37

المجرات المتصادمة والمتطورة

Colliding and evolving galaxies

في حين أن المسافات التي تفصل المجرات شاسعة مقارنة بمقاييسنا التي نستعملها يوميًّا، إلا أنها صغيرة نسبيًّا إذا ما قورنت بأحجام المجرات نفسها. وهذا يجعل التصادمات واللقاءات التي تقترب فيها المجرات من بعضها حدثًا شائعًا على نحو مدهش، ويلعب دورًا رئيسيًّا في نشوء المجرات.

حالما اتضحت الطبيعة الحقيقية للمجرات في العشرينيات، سرعان ما اكتشف علماء الفلك أن العديد من المجرات القريبة من بعضها البعض في السماء هي حقًّا قريبة من بعضها البعض في الفضاء. قام عالم الفلك السويدي «إريك هولمبيرج» بعمل رائد في هذا المجال في وقت مبكر من عام 1937، وفي عام 1941 كان أول شخص يدرس ما يمكن أن يحدث إذا اصطدمت مجرتان ببعضهما البعض. ولكي يقوم بذلك، استخدم حاسوبًا تناظريًّا بدائيًّا، بني من عشرات المصابيح الضوئية التي يمكن لشدة ضوئها المتغيرة أن توضح تركيزات النجوم. وقد كشف عمل «هولمبيرج» عدة تأثيرات مهمة: أوضح كيف يمكن للمجرتين المتقاربتين أن تحدثا قوى مدية داخل بعضهما البعض مما يؤدي إلى إثارة موجات من تشكيل النجوم أثناء

الخط الزمني

1941م	1951م	1966م
وضع «هولمبيرج» نموذجًا للأحداث المرتبطة بالتصادمات الافتراضية للمجرات.	اقترح «ليمان سبيتزر» الابن و«والتر بادي» أن التصادمات يمكن أن تكون آلية لتحول المجرات من نوع لآخر.	نشر هالتون آرب أطلس المجرات الغريبة.

إبطـاء سرعتيهما الكلية في الفضـاء بحيـث تتجمعان وتندمجان.

وعـلى الرغـم مـن هـذا، تعرضـت تصادمـات المجـرات للتجاهـل باعتبارهـا حـوادث نـادرة حتى عـام 1966 عندما نشر «هالتون آرب» أطلس المجرات الغريبة- وهو قائمة مصورة لمجموعة متنوعـة مـن المجرات التـي لا تنسـجم مـع مخطط تصنيـف إدوين هابـل المنمـق (انظـر صفحة 224).

تجمعات النجوم الفائقة

واحدة مـن النتائج الأكثر إثـارة لتفاعل المجرة هي تشـكيل تجمعـات النجوم بمقدار يقلص الأنظمـة الطبيعية المفتوحة أو الكروية (انظر صفحة 127). إن ما يسـمى بتجمعات النجوم هي العناصر المكونة لتوزيع نجمي أوسـع نشـأ عندما أثارت القوى المدية انهيار جاذبية سـحب الغاز بين النجمي. أبرز هذه التجمعات في سماوات الأرض هي «136R» وهي تجمع مفتوح كثيف في سـحابة ماجلان الكبرى التي هي موطن أثقل النجوم المكتشـفة إلى الآن (انظـر صفحة 179). ومـع ذلك فإنه تم التعرف عـلى تجمعين نجميين فائقين عـلى الأقل في مجرة درب التبانة نفسها.

تعتبر تجمعات النجوم الفائقة مهمة لأنها تقدم المنشـأ المحتمل للتجمعات النجمية الكروية الغامضة. وعلى الرغم من جاذبيتها القوية إلا أنها أطاحت بغازها المكون للنجوم مما أدى إلى عرقلة تكون المزيد من النجوم بعد انفجار أولي. النجوم الضخمة ذات الأعمار القصيرة التي نشـأت في الموجة الأولى تشيخ وتموت في غضون بضعة ملايين سنة، مما يؤدي إلى تكون موجات صدمية هائلة للمستعر الأعظم والتي سرعان ما تطيح بالسديم المحيط بها. وبمجرد أن تصل النجوم الوسـيطة أيضًـا إلى نهاية حياتها تنضغـط جميع البقايا في صورة تجمعات كروية معبأة بعدة آلاف من النجوم منخفضة الكتلة ذات أعمار متطابقة.

1970م

ربـط الأخـوان «تموري» نماذج حاسوبية لتصادمات المجرات بالمجرات الغريبة.

1977م

أشار «آلار تموري» إلى أن المجرات الحلزونية المندمجة مع بعضها البعض تتجمع وتصبح مجرات إهليلجية.

1987م

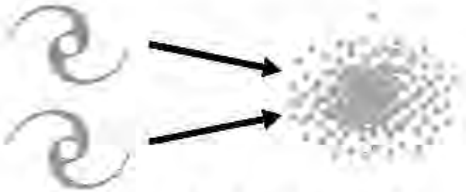
أشـار «ليونـارد سـيارل»، و«روبرت زن» إلى أن المجرات الحلزونية تتشـكل من اندماج مجرات غير منتظمة أصغر.

2002م

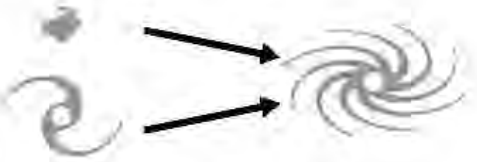
اسـتخدم «ماتيـاس شتاينميتز»، و«خوليو نافارو» نماذج حاسوبية متقدمة لدعم نظرية تطور المجرات الهرمية.

وضع نموذج للاندماج

وفي الوقت نفسه تقريبًا، طبق الأخوان الأستونيان «آلار تومري»، و«جوري تومري» تكنولوجية حاسوبية فائقة على مسألة عمليات الاندماج وقد أصدرا نتائج مشابهة لنتائج «هولمبيرج» لكن بتفاصيل أكثر. وفي بعض الحالات، قاما بمحاكاة تصادمات مجرات محددة. المجرات الهوائية على سبيل المثال، هي زوج من المجرات الحلزونية المتصادمة على بعد حوالي 45 مليون سنة ضوئية في كوكبة الغراب: عندما اقتربتا من بعضهما البعض، قامت القوى المدية «ببسط» أذرعها الحلزونية مما أدى إلى تكوين تدفقين من النجوم يمتدان في الفضاء بين المجرتين. وقد كشفت صور تلسكوب هابل الفضائي منذ التسعينيات عن تشكيل كثيف للنجوم في الأجرام الرئيسية لهذه المجرات، في حين أن الصور القادمة من الأشعة السينية تبين أن النظام كله محاط الآن بهالة من الغازات الساخنة.



اليسار: في اندماج المجرات الكبيرة، تفقد المجرتان الحلزونيتان المصطدمتان هيكلهما وتتجمعان لتشكلا مجرة إهليلجية أكبر.



اليمين: في اندماج المجرات الصغيرة: امتصاص المجرة القزمة الصغيرة في المجرة الحلزونية يمزز من هيكل المجرة الحلزونية ومن معدل تشكيل النجوم.

على الرغم من هذا المشهد، يبدو أن التصادمات بين النجوم الفردية نادرة. تصطدم سحب الغاز والغبار الأكثر انتشارًا وجهًا لوجه مما يؤدي إلى نشأة نجوم جديدة وفيرة في حدث

يعرف باســم الانفجار النجمي. الموجات الصدمية التي تمزق المادة المصطدمة تســخنها إلى حد كبير. وفي الوقت نفســه، تسخن انفجارات المســتعر الأعظم من النجوم الضخمة ذات الحياة القصيرة التي تكونت في الانفجار النجمي الغاز أكثر مما يؤدي إلى رفع درجة الحرارة إلى ملايين الدرجــات وتثريه بنواتج اندماجها النووي، وفي نهاية المطاف، قد يصبح الغاز ســاخنًا للغاية وسريع الحركة لدرجة أنه يفلت إلى منطقة بها حول المجرة المرئية.

وعلى الرغم من أوجه التقدم في كل من تكنولوجيا الحوسبة وفهمنا لتكوين المجرة منذ أولى عمليات المحاكاة (بما في ذلك اكتشــاف المادة المظلمة ـ انظر الفكرة 45) فإن نموذج «تموري» للاندماج الكبير بين المجرات الحلزونية الكبيرة بقي ســليمًا. بالطبع ليست جميع الاندماجات تنطوي على زوج من المجرات الحلزونية: اللقاءات بين الأقزام الإهليلجية الأصغر أو المجرات غير المنتظمة أكثر شــيوعًا بكثير، وهذه أحداث أحاديــة الجهة أكثر بكثير، وفيها تتمزق المجرة الأصغر تحت تأثير النظام الأكبر وفي النهاية تفقد هُويتها تمامًا أثناء تفتتها. وكآثار جانبية، يبدو ســحب الجاذبية للمجرات الأصغر أنه يزيد من تشكل النجوم والنمط الحلزوني المرئي (انظر صفحــة 211). هناك أدلة دامغة على أن مجرتنا حاليًا تشــارك في هذا الحدث في هذه اللحظة، وهي تتفاعل مع مجرة صغيرة تعرف باسم مجرة الرامي الإهليلجية القزمة.

التصادمات باعتبارها تطورًا

وقد قام «آلار تومر» بناءً على دراســاته للطريقة التــي تتصرف بها النجوم التي نجت من اندماج كبير بطرح اقتراحه الجريء عام 1977 بأن الاندماجات بين المجرات الحلزونية تنتج المجرات إهليلجية. ويجزئ الاندماج الأولي مدارات النجوم إلى مجموعة متنوعة من المسارات الإهليلجية غــير المرتبة، ويزيل فقد الكثير من الغاز في النظام المدمج تأثيرًا رئيســيًا يســطح مداراتها وتتسطح سحب الغاز فتصبح قرصًا عند اصطدامها، مما يؤدي إلى بذل سحب الجاذبية

على النجوم الموجودة والتحكم في المستوى الذي تتكون فيه الأجيال الجديدة من النجوم. ولأن النجوم الهائلة الأكثر سطوعًا والتي تكونت في الاندماج الفعلي يتقدم عمرها بسرعة وتموت، فإن النتيجة النهائية تكون كرة غير منتظمة الشكل من نجوم حمراء وصفراء أكثر استقرارًا في مدارات متداخلة: مجرة إهليلجية. وبفرض أن جميع المجرات بدأت كمجرات حلزونية، حسب «تومر» المعدل المرجح للاندماجات على مدى عمر الكون موضحًا أنها تطابق النسبة الموجودة من المجرات الإهليلجية.

أخذت أفكار الأخوين «تومر» بعض الوقت لتشتهر، وقد تعرضت لمناقشات حادة خلال الثمانينيات، لكن الملاحظات الأكثر تفصيلًا لاندماج المجرات كشفت عن العديد من الأنظمة التي يبدو أنها تمر بمراحل مختلفة في الانتقال من النوع الحلزوني إلى الإهليلجي. وفي الوقت نفسه ركزت التطورات مؤخرًا على سد الفجوات حول فكرة الاندماج الأساسية. وعن طريق تصوير تلسكوب هابل الفضائي لمجرات تبعد عدة مليارات من السنوات الضوئية في وقت سابق من عصر تطور الكون (انظر صفحة 269) أوضح أن معظم المجرات بدأت كمجرات غير منتظمة قبل أن تندمج وتنمو لتصبح مجرات حلزونية أكثر تعقيدًا. كما أصبح من الواضح أن المجرات الإهليلجية يمكن أن تعيد امتصاص الغاز تدريجيًا من المناطق المحيطة بها. وهذا يسمح لها بالتجدد من خلال مرحلة عدسية (انظر صفحة 223) وفي النهاية تشكل أذرعًا حلزونية جديدة.

«الأنظمة المزدوجة والمتعددة وكذلك التجمعات يمكن تفسيرها كنتيجة للاستحواذات بين سدم متأثرة بالقوة المدية في اللقاءات القريبة.»

إيريك هولمبرج

قد تعيد دورة الاندماج نفسها عدة مرات ويتزايد ارتفاع درجات حرارة الغاز وتصبح إعادة امتصاصه أبطأ أثناء تطور المجرة من مجرة حلزونية صغيرة إلى مجرة إهليلجية ضخمة وعملاقة قديمة (انظر صفحة 240) في قلب تجمع من المجرات..

الفكرة الرئيسة

المجرات تتصادم في كثير من الأحيان، ونتيجة لذلك يحدث تغير في شكلها