الفصل الثامن

«تموجات بدائية» : العدد كيو (Q)

الجاذبية والانتروبيا

بيئة الكون من حولنا ليست منتظمة انتظاما كاملا ، كما أنها ليست فى حالة عشوائية بالكامل . لدينا مثلا فى الطبيعة إثنان وتسعون نوعا مختلفا من العناصر أو الذرات وليس فقط الذرات البسيطة التى تكونت فى الانفجار الكبير مثل الهيدروجين والديتيريوم والهيليوم . وبعض هذه الذرات موجود فى كائنات حية معقدة على الأرض ، وبعضها فى النجوم ، وبعضها موزع فى خواء الفضاء ما بين النجوم . كذلك فإن درجات الحرارة تتباين تباينا هائلا : فالنجوم سطحها ملتهب وقلوبها أشد اشتعالا ، أمـــا الفضاء ما بين النجوم فمظلم وتقترب حرارته من الصفر المطلق ، فتصل درجة الحـــرارة إلى ٢,٦ لاغير نتيجة شفق الميكروويف الذى أدى له الانفجار الكبير .

كيف ينبثق كل هذا التعقد عن كرة نار لاملامح لها ؟ إن هذا يبدو فيه انتهاك لقانون فيزيائى مقدس هو القانون الثانى للديناميكا الحرارية الذى يدور حول ما يسمى «بالانتروبيا» . وحسب هذا القانون فإن الحالات المنتظمة فى الطبيعة تنزع دائما إلى أن يزيد ارتباك نظامها ، أو يزيد ما فيها من «انتروبيا» وليس العكس . فلا يمكن أبدا أن تقل الانتروبيا . وحتى إذا بدا لنا ظاهريا انها قلت محليا فإن ذلك يصحبه دائما زيادتها فى مكان آخر . والمثل الكلاسيكى لذلك هو المحرك البخارى ، حيث الحركة المنتظمة للصمام يصحبها دائما فاقد للحرارة .

هكذا علينا أن نعيد التفكير فيما حدسناه عن الجاذبية . فكل نجم مثلا يتماسك معا بفعل شد جاذبيته للداخل . ويتوازن مع ذلك ما يحدث من ضغط للخارج بفعل قلب النجم الساخن . ومن عجب أن النجوم تسخن عندما تفقد طاقة فعندما يتغلب فعل الجاذبية على تمدد النجم ، يتقلص حجمه ، الأمر الذى يؤدى إلى أن يصبح القلب أسخن .

ينبغى إذن ألا نفاجأ عندما نعرف أن النجوم الجديدة تتكون بالتكثف من سحب غير منتظمة من غاز بارد ملئ بالغبار . ذلك أن الجاذبية ما إن تحكم قبضتها على منظومة ما حتى تجعلها تتقلص فتسخن .

من الانفجار الكبير إلي المجرات

لو كان كوننا قد بدأ وهو سلس متسق بالكامل لظل هكذا أيضا طوال فترة تمدده . وعندها فإن الكون عندما يصبح عمره عشرة بلايين عام لن يحوى إلا مادة مظلمة تنتشر فى سمك رقيق ، ولا يكون هناك غير ذرة واحدة فى كل متر مكعب. وسيكون الكون باردا مظلما بلا مجرات وبلا نجوم وبلا تعقد وبلا حياة ؛ إلا أنه

سيكون هناك فارق حاسم ولو وُجدت حتى أدنى درجة من عدم الانتظام فى المراحل المبكرة من الكون ، لأن أى تباين فى الكثافة سيزداد تضخمه مع تمدد الكون . وعندما تكون هناك بقعة أكثر هونا فى كثافتها عن المتوسط فإن تمددها يقل عن المتوسط لأنها تتعرض لجاذبية أكثر . وهكذا فإن تمدد هذه البقعة يقل أكثر وأكثر بالنسبة للمتوسط . ويمكن تمثيل ذلك بكرتين تلقيهما معا لأعلى باختلاف بسيط فى السرعة . وفى بداية الأمر لانكاد ندرك اختلاف سرعتيهما . ولكن الكرة الأبطأ لا تلبث بالوقت أن تتوقف تماما وتأخذ فى السقوط ، بينما الكرة الأسرع تظل ترتفع . وبالمثل فإن الجاذبية تضخّم من أهون «تموجات» فى كرة النار التى تكاد تكون بلا ملامح ، فتضخم من تباين الكثافة حتى تتوقف المناطق الأكثر كثافة عن التمدد ، لتتكثف فى بنيات تتماسك معا بالجاذبية .

نسبة Q وصغرها

النجوم والمجرات ومجموعاتها العنقودية تتماسك معا بالجاذبية ، ويمكن التعبير عن مدى احكام تماسكها بحساب الطاقة اللازمة لكسر تماسكها هكذا وتشتيتها ، وذلك كنسبة من إجمالى كتلة السكون(*) ، أو ك س^{2} (mc^2) فى معادلة أينشتين للطاقة . وهذه النسبة بين الطاقتين تسمى Q ، وتبلغ حوالى جزء من مائة ألف ، أى أن Q نسبة صغيرة بقوة ١٠$^{-٥}$. ويعنى صغر Q أننا نستطيع أن نعتبر أن كوننا تقريبا متجانس ، تماما مثلما نعتبر أن جرما كرويا يكون مستديرا أملسا إذا كان ارتفاع الأمواج أو التموجات فوق سطحه لا يتعدى ١/١٠٠٠٠٠ من القطر ، وهذا يساوى فى حالة الكرة الأرضية ٦٠ مترا لاغير . ورقم كيو (Q) مهم لتحديد نسيج بنية الكون الذى يختلف اختلافا كبيرا بتغير قيمة Q .

تضبيط قيمة كيو (Q)

تشكيل المجرات ومجموعات المجرات العنقودية والمجموعات العنقودية الفائقة ، تشكيل هذا كله يتطلب أن يحوى الكون مقدارا كافيا من المادة المظلمة والذرات . ويجب ألا تكون قيمة أوميجا (Ω) منخفضة أكثر مما ينبغى . كما يجب ألا تزيد قيمة لامبدا (λ) أكثر مما ينبغى وإلا فإن التنافر الكونى سيتغلب على الجاذبية قبل تشكيل المجرات . ونحن نعرف الآن أن هناك شيئا آخر يلزم لذلك ، وهو وجود أوجه عدم انتظام من أول الأمر لغرس بذور نمو البنية . ورقم كيو Q يقيس حجم هذه الأوجه من عدم الانتظام أو هذه التموجات . وإذا قلت قيمة كيو كثيرا أو زادت كثيرا لتغير نسيج الكون ليصبح أقل قدرة على أن يؤدى إلى انبثاق أشكال الحياة .

لو كانت قيمة كيو أصغر بين ١٠$^{-٥}$ مع بقاء الأرقام الكونية الأخرى كما هى بلا تغيير ، سوف يستغرق ظهور التجمعات فى المادة المظلمة زمنا أطول وستكون

(*) كتلة السكون هى كتلة الجرم بمعزل عن الكتلة الاضافية التى يكتسبها أثناء الحركة وفقا لنظرية النسبية .

تجمعات أصغر حجمها وأقل تماسكا . وتكون المجرات الناجمة عن ذلك بنيات مصابة بفقر الدم ، حيث تتشكل النجوم ببطء وقلة كفاءة ، وتُنفث المادة الداخلة فيها إلى خارج المجرة بدلا من أن يعاد استخدامها فى تشكيل نجوم جديدة تستطيع تشكيل منظومات كوكبية . ولو كانت كيو بقيمة أقل من $١٠^{-٦}$ لما تشكلت مطلقا بنيات متماسكة بالجاذبية ، ولظل الكون دائما مظلما بلا ملامح .

ومن الناحية الأخرى لو زادت قيمة كيو زيادة جوهرية عن $١٠^{-٥}$ لاصبحت «التموجات» الابتدائية عنيفة مضطربة ، ولتكثفت مناطق أكبر كثيرا من المجرات فى وقت مبكر . ولن تتشظى هذه المناطق فى نجوم ، وإنما ستتقلص إلى ثقوب سوداء هائلة ، يكون الواحد منها أثقل من مجموعة مجرات عنقودية بأسرها مما يوجد فى كوننا الحالى . ولو تكونت مجرات فى هذه الظروف ستكون أكثر احكاما فى ترابطها عن مجراتنا الحالية وتحتشد النجوم فيها وهى تتقارب معا وتتصادم بكثرة بما لا يمكن من الإبقاء على منظومات كوكبية مستقرة .