50

مصير الكون

Fate of the Universe

ما هو المصير النهائي لكوننا بالضبط؟ منذ ميلاد علم الكونيات الحديث سعى علماء الفلك إلى التمييز بين عدة بدائل مميزة، لكن الاكتشاف الأخير للطاقة المظلمة قدم عاملًا جديدًا مهمًا يبدو أنه يحتم على الكون موتًا طويلًا وباردًا.

فكرة أن الكون في يوم من الأيام قد ينتهي كانت غريبة على علماء الفلك في بدايات القرن العشرين كفكرة أنه كان له بداية. وحتى هذه النقطة، اعتبر الكون عامة أنه أزلي وأنه كان في الماضي البعيد كما هو الآن إلى حد كبير. أول شخص يضع في الاعتبار بجدية الأمر المغاير كان «ألكسندر فريدمان» الذي بنى في عام 1924 على فكرته السابقة للزمكان المتوسع (انظر صفحة 245) مع أفكار حول كيف يمكن أن يكون الكون قد نشأ. وقد ناقش «فريدمان» أن الكون لا بد أن يتوسع من أجل التغلب على تأثير جاذبية المادة الموجودة داخله. ومدة استمرار هذا التوسع اعتمدت على عامل مهم يعرف باسم بارامتر الكثافة (يرمز إليه بالرمز الإغريقي أوميجا Ω) ـ متوسط توزيع الكتلة والطاقة بالمقارنة بكثافة حرجة معينة.

الخط الزمني

1924م	1934م	1969م	1977م
درس «فريدمان» التوسع الممكن للزمكان.	أوضح «تولمان» أن الكون المتذبذب ينتهك قوانين الديناميكا الحرارية.	بحيث «ريس» الظروف المحيطة بكون الانسحاق العظيم المغلق.	درس «جمال نصر الإسلام» المصير طويل الأجل للمادة في الكون المفتوح.

إذا كانت (Ω) تساوي 1 تمامًا (متوسط كثافة الكون تساوي الكثافة الحرجة) فإن الجاذبية ستكون كافية لإبطاء توسع الكون، ولكنها إلى حد كبير لن تكون كافية لإيقافه. أما إذا كانت (Ω) أقل من 1، فإن التوسع سيستمر إلى الأبد بينما إذا كانت أكبر من 1 فإنها ستبطئ وفي النهاية تنعكس وينهار الكون على نفسه. وصف «فريدمان» هذه السيناريوهات الثلاثة بـ مفلطح، أو مفتوح، أو مغلق على الترتيب.

«وُضعت قوانين الطبيعة بطريقة تجعل الكون مكانًا مثيرًا للاهتمام قدر الإمكان.»

فريمان دايسون

بعد عمل «فريدمان»، وتأكيد «هابل» عام 1929 على توسع الكون، وضع «آينشتاين»، و«لوميتر»، وآخرون في الاعتبار احتمالية وجود كون دوري أو متذبذب يتوسع ويتقلص دوريًّا مارًّا بحالة حارة كثيفة في كلتا نهايتي الدورة (الانفجار العظيم، والانسحاق العظيم). بدا الكون الدوري أكثر أبدية من لحظة الخلق المحددة التي أشار إليها نموذج التوسع المباشر، لكن في عام 1934 أوضح «ريتشارد تولمان» أنه ليس هناك كون متذبذب يستطيع الاستمرار إلى الأبد دون أن ينتهك قوانين الديناميكا الحرارية. فهو لا يزال في حاجة إلى بداية محددة، لذا كان المؤيدون يستبدلون لحظة خلق حديثة بلحظة خلق أقدم فحسب.

انسحاق عظيم أم موت حراري؟

بعد هذا الوقت المبكر من الاهتمام، بقي التطور المستقبلي للكون شيئًا أشبه بالمياه الراكدة حتى منتصف الستينيات، عندما أثبتت نظرية الانفجار العظيم إثباتًا قاطعًا اكتشاف إشعاع

1998م	2001م	2002م
اكتشف علماء الكونيات الطاقة المظلمة لتوسع الكون مما يدل على أن الكون لا بد أن يكون مفتوحًا ولا نهائيًّا.	أعاد «ستنهاردت» و«توروك» إحياء فكرة الكون الدوري بالنظرية الخاصة بهما؛ نظرية الأغشية الكونية.	ناقش «ليندي» أن الطاقة المظلمة يمكن أن تكون قادرة على عكس نفسها في المستقبل.

الخلفية الكونية الميكروي. في عـام 1969، أعاد «مارتن ريس» النظر في الموضوع مع مراجعة الظـروف في الكون المنهار المغلق، وقد وجد أن الكون انكمش، وأن حرارته ازدادت ووصل في النهاية إلى درجات حرارة من شأنها أن تتسبب في ذوبان النجوم نفسها قبل أن يُدمَّر أي شيء في نقطة تفرد أو يعاد تدويره في كون متذبذب.

في عام 1977، أجرى عالم الكونيات البنجلاديشي «جمال نصر الإسـلام» الدراسة الأولى حـول مـا يمكـن أن يحدث في كون مفتوح، وقـد تنبأ أنه على مـر تريليونات السـنين أو أكثر سـينتهي الحال بالكثير من المادة الموجـودة في المجـرات في نهاية المطاف إلى ثقوب سوداء منهارة تشـع كتلتهـا ببطء عـن طريق إشعاع «هوكينج» (انظر صفحة 205). وعـلاوة على ذلك، على فترات زمنية أطول، فإن العديد مـن الجسـيمات دون الذرية في المـادة العادية قـد تكون عرضة للتضرر الإشـعاعي. والطريقة الأخرى التي يمكـن النظر من خلالها إلى هذا السيناريو هي عن

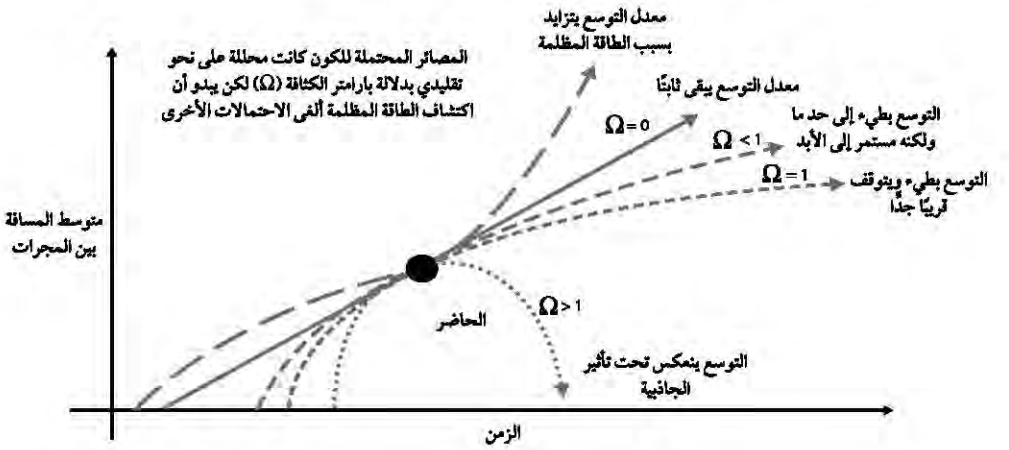
التهام كبير؟

منذ السـبعينيات، أصبح علماء فيزياء الجسـيمات على دراية بالمصير المحتمل للكون والـذي ينزع إلى تجاهله في المناقشات الكونية محل الاسـتفهام. إنها احتمالية أن الفـراغ الحالي في الفضاء ليس مسـتقرًا كما يبدو بل هو «شـبه مسـتقر» وهو عرضة لتغيير جذري محتمل عند نقطة ما. في الفيزياء، الحالة شبه المستقرة هي تلك التي يبدو أن لديها حدًا أدنى من الطاقة وستكون مستقرة في معظم الحالات لكن يمكـن أن تنهار فجأة إذا ظهرت إمكانية الانخفـاض إلى حالة طاقة أقـل. وفي النطاق الكوني يمكن أن يقع حدث كهذا إذا ظهرت في الوجود فقاعة صغيرة من حالة فراغ حقيقي في فترة وجيزة نتيجة لتأثيرات كمية (بطريقة مشابهة للجسيمات الافتراضية- انظر صفحة 283). وستتوسـع الفقاعة بسرعة الضوء مدمرة أي مادة في طريقها عن طريق فك روابط القوى الأساسـية- وهي كارثة تعرف باسم الالتهام العظيم. وعلى الرغم من أن مثل هذا الحدث سـيكون بالتأكيد بعد عشرات المليارات من السنين في المستقبل على وجه التقريب، إلا أن الحسـابات المبنية على بيانات مثل كتلة بوزون هيجز تشـير على نحو متزايد إلى فكرة أن كوننا فعلًا في حالة هشة شبه مستقرة.

طريق قوانين الديناميكا الحرارية كما فعل «ويليام تومسون» (لورد كلفن) في الخمسينيات من القرن التاسع عشر.

في الواقع، يزداد انتشار الطاقة والمعلومات أكثر فأكثر إلى أن يصبح الكون موحدًا على نحو فعال، وهي حالة تعرف بالموت الحراري. في عام 1979، تناول «فريمان دايسون» جميع هذه المفاهيم بتفاصيل أكثر في دراسته بالغة التأثير «وقت بلا نهاية» حيث وضع سيناريو يعرف عمومًا باسم «البرد العظيم».

أصبح التمييز بين سيناريوهي الكون المفتوح والكون المغلق الشاغل لعلماء الكونيات في الثمانينيات، وأصبح أكثر صعوبة بسبب الحاجة إلى قياس مساهمة المادة المظلمة بدقة. وتقترح معظم التقديرات أن الكون كان يحوم بالقرب من الكثافة الحرجة مما أدى إلى مضاعفة الجهود.



بيد أن اكتشاف الطاقة المظلمة عام 1998 غيّر كل شيء. حقيقة أن التسارع الكوني في ازدياد بالفعل بدأت تستبعد سيناريو الزمكان المغلق والمنبسط. وحل محلهما «البرد الكبير» الذي انضم كخيار أكثر مدعاة للقلق. حتى الآن، لا نفهم الطاقة المظلمة فهمًا كافيًا لنعرف

كيف ستتصرف في المستقبل، لكن أحد الاحتمالات (يطلق عليها اسم الطاقة الوهمية على يد «روبرت كلادويل» في 2003) هي أن قوة الطاقة المظلمة ستستمر في التزايد أضعافًا مضاعفة، وفي النهاية ستصبح قوية بما يكفي لتؤثر على أصغر الأحجام وتمزق المادة إربًا إربًا فيما يسمى بـ«التمزق العظيم». اقترح «آندري ليندي» في عام 2002 أنها يمكن أن تكون قادرة على عكس نفسها فترسل الكون متدافعًا إلى الوراء نحو انسحاق عظيم في النهاية. وإثبات أن الطاقة المظلمة تبدو أنها غيرت سلوكها على مر الزمن (انظر صفحة 283) لا يقوم إلا بإضافة المزيد من الشكوك المحيطة بأي تنبؤات عن قوتها في المستقبل.

ليست نهاية المطاف؟

إذا كانت فكرة شفق كوني طويل وبارد أو تمزيق درامي للمادة كلها لا تريح القلب فإن الأفكار حول الكون المتعدد (انظر صفحة 301) على الأقل تحمل بعض الأمل للمستقبل البعيد. فوفقًا لنموذج التضخم الأبدي، هناك أكوان جديدة تظهر في كل وقت، وقد يظهر أحدها في منطقة الزمكان الخاصة بنا قبل أن يحل الظلام الطويل. وبدلًا من ذلك، يمكن أن يقدم نموذج الكون الدوري لـ «بول ستنهاردت»، و«نيل توروك» طريقة جديدة لإعادة توليد الكون ولو بعد فترة طويلة من ذبول كل شيء جميل في كوننا.

الفكرة الرئيسة

كيف سينتهي الكون؟ إذا كان مقدَّرًا له أن ينتهي أساسًا