمر ليس كذلك.

في الطب، اعتدنا لفترةٍ طويلةٍ أن نستأثر بفكرة التأثير الوهمي، وقد نشأ الطب العلمي الحديث على فكرة التجارب العشوائية مزدوجة التعمية، والتحكم بالتأثير الوهمي للعلاج، إذ يكون تأثير الأدوية أفضل من الحبوب، أو حقن الماء الملحي العادي. تفترض بعض التحليلات للبيانات أنّ التأثير

الوهمي هو أسطورة، بل أكثر من هذا، لم يكن النظام الطبي قائماً فقط على افتراض وجود التأثير الوهمي، لكن أيضاً على أن تأثيراتها يمكن فصلها عن كيمياء الدواء الذي يجري اختبارها. يبدو أن هذا الافتراض كان خطأ، ويجب تفكيك بناء التجربة الدوائية. ولا عجب أن يعلن المؤتمر الأخير لمعاهد الصحة الوطنية أن أبحاث التأثير الوهمي للدواء هي "أولية ملحّة".

لا بدّ أن بنجامين فرانكلين، وهو أبو المنطقية، أي الطب القائم على الدليل، يتقلّب في قبره؛ في عام ١٧٨٥، ترأس فرانكلين لجنةً للتقصي حول ادعاءات "التنويم المغناطيسي". ودخل الطبيب، أو عالم النفس النمساوي فرانز أنتون ميسمر باريس لأول مرة مع ادعاءاته أن المغناطيس، وكووس الماء يمكن أن تكون لها تأثيرات علاجية. وأراد لويس أن يعرف إن كانت هذه الادعاءات صحيحة، وأرسل بعض أعظم علماء أوروبا في بعثاتٍ لاكتشاف الحقيقة. كانت تجاربهم أول اختبارات علمية تستخدم "عصابة العيون" التي تمنع الأشخاص الخاضعين للتجارب من حرف النتائج - التجارب الأصلية على "العميان" كانت نفسها تماماً. صدر في عام ١٧٨٥ تقرير اللجنة. الذي جاء فيه: إن أي تأثير شافٍ "يعود فعلاً إلى قوة الخيال".

ما يثير الاهتمام، أن عام ١٧٨٥ كان أيضاً العام الذي ظهر فيه مصطلح التأثير الوهمي للدواء أول مرة في قاموس طبي، وكان ذلك في النسخة الثانية الموسعة من القاموس الطبي الجديد لمؤلفه جورج مزربي، والكلمة بالنسبة إلى مزربي، كانت تعني "طريقة أو دواء شائعاً." للوهلة الأولى لا يبدو هذا المعنى سيئاً، لكن من الممكن أن يحمل دلالة سلبية، تعني أن الدواء عديم

الفائدة، ولا تأثير له، لأنّ الكلمة لها إيجابات سلبية، فكلمة "بلاسيبو" "Placebo" التي تعني "سأرضي"، كانت تدلّ على النفاق والتملق والانتهازية منذ العصور الوسطى، عندما أخذ رجل كنيسة طمّاع المال مقابل أدائه للترنيمه ١١٦ في الجنائز، وتبدأ هذه الترنيمه بـ: سأرضي الرب في الحياة. في عام ١٨١١، ترسّخت تلك الإيجابات السلبية. نشر روبرت هوبر القاموس الطبي الجديد مع مدخلٍ لكلمة "بلاسيبو" "Placebo" يقول: هي "صفة تُطلق على أي دواءٍ يُستخدم لإرضاء المريض أكثر منه لعلاج"، وفي أيام هوبر، كان قليل من الأطباء يعرفون أنّ التأثير الوهمي للدواء، قد يفيد المرضى تماماً كما يُرضيهم.

كما يحدث عادةً، كنا نعرف تلك المعارف من قبل، ونسيناها؛ فالتأثير الوهمي كان معروفاً لدى اليونانيين القدماء، وفي عام ٣٨٠ قبل الميلاد كتب أفلاطون، حوارهِ الأفلاطوني "Charmides" أو "خارميدس"، الذي يُخبر فيه ملك تراقيا زامولكسيس سقراط أنّ الخطأ الكبير الذي ارتكبه الأطباء في عصره، هو فصل الروح عن الجسد، على الرغم من جهود الأطباء، فإنّ علاج الجسد مستحيل دون التلاعب بالعقول. يقول زامولكسيس:

إذا أردنا أن يكون الجسم والعقل في صحّة جيّدة، فعلينا أن نبدأ بعلاج الروح، هذا أوّل شيء. والعلاج، عزيزي الشاب، يجب أن يكون متأثراً باستخدام أسحار معينة، وهذه الأسحار هي الكلمة الطيبة اللطيفة، وبها تنغرس القناعة في الروح، وحيثما توجد القناعة، توجد الصحة، ليس فقط في العقل، بل في الجسم كله.

أفلاطون كان محققاً، فللكلمة قوّة، أي أنّك إذا قلت أنّك ستفعل شيئاً ما، وتلفظتَ بما يُسمّيه الطبيب الفرنسي باتريك ليموين، التعويذة - يمكن لكلماتك أن تفعل العجائب.

أحد الأمثلة على هذه التعويذة، مأخوذ من تجربة ليموين، قد تكون: "سأصف لك بعض المغنيزيوم الذي سيعالج قلقك." يقول ليموين إنّ المغنيزيوم لم يُصنّف كعلاجٍ للقلق، لكن تنتج عن نقصه في الجسم أعراض تشبه أعراض القلق، في إشارةٍ غريبةٍ إلى مبدأ اللقاحات، لذلك غالباً ما يصف الأطباء الأوروبيون المغنيزيوم كعلاجٍ للقلق. بهذه العبارة يُرضي مرضاه، ويجعلهم يشعرون بتحسن - وينتكسون إذا توقف العلاج. بعد ٢٥٠ سنة من الطب القائم على الدليل، لا تزال هذه التعويذة قوّةً فاعلةً.

أعلنت ورقةٌ بحثيةٌ نُشرت عام ١٩٥٤، أنّ التأثير الوهمي للدواء مفيدٌ فقط في علاج "بعض المرضى الأغبياء، أو فاقدى الأهلية". حالياً، هذا الكلام يبدو مثيراً للضحك، إذ إنّه، ووفقاً لأن هيلم من جامعة غريون لعلوم الصحة، فإنّ نحو ٣٥% إلى ٤٥% من الوصفات الطبيّة هي أدوية ذات تأثيرٍ وهميٍّ. وضع هذا التقدير عام ١٩٨٥. في عام ٢٠٠٣، أظهر استبيان لنحو ثمانمئة طبيبٍ دانماركي، نُشر في مجلة "التقييم والمهن الصحيّة"، أنّ نصفهم تقريباً قد وصف الأدوية ذات التأثير الوهمي، عشر مرّات، أو أكثر في أثناء العام. حدّدت دراسة لمجموعة من الأطباء، نُشرت عام ٢٠٠٤ في "الصحيفة الطبيّة البريطانيّة"، أنّ ٦٠% من الأطباء وصفوا الأدوية ذات التأثير الوهمي، وأنّ أكثر من نصفهم يفعلون هذا مرّةً، أو أكثر في الشهر،

وقد قال نحو ٩٤ في المئة من الأطباء الذين وصفوا الدواء ذا التأثير الوهمي،
إنهم وجدوا أنه وسيلة فعّالة في العلاج.

لا يوجد دواء ذو تأثير وهمي مطلق، فلا يمكن للطبيب أن يُرسلك
إلى الصيدليّة لشراء حبة من السكر، لأنك قد تقرأ النشرة الطبيّة المرفقة،
فتبطل التعويذة. عادةً يصف الأطباء الأدوية التي تحوي على القليل من
المادّة الفعّالة في داخلها - لكن استخدامها المرخص له ليس علاج ما يؤلمك.

على الرغم من أنّ هذه الطريقة شائعة جداً، إلا أنّها تقليدٌ يقسم
المجتمع الطبي. بعضهم يرى أنّه عمل لا أخلاقي، وخطر، فالطبيب لا
يخدع المريض فقط، بل يُجبر أصحاب المهن الطبيّة الأخرى على التصرف
كشركاء متواطئين معه. بعد كل هذا، ماذا ستفعل في وصفتك الطبيّة؟
ستأخذها إلى الصيدلاني مباشرةً، وبعدها سيسايرك الصيدلاني طواعيّةً، أو
على مضض. نشرت صحيفة "الرابطة الأميركيّة الطبيّة" مقالاً كان بمنزلة
سيناريو لدور الصيدلاني، تقول فيه: حينما يدرك الصيدلاني أنّ الطبيب قد
وصف البلاسيبو، فعلى الصيدلاني أن يقدّم الدواء مع هذه الكلمات:
"معظم المرضى يستخدمون عياراً أعلى من هذا الدواء، لكن طبيبك يعتقد
أنك ستستفيد من هذا العيار"، وقد يحذرك الصيدلاني من بعض التأثيرات
الجانيّة، وقد لا يفعل هذا.

إذا صدمك هذا الكلام، فيجب أن تشعر بالراحة، لحقيقة أن لا أحد
منها يريد أن يسلبك مالك. سينجو الطبيب والصيدلاني من فعلتهما، لأنهما
ببساطة يفعّلان ما عليهما فعله للحفاظ على صحتك. إنهما يعرفان أنّك تثق

في قدراتها، وإلا لما أتيت إليهما لتستشيرهما، ومن ضمن قدراتها، معرفة أنّ البلاسيبو سينجح في علاجك، على الرغم من أن لا أحد يعرف السبب. لديك ثقة في طبيبك، وتلك الثقة تجعلك في حالٍ جيّدة. إذاً، تفرض طبيعة البلاسيبو عليهما أن يمارسا شيئاً من الخداع، لينجح تأثيره. هل هذا عملٌ خطأ؟ لا يوجد إجماع على الجواب عن هذا السؤال.

كانت المشكلات الأخلاقية المحيطة بالبلاسيبو موضوعاً للنقاش لفترةٍ طويلةٍ، دون الوصول إلى نتيجة، أمّا الأسس العلميّة للبلاسيبو، فهي موضوع جديد للبحث نسبياً. على ما يبدو أنّ النتيجة العامة هي أنّ تأثير البلاسيبو يعود إلى الكيمياء، فالدليل التقليدي ينطوي على تخفيف الألم لدى المريض، وقد قام بهذا العمل لأول مرّة أطباء الأسنان، الذين اقتلعوا أضرار المريض، وقد تكون ثمة إجراءات أقلّ قسوةً وألماً، لكنّ المكون الأساس الوحيد، هو القليل من الخداع.

بدأ كلُّ شيءٍ عندما تلقى المرضى، الذين يتمزقون ألماً، شيئاً يشبه قطرات المورفين، فيما بعد، وبعد أن بدأ المرضى يربطون تناول المورفين بالشعور بالراحة، وتخفيف الألم، أصبح من الممكن أن تستبدل المورفين بمحلولٍ ملحيّ. المرضى لا يعرفون أنّ "المورفين" الذي يتناولونه، ليس سوى ماءٍ مالِح، والفضل في تخفيف ألمهم يعود إلى تأثير البلاسيبو، فهم قد ذكروا أنّ مسكن الألم الذي يتناولونه، لا يزال فعالاً. هذا غريب بحدّ ذاته، لكنه ليس بغرابة ما فعله الحيلة التالية، حيث تضع دواءً آخر في المُقَطَّر هو: النالوكسين، الذي يثبط عمل المورفين، دون أن يعرف المرضى أي شيءٍ عن هذا، وعلى الرغم من أنّه لا وجود للمورفين في جسم المريض، إلا أنّ

النالوكسين يثبط عمل مسكن الألم في طريقه، وهنا ذكر المرضى أنّهم يشعرون بالألم مجدداً، دون أن يدركوا ما يحدث حولهم.

التفسير الوحيد المقبول هو أنّ الدواء الذي يثبط تأثير المورفين المسكن للألم، يثبط أيضاً قوّة المحلول الملحي المسكن للألم (اعتماداً على تأثير البلاسيبو)، وهذا يعني أنّ المحلول الملحي، كان يقوم بشيءٍ ما فعلاً، لم يكن هذا في خيال المريض فقط، أو على الأقل هذا يعني أنّ الخيال يمكن أن يكون له تأثير فيزيولوجي.

لما عمل أطباء الأسنان بهذه الحيلة أوّل مرّة، عزوا تأثير البلاسيبو إلى تحفيز الأندروفين في الجسم، وهو مادةٌ طبيعية تشبه الأفيون، الذي يستخدم بالطرائق الكيميائيةّ الحيويّة نفسها، التي يستخدمها المورفين في الجسم، فوصلوا إلى نتيجة مفادها أنّ توقع تخفيف وتسكين الألم كان كافياً لتحفيز إفراز الأندروفين الذي سكّن الألم، بعدها ثبت النالوكسين تأثير الأندروفين، لهذا السبب عاد الألم. إذاً، يبدو أنّ الأمر قد أصبح أكثر تعقيداً.

ما كنا نراه مجرد خيال، هو ظاهرة كيميائيّة حيويّة حقيقية متعددة الأوجه ومتكررة؛ تأثير البلاسيبو يحفز كل المسكنات، إذ إنّ توقع تخفيف الألم، أو تسكينه يمكن أن يحفز كل أنواع المواد الكيميائيةّ الطبيعيّة المسكنة للألم. استخدم الكيتورولاك، وهو مسكن للألم يعمل بكيمياء مختلفة تماماً عن المورفين، مع المريض، وبعدها استبدله بالمحلول الملحي، ستكون إضافة النالوكسين في هذه الحالة، ليس لها أي تأثير، لأنّ تخفيف أو تسكين الألم بالبلاسيبو لم ينتج عن الأندروفين، لكن عن بعض المسكنات الطبيعيّة الأخرى التي يفرزها الجسم، فتحفيز الهرمونات التي تعمل بالطريقة نفسها التي يعمل

بها مسكن الألم السوماتريبتون، هو أحد الأمثلة. تعتمد هذه الظاهرة على مقدار الألم الذي يتوقع المريض أن يشعر به، وقد أخبر المرضى المهيؤون للعلاج أنهم يأخذون جرعة من المورفين المخفف أكثر من المعتاد، (وهم في الحقيقة لم يأخذوا شيئاً غير السالين)، ولو أعطيتهم النالوكسين، لوجدت أنه لا يثبط التأثير المسكن للمحلول الملحي، لأن توقع تخفيف الألم يحفز بعض الآليات البديلة في الجسم. ما يفكر فيه الجميع أنه (تأثير البلاسيبو) يتحوّل ليصبح نظاماً متكاملًا من التأثيرات المختلفة، كل تأثير يعمل على آلية كيميائية حيوية فريدة، إذاً، يمكن لدماعنا أن يخدعنا بطرائق عديدة.

على الرغم من أن هذا يبدو مقنعاً تماماً حتى الآن، ونحن متأكدون من أن تأثير البلاسيبو هو ظاهرة حقيقية واقعية - إلا أن هناك بعض الأشياء السيئة. في عام ٢٠٠١، نشر باحثان دنهاركيان ورقةً بحثيةً في صحيفة "إنكلترا الجديدة للطب" أو "New England Journal of Medicine". بدأ فيها أسبيرون وروبارتسون، وبيتر غوتشي يُشككان في الادعاءات المتعلقة بفاعلية تأثير البلاسيبو. في كل مكانٍ بحثنا فيه، في نصوص الكتب، وأوراق الصحف، ومقالات المجلات، كانا يذكران رقماً لا يمكنها تصديقه. ووفقاً لكل ما ذكر في الأدب الطبي، فإن ٣٥% من المرضى يتماثلون للشفاء إذا أخبرناهم أن العلاج الوهمي الذي أُعطي لهم، هو علاجٌ حقيقيٌّ.

أخيراً، وُجد مصدر هذا الرقم الذي كثر الاستشهاد به. هي إحصائيات لا شك فيها لهنري نولز بيشر، نُشرت في مقالة بعنوان "البلاسيبو القوي"، في صحيفة "الرابطة الطبية الأميركية" في عام ١٩٥٥، إذ أُطلق بيشر أول نداءٍ لاستخدام التجارب المزدوجة المعماة، وتجارب التحكم

بالبلاسيو في تقييم العلاج الطبي، وقد وثقت الورقة البحثية تحليله لعشرات الدراسات، هذا التحليل الذي نتج عنه الرقم ٣٥% السحري.

إلا أن ذلك لم يكن كافياً لإقناع روجارتسون وغوتشي، لذلك لجأ إلى التحليل الجمعي، وهي طريقة يستخدمها العلماء عندما يواجهون سلسلة طويلة من الأجوبة المتناقضة عن سؤال ما، وهي طريقة نظامية لتحليل المحاولات السابقة جميعها للإجابة عن السؤال، من خلال تفحص نوعية كل جواب أي: طرائقه التجريبية، وأسسها، وتحليله الإحصائي. الفكرة هي أن نحصل على لمحة عن كل مجموعة من النتائج، ونجمعها مع بعضها بعضاً في طريقة تعكس الوزن الذي يجب أن يُعطى لكل نتيجة مذكورة، وفي النهاية، قد تصرح دراسة كهذه عن مدى مصداقية كل دليل سواء مع أم ضد الفرضية المطروحة.

أخذ التحليل الجمعي لتأثير البلاسيو الذي أجراه روجارتسون وغوتشي بياناته من ١١٤ تجربة سريرية، قارنت بين المرضى الذين تمّ علاجهم عن طريق البلاسيو، والمرضى الذين لم يُعالجوا به. في المجمل، كان ثمة نحو ٧٥٠٠ مريض يعانون من نحو أربعين حالة صحية مختلفة، تراوحت بين إدمان الكحول وداء باركنسون. ضمن هذا الطيف الواسع من الشكاوى الطبية، لم يجدوا دليلاً على أن العلاج بالبلاسيو، له أي تأثيرات مهمة في الصحة، والتجارب الوحيدة التي ظهر فيها بعض التأثير كانت التجارب التي يحتاج فيها المريض إلى تسكين ألمه، لكن حتى هنا كان من الصعب التأكد من هذا التأثير. وفي هذا يقول روجارتسون إنّ الألم مقياس ذاتي، والمرضى يحبون إسعاد أطبائهم، فقد يذكرون أنّهم يشعرون بالألم أقل

من الذي يشعرون به فعلاً. بالتأكيد المقاييس الموضوعية، مثل قياس ضغط الدم، ومعدّل الكولسترول، لا تظهر أي استجابة للبلاسيبو، وقد طالب الباحثون الأطباء بالتوقف عن استخدام البلاسيبو في الحالات السريرية، وقالوا: "لا يُنصح باستخدام البلاسيبو خارج نطاق التجارب السريرية المضبوطة، والمدرسة جيّداً."

في عام ٢٠٠٣، أعاد روجارتسون وغوتشي النظر في التحليل مرّة أخرى، لكن هذه المرّة مع بياناتٍ من ١٥٦ تجربة سريرية، و١١٧٣٧ مريضاً. لم تتغيّر نتائجهما، ونُشرت في صحيفة "الطب الباطني". اكتشفا أنّ "لا يوجد دليل على أنّ البلاسيبو له تأثيرات سريرية كبيرة، ولا يوجد دليل كذلك يمكن الاعتماد عليه للقول إنّ هذه التأثيرات مفيدة"، واختتما مقالتهما بالقول إنّ البلاسيبو بعيدٌ جداً عن كونه ظاهرة مثبتة ومؤكدّة، والاستثناء الوحيد لهذا هو أنّه مسكن للألم، حتى في هذه الحالة، فإنّ الاستجابة للبلاسيبو لم تكن أكثر مما توقعنا رؤيته في تقارير المرضى الذين يجوبون إسعاد أطبائهم. كتب الباحثان: "معظم المرضى مهذبون، ويميلون إلى إسعاد المهتمين بحالتهم الصحية بالقول إنّهم يتماثلون للشفاء، حتى عندما يكونون لا يشعرون بذلك... نحن نشك أنّ المحاباة قد حدثت."

إنّ عمل روجارتسون وغوتشي مهم جداً، وأسهم إلى حدّ كبير في قلب طريقة تعاملنا مع البلاسيبو، وعلى الرغم من هذا، لدينا دليلٌ مهم من باحثين على درجةٍ مساويةٍ لهما في التقدير والأهميّة، على أنّ تأثير البلاسيبو حقيقي. فمثلاً، أظهرت صورة تخيلية للدماغ المسارات التي يسلكها فيه، وفي عام ٢٠٠٥، نشر باحثون من جامعة ميشيغان عملهم مع التصوير

المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET)^(١)، موضحين أنّ نظام الأندروفين في الوطاء، يتحفّز عندما يتلقى المرضى حقنةً، يخبرهم الأطباء أنّها مسكن للألم. في هذه التجربة كان من غير المحتمل أن يجابي المرضى الأطباء، لأنّهم كانوا يُعانون من ألمٍ شديدٍ لا يُحتمل (بسبب حقنهم بمحلول ملحي في الفك) كجزء من التجربة، فلم يكن لديهم سبب، أو مسوّغ لأن يقولوا إنّهم يشعرون بالألم أقلّ لإسعاد باحثين ينفذون التجربة.

يبدو أنّ الافتتاحية المرافقة لورقة روجارتسون وغوتشي تلخص الشعور العام، وعلى الرغم من أنّ المؤلف، جون بيلار من جامعة شيكاغو، أقرّ بأنّ ثمة أشياء ينبغي أن تكون صحيحة، "قال إنّ نتائجها كانت "شاملة"، والأشياء التي تحدث في مختبرات الأبحاث "قد تخفي التأثير الحقيقي للبلاسيبو، الذي سيكون واضحاً وجلياً خارج هذه المختبرات." في أي حال، حلّ هذه المشكلة غير مقنع، ولا يبدو أنّه سيظهر قريباً، إذ من غير الواضح كيف يمكن للمرء أن يدرس، ويقارن تأثيرات البلاسيبو في مختبرات الأبحاث وخارجها، طالما أنّ هذا يتطلب بالتأكيد دراسةً بحثيةً."

ربما زيارة غير رسمية إلى تورين ستساعد بيلر، وهذا حتماً سيُزيل أي شكّ في داخلي حول حقيقة تأثير البلاسيبو.

(١) التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (يرمز له اختصاراً PET من Positron Emission Tomography): هي تقنية تصوير في الطب النووي تعطي صوراً ثلاثية الأبعاد لبعض أعضاء الجسم، وما قد يكون فيها من ورم سرطاني، أو نقيلات سرطانية، كما يمكن بها تفقد مختلف العمليات الوظيفية في الجسم، مثل العمليات الحيوية للجهاز الهضمي. المترجمة.

لَمَّا سَأَلْتُ فابريزيو بينيديتي إِنْ كَانَ بِإِمْكَانِي أَنْ أُجَرِّبَ اسْتِجَابَةَ
البلاسيبو على نفسي، لم يكن مقتنعاً أنّ هذا سينجح. عادةً، لا يخبر فريقه
المتطوعين أي نوع من التجارب سينفذون، لأنّ معرفة مثل هذا الأمر قد
تشوّه النتائج، لكنّ هذا لم يحدث في حالتي. في غرفةٍ في قبوٍ لا نوافذ
فيه، تحت مستشفى سان جيوفاني باتيستا، عرّضتُ نفسي باستمرار
للألم، وعلى عكس توقعاتي جميعها، ومع معرفتي الكاملة لما يفعلونه، كان
الأطباء الحاضرون قادرين على تخفيف ألمي بكذبةٍ صغيرةٍ، ولا شيء
غير ذلك.

قاست تجربتي الأولى تأثيرات الكافيين على أداء العضلات، بعد اتباع
روتينٍ يتطلّب التمرين قبل وبعد فنجانٍ باردٍ صغيرٍ من القهوة سيئة المذاق.
بينما كنت أشرب القهوة، كانت الطيبية أنتونيلا بولو التي ترتدي الرداء
الأبيض، تملأ رأسي بقصصٍ عن أنّ الكافيين هو مادةٌ ممنوعةٌ على
الرياضيين، وقالت لي إنّ شقيقتها تمارس الرماية، ودائماً يخبرونها إلاّ تشرب
أيّ شيءٍ يحتوي على الكافيين، قبل أي نشاطٍ رياضيٍّ، من الواضح أنّه يعزز
أداء العضلات، ويعطي نتائج غير عادلة. كنت أعرف أنّ ثمة كذبة ما في
حديثها - ربما لم يكن ثمة كافيين في القهوة، وربما لا يوجد تأثير للكافيين في
أداء العضلات، أو أنّ ربما بولو، ببساطة، قللت أوزان المقاومة في جلسة
التمرين بعد استراحة القهوة - لكنني كنت قادراً على التمرّن أكثر بعد تناول
القهوة عن قبلها.

وصلت التجربة إلى نهايتها، واعترفت بولو أنّه لم يكن ثمة كافيين في
القهوة، وبغض النظر عن هذا، إلاّ أنني قد اقتنعت بازدياد طاقتي، ما جعل

أدائي في المرّة الثانية أفضل من الأولى. بدت بولو أكثر سعادة فالتجربة كانت بعيدةً عن الدقة، وفي تجربتي السريرية السريعة والقدرة، كان هناك كثير من العيوب والأخطاء. بل أكثر من هذا، فبولو لم تكن تتوقع على الإطلاق أن تنجح التجربة على شخصٍ كان يعرف ما يجري.

الاختبار التالي جاء من طبيبةٍ أخرى، ترتدي رداءها الأبيض، وتدعى لوانا كولوكا، التي دخلت الغرفة، وهي تمسك شيئاً يشبه زوجاً من بطاريات الخلايا الذرية على شريطٍ من البلاستيك، كانتا عبارة عن قطبين كهربائيين، وقالت: "هل تمنع في تلقي صدمةٍ كهربائيةٍ؟"

لما وافقت، ثبتت القطبين الكهربائيين على ساعدي، ثم وصلتني بالأسلاك مع حاسوبٍ مبرمجٍ للتحكم بالدماع، وهو يعطي سلسلةً من الصدمات الكهربائية.

كانت شاشة الحاسوب تخبرني، من خلال الضوء الأخضر أو الأحمر، إذا كانت الصدمة التي كنت أو شك أن أتلقاها متوسطة أو شديدة. يأتي الخداع هنا من الظروف، إذ يتعلم الدماغ أن يربط اللون مع توقع مستوى معين من الألم، إذ يظهر على الشاشة أحد الألوان، وبعد نحو خمس ثوان يعطي الحاسوب صدمةً. اللون الأخضر للصدمة الشديدة (شيءٌ يشبه صدمة السلك المكهرب)، واللون الأحمر للشدة المتوسطة (شدة الألم لا تتجاوز لمسة خفيفة على الذراع)، لكن حينما يصبح الظرف ملائماً، يمكن للتلاعب باللون أن يتلاعب بمفهوم الدماغ عن الألم.

نجحت التجربة، وبعد نحو خمس عشرة دقيقة من التكيّف مع الألم، كانت الجولة الأخيرة من الصدمات جميعها متوسطة الشدة، مثل لمسة

الذراع، سواءً قُدِّمَتْ تحت الضوء الأحمر أم الأخضر. لكن كولو كا أخبرتني فيما بعد أنّ تلك الصدمات كانت جميعها شديدة. وبالمناسبة كان ينبغي أن أشعر بها كأنّها لمسة لسياج مكهرب.

بشكلٍ أو بآخر لا ينبغي لي أن أكون دهشاً، فالدماغ هو عضوٌ مذهلٌ، ومجموعة معقدة من الجزيئات التي تُعالج الإشارات - الكيميائية والكهربائية معاً - لتعطينا إحساسنا في ذاتنا، من نحن، وكيف نخبر العالم من حولنا. لماذا لا نتلاعب بهذا الإحساس من خلال ضبطٍ دقيقٍ وحذرٍ للإشارات التي تصل إليه؟

نحن نعرف أنّ ثمة العديد من الطرائق لتغيير حالة العقل البشري، والجسم الذي يُشرف عليه. الأكثر وضوحاً هي الحواس الخمس: رائحة العشب المقطوف تحفز ذكرى معينة، مذاق الشوكولا يفرز السيروتونين، لمسة المحب، ورؤية جروٍ واسع العينين كلاهما يفرز جزيئات الأوكسيتوسين التي تربطنا بالشريك، أو بأولادنا (أو كلابنا)، سماع صوت الصراخ يرسل دفقة من الأدرينالين في جسمنا، ما يجعلنا مستعدين للقتال، أو الهروب.

يمكن للإشارات الكهربائية أيضاً أن تتغلّب على التحكم الإرادي، مثلاً، يمكن للأشخاص الذين يعانون من داء باركنسون أن يوقفوا رجفانهم بزرع رقاقةٍ صغيرةٍ جداً في الوطاء. يقوم بينديتي، وهو جراح عصبي خبير، بمثل عمليّات الزرع هذه، فهي لا تساعد في التحكم بحركة مريض باركنسون وحسب، بل توفر أيضاً أداةً للكشف عن الآلية العصبية لتأثير

البلاسيبو. أخبر المرضى أنه قد تمّ استبدال الإعدادات المزروعة في الوطاء، إذ سيصبح من الصعب عليهم التحكم في حركاتهم، ستجد أنّهم قد يستجيبون لهذا بالقيام بأعمالهم ببطءٍ شديدٍ، أخبرهم العكس - أي أنّ الأقطاب الكهربائية قد تمّ ضبطها لتكون الحركة في أقصى حدودها - حينها فجأةً تصبح الحركة طبيعيّة. في الحالتين لن يحتاج الفرد إلى لمس الضبط ليتحقق التأثير: توقع حدوث تحسّن ملحوظ، أو تدهور من خلال التحكم الآلي بحركة مرضى باركنسون، يعطيهم تلك النتيجة تماماً، أخبرهم أنّهم سيصابون بالعجز، وسيكونون كذلك. هذا لا يتعلق فقط بالتفكير الإيجابي، بل يتعلق بالإشارات الكهربائية والكيميائية التي تنتج عن التفكير الإيجابي.

بيّن بينيديتي هذا بوضوح، فأعراض باركنسون العادية من تصلّب العضلات والارتجاج، تنجم عن تدفق انفجاري لإشارات تصدر عن منطقة محددة في الدماغ، هي: النواة المهادية الفرعية. تخفف حقنات الأبوبورفين من فرط النشاط هذا، ليقترّب من حدوده الطبيعيّة، ومن ثمّ يزول التصلب والارتجاج المرافق له. أخذ فريق بينيديتي مجموعة من المرضى الذين لديهم أقطاب كهربائية مزروعة في نواتهم المهادية الفردية، وحقنوهم بالأبوبورفين لأيام عدّة، بعدها استبدلوه بحقن من المحلول الملحي، ما زالوا يجربون المرضى أنّ الحقنة ستريحهم من الأعراض التي يعانون منها، وكانت بالفعل كذلك، فقد أظهرت قياسات الأقطاب الكهربائية المزروعة انخفاضاً في النشاط في الخلايا العصبية الموجودة في النواة المهادية الفرعية، إذاً، يبدو أنّ البلاسيبو موجود في الدماغ، وهو حقيقي.

هنا يتحوّل تأثير البلاسيبو إلى دواءٍ يوازي الطاقة المظلمة، أي أنّه: ظاهرة قابلة للقياس والتكرار، ويمكن أن يتحوّل إلى وهم. تحليل واسع لأفضل البيانات السريرية يقول إنّّه قد يكون غير موجود - أو على الأقل ليس بكميَّاتٍ كبيرةٍ، لكن حتى مع المعرفة الكاملة لما يجري، وجدتُ نفسي لا طاقة لي لمقاومة تأثير البلاسيبو. هذا لا يتعلق ببساطة في الخداع، (حبة السكر كعلاج)، بل يمكننا أن نخلقه من خلال حيل ذهنيّة، أو كيميائيّة، ويمكننا أن نراها تعمل على الدماغ، وعلى الرغم من أنّ ثمة دليلاً علمياً على أنّ تأثير البلاسيبو هو أسطورة، أو أننا نضلّل أنفسنا في فهم ما يحدث، إلّا أنّ ثمة أدلة أكثر ربما توضح الطريقة الأخرى.

تظهر الدراسات السريرية أنّك تستطيع أن تقلل استخدام المورفين إلى النصف - على المدى الطويل - إذا كنت متأكداً تماماً أنّ المريض يعرف أنّك تعطيه إيّاه. إخبار المرضى أنّه يتمُّ حقنهم بالمسكن - بينما هم في الحقيقة يُحقنون بالمحلول الملحي - هو طريقة فعالة تماماً كفاعلية حقنهم بـ 6-8 ميلي غرام من المورفين. وقد وجدت دراسات في المعهد الوطني الأميركي للصحة، أنّ متعاطي الكوكايين في مراكز إعادة التأهيل، يأخذون نصف الجرعة - طالما أنّهم يعرفون أنّهم يتعاطون شيئاً ما، التوقع إذاً هو شيءٌ عظيمٌ.

في الحقيقة، نعود إلى الديازيبام، الذي يكون بمفرده ليس له أي تأثير، أي إذا أُعطي للمريض دون معرفته. إنّ الأمر يتعلق بالديازيبام، بالإضافة إلى توقع المواد الكيميائيّة التي ينتجها توقُّع الجرعة، توقُّع المواد الكيميائيّة جيد جداً بمفرده، لكن مع إضافة الديازيبام إلى المزيج، تكون حقاً في العلاج الصحيح.

ومع هذا، هذه المواد الكيميائية المتوقعة لها جانب مظلمٌ أيضاً؛ بدأ بينيديتي وكولوكا بوضع التحذيرات من أنّ أبحاث البلاسيبو يمكن استغلالها لأغراضٍ مشكوكٍ فيها. نحن فقط نخوض في المياه الضحلة لعلم البلاسيبو، ومن الواضح أنّ هذا العلم، سيكون بحراً غامضاً كعلم الجينات، وقد كتب بينيديتي وكولوكا في صحيفة "آراء الطبيعة" أو "Nature Reviews" مقالةً عام ٢٠٠٥، قالا فيها: "توجد... نتائج سلبية محتملة لأبحاث البلاسيبو. إذا قادتنا البحوث المستقبلية إلى فهم شامل لآليات الإيحاء في العقل البشري، فستصبح النقاشات الأخلاقية أمراً مطلوباً."

هذا صحيح ولا سيما في ضوء تأثير النوسيبو^(١)، أو الوهم المرضي، إذ إنّ تحفيز القلق يجعل الألم أكبر. بينيديتي هو واحد من القلائل الذين كانوا

(١) نوسيبو، أو المريض بالوهم، أو الوهم المرضي: وهي تركيبة لاتينية تعني "سوف أمرض"، و"نوسيبو" كلمة معاكسة لـ "بلاسيبو" (وتعني "سوف أشفى"). ويحدث تأثير "نوسيبو" بسبب التوقعات السلبية للمريض؛ كأن يتوقع آثاراً سلبية لدواء معين فيعاني من الأعراض التي توقعها حتى لو كان الدواء مادة خاملة. على عكس تأثير "بلاسيبو" الذي يحدث نتيجة توقعات المريض الإيجابية. تعدّ كل من آثار العلاج الوهمي، وتأثير نوسيبو نفسية لكنها يمكن أن تحدث تغيرات قابلة للقياس على الجسم، حيث يمكن لتوقعات المريض أن تُحدث تأثيرات قوية في نتيجة المرض، أو تجربة الألم، أو حتى نجاح عملية جراحية. وقد يتأثر المريض بالوهم المرضي نتيجة شكوكه حول ما إذا كان مصاباً بمرض أدى إلى وفاة أحد أفراد أسرته، أو سمع عنه في مكان ما، حيث يصاب بالمرض نفسه على الرغم من كونه معافى، وبالرغم من زيارة الطبيب، وإجراء التحاليل، وحصوله على نتائج سلبية. المترجمة.

قادرين على دراسة هذه الظاهرة، إذا كان بحث البلاسيبو يفرض وجود معضلة أخلاقية لدى الأطباء، فإنّ النوسيبو سيضاعفها.

تعني كلمة نوسيبو "سأمراض". في دراسة النوسيبو، يُقدّم الدواء غير الضار مع عبارة مثل "هذا سيجعلك تشعر أنّك في حالٍ أسوأ". هذه الطريقة يمكنها أن توفر أداة مفيدة جداً. استخدم بينيديتي تجربة النوسيبو لتخطي حدود مسكنات الألم الحالية، لكن أي نوعٍ من الالتزام الأخلاقي، يعطيك الموافقة على خطة صُمّمت لجعل المرضى يشعرون بالألم من خلال الكذب عليهم؟ لا يوجد شيءٌ يسمح بهذا، لهذا السبب كان على بينيديتي أن يعتمد على المتطوعين المأجورين الراغبين في المعاناة.

بدأ الأمر عام ١٩٩٧، عندما كان بينيديتي وزملاؤه يختبرون فكرة أنّ القلق يجعل الألم أسوأ، فحقنوا مجموعة من المرضى الذين كانوا يأخذون البروغلوميد ليتعافوا من عملٍ جراحيٍّ مؤلمٍ، وهو مادةٌ كيميائيةٌ تثبط عمل الكوليسيستوكين (CCK)، الذي هو أيضاً مادةٌ كيميائيةٌ في الناقل العصبي، مرتبطة بالقلق. أعطوا هؤلاء المرضى حبةً خاملة، وأخبروهم أنّها ستجعلهم يشعرون أنّهم أسوأ حالاً، لكن مفعولها لم يكن كذلك، إذ كان من المستحيل تحفيز تأثير النوسيبو عندما يتمّ تشييط CCK.

كانت نتيجةٌ جيّدةً، لكنها ناقصة من الناحية العلمية - لا توجد مجموعة مضبوطة لم تتلقّ البروغلوميد المثبط لـ CCK بحيث تشعر بالفعل بالألم الإضافي الذي يمكن أن يسببه القلق. لسوء الحظ (بالنسبة إلى

بينيديتي، إذا لم يكن بالنسبة إلى المرضى)، لم تكن ثمة موافقة أخلاقية على المجموعة المضبوطة.

استغرق بينيديتي عشر سنوات تقريباً ليحصل على الموافقة، وعلى متطوعين من أجل متابعة دراسته. في نهاية عام ٢٠٠٦، نشر فريقه ورقةً بحثيةً تظهر أننا - أو بالأحرى أن نواقلنا العصبية - يمكن أن تحوّل القلق إلى ألم. خضع المتطوعون إلى روتينٍ تضمن وقف النزيف، وبعض الحقن، وتحذيراتٍ لفظيةً بأنّ ألمهم سيزداد، في حين كان فريق بينيديتي يأخذ عيناتٍ من الدم، ويطلب إليهم أن يقيموا درجة الألم التي يشعرون بها. أعطت عينات الدم الباحثين ما كانوا يبحثون عنه: الدليل على أنّ البروغلوميد يمنعنا من تحويل الإشارات الكيميائية للقلق إلى ألمٍ مبالغٍ فيه. البروغلوميد مشبّه الـ CCK هو الوحيد المسموح به للاستخدام البشري، لكنه ليس فعالاً جداً، وحينما يتمكن الباحثون من تطوير شيءٍ ما أفضل، فسيكون لديهم دواء يمكن مزجه مع العقاقير المخدرة لتخفيف الألم النفسي والفيزيولوجي في آنٍ واحدٍ. على الرغم من أنّ النوسيبو يبدو شيئاً غامضاً إلاّ أنّه يمكننا من أن نتخيل كيف يمكن استغلاله في التحقيقات، لیسبب مثلاً المزيد من القلق، وتالياً المزيد من الألم، إذاً، هو على الأقل له تطبيقات إيجابية أيضاً.

بالنسبة إلى الطب، فإنّ تأثير البلاسيبو سيف ذو حدين، وعلى الرغم من أنّ نتائج روجارتسون وغوتشي، مفيدةٌ على نحوٍ لا يمكن إنكاره، لكنها أيضاً تسلبنا قناعاتنا. لا يمكننا أن نحدد تماماً ما تفعله المكونات الكيميائية للدواء بالكيمياء الحيوية في أجسامنا، لأنّه حتى رؤية اقتراب

الإبرة تُزجج البيئة الكيميائية الحيوية لأجسامنا. يقول بينيديتي: كالمبادئ غير المؤكدة في الفيزياء: في أي وقتٍ تقيس فيه أي شيء، فأنت بالضرورة تزججه، لذلك لا يمكنك أن تتأكد أبداً من دقة قياسك، ونتيجة لهذا، قد نضطر إلى إعادة تصميم تجاربنا.

يعني فهمنا المتزايد ببطء لتأثير البلاسيبو، أننا قد نحتاج إلى إعادة تفسير بياناتنا الدوائية جميعها. في بعض الحالات، قد تبدو نتائج التجارب السريرية غير صحيحة، أو على الأقل قد نحتاج إلى قبولها مع شيءٍ من الشك والارتياب. لقد استغرقتنا عقوداً لتحسين تجاربنا السريرية، وأنفقنا مالاً أكثر من ذي قبل لأجل الأدوية والمستحضرات الصيدلانية، وتدمير هذا الصرح ليس للجناء، وعلى الرغم من أن كولوفا وبينيديتي قد كتبا أن هذه الثورات في فهمنا للبلاسيبو "ستؤدي إلى رؤى تأسيسية في علم الأحياء البشري"، فمن المؤكد أنه في هذا التجديد الثوري في الطب، ستخلق ظاهرة البلاسيبو الغربية تحولاً نموذجياً.

استمرّ اختبار الأدوية بصورةٍ مذهلةٍ منذ أيام فرانكلين، وكانت ذروتها في التجربة المنضبطة المعشاة^(١)، أو (RCT)، فقد تمّ فصل مجموعة من الناس إلى مجموعات (عادةً في مجموعتين) على أسس عشوائيةٍ تماماً، إذ تتلقى إحدى المجموعات الدواء، في حين تتلقى الأخرى شيئاً يشبه الدواء، لكنه

(١) التجربة المنضبطة المعشاة: هي نوع من أنماط البحث العلمي التجريبي، ولا سيما في مجال الطب، إذ إن الناس الخاضعين للدراسة يُخصَّصون عشوائياً بوحدة أو أكثر من وسائل العلاج المختلفة تحت الدراسة. تعد التجارب المنضبطة المعشاة معيار اختبار ذهبي في التجارب السريرية، وهي تستخدم من أجل اختبار نجاعة الأنماط المختلفة من التدخلات الطبية، ويمكن أن تزود بمعلومات حول التفاعلات الدوائية الضارة. المترجمة.

حامل تماماً، وهو: البلاسيبو. فكرة التوزيع العشوائي، هي خلق فارق طبيعي بسيط جداً بين المجموعات، ومن ثم زيادة فرص رؤية بعض التأثيرات التي ينتجها الدواء، ولا ينتجها البلاسيبو. ينبغي أن تكون المؤثرات التصنيفية كالجنس، والعمر، والمشكلات الصحية الموجودة مسبقاً، والتأرجح الطبيعي بين الصحة والتعب، واحدة بالنسبة إلى كلا المجموعتين. حينها ستكون أي فروق رئيسية في النتيجة بين المجموعتين، سببها الدواء.

توجد أيضاً عوامل أخرى تتعلق بالمكان الذي تتم فيه التجربة، التي ينبغي التعمية عليها، فلا ينبغي لأحد من المرضى أن يعرف ما إذا كانوا يتناولون الدواء لاختباره، أو لاختبار تأثير البلاسيبو. وهذه التعمية وحيدة الطرف ليست كافية، لأن الأشخاص الذين يوزعون الأدوية، قد يقدمونها مع بعض الأدلة غير اللفظية أو الباطنية للمرضى. لذلك لا بد من "التعمية المزدوجة": أي لا ينبغي أن يعرف الأطباء والمرضون المشاركون في التجربة أي واحدة هي كبسولة البلاسيبو.

مثل هذه التعمية المزدوجة في هذه التجربة RCT تعدُّ أفضل طريقة لمعرفة ما إذا كان الدواء فعالاً، أو لا، لكن لا يزال ثمة المزيد من التحسينات التي يمكن أن تفيد التجربة، مثل إضافة "ذراع" ثالثة إلى الدراسة - وهي المجموعة التي لا تتلقى أي علاجٍ يمكن أن يساعدها. من المحتمل كثيراً أن يلجأ المرضى إلى مساعدة الطبيب عندما تصيبهم أعراض حادة، وأي متابعة لهم يمكن أن يقابلها تحسن في الصحة، لذلك ستساعد المجموعة التي لا تتلقى علاجاً في استبعاد هذه الانتكاسة لتأثير الوسيط. توجد أيضاً مشكلة "التاريخ الطبيعي": أي الاختلاف الطبيعي في الأعراض، فمثلاً ألم

الرأس قد يأتي ويذهب، وعليه إذا أخذ المريض البلاسيبو تماماً قبل التآرجح العشوائي لتخفيف الألم، فإن ما سيذكره المريض عن حالته الصحية قد يشوّه النتائج، ومراقبة المجموعة المضبوطة، التي لم تحصل على علاج، سيساعدنا في أخذ هذا التأثير في الحسبان.

على الرغم من هذا، توجد تأثيرات ثابتة لا يلغيها أي نوع من الحرص والاهتمام مهما كان، إذ إن مجرد إخبار المرضى أنهم قد يحصلون على البلاسيبو، يمكن أن يغير النتيجة، كما أن إخبارهم عن فاعلية الدواء المحتملة، سيحرف النتيجة أيضاً. يؤثر التقييم الذاتي للمريض كذلك سواء أكان في المجموعة التي تعالج بالبلاسيبو، أم كان في مجموعة الذراع النشط على استجابته، فقد حددت تجربتان على مريضين، أحدهما من مرضى باركنسون، والآخر يعالج بالوخز بالإبر، أين يكون "للتقييم المحسوس"، تأثير أكبر في المرضى من العلاج المقدم.

بسبب هذه العوامل جميعها (وهناك عوامل أخرى)، فإن المعهد الوطني للصحة يمول مجموعاتٍ بحثيةٍ مختلفة عدّة، لإيجاد طريقة جديدة لاختبار فاعلية الأدوية. تجرّب إحدى المجموعات، التي يقودها باحثون من مدرسة هارفارد الطبيّة، نمطاً جديداً من التجارب، باستخدام "قائمة الانتظار" لإعطائهم مجموعة مسيطرة لم تتلقَ أي علاج، كما أن ثمة طريقة أخرى للتقدم تكون من خلال العلاجات المخبأة، وهي: السرية مقابل علنية العلاج. يمكن تحديد مستوى الاستجابة للبلاسيبو - ومن ثم فاعلية الدواء - من خلال الاختلاف في النتيجة بين المجموعة التي تعرف أنّها كانت تأخذ الدواء، والمجموعة التي لم تكن تعرف أنّها تأخذه.

حتى الآن، وفرت هذه التجارب نتائج صادمة، فمثلاً تخفف جرعة معلنة من مسكن ميتاميزول، الألم بعد العمل الجراحي، أكثر بكثير من الجرعة الخفية، كل الراحة التي شعر بها أفراد المجموعة، الذين يعرفون أنهم يأخذون الدواء، كانت من تأثير البلاسيبو. حينما يحقن الباحثون مجموعة من المرضى بجرعة خفية من البوبرينورفين المسكن للألم، وهو بالفعل له تأثير مخفف للألم، لكن ليس بالشدة أو السرعة نفسها فيما لو أنه أُعطي من خلال حقنة، وعلى الرغم من أن البوبرينورفين يعمل، إلا أنه يعمل على نحو أفضل عندما يستخدم مع تأثير البلاسيبو. هذا النوع من التجارب، الذي يسمح للأطباء برؤية التأثير الكلي للدواء، بالإضافة إلى تأثير البلاسيبو، يمكن أن يساعدهم في إعطاء جرعة مخففة من المواد السامة، أو التي تسبب الإدمان.

قد يناقش المشككون أن الشركات ستحارب أي شيء يُشكك في منتجاتها، ولا سيما إذا ظهرت النتيجة في الناس الذين يستخدمون جرعات أقل في الحالات جميعها - لكن الحقيقة هي أن، وبالنسبة إلى كثير من شركات الأدوية، لا يمكن أن نصل إلى المعلومات الموثوقة عن تأثير البلاسيبو بالسرعة الكافية، ولتجاوز هذا الاختبار، على الدواء أن يتفوق على تأثير البلاسيبو. وقد أظهرت دراسة نُشرت عام ٢٠٠١ عن الدواء أنه، وبينما تزداد فاعلية الدواء، ترتفع معدلات تأثير البلاسيبو بشكلٍ أسرع، يبدو هذا مثيراً للسخرية، فالعوامل وراء هذا الارتفاع عديدة ومتنوعة، لكن الأهم هو معرفة مجتمعنا لفاعلية الدواء، وإيمانه به، فالنجاح الملموس

للصناعة الدوائية يعني أنه إذا لم يحدث شيءٌ ثوريٌّ، فمن الممكن أن تستقر هذه الصناعة على ما هي عليه، مثل الملكة الحمراء.

الفرصة الكبرى التالية للتحول الأنموذجي تكمن في السيناريوهات السريرية: هل علينا أن نتجاهل روبجارتسون وغوتشي، ونشجع الأطباء على الاستمرار في الكذب علينا بشأن علاجاتهم؟

قد لا يجب مزودو الرعاية الصحيّة فكرة أن المستقبل الكبير للطب يكمن في المزيد من التفسيرات للطاقة الشافية للخيال، لكن إذا كان الأطباء جديين في الحفاظ على صحتك، وإنقاذ حياتك، فعليهم أن يتجرّعوا هذه الكبسولة المرّة. ليس لأنّ البلاسيبو هو الرصاصة السحرية، لكن العكس تماماً، بالنسبة إلى جميع معجزات تأثير البلاسيبو، قد يكون الشيء الأهم هو معرفة حدوده، فتأثير البلاسيبو لن يُشفي مرض السرطان، ولن يُبطئ من ظهور مرض باركنسون، أو الزهايمر، ولن يجعل الكلية المصابة بالفشل الكلوي تعمل، ولن يحمي من الملاريا. يحتشد المرضى لدى المعالجين "المتكاملين" الذين يحتضنون فكرة البلاسيبو، وقد لا يدركون، هم أنفسهم، أنّ طبيب الأسرة يمكنه أن يتبنى عن قصد، أو باستخفاف تلك العلاجات نفسها أيضاً، لكن في المكان المناسب لها.

قد يكون الأمر كارثياً إذا لم يفعلوا هذا، وقد يظهر الخطر عندما يختفي الجزء المتمم للتكامل. يزور المرضى المعالجين الذين يقدمون لهم فقط علاجات "بديلة"، وإذا لم تستجب حالة المريض لتأثير البلاسيبو، حتى لو استجاب كثير من الأعراض لها، فهذا قد يُشكّل تهديداً للحياة. استخرج

البلاسيبو، واكتشف طريقة لجعله أداةً في يد الطبيب، حينها يمكننا أن ننقذ حيوات المرضى بإبقائهم في طبيّات دواءٍ منطقيٍّ وفعالٍ، طالما أننا نعترف، حتى هذه اللحظة على الأقل، أنّه ليس منطقيّاً بالشكل الذي نرغب.

وهذا يقودنا إلى موضوعنا الأخير، الذي هو، بالنسبة إلى العديد من الأذهان، غير مؤهل ليكون إلى جانب هذه الظواهر جميعها. في أي حال، لقد طرحنا سؤالاً عن تأثير البلاسيبو، والتجارب السريرية، وكلاهما قائم على ادعاءاتٍ عن ظاهرةٍ غريبةٍ غير محببةٍ في العلم وهي: العلاج المثلي.

العلاج المثلي (١)

إنه أمرٌ سخيفٌ تماماً، إذاً لماذا لا يختفي؟

في إحدى المرات لاحظ فكرٌ ثابتٌ ومتبصرٌ أن المؤرخين يعملون تحت تأثير الوهم: إنهم يعتقدون أنهم يصفون الماضي، أما هم في الحقيقة فيفسرون الحاضر، وهذا صحيحٌ إلى درجةٍ كبيرةٍ بالنسبة إلى مؤرخي العلوم. المرور بهذه الحالات الشاذة، والظواهر الغريبة، يجعلنا نبحث وننقب مراراً وتكراراً في التاريخ كي نفهم ماذا يحدث في العلوم المعاصرة، وإلى أين يتجه مستقبلها، في حالتنا الشاذة الأخيرة، يبدو أن هذه الرؤية الثاقبة قوية.

أصبح الطب المثلي، الذي اخترع في أواخر القرن الثامن عشر، الآن أكثر انتشاراً مما كان عليه من قبل، وطبقاً لمنظمة الصحة العالمية، فهو يشكل حالياً جزءاً لا يتجزأ من أنظمة الرعاية الصحية الوطنية، في رقعةٍ واسعةٍ من الدول، ضمنها ألمانيا، الولايات المتحدة، الهند، باكستان، سيرلانكا،

(١) المعالجة المثلية (بالإنجليزية: Homeopathy): ويسمى أيضاً بالطب التجانسي، وهو نظام علاجي، وشكل من أشكال الطب البديل يستند إلى المبادئ التي صاغها صامويل هانيان عام ١٧٩٦، ويعتمد هذا العلاج على قانون أبقراط في الطب، الذي يقول: المثل يعالج المثل. المترجمة

والمكسيك. ويبلغ عدد الفرق الطبيّة في مستشفى الطب المثلي الملكي في لندن، وهو جزءٌ من الخدمة الصحيّة الوطنيّة في المملكة المتحدة، نحو ستة آلاف. يستخدم أربعون في المئة من الأطباء الفرنسيين الطب المثلي، كما يفعل الشيء نفسه ٤٠% من الدنماركيين، و٣٧% من البريطانيين، و٢٠% من الأطباء الألمان. وقد كشف استبيان نُشر عام ١٩٩٩، أنّ ستة ملايين أميركي قد استخدموا العلاجات المثلية في السنة السابقة لنشر الاستبيان. إلا أنّ السؤال الكبير هو، لماذا؟ يقول تقييم للطب المثلي جرى باستخدام معايير الظواهر العلميّة المعروفة إنّهُ لا يعمل، ولا عجب أن يقول عنه سير جون فوربس، طبيب منزل الملكة فيكتوريا، إنّهُ "إهانة للعقل البشري".

على الرغم من أنّه توجد مناهج وطرائق بحث عدّة ومختلفة، إلا أنّ الطب المثلي يقوم أولاً على إيجاد علاج على أسس التشابه، أو التجانس، التي تقول إنّ العلاج ينبغي أن يكون من مواد معروفة، لخلق أعراض مشابهة تماماً للأعراض التي يعاني منها المريض. بعدها يُخفف ذلك العلاج في الماء، أو الكحول ويصل إلى يد المريض وهو خالٍ تماماً من جزيئات العلاج الأصلية، وهو يستعيد، على الرغم من هذا، "فاعليته" بالرجّ المستمر، أو الخصّ في كلّ مرّة يُخفف فيها، وتُعرف هذه العمليّة باسم التعاقب، أو التتالي. في الحقيقة، يقول الطب المثلي إنّ هذا المحلول المُخفّف أقدر على علاج الأمراض من المواد الأصلية غير المخففة.

تبدو هذه فكرةً سخيّةً، وهي كذلك بالنسبة إلى معظم العقول العلميّة، وتوضح إحصائيات المحلول المُخفّف السبب وراء هذا، حيث يحدث التخفيف المثليّ الأنموذجي بنسبة جزء واحد من المادّة الفعالة، إلى

تسعة وتسعين جزءاً من الكحول أو الماء (اعتماداً على قابلية المادة للدوبان في الماء). تتكرر هذه العملية، أي تخفيف جزء واحد من المحلول الأصلي في تسعة وتسعين جزءاً من الماء أو الكحول مرّات عدّة، ومن الطبيعي جداً أن نقوم بها ثلاثين مرّة، ويُسمّى هذا المحلول مُخَفَّف C_{30} أو (30C dilution)، ويعني هذا أنك إذا بدأت بحلّ كمية صغيرة جداً من دوائك في نحو خمس عشرة قطرة من الماء، ستصل في النهاية إلى مادة أصلية محلولة في كمية من الماء، أكبر بخمسين مرّة من حجم الأرض. المشكلة العلميّة الكبيرة مع هذه الظاهرة، هي أنّ رياضيات الكيمياء تقول إنّه افتراضياً لا يوجد احتمال لوجود جزيء واحد من المادة الأصليّة الفعالة، في الملي لترات التي يبيّعك إياها الصيدلاني من هذا العلاج.

إذا كنت تعرف وزن عينة المادة الكيميائيّة، ولنقل مثلاً الكربون، فسُتخبرك أساسيات الكيمياء في المدرسة الثانوية عن عدد الذرّات في عينتك. مثلاً، يحتوي غرام واحد من الكربون ^{12}C ذرّة، ويبدو هذا عدداً كبيراً، وهو بالفعل كذلك: إنّه ٥ يليها اثنان وعشرون صفراً. لا يبقى الكثير في محلول التخفيف 30C، فإذا أخذت خمس عشرة قطرة من السائل، فإنّه لن يكون لديك أكثر من عشر من مليون من الذرّات، وطالما أنّه لا يمكنك تجزئة ذرّة الكربون (على الأقل، ليس بهذه الطريقة)، فمن الأدق القول إنّه لا يوجد كربون فيها. في الممارسات الأنموذجيّة المعتادة، تأتي التأثيرات الدوائيّة من تفاعل الدواء مع الكيمياء الحيويّة للجسم، وهذا يعني أنك تحتاج إلى جزيئات من الدواء تكون موجودة في جسمك. في الطب المثلي المتجانس، لا يوجد شيء من هذا، إذ لا يمكن للعلاج أن

يتفاعل مع الكيمياء الحيوية لجسمك بطريقة ذات معنى، طبقاً لأيّ قانونٍ من قوانين العلم المعروفة.

عرف صموئيل هانيان، الأب المؤسس للطب المثلي، هذه الحقيقة، فقد قال إنّ الأمر لا يتعلق بالكيمياء، بل بانتقال "طاقة" الشفاء عبر الماء، وطالما أنّ هذه "الطاقة" ليست معروفة بالنسبة إلى العلم، فإنّ النتيجة الواضحة هي أنّه إذا كان للعلاج المثلي تأثير، فإنّه لن يكون أفضل من البلاسيبو.

جاءت المواجهة العلميّة الأولى لوجهة النظر هذه من مختبر اختصاصي المناعة الفرنسي جاك بنفينست؛ في عام ١٩٨٨، أقنع بنفينست صحيفة الطبيعة، بنشر تفاصيل تجربة أظهرت أنّ الماء قد استبدل بشكلٍ دائمٍ بالجزيئات التي كانت قد حُلّت به. نُشرت التفاصيل شريطة إعادة تنفيذ التجربة في مختبراتٍ مستقلّة، وقد حصل هذا فعلاً، في مارسيليا، ميلان، تورونتو، والقدس، وبعد النشر (وللتنصل من المسؤولية)، طالبت الصحيفة بإجراء التجربة مرّةً أخرى، لكن هذه المرّة بحضور (وتحت فحصٍ وتمحيصٍ دقيقين) ثلاثة شهود مستقلين. أمضى محرر الصحيفة جون مادوكس، وجيمس راندي المشكك الساحر والمحترف، ووالتر ستوارت، وهو كيميائي وخبير في الحيل العلميّة، أسبوعاً في مختبر بنفينست في باريس. كانت القصة كاملة ومذهلة واستثنائية، لكن النسخة المختصرة منها هي ببساطة، أنّ الزوار قد اكتشفوا كم كان بنفينست مخدوعاً بمساعدته، التي كانت انتقائيّة في بياناتها لتدعم إيمانها بالطب المثلي.

نشرت الصحيفة نقداً لورقة البحث الأصليّة، ودافع بنفينست عن ورقته بشراسةٍ، لكنّه هُزم. في السنة التالية، انتقده المعهد الوطني الفرنسي

لصحة، الذي كان يعمل لديه، على التقرير الساذج والمتعجرف الذي نشره عن نتائجه، وعلى انتهاك سلطته العلميّة، وبعد عامين من فضيحتة تلك في صحيفة الطبيعة، أُقيل بنفينست من عمله.

بقي الأمر كذلك إلا أن تدخلت مادلين إينيس. تقول إينيس، وهي أستاذة في علم المناعة من جامعة الملكات، بيلفاست، إنّها كانت مشككة عنيدة في الطب المثلي، وفي عمل بنفينست، ولما عبّرت عن هذا في مواجهة إحدى التجارب المثلية المنشورة، طلب إليها أحد مصنعي علاجات الطب المثلي أن تنضم إلى فريقٍ سيقوم بمحاولةٍ أخرى لتكرار تلك النتائج، وافقت على هذا، متوقعةً أن تضيف شيئاً ما إلى الدليل ضدّ الطب المثلي. في نهاية التجربة، صرّحت بنفسها أنّها "مذهولة جداً" من النتيجة، وقالت لصحيفة الغارديان: "على الرغم من تحفظي على علم الطب المثلي، أرغمتني النتائج على الشك في عدم إيماني به، وإنكاري له، وعلى البدء في البحث عن تفسيرٍ منطقيٍّ عقلائيٍّ لنتائجنا."

أجريت التجربة، التي كانت في الأساس استنساخاً لتجربة بنفينست، في أربعة مختبرات مختلفة في كل من إيطاليا، بلجيكا، فرنسا، وهولندا. لم تكن شكوك إينيس الضمان الوحيد، فقد حُضِرَ المحاليل المثلية (والضوابط الرقابية) ثلاثة مختبرات مستقلة، الأمر الذي لم يقدّم أي جديد إلى التجربة. وقد احتوت تلك المحاليل على جزيئات من الهيستامين.

أي شخصٍ يعاني من الحمى يعرف تأثير الهيستامين، إنّها استجابة النظام المناعي التي ينتج عنها الشرى، الألم، الحكّة، الورم، ضيق التنفس، وسيلان الأنف والدموع (الدُماع). كل هذا ينتج عن بعض الجزيئات الصغيرة

جداً، التي تشكل جزءاً صغيراً من دمك. كل قطرة من الدم تحتوي ما يقارب ١٥٠٠٠ كرية دم بيضاء، ونحو ١٥٠ خلية من تلك الخلايا المعروفة باسم خلايا الدم البيض القاعدية، وداخل هذه الخلايا، توجد حبيبات صغيرة جداً هي الهيستامين.

للهيستامين تأثير قوي في الخلايا البيض القاعدية، إذ بعد إفراز الهيستامين، يمنعها وجوده في بيئتها من إفراز المزيد منه، وهذا التأثير كان أساسياً في تجربة إينيس.

أرسلت المختبرات، التي حضرت محاليل الهيستامين المخففة كثيراً، أنابيب اختبار الماء، وأنابيب اختبار الهيستامين إلى المختبرات التي تنفذ التجربة. كان الهيستامين المخفف عند المستوى المستخدم في العلاج المثلي العادي، حيث لا توجد جزيئات من المادة في الأنابيب، أي لا توجد طريقة لمعرفة أي أنبوب للماء، وأي أنبوب للمحلول المثلي. في التجربة، لوّن الباحثون الحبيبات القاعدية بالأزرق، بعدها وضعوا هذه الحبيبات الملونة داخل أنابيب الاختبار، مع مواد تدعى المضادات المناعية (E or algE). التي تسبب ردّ فعل هو إطلاق الحبيبات، وفيه يختفي اللون، ويُفرز الهيستامين.

هذا تماماً ما حدث في الماء، لكن لما وضع الباحثون الحبيبات الملونة وال (algE) في محلول الهيستامين المخفف، لم تحدث عملية إطلاق الحبيبات، وكان شبح وجود الهيستامين في المحلول المخفف كافياً لإيقاف العملية في كل الاتجاهات.

كانت النتائج مهمة من الناحية الإحصائية، في ثلاثة من المراكز، أمّا المركز الرابع فقد كانت له نتائج إيجابية: بالفعل يكبح محلول الهيستامين، إطلاق الحبيبات، أكثر من الماء النقي، لكن هذه النتيجة لم تكن مختلفة كفاية لأخذها بالحسبان.

لم تكن إينيس راضيةً عن النتائج، فقد يكون ثمة إجحافٌ بتحديد الخلايا القاعدية، التي لا يزال لونها أزرق، لأنّ الباحثين فحصوها بالعين المجردة، لذلك طلبت إليهم صنع مقياس مختلف، مقياس يمكن أتمته، وبهذه الطريقة، فإنّ أي شخصٍ مقتنع بعكس هذه النتائج، لن يكون قادراً على التشكيك فيها، حتى لا شعورياً. كانت لديها خلايا قاعدية "موسومة" بمضادات تجعلها تُشع إذا تمّ كبح إفراز الهيستامين، بعدها قام محسّ ضوئي حسّاس بالعدّ، وكانت النتيجة متماثلة.

ذكر سجل التجربة، الذي نُشر في الصحيفة الطبيّة تحت عنوان "بحث الالتهاب" أو "Inflammation" Research، أنّ "محاليل الهيستامين في التراكيز الدوائية والمخفضة تقود إلى نتيجة مهمة من الناحية الإحصائية، وهي أنّها تثبط تنشيط الخلايا القاعدية، من خلال المضاد المناعي E."

هذا لا يعني أنّ إينيس تضع نتائجها خارج موضع الشك، فهي تعترف بأنّها دراسة صغيرة، ولا أحد تمكن من تكرار نتائجها بعد. في إحدى المحاولات المشهورة، فشل فريق من العلماء في تكرار تجربة إينيس، من أجل برنامج (BBC Horizon)، وظهرت إينيس في البرنامج، لكنها فيما بعد أقصت نفسها عن التجربة، قائلةً إنّّه توجد سلسلة من الأخطاء والعيوب في التجربة. وفشلت كذلك دراسة قام بها أدريان غوغيسبرغ وزملاؤه، من

جامعة بيرن، في إيجاد أي تأثيرات لمحاليل الهيستامين المثلية المخففة. أمّا الفريق السويسري فقد وجد في تحليله للتجربة والنتائج، الذي نُشر عام ٢٠٠٥ في مجلة "العلاج الحديث في الطب" أو "Complementary Therapies in Medicine"، أن الاختلافات الصغيرة في ضبط التجربة، يمكن أن تؤدي إلى نتائج مختلفة جداً، إذ كان ثمة جميع أنواع الأشياء التي يمكن أن تؤثر في التجربة، مثل درجة الحرارة التي تمّ تحضير الخلايا القاعدية فيها، وطول الوقت اللازم قبل تحضير المحاليل المثلية.

حتماً سيقول الأطباء المختصون في العلاج المثلي "آها"، على إحدى المشاهدات الرئيسة لدراسة بيرن، إذ قال، وفقاً للنتائج الختامية للورقة البحثية: إن النتائج "قد تعتمد على الاختلافات الفردية الداخلية للمترعين بالدم من أجل التجربة." فكرة أن العلاج المثلي يعمل حسب كل حالة على حدة، وأن العلاج سينتج عنه تأثيرات شافية لدى بعض الناس، دون بعضهم الآخر، كانت أوّل عذرٍ للعلاج المثلي، في مواجهة النتائج السلبية، في التجارب السريرية للعلاجات المثلية. في كلّ مرّة يفشل فيها الطب المثلي في تسجيل أي تأثير، سيرد المدافعون عنه بالقول: إنّ وصفة العلاج المثلي عملية معقدة، يجب أن تؤخذ الأعراض فيها بالحسبان من النواحي الشخصية والفيزيولوجية جميعها، وسيكون العلاج الصحيح لأي مرض معتمداً على عدد كبير من العوامل. اطلب إلى مختص العلاج المثلي أن يصف لك علاجاً لالتهاب الأذن، حينها سيسألك أي أذنٍ منهما؟ طالما أن الجسم غير متناظر، فالكبد والقلب، مثلاً، اللذان يوجدان بعيداً عن خط الوسط، على عكس الكلى، ليس لهما عضو نظير، وعليه فإنّ الأمراض التي تؤثر في أحد جانبي

الجسم ستكون لها طبيعة مختلفة عن الأمراض التي تؤثر في الطرف الآخر منه، حتى لو بدا أن لك أذنين متشابهتين.

بالنسبة إلى العقل العلمي، يبدو هذا الأمر حجةً غير قابلة للاختبار، لهذا السبب يقول جميع أصحاب العقول العلميّة جميعهم: إنّ الطب المثلي لا يمكن أن ينجح، حتى عندما يكون الدليل العلمي والمعرفي على عكس هذا موجوداً.

في كتابه البلاسيبو، يعزو ديLAN إيفانز أي نجاح للطب المثلي إلى تأثير البلاسيبو، لكنّه يعترف أيضاً أنّ تحليلاً جمعياً نُشر عام ١٩٩٧، في مجلة "الانسيت الطبية" أو "Lancet" أظهر أنّ هذا العلاج أكثر فاعلية من البلاسيبو. إنّما كيف حسم إيفانز هذا الأمر؟ بالقول إنّّه: "من الحماسة بالفعل أنّ ننحي جانباً علوم الفيزياء والكيمياء والأحياء جميعها - المدعومة بملايين التجارب والملاحظات - فقط لأنّ دراسةً واحدةً أعطت نتيجةً تتناقض مع أسسها ومبادئها." استخدم المشكك روبرت إل بارك، من جامعة ماري لاند الحجة نفسها، إذ قال: "إذا صمد مفهوم المحلول المخفف عدداً لا نهائياً من المرّات، فإنّه سيُجبرنا على إعادة فحص أسس ومبادئ العلم جميعها."

هل هذا صحيح؟ إن كان بإمكان المحاليل المخففة كثيراً أن تكون لها تأثيرات في علم الأحياء، فهل سيعيد هذا العلم إلى نقطة البداية؟ لا. العلم يعمل، وملايين التجارب والملاحظات يمكن تفسيرها باستخدام الأسس والمبادئ العلميّة. لن يتغيّر أيُّ من تلك النتائج، إذا أصبح العلاج المثلي حقيقة. لماذا؟ لأنّ أيّاً من ملايين التجارب والملاحظات، قد أخبرتنا كل شيءٍ نرغب في معرفته عن خصائص الماء.

نحن نعرف القليل جداً عن السوائل. الأجسام الصلبة يسهل تعرّفها، ولعقودٍ من الزمن كان من الممكن سبر بنية المواد الصلبة، باستخدام تقنيات مثل الأشعة السينية. بهذه الطريقة اكتشف فرانسيس كريك، وجيمس واطسون، وروزاليند فرانكلين بنية الـ DNA، إذ عكسوا الأشعة السينية على الكريستال، وفسّروا النماذج الناتجة من الأشعة السينية المنتظمة لكشف الترتيب المنتظم للذرات. الكلمة المفتاحية هنا هي منتظم، والسوائل ليست منتظمة، ولا توجد لدينا طريقة لسبر البنية غير المنتظمة.

يفترض علماء الكيمياء أنه في غياب المؤثرات الخارجية، من الممكن أن تكون البنية متشابهة في السائل، وينبغي أن ترتب الروابط الكيميائية نفسها بحيث يكون الاختلاف في ترتيبها في حدوده الدنيا. إنها ماذا يحدث في درجات الحرارة المتقلبة؟ أو إذا كانت هناك مناطق من السائل تحت الضغط العالي؟ أو في الحقول الكهرومغناطيسية؟ هل يمكن للماء في الإبريق أن يكون مرتباً وأنيقاً جداً في بعض المناطق، ومتجمّعاً على نحوٍ فوضويٍّ في مناطق أخرى؟ هل يتفاعل مع جزيئات الجدار الزجاجي للإبريق؟ لا نعرف.

ما نعرفه هو أن الماء سائلٌ غريبٌ جداً. على مرمى حجرٍ من المستنقع البني لنهر ثامس، مقابل البرلمان، يقع مكتب رجلٍ يمكن عدّه خبيراً عالمياً في الماء. كرّس مارتن شابلن، وهو أستاذ في جامعة لندن ساوث بانك، مسيرة حياته لدراسة الأشياء الرطبة، وخصائصها العلمية. كم ظاهرة غريبة كشفتها هذه الدراسة؟ يقول شابلن أربعاً وستين حالة على الأقل.

تأتي معظم تلك الغرابة من الروابط الضعيفة الموجودة بين جزيئات الماء، فذرة الأوكسجين في جزيء الماء H_2O ، لها زوج من الإلكترونات غير

المرتبطة بروابط مع ذرات الهيدروجين، ومع ذلك فقد انجذبت شحناتها السلبية إلى الشحنة الإيجابية في ذرات الهيدروجين لجزيئات الماء الأخرى.

على الرغم من أن هذه الروابط، المعروفة باسم روابط الهيدروجين، هي روابط ضعيفة - تتجزأ باستمرار في درجة حرارة الغرفة، ويعاد تشكيلها كجزيئات تنزلق حول بعضها بعضاً - إلا أنها مسؤولة عن العديد من خصائص الماء الغريبة. في الحقيقة، إنها مسؤولة عن وجودك. روابط الهيدروجين في الماء هي ما يجعل الأرض صالحة للسكن بالنسبة إلى البشر، فمثلاً روابط الهيدروجين قد تجعل من الماء السائل الوحيد الذي يتمدد. هذا يعني أن الجليد لا يغرق إلى قاع المحيط، إذا كان الماء مثل جميع السوائل الأخرى، فإن المحيطات على الكوكب ستكون صلبة متجمدة، مع طبقة سطحية فقط تذوب بفعل ضوء الشمس، وحينها ستكون الحياة المعقدة لا تُطاق.

خصائص الماء هي سبب مباشر في الظاهرة التي نسميها الحياة. لما طلب أحد صحفيي صحيفة "الطبيعة" من شابلن أن يكتب مراجعة لدور الماء في علم الأحياء، بدأها بعبارته. "إنه حتماً الوقت الملائم ليأخذ الماء مكانه الصحيح كأهم وأنشط جزيء بين الجزيئات الحيوية."

شابلن هو رئيس فريق، ومنسق حملة تسعى إلى إدراك أو معرفة دور الماء في عالمنا، وتبدو مقالاته كأنها عناوين سياسية. يقول شابلن قد تكون دراسة الجزيئات الحيوية البراقة الأخرى هي الأكثر رواجاً، لكن الماء هو المفتاح الأساس لها جميعاً. حينما ينطوي البروتين، العامل الأساس في جسمك، ليأخذ أشكالاً وأدواراً معينة، يكون للماء دورٌ مهمٌ وأساسيٌّ في

هذه العملية، وذلك بفضل الانجذابات الكهروستاتية التي توفرها روابط الماء الهيدروجينية، وبعدها، حينما ينتهي تشكيل البروتين، يكون الماء هو مزلق البروتين، إذ تسمح روابطه الهيدروجينية للبروتين بأن ينحني ليقوم بعمله. إذاً، الماء ضروري للبروتين، كما أنّ الأحماض الأمينية ضرورية لتشكيل سلاسل البروتين.

في الحمض النووي الـ DNA، تشكل جزيئات الماء روابط كهروستاتية مع الأزواج القاعدية، وتتنوع اتجاهات جزيئات الماء، حسب الأساس والتسلسل الذي تكون عليه. إنّ هذا الأنموذج من جزيئات الماء، والحقل الكهربائي الناتج عنها، وهو الذي يسمح للبروتينات (مع مائها الخاص) بأن تقترب وترتبط مع الأزواج الصحيحة - وأن تقوم بهذا بسرعة ودقة، لذلك فإنّ الماء ضروري لمعالجة المعلومات التي يحتويها الـ DNA، وهو أساس ظاهرة الحياة. يقول شابلن: "الماء السائل ليس "لاعباً" على مسرح الحياة - بل إنّ الممثل الرئيس، إذ يمكن للماء أن يكون في شكل جزيئات فردية معزولة، أو مجموعات صغيرة، أو شبكات كبيرة جداً، أو في حالة سائلة أي يمكن أن تكون له "شخصيات" مختلفة."

في عام ١٩٩٨، مثلاً، كان شابلن يعمل على اكتشاف الطريقة التي تجعل الانجذاب بين جزيئات الماء يشكل مجموعات. أظهرت حساباته أنّ الماء يمكن أن يكون موجوداً في مجموعة مؤلفة من ٢٨٠ جزيئاً، التي تأخذ شكل جسم صلب له عشرون وجهاً، حيث إنّ كل وجه هو مثلث متساوي الأضلاع. نحن نعرف هذا الشكل باسم عشريني الوجوه، وقد أخذ بوكمينيستر فولر هذا الشكل كأساس لتصميمه الجيوديسية، لكننا نراه أيضاً

في الطبيعة، إذ تبنت العديد من الفيروسات هذا الشكل، لأنه الطريقة الأكثر فاعلية لحزم بروتيناتها.

المثير للاهتمام أن هذا الشكل له علاقة وثيقة بالماء، إذ حدّد الفيلسوف أفلاطون خمسة "أجسام صلبة مثالية"، ربطها بعناصر ومظاهر الكون. هذه الأشكال هي: المكعب الذي يسميه الأرض، ورباعي الأوجه وهو النار، والمثلث وهو الهواء، واثناعشري الأوجه وهو الكون، أمّا الماء بالنسبة إلى أفلاطون فقد كان عشري الأوجه. بعد ثلاث سنوات من اقتراح شابلن لأول مرة أن الماء قد يأخذ هذا الشكل، رأى مجموعة من الباحثين الألمان الشكل نفسه في قطرات صغيرة جداً من الماء تساوي نحو مليون من ميلي لتر، ما جعل هذا الأمر مثيراً للدهشة أكثر ممّا كان عليه في عام ٢٠٠١.

الشكل عشري الأوجه، هو واحد فقط من العديد من الأشكال، التي يمكن أن تتجمّع فيها جزيئات الماء، فهناك بيتتاير، أوكتومير، ديسامير، وسباعي الجليد، وثمانى الجليد،... وهذا شكل واحد فقط لبنية الماء. في عام ٢٠٠٤، نشر تاتسو هيكو كاواموتو وزملاؤه ورقة بحثية في صحيفة "الفيزياء الكيميائية" أو "Journal of Chemical Physics" أظهرت أنه حينما تعصر أو تبرّد الماء، فإنه يتفكك إلى حبيبات منفصلة، كل واحدة منها لها مزايا مختلفة قليلاً عن الحبيبات المحيطة بها. إنها تشبه الشاطئ نوعاً ما، فالشاطئ من بعيد يبدو ناعماً ومستمرّاً، لكن حينما تقفز عليه، تجد أنك تمشي على صخورٍ متعددة الألوان والأحجام والخشونة والشكل والقساوة. اكتشف كاواموتو أن أصل جميع هذه الاختلافات في الماء يعود إلى روابط الهيدروجين التي تربط جزيئات الماء بشكلٍ ضعيفٍ مع بعضها بعضاً،

ويستجيب كل واحد من هذه الروابط إلى الضغط بطريقةٍ مختلفةٍ، تماماً كما تتعرّض الحصى للحتّ بسبب الأمواج التي تصطدم بالشاطئ، بنسبٍ مختلفةٍ وطرائقٍ مختلفةٍ. إذاً، تستجيب روابط الهيدروجين في جسم الماء على نحوٍ فرديٍّ، والنتيجة هي فوضى غنية من الماء.

ظهر دليلٌ آخر على الطبيعة غير المتجانسة للماء في عام ٢٠٠٤، عندما نشر مجموعة من العلماء من ستانفورد، برئاسة عالم الكيمياء الفيزيائية أندريس نيلسون، ورقةً بحثيةً في صحيفة "العلوم" أو *Science* أظهرت أنّ الماء يمكن أن يكون موجوداً في شكل سلاسل وحلقات، فالماء أمتع من مجرد كونه بحراً من الجزيئات المتماثلة من الـ H_2O . في الحقيقة، وفي ضوء الدليل الذي قدّمه هذا البحث، من السذاجة أن نفكر في الماء بأنّه مزيج من جزيئات الماء فقط، إذ في ضوء هذا الدليل الذي ألقاه البحث، لنفكر في الماء بأنّه مجرد مزيج من جزيئات الماء البسيطة.

إنّ أيّاً من هذا ليس دليلاً على صحة العلاج المثلي، فمعظم العلماء مترددون في المشاركة في تفسير العلاج المثلي من خلال بنية الماء. وقد حامت الشبهات حول هذا المجال منذ إعلان بنفينيست، وما تلاه من سقوطه من القمة، وفقدانه لاحترامه، يمكننا القول إنّه بونس وفليشمان العلاج المثلي، ولا أحد يريد أن يشاركه المصير نفسه. في الحقيقة، التشابه بينهم ذهب إلى أبعد من ذلك، لأنّ أي أفكار يحملها الناس عن مدى تعقيد الماء، الذي قد يُفسّر ادّعاءات العلاج المثلي، ستكون غير مرضية لهم تماماً كما هي النظريات التي تحاول تفسير الاندماج البارد.

على الرغم من هذا، كانت ثمة محاولات لتفسير الطريقة التي يعمل وفقها العلاج المثلي، وربما جاء أفضل عرض حتى الآن في ورقة بحثية نُشرت في صحيفة "Materials Research Innovations" في عام ٢٠٠٥. من النظرة الأولى، يبدو لك أنّ من أعدّ هذه الورقة هم تشكيلة رائعة من أربعة مؤلفين هم: رستم روي، وهو المدير المؤسس لمختبر البحث المادي التابع لجامعة ولاية بينسيلفانيا، وريتشارد هوفر، وهو أستاذ مساعد في الجامعة نفسها أيضاً، وويليام تيلر، وهو مدير سابق لقسم المواد في جامعة ستانفورد، وإريس بيل، وهو أستاذ في الطب، والطب النفسي، وطب المجتمع والأسرة، والصحة العامة في جامعة أريزونا.

معظم معلومات هذه الورقة هي مراجعة أدبية، توضح أنّ بنية المادة، وليس مكوناتها، تتحكم في خصائصها. يجعل الفرق بين البنى المختلفة للكربون - فالغرافيت، هو مادة تزييت ناعمة، أمّا الألماس، فهو مادة صلبة قاسية - هذه النقطة بسيطةً إلى حدّ ما، إذ تحدد البنى العديدة الموجودة في الماء (وفقاً لمشاهدات مارتن شابلن، فإنّ الماء يمكن رؤيته في مجموعات مؤلفة من ٢ إلى ٢٨٠ جزيئاً)، الخصائص المختلفة العديدة المحتملة التي تظهر في جسم السائل. يبيّن المؤلفون أنّ الماء، بين السوائل والأجسام الصلبة جميعها، يتحرّك بين بنائه المختلفة بسهولة بالغة.

كانت النقطة الأكثر إقناعاً والأهم في هذه الورقة، هي نقاش التقيّل^(١)، وهو ظاهرة معروفة جداً تنتقل فيها المعلومات البنيوية من مادة إلى أخرى،

(١) التقيّل: يشير إلى طريقة ترسيب طبقة متبلورة منتظمة على ركازة، ويستخدم التقيّل في الصناعات القائمة على السيليكون ويعتمد على ضبط مقاومة المادة المترسبة، وسماكتها ونقاوتها. المترجمة.

دون أن يطرأ أي تحوّل على المادّة، أو دون حدوث أيّ رد فعل كيميائي. والطريقة التي تزرع فيها بعض رقائق السيليكون، في صناعة أشباه الموصلات، هي أحد الأمثلة على هذا. ضع قطعة كريستال صلبة - وغالباً ما تكون قطعة من أرسينيد الغاليوم، لكن قد تكون أيضاً من الزجاج أو السيراميك - في محلول من السيلكون المنحل في الغاليوم السائل، من خلال التحكم في شروط درجة الحرارة، يمكنك أن تجعل السيلكون يخرج ببطء من المحلول، ويُرسب ذراته على سطح الكريستال. تتحدد طريقة نموه، وتوضع الذرات فيه، لتشكل البنية الشبكيّة عندما تخرج كلّ ذرّة من المحلول، ووفقاً لبنية الطبقات السطحية لركيزة الكريستال الأساسيّة. يفرض التباعد بين ذرات هذه الركيزة، واتجاهات بنيتها الشبكية، أشكال كريستال السيلكون الجديد. هذه العمليّة تعرف باسم تقييل الطور السائل، لكن الترسيب من البخار، أو حتى من المواد المتبخرة، مُستخدم أيضاً على نطاقٍ واسعٍ في صناعات الموصلات. إذا كان لديك حاسوب، أو جهاز منظم لضربات القلب، أو جهاز تجميع ذو تقنيّة عالية، فثمة احتمال أنّ مكونات واحد على الأقل من هذه الأجهزة مصنوع باستخدام تقنيّة التقييل.

بيّن رستم روي وزملاؤه أنّ المادّة الأساس في العلاج المثلي الموضوعه في الماء، قد يكون لها تأثير في ماء (أو الماء مع الإيتانول) المحلول المخفف المثلي يشابه تأثير التقييل، ما أدى إلى تغيير بنيته. هذا التغيير في البنية قد ينتقل عندما يُخفف المحلول - ولا سيما في حالة التخفيف المتعاقب. يقول العلماء إنّ استنساخ البنية قد يكون ممكناً من خلال الضغط العالي، الذي ينشأ

عن عملية تعاقب التخفيف، طالما أنّ البنية، وليس المكونات، هي التي تحدد الخصائص، فإنّ غياب جزيئات العلاج الأساسية في المحلول النهائي غير مهم.

كلّما استمررنا في هذا وجدنا أنّ مصفوفة الآليات المحتملة لـ "ذاكرة الماء" مدهشة. من سوء الحظ أنّ روي والمؤلفين المشاركين معه لم يكفوا عن فحص آثار الحقول الكهرومغناطيسيّة، والنوايا البشريّة، التي يشيرون إليها بـ "الطاقات الثابتة"، على الماء عندما كتبوا ورقتهم، الأمر الذي كان السبب في كسر تعويذتهم.

فريق الباحثين الذي شارك في وضع هذه الورقة، قد تكون له خلفية أكاديميّة مؤثرة ومهمة، لكن هناك أسباب تجعلنا نأخذ كلامهم مع شيء من الشك. باستثناء ميم ريتشارد هوفر، كانت لدى الفريق أسبابه، بالإضافة إلى المنهج العلمي واسع الأفق، للرجعة في أخذ العلاج الطبي على محمل الجدّ.

روي، مثلاً، لديه قائمة طويلة من رتبة الأستاذ الفخري، وقائمة أطول من المنشورات في الصحف المحترمة، تلقى جائزة بحثيّة من إمبراطور اليابان، وحصل على جائزة معدنية سمّيت باسمه. من جهة، يمكن القول إنّ روي يساعد مهنيّاً ديباك تشوبرا، الذي تعدّ ادّعاءاته بشأن الخصائص الكميّة الشافية للماء مشكوكاً فيها. يؤيد روي استخدام الفضة كمضاد حيوي، الأمر الذي لطالما فرّق بين الحمقى وأموالهم، ومنهم الأشخاص الذين يبيعون الفضة، الذين غرّمتهم الـ FDA لترويجهم علاجاً يمكن أن يسبب أذيةً حادّة في أجسام الناس، والاستفادة منه مادياً. يعتقد أيضاً أنّ الإرادة الشعورية للمعالج، مثل المعلم الكبير الصيني كيغونغ، يمكن أن

تغير بنية الماء، وقد دافع عن هذه الفكرة أيضاً في ورقته البحثية. من ناحيته نشر تيلر ادعاءات تقول إنّ الحقول المغناطيسية الضعيفة، يمكن أن تغير المواد الحيوية، و PH الماء، ويمكن لنوايا البشر أن تغير ال PH أيضاً، وتوثر في الدارات الكهربائية، وتبدل خصائص الفضاء. إيريس بيل هو أيضاً مدافع متحمس عن الممارسات الطبية البديلة والشاملة - وهي مشكلة أخف، لكنها لا تستحق الذكر.

على الرغم من التحذيرات الشديدة، إلا أن الورقة تشير إلى بعض النقاط المهمة والممتعة حقاً، وتقدم تلميحات إلى النقاط التي من الممكن أن تنطلق منها الأبحاث القادمة لفهم الآليات التي تكمن وراء العلاج المثلي. إلا أن السؤال هو، هل يريد أحد أن يستمر في هذه الأبحاث؟ هل يستحق العلاج المثلي أن يسترعى انتباهنا؟

يبدو واضحاً من خلال إقبال الناس على العلاج المثلي أن ملايين الناس يعتقدون أنه يستحق اهتمامنا. وأيضاً حقيقة أنه يمتص المال العام، يجب أن تؤخذ في الحسبان. فقد غضب بعض العلماء مثل ريتشارد داوكينز، غضباً شديداً من فكرة أن ضرائبهم تمول هذا "الدجل". هل هم محقون في غضبهم؟ تعتمد الإجابة عن هذا السؤال على جواب سؤال آخر هو: هل يعمل العلاج المثلي، أو لا؟ إذا كان الجواب الوحيد ببساطة السؤال المطروح.

في ٢٧ آب عام ٢٠٠٥، أعلنت مجلة "لانسييت" أو "Lancet" الطبية "نهاية العلاج المثلي"، وذكرت مقالتها أن العلاج المثلي لا يمكن أن يستمر في ادعاءاته بالفاعلية، وأن على الأطباء أن يكونوا "جريئين وصادقين مع مرضاهم بشأن عدم فائدة العلاج المثلي". كان السبب وراء هذا الإعلان

مقالة نُشرت حول الموضوع نفسه، وهي تحليلٌ جمعيٌّ للعلاج المثلي، الذي كان يقوده أيجينغ شانغ من جامعة برلين، ونشر وسط ضجةٍ كبيرة. أعلن المقال أنّ العلاج المثلي "ليس أفضل من البلاسيبو"، وطالما أننا قد اكتشفنا أنّ التحليلات الجمعيّة لتجارب البلاسيبو تقول إنّ تأثير البلاسيبو خياليٌّ تماماً، فلا يبدو أنّ الإعلان سيكون صدمة كبيرة. إنها، وبالنسبة إلى شانغ وفريقه، فقد وفّرت الدراسة ضربةً قاضية، وأصبح العلاج المثلي ميتاً.

حتى نحو الأسبوع، عندما بدأت الرسائل تتوالى.

على الرغم من أنّ المؤلفين ادّعوا أنّ تحليلاتهم دقّت المسمار الأخير في نعش العلاج المثلي، إلّا أنّ بعض العلماء - وليس فقط أصدقاء العلاج المثلي، الحق يقال - هالهم أنّ مجلة "لانسيت" نشرت مثل هذه الدراسة "المعيبة". وكان كلوس ليند، وواين جوناس قد نشرا تحليلاً مشابهاً جداً من الأدب الطبي عن العلاج المثلي في عام ١٩٩٧ - أيضاً في مجلة "لانسيت" - فشعرا أنّ عليهما أن يعترضا، وقالوا: "نحن نتفق أنّ العلاج المثلي لا يمكن تصديقه أبداً، وأنّ الدليل من تجارب البلاسيبو المضبوطة غير قوي، ومع ذلك، ثمة مشكلات رئيسة في الطريقة التي قدّم وناقش فيها شانغ وزملاؤه نتائجهم، وأيضاً في الطريقة التي عرضت وفسّرت فيها المجلة هذه الدراسة."

في البداية، وضح ليند وجوناس أنّ مجموعة شانغ لم تتبع الخطوات المقبولة في كتابة التحليلات الجمعيّة، فقد أغفلوا تفاصيل التجارب التي فحصوها، وأهملوا تفاصيل التجارب التي قرروا حذفها من المراجعة، وقالوا إنّهم في ورقةٍ بحثيةٍ كهذه، وصلت إلى هذه النتيجة المحددة والقوية، يعدُّ النقص في التفاصيل أمراً "غير مقبول". وأعلن في عام ١٩٩٩، أنّه

كان على الصحيفة أن ترفض نشر هذه الدراسة، وفقاً لمعاييرها التي أعلنتها عام ١٩٩٩.

مشكلة كبيرة أخرى واجهت دراسة شانغ، وهي أنّها تضمنت بيانات مجمّعة من تجارب تقيس تأثيراتٍ مختلفة: أنواع مختلفة من العلاجات المثلية، لأنواع مختلفة من الأمراض، مع أنواع مختلفة من النتائج - تخفيف، أو تسكين الألم، وتحليل العدوى، وتخفيف العدوى، أو الالتهاب، وغيرها. هذا مقبول إذا كان العلاج المثلي حقاً ليس أكثر من مجرد بلاسيبو، لأنّ جميع التجارب تقيس نوعاً واحداً من الاستجابة. في دراسة ليند وجوناس نُشرت عام ١٩٩٧، تمّ جمع البيانات على هذا الأساس، لكن منذ ذلك الحين، اكتشفت دراسات عدّة بعض التأثيرات غير البلاسيبو في الطب المثلي في حالاتٍ معيّنة. إذا كان لتلك الدراسات أي علاقة بنتائجهم، فإنّ تجميع شانغ للنتائج يلغي التحليل بأكمله، وهذا يُشكك في الإحصائيات، ما يشكل خطراً كبيراً في الوصول إلى نتائج سلبية مغلوطة.

المشكلة الأخيرة كانت أنّه لما فكك شانغ وزملاؤه التجارب، حددوا النقاط التي كانت تستحق الاهتمام، وانتهى هذا التحليل الجمعي بدراسة ثماني تجارب فقط من التجارب السريرية للعلاج الطبي. مع مثل هذا التجميع البسيط، "يمكن أن تعزى النتيجة بسهولة إلى الحظ"، كما قال ليند وجوناس، وهذا يعني أنّ افتراضهم أنّهم أثبتوا أنّ التأثيرات السريرية للعلاج المثلي هي بلاسيبو، هو "مبالغة كبيرة".

في عام ١٩٩٧، وصل جوناس وليند إلى خلاصة مفادها أنّ نتائج دراستهم الخاصّة، جعلت من المستحيل الادعاء بأنّ تأثيرات العلاج المثلي

تعزى كلياً إلى البلاسيبو، إنه أمرٌ رائع، وتأييدٌ حاسمٌ، وليس مسماراً في نعش العلاج المثلي. في رسالتهم إلى الصحيفة عبّروا عن أسفهم لأنّ المعالجين المثليين أساءوا استخدام دراستهم كدليل على أنّ علاجهم مؤكّد ومثبت، وقالوا إنّ الصحيفة كانت تسيء استخدام الدراسة الجديدة بالطريقة نفسها. وقال ليند وجوناس: "لا بدّ أنّ المحرر الذي رافق الدراسة، قد أخرج الصحيفة. إنّ الفلسفة الهدامة لا تخدم المريض، ولا العلم."

كانت كلمات قويّة، ولا سيما أنّها جاءت من أشخاصٍ لا يؤمنون بفكرة العلاج المثلي، لكن حينها كان جوناس يواجه خيباته مع العلاج المثلي، وبعد شهرين، وفي تشرين الأوّل عام ٢٠٠٥، نشر ورقةً بحثيّةً مع هارالد والش في صحيفة "الطب الحديث والبديل" أو "Alternative and Complementary" Medicine. كانت مراجعة متوازنة تعترف أنّه توجد "بعض الإشارات" إلى أنّ المواد المثلية المخففة ومتعاقبة التخفيف نشطة من الناحية الحيويّة - لكن لا توجد حالة سريرية واحدة أُثبتت فيها هذه التأثيرات المذكورة بوضوح. يقول جوناس والش إنّ التحليل الجمعي لا يساعد بمفرده، سواء أكان العلاج المثلي هو نفسه البلاسيبو، أم يختلف عن الطريقة التي جرت وفقها الدراسة. بالعموم، المشكلة في الوثائق المعتمدة في تحليل العلاج المثلي "ليست في إيجاد نتيجة أوليّة مذهلة... لكن المشكلة الحقيقية هي استنساخ التأثير الذي تمّت رؤيته"، بمعنى آخر، لقد فشلوا أيضاً في إثبات عدم كفاءة وفاعلية العلاج المثلي.

هذا لا يُصدق، لقد فشل العلم، بعد أكثر من قرنين، في إثبات أنّ العلاج المثلي هو مجرد تخاريف. كيف يمكن لهذا أن يكون ممكناً؟ كيف

يمكننا تسوية هذه المسألة؟ الجواب قد يكمن في صفحات "Homeopathic Repertory" أو "مرجع العلاج المثلي" وهو الدليل الشامل للأعراض والعلاجات والمحاليل المخففة المناسبة التي يرجع إليها المعالجون قبل كتابة الوصفة الدوائية. اختارت التجارب السريرية التي اختبرت فاعلية العلاج المثلي بعض الأدوية المثلية، واستخدمتها لعلاج أمراض مثل الالتهاب الناجم عن الروماتيزم، وقد أعطت دراسة مدتها ستة أشهر، أجراها مدير البحوث في المستشفى الملكي للعلاج المثلي في لندن، نتيجة سلبية لاثنتين وأربعين علاجاً مثلياً في هذه الدراسة. إنما ماذا لو كانت العلاجات المستخدمة فعالة حقاً؟ هل من الممكن أن يكون التركيز على القليل من الأدوية العديدة المتوافرة، له نتائج في التجارب أكثر أهمية من تأثير البلاسيبو.

من المنطقي بالتأكيد أن يكون ثمة اختلاف بين نتائج التجارب غير المؤثرة عموماً والادعاءات القصصية التي يدلي بها أشخاص عاقلون حول نجاحات المعالجة المثلية. ففي سبيل المثال، تدرب ليونيل ميلغروم، وهو كيميائي في كلية إمبريال في لندن، ليصبح معالجاً مثلياً لأنه كان متأثراً جداً بالسرعة التي تماثل بها والده للشفاء نهائياً من التهاب الرئة المتكرر. توجد تجربة شخصية أخرى أخبرني بها مؤلف للكتب العلمية، ومحاور علمي محترف، قال لي إنه قد شاهد في دهشة دواء أبيس ميل، وهو دواء مثلي مصنوع من نحل العسل المذاب في الكحول، وهو قد جعل لسان ابنته البالغة من العمر سنتين ينكمش، بعد أن تورم من لسعة نحلة.

قد تكون هذه القصص الخارقة جميعها متساوية مع الحوادث التي سجلت فشل العلاج المثلي في أن يكون له تأثير. إنها تسمى "التحيز في

النشر" في التجارة الدوائية، نادراً ما يزعج الناس أنفسهم في الإعلان عن النتائج السلبية خصوصاً، لكن هنا، وعلى المحك: هل يمكن أن تكون الطبيعة العشوائية للتشخيص، والوصفات الدوائية، وحالات النسيان لبعض العلاجات، وعدم التأكد منها، هي ظاهرة مؤثرة فعلاً؟

يعتقد بوب لورانس هذا، وهو في مهمة لإثبات ذلك، ولورانس هو شخصٌ آخر تحوّل إلى الإيمان بالعلاج المثلي، فقد كان يعاني لمدة خمسة عشر عاماً من حالةٍ جلدية شُفي منها تماماً باستخدام العلاج المثلي. يقول: إنّ المضادّات الحيوية كانت قادرة أيضاً على إزالة المرض، لكن تأثيراتها الجانبية كانت سيئة جداً ليتمكن من العيش معها، ولما نصحه أحد الأصدقاء بالعلاج المثلي، شكك في الأمر كثيراً، لكنه لم ينظر إلى الوراء، فقد تخلى عن عملٍ جيّد جداً في الهندسة ليتدرب كمعالج مثلي، وهو الآن صيدلاني في إحدى أكبر عيادات العلاج المثلي في بريطانيا، في صيدلية هيلوس للعلاج المثلي في مدينة تونبريدج، ويلز للسابا. قُـم بجولةٍ في هذا المكان مع لورانس، وستواجه كل شيء خطأ - وصحيح - في العلاج المثلي في القرن الحادي والعشرين.

كنت أتوقع شيئاً مقلقاً وأكثر تعقيداً، شيئاً ما يشبه مختبر الصيدلاني، لكن بدلاً من هذا وجدتُ متجراً صغيراً مضاءً بإضاءةٍ مشعةٍ، وعداد الخدمة، وخلفه مجموعة من الأشخاص العاديين، الذين كانوا يتجولون بأردية بيض، ويسحبون الصناديق عن الرفوف، ويفتحونها ليخرجوا منها أنابيب صغيرة جداً، وينقطوا منها سوائل في أنابيب أخرى صغيرة أيضاً.

مع هذا، توجد ثلاثة أشياء مثيرة للقلق في هذا المشهد، الشيء الأوّل كان الأسماء الغريبة المطبوعة على ملصقات الصناديق - مثلاً، أحدها كُتِب عليه

كلمة "Lava"، أو "حمم بركانية". والشيء الآخر كان صوت الخيط العنيف المتقطع الذي كان يُسمع عندما يُخضّ الصيدلاني محتوى الأنبوب. أما الشيء الغريب الثالث فقد كان السطح الذي يُجري عليه لورانس عملية التخفيف المتعاقب، وكان كتاباً أسود جلدياً هو الكتاب المقدس للملك جيمس.

رفع رأسه بعد أن ضرب على الكتاب المقدس ثلاث مرّات، وقبضة يده تشدّ بإحكام على الأنبوب الذي يحتوي على العلاج المثلي المصنوع من حجر الجمشت^(١). كانت تعابير وجهه تقول "أتمنى لو أنّك لم ترَ هذا." أكد لي أنّه يجب ألاّ نستخدم الكتاب المقدس، لكن من الواضح أنّ ما كان يحتاجه هو سطح صلب ومرن، وكان هانيان، وهو مؤسس العلاج المثلي، من اقترح أنّ الكتاب المقدس قد يكون الأداة الأكثر ملاءمة.

فريق العمل في هيليوستيتع هانيان بحماس، وتعدّ الصيدلية هي المركز الرئيس لتبادل المعلومات عن العلاجات المثلية، وفريق العمل فيها خبير في أنواع المحاليل المخففة، والمخففة على التعاقب، التي تعدّ أساس العلاج المثلي، ويتلقون مواد مرسلّة من أنحاء العالم كافة ليختبروا قدرتها، وقد شهد الكتاب المقدس بوضوحٍ كثيراً من الأفعال، لذلك فإنّ غلافه الآن مثبت بأربطة مطاطية.

(١) الجمشت: حجر كريم بنفسجي صبغه مركب من حمرة ووردية وسماوية، وهو يشمل أنواعاً عدّة من الكوارتز البنفسجي الذي غالباً ما يستخدم في صناعة الجواهر، وقد ورد في كتاب (خواص الجواهر) الذي ألفه يعقوب بن إسحق الكندي في القرن التاسع، أنّ الجمشت حجر كانت العرب تستحسنه، وتزين آلاتها به. المترجمة.

وعلى الرغم من هذا، فإنَّ لورانس ليس إنساناً متصوفاً، وهو ليس من الأشخاص المؤمنين المريضين الذين يعتقدون أنَّ الكتاب المقدَّس سيمنح الدواء بعض القوة الشفائية المميزة. تأكَّد لي هذا عندما اصطحبني إلى الأسفل كي يريني الآلات التي بناها للقيام بأصعب عمليات التخفيف، والتخفيف المتعاقب. أحياناً، للحصول على العلاج الأكثر فاعلية، عليك أن تعيد، أو تكرر العمليَّة آلاف المرَّات، وقد استخدم لورانس مهاراته الهندسية ليؤتمت هذه العمليَّة، يقول إنَّه يريد أن يصنع العلاج المثلي بخطأ أكثر علميَّة. أحياناً كان الناس يرسلون إليه قطعة من الخفَّاش ليقبس فاعليتها، أو جناح حشرة الزيز، لكنه لن يحولها إلى شفاء، حتى يعرف تماماً الأنواع التي جاءت منها، فهو يريد الاسم اللاتيني لها، ويرغب بشدَّة في أن يصل إلى مرجع للعلاج المثلي، وإلى دليلٍ شاملٍ للأعراض والعلاجات والمحاليل المخففة المناسبة، على أسسٍ علميَّة، وأن يختصره ليشمل فقط ما أثبتت فاعليته.

لما كافحنا لتكون أصواتنا أعلى من صوت طرق الآلات المتكرر، لاحظتُ المزيد من الصناديق. كنت أشعر برغبة لورانس في ألا أرى الأسماء المكتوبة على اللوحات، لكن هذه الرغبة لم تكن أقوى من رغبة المعلم الكبير الصيني كيجونغ في هذا. الأسماء التي كانت

"F Sharp Minor ^(١) - G Major Chord," "Crop Circle," and "Flapjack" ^(٢)

لما سألتُ لورانس عنها، وكيف يمكن أن تكون موجودة في قارورة، رفع حاجبيه وعينه، ونظر حوله مجدداً، تجسستُ على أحد الصناديق، الذي

(١) F Sharp Minor - G Major Chord: أسماء مقطوعات موسيقية. المترجمة.

(٢) فلافلجك: نوع من النباتات تموت بعد أن تزهر. المترجمة.

كان يحمل عبارة " يأجوج ومأجوج، أوكس في غلاستونبري"، ورأيتُ صندوقاً آخر كُتب عليه "بيض ضفادع"، هنا في الأسفل، وفي القبو تحديداً، تجاوزنا البساطة، وانتقلنا مباشرةً إلى الغموض.

هنا في قبو هيلوس، من السهل عليك أن ترى الخطأ في العلاج المثلي، فهو مليءٌ بالأشخاص الذين يريدون أن يؤمنوا بطاقة الشفاء لأي شيء، وكل شيءٍ "طبيعي". نطاق العلاج المثلي واسعٌ جداً، وشاملٌ جداً، كما لو أنه يريد جعل اختبار ادّعاءات العلاج المثلي شبه مستحيلة.

من المفترض أن يخضع العلاج المثلي لنظام تدقيق معروف باسم البرهنة أو الإثبات، إذ تُعطى المادة الأصلية لمجموعة من المتطوعين، الذين يدونون أي أشياء غريبة، وأي أعراض قد يشعرون بها في غضون الأسابيع القليلة التالية. يتم جمع هذه الأعراض ومقارنتها مع بعضها بعضاً، ويتم ربط الأعراض التي تبدو أنّها عامّة ومشاركة بالمادة المعطاة، فإذا ذكر المريض حين الاستشارة المثلية، أي شيءٍ من تلك الأعراض، أي أنه "يعاني المعاناة نفسها"، فهذا يعني أنّ الدواء المصنوع من المادة، التي يتمّ البحث في فاعليتها، مفيد في العلاج.

المشكلة هي أنّ العديد من الأدوية في صيدلية هيلوس، لم يتمّ إثبات فاعليتها، وهي أمثلة واضحة على الشعوذة والدجل. وتوجد علاجات على الرفوف في الصيدلية، صُنعت من قطعٍ من الحمم البركانية، ومن دم رجل مصابٍ بفيروس الإيدز.

الصحيح في العلاج المثلي هو أنّ شخصاً مثل لورانس قد أصيب بالإحباط حقاً من هذه الحالة، ويمكنني أن أرى الإحراج في عيني لورانس

عندما ذكرتُ العلاجات الموسيقيّة، وأشعر بتعاطفٍ صادقٍ مع محتته. يقول إنّه ليس لديه أي شيءٍ ليفعله مع هذه الأنواع من العلاجات، لكن لا يمكنه أن يمنع الآخرين من "اختبار قدرتها"، ويعتقد أنّ العلاج المثلي يعمل، لكنه لا يعرف السبب، والأشياء الغريبة الموجودة على رفوفه لا تساعد أحداً في اكتشاف أي شيءٍ. يريد أن يحافظ على النهج العلمي في ادعاءات العلاج المثلي، أما الجميع حوله فيجعلون هذا مستحيلاً، ويحاول لورانس جاهداً أن يقف في وجه تيار العلاجات المثيرة للسخرية، لكن لا يمكنه فعل شيءٍ بمفرده، غير أنّ لورانس ليس وحيداً، فعلى بعد أربعين ميلاً شمال هيلوس، في متحف التاريخ الطبيعي في لندن، توجد فيلما بهاراتان، ولها مساعٍ مشابهة لمساعي لورانس.

تعمل فيلما بهاراتان كعالمة نباتات في متحف التاريخ الطبيعي، وهي تمارس أيضاً العلاج المثلي، لكنها من أشد المتقدين له؛ تقول فيلما: إنّ ممارسي هذه المهنة كانوا يعيشون على احترام وتقديس الناس للمبدأ دون تطبيق أي دقّة علميّة أو ثقافيّة، وكانوا متساهلين في وضع بياناتهم، وأسماء النباتات التي يستخدمونها عشوائياً، ما يجعل من المستحيل التقصي عن العلاقة بين الخصائص المعروفة للنباتات، وتقارير فاعليتها في العلاج المثلي، وتوضح فيلما أنّ الأمر لم يكن هكذا دائماً، فهناك أحياناً كان العلم يتفق فيها مع العلاج المثلي.

من الممتع قراءة صفحات رسالة الدكتوراه لبهاراتان بالنسبة إلى أي شخص يريد أن يفهم مشكلة العلاج المثلي، فهي في البداية تربط مجموعة من العلاجات المثليّة مع بعضها بعضاً، أي النباتات المزهرة مع أسمائها الحيوية

المناسبة، والأعراض التي تعالجها، ومدى فاعلية العلاج المثلي فيها. بعدها صنّفت هذه العلاجات باستخدام برنامج حاسوبي يقوم بعملية تحليل التصنيف الفرعي.

يستخدم علماء الأحياء نظام التصنيف الفرعي^(١) لتصنيف النباتات أو الحيوانات في مجموعاتٍ، وفقاً لخصائصها المادية، أو ملفاتها الجينية الوراثية. كانت خطة بهاراتان أن يتمّ تحميل البرنامج بفكرة العلاج المثلي للتأثيرات العلاجية للنبات، لترى إن كان ثمة أيّ ترابط بين تصنيفات العلاج المثلي وأي تصنيفات حيوية تقليدية.

تسمّى قاعدة بياناتها بالمصفوفة، وهي شبكة من أسماء النباتات، والتأثيرات العلاجية المتعددة التي تبديها كل نبتة منها. لم تشتمل مصفوفة فيلمها على العلاجات المثلية جميعها، وإنّما كانت محدودة بمجموعة من البيانات عن العلاجات التي "ثبت باستمرار" نجاحها وفعاليتها في العلاجات السريرية العادية. في النهاية، ضمّت المصفوفة أكثر من ربع مليار علاج نباتي، له تأثير علاجي فعّال، ولما أعطت أمراً بتفعيل البيانات من خلال برنامج حاسوبي يحلّلها ويصنّفها، كان مخدّم المتحف يئز تحت وطأة ضغط البيانات، فقد كانت هذه أكبر مجموعة من البيانات يتمّ تحليلها.

(١) التصنيف الفرعيّ: هو مقارنة للتصنيف الأحيائيّ، إذ تُصنّف الكائنات في مجموعات بناءً على السلف المشترك الأقرب، وتُبنى العلاقات الافتراضية على السات المشتقة المشتركة (الخلة المشتقة التكافلية) التي يمكن إرجاعها إلى السلف المشترك الأحدث/الأقرب، وهي غير موجودة في المجموعات والأسلاف الأبعد. المترجمة.

تُدعى مخرجات برنامج التصنيف الفرعي بـ"كلادوغرام"، أو شجرة العائلة، وهي تبدو كشجرة العائلة. إذ يتفرع، في سبيل المثال، عن شجرة العائلة، التي تُظهر كيف تطوّرت الحشرات إلى أشكالها المتعددة، الخنافس أولاً، والفرع الآخر بعدها ينقسم إلى فرعين، واحد للنمل والنحل والدبابير، والآخر يتفرّع إلى فرعين آخرين هما: فرع للفراشات والبعوض، وفرع للذباب، من هذه الصورة، نرى كيف أنّ ثمة نوعين انحدرتا من سلفٍ مشتركٍ.

أظهرت شجرة بهاراتان الهائلة "سلفاً مشتركاً" لمعظم الأجزاء، وفي حالاتٍ عدّة، لم يجد البرنامج أي علاقة حيوية قوية بين العلاجات المثلية المتعددة القائمة على النباتات، لكن في بعض الحالات وجد علاقة قوية جداً. أحد التصنيفات يتفرّع ويتجزأ مثل تصنيف الحشرات في شجرة الحياة، التي كانت تحتوي على علاجات خصائصها الشفائية المرتبطة بجهاز القلب والأوعية الدموية، والمجموعة الأخرى كانت النباتات التي تستخدم في علاجات مشكلات الإنجاب لدى الإناث. إذا نظرت إلى البيانات الخام منذ مليون سنة، فإنّك لن ترى أبداً هذه التصنيفات، لأنّ النباتات تُستخدم في علاجاتٍ كثيرة، ومن المستحيل أن تكون قد فكرت في تصنيفها، وفقاً لأنظمة أو أجهزة الجسم البشري، أو في أنّها تنتمي إلى العائلة النباتية نفسها. ومع هذا، وبعد اثنتين وثلاثين ساعة من معالجة البيانات، قرر الحاسوب أنّها تنتمي إلى بعضها بعضاً. ويبدو أنّ السبب في هذا هو سببٌ كيميائيٌّ.

إذا كنت سيئ الحظ لتعاني من قصور القلب الاحتقاني، أو عدم الانتظام في ضربات القلب، قد يصف لك طبيبك أدويةً تحوي على الجليكوسيدات

القلبية. تؤخذ هذه المكونات، التي تؤثر في الطريقة التي تتحرك بها أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في أنسجة القلب، عادةً من النباتات. أربع من تلك النباتات الأكثر استخداماً للحصول على الجليكوسيدات القلبية، ضمنها القمعية الأرجوانية^(١)، موجودة بوضوح في فرع القلب والأوعية الدموية في مصفوفة بهاراتان. في الحقيقة، النباتات الثلاث عشرة الموجودة ضمن هذا الفرع تحتوي على مواد كيميائية مستخدمة في الدواء الغربي لعلاج المشكلات المتعلقة بمرض القلب: كالذبحة الصدرية، ووجع القلب، وضربات القلب غير المنتظمة. تخفض بعض المواد الكيميائية معدل الكوليسترول في الدم، وبعضها يبطئ تقلصات القلب - وهناك أنواع التأثيرات جميعها.

تقول بهاراتان إنه يوجد كثير من النتائج والآثار هنا، أولاً، تتحدى حقيقة أن برنامج التصنيف الفرعي قد أوجد أنموذجاً مرتبطاً مع أنظمة الجسم البشري، فكرة أن العلاج المثلي يعمل من خلال البلاسيبو. إذا كان البلاسيبو هو السبب فقط في العلاج المثلي، فسيكون من غير الواضح من أين جاء هذا الأنموذج. ثانياً، حقيقة أنه في تحليل بهاراتان، يوجد كثير من النباتات التي كانت "مزعجة" في البيانات، إذ لم تكن مرتبطة بأي شيء مفيد، على الرغم من أنه قد تم ذكرها في تقارير العلاج المثلي. فمثلاً فرع القلب والأوعية الدموية، لا يضم السبع والعشرين نبتةً التي ذُكرت في

(١) القمعية: جنس من النباتات من الفصيلة الحملية من رتبة الشفويات يشمل نحو ٢٠ نوعاً. هي نباتات عشبية، أو شجيرات معمرة، أو ثنائية الحول أصلها في أوروبا الغربية، الجنوبية الغربية، وآسيا الوسطى، والغربية والمغرب العربي. الاسم اللاتيني مشتق من كلمة (digitus) اللاتينية بمعنى إصبع من شكل أزهارها. المترجمة.

المصفوفة، التي كانت تستخدم عادةً لمعالجة أعراض جهاز القلب والأوعية الدموية. بعضها، مثل نبتة التبغ، كان لها تأثير رئيس في القلب، ومع ذلك لم يعدّها الحاسوب جزءاً من هذا الفرع. إنّها فقط نتيجة أوليّة، لكنها مثيرة للاهتمام، وتعتقد بهاراتان أنّ تحليلها قد يوفر وسائل علميّة لاختصار عدد المواد المستخدمة في العلاجات المثلية المبالغ فيها في هذا المرجع.

لا تريد بهاراتان أن تتوقف هنا، وتقول إنّ الاستنتاج الثالث الأكثر وضوحاً وبروزاً في عملها، هو الاقتراح الناتج من التصنيف الفرعي بأنّ هذه المواد العلاجية المثلية قد تقوم بفعل كيميائي، ما يعني أنّ المحاليل المخففة، ومتعاقبة التخفيف - التي هي، بالنسبة إلى معظم العلماء، جوهر العلاج المثلي - قد لا تكون مجرد إضاعةٍ للوقت، بل أساساً لمشكلات العلاج المثلي. إذا كانت قوته تكمن في الكيمياء، فلا حاجة بنا لأن نلجأ إلى بنية السوائل، وقد يكون رستم يتحدّث في المكان الخطأ.

تقول بهاراتان إنّ المفهوم الكلي للمحاليل المخففة، ومتعاقبة التخفيف هو حتماً موضع للتساؤل والشك، لا أحد يعرف من أين جاءت. في الأساس، استخدم هانيان جرعاتٍ غير مخففة من الأدوية القائمة على النباتات، لكنه حصل على تأثيراتٍ جانبيةٍ غير مرغوبة، حينها بدأ بإضافة الماء إلى أدويته وتخفيفها. تقول بهاراتان: "هذا ما لا يمكننا تفسيره." كيف خطر له أن يجرب هذا؟" بطرحها هذا السؤال، تسترجع فيلما بهاراتان الماضي - وتعرض نفسها لخطر الرفض من قبل زملائها.

مضى أكثر من قرنٍ، والفضل يعود لاستخفافه بالمحلول المخفف، وخوفه من تصفية أدوية وعقاقير العلاج بالطب المثلي، ورغبته الجامحة في

تقريب العلاج المثلي أكثر من الطب العادي، عَزَلَ ريتشارد هيوز عن زملائه كـ "شخصٍ بغيضٍ".

كان هيوز محرراً في صحيفة "Annals of the British Homeopathic Society"، أو "حوليات الجمعية البريطانية للطب المثلي"، وشخصية مؤثرة جداً في حياته التي لم ينه فيها جدالاً، وكان كذلك أول من وقف في وجه هانيان، وشكك في طرائقه، وانتقد أولئك الذين تبعوه دون تفكير. خفف هيوز (والعديد من المعالجين البريطانيين الذين تبعوه) علاجاته أقل بكثير، وقال إن قاعدة هانيان هي أن الفاعلية الثلاثين - المخففة بنسبة ١: ١٠٠ مرة، التي من المفترض أن تستخدم، قد حفزت المعالجة المثلية. بدلاً من هذا هم يستخدمون تخفيفاً من نمط 6C - ستة من ١: ١٠٠ مرة، وتجدر الإشارة هنا إلى أنه لا تزال تخفف المادة المادية للعلاج إلى جزء واحد فقط لكل تريليون.

هذه النقلة نحو تخفيف أقل كانت جزءاً من الشيء الذي حفز هوغز لأجل القيام بمشروعه الذي استغرق سبع سنوات، ليعيد كتابة الأدوية والعقاقير المستخدمة في العلاج المثلي، مستخدماً الأدلة الموثوقة فقط. أي شيء خارج تقارير العلاج بالمحاليل المخففة التي تزيد على 6C، أو خارج التقارير السريرية الدقيقة، استبعده هوغز وعده مجرد أقاويل. كل شيء كان يعتمد على الإثباتات والتقارير، وكانت نتيجة العمل الرائع لهوغز هي أربعة مجلدات من الموسوعة الطبية لمسببات الأمراض، وقد أشيد به يوم وفاته عام ١٩٠٢، بأنه "عملٌ لا مثيل له"، وقد أصبحت صفحاتها أكثر استكشافاً في نهاية القرن العشرين، مما كانت عليه في بداية صدورها".

هدد عمل هوغز بطمس الخط الفاصل بين الطب المثلي والطب العادي، وكان قد عبّر عن رغبته في تأسيس حقبة "لا تنغص فيها المنافسة بين ممارسي الطب المثلي وممارسي الطب العادي الأطباء والمرضى المشوشين"، كان هذا يبدو مثالياً إلى أن بيّن أنّ: العلاج المثلي "سيتوقف عن كونه كياناً منفصلاً ومستقلاً." هذه المثالية الخطرة، ووفقاً لمقالة نُشرت عام ١٩٨٥ في الصحيفة "العلاجية البريطانية"، كانت غالباً هي السبب وراء "نبذه بعد وفاته"، إذ لا أحد يجب مفهوم ذوبان كيانٍ في كيانٍ آخر أكبر، وبعد سنوات عدّة من موت هوغز، تراجع الطب المثلي عن صلته بالعلم، وأصبح مبدأً غيبياً باطنياً.

ومع ذلك فإنّ روح ريتشارد هوغز تعيش فيه، وعقايره وأدويته المثلية، مع تخفيفها، قليل "الجرعات المادّية"، هي جزء من البيانات المدخلة في مصفوفة فيلما بهاراتان، المصفوفة نفسها التي، وفي تحليل التصنيف الفرعي، تفترض أنّ صفات العلاج المثلي الحالي تحتاج إلى إعادة صياغة ثورية.

يجعل تاريخ العلاج المثلي من الواضح أنّ المواجهة الحالية بين الطب المثلي، والطب العادي هي بدعة من الماضي، وليست مؤشراً على تضاربٍ أو تناقضٍ أساسيٍّ. في جميع الاحتمالات، السبب في أنّ العلاج المثلي لن يزول بسيط، وهو: ثمة شيءٌ ما في مبدئه الوصفي، وهو الفعل المشابه. لو كان هوغز قادراً على أن يكمل طريقه، لجرد الطب المثلي من أشكال الروحانية المحيطة به جميعها، والهراء، والتخفيف الضعيف، وضوضاء التخفيف المتعاقب على مدار المئة عام الماضية، وربما لدمج أسس هذا المبدأ بالطب

العادي. إن شركات الأدوية تستخدم بسرور المعرفة الشعبية المحلية بخصائص النباتات الشفائية، لإيجاد نقاط بداية لتطوير أدويتها الجديدة، ولا يوجد سبب للاعتقاد بأنّها لن تأخذ العلاج المثلي على محمل الجدّ - إذا لم تصل إلى نتيجة، من خلال ما أسماه هوغز بـ "الوهم والحماقة"، اللذين جذبا هذه الشركات بحدّ ذاتها إلى المبادئ الوصفية الأساسية.

ينبغي لفيلما بهاراتان أن تتمسك بشجرة العائلة التي أوجدتها، فقد يُنظر إليها في أحد الأيام بأنّها المنفذ الذي سينتشل الطب المثلي من جليده. المثير للسخرية أنّه، في ضوء التمحيص العلمي الدقيق والقاسي، تكمن الفرصة الوحيدة للعلاج المثلي في الاستمرار، وذلك عبر الرغبة في موته.

فهرس

الصفحة

٧	شكر وتقدير
٩	مقدمة
١٩	الكون المفقود
٦٧	انحراف بايونير
٨٣	الثوابت المتعددة
١٠١	الاندماج البارد
١١٩	الحياة
١٤١	الفايكنغ
١٦٣	إشارة واو!
١٨٥	فيروس عملاق
٢٠٥	الموت
٢٢٧	الجنس

٢٥١	الإرادة الحرّة.....
٢٧١	تأثير العلاج الوهمي (البلاسيبو).....
٢٩٩	العلاج المثلي.....
٣٣٣	الفهرس.....

مايكل بروكس (١٩٧٠ -)

- كاتب بريطاني معاصر.
- له دراية واسعة المعارف بشرحه للمفاهيم العلمية المعقدة بأسلوب سلس ورشيق.
- حاصل على شهادة دكتوراه في ميكانيك الكم.
من أعماله:
 - (الشراك) عام ٢٠٠٧.
 - (ثلاثة عشر لغزاً غامضاً) عام ٢٠٠٩.
 - (هل يمكننا السفر عبر الزمن) عام ٢٠١٢.
 - (دليل مُنَجَّم الكم) عام ٢٠١٧.

ﻣﻴﺲ ﺣﻴﺪﺭ ﺇﺳﻤﺎﻋﻴﻞ

- ﻣﺘﺮﺟﻤﺔ ﺳﻮﺭﻳﺔ
- ﺣﺎﺼﻠﺔ ﻋﻠﻰ ﺇﺟﺎﺯﺓ ﻓﻲ ﺍﻟﻠﻐﺔ ﺍﻟﺌﻨﻜﻠﻴﺰﻳﺔ ﻭﺁﺩﺍﺑﻬﺎ ﻭﻣﺎﺟﺴﺘﻴﺮ ﺍﻟﺈﺩﺍﺭﺓ ﺍﻟﻌﺎﻣﺔ
ﻣﻦ ﺍﻟﻤﻌﻬﺪ ﺍﻟﻌﺎﻟﻲ ﻟﻟﺈﺩﺍﺭﺓ.
ﻣﻦ ﺃﻋﻤﺎﻟﻬﺎ ﺍﻟﻤﺘﺮﺟﻤﺔ:
- ﻗﺮﺍﺭ ﻗﺎﺗﻞ
- ﺍﻟﻜﻮﻥ ﺍﻟﻌﺮﺿﻲ

ﻣ٢٠٢٢