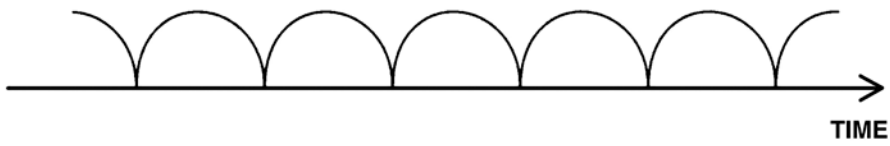
عوالم بلا نهاية

الأفكار التي درسناها في نهاية الفصل السابق ليست الاحتمالات الوحيدة التي خضعت للنقاش في البحث عن طريقة لتفادي موت الكون. فعندما ألقي محاضرة حول نهاية الكون، يسألني البعض عادة عن النموذج الدوري. وإليكم الفكرة: يتوسع الكون إلى حجم أقصى، ثم يتقلص إلى انسحاق كبير، ولكن، بدلاً من أن يزيل نفسه كلياً، فإنه «يثب» ويركب متن دورة أخرى من التوسع والتقلص (انظر الصورة 11-1). ويمكن أن تتواصل هذه العملية إلى الأبد، وهي حالة لا يكون للكون فيها بداية أو نهاية، على الرغم من أن كل دورة مستقلة تتسم ببداية ونهاية مميزتين. إنها نظرية تروق، بشكل خاص، للناس الذين تأثروا بالميثولوجيا الهندوسية والبوذية، التي تصور، على نحو بارز، دورات الولادة والموت، أي الإبداع والتدمير.



الصورة 11-1: نموذج كون دوري. ينبض الكون في الحجم بطريقة دورية بين حالات كثيفة جداً وحالات متوسعة. تبدأ كل دورة بانفجار كبير وتنتهي بانسحاق كبير، وتكون متماثلة تقريباً في الزمن.

لقد أجملت سيناريوهين علميين مختلفين جداً لنهاية الكون. وكل منهما مزعج بطريقته الخاصة. فتوقع أن يزيل الكون نفسه كلياً في انسحاق كبير أمر مرعب، مع ذلك، إن هذا الحادث يمكن أن يترصد في المستقبل البعيد. ومن ناحية أخرى، إن كوناً

يدوم زمناً لامتناهياً في حالة فراغ كئيب بعد أمد من النشاط الرائع يسبب اكتئاباً عميقاً في النفس. وحقيقة أن كل نموذج ربما يؤهل الكائنات المتفوقة لإحراز قدرة لامحدودة في معالجة المعلومات قد تبدو عزاء بارداً بالنسبة لبني الإنسان المتحمسون من أمثالنا.

تكمن جاذبية النموذج الدوري في أنه يتفادى شبح الفناء التام، من دون أن يستبدله بسرمدية الانحلال والبلى. ولتفادي عبثية تكرار لانهائي، يجب أن تكون الدورات مختلفة إلى حد ما عن بعضها بعضاً. وفي نسخة شائعة للنظرية، تنشأ كل دورة جديدة كالعنقاء من ميتة عنيفة لسابقتها. فتُطوَر، من هذه الحالة البدائية، منظومات وبنىً جديدة وتستكشف جِدَّتَها الخاصة الأنيقة قبل أن يُمسَح اللوح مرة أخرى بانسحاق كبير تالٍ.

على الرغم مما يبدو من جاذبية هذه النظرية، فإنها، لسوء الحظ، تعاني من مشكلات فيزيائية خطيرة. واحدة منها هي تحديد عملية معقولة تسمح لكون ينهار أن يثب بكثافة عالية جداً بدلاً من أن يمحق نفسه في انسحاق كبير. ويجب أن يكون هناك نوع من قوة مضادة للجاذبية تصبح كبيرة إلى حد ساحق في المراحل الأخيرة للانهيار لكي تعكس زخم الانفجار وتقاوم قوة السحق المرعبة للجاذبية. لا نعرف قوة كهذه في الوقت الحاضر، وفي حال وجودها، فإن خواصها لا بد أن تكون غريبة جداً.

قد يذكر القارئ أن هذه القوة المنفِّرة المقتدرة على وجه الدقة افترضتها نظرية التضخم في الانفجار الكبير. مع ذلك، يجب أن نتذكر أن حالة الخواء المثار التي تولِّد القوة التضخمية غير مستقرة إلى حد بعيد، وسرعان ما تتلاشى. ومع أنه يمكن تخيل أن الكون الوليد، البسيط، الصغير جداً يجب أن يكون نشأ في مثل هذه الحالة غير المستقرة، فإن الافتراض بأن كوناً يتقلص من حالة عيانية معقدة يمكن أن يحتال لاستعادة الحالة الخوائية المثارة في كل مكان مسألة مختلفة تماماً. هذه الحالة تشبه موازنة قلم رصاص على رأسه. فالقلم سرعان ما ينقلب؛ وذلك سهل. وأصعب منه إلقاء القلم على رأسه من جديد.

حتى على فرض أنه يمكن تطويق هذه المشكلات بطريقة ما، فإن فكرة الكون الدوري ستبقى مترافقة بصعوبات خطيرة. وقد درسنا واحدة من تلك الصعوبات في الفصل الثاني. تتعرض المنظومات إلى عمليات لاعكوسة تتقدم بسرعة محدودة تميل

إلى الاقتراب من حالتها النهائية بعد فترة زمنية محدودة. هذه هو المبدأ الذي أدى إلى نبوءة الموت الحراري الشامل في القرن العشرين. ولكن إدخال الدورات الكونية لم يتغلب على هذه الصعوبة. يمكن مقارنة الكون بساعة تتوقف ببطء. فهو في النهاية سيتوقف حتماً ما لم يتم، بطريقة ما، «تعبئة الزنبرك»(*). ولكن ما الآلية التي يمكن أن تعبئ من جديد زنبرك الساعة الكونية من دون أن تخضع نفسها لتغيير لاعكوس؟

يبدو طور انهيار الكون، لأول وهلة، كعكس للعمليات الفيزيائية التي حدثت في طور التوسع. تنشد المجرات المتناثرة إلى بعضها بعضاً، ويتسخن الإشعاع الخلفي البارد من جديد، ومرة أخرى، تتفكك العناصر المركبة إلى سحاب كثيف من جسيمات عنصرية. فحالة الكون مباشرة قبل الانسحاق الكبير تشبه، إلى حد كبير، حالته بعد الانفجار الكبير مباشرة. ولكن انطباع التماثل سطحي فقط. ونتوصل إلى دليل من حقيقة أن الفلكيين الذين يعيشون في زمن الانعكاس سيستمرون، عندما ينقلب التوسع إلى تقلص، في رؤية المجرات البعيدة تتراجع عدة بلايين من السنين. ويبدو لهم الكون كأنه ما يزال يتوسع، على الرغم من أنه يتقلص في الواقع. تعزى هذه الصورة الخادعة إلى التباطؤ في الظهور الذي تسببه السرعة المحدودة للضوء.

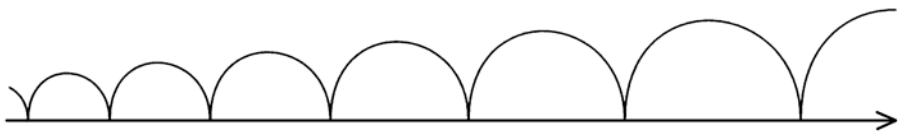
في الثلاثينيات أظهر الكوزمولوجي ريتشارد تولمان كيف يخرب هذا التباطؤ التماثل الظاهري للكون الدوري. والسبب بسيط. يبدأ الكون بقدر وافر من الإشعاع الحراري المتخلف من الانفجار الكبير. وبمرور الزمن، يزيد ضوء النجوم هذا الإشعاع، حتى أنه بعد بضعة بلايين من السنين سيكون هناك من الطاقة في ضوء النجوم المتراكم الذي يغزو الفضاء بقدر ما يوجد في الحرارة الخلفية. هذا يعني أن الكون يقترب من الانسحاق الكبير بطاقة إشعاعية تنتشر في كل مكان منه أكبر بكثير مما كانت عليه الحال مباشرة بعد الانفجار الكبير، ولهذا، عندما يتقلص الكون في النهاية إلى الكثافة نفسها التي هو عليها اليوم، فإنه سيكون أعلى حرارة إلى حد ما.

محتوى مادة الكون هو الذي يدفع ثمن الطاقة الحرارية الإضافية، وذلك بواسطة معادلة أينشتاين: طاقة = كتلة × مربع سرعة الضوء. ويتم داخل النجوم التي تنتج الطاقة

* كناية عن الشحن بالطاقة. - المترجم.

الحرارية معالجة عناصر الضوء، كالهيدروجين، إلى عناصر ثقيلة كالحديد. فنواة الحديد تحتوي، بصورة طبيعية، ستة وعشرين بروتوناً وثلاثين نيوتروناً. ولذلك، يمكن الافتراض أن كتلة نواة كهذه يجب أن تتكون من ستة وعشرين بروتوناً وثلاثين نيوتروناً، ولكنها ليست كذلك. فالنواة المتجمعة أخف بحوالي 1% من مجموع كتل الجسيمات المستقلة. والكتلة «الضائعة» تفسرها طاقة الربط الكبيرة التي تنتجها القوة النووية الضخمة؛ وتُحرَّر الكتلة الممثلة بهذه الطاقة لدفع ثمن ضوء النجوم.

ونتيجة كل هذا هي نقل صافٍ للطاقة من المادة إلى الإشعاع. ولهذا تأثير مهم على الطريقة التي يتقلص فيها الكون، لأن الجذب الثقالي للإشعاع يختلف تماماً عن الجذب الثقالي عن مادة لها طاقة الكتلة نفسها. أظهر تولمان أن الإشعاع الإضافي في طور التقلص يسبب انهيار الكون بسرعة أكبر. وإذا قُدِّر، بوسيلة ما، للكون أن يظهر، عندئذٍ سينبثق متوسعاً بسرعة كبيرة أيضاً. وبمعنى آخر، سيتوسع الكون إلى حجم أكبر مع كل دورة جديدة، وبالتالي، ستصبح الدورات تدريجياً أكبر وأطول (انظر الصورة 11-2).



الصورة 11-2: عمليات عكوسة تجعل الدورات الكوزمولوجية تنمو وتنمو، وبالتالي، تخرب الدوروية الحقيقية.

النمو اللاعكوس للدورات الكونية ليس سراً. فهو مثال لنتائج لا مفر منها للقانون الثاني للديناميات الحرارية. فتراكم الإشعاع يمثل نمو الاعتلاج، الذي يتظاهر ثقالياً على شكل دورات أكبر وأكبر. ولكنه يضع نهاية لفكرة الدوروية الحقيقية: من الواضح أن الكون يتطور بمرور الزمن. فتتعاقب الدورات باتجاه الماضي على نحو متصل إلى بداية معقدة ومشوشة، أما الدورات المستقبلية فتتوسع من دون قيد، إلى أن تصبح طويلة جداً حتى أنه لا يمكن، في أغلب الأحوال، تمييز دورة معلومة من سيناريو نماذج التوسع الدائم.

منذ عمل تولمان، كان بمقدور الكوزمولوجيين تحديد عمليات أخرى فيزيائية تدحض تماثل طوري التوسع والتقلص في كل دورة. والمثال على ذلك هو تشكُّل الثقوب السوداء. ففي الصورة النموذجية يبدأ الكون بدون ثقوب سوداء، ولكن، بمرور الزمن، يسبب انهيار النجوم والعمليات الأخرى تشكُّل ثقوب سوداء. ويظهر المزيد والمزيد من هذه الثقوب مع تطور المجرات. وخلال المراحل الأخيرة من الانهيار، سيعمل الانضغاط على تشجيع تكوُّن المزيد من الثقوب. ويمكن أن تندمج بعض الثقوب السوداء فتشكل ثقوباً أكبر. ولذلك يكون التنظيم الثقالي للكون قرب الانسحاق الكبير أكثر تعقيداً بكثير - في الواقع، أكثر ثقوباً على نحو مميز - مما كان عليه قرب الانفجار الكبير. فإذا كان على الكون أن يثب، فإن الدورة التالية سوف تبدأ بثقوب سوداء أكثر بكثير من الدورة الحالية.

ويبدو أنه لا خلاص من نتيجة أن أي كون دوري يسمح بانتشار بُنىً ومنظومات فيزيائية من دورة إلى دورة تالية لن يتفادى التأثيرات الانحلالية للقانون الثاني للدينميات الحرارية. وسيبقى هناك موت حراري. هناك طريقة واحدة لتفادي هذه النتيجة الكئيبة هي افتراض أن الشروط الفيزيائية في الوثبة شديدة جداً إلى درجة لا يمكن معها لمعلومات حول الدورات السابقة أن تصل إلى التالية. فقد دُمِّرَت كافة الأجسام الفيزيائية السابقة، ومُحِقَت جميع التأثيرات. وفي الواقع، يولد الكون من جديد من نقطة البدء، بكل ما في هذه العبارة من معنى.

مع ذلك، يصعب أن ندرك مدى الجاذبية التي تتمتع بها هذه النماذج. فإذا انفصلت كل دورة فيزيائياً عن الدورات الأخرى، فما معنى القول إن الدورات تعقب بعضها بعضاً، أو تمثل الكون نفسه الصامد بطريقة ما؟ الدورات تميز بفعالية أكواناً منفصلة، ويمكن القول أيضاً إنها توجد متوازية بدلاً من متسلسلة. تذكر هذه الحالة بعقيدة التناسخ، التي بموجبها لا يحمل الشخص الذي يولد مرة أخرى ذاكرة لأساليب الحياة السابقة. فبأي معنى يمكن لأحدنا أن يقول إن الشخص نفسه تجسد من جديد؟

وهناك احتمال آخر هو أن القانون الثاني للدينميات الحرارية يُخرَق بطريقة ما، إلى الحد الذي تعاد معه «تعبئة الساعة». ماذا لو لم يحدث الخراب الذي يسببه القانون الثاني؟ دعونا نضرب مثالاً بسيطاً للقانون الثاني أثناء تأثيره: ليكن تبخر العطر من

زجاجة. عكس الأقدار بالنسبة للعطر استلزم مؤامرة جبارة للتنظيم، أعيد فيها كل جزيء من العطر في أنحاء الغرفة إلى الزجاجة. يجب تمثيل «الفيلم» بالعكس. نحن نكتسب التمييز بين الماضي والمستقبل - سهم الزمن - من القانون الثاني للديناميات الحرارية. ولهذا، فإن خرق هذا القانون يعادل عكس الزمن.

لا ريب في أن الافتراض أن الزمن ينعكس ببساطة عندما تُسمَع قرقعة القدر المشؤوم ليس أكثر من محاولة تافهة إلى حد ما للتملص من الموت الكوني. عندما يصبح التقدم شاقاً، ما علينا سوى أن نحول الفلم الكوني الكبير باتجاه عكسي! وعلى الرغم من ذلك، فقد استساغ الفكرة بعض الكوزمولوجيين. ففي الستينيات، رأى عالم الفيزياء الفلكية توماس غولد أن الزمن يمكن أن يجري إلى الوراء في طور التقلص لكون يتقلص من جديد. ويشير إلى أن هذا الانعكاس يتضمن وظائف دماغية لأية كائنات موجودة في حدود ذلك الزمن، وهكذا، تعمل لعكس إحساسها الذاتي بالزمن. ولذلك، لن يرى السكان في طور التقلص كل شيء حولهم «يجري إلى الوراء» ولكنهم سيَخبُرون مجرى الحوادث إلى أمام بالطريقة نفسها التي نخبرها نحن. سيدركون، مثلاً، أن الكون يتوسع، لا يتقلص. ومن خلال أعينهم، فإن طورنا الكوني هو الذي كان يتقلص وعملياتنا الدماغية هي التي كانت تجري نحو الوراء.

في الثمانينيات، عبث ستيفن هوكينغ أيضاً بفكرة كون عاكس للزمن فترة من الزمن، وقد تخلى عنها في نهاية الأمر معترفاً بأنها كانت خطيئة كبيرة بالنسبة له. ظن هوكينغ في البداية أن تطبيق ميكانيكا الكم على كون دوري يشترط تماثلاً زمنياً مفصلاً. ولكن، تبيَّن أن هذا ليس صحيحاً - على الأقل، في الصياغة القياسية لميكانيكا الكم. ومؤخراً، درس الفيزيائيان موراي جلّ-مان و جيمس هارتل تعديلاً لقوانين ميكانيكا الكم، يتم فيه ببساطة فرض تماثل الزمن، ثم سألا ما إذا كان لهذه الحالة الراهنة أية نتائج منظورة في حقبتنا الكونية. وحتى الآن، لم يجد هذا السؤال جواباً.

اقترح الفيزيائي الروسي أندريه لنده طريقة مختلفة جداً لتفادي موت الكون. وتقوم فكرته على أساس تطوير نظرية تضخم الكون التي أتينا على دراستها في الفصل الثالث. يُفترَض، في السيناريو الأصل للكون التضخمي، أن حالة الكم للكون المبكر

جداً كانت تماثل خواء خاصاً مثاراً، خواء مارس تأثيراً دافعاً موقتاً لتوسع فائق السرعة. ورأى لنده، عام 1983، أن حالة الكم للكون المبكر، بدلاً من ذلك، قد تختلف من مكان إلى آخر بطريقة فوضوية: طاقة خفيفة هنا، مثارة باعتدال هناك، مثارة جداً في بعض المناطق. كان التضخم يحدث حيث تكون الحالة مثارة. علاوة على ذلك، أظهرت حسابات لنده المتعلقة بسلوك حالة الكم بوضوح أن الحالات العالية الإثارة تتضخم بسرعة أكبر وتتلاشى ببطء أكبر، وبالتالي، كلما كانت إثارة الحالة أعلى في منطقة خاصة من الفضاء، كان تضخم الكون أكبر في تلك المنطقة. وسيبدو واضحاً، بعد فترة قصيرة جداً من الزمن، أن المناطق في الفضاء التي صدف أن كانت فيها الطاقة أكبر، والتضخم أسرع، قد انتفخت أكثر من سواها وشغلت حصة الأسد من كامل الفضاء. يشبِّه لنده الحالة بالتطور الدارويني، أو بالاقتصاديات. على الرغم من أن تبدلاً كمياً ناجحاً لحالة مثارة جداً يعني استلاف كمية كبيرة من الطاقة، فإنه سرعان ما يُكافأ بنمو هائل في حجم تلك المنطقة. وهكذا، وبسبب ارتفاع قيمة السلفة، تسيطر بسرعة المناطق الفائقة التضخم.

ونتيجة للتضخم الفوضوي، ينقسم الكون إلى عنقود من أكوان مصغرة، أو فقاعات، يتضخم بعضها مهووساً، وبعضها الآخر لا يتضخم إطلاقاً. وبما أن طاقة الإثارة في بعض المناطق - ببساطة، نتيجة للتبدلات العشوائية - ستكون كبيرة جداً، فإنها سوف تتضخم إلى حد أكبر مما تفترضه النظرية الأصل. ولكن، بما أن هذه المناطق هي، على وجه الدقة، مناطق التضخم الأكبر، فإن نقطة يتم اختيارها عشوائياً في الكون بعد التضخمي يحتمل جداً أن تتوضَّع في مثل هذه المنطقة التي تضخمت بدرجة عالية. وهكذا، يحتمل جداً أن نكون في موقع في الفضاء يقع في عمق منطقة فائقة التضخم. ويحسب لنده أن هذه «الفقاعات الكبيرة» يمكن أن تتضخم بعامل 10 إلى قوة 10^8، أي 1 متبوعاً بمئة مليون صفر!

ملكيتنا الضخمة الخاصة هذه ستكون واحدة فقط بين عدد لامتناه من الفقاعات التي تضخمت بدرجة عالية، ولهذا سيبقى مظهر الكون، على نطاق هائل من حجمه، فوضوياً إلى أبعد حد. وضمن فقاعتنا - التي تمتد إلى ما بعد الكون المنظور حالياً بمسافة كبيرة إلى حد مذهل -تتوزع المادة والطاقة بانتظام تقريباً، ولكن بعد

فقاعتنا تقع فقاعات أخرى، إضافة إلى مناطق ما تزال قيد التضخم. والتضخم، في الواقع، لا يتوقف أبداً في نموذج لنده: فهناك دائماً مناطق في الفضاء يحدث فيها تضخم، حيث تتشكل فقاعات جديدة حتى عندما تقضي فقاعات أخرى دورات حياتها وتموت. وهكذا، فهذا شكل لكون أبدي، يشبه نظرية الأكوان الأطفال التي أتينا على دراستها في الفصل السابق، حيث هناك ينبوع دائم للحياة، والأمل والأكوان. فلا نهاية لإنتاج الأكوان الفقاقيع عن طريق التضخم - وربما لا بداية له أيضاً، على الرغم من وجود بعض الخلاف حول هذه المسألة.

فهل يقدم وجود فقاعات أخرى حبل السلامة لأحفادنا؟ وهل يمكنهم تفادي موت الكون - أو، بصورة أكثر دقة، موت الفقاعات - عن طريق الانتقال إلى فقاعة أخرى أصغر سناً في الوقت المناسب؟ عالج لنده هذه المسألة بدقة في مقال ضخم عن «الحياة بعد التضخم»، نُشِر في مجلة «Physics Letters» عام 1989. فقد كتب، «هذه النتائج تدل ضمناً على أن الحياة في كون تضخمي لن تختفي أبداً». وأضاف، «من سوء الحظ، أن هذه النتيجة لا تعني آلياً أن المرء يمكن أن يكون متفائلاً جداً حول مستقبل الجنس البشري». ويشير إلى أن أية ملكية، أو فقاعة خاصة، سوف تصبح ببطء غير صالحة للسكنى، ويستنتج، «الإستراتيجية الوحيدة الممكنة للبقاء التي يمكن أن ندركها في هذه اللحظة هو الرحيل من الأملاك القديمة إلى أملاك جديدة».

والمسألة التي تثبط العزم في نسخة لنده لنظرية التضخم هو الحجم الهائل للفقاعة النموذجية. فيحسب أن أقرب فقاعة بعد فقاعتنا يمكن أن تكون بعيدة جداً إلى حد يتطلب التعبير عن تلك المسافة بـ 1 يتبعه عدد من ملايين الأصفار - رقم كبير جداً يحتاج، لكي يُكتَب كاملاً، إلى موسوعة خاصة به! وحتى بسرعة قريبة من سرعة الضوء، فإن الوصول إلى فقاعة أخرى يستغرق عدداً مماثلاً من السنين، ما لم يحالفنا حظ طيب استثنائي فيكون موقعنا قريباً من حافة فقاعتنا. ويشير لينده إلى أنه حتى تحقيق هذا الحدث السعيد ممكن فقط إذا واصل الكون توسعه بطريقة يمكن التنبؤ بها. والتأثير الفيزيائي الضئيل إلى حد بعيد جداً - تأثير غير واضح تماماً في الحقبة الحاضرة - يمكن أن يحدد، في النهاية، الطريقة التي يتوسع بها الكون عندما تُخفَّف إلى ما لا نهاية المادة والإشعاع اللذان يسودان في الوقت الحاضر. فعلى سبيل المثال، قد

يكون بقي أثر ضعيف جداً من القوة التضخمية التي تغمرها تماماً في الوقت الحاضر تأثيرات الجاذبية للمادة ولكنها ستصبح محسوسة في النهاية، إذا وضعنا في اعتبارنا المقدار الهائل من الزمن الذي تحتاجه الكائنات للإفلات من فقاعتنا. في تلك الحالة، يبدأ الكون، بعد أمد طويل بما يكفي، بالتضخم من جديد - ليس بطريقة الانفجار الكبير المسعورة ولكن ببطء كبير جداً، بنوع من المحاكاة الباهتة للانفجار الكبير. ولكن هذا الأنين الواهن يتواصل إلى الأبد، على الرغم من ضعفه. ومع أن سرعة نمو الكون ستكون بطيئة جداً، فإن هناك نتائج فيزيائية حاسمة بأية حال لحقيقة أنه يستعجل نموه. والنتيجة هي تكوين أفق حوادث يشبه تقريباً ثقباً أسود وفعال تماماً كشرك. وأية كائنات على قيد الحياة ستدفن عميقاً، بشكل يائس، في فقاعتنا، لأنها كلما أسرعت نحو حافة الفقاعة، ستتراجع هذه بسرعة أكبر، نتيجة لتجدد التضخم. مع أن حساب لنده خيالي، فإنه يوضح بدقة أن المصير النهائي للجنس البشري أو لأحفادنا قد يتوقف على التأثيرات الفيزيائية الطفيفة جداً إلى الحد الذي لا يمكننا معه أن نكتشفها قبل أن تبدأ بالتظاهر كوزمولوجياً.

كوزمولوجية لنده، في بعض جوانبها، تذكر بنظرية حالة استقرار الكون، التي شاعت في الخمسينيات ومطلع الستينيات وما تزال الاقتراح الأبسط والأكثر إغراء لتفادي نهاية الكون. تفترض نظرية حالة الاستقرار، في نسختها الأصلية التي عرضها هيرمان بوندي وتوماس غولد، أن الكون يبقى دائماً على نطاق واسع من دون تغيير. ولذلك، ليست له بداية أو نهاية. وعندما يتوسع، تتكون باستمرار مادة جديدة تملأ الفجوات وتحتفظ بكثافة إجمالية ثابتة. ومصير أية مجرة معلومة شبيه بما وصفته بالفصول السابقة: ولادة، وتطور، وموت. ولكن مزيداً من المجرات يتشكل دائماً، من المادة المتكونة حديثاً، التي لا تنضب. ولذلك، يبدو المظهر العام للكون ككل متماثلاً من حقبة إلى الحقبة التالية، والعدد الإجمالي نفسه من المجرات في حجم مفترض من الفراغ، الذي يتألف من مزيج من مختلف العصور.

مفهوم كون حالة الاستقرار يلغي، في المقام الأول، الحاجة إلى توضيح كيف نشأ الكون من عدم، ويوحد مجموعة منوعة عن طريق التغير التطوري مع الخلود الكوني. ويمضي، في الواقع، إلى أبعد من هذا عندما يضفي على الكون شباباً أبدياً،

لأنه على الرغم من موت المجرات المستقلة ببطء، فإن الكون ككل لا يهرم أبداً. ولن يكدح أحفادنا أبداً في سبيل البحث هنا وهناك دائماً عن مزيد من الإمدادات المراوغة من الطاقة، لأن المادة الجديدة توفرها مجاناً. فما على السكان سوى أن ينتقلوا إلى مجرة أصغر سناً عندما ينفد الوقود من مجرة عجوز. ويمكن أن يتواصل هذا إلى ما لا نهاية، بالمستوى نفسه من النشاط، والتنوع، والفعالية التي تبقى إلى الأبد.

ولكن، هناك بعض الشروط الفيزيائية الضرورية لنجاح النظرية. فالكون يتضاعف حجماً كل بضعة بلايين سنة، بسبب التوسع. ولكي يحتفظ بكثافة ثابتة يحتاج إلى تكوين 10^{50} طناً أو حول ذلك من المادة الجديدة خلال تلك الفترة. يبدو هذا الرقم كبيراً، ولكنه، في المتوسط، يعادل ظهور ذرة واحدة فقط كل قرن في ناحية من فراغ بحجم حظيرة طائرة. ولا يحتمل أن نلاحظ نحن ظاهرة كهذه. وهناك مشكلة إضافية خطيرة تتصل بطبيعة العملية الفيزيائية المسؤولة عن تكوين المادة في هذه النظرية. فنحن بحاجة إلى معرفة ليس أقلها من أين تأتي الطاقة التي تموِّن الكتلة الإضافية، وكيف نجح خزانها الخارق هذا في أن يستعصي على النضوب. عالج هذه المشكلة فريد هويل، الذي طور، مع مساعده في المختبر جايانت نارليكار، نظرية حالة الاستقرار بتفصيل واسع. فقد اقترحا نموذجاً جديداً للمجال - مجال الخلق - للتزويد بالطاقة. وقد افتُرِض أن الطاقة سلبية في مجال الخلق نفسه. وظهور كل جسيم جديد من المادة مع كتلة كان له تأثير في توزيع كمية من الطاقة (الكتلة × مربع سرعة الضوء) إلى مجال الخلق.

ومع أن مجال الخلق وفر حلاً تقنياً لمشكلة الخلق، إلا أنه ترك كثيراً من المسائل بدون توضيح. ويبدو أيضاً أنه خاص إلى حد ما، لأن هذا الحقل الغامض لم يتظاهر بشيء آخر. والأكثر خطورة، هو أن الدليل القائم على المشاهدة بدأ في الستينيات يتعاظم ضد نظرية حالة الاستقرار، وخصوصاً بعد اكتشاف الإشعاع الكوني للحرارة الخلفية. وتجد هذه الخلفية تفسيراً جاهزاً لها هو أنها بقية من الانفجار الكبير، ولكن يصعب تعليلها، بصورة مقنعة، في نموذج حالة الاستقرار. يضاف إلى ذلك أن معاينة المجرات والمجرات الإشعاعية في أعماق السماء أظهرت دليلاً لا لبس فيه على أن الكون يتطور على نطاق واسع. وعندما أتضح ذلك، تخلى هويل وزملاؤه عن النسخة البسيطة

لنظرية حالة الاستقرار، على الرغم من أن أشكالاً مختلفة أكثر تعقيداً كانت تظهر، على نحو متقطع، بين حين وآخر.

وبصرف النظر تماماً عن المشكلات الفيزيائية والرصدية، فإن نظرية حالة الاستقرار تطرح بعض الصعوبات الفلسفية الغريبة. فعلى سبيل المثال، إذا تهيأ لأحفادنا وقتاً وموارد غير محدودة، فلا يمكن أن تكون هناك حدود لتطورهم التقني. وسوف يتمتعون بحرية الانتشار عبر الكون، ويفرضون سيطرتهم على حجوم أكبر من الفراغ. وهكذا، فإن التقنية ستنتشر، بصورة أساسية، في المستقبل البعيد جداً إلى جزء كبير من الكون. ولكن بالفرضية، فإن الطبيعة الضخمة للكون يُفترَض ألا تتبدل بمرور الزمن، وبالتالي، يُلزِمُنا افتراض حالة الاستقرار بأن نستنتج أن الكون الذي نراه اليوم كانت قد جرت تقانته سابقاً. وبما أن الظروف الفيزيائية في كون الحالة المستقرة هي عموماً نفسها في كل الحقب، فإن الكائنات العاقلة لا بد وأن تنشأ في كل الحقب أيضاً. وبما أن هذه الحالة الراهنة قد وُجدَت لكامل الأبدية، فإنه يجب أن تكون هناك جماعات من الكائنات التي عاشت هنا وهناك، بصورة اعتباطية، لزمن طويل وانتشرت لتشغل، بصورة اعتباطية أيضاً، حجماً كبيراً من الفراغ - بما في ذلك المنطقة من الكون التي نشغلها نحن - نشرت التقنية فيها. لا يمكن التملص من هذا الاستنتاج بافتراض أن الكائنات العاقلة عموماً لم تكن لديها رغبة في استعمار الكون. ولكي يكون هذا الافتراض صحيحاً، لا بد أن يكون نشوء جماعة واحدة من مثل هذه الجماعات قد استغرق زمناً طويلاً في الماضي. وهي حالة أخرى لأحجية قديمة تقول إنه في كون لامتناه، فإن أي شيء حتى لو كان محتملاً حدوثه في المستقبل البعيد، لا بد أن يحدث يوماً ما، ويحدث كثيراً بشكل غير محدود. وإذا تعقبنا المنطق إلى استنتاجه المرير، فإن نظرية الحالة المستقرة تتنبأ بأن عمليات الكون تماثل النشاطات التقنية لسكانه، وما ندعوه طبيعة هو، في الواقع، نشاط كائن متفوق، أو جماعة من الكائنات الفائقة. يبدو هذا كنسخة لصانع الكون المادي عند أفلاطون (إله يعمل ضمن قيود قوانين فيزيائية موضوعة سابقاً)، ومن اللافت أن دفاع هويل عن كائن متفوق كهذا كان واضحاً في نظرياته الكوزمولوجية الأخيرة.

إن أية دراسة لنهاية الكون تواجهنا بأسئلة حول الغرض. وكنت ذكرت سابقاً أن

توقع احتضار الكون أقنع برتراند راسل بالعبثية المطلقة للوجود. وهي فكرة عاطفية ردّد صداها في السنوات الأخيرة ستيفن واينبرغ، الذي بلغ كتابه «الدقائق الثلاث الأولى» الأوج باستنتاجه الصارخ: «كلما بدت لنا إمكانية فهم الكون أكبر، فإنه سوف يبدو أيضاً أكثر تفاهة». وقد بينت أن الخوف الأصلي من موت حراري بطيء للكون ربما كان مبالغاً فيه، وقد يكون خطأ، مع أن موتاً مفاجئاً بانسحاق كبير يبقى احتمالاً قائماً. وفكرت بنشاطات الكائنات المتفوقة التي يمكن أن تحقق أهدافاً خارقة، فيزيائية وفكرية، ضد الشذوذات. وقد ألقيت أيضاً نظرة مستعجلة على إمكانية أن تكون الأفكار لا تعترف بحدود، حتى وإن كان الكون يعترف بتلك الحدود.

ولكن، هل تعمل هذه السيناريوهات البديلة على تلطيف إحساسنا بالقلق؟ علق صديق لي مرة، وكانت له وجهة نظر، بأنه لا يهتم كثيراً بما سمعه عن الجنة. ولا يغريه إطلاقاً توقع الحياة الأبدية في حالة من التوازن الرفيع. ويفضل الموت وانتهاء كل شيء على مواجهة السأم في حياة أبدية. إذا كان الخلود يعني أن يكون المرء مقيداً بأفكار تتكرر مرة بعد أخرى إلى الأبد، فإنه سيكون خلوداً تافهاً فعلاً. ولكن إذا كان مترافقاً بالتقدم، عندئذٍ، يمكننا أن نتخيل العيش في حالة من الجِدَّة السرمدية، دائماً نتعلم أو نفعل شيئاً جديداً ومثيراً. والمزعج هو، لماذا؟ فعندما تباشر الكائنات البشرية مشروعاً لغرض ما، فإنه إنما تفكر بهدف معين. وإذا لم يتحقق الهدف، فإن المشروع يكون قد أخفق (مع أن التجربة قد لا تكون بالضرورة عديمة القيمة). ومن جهة أخرى، إذا تحقق الهدف، فإن المشروع يكون قد اكتمل، وعندئذٍ، سيتوقف النشاط. فهل يمكن أن تكون هناك غاية حقيقية في مشروع لن يكتمل أبداً؟ وهل يمكن أن يكون للوجود معنى إذا كان يتألف من رحلة لا تنتهي نحو غاية لن يتم بلوغها أبداً؟

إذا كان هناك غرض للكون، وحقق ذلك الغرض، عندئذٍ يجب أن ينتهي، لأن استمرار وجوده سيكون بدون مبرر وتافهاً. وعلى العكس، إذا استمر الكون إلى الأبد، فإنه يصعب أن نتخيل أن هناك أي غرض نهائي له. وهكذا، قد يكون الموت الكوني هو الثمن الذي يجب دفعه لقاء نجاح الكون. وربما يكون أقصى ما نتطلع إليه هو أن يصبح ذلك الغرض معروفاً لأحفادنا قبل أن تنتهي الدقائق الثلاث الأخيرة.