الباب الأول

ضائعون في الكون

إنهـم جميعاً في الطائرة نفسها. وكلهم يدورون في الاتجاه نفسه... هذا تام، كما تعرفون. هذا فائق الجمال. إنه تقريباً خارق للطبيعة.

عالم الفلك جيوفري مارسي يصف النظام الشمسي

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الأول

كيف نبني كوناً

مهما بذلتم من جهد، فإنكم لن تتمكنوا أبداً من فهم: «لماذا البروتون في غاية الصغر ويشغل حيّزاً متواضعاً»؟ إنه صغير جداً فحسب.

إن البروتون جزء متناهي الصغر من الذرة التي هي نفسها بالطبع شيء واهٍ. فالبروتونات صغيرة جداً، بحيث إنّ نقطة حبر صغيرة كالنقطة التي على حرف أبجدي يمكن أن تحتوي على 500,000,000,000 من الذرات، أو على أكثر من عدد الثواني التي تستغرق صناعة نصف مليون عام. وهكذا فإن البروتونات بالغة الصغر بنحو كبير، هذا إذا قلنا أقل شيء.

والآن تخيّلوا إن استطعتم (وبالطبع لن تستطيعوا) تقليص أحد هذه البروتونات إلى جزء من بليون من حجمه الطبيعي في مكان صغير يجعل البروتون يبدو كبيراً. والآن اجمعوا في ذلك المكان الصغير جداً نحو أونصة من المادة. ممتاز! أنتم مستعدون لإطلاق كون.

إنه لمن الغرور بالطبع أن ترغبوا ببناء كون تضخّمي. وإذا فضّلتم بدلاً من ذلك بناء كون أكثر قدماً، كون عادي ناجم عن الانفجار العظيم، فإنكم ستحتاجون إلى مواد إضافية. ستحتاجون في الواقع إلى جمع كل ما هو متوافر، كل ذرة أو جزيء أخير من المادة بين هنا، وحافة الخلق وحصره في بقعة متراصة بشكل متناهي الصغر لا أبعاد لها على الإطلاق. إنها تعرف باسم النقطة المفردة.

في كلتا الحالتين، استعدوا لانفجار كوني حقيقي. ستتمنّون أن تنسحبوا إلى مكان آمن؛ كي تراقبوا المشهد. ولسوء الحظ، فليس هناك مكان تنسحبون إليه؛ لأنه خارج هذه النقطة المفردة لا يوجد مكان. وحين يبدأ الكون بالتوسّع، فإنه لا يكون في حال انتشار لملء فراغ أكبر؛ فالمكان الوحيد الذي يوجد هو المكان الذي يخلقه فيما يتحرك.

مـن الطبيعي، ولكـن من الخطأ تصوّر النقطة المفـردة، بوصفها نوعاً من النقطة الحبلـى المعلقـة في فراغ مظلم بلا حدود. ولكن ليس هنـاك مكان، ليس هناك ظلمة، فالنقطـة المفـردة لا محيط حولها. ليس لهـا مكان تشغله، ولا مـكان لها كي تكون. لا نستطيـع حتى أن نسأل كم كانت هناك، فيمـا إذا كانت قد بزغت إلى الوجود أخيراً، علـى غـرار فكرة جيدة، أو إن كانت هناك إلى الأبد، تنتظـر بهدوء اللحظة المناسبة. فالزمن لا يوجد. فلا ماضي له كي يبزغ منه.

وهكذا، بدأ الكون من عدم.

وفي خفـق مفاجئ يسبـب العمى، في لحظة من المجد سريعة جـداً تعجز اللغة عن التعبـير عنها، تتخـذ النقطة المفردة أبعاداً سماوية، مكاناً خـارج التصور. إن الثانية الحيـة الأولى (وهـي ثانية سيكرّس كثير مـن علماء الكون حياتهـم المهنية لتقسيمها إلى أجـزاء أكثر روعة) تنتـج الجاذبية والقوى الأخرى التي تحكم الفيزياء؛ ففي أقل مـن دقيقـة يصبح عرض الكون أكثر من مليون بليون ميـل وينمو بسرعة. هناك كثير من الحرارة الآن، عشرة بلايين درجة منها، ما يكفي لتشغيل ردود الفعل الذرية التي تخلـق العناصر الأكثر خفـة، وبشكل رئيس الهيدروجين والهليـوم، مع نثرة من (نحو ذرة واحـدة في مئـة مليون) من اللِّيثيوم. وفي ثلاث دقائـق يتشكل 98% من كل المادة الموجـودة أو التـي سيحدث ويتم إنتاجها. لدينا كون. إنـه مكان الاحتمال الأكثر روعة ومدعاة للسرور، وهو جميل أيضاً. وقد أنجز هذا كلّه في الوقت الذي يستغرقه إعداد شطيرة تقريباً.

ولكن موعد حدوث هذه اللحظة مسألة مثيرة للجدل. فقد جادل علماء نشوء الكون طويـلاً في أن كـون لحظة الخلـق، قد حدثت منذ عشرة بلايين سنـة أو أكثر من ذلك بمرتـين أو فيمـا بين ذلك. ويبدو أن الإجماع يتجه إلى رقم هـو نحو 13.7 بليون عام، ولكـن من الصعب قياسـ هذه الأمور كما هو معروف، وكما سـنرى فيما بعد. وكل ما يمكـن أن يقـال حقاً هو إنه في نقطة ما غير محـددة في الماضي البعيد، ولأسباب غير معروفة، جاءت لحظة يسميها العلم $t = 0$. نحن في طريقنا.

ثمة أمور كثيرة نجهلها، كما نجهل كثيراً مما نظن أننا نعرفه، أو اعتقدنا أننا نعرفه لوقت طويل. حتى نظرية الانفجار العظيم* هي نظرية حديثة تماماً. وكانت الفكرة تحاول شق طريقها منذ العشرينيات، حين اقترحها بتردد جورج ليمتر Georges Lemaitre، وهو كاهن وباحث بلجيكي، ولكنها لم تصبح في الحقيقة نظرية فاعلة في الكوزمولوجيا حتى منتصف الستينيات، حين قام اثنان من علماء الفلك الإشعاعي** الشبان باكتشاف فائق للعادة وغير مقصود.

كان اسماهما آرنو بنزياس وروبرت ولسون. وفي عام 1965 كانا يحاولان استخدام هوائي ضخم للاتصالات كانت تملكه مختبرات بيل في هولمودل، ونيوجرسي، ولكن ضايقتهما ضجة من الخلفية، (الصوت الخفي) ثابت متدفق جعل أي عمل تجريبي مستحيلاً. كانت الضجة لا تلين وغير مركزة. كانت تأتي من جميع النقاط في السماء، نهاراً وليلاً، عبر جميع الفصول. وطوال عام فعل عالما الفلك الشابان كل ما كان بمقدورهما التفكير به لتعقب الضجيج والتخلص منه. اختبرا جميع الأنظمة الكهربائية. أعادا بناء الأدوات، وفحصا الدارات، واختبرا الأسلاك، ومسحا الغبار عن القوابس. تسلقا إلى الصحن اللاقط ووضعا شريطاً لقياس الهواء فوق كل برشام وطبقة. تسلقا من جديد إلى الصحن بالمكانس وفراشي التنظيف ونظفاه بعناية مما أشارا إليه في صفحة ثانية بأنه (مادة بيضاء عازلة)، أو مما هو معروف بنحو أكثر شيوعاً بأنه زرق الطيور. لكن محاولاتهما لم تجدِ نفعاً.

كان هناك فريق من العلماء مجهول من قبلهما على بعد نحو 50 كيلومتراً في جامعة برنستون يقوده روبرت ديك، ويعمل من أجل العثور على الشيء ذاته الذي يحاولان جاهدين العثور عليه؛ كي يتخلّصا منه. كان باحثو برنستون يدرسون فكرةً طرحها في الأربعينيات عالم الفيزياء الفلكية المولود في روسية جورج جامو، ومفادها أنه إذا نظرت عميقاً في الفضاء فستجد خلفية إشعاع كونية تركها الانفجار العظيم.

* نظرية تقول: إن الكون نشأ عن انفجار كتلة من ذرات الهيدروجين، وإنه لا يزال يتمدد بفعل هذه القوة، وإنه سوف يتقلّص في نهاية المطاف ليغدو كتلة واحدة، وإن هذه الكتلة الواحدة سوف تعاود الانفجار وهكذا دواليك. المترجم.

** فرع من علم الفلك يعنى بتسجيل ودراسة الموجات اللاسلكية المنبعثة من الفضاء الخارجي. المترجم.

وقـد حسب جامو أنـه في الوقت الذي سيعبر فيه الإشعاع رحابـة الكون، فإنه سيصل إلى الأرض في شكل موجات كهرطيسية. وفي بحث أحدث عهداً اقترح أيضاً أداة يمكن أن تؤدي العمل: هوائي بيل في هولموديل. ولسوء الحظ، لم يقرأ بنزياس ولا ولسون ولا فريق برنستون دراسة جامو.

كان الضجيج الذي سمعه جامو وبنزياس هو الضجيج الذي كان قد سلّم به جامو بالطبـع. لقد اكتشفـا حافة الكون، أو على الأقل الجزء المرئـي منها، على بعد تسعين بليـون ترليـون ميل. كانا يشاهـدان (الفوتونات) الأولى (وحـدات الطاقة الضوئية) الضـوء الأكثر قدمـاً في العالم، بالرغم من أن الزمن والمسافة قد حوّلاها إلى موجات كهرطيسيـة قصـيرة نسبياً، تمامـاً كما تنبأ جامـو. يقدم آلن جـوث في كتابه الكون التضخّمـي، مثـالاً يساعد على توضيح هـذا الاكتشاف. إذا نظـرت إلى أعماق الكون كما تنظر من الطابق المئة لمبنى الإمبايرستيت، مفترضاً أن الطابق المئة يمثل (الآن) ومستوى الشارع يمثّل (لحظة الانفجار الكوني)؛ فالمجرات المكتشفة الأكثر بعداً كانت في وقـت اكتشاف بنزياس وولسـون في الطابق الستين تقريباً، وكانـت الأشياء الأكثر بعـداً الكوازار (النجم الزائـف) في الطابق العشرين. إن اكتشـاف بنزياس وولسون طوّر معرفتنا بالكون المرئي إلى درجة كبيرة.

كان ولسون وبنزياس لا يزالان يجهلان سبب الضجيج، حين اتصلا بالعالم ديل في برنستون، ووصفا له مشكلتهما، آملين إمكانية اقتراح حل. وأدرك ديك حالاً ما اكتشفه الشابان. وقال لزملائه فيما كان يضع السماعة: «حسناً يا فتيان، لقد سبقونا».

نشرت مجلة فيزيكال أسترونومـي (الفيزياء الفلكية) مقالين في الحال: أحدهما بقلـم بنزياسـ وولسون يصف تجربتهما مـع الهسيس، وآخر أعـده فريق ديك يشرح طبيعته. وبالرغم من أن بنزياس وولسون لم يكونا يبحثان عن إشعاع كوني خلفي، ولم يعرفـا ما هو حـين اكتشفاه، ولم يصفا أو يفسّرا طبيعتـه في أي مقال، فإنهما حصلا علـى جائزة نوبـل في الفيزياء في سنة 1978. لم يحظَ فريـق برنستون إلا بالتعاطف. وكمـا قال دنس أوفرباي في كتـاب القلوب الوحيدة للكون، لم يفهم بنزياس ولا ولسون أهمية ما اكتشفاه إلى أن قرأا عنه في نيويورك تايمز.

بالمناسبة، جرّبنا جميعاً إزعاج الإشعاع الكوني الخلفي. افتح تلفازك على أي محطة لا يتلقاها، وسترى أن 1% من الشّواش الراقص تفسّره البقايا القديمة من الانفجار الكوني. وفي المرة الآتية التي تشكو فيها من أنه لا يوجد شيء على الشاشة، تذكّر أنك تستطيع دوماً أن تشاهد ولادة الكون.

بالرغم من أن الجميع يدعونه بالانفجار الكوني، فإن كثيراً من الكتب تحذّرنا من ألا نفكّر به كانفجار بالمعنى التقليدي. كان توسّعاً سريعاً مفاجئاً على نطاق هائل. لكن، ما الذي سبّبه؟

هناك آراء تقول: إن هذا الشذوذ الفريد ناجم عن انهيار كون سابق، وإن كوننا هو مجرد واحد من دورة أبدية من أكوان تتوسّع وتنهار، على غرار كيس هواء آلة الأوكسجين. ويعزو آخرون الانفجار الكوني إلى ما يسمونه بـ(الفراغ المزيّف) أو (المجال اللاموجّه) أو (طاقة فراغ) وهذه صفة ما أو شيء، على أي حال، أدخل درجة من عدم الاستقرار في العدم الذي كان. يبدو مستحيلاً أنك تستطيع الحصول على شيء ما من لا شيء، ولكن حقيقة أنه كان هناك مرةً كون ويوجد الآن كون برهان واضح على أنك تستطيع ذلك. من المحتمل أن كوننا هو مجرد جزء من أكوان كثيرة أكبر، بعضها له أبعاد مختلفة، وأن الانفجارات الكونية تحدث طوال الوقت في كل أرجاء المكان. أو من المحتمل أن المكان والزمان كان لهما أشكال أخرى قبل الانفجار الكوني: أشكال غريبة جداً بحيث لا نستطيع تصورها، وأن الانفجار الكوني يمثل طور تحوّل من نوع ما، حيث انتقل الكون من شكل لا نستطيع فهمه إلى شكل نستطيع فهمه تقريباً. وقد قال الدكتور أندريه لند Andrei Linde - العالم بالكوزمولوجيا في ستانفورد - لصحيفة نيويورك تايمز في 2001: «إن هذه المسائل قريبة جداً إلى المسائل الدينية».

إن نظرية الانفجار الكوني ليست عن الانفجار نفسه، وإنما عمّا حدث بعد الانفجار. ولكن ليس بعده بوقت طويل. فمن خلال القيام بكثيرٍ من الرياضيات والمراقبة الدقيقة لما يجري في مسرّعات الجسيمات، اعتقد العلماء أنهم يستطيعون أن يركزوا أفكارهم على 10 ثوانٍ بعد لحظة الخلق، حين كان الكون ما

يـزال صغيراً، بحيث إنّك ستكون بحاجة إلى المجهـر للعثور عليه. يجب ألا يثيرنا أي شيء فائق للعادة نراه، ولكن ربما كان الأمر يستحق أن نتمسك بواحد بين وقت وآخـر فقط؛ كي يتـم تذكيرنا بضخامته غير القابلة للفهـم والمذهلة. وهكذا فإن رقم 10 هو 0,000000000000000000000000000000000000000001 أو جزء من واحد من عشرة ملايين ترليون ترليون ترليون من الثانية*.

يعـود الفضـل في معظم ما نعرفـه، أو نعتقد أننـا نعرفه، عن اللحظـات الأولى من الكـون، إلى فكـرة تُدعى نظريـة التضخم كان أول من طرحهـا في سنة 1979 هو عالم فيزيـاء جسيمـات شاب كان آنذاك في ستنافـورد، وهـو الآن في الإم آي تي، يُدعى آلن جـوث. كان عمره اثنين وثلاثين عاماً، وكما أقـرّ، لم يفعل كثيراً أبداً من قبل. وكان من المرجّح ألا يصل إلى نظريته العظيمة لو لم يحضر محاضرة عن الانفجار الكوني ألقاها روبرت ديكي. ألهمت المحاضرة جوث كي يهتم بالكزمولوجيا، وخاصة ولادة الكون.

كانـت النتيجـة النهائية هي نظريـة التضخّم، التي تقول: إنـه في جزء من لحظة بعـد فجر الخلق، خضع الكون لتوسّع درامـي مفاجئ. لقد تضخّم بالنتيجة، مضاعفاً حجمـه في كل 10^{-34} ثانيـة، ربما لم تستمر الحادثة كلها أكثر من 10^{-30} ثانية جزء من مليون مليون مليون من الثانية ولكنها حوّلتْ الكون من شيء تستطيع أن تمسكه بيديـك إلى شيء هو على الأقل أكبر بـ 10,000,000,000,000,000,000,000,000 مـرة. وتشرح نظرية التضخّـم التموّجات والدوّامات التي جعلـت الكون ممكناً. فمن

* ملاحظة عن الترميز العلمي: بما أن الأعداد الضخمة مرهقة للكتابة ومن المستحيل قراءتها تقريباً، يستخدم العلماء قوى اختزال متضمنة (أو مضاعفات) لرقم 10 فيه، على سبيل المثال، 10,000,000,000 يكتب 10^{10} ويصبح رقم 6,500,000: $6,5 \times 106$. ويستند المبدأ بنحو بسيط جداً إلى مضاعفات رقم 10: 10×10 (أو 100) تصبح 102؛ $10 \times 10 \times 10$ أو (1000) هي 103؛ وإلى ما هنالك، بنحو واضح وبلا نهاية. إن العدد الصغير المرفوع يشير إلى عدد الأصفار التي تتبع العدد الرئيس الأكبر. وتقدم الترميزات السلبية جوهرياً صورة مرآة، بالرقم المرفوع يشير إلى عدد الفراغات التي إلى يمين النقطة العشرية (هكذا 104 تعني 0.0001). وبالرغم من أنني أثني على المبدأ يدهشني أن أي شخص يرى 1.4×109 km3 سيرى في الحال أن هذا يشير إلى 1.4 بليون كيلومتر مكعّب، وليس أقل عجباً أنه سيختارون السابق بدلاً من اللاحق في الطباعة (خاصة في كتاب مصمّم للقارئ العام، حيث عثر على المثال). ومفترضاً أن كثيراً من القراء هم غير مختصين بالرياضيات مثلي، نادراً ما سأستخدم الترميز، برغم أنه لا يمكن تجنبه أحياناً، في فصل يتناول أموراً كونية.

دون التضخّم لن يكون هناك تكتّلات من المادّة وهكذا لن يكون هناك نجوم، وإنما غاز مندفع وظلمة أبدية فحسب.

تقول نظرية جوث: إنه في جزء من عشرة ملايين ترليون ترليون من الثانية، ظهرت الجاذبية. وبعد فاصل موجز غريب مضحك انضمت إليها الكهرطيسية والقوى الذرية القوية والضعيفة: مادة الفيزياء. وقد انضمت إلى هذه بعد لحظة حشود من الجسيمات البسيطة: مادة المادة. ومن العدم، ظهرت فجأة حشود من الفوتونات، والإلكترونات، والنترونات وأشياء أخرى كثيرة بين 10^{79} و10^{89} من كل منها، بحسب نظرية الانفجار الكوني العادية.

لا يمكن استيعاب كميات كهذه بالطبع. ويكفي أن نعرف أنه في لحظة انفجار واحدة عظيمة وُهبنا كوناً رحباً يبلغ عرضه مئة مليون سنة ضوئية على الأقل؛ بحسب النظرية، ولكن من الممكن أن يكون الحجم لا متناهياً ومهيئاً بنحو تام لخلق النجوم، والمجرات وأنظمة أخرى معقّدة.

ما هو فائق للعادة من وجهة نظرنا هو كيف أن الأمور سارت بنحو جيد بالنسبة لنا. فلو أنّ الكون تشكل على نحو مختلف ولو بشكل ضئيل، لو كانت الجاذبية أقوى أو أضعف بنحو ضئيل، لو أنّ التوسّع سبق قليلاً ببطء أكبر أو أسرع لما كان هناك إذاً عناصر مستقرة لصناعتك وصناعتي ولصناعة الأرض التي نقف عليها. فلو كانت الجاذبية أقوى بنحو ضئيل، لكان من الممكن أن ينهار الكون كخيمة مشيدة بنحو سيئ من دون القيم الصحيحة بدقة؛ لمنحها الأبعاد الضرورية والكثافة وأجزاء مكوِّنة. ولو كانت أضعف لما التأم أيّ شيء. لكان بقي الكون إلى الأبد فراغاً بليداً ومبعثراً.

وهذا أحد الأسباب التي جعلت الخبراء يعتقدون أن من المحتمل أن انفجارات كونيّة أخرى حدثت - ربما ترليونات وترليونات منها - وانتشرت عبر الفسحة الكبيرة للأبدية، وأن سبب وجودنا في هذا الكون المحدّد هو أن هذا هو الكون الذي استطعنا أن نوجد فيه. وكما عبرّ مرة عن الأمر إدوارد بي. تريون من جامعة كولومبيا: «إجابة عن سؤال لماذا حدث، أقدم الاقتراح المتواضع بأن كوننا هو مجرد أحد تلك الأشياء

التـي تحدث بين وقـت وآخر». ويضيف جوث إلى هذا: «بالرغم من أنّ خلقَ كونٍ يمكن أن يكون غير محبّذ، شدّد تريون Tryon أنه ما من أحد أحصى المحاولات االخائبة».

يعتقـد مارتـن ريس عـالم الفلك وعضـو الجمعية الملكيـة في بريطانيـة أن هناك أكوانـاً كثـيرة، في مركّبات مختلفة، ومـن الممكن أن هناك عـدداً لا نهائياً منها، وكل منهـا بمواصفات مختلفة، وأننا فقط نعيش في كون يمـزج الأشياء بطريقة تسمح لنا بالوجـود. يشبّـه الأمر بمخزن ملابس ضخم جـداً: «إذا كان هناك مخزون كبير من الألبسـة لـن يفاجئك العثور على بِذْلـة تناسبك. وإذا كانت هنـاك أكوان كثيرة، وكلٌّ تحكمـه مجموعة مختلفة من الأرقام، فسيكون هنـاك واحد حيث توجد مجموعة من الأرقام الملائمة للحياة. ونحن في هذا الواحد».

يؤكـد ريس أن ستة أرقام تحكم كوننا، وأنـه إذا غُيِّرت أي من هذه القيم الأشياء حتـى بشكل ضئيل فإن الأمور لا يمكن أن تبقى كما هي. على سبيل المثال: من أجل أن يوجـد الكـون كما هو الآن يقتضـي أن يتحوّل الهيدروجين إلى هليـوم بطريقة دقيقة، ولكـن ضخمة نسبياً بطريقة تحـوّل سبعة آلاف جزء من كتلته إلى طاقة. اخفض هذه القيمـة قليـلاً مـن 0.07 إلى 0.06%، مثـلاً فلـن يحدث تحـوّل: سيتألّـف الكون من هيدروجـين فقـط. ارفع القيمـة بنحو ضئيـل إلى 0.08 وستكون العلاقـة قوية بحيث يكون الهيدروجين قد استنفد منذ وقت طويل. في كلتا الحالتين، إذا حدث أدنى تعديل للأرقام فإن الكون كما نعرفه ونحتاج إليه أن يكون، لن يكون هنا.

ينبغي أن أقول: إن كل شيء صحيح حتّى الآن. وعلى المدى الطويل، يمكن أن يتكشّف أن الجاذبيـة أقوى بقليل؛ فيوماً ما يمكـن أن توقف الجاذبية توسّع الكون، وتدفعه إلى الانهيار على نفسه، ويتحول إلى نقطة مفردة أخرى، ربما لبدء العملية كلها من جديد. مـن ناحيـة أخرى، إذا كانت الجاذبيـة ضعيفة جداً، فسيواصل الكـون الاندفاع بعيداً إلى الأبـد إلى أن يصبـح كل شـيء منفصلاً، بحيث لا تكون هنـاك فرصة للتفاعلات المادّيـة، ويصبـح الكـون مكاناً واسعاً جـداً، لكنه بليـد وميت. أما الخيـار الثالث فهو أن الجاذبيـة متناغمة بنحـو كامل (الكثافة الحرجة)، هـو المصطلح الذي يستخدمه علمـاء الكوزمولوجيا للتعبير عن ذلك، وأنها ستجعـل الكون متماسكاً تماماً في الأبعاد

الصحيحة كي تسمح للأشياء بأن تتواصل إلى ما لا نهاية. ويدعو علماء الكوزمولوجيا هـذا أحياناً - في لحظات مرحهم - تأثير جولديلوكس (Goldilocks effect)، أي أن كل شـيء صحيح. (تُعرف هذه الأكوان الثلاثة المحتملـة في السجل على التعاقب بأنها مغلقة، ومفتوحة ومسطّحة).

إن المسألـة التـي خطرت لنا جميعاً في نقطة ما: ما الـذي سيحدث لو سافرت إلى حافّـة الكون ونظرت عبر الستائر؟ أين سيكـون رأسك إذا لم يعد في الكون؟ ما الذي ستجـد في المـاوراء؟ إن الإجابة - بنحو مخيّب للأمل - هي أنـك لا تستطيع أن تصل إلى حافّـة الكون أبداً. ليـس لأن الوصول إلى هناك سيستغرق وقتاً طويلاً بالرغم من أنـه بالطبـع سيستغرق، ولكـن لأنه حتى لو سافـرت إلى الخارج في خـط مباشر بلا نهايـة وثابـت، فإنك لن تصل أبداً إلى حدّ خارجي. بدلاً من ذلك، ستعود إلى النقطة التـي بـدأت منها (من المفترض أنك ستفقد الشجاعـة لمواصلة التمرين وتتوقف عند هـذه النقطـة). إن السبب في ذلك هو أن الكون ينحنـي، بطريقة لا نستطيع تصوّرها بنحـو صحيح، كما تفيد نظرية النسبية لدى أينشتايـن (التي سنصل إليها في الوقت المناسب). الآن يكفي أن نعرف أننا لسنا هائمين في فقاعة ما ضخمة تتوسّع باستمرار. إن الفضاء ينحني بطريقة تسمح له بأن يكون بلا حدود ومتناهياً. لا يمكن أن يُقال: إن الفضاء يتوسّع لأنه كما يقول عالم الفيزياء الحاصل على جائزة نوبل ستيفن واينبرغ: «إن الأنظمـة الشمسيـة والمجـرّات لا تتوسّع، والفضـاء نفسه لا يتوسّـع». إن المجرات تندفـع منفصلةً. إن الكل هو شيء يتحدّى الحدس. أو، كما قال عالم البيولوجيا جي. بـي. إس. هالدن: «ليس الكون أكثر غرابة مما نفترض فحسب؛ إنه أكثر غرابة مما نستطيع أن نفترض».

إن المثال الذي يُقدّم عادة لشرح انحناء الفضاء هو محاولة تخيّل أحد ما من كون مـن الأسطح المنبسطة، لم يرَ أبداً كرة صـارت أرضاً. مهما تجول على سطح الكوكب فلـن يعـثر أبداً علـى الحافّة. يمكن أن يعـود في النهايـة إلى النقطة التي بـدأ منها، وسيُذهـل بنحو كامل، بحيث لا يستطيع شرح كيـف حدث هذا. حسناً، نحن في الموقع نفسـه في الفضاء على غرار زميلنا المرتبك على الأرض المسطّحة، نحن مذهولون من بُعدٍ أعلى فحسب.

وكمـا أنه ليس هنـاك مـكان تستطيع العثور فيه على حافة الكون، ليس هنـاك أيضاً مـكان تستطيـع أن تقـف فيه في المركـز وتقول: «هنا بـدأ كل شيء. هـذه هي النقطة المركزية لكل شيء. نحن جميعاً في مركز كل شيء. وبالفعل، لا نعرف هذا بالتأكيد. لا نستطيع إثباته رياضياً. ويفترض العلماء فقط أننا لا يمكن أن نكون مركز الكون فكّروا مـا الذي سينطوي عليه هذا، ولكن الظاهرة ينبغي أن تكون نفسها لجميع الراصدين في جميع الأمكنة.

يتوسّـع الكون بالنسبة لنا بقـدر ما سافر الضوء طيلة بلايين الأعوام منذ أن شُكّل الكـون فحسب. إن هـذا الكون المرئي الكون الـذي نعرفه ونستطيـع التحدث عنه هو بعرض مليون مليون مليون ميل. ولكن – وكما تقول معظم النظريات – إن الكون الكبـير الميتاكون، كمـا يدعى أحياناً ما يـزال هائل الاتساع. وبحسـب ريس، إن عدد السنـوات الضوئيـة إلى حافة هذا الكون اللامرئي الأكـبر لا يُكتب بعشرة أصفار، ولا بمئـة وإنما بملايين الأصفار». باختصـار، هناك المزيد من الفضاء أكثر مما بوسعك التخيّل قبل تحمّل عبء القيام بتصور ما وراء إضافي.

كان هنـاك خلال استمر طويلاً في نظرية الانفجـار الكوني أزعج كثيراً من الناس، وهـو أنها لم تستطع شرح كيف وصلنا إلى هنا. فبالرغم من أن الانفجار الكوني أنشأ 98% من المادة التي توجد، فإن تلك المادة تألّفت حصرياً من غازات خفيفة: الهليوم، والهيدروجـين والليثيـوم التي ذكرناهـا سابقاً. لم يظهر أي جسيم مـن المادة الثقيلة الحيويـة لوجودنا الكربون والنتروجـين والأوكسجين وكل ما تبقى من الشراب الغازيّ للخلق. ولكن وهنا النقطة المزعجة من أجل توليد هذه العناصر الثقيلة تحتاج إلى نوع الحـرارة والطاقة الناجمين عن انفجار كـوني. مع ذلك حدث انفجار كوني واحد ولم ينتجها. وهكذا من أين أتت إذاً؟ من اللافت أن الرجل الذي عثر على إجابة السؤال، كان عـالم كوزمولوجيـا احتقـر الانفجار الكـوني بوصفهـا نظرية، ونحـت مصطلح الانفجار الكوني بوصفها طريقة للسخرية منه.

سنصل إليه بعد قليل، ولكن قبل ذلك سنعود إلى سؤال كيف وصلنا إلى هنا، ربما يستحق الأمر بضع دقائق للتفكير بماذا يعنيه بالضبط (هنا).

الفصل الثاني

أهلاً بكم في المنظومة الشمسية

يستطيع علماء الفلك في هذه الأيام أن يقوموا بالأمور الأكثر دهشة. إذا أشعل أحد عود ثقاب على القمر فإنهم يستطيعون تحديد مكان اللهب. وعبر الخفقان والارتعاش الأصغر للنجوم البعيدة يستطيعون استنتاج حجم وشخصية، وإمكانية السكن على كواكب بعيدة جداً لا يمكن أن تُرى، بل نحتاج إلى نصف مليون عام؛ كي نصل إليها في مركبة فضائية. يمكنهم أن يشاهدوا بتلسكوباتهم المذياعيّة حزم إشعاع باهتة بنحو منافٍ للعقل، بحيث إنّ الكمية الكلية للطاقة التي جمعوها كلّهم من خارج النظام الشمسي منذ أن بدأ الجمع (في سنة 1951) «هي أقل من طاقة ندفة ثلج واحدة تضرب الأرض»، كما عبّر كارل ساغان.

باختصار، ليست هناك أشياء كثيرة تحدث في الكون لا يستطيع علماء الفلك العثور عليها حين يفكرون فيها. لهذا السبب من اللافت التفكير أنه حتى عام 1978 لم يلاحظ أحد أن لبلوتو قمراً. ففي صيف ذلك العام، كان هناك عالم فلك شاب يُدعى جيمس كريستني - في مرصد لويل في فلاجستاف أريزونا - يقوم بفحص روتيني لصور فوتوغرافية لبلوتو، فشاهد أن هناك شيئاً ما؛ شيئاً باهتاً وغير واضح ولكن من المؤكد أنه شيء آخر غير بلوتو. وحين استشار زميلاً يُدعى روبرت هارنغتون استنتج أن ما كان ينظر إليه هو قمر. كان هذا القمر القريب من الكوكب أكبر قمر في المنظومة الشمسية. كان يشكل شيئاً كالضربة لوضع بلوتو بوصفه كوكبا، الذي لم يكن أبداً وطيداً على أي حال. وبما أنه اعتُقد في السابق أن المكان الذي يحتله القمر والمكان الذي يحتلّه بلوتو هما المكان نفسه، كان هذا يعني أن بلوتو أصغر بكثير مما افترض الجميع: أصغر حتى من عُطارد. والواقع أن هناك سبعة أقمار في المنظومة الشمسية، بما فيه قمرنا، هي أكبر.

الآن، إن السـؤال الطبيعـي الذي يجب أن يُطرح هو: لماذا استغرق الأمر وقتاً طويلاً بالنسبة للجميع للعثور على قمر في منظومتنا الشمسية؟ والإجابة إن هذه مسألة تتعلق جزئيـاً بالمـكان الذي يوجّه إليه علمـاء الفلك أدواتهم، وبالمادة التـي تُصنع منها هذه الأدوات الراصـدة، وبأن هذا الكوكب هـو بلوتو فحسب. والسبب الأكبر هو الجهة التي يوجهون إليها أدواتهم. وكما عبّر عالم الفلك كلارك تشامبان: «يعتقد معظم الناس أن علماء الفلك يخرجون في الليل إلى المراصد، ويفحصون السماوات. هذا ليس صحيحاً. إن جميع التلسكوبات في العالم تقريباً مصمّمة للتحديق في قطع صغيرة جداً من سماء بعيدة لرؤية نجم زائف أو فحص الثقوب السوداء أو للنظر إلى مجرّة بعيدة. إن شبكة التلسكوبات الوحيدة الحقيقيّة التي تفحص السماء صمّمها وأنشأها الجيش».

أفسدتنا تأويلات الفنانين، بحيث دفعتنا إلى تخيّل وضوح لأبعاد الصورة غير موجود في علـم الفلـك الحقيقـي. فبلوتو في صـورة كريستي باهـت ومشوّش قطعـة من الضوء الكـوني، وقمره ليس الجرم السمـاوي المصور بنحو واضح والمضاء من الخلف رومانسياً الذي ستراه منشوراً في في مجلة ناشنال جيوغرافيك، وإنما لمحة صغيرة غير واضحة من التشوش الإضافي. هكذا كان التشوش - في الحقيقة - بحيث استغرق الأمر مع العلماء سبع سنوات لتحديد مكان القمر ثانيةً، وهكذا كي يؤكدوا بنحو مستقل وجوده.

كانـت إحدى اللمسات الجميلـة في اكتشاف كريستي هي أنه حدث في فلاجستاف، فهنـاك اكتُشـف بلوتو في عام 1930 في البداية. ويعـود الفضل في هذا الحدث العظيم في علـم الفلك إلى عظمة عـالم الفلك برسيفال لويل. وهب لويل، الذي جاء من إحدى أعـرق وأغنى العائلات في بوسطن العائلة المذكـورة في الأنشودة المشهورة عن بوسطن التي هي موطن الفاصولياء وسمك القدّ، حيث كان آل لويل يتحدثون فقط مع آل كابوت المتعصبـين دينياً وكانـوا مثلهم المرصد الشهير الذي يحمل اسمـه، ولكنه يُذكر بشكل دائـم من أجل اعتقاده بأن المرّيخ ملـيء بقنوات شقّها سكانه المجتهدون، من أجل نقل الماء من المناطق القطبية إلى الأراضي الجافة والمنتجة، الأقرب إلى خط الاستواء.

كان اعتقـاد لويل الراسخ الآخـر أنه كان يوجد في مكان ما وراء نبتون، كوكب تاسع غير مكتشف، أطلق عليه اسم الكوكب إكس. واستند لويل في اعتقاده هذا إلى الحالات

الشاذة التي رصدها في مداري أورانوس ونبتون، وخصّص الأعوام الأخيرة من حياته لمحاولة العثور على العملاق الغازي الذي كان متأكداً من وجوده هناك. ولسوء الحظ، وافته المنية فجأة في عام 1916، بعد أن استنفده بحثه. عُلِّق البحث بينما كان ورثة لويل يتنازعون على أملاكه. على أي حال، في عام 1929، وفي محاولة لصرف الانتباه بعيداً عن حكاية قناة المريخ (التي صارت الآن إحراجاً جدياً) قرر مديرو مرصد لويل استئناف البحث، ووظّفوا من أجل هذه الغاية شاباً من كانساس يُدعى كلايد تومبو.

لم يتلقَّ تومبو تدريباً رسمياً بوصفه عالم فلك، ولكنه كان مجتهداً وذكياً، وبعد بحث صبور استغرق عاماً اكتشف نوعاً ما موقع بلوتو، وكان نقطة ضوء باهتة في سماء متألّقة. كان اكتشافاً إعجازياً، وما جعله أكثر دهشة هو أن عمليات الرصد التي تنبأ على أساسها لويل بوجود كوكب وراء نبتون برهنت أنها غير صحيحة. استطاع تومبو أن يرى في الحال أن الكوكب الجديد لم يكن شيئاً مثل كرة الغاز الضخمة، التي سلّم بها لويل ولكنّ تحفظاته أو تحفظات أي شخص آخر عن شخصية الكوكب الجديد رُميت جانباً في الحال؛ بسبب الاهتياج الذي يرافق تقريباً أي قصة تُحدث دويّاً إعلامياً في تلك السن التي تُثار بسهولة. كان هذا أول كوكب اكتشفه الأميريكيون، ولن تضلل أي شخص فكرة أنه كان في الواقع مجرد نقطة جليدية بعيدة. دُعي بلوتو، على الأقل جزئياً؛ لأن الحرفين الأولين يشكلان علامة ترمز إلى الحرفين الأولين من اسمه واسم أسرته. ولقد أُشيد بلويل بعد وفاته في كل مكان بوصفه عبقريّاً من المرتبة الأولى، ونُسي تومبو بنحو كبير إلا بين علماء الفلك المختصين بالكواكب، الذين يميلون إلى توقيره.

يواصل بعض علماء الفلك الاعتقاد بأنه يمكن أن يكون هناك كوكب إكس في الفضاء الخارجي، شيء ضخم حقيقي، ربما أكبر بعشر مرات من حجم المشتري، ولكنه بعيد، بحيث لا يمكن أن يتبدّى لنا. (سيتلقى قليل من ضوء الشمس، بحيث لن يكون كافياً كي يعكسه). والفكرة هي أنه لن يكون كوكباً تقليدياً على غرار المشتري أو زُحل إنه بعيد جداً بحيث لا يمكن أن يكون مثلهما؛ فنحن نتحدث ربما عن 4,5 ترليون ميل، وإنما سيبدو أكثر كشمس لم تصنعه أبداً. إن معظم المنظومات النجمية في الكون ثنائية (مضاعفة النجوم)، مما يجعل شمسنا المنعزلة شيئاً شاذاً وغريباً.

لا أحـد يعـرف بنحو مؤكد حجم بلوتو أو من ماذا صُنـع، وأي سماء له، أو حتى ما هـو في الواقع. ويعتقد كثـير من علماء الفلك أنه ليس كوكباً على الإطلاق، وإنما فقط الشـيء الأكـبر الذي عُثر عليه حتى الآن في منطقة حطـام مجرّي تُعرف باسم حزام كويبر Kuiper belt. وقد ذكر حزام كويبر في نظرية عالم فلك يُدعى ف.سي. ليونارد في 1930، ولكن الاسم أُطلق على شرف جيرارد كويبر - وهو هولندي يعمل في أمريكة - الـذي وسّع الفكرة. إن حزام كويبر هو مصدر ما يُعرف بالنيازك العابرة تلك التي تسقـط بانتظام التي كان مذنّـب هالي الأكثر شهرة بينها. أمـا النيازك طويلة الأمد والأكـثر عزلة (التي من بينهـا الزائران الأخيران هيل بـوب وهياكوتاكي) فتأتي من سحابة أورت Oort الأكثر بعداً، التي سنستفيض في الحديث عنها حالاً.

مـن المؤكـد أن بلوتو لا يعمل كثـيراً كالكواكب الأخـرى. فهو ليس قزمـاً وغامضاً فحسب، وإنما متنوّع في حركاته أيضاً، بحيث لا أحد يستطيع أن يقول لك: أين سيكون بلوتـو بعد قرن من الآن. وبينما تدور الكواكب الأخرى على المستوى نفسه تقريباً، فإن ممـرّ بلوتـو المداري يميل (كما يحدث) خارج الصـف في زاوية من 17 درجة، كحافة قبّعـة مائلة على نحو خليع على رأس أحدهـم. إن مداره شاذٌّ، بحيث إنّه يكون لأوقات طويلـة في كل مـن دوراتـه الوحيدة حـول الشمس أقـرب إلينا من نبتـون. وفي معظم الثمانينيـات والتسعينيـات، كان نبتون في الحقيقة الكوكب الـذي قُذف إلى أبعد. ولم يعـد بلوتو إلى المجاز الخارجي إلا في 11 شبـاط 1999، كي يبقى هناك طيلة الأعوام المئتين والثمانية والعشرين الآتية.

وهكـذا إذا كان بلوتـو كوكباً، فهو بالتأكيد كوكب غريـب. إنه صغير جداً: لا يشكل إلا ربعـاً مـن 1% من حجم الأرض. فإذا ما وضعتـه فوق الولايات المتحـدة فإنه لن يغطي نصف الولايات الثماني والأربعين السفلى. وهذا وحده يجعله شاذّاً بنحو كبير؛ ممـا يعني أن نظامنا الكوكبي يتألف من أربعة كواكب داخلية صخرية، وأربعة كواكب خارجيـة غازية عملاقة، وكرة جليديـة صغيرة منعزلة. فضلاً عن ذلك، هناك جميع الأسبـاب التـي تدعو لافتراض أننا يمكن أن نبـدأ حالاً بالعثور علـى سماوات أخرى جليديـة أكبر في القسم نفسه من السمـاء. وعندها سنواجه المشكلات. فبعد أن حدّد

كريستي مكان قمر بلوتو، بدأ علماء الفلك ينظرون إلى هذا الجزء من الكون بانتباه أكبر، وفي أوائل كانون الأول 2002 اكتشفوا أكثر من ست مئة من الأشياء العابرة لنبتون أو بلوتينوس كما دُعيت باستمرار. إن أحد هذه الأشياء التي دُعيت فارونا هي بحجم قمر نبتون تقريباً. ويعتقد علماء الفلك الآن أنه يمكن أن يكون هناك بلايين من هذه الأشياء. وتمثّل الصعوبة في أن كثيراً منها مظلمة بنحو مخيف. ولها ألبيد (نصوع) أو انعكاس، ويشبه 4% منها فحسب قطعة من الفحم، وتبعد قطع الفحم هذه أكثر من ستة بلايين عام.

كم هذا بعيد بالضبط؟ إنه تقريباً وراء التصوّر. فالفضاء - كما تعلمون - ضخم جداً. إنه ضخم جداً فحسب. لنتخيّل - لأهداف تثقيفية أو من أجل التسلية - أننا على وشك الذهاب في رحلة في مركبة صاروخية. لن نذهب بعيداً جداً، وإنما إلى حافة منظومتنا الشمسية فحسب. ولكننا يجب أن ننتبه إلى أن الفضاء مكان كبير، ونحن لا نشغلُ منه إلا جزءاً صغيراً.

والآن إليكم الأنباء السيئة، أنا خائف من أننا لن نصل إلى المنزل من أجل العشاء. حتى ولو انطلقنا بسرعة الضوء (300,000 كيلومتر في الثانية) سيستغرق الأمر سبع ساعات للوصول إلى بلوتو. ولكننا لا نستطيع أن نسافر في أي شيء بهذه السرعة. علينا أن ننطلق بسرعة المركبة الفضائية، وهذه المراكب أكثر بطئاً. إن أفضل السرعات التي توصّل إليها حتّى الآن أي اختراع بشري هي سرعة المركبتين الفضائيتين فويجر 1و2، اللتين تطيران الآن بسرعة 56,000 كيلومتر في الساعة.

كان سبب إطلاق مركبة فويجر في آب وأيلول 1977 هو أن المشترى وزحل وأورانوس ونبتون، كانوا متراصفين بطريقة لا تحدث إلا مرة واحدة كل 175 سنة. وقد مكّن هذا مركبتي فويجر من استخدام تقنية (مساعدة جاذبية) قُذفتْ بواسطتها المركبة بنجاح من كوكب غازي عملاق، إلى الذي يليه في نوع من النسخة الكونية عن التلويح بالسوط. وحتى هكذا، استغرق الوصول إلى أورانوس تسع سنوات واستغرق عبور مدار بلوتو اثنتي عشرة سنة. وكانت الأنباء الطيبة هي أننا إذا انتظرنا حتى كانون الثاني 2006 (الموعد الذي حُدد مؤقتاً لإطلاق مركبة ناسا الفضائية نيو هورايزونز

إلى بلوتو) نستطيع الاستفادة من موقع أفضل للمشترى، ومن بعض التقدم في التكنولوجيا، كي نصل إلى هناك فيما يقارب عقداً، على الرغم من أن العودة إلى الوطن ثانية ستستغرق وقتاً أطول. أنا خائف. في كل الأحوال، ستكون رحلة طويلة.

إن الشيء الأول الذي من المرجّح أن تدركه الآن هو أن الفضاء سُمّي بشكل جيد جداً وهو هادئ بنحو مخيف. إن منظومتنا الشمسية يمكن أن تكون الشيء الأكثر حياة على بعد ترليونات من الأميال، ولكن كل المادة المرئية فيها بما فيه الشمس، والكواكب وأقمارها والصخور البليون المتشقلبة لحزام الكوكيبات، والنيازك أو أنواع الحطام الأخرى المندفعة لا تملأ إلا أقل من جزء من واحد ترليون من الفضاء المتاح. ستدركون بسرعة أيضاً أن لا خريطة من الخرائط التي سبق ورأيتموها للمنظومة الشمسية تعبّر عن الحقيقة. فمعظم الخرائط المدرسية تُظهر الكواكب تتعاقب واحداً بعد الآخر في أوقات منفصلة متجاورة، إن الكواكب العملاقة الخارجية تلقي بالفعل ظلالاً فوق بعضها بعضاً في كثير من الرسوم، لكن هذه خدعة ضرورية لوضعها كلّها على قطعة الورق نفسها. فنبتون في الواقع ليس وراء المشترى، إنما يقع بعيداً في مكان ما وراءه وهو أبعد بخمس مرات عن المشترى من بعد المشترى عنا، وهكذا فهو بعيد في الخارج بحيث إنّه لا يتلقى من ضوء الشمس إلا 3% بقدر ما يتلقى المشتري.

هكذا هي المسافات في الواقع، بحيث إنّه من المستحيل - بأي معنى عملي - رسم المنظومة الشمسية بحسب مقياس. فحتى لو أضفت كثيراً من الصفحات المطوية لمقرراتك المدرسية، أو استخدمت ورقة طويلة من ورق الملصقات، فإنك لن تقترب من رسم دقيق. وفي رسم بياني للمنظومة الشمسية بحسب مقياس مدرّج - يختزل الأرض إلى قطر حبة بازلّاء تقريباً - سيكون المشترى على بعد 300 متر، وسيكون بلوتو على بعد كيلومترين ونصف (وبحجم بكتيريا، بحيث لن تكون قادراً على رؤيته بأي حال). وعلى المقياس نفسه، فإن قنطورس القريب (proxima centauri) نجمنا الأقرب، سيكون على بعد ستة عشر ألف كيلومتر. حتى لو قلّصت كل شيء بحيث إنّ المشترى يصغر كالنقطة، التي في نهاية هذه الجملة - ولا يكون بلوتو أكبر من جزيء - فإن بلوتو سيظل على بعد عشرة أمتار.

إن المنظومة الشمسية هي حقاً ضخمة جداً. ففي الوقت الذي نصل فيه إلى بلوتو، فإننا نكون قد قطعنا مسافة طويلةً، بحيث إنّ الشمس شمسنا العزيزة الدافئة الملوّحة للجلد والمانحة للحياة تتقلّص إلى حجم رأس دبّوس. إنها أصغر من نجم مشع. وفي فراغ وحيد كهذا تستطيعون البدء بفهم كيف أن الأشياء الأكثر أهمية من قمر بلوتو، على سبيل المثال غابت عن الانتباه. في هذا الصدد، بالكاد كان بلوتو وحيداً. فقد اعتُقد أن لنبتون قمرين إلى أن بدأت رحلات فويجر التي عثرت على ستة أقمار أخرى. حين كنت فتى، كان يُعتقد أن المنظومة الشمسية تحتوي على ثلاثين قمراً. أما العدد الكلي الآن فهو تقريباً تسعون، اكتُشف ثلثها تقريباً في السنوات العشر الماضية. والنقطة التي يجب أن نتذكرها طبعاً حين نفكّر بالكون عامةً هي أننا لا نعرف في الواقع ما هو موجود في منظومتنا الشمسية.

إن الشيء الآخر الذي ستلاحظونه الآن ونحن نسرع عبر بلوتو هو أننا نسرع عبر بلوتو. إذا فحصتم خط رحلتكم، فستلاحظون أن هذه رحلة إلى حافة منظومتنا الشمسية، وأخشى أننا لم نصل إلى هناك بعد. وفي الواقع، لا تقترب الرحلة من الانتهاء هناك. لن نصل إلى حافة المنظومة الشمسية إلا بعد أن نعبر سحابة أورت Oort، التي هي مملكة سماوية شاسعة من النيازك المندفعة، ولن نصل إلى سحابة أورت لمدة، أنا آسف حيال هذا عشرة آلاف عام، بعيداً عن تحديد حافة المنظومة الشمسية الخارجية - كما تتضمن تلك الخرائط المدرسية بعجرفة - فإن بلوتو يبعد بصراحة نحو 51 كيلومتراً عن الطريق.

ليس لدينا احتمال للقيام برحلة كهذه بالطبع. إن رحلة 386,000 كيلومتر إلى القمر لا تزال تُعدّ مهمة صعبة جداً علينا. إن رحلة بشرية إلى المريخ، دعا إليها الرئيس بوش الأب في لحظة من الطيش العابر، تم التخلي عنها بصمت حين استنتج أحدهم أنها ستكلّف 450 بليون دولار، وستنتهي على الأرجح بموت الطاقم كله (ذلك أن الـ(DNA) الخاص بهم سيتمزق إلى أشلاء من قبل الجسيمات الشمسية ذات الطاقة العالية، التي لا يمكن أن يتدرّعوا ضدها).

وعلى أساس ما نعرفه الآن وما نستطيع أن نتخيله بنحو عقلاني ليس هناك مطلقاً احتمال، بأن أي كائن بشري يستطيع أن يسافر إلى حافة منظومتنا الشمسية أبداً. إنها بعيدة جداً. ولا نستطيع حتى بتلسكوب هبل أن نرى ما بداخل سحابة أورت، وهكذا لا نستطيع أن نعرف بالفعل أنها هناك. إن وجودها مرجّح ولكنه فرضي بنحو كامل*.

إن كلّ ما يمكن أن يُقال عن سحابة أورت بثقة، هي أنها تبدأ في مكان ما وراء (بلوتو)، وتمتد نحو سنتين ضوئيتين في الكون. إن وحدة القياس الأساسية في المنظومة الشمسية هي الوحدة الفلكية، التي تمثّل المسافة من الشمس إلى الأرض. إن بلوتو على بعد نحو 40 وحدة فلكية منا، ويبعد قلب سحابة أورت نحو خمسين ألف وحدة فلكية. باختصار، إنها بعيدة.

لنتظاهر ثانية أننا وصلنا إلى سحابة أورت. إن الشيء الأول الذي يمكن أن نلاحظه هو كم الجو هادئ هناك. نحن نبعد مسافة طويلة عن أي مكان الآن؛ نبعد كثيراً عن شمسنا بحيث إنّها لا تبدو النجم الأكثر تألقاً في السماء. وإنها لفكرة مهمة أنّ هذا الوميض الصغير البعيد يمتلك ما يكفي من الجاذبية؛ كي يحفظ كل تلك النيازك في مدار. لكنه ليس عقداً قوياً جداً، وهكذا فإن الشهب تندفع بطريقة مهيبة، لا تتحرك إلا ما يقارب 220 ميلاً في الساعة. وبين وقت وآخر يدفع اضطرابٌ طفيفٌ في الجاذبية أو نجم عابر أحد هذه النيازك الوحيدة خارج مداره الطبيعي. وتارة تُدفع النيازك إلى الفراغ الكوني - ولا تُرى ثانية أبداً - ولكنها تسقط تارة أخرى في مدار طويل حول الشمس. تعبر نحو ثلاثة أو أربعة نيازك من هذه في العام - وتُعرف باسم النيازك طويلة الأمد - داخل المنظومة الشمسية الداخلية. أحياناً يصطدم هؤلاء الزوّار الضالون بشيء صلب، كالأرض. ولهذا خرجنا إلى هنا الآن؛ لأن النيزك الذي جئنا لنراه بدأ لتوّه سقوطاً طويلاً نحو مركز المنظومة الشمسية. إنه متوجّه - من بين جميع الأمكنة - إلى مانسون، آيوا. سيستغرق وقتاً طويلاً للوصول إلى هناك ثلاثة أو أربعة ملايين سنة على الأقل وهكذا سنتركه الآن، ونعود إليه فيما بعد.

* تدعى بنحو ملائم سحابة أوبيك ـ أورت، وقد سُميت على اسم عالم الفلك الأستوني إرنست أوبك، الذي افترض وجودها في 1932، وعلى اسم عالم الفلك الهولندي جان أورت، الذي صقل الحسابات بعد ثماني عشرة سنة فيما بعد.

هـذا هـو نظامكم الشمسي. مـا الذي يوجد أيضـاً هناك في الخـارج، وراء المنظومة الشمسية؟ حسناً، لا شيء وأشياء كثيرة جداً، وهذا يعتمد على كيفية نظركم إلى الأمر.

إنه لا شيء على المدى القصير. فالفراغ الأكثر كمالاً الذي سبق وخلقه البشر ليس فارغاً كفراغ الفضاء (البينجمّي*). وهناك كثير من هذا الـ(لاشيء) إلى أن تصل إلى القطعة اللاحقة من شيء ما. إن جارنا الأقرب في الكون، قنطورس القريب، الذي هو جزء من عنقود النجوم الثلاثة المعروفة باسم الرجل الجبّار، هو على بعد 4,3 ملايين سنـة ضوئية، وهذا ضخم بالمصطلحات المجريّة، ولكنه ما يزال أبعد بمئة مليون مرة مـن رحلة إلى القمر. سيستغرق الوصول إليه بالمركبة الفضائية خمسة وعشرين ألف سنـة على الأقل، حتى لو قمت بالرحلة فإنك لـن تكون في أي مكان باستثناء مجموعة منعزلـة من النجوم وسط لا مكانٍ شاسع. وكي تصل إلى المعلم المهم الآتي، (الشِّعرى اليمانيّـة) سيستغرق الأمـر 4,6 سنوات ضوئية من السفر. وهكـذا سيكون الأمر إذا حاولـت شق طريقك بين النجـوم عبر الكون. إن الوصـول إلى مركز مجرّتنا فحسب سيستغرق وقتاً أطول مما يستغرقه وجودنا بوصفنا كائنات.

دعوني أكرّر: الفضاء شاسعٌ. إن المسافة العادية بين النجوم التي هناك في الأعلى هـي أكثر من ثلاثين مليون مليون كيلومتر. وحتى بسرعات تقارب سرعة الضوء، فإن هـذه مسافات متحديـة بنحو خيالي لأي فرد مسافر. وبالطبـع، من الممكن أن تسافر المخلوقات الفضائية بلايين الأميال؛ كي تسلّي نفسها بزراعة المحاصيل في ويلتشير أو تبـثّ الذعر في شخص مسكـين في شاحنة بيك آب على طريق مهجورة في أريزونا (لا بدّ أن لديهم مراهقين، في النهاية)، ولا يبدو هذا من غير المرجّح.

تقول الإحصاءات: إن احتمال وجود كائنات مفكّرة أخرى هناك في الخارج قائم. فـلا أحد يعرف عدد النجوم في الطريـق اللّبنية، وتتراوح التقديرات من مئة بليون أو مـا يقارب هذا العدد إلى أربع مئة مليون، والطريق اللبنية هي واحدة فحسب من مئة وأربعـين بليون أو ما يقـارب ذلك من المجرّات، ومعظمها أكـبر من طريقنا. استنبط بروفسور في جامعة كورنيل - يُدعى فرانك دريك - في الستينيات بعد أن أثارته أعداد

* الفضاء الواقع بين نجوم الطريق اللبنية أو بين نجوم المجرّات الأخرى. المترجم.

ضخمة كهذه، معادلةٌ مشهورةٌ مصمّمةٌ لحساب فرص الحياة المتقدمة الموجودة في الكون، على أساس سلسلة من الاحتمالات المتناقصة.

فبحسب معادلة دريك قسم عدد النجوم في بقعة منتقاة من الكون على عدد النجوم، التي من المرجّح أن لها منظومات كوكبية تستطيع نظرياً دعم الحياة؛ قسم هذا على العدد الذي به تتقدم الحياة، وقد نشأت، إلى حالة من الذكاء؛ وهكذا دواليك. لدى كل عملية قسمة كهذه، يتقلّص العدد بنحو كبير. مع ذلك حتى بالمعطيات الأكثر محافظة، فإن عدد الحضارات المتقدمة في الطريق اللبنية يصل دوماً إلى الملايين.

يا لها من فكرة ممتعة ومثيرة! يمكن أن نكون واحدة من الحضارات الملايين المتقدمة. ولسوء الحظ - بما أن الفضاء واسع - فإن معدل المسافة بين اثنتين من أي من تلك الحضارات يُقدّر بأنه على الأقل مئتا سنة ضوئية، الأمر الذي هو أكثر من مجرد القول: إن هذا يجعله معقولاً. هذا يعني - كبداية - أنه حتى لو كانت هذه الكائنات تعرف أننا هنا وقادرة نوعاً ما على رؤيتنا بتلسكوباتها، فإنها تراقب الضوء الذي غادر الأرض منذ مئتي عام. وهكذا فإنها لا تراني ولا تراك. إنها تراقب الثورة الفرنسية وتوماس جفرسون وأشخاصاً يرتدون الجوارب الحريرية والشعور المستعارة المبودرة، أشخاصاً لا يعرفون ما هي الذرة، أو الجينة، الذين يصنعون كهرباءهم بحك قضيب من الكهرمان بقطعة من الفراء، ويعتقدون أن هذه خدعة. إن أي رسالة نتلقّاها من أولئك المراقبين من المرجّح أن تبدأ بـ «عزيزي»، وتهنئنا على جمال أحصنتنا وإتقاننا لاستخراج زيت الحيتان. إن مئتي سنة ضوئية مسافة بعيدة خارج متناولنا.

وهكذا حتى إذا لم نكن فعلاً وحيدين، فإننا وحيدون بجميع المعاني العملية. فقد حسب كارل ساغان عدد الكواكب المرجّحة في الكون بأنها نحو عشرة بلايين ترليون: وهذا عدد خارج التصور بشكل كبير. ولكن ما هو خارج التصور بنحو مساوٍ هو كمية الفضاء، التي تتبعثر فيها هذه الكواكب بخفّة. قال ساغان: «لو أُقحمنا في الكون عشوائياً فإن فرص أن نكون على، أو قرب كوكب ستكون أقل من واحد من بليون ترليون ترليون». أي 10^{33}، أو 1 يأتي بعده 33 صفراً».

ربمـا لهـذا السبب كان قرار الاتحاد الفلكي الـدولي الرسمي في شباط 1999 بأن (بلوتـو) كوكب أنباء جيدة. فالكـون كبير ووحيد. نستطيـع التماشي مع كل الجيران الذين نحصل عليهم.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الثالث

كون الموقّر إيفانز

حين تصحو السماء ويتألق ضوء القمر، كان الموقّر روبرت إيفانز - الرجل الهادئ والمبتهج - يجرّ تلسكوباً ضخماً إلى السطح الخلفي المُشمس لمنزله في جبال أستراليا الزرقاء، إلى الغرب من سيدني بنحو 80 كيلومتراً، ويقوم بأمر فائق للعادة. ينظر عميقاً في الماضي ويعثر على نجوم ميتة.

إن النظر إلى الماضي هو الجزء الأهم بالطبع. حدّقوا في سماء الليل وسترون التاريخ والغالب منه: (لا النجوم كما هي الآن وإنما كما كانت حين غادرها ضوؤها). إن كل ما نعرفه، هو أن النجم القطبي -رفيقنا المخلص- يمكن أنه احترق في كانون الثاني الماضي أو في 1854 أو في أي وقت منذ أوائل القرن الرابع عشر، لكن هذه الأنباء لم تصل إلينا بعد. إن أفضل ما نستطيع قوله (الذي نستطيع قوله أبداً): إنه كان يحترق في هذا التاريخ منذ 680 عاماً. ذلك أن النجوم تموت طوال الوقت. إن ما يفعله بوب إيفانز بنحو أفضل من أي شخص آخر سبق وحاول ذلك هو تحديد هذه اللحظات من الوداع السماوي.

في النهار، إيفانز قس لطيف وشبه مستقيل في كنيسة أسترالية التوحيدية، يقوم بعمل مؤقت ويبحث في تاريخ الحركات الدينية في القرن التاسع عشر. ولكنه في الليل -وبطريقته المتواضعة- يكون عملاق السماوات. إنه يصطاد المستشعر الفائق*.

يتشكّل المستشعر الفائق حين ينهار كوكب عملاق، أكبر من شمسنا بكثير، ثم ينفجر بنحو هائل مطلقاً في لحظة طاقة مئة بليون شمس، مشتعلاً لمدة بشكل أكثر تألقاً من كل النجوم في مجرته. يقول إيفانز: «إنه كمثل انفجار ترليون قنبلة

* مُستَشعر شديد السطوع يرسل من الضياء أكثر مما ترسله الشمس بما يتراوح ما بين عشرة ملايين مرة ومئة مليون مرة. المترجم.

هيدروجينيـة في وقت واحد». وإذا ما حدث انفجار المستشعر الضوئي على بعد خمس مئة سنة ضوئية منا، فإننا سنتلاشى، وكما عبّر إيفانز بمرح: إنه (سيحطّم المشهد). ولكـن الكون شاسـع والمستشعرات الضوئية بعيدة جداً في العادة، بحيث لا تستطيع أن تلحـق بنـا الأذى. وفي الواقع إن معظمها بعيد بشكل لا يمكـن تخيّله بحيث إنّ ضوءها يصـل إلينا كوميض باهت. وفي الشهر الذي تكـون فيه مرئية، فإن كل ما يميّزها عن النجوم الأخرى في السماء هي أنها تحتل نقطة في الفضاء لم تُشغل من قبل. إنها تلك الثقوب الشاذة - التي تحدث بين مدة وأخرى كثيراً - في القبة المزدحمة لسماء الليل هي التي يكتشفها الموقّر إيفانز.

كي نفهم عظمة هذا العمل، تخيّلوا طاولة عشاء عادية مغطاة بغطاء أسود، وانثروا عليهـا حفنة من الملح. يمكن أن يُعتقـد أن الحبيبات المتناثرة هي مجرة. والآن تخيّلوا ألفاً وخمس مئة طاولة أخرى كالأولى ما يكفي لصناعة طاولة واحدة بطول ميلين، وكل منهـا عليها كمية مـن الملح المبعثرة بطريقة عشوائيـة. والآن أضيفوا حبة ملح واحدة إلى أي طاولـة ودعوا بوب إيفانز يسـير بينها. في لحظة سيحدد مكان الحبة. إن حبة الملح هذه هي المستشعر الضوئي.

يتمتّع إيفانز بموهبة استثنائية، بحيث إنّ أوليفر ساكس في كتابه (عالم أنثروبولوجيا علـى المرّيخ)، يخصص له نصاً في فصل عن العلمـاء المتوحّدين، مضيفاً بسرعة أنه «ليـس هناك اقـتراح بأنه متوحّد». أمـا إيفانز الذي لم يلتق بساكـس، فقد سخر من القـول بأنـه يمكن أن يكون إما متوحّداً أو عالماً، لكنه لم يمتلك مقدرة كي يشرح تماماً من أين أتت موهبته.

«أبـدو كأنني أمتلك موهبـة لحفظ مسارات النجوم فحسـب»، هذا ما أخبرني به بنظـرة اعتـذار صريحة حين زرته هو وزوجته إيلين في كوخهما الذي يشبه صورة كوخ في كتاب، الذي يقع على حافة هادئة لقرية هيزلبروك، في الخارج حيث تنتهي سيدني، ويبـدأ الدغـل الأسترالي الذي لا حدود لـه. أضاف: «لست جيـداً في أمور أخرى. ولا أذكر الأسماء جيداً».

«ولا أيـن يضـع الأشياء»، أضافت إيلـين من المطبخ. هزّ رأسـه بصراحة وابتسم، وسألنـي إن كنـت أحـب أن أشاهد التلسكـوب؟ توقّعت أن يكون لـدى إيفانز تلسكوب ملائـم في فنائه الخلفـي نسخة مصغّرة من جبـل ولسون أو بالومـار، بسقف مقوس كالقبة وبكرسي آلي جيد للمناورة. لكنه لم يقدني إلى الخارج وإنما إلى مخزن مكتظ بعيـد عن المطبخ حيث يحفظ كتبـه وأوراقه وتلسكوبه في أسطوانة بيضاء تشبه خزّاناً منزليـاً للمـاء الساخن، وتعادله في الحجم الذي يتوضـع على حامل متنقّل من خشب المعاكـس قام بصناعته. حين يرغب بالرصـد - ينقله في رحلتين - إلى سطح مُشمس بعيد عن المطبخ. وبين الجزء المتدلي من السقف والقمم الريشية لأشجار اليوكالبتوس التـي تنمو في المنحـدر في الأسفل، يمتلك فقـط مجالاً لرؤية السمـاء بحجم صندوق البريـد، ولكنه يقول: إنه أكثر مـن جيد لأهدافه. وهناك - حين تصفو السماء ويخف بريق القمر - يعثر على مستشعره الضوئي.

نحـتَ مصطلـح (المستشعـر الضوئـي) في الثلاثينيات عـالم فيزيـاء فلكية غريب ومشهـور يُدعـى (فريتز زويكي)، وُلد في بلغاريا ونشأ في سويسـرا، ثم جاء إلى مؤسسة كاليفورنيا للتكنولوجيا في العشرينيات وهناك برز على الفور بشخصيته المثيرة للسخط ومواهبـه الشاذّة. لم يكن يبدو متألقاً، وعدّه كثيرون من زملائه مجرد (مهرّج مزعج). كان متعصّباً لكمال الأجسام، وكان يرتمي في غالب الأحيان على أرضية صالة العشاء في كالتيك أو في منطقة عامة أخرى، ويقوم بتمارين الدفع الصاعد بذراع واحدة؛ كي يُظهر رجولته لأي شخص يبدو أنه يميل إلى الشك بها. كان عدوانياً بنحو مشهور، وصار سلوكه في النهاية مخيفاً، بحيث إنّ معاونه الخاص - وهو رجل لطيف يُدعى والتر بادي - رفض أن يُترك وحده معه. وبين أمور أخرى، اتهم زويكي بادي - الذي كان ألمانياً - بأنه نازي، بالرغـم من أنه لم يكـن كذلك. وفي مناسبة واحدة على الأقل، هـدّد زويكي بقتل بادي، الذي كان يعمل في أعلى الهضبة في مرصد ولسون - إذا رآه في حرم كالتيك.

كان زويكـي يمتلـك ذكاء عميقاً ومدهشاً. ركّز انتباهـه في أوائل الثلاثينيات على مسألة أزعجت علماء الفلك طويلاً: الظهور بين فينة وأخرى لنقاط ضوئية غير قابلة للشـرح، نجوم جديدة. تسـاءل إن كان النيوتـرون الجُزيء الـدُوذرّي، الذي كان قد

اكتشفه لتوّه في إنكلترة جيمس تشادويك، وكان جديداً وذائع الصيت يمكن أن يكون في قلب الأشياء. وخطر له أنه إذا انهار النجم وتحطّم إلى أنواع الكثافة التي توجد في قلب الذرة، فإن النتيجة ستكون جوهراً متراصّاً بشكل لا يمكن تخيله. إن الذرات ستُسحق معاً، وتُجبر إلكتروناتها على الدخول في النواة التي تشكّل النيترونات. ستكون النتيجة نجماً نيترونياً. تخيّلوا مليون قذيفة مدفع ثقيلة الوزن تُضغط إلى حجم كرة رخامية، بالرغم من أن هذا لا يعبر عن الأمر بشكل كامل. سيكون لبّ النجم النيتروني كثيفاً جداً، بحيث إنّ ملعقة من المادة منه ستزن 90 بليون كيلوغرام. ملعقة! ولكن كان هناك أكثر. أدرك زويكي أنه بعد انهيار نجم كهذا سيكون هناك كمية كبيرة من الطاقة المتبقية، ما يكفي لإحداث الانفجار الأكبر في الكون. وقد دعا هذه الانفجارات الناجمة المستشعرات الضوئية. ستكون الأحداث الأكبر في الخلق.

نشرت مجلة (فيزيكال ريفيو) في 15 كانون الثاني 1934 خلاصة موجزة لمحاضرة ألقاها (زويكي وبادي) الشهر الماضي في جامعة ستانفورد. وبالرغم من إيجازه الشديد فقرة واحدة من 24 سطراً احتوى الملخّص على كمية ضخمة من العلم الجديد: قدم الإشارة الأولى إلى المستشعرات الضوئية والنجوم النيترونية؛ شارحاً بنحو مقنع طريقة تشكّلها؛ وحاسباً بدقة وزن انفجارها؛ وكنوع من العلاوة الختامية، ربط انفجارات المستشعرات الضوئية بإنتاج ظاهرة ملغزة جديدة تُدعى الأشعة الكونية التي عُثر عليها أخيراً متدفقة عبر الكون. كانت هذه الأفكار ثورية، هذا إذا قلنا: أقل شيء. ولن يُؤكد وجود النجوم النيترونية إلا بعد مضي أربعة وثلاثين عاماً. إن فكرة الأشعة الكونية لم تُؤكد بعد، بالرغم من أنها اعتُبرت قابلة للتصديق. كان الملخّص، كما قال عالم الفيزياء الفلكية في مؤسسة كاليفورنيا للتكنولوجيا (كيب.س. ثورن): «إحدى الوثائق الأكثر علماً بالغيب في تاريخ الفيزياء وعلم الفلك».

والمهم في الأمر أن زويكي لم يكن يفهم لماذا سيحدث أي من هذا. فبحسب ثورن: «لم يكن يفهم قوانين الفيزياء بما يكفي كي يكون قادراً على إثبات أفكاره». كانت موهبة زويكي خاصة بالأفكار الكبيرة. وقد تُرك آخرون كبادي مثلاً للقيام بالعمليات الرياضية.

كان (زويكـي) أول مـن عرف أيضاً أنه لم يكن هنـاك تقريباً كتلة مرئية كافية في الكـون لحمل المجرات معاً، وأنه لا بد أن هناك تأثير جاذبية آخر، وهو ما نسميه الآن بالمادة السوداء. وكان الشيء الذي لم يتمكن من رؤيته هو أنه إذا تقلص نجم نيتروني بمـا يكفي، فإنـه سيصبح كثيفاً جداً بحيـث إنّ الضوء نفسـه لا يستطيع أن ينجو من دفعـه الجاذبي الهائل. ستحصلون على ثقـب أسود. ولسوء الحظ، كان معظم زملاء زويكـي يزدرونه بحيـث إنّ أفكاره لم تشـد انتباه أحد. وحين انتبـه روبرت أوبنهايمر العظيم بعد خمس سنوات إلى النجوم النيترونية في محاضرة تُعد معلماً، لم يقم بأي إشـارة إلى عمل زويكي، بالرغم من أن زويكـي اشتغل لسنوات على المشكلة نفسها في مكتب في أسفل الردهة. لم تجذب استنتاجات زويكي حول المادة السوداء انتباهاً جاداً إلا بعد أربعة عقود تقريباً. نستطيع الافتراض فحسب أنه قام بكثير من تمارين الدفع الصاعد في تلك المدة.

من المفاجئ أن قليلاً من الكون مرئي لنا حين نرفع رؤوسنا إلى السماء. ليس بوسع العين المجردة أن ترى إلا ستة آلاف نجم من الأرض، ويمكن رؤية ألفي نجم فقط من أي بقعـة واحدة. وبمنظار ثنائي العين، فـإن عدد النجوم التي يمكن أن تشاهدها من موقـع واحد يرتفـع إلى الخمسين ألف، وبتلسكوب صغير يبلغ طوله 2 إنش يقفز العدد إلى ثـلاث مئة ألف. وبالتلسكوب الذي يبلـغ طوله 16 إنشاً - كالذي يستخدمه إيفانز - تبـدأ بالعد لا بالنجوم وإنما بالمجرّات. ويفترضـ إيفانز أنه يستطيع أن يشاهد من مصطبتـه بين خمسين ألفاً ومئة ألف مجـرة، وكل منها تحتوي على عشرات البلايين من النجوم. وهذه بالطبع أرقام ضخمة، ولكن حتى بكثير من الذي تشتمل عليه، فإن المستشعـرات الضوئيـة نادرة. يمكن أن يشتعل النجم لبلايـين السنين، ولكنه ينطفئ مرة واحدة وبسرعة، ولا تنفجر إلا بعض النجوم المطفأة. ويتلاشى كثير منها بهدوء، علـى غرار نار معسكر في الفجـر. وفي مجرة عادية، تتألّف من مئـة بليون نجم، فإن معـدل حـدوث المستشعر الضوئي هو مرة في كل مئتـين أو ثلاث مئة سنة. كان البحث عـن المستشعر الضوئي يشبه قليلاً الوقوف على منصـة مرصد مبنى الإمباير ستيت بتلسكوب، والنظر إلى النوافذ في منهاتن آملين العثور مثلاً، على شخص يشعل شموع كعكة عيد ميلاده الواحد والعشرين.

وهكذا حين اتصل وزير معسول الكلام وحالم وسأل إن كانت لدى الجمعية الفلكية أي خرائط ميدانية مفيدة لاصطياد المستشعرات الضوئية؟ اعتقد أعضاؤها أنه مجنون. وفي الوقت الذي كان فيه لدى إيفانز تلسكوب طوله 10 إنشات، وهذا حجم كبير جداً للتحديق الناضج بالنجوم، ولكنه ليس النوع الذي يمكن القيام به ببحث جدي في الكوزمولوجيا، كان يقترح العثور على إحدى ظواهر الكون الأكثر ندرة. ففي تاريخ علم الفلك كله – وقبل أن يبدأ إيفانز النظر عام 1980 – اكتُشف أقل من ستين مستشعراً ضوئياً. (حين زرته، في آب 2001، كان قد سجّل لتوّه اكتشافه الرابع والثلاثين، وتبعه الخامس والثلاثون بعد ثلاثة أشهر، ثم تبعه السادس والثلاثون في أوائل 2003).

كان لإيفانز بعض الميّزات على أي حال. إن معظم الراصدين – هم على غرار معظم الناس عامة – موجودون في نصف الكرة الشمالي وهكذا كان لديه كثير من السماء، وخاصة في البداية. كان لدى إيفانز سرعة أيضاً وذاكرة خارقة للطبيعة. إن التلسكوبات الضخمة ثقيلة ويستهلكُ معظم وقتها العملياتي نقلُها إلى الموقع المناسب. يستطيع إيفانز أن يؤرجح تلسكوبه الصغير الذي يبلغ طوله 16 إنشاً ويدورّه كما في قتال المهارشة القريب، ولا يمضي أكثر من ثانيتين في أي نقطة معيّنة في السماء. من ثَمَّ، ربما يستطيع أن يرى أربع مئة مجرة في المساء بينما سيكون تلسكوب مهني محظوظاً إذا شاهد خمسين أو ستين.

إن البحث عن المستشعرات الضوئية هو تقريباً طريقة لعدم العثور عليها. فمن عام 1980 إلى 1996 حقق معدّل اكتشافين في العام، وهذه ليست مكافأة كبيرة مقابل التحديق المتواصل لمئات من الليالي. مرة حقق ثلاثة اكتشافات في خمسة عشر يوماً، ولكنه أمضى في وقت آخر ثلاث سنوات دون تحقيق أي شيء.

قال: «هناك بالفعل قيمة معيّنة في عدم العثور على أي شيء. هذا يساعد علماء الكوزمولوجيا على معرفة معدل سرعة نشوء المجرات. إنه إحدى المجالات النادرة حيث غياب الدليل هو دليل».

وعلى طاولة إلى جانب التلسكوب كانت أكداس الصور والأوراق المتعلقة بأبحاثه، وقد أراني بعضها. إذا حدث ونظرتم إلى المنشورات الفلكية الشعبية - ويجب أن تفعلوا هذا أحياناً - ستعرفون أنها مليئة بصور ضوئية ملوّنة للسديم البعيد وأمور أخرى مشابهة: سحابات من الضوء السماوي ذات جمال خارق ومؤثر. إلا أن صور (إيفانز) العاملة ليست مثل هذه. إنها مجرد صور غائمة بالأبيض والأسود بنقاط صغيرة من التألق الذي كالهالة. مرة أراني صورة حشد من النجوم ذات وهج ضعيف كان عليّ أن أقرّبها من عينيّ كي أميّزها. قال لي إيفانز: إن هذا كان نجماً في كوكبة تُدعى فورناكس من مجرة يسميّها علم الفلك باسم إن جي سي 1365 (ويعني اختصار إن جي سي الكتالوج الجديد العام)، حيث سُجّلت هذه الأمور. كان مرة كتاباً ثقيلاً على مكتب أحدهم في دبلن؛ أما اليوم - من النافل القول - إنه قاعدة معطيات). سافر الضوء من الانطفاء المدهش لهذا النجم الميت عبر الفضاء طوال ستين مليون عام دون توقّف، حتى وصل في إحدى الليالي في آب 2001 إلى الأرض في شكل وميض متوهج، أو تألّق باهت، في سماء الليل. كان روبرت إيفانز هو الذي حدّده من على رابيته التي تفوح بشذى اليوكالبتوس.

قال إيفانز: «هناك شيء ما مُرضٍ - على ما أعتقد - حيال فكرة سفر الضوء لملايين الأعوام عبر الفضاء وتماماً في اللحظة المناسبة، التي يصل فيها إلى الأرض ينظر المرء إلى القطعة المناسبة من السماء ويراه. إن حدثاً بهذه الأهمية يجب أن يُشاهد».

إن المستشعرات الضوئية تفعل أكثر بكثير من مجرّد منح إحساس بالدهشة. فهي تأتي في أنماط عدّة (اكتشف أحدها إيفانز)، ومن بين هذه الأنماط، هناك واحد، يُعرف باسم المستشعر الضوئي إيا Ia، وهو مهم لعلم الفلك لأن هذه المستشعرات الضوئية تنفجر دوماً بالطريقة نفسها، وبالكتلة الحساسة نفسها. لهذا السبب يمكن استخدامها كـ (شموع عادية)، وكمقاييس يمكن قياس التألّق بها (ومن ثَمَّ المسافة النسبية) للنجوم الأخرى، ومن ثَمَّ قياس نسبة تمدّد الكون.

في سنة 1987 انطلق سول بيرلمتر من مختبر لورنس بيركلي في كاليفورنيا - الذي كان بحاجة إلى اكتشاف مستشعرات ضوئية Ia أكثر من التي كانت تقدمها عمليات

الرصد – للعثور على طريقة أكثر منهجية في البحث عنها. اخترع بيرلمتر نظاماً رائعاً مستخدماً كمبيوترات متطورّة وأدوات مضاعفة الشحن وكاميرات رقمية جيدة حقاً. أتمّتَ البحث عن المستشعرات الضوئية. تستطيع التلسكوبات الآن أن تلتقط آلاف الصور وتجعل الكمبيوتر يفحص البقع الواشية، التي تحدد انفجار مستشعر ضوئي. وفي غضون خمس سنوات – وبسبب التقنية الجديدة – اكتشف بيرلمتر وزملاؤه في بيركلي اثنين وأربعين مستشعراً ضوئياً. والآن يكتشف حتى الهواة المستشعرات الضوئية بأدوات مضاعفة الشحن. «تستطيع أن توجّه التلسكوب بواسطة CDDs إلى السماء، وتذهب إلى مشاهدة التلفزيون»، قال إيفانز بإحساس بالمقت: «لقد جردت هذه الأدوات الأمر من الرومانس».

سألته إن كان قد أُغري كي يتبنى التكنولوجيا الجديدة فقال: «كلا. أنا أستمتع بطريقتي كثيراً. بالإضافة إلى ذلك» هزّ رأسه مشيراً إلى صورة مستشعره الضوئي الأخير وابتسم: «ما أزال أستطيع التغلب عليها أحياناً».

إن السؤال الذي يطرح نفسه بنحو طبيعي هو: كيف سيكون الأمر إذا انفجر النجم في منطقة قريبة؟ إن جارنا النجمي الأقرب – كما رأينا – هو القنطورس الألفاوي؛ وهو على بعد 4,3 سنوات ضوئية. وقد تخيّلت أنه لو تم انفجار هناك فإنه سيكون لدينا 4,3 سنوات لمشاهدة ضوء هذا الحدث الرائع ينتشر عبر السماء، وكأنه ينسكب من علبة عملاقة. كيف سيكون الأمر لو كان لدينا أربع سنوات وأربعة أشهر لمراقبة قدر لا يمكن النجاة منه يتقدم نحونا، عارفين أنه حين يصل في النهاية فإنه سينفجر نازعاً جلودنا عن عظامنا؟ هل سيظل الناس يذهبون إلى العمل؟ هل سيزرع الفلاّحون المحاصيل؟ هل سيرسلها أحد إلى الحوانيت؟

بعد أسابيع – في بلدة في نيومها مشير حيث كنت أعيش حينها – طرحت هذه الأسئلة على جون ثورستنسن، عالم الفلك في كلية دارتماوث. قال ضاحكاً: «آه، كلا، إن أنباء أحداث كهذه تسافر بسرعة الضوء، وهكذا يفعل الدمار، وهكذا ستعرف عنه وتموت منه في اللحظة نفسها. ولكن لا تقلق، لأنها لن تحدث».

كي يقتلك انفجار المستشعر الضوئي - كما قال - يجب أن تكون «قريباً» عشرة أعوام ضوئيــة أو ما يقارب ذلك. «سيكون الخطر أنواعاً متعددة من الإشعاع: أشعة كونية أو إلى ما هنالك». ستُنتج هذه أشفاقاً خرافية، وستائر متألقة من الضوء الشبحي تغمر السمــاء. لن يكون هذا أمــراً جيداً. إن أي شيء قوي بما يكفي كي يصنع مشهداً كهذا سيفجّر الغــلاف المغنطيسي، المنطقة المغناطيسية المرتفعة فــوق الأرض التي تحمينا عادة من الأشعة فوق البنفسجية وهجمات كونية أخرى. فمن دون الغلاف المغنطيسي فــإن أي شخصــ غير محظوظ يخطو في ضوء الشمس، سيتخــذ بسرعة مظهر قطعة بيتزا مطبوخة أكثر من اللازم.

إن السبب الذي يجعلنا واثقين بشكل عقلياً من أن حدثاً كهذا لن يحدث في زاويتنا مــن المجــرة - كما قال ثورستنسن - هــو أن الأمر يتطلب نوعاً معينــاً من النجوم كي يصنــع مستشعــراً ضوئياً في البداية. ويجب أن يكون النجــم المرشّح أكبر من شمسنا مــن عشر إلى عشرين مرة، و«ليس لدينا أي شيء بهذا الحجم اللازم قريب إلى هذا الحــد. فالكون كبير جداً بنحــو رحيم». أضاف أن المرشّح المحتمــل الأكبر، هو مَنْكِبُ الجــوزاء*، الذي أوحت فرقعاته المتنوّعة لسنــوات بأن شيئاً ما غير مستقر بنحو غير ممتع يجري هناك. ولكن منكب الجوزاء هو على بعد خمسين ألف سنة ضوئية.

كانــت المستشعرات الضوئيــة قريبة بما يكفي كي تكون مرئيــة للعين المجردة ست مــرات في التاريخ المــدوّن فحسب. كانت إحداهــا انفجاراً حدث في سنــة 1051 أنشأ ســديم السرطــان. حدث الانفجار الآخــر في 1604 وجعل نجماً متألقــاً بما يكفي كي يُــرى بالعين المجردة لأكثر من ثلاثة أسابيــع. وكان الأحدث بينها في 1987، حين شعّ مستشعر ضوئي في منطقة من الكون تُعرف باسم سحابة ماجلّان** الضخمة، ولكن هــذا نادراً مــا كان مرئياً وكان يُشاهــد في نصف الكرة الجنوبي فحســب، وكان آمناً بنحو مريح لأنه يبعد 169,000 سنة ضوئية.

---

* نجمٌ عملاق يُعدّ أكبر نجوم كوكبة الجبّار أو الجوزاء. المترجم.

** إحدى مجرتين تعدّان أقرب المجرات إلى الطريق اللبنية وتبدوان على شكل قطع سحاب وضّاءة. المترجم.

إن المستشعـرات الضوئية مهمة لنا بطريقة أخرى محورية حاسمة. فمن دونها لن نكـون هنا. تتذكرون اللغز الكـوني الذي أنهينا به الفصـل الأول: أن الانفجار الكوني أنشـأ كثـيراً من الغازات الخفيفـة لكنه لم ينتج عناصر ثقيلة. جـاءت هذه فيما بعد، ولكـن لم يستطع أحد لوقت طويل جداً أن يستنتج كيف جاءت فيما بعد. كانت المشكلة أنـك تحتـاج إلى شيء ما حار فعلاً أكـثر حرارة حتى من أكثر النجـوم حرارة لتوليد الكربـون والحديـد والعناصر الأخرى، التي من دونها سنكـون لاماديين بنحو مكرب. قدمـت المستشعـرات الضوئية الشرح، وكان الذي استنتج ذلـك هو عالم كوزمولوجيا إنكليزي متوحد على غرار فريتز زويكي.

كان رجـلاً من يوركشير يُدعـى فريد هويل. وهويل، الذي وافته المنية في سنة 2001، ووُصف في نعوته المنشورة في مجلة نيتشر بأنه «عالم كوزمولوجيا و بارع في الجدل»، وكان فعلاً يمتلك هاتين الصفتين. كان – بحسب نعوة مجلة نيتشر – «متورطاً في الجدل معظم حياته»، و«ذيّل اسمه على كثير من القمامة». زعم على سبيل المثال، ودون إيراد دليل – أن المستحاثات الموجودة في متحف العلـوم الطبيعية لطائر الأركيوبتركس* هي مزوّرة على غرار خدعة بلتداون (الإنسان القبتاريخي)، مسبّباً كثيراً من السخط لعلماء الإحاثة في المتحف، الذين اضطروا إلى قضاء أيام للرد على مكالمات هاتفية من صحفيين في أنحاء العالم كله. اعتقد أيضاً أن الفضاء لم يمنح الأرض الحياة فقط وإنما كثير من أمراضها مثـل الأنفلونزا والطاعون الدّبْليّ، وقال مرة إن البشر طوّروا أنوفاً ناتئة بوجود المنخرين في الأسفل لتكون طريقةً لمنع سقوط البكتيريا الكونية فيها.

كان هـو من نحـت مصطلح الانفجار الكـوني، في لحظة مزاح، لمذيـع إذاعة في 1952. وقـد قـال إنه لا شيء في فهمنا للفيزياء يمكـن أن يفسّر لماذا كل شيء، جُمع إلى نقطة، وسيبدأ فجأة وبنحو درامي بالتمدد. وقد فضّل نظرية الحالة المستقرّة** التـي فيها يتمدد الكون باستمـرار، ويخلق باستمرار مادة جديـدة فيما هو ينطلق. أدرك هويل أيضاً أنه لو أن النجوم انفجرت داخلياً فإنها ستحرر كميات ضخمة من

* طائر بدائي منقرض يُعتقد أنه تطوّر عن إحدى الزواحف. المترجم.

** نظرية في علم الفلك تقول بأن الكون هو أبداً في حالة مستقرة، وأن ما يُعرف بـ «تمدّد الكون» يعوّضه خلق للمادة مستمر من غير انقطاع. المترجم

الحـرارة، 100 مليون درجة أو أكثر، ما يكفي للبـدء بتوليد العناصر الأكثر ثقلاً في عملية تُعرف باسم التركيب النواتي. وحين كان يعمل مع آخرين في سنة 1957 أظهر هويل كيف تم تشكيل العناصـر الأكثر ثقلاً في انفجارات المستشعرات الضوئية. من أجل هذا العمل، مُنح أحد معاونيه، وهو دبليو. إي. فاولر جائزة نوبل. ومن العار أن هويل لم يحصل عليها.

تقـول نظرية هويل: إن انفجار النجم سيولّد ما يكفي من الحرارة كي ينشئ جميع العناصر، وينشرها في الكـون حيث ستشكّل سحابات غازية الأداة (البينجمية)، كما تعرف التي يمكن في النهاية أن تتّحد في منظومات شمسية جديدة. وبولادة النظريات الجديدة صار من الممكن أخيراً إنشاء سيناريوهات قابلة للتصديق عند كيفية ذهابنا إلى هناك. ما نعتقد الآن أننا نعرفه هو الآتي:

منذ نحو 4,6 بليون سنة تراكمت دوامة من الغاز والغبار عرضها 24 بليون كيلومتر في الفضاء، حيث نحن الآن وبدأت تتكتّل. والواقع أن 99,9% من كتلة المنظومة الشمسية ذهـب لصناعة الشمس. ومن المادة العائمة التي بقيت سبحت حبتان صغيرتان جداً، واقتربتـا من بعضهما بما يكفي، واندمجتا بفعل قوى شحنات كهربائية ساكنة. كانت هـذه لحظة بداية كوكبنـا. كان الشيء نفسه يحدث في كل أنحـاء المنظومة الشمسية غـير المكتملة. فقد شَكلـت حبّات الرمل المتصادمة كتلاً أكـبر فأكبر. كبرت الكتل في النهايـة بما يكفي كي تُدعـى كويكبات. وفيما كانت هذه تتقافـز وتتصادم بلا نهاية، تشظّـت أو انشقـت أو مُزجت من جديد في تبـدّلات عشوائية لا نهاية لها، ولكن في كل لقـاء كان هنـاك رابح، ونما بعض الرابحين بما يكفي، كي يهيمنـوا على المدار الذي كانوا يسافرون حوله.

مـن اللافـت أن كل هـذا حدث بسرعـة. واعتُقـد أن النمو من عنقـود صغير من الحبيبـات إلى كوكـب طفل بعرض مئات الكيلومـترات، لم يستغرق أكـثر من بضعة عشـرات الآلاف مـن الأعـوام. وفي غضـون 200 مليون عـام أو أقل، شُكّلـتْ الأرض، بالرغـم من أنها كانت ما تزال ذائبة وخاضعة لقصف مستمرّ من الحطام الذي كان يطوف حولها.

عند هـذه النقطة، ومنذ نحو 4,4 بليون عام، اصطدم جرم بحجم المريّخ بالأرض مفجّـراً ما يكفي من المادّة لتشكيـل كوكب مرافق هو القمر. وفي غضون أسابيع – كما اعتُقـد – أعادت المادة المقذوفة تجميع نفسها ككتلة واحـدة، وفي غضون سنة تحوّلت إلى الصخـرة الكوكبيّـة التي ترافقنا حتى الآن. إن معظم المادة القمرية جاءت – كما يُظـن – مـن قشرة الأرض، وليس من لبّها، ولهذا السبب ليس في القمر سوى قليل من الحديد بينما لدينا كثير. وبالمصادفة، غالباً ما قُدّمتْ النظرية بوصفها نظرية حديثة، ولكن في الحقيقة كان أول من أبدعها في الأربعينيات ريجينال دالي من هارفارد.

حـين كانت الأرض في ثلـث حجمها النهائي، كانت قد بدأت علـى الأرجح بتشكيل كوكـب، معظمه من ثاني أكسيد الكربـون والنتروجين والميثان والكبريت. لم يكن هذا نـوع المادة التي سترتبط بالحياة، ومع ذلـك تشكّلت الحياة من هذه اليخنة المزعجة. إن ثاني أكسيد الكربون هو غاز يحافظ على الحرارة. كان هذا شيئاً جيداً؛ لأن الشمس كانت بنحو ملحوظ أكثر بهوتاً آنذاك. فلو لم نحصل على فائدة أثر المخضرة الدفينة* لكانت الأرض قـد تجمّدت باستمرار، ولما حصلت الحياة أبداً على موطئ قدم. ولكن الحياة فعلت ذلك نوعاً ما.

وفي الأعـوام الخمسـ مئة مليـون الآتية ظلـت النيازك والشهـب وحطام مجرات أخـرى تحيط بالأرضـ الفتية بشكل لا يلين، أحضرت المياه لمـلء المحيطات والمركّبات الضروريـة للتشكل الناجح للحياة. كانت بيئة معادية جـداً، ومع ذلك واصلت الحياة نموّها. انتفضت سلة صغيرة من المواد الكيماوية وصارت حية. كنا في طريقنا.

بعـد أربعـة بلايين سنة، بدأ البشـر يتساءلون كيف حدث كل هـذا. وهذا موضوع قصتنا الآتية.

* أثر غلاف الأرض الجويّ في الاحتفاظ بحرارة الشمس.