22

النجوم القزمة

Dwarf stars

تظهر النجوم التي تقلّ كتلتها عن كتلة الشـــمس خصائصها الفريدة من نوعها والمذهلة أحيانًا بما في ذلك النشاط العنيف المثير للدهشة. عند الحد الأدنى من الكتلة تتحول هذه الأقزام الحمراء إلى أقزام بنية وهي ما تسمى بالنجوم الفاشلة والتي لم يثبت وجودها إلا منذ التسعينيات.

من الناحية التقنية، تقريبًا جميع النجوم هي نجوم قزمة بما فيها شمســـنا، والنجوم الأكثر ضخامة ولمعانًا مثل الشِّـــعرَى اليَمَانِيَّة (Sirius) (انظر المربع صفحة 138). إلا أن الشائع هو اســـتخدام مصطلح قزم اســـتخدامًا أكثر تحديدًا لوصف النجوم الصغـــيرة الأقل لمعانًا من الشـــمس بقدر كبير. وحتى هذا يمكن أن يكون محيرًا، فالأقزام البيضاء ـ وهي بقايا نجمية محترقة (انظر صفحة 190) ـ أجرام مختلفة اختلافًا واضحًا عن الأقزام الحمراء التي هي مجرد نجوم نســـق أساسي عادية لها كتلة صغيرة جدًّا. وكلاهما بدوره مختلف عن الأقزام البنية التي لا تفي حتى بالتعريف المعتاد للنجوم.

الخط الزمني

1915م	1948م	1962م
اكتشـــف «روبرت إينيس» قنطور الأقرب وهو قزم أحمر خافت وهو أقرب نجم للشمس.	اكتشـــف «جاكوب لوتين» النجم المجـــاور BL Ceti أول نجـــم قزم يظهر نشاطًا واضحًا لنجوم مضيئة.	تنبأ «كومار» بوجـــود وفرة من النجوم الفاشـــلة صغيرة الكتلـــة والتي أطلق عليها فيما بعد اسم أقزام بنية.

يختلف لمعان النجوم على نطاق أوسع كثيرًا من كتلتها، تمامًا مثلما تستطيع الأوزان الثقيلة أن تكون أكثر سطوعًا مئات الآلاف من المرات من الشمس كذلك يمكن أن تكون أقل النجوم ضخامة أكثر خفوتًا بمئات الآلاف من المرات. فنجم كتلته تساوي نصف كتلة الشمس (يعتبر هذا الحد الأعلى للقزم الأحمر) تشرق بحوالي 1/ 6 من ضوئها لكن النجم الذي كتلته 0.2 كتلة شمسية له حوالي جزء من 200 جزء من لمعان الشمس. وهذا يعني أن الغالبية العظمى من الأقزام الحمراء خافتة للغاية. لفترة طويلة كانت الأمثلة المعروفة هي تلك التي على أعتابنا الكونية فقط، مثل نجم برنارد (انظر صفحة 298) وقنطور الأقرب، وهو أقرب نجم إلى الشمس وعلى الرغم من أن هذا القزم ذا الـ0.12 كتلة شمسية يبعد فقط مسافة 4.25 سنة ضوئية إلا أنه أكثر خفوتًا بـ100 مرة من النجم الأكثر خفوتًا الذي يرى بالعين المجردة ولم يكتشف إلا عام 1915.

لم تتضح وفرة الأقزام الحمراء في مجرتنا إلا مع إطلاق أول تلسكوب فضائي بالأشعة تحت الحمراء في ثمانينيات القرن العشرين. البصمات الحرارية لهذه النجوم الخافتة أكثر أهمية بكثير من خرج ضوئها المرئي وقد أظهرت خرائط الأشعة تحت الحمراء للسماء أن الأقزام الحمراء أعدادها تفوق إلى حد كبير النجوم الأخرى، ربما تمثل ثلاثة أرباع جميع نجوم مجرة درب التبانة.

1995م

اكتشف «ريبولا»، وآخرون أول نجم مؤكد من الأقزام البنية ويطلق عليه تيد 1.

2006م

وجد «مايكل ماركس»، و«بافل كروبا» حدًّا أدنى للكتلة للنجوم التي كتلتها 0.083 كتلة شمسية بناء على أكثر النجوم خفوتًا في أحد التجمعات الكروية.

بنية القزم

أحد الفروقات الهامة بين الأقزام الحمراء والنجوم الأكثر ضخامة والذي يحدد الحد الأعلى من الكتلة لهذه النجوم هو حقيقة أنها لا تنقل الطاقة داخليًّا عن طريق الإشعاع، وبدلًا من ذلك فإن دواخلها تنقل الحرارة بالكامل عن طريق الحمل، والمادة التي تحتوي عليها تخلط ويعاد تدويرها باستمرار، وهذا الخلط ينقل نواتج الهيليوم في الاندماج النووي إلى خارج منطقة اللب ويضع مكانه هيدروجينًا جديدًا؛ مما يضمن أن جميع مادة النجم متاحة لاستخدامها كوقود للاندماج. إلى جانب المعدل البطيء طبيعيًّا لتقدم الاندماج بسبب درجة حرارة اللب المنخفضة فإن هذا يعني أن الأقزام الحمراء يمكن نظريًّا أن تدعم اندماج بروتون ـ بروتون (وتبقى في النسق الأساسي) لتريليونات السنين ـ وهو أكثر كثيرًا من أي نجوم أخرى.

يضخ لب القزم الأحمر إشعاعًا أقل بكثير من إشعاع الشمس وهذا يعني أن هناك ضغطًا خارجيًّا أقل لدعم طبقاته الخارجية ومن ثم فإن هذه النجوم أصغر كثيرًا وأكبر كثافة مما قد تشير

تعريف الأقزام

وفقًا للتعريف الأصلي لـ«إجنار هيرتسبرنج»، القزم هو ببساطة نجم يتبع العلاقة واسعة النطاق بين درجة حرارة النجوم ولمعانها ومن ثم تقع على النسق الأساسي في مخطط هرتسبرنج-راسل. وقد استخدم مصطلح قزم في الأصل للتفرقة بين هذه النجوم وبين العمالقة- النجوم شديدة اللمعان من جميع الألوان والتي توجد في أعلى مخطط هرتسبرنج-راسل، لكن المصطلحات اختلطت بمرور الزمن، على أي حال.

والأكثر من ذلك، في الجزء أعلى اليسار من المخطط، لا يمكن التمييز بين الأقزام الزرقاء شديدة اللمعان والعمالقة بناء على اللون واللمعان وحدهما- يمكن التمييز بينهما فقط إذا كانت هناك معلومات إضافية تثبت ما إذا كان النجم لا يزال يدمج الهيدروجين في لبه أم لا. أما استخدام مصطلح الأقزام البيضاء للإشارة إلى البقايا النجمية المحترقة التي لا تقع في أي مكان قريب من النسق الأساسي (انظر صفحة 190) لا يضيف إلا المزيد من الارتباك.

إليه كتلتها وحدها. قنطور الأقرب أكبر من كوكب المشتري بـ40 ٪ فقط وكثافته 40 مرة كثافة الشمس في المتوسط. وهذه الكثافة العالية جنبًا إلى جنب مع بنية التوصيل بالحمل التي يتسم بها القزم الأحمر يمكن أن يكون لها تأثيرات غير معتادة.

الدليل الأول على أن الأقزام يمكنها أن تظهر نشاطًا كبيرًا جاء من عالم الفلك الهولندي- الأمريكي «جاكوب لوتين» الذي اكتشف اختلافات غريبة في طيف عدة أقزام متقاربة في الأربعينيات من القرن العشرين. وكان أحدها على وجه الخصوص- وهو النجم الأكثر سطوعًا من بين ثنائي يقع على بعد 8.7 سنة ضوئية في كوكبة قيطس- عرضة أيضًا لزيادات ضخمة في السطوع لكن قصيرة العمر. في انفجار عام 1952، على سبيل المثال، هذا النجم الذي يطلق عليه «UV Ceti» زاد سطوعه بمقدار 75 مرة في بضع ثوان. بحلول سبعينيات القرن العشرين، كان من الواضح أن انفجارات النجوم لا تحدث فقط في الضوء المرئي لكن أيضًا في الموجات الراديوية والأشعة السينية عالية الطاقة، وأنها كانت شبيهة جدًا بالتوهجات الشمسية (انظر صفحة 84) وإن كان ذلك على نطاق أوسع بكثير. اليوم يدرك علماء الفلك أن الكثير من الأقزام الحمراء يطلق عليهم أيضًا نجوم متوهجة. وكثافة هذه النجوم، والتوصيل بالحمل المتماوج في دواخلهم يولد مجالات مغناطيسية أكثر قوة بكثير وأكثر تركيزًا من تلك التي ترى في النجوم الشبيهة بالشمس. نتيجة لذلك، تستطيع أحداث «إعادة الاتصال» المغناطيسي إطلاق طاقة تصل إلى 10000 مرة أكبر من تلك التي تثير التوهجات على الشمس مع نتائج مذهلة.

«النجوم التي لها كتلة أقل من كتلة حرجة معينة ستظل تنكمش حتى تصبح أجسامًا منحلة تمامًا.»
شيف إس كومار

الأقزام البنية

طبقًا لمعظم نماذج الاندماج النووي، لا بد أن تكون كتلة النجم على الأقل 0.08 مرة كتلة الشمس لكي تدعم درجات الحرارة والضغط في لبها تفاعل بروتون-بروتون المتسلسل.

ولذلك فإن هذا هو الحد الفاصل الرسمي للنجوم لكن هناك الكثير من الأجرام أقل من هذه الكتلة وتشكلت بالطريقة نفسها التي تشكلت بها النجوم وقد لا تزال تضخ كميات كبيرة من الأشعة تحت الحمراء والإشعاع المرئي. ومثل هذه «النجوم الفاشلة» التي تعرف باسم الأقزام البنية تبقى ساخنة بفعل الانقباض الجذبي، والاندماج النووي لنظير الهيدروجين الثقيل الديوتيريوم الذي يتطلب شروطًا أقل. وقد وضع نظريات لوجودها عالم الفلك شيف كومار (على الرغم من أن الاسم قد صيغ لاحقًا إلى حد ما) في الستينيات.

أثناء ثمانينيات القرن العشرين اكتشفت أجرام مثيرة للجدل لها خصائص مختلف عليها لكن في عام 1995 عثر على أول قزم بني لا جدال فيه. كان تيد 1،

طقس الأقزام البنية

تمامًا مثل النجوم، يمكن تصنيف الأقزام البنية حسب نوعها الطيفي وفقًا لدرجة حرارتها وخطوط الامتصاص الموجودة في غلافها الجوي. أكثر الأقزام البنية سطوعًا، مثل أكثر الأقزام الحمراء خفوتًا، له فئة طيفية من النوع M (انظر صفحة 101) لكن من هنا أضاف الباحثون الفئات الجديدة L، وT، وY وعندما تصبح هذه النجوم أكثر برودة تباعًا تستطيع الجزيئات متزايدة التعقيد أن تبقى في أغلفتها الجوية. وقد أظهرت دراسات حديثة اختلافات في خرج الأشعة تحت الحمراء من الأقزام البنية الخافتة التي يبدو أن سببها راجع إلى سمات سحابة هائلة (في حجم كوكب) تتحرك في أغلفتها الجوية وتحجب تسرب الحرارة من داخلها مؤقتًا. تندفع السحب تحت تأثير الرياح الشديدة- كما قد يكون متوقعًا، فإن الطقس على الأقزام البنية أكثر عنفًا من الطقس على العمالقة الغازية مثل كوكب المشتري.

خريطة الطقس للقزم البني «Luhman 16B»

الذي عثر على مكانه الفريق الأسباني الذي قاده «رافايل ريبولو»، جرمًا دقيقًا متضمنًا في تجمع نجوم الثريا البعيد.

كان دليـــل وجود الليثيوم في طيفه هو الدليل الذي أفســـح المجال لهويته لأن حتى أخف النجوم الحقيقية ساخنة بما يكفي لتدمير كل أثر لهذا العنصر خلال الاندماج النووي.

ومنذ ذلك الحين عثر عـــلى مئات الأقزام البنية بما فيها الكثير المضمن في الســـدم المكونة للنجوم المشـــهورة أو على عتبة كوننا وغالبًا تدور حول نجم قزم آخر. تشير تقديرات كتلها إلى أن أصغر الأقزام البنية يمكن أن يكون بالفعل أقل ضخامة من أكبر الكواكب الغازية العملاقة والعامل المميز بين نوعي الجرمين هو وضع التشكيل.

الفكرة الرئيسة

النجوم الأصغر هي الأكثر وفرة أيضًا