الفصل التاسع

مثوانا البيئ في الكون III :

ما الذي يكمن وراء أفقنا ؟

ما هو مدي مصداقية قصة الانفجار الكبير ؟

ظلت نظرية الانفجار الكبير سائدة منذ ثلاثين سنة ، تدعمت خلالها بأكثر من برهان عملى :

* وجود الهليوم فى أى جرم سماوى بنسبة لا تقل كثيرا عن ٢٣٪ من الهيدروجين . ولو كانت نسبته أقل من ذلك كثيرا لأصبت النظرية فى مقتل ، لأن حساب نسبة الهليوم من نظرية الانفجار الكبير يدور حول هذا الرقم وليس أقل منه .

* قياس إشعاع الخلفية الميكروويفية بدقة بالأقمار الصناعية أعطى بيانات تؤيد ما نتوقعه من النظرية .

* خواص جسيمات النيوترينو تتمشى مع ما يحسب من النظرية .

* توافر الديتريوم بالنسبة التى توقعها العلماء بحسب ما يتخلف منه عن الانفجار الكبير .

* وجود تراوحات فى درجة الحرارة تدل على قيمة لنسبة كيو (Q) تتفق مع بنية الكون الحالية ، أى أن قيمة كيو هى ١/١٠٠٠٠٠ .

* وكما أن علماء الجيولوجيا يستنتجون بالعودة وراء مع الحفريات والصخور تاريخ الأرض المبكر ، فإن علماء الفيزياء الكونية يستطيعون بمط النتائج وراء استقراء ما كان عليه الكون مبكرا ؛ عندما كان عمره لا يتجاوز كسرا من الثانية أو $١٠^{-٣٥}$ ثانية . أما ما قبل ذلك فلا يمكن التنبؤ به ، لأن ظروف الحرارة والضغط الشديدين وقتها لا يمكن محاكاتها بأى تجربة حاليا حتى ولو كان ذلك باستخدام أقوى ما عندنا من مفاعلات نووية ؛ كما أن قوانين الفيزياء الحالية تعجز عن تفسير الكون عندما كان فى هذا الحجم الدقيق الصغر عند الانفجار وبعده مباشرة .

توحيد القوي في العالم الصغير

الكأس المقدسة التى يحاول كل علماء الفيزياء الحصول عليها هى التوصل إلى توحيد كل قوانين الفيزياء فى قانون واحد يفسر كل شئ فى الطبيعة .

وكمثل فإنه منذ حوالى قرنين كانت المغناطيسية والكهرباء تعدان قوتين مختلفتين ، ثم تمكن جيمس ماكسويل من صياغة النظرية والمعادلات التى توحد بينهما كقوة واحدة هى الكهرومغناطيسية . وأصبح هناك طيف واحد للأشعة الكهرومغناطيسية يشمل الإشعاع المرئى (الضوء) وغير المرئى كالراديو وأشعة إكس . وأصبح هناك قوتان يواجههما علماء الفيزياء ، الجاذبية والكهرومغناطيسية .

علـى أنه تبين فى القرن العشرين وجـود قوتين طبيعتين أخريين داخل الذرة هما القوة النووية «القوية» التى تربط البروتونات والنيوترونات معا هى نوى الذرات (وتحـدد قيمة (E) ، والقـوة النووية الضعيفة التـى لها دورهـا المهم فـى التحلل الإشعاعى وتكوين جسيمات النيوترينو . وبالتالى صار الفيزيائيون يجابهون أربع قـوى يحاولون إيجاد نظرية موحـدة لها . وظهرت بالفعل نظرية توحد بين قوتين منهما هما الكهرومغناطيسية والنووية الضعيفة . وحسب هذه النظرية فـإن هاتين القوتين كانتا الشـئ نفسه فى الكون المبكر ، ولم تكتسب كل منهما هوية منفصلة إلا عندمـا بردت حرارة الكون إلى ما يقرب مـن 10^{15} درجة ، وكان ذلك وعمـر الكون 10^{-12} ثانية . وقد تنبأت النظرية بوجود جسيمات تحت ذرية من نـوع جديد ، وثبت ذلك عمليا مـن تجارب المعجلات ، فتأكدت صحـة النظريـة .

حتى منتصف القرن العشرين كانت الجسيمات الأسـاسية التى تكـون الذرة هـى الالكترون والبروتـون» . ثـم تبين أن البروتـون يتكـون مـن جسيمات أصغر هى الكواركات . وهذه الكواركات تتماسك معا بفعل نوع آخر من الجسيمات يسمى الجلونات . وهذه الكواركات والجلونات وجودها فى الأساس من القوة النووية القوية .

بعد توحيد القوتين الكهرومغناطيسية والنووية الضعيفة اتجه علماء الفيزياء إلى أن يوحدوا معهما القوة النووية القوية فيما يسمى بنظرية موحدة كبرى . وقد اكتملت هذه النظرية بالفعل من الوجهة النظرية ويُعتقد أن القوى الثلاث كانت موحدة معا عند درجة حرارة تبلغ 2810^{28} . وحتى الآن لا يمكن اختبار هذه النظرية عمليا لأن هذه الحرارة المرتفعة تزيد مليون مليون مرة عن درجات الحرارة التى تستخدم فى الأبحاث حاليا . ولعل المكان الوحيد الذى توفرت فيه هذه الحرارة الهائلة (2810^{28}) هو الكون المبكر عندما كان عمره فى أول 10^{-35} ثانية ، وعندها كانت القوى الثلاث التى تتحكم فى سلوك الذرة وما تحتها كلها موحّدة . ولكن هل خلفت هذه الفتـرة وراءها حفريـات تدل عليها مثلـما تخلف الهيليوم فى الكون عن أول دقائـق محدودة من عمره ؟ هناك علماء يرون أن تغلب وجود المادة على المادة المضادة قد يكون من الآثار الباقية من هذه الفترة ، وكذلك حقيقة أن الكون يتمدد بما وصل به إلى هذا الإتساع الهائل ، فهذه أمور تحددت بما حدث فى تلك اللحظات القصيرة الأولى من عمر الكون . وأخيرا يتبقى إيجاد نظرية توحد قوة الجاذبيـة مـع القوى الثلاث التى تؤثر فى الذرة . وكان هناك أمـل فى التوصل إلى نظرية كهذه فـى آخر القرن العشرين . ولكن يبدو أن الأمر سيتطلب زمنا أطول كثيرا .

مفهوم «الإنتفاخ»

هناك سؤالان مهمان عن الكون وهما : لماذا يتمدد الكون ؟ ولماذا يكون بهذا الكبر ؟ . وقد استطاع العلماء تتبع ما حدث أثناء التمدد ومطوا النتائج وراء حتى أول ثوانى معدودة من عمر الكون ، ووجدوا ما أثبت نظرية الانفجار الكبير عن طريق مدى وفرة الهيدروجين والهليوم فى الكون . إلا أن نظرية الانفجار الكبير لا تصف فى الحقيقة إلا ما حدث «بعد» ، الانفجار الكبير ، ولا تذكر شيئا عما يُحدث التمدد أولا . كما أن هناك مشكلة لا تحلها النظرية ، وهى لماذا يتصف الكون إجمالا بالاتساق ومع ذلك يسمح هذا الاتساق بتكثفات تتشكل منها المجرات ومجموعاتها ؟

بعد هذه الأسئلة يمكن الإجابة عنها إذا افترضنا أن كل أجزاء كوننا كانت فى أول فترة مبكرة جدا من عمره كلها فى حالة تزامن وترابط ، ثم تزايدت سرعاتها منفصلة ، وهذا هو الفرض الأساسى فى نظرية الانتفاخ .

وحسب نظرية الكون الانتفاخى ، فإن السبب فى ضخامة كوننا والتوازن الوثيق بين الجاذبية والتمدد هو أن شيئا مهما قد حدث فى وقت مبكر «جدا» عندما كان الكون كله مكثفا فى حجم ميكروسكوبى بالمعنى الحرفى للكلمة . وعند هذه الكثافة الهائلة ظهر مفعول «تنافر كونى» هائل وكأنه لامبدا (λ) قوية قوة هائلة تتغلب على قوة الجاذبية العادية ، وتؤدى إلى تمدد الكون بسرعة هائلة بحيث ينتفخ متجانسا . ثم يتأسس توازن «مضبوط بدقة» بين قوة الجاذبية وحركة التمدد .

ويفترض أن هذا كله حدث خلال ما يقرب من 10^{-35} من الثانية . ونحن لا نستطيع أن نختبر عمليا الظروف التى سادت فى ذلك الوقت ، وبالتالى فإن التفاصيل كلها تتأتى بالتخمين . والمهم أن يظل ما نخمنه متسقا مع القوانين الفيزيائية ومع ما عرفناه عن الكون عندما أصبح عمره أكبر من ذلك .

والفكرة فى نظرية الانتفاخ أنها تفسر كيف أن كونا كاملا يمكن أن ينشأ عن «بذرة» دقيقة الصغر . ولا يمكن أن يحدث ذلك إلا إذا كان التمدد أسّيا ، أى أنه يتضاعف ثم يتضاعف مثلما تتضاعف الأرقام أسيا من ٢ إلى ٤ إلى ١٦ ... إلخ . وهذه هى الطريقة الطبيعية الوحيدة لأن نبدأ بعدد صغير يتولد عنه أرقام هائلة . وحاليا يقدر عدد ذرات الكون بأنها 10^{78} لا يمكن تواجدها إلا بتزايد أسّى . وأى دائرة إذا تضاعف قطرها زاد حجمها بعامل من ٨ . وبعد مائة تضاعف من هذا النوع نصل إلى عدد مثل 10^{78} .

هكذا يُفترض فى نظرية انتفاخ الكون أنه يحدث فى أول الأمر طور تمدد انتفاخى ، يجعل الكون يكبر حجما بما يكفى لأن يحوى بذور كل ما نراه فيه

الآن، ثم يلى ذلك أن يستمر التمدد ولكن بمعدل أقل كثيرا عن مرحلة الانتفاخ . وفى مرحلة الانتقال بين الحالين تتحول الطاقة الهائلة الكامنة فى «الخواء الأصلى» إلى طاقة عادية تولد حرارة كرة النار وتبدأ معها عملية التمدد المألوفة التى أدت إلى كوننا الحالى .

كان أول ظهور نظرية الانتفاخ منذ عشرين سنة على يد «جوث» الأمريكى ، ومازالت للآن موضع جدل كبير . ولكنها حتى هذه اللحظة النظرية التى توفر التفسير المعقول الوحيد للسبب فى أن الكون جد كبير وجد متسق هكذا .

بقايا حفرية اخرى

أى حفريات توجد من هذه الحقبة السحيقة الزمن ستكون لها أهميتها كحلقات مفقودة تربط كوننا بالعالم المبكر جدا الفائق الصغر . ومن بين هذه الحفريات المتوقعة ما يسميه العلماء «بالمغناطيس أحادى القطب» . ومن المعروف أن المغناطيس له دائما قطبان شمالى وجنوبى . ولو قسمنا قضيب مغناطيس يتكون قضيبان لكل منهما قطبان ، ولو قسمنا هذه لاستمرت العملية لتظهر دائما مغناطيسات بقطبين . إلا أن النظريات الفيزيائية الحديثة تطرح إمكان وجود مغناطيسات أحادية الأقطاب ذات كتلة هائلة ، ويتطلب تشكيلها تركيز هائل للطاقة مثل تركيزات الطاقة التى سادت فى الكون المبكر جدا . ولكن أحاديات القطب قليلة جدا فى كوننا ، ويرى البعض أن سبب ذلك هو أن المرحلة الانتفاخية أدت إلى الإقلال منها .

هناك نظريات أخرى ، تطرح وجود ثقوب سوداء صغيرة جدا فى حجم الذرة ولكن كتلتها تبلغ كتلة جبل . ويتطلب تشكيل ثقوب كهذه وجود ضغوط هائلة تحشد عددا كبيرا من الذرات فى حيز ذرة واحدة ، وهذه ضغوط تتوفر فى المرحلة المبكرة تبكيرا فائقا فى عمر الكون . وهناك من يخمنون أنه عند افتراض وجود ظروف أخرى مع هذه الثقوب الصغيرة ، أنه يمكن أن يتبرعم داخل الثقب كون طفل لا يلبث أن ينتفخ إلى «زمكان» أو «مكان – زمان» جديد لكون ينفصل عن كوننا !