23

النجوم الثنائية والمتعددة

Binary and multiple stars

حالة شمسنا كنجم مفرد تضعها ضمن الأقلية. إننا اليوم نعرف أن معظم النجوم في مجـرة درب التبانة هي أعضاء في أنظمة نجوم ثنائية أو متعددة. إن المسـافات والأعمار المتطابقة للنجوم في مثل هذه الأنظمة يمكن أن يكشف عن حقائق هامة بشأن نشأة النجوم.

في حـين أن بضعة الآلاف من النجوم التي ترى من الأرض بالعين المجردة يبدو أن لها توزيعًا عشوائيًّا تقريبًا في السماء، حتى مراقب النجوم يستطيع بلا مساعدة أن يرى زوجًا من النجوم يبدو أنهما اسـتثناءان. تعرف الثنائيات المتقاربة في السماء عادة بالنجوم المزدوجة، وربما أشهر الأمثلة هما المئزر وسها؛ النجم الأوسط في ذيل كوكبة الدب الأكبر. فكر العلماء الأوائل قليلًا في هذا: إذا كان توزيع النجوم حقًّا عشـوائيًّا، إذن يمكن توقع القليل من هذه الأزواج المتقاربة. لكن، عندما قام عالم الفلك الإيطالي «بينديتو كاسـتلي» بتحويل تلسـكوب أولي على نظام النجوم في بداية 1617 وجد شـيئًا آخر. في حين يبدو المئزر للعين المجردة على أنه نجم مفرد إلا أنه هو نفسـه في الحقيقة

الخط الزمني

1617م	1783م	1804م
اكتشف «كاستلي» أول نجم مزدوج بالتلسـكوب، وهو المئزر في الدب الأكبر.	اقترح «جودريك» آلية كسوف لتفسير النجم المتغير «الغول» في بيرسوس.	أوضح «هيرشل» أن نجمي القفزة الأولى الجنوبيـة يـدوران حـول بعضهما البعض.

ثنائي قريب مكون من نجمين بيضاويين لكل منهما سطوع للعين المجردة. ومثل هذا الاصطفاف لنجمين ساطعين فقط عن طريق المصادفة أقل احتمالية بكثير من النجمين المرتبطين ارتباطًا فضفاضًا وهما المئزر وسها، لكن مضى وقت طويل قبل أن يفكر أي أحد تفكيرًا سليمًا في الملابسات. أول شخص يقترح أن نجمي المئزر التوأم كانا حقًّا متجاورين في الفضاء هو الفيلسوف الإنجليزي «جون ميشيل» عام 1767.

«من السهل إثبات أن نجمين قد يكونان مرتبطين معًا للغاية عن طريق أدائهما حركة دائرية، أو قطوع ناقصة متشابهة حول مركز ثقلهما المشترك.»

ويليام هيرشل

وبعد ذلك، في عام 1802 خرج «ويليام هيرشل» بدليل إحصائي ـ بناء على مسح دقيق للسماوات ـ على أن النجوم المزدوجة القريبة أكثر شيوعًا بكثير لدرجة أنه لا يمكن تفسيرها بأنها اصطفافات من قبيل الصدفة.

المدارات الثنائية

قال «هيرشل» أنها لا بد أن تكون نجومًا ثنائية، مرتبطة معًا ماديًّا في مدار حول بعضها البعض عن طريق التجاذب المتبادل.

في عام 1804 حسم الجدل عن طريق إظهار أن نجمي القفزة الأولى الجنوبية (نجم مزدوج قريب آخر في الدب الأكبر، وكان قد اكتشفه قبل ذلك بـ24 عامًا) قد غيرا توجههما

1889م

حدد «موري»، و«بيكرنج» المئزر A كأول نجم ثنائي تلسكوبي.

1901م

استنتج «فوجل» الصفات المادية للنجمين في المئزر A من البيانات الطيفية.

1903م

اكتشف «جوستاف مولر»، و«بول كيمبف» أول نظام ثنائي متصل معروف «أورمي ماجوريس».

النسبي مما يثبت أنهما كانا يدوران حول بعضهما البعض. بحلول عام 1826، كان الزوج قد رُصد عن كثب بما يكفي لعالم الفلك الفرنسي «فيليكس سافاري» أن يحلل مدارهما بالتفصيل، وقد أوضح أن هذين النجمين تقريبًا لهما كتلة الشمس، ويتبعان مدارات إهليلجية عمرها 60 عامًا بفاصل يتراوح ما بين 12 إلى 39 وحدة فلكية.

ومع تحسن التلسكوبات في القرن التاسع عشر اكتشفت أنظمة نجوم ثنائية أكثر، وحتى أنظمة نجوم متعددة تحتوي على أكثر من عنصرين. وسرعان ما أصبح من الواضح أن المسافة بين النجوم في مثل هذه الأنظمة يختلف اختلافًا كبيرًا: يمكن أن يكون الفاصل بينها مسافات بين كوكبية من بضع وحدات فلكية أو مسافات بين نجمية تصل لسنة ضوئية أو أكثر.

النجوم الثنائية الكسوفية

تمامًا مثل النجوم، يمكن تصنيف الأقزام البنية حسب نوعها الطيفي وفقًا لحالات معينة، يمكن الكشف عن النجوم الثنائية القريبة من بعضها للغاية لدرجة أنه لا يمكن التفرقة بينهما بالتلسكوب عن طريق تأثيرهما على ضوء النظام كله. أول نجم اكتشف من هذه النجوم ، وهو الغول (Beta Persei)، كان معروفًا منذ العصور القديمة باسم «الشيطان الغامز». وقد وصف تقريبًا بدقة حتى قبل أن يحسم «هيرشل» قضية النجوم الثنائية المادية.

في عام 1783 لاحظ عالم الفلك الهاوي ذو الثمانية عشر عامًا «جون جودريك» أن نجم الغول عادة يضيء بسطوع ثابت مقداره 2.1، لكنه ينخفض فجأة إلى 3.4 لمدة حوالي 10 ساعات في دورة تكرر نفسها كل يومين و21 ساعة. وقد أشار إلى أن أحسن تفسير لهذا التغير هو إذا كان جسمًا أكثر إظلامًا يدور حول الغول ويمر عبر وجه النجم ويحجب ضوءه جزئيًا مرة في كل مدار، وقد أدت به الفكرة ـ أول آلية مقترحة لتفسير النجم المتغير من أي نوع ـ إلى أن يمنح وسام كوبلاي المرموق للمجتمع الملكي. لم يكن حتى الثمانينيات أن أوضح «بيكرنج» وفريقه في هارفرد أن الجسم الأكثر خفوتًا الذي يدور هو نجم مستقل بذاته. يعتبر الغول اليوم أحد النجوم الثنائية الكسوفية، ونموذج أولي لهذه الفئة المهمة من النجوم المتغيرة.

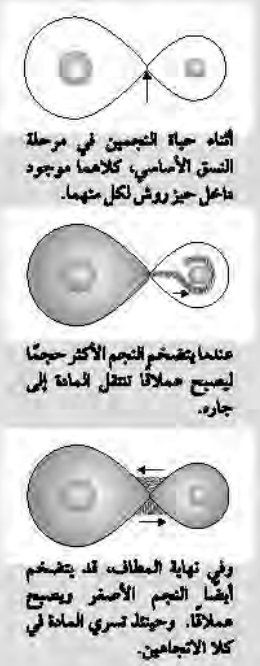
النجوم الثنائية والمتعددة ساعدت علماء الفلك أيضًا في بدء فهم العلاقات داخل النجوم، على سبيل المثال، لما كانت جميع النجوم في نظام ما تقع على نفس البعد عن كوكب الأرض فإن الاختلافات في مقدارها الظاهري تتوافق مع الاختلافات في اللمعان الحقيقي. إذا كان يمكننا تحديد حجم كل مدار نجم يمكننا إذن استنتاج كتلته النسبية، ولما كان بإمكاننا أن نفترض أن جميع أجزاء نظام النجوم تشكلت في الوقت نفسه فيمكننا حتى أن نرى كيف أثرت صفات مثل الكتلة على تطور النجم عبر الزمن.

النجوم الثنائية الطيفية

تفرض الملاحظة المباشرة قيودًا على أنواع النجوم المتعددة التي يمكن اكتشافها. مهما أصبحت التلسكوبات قوية، إذا كان النجمان قريبين جدًّا من بعضهما أو بعيدين جدًّا عن كوكب الأرض فإنهما سيندمجان في نقطة واحدة من الضوء. لكن في أواخر القرن التاسع عشر اكتشفت وسيلة جديدة لاكتشاف النجوم المتعددة.

الثنائيات المتصلة

في بعض الأنظمة الثنائية، قد يكون العنصران قريبين جدًّا من بعضهما لدرجة أن التغيرات التطورية في حجم أحدهما أو كليهما تجعلهما يتصلان اتصالاً مباشرًا ببعضهما البعض. وهذا يحدث عندما يتجاوز النجم حيز روش الذي يجد من تأثير جاذبيته. وفي هذا السيناريو، يشكل النجمان نجم «دبليو يراسي ماجوريس» المتغير، وهو أحد النجوم الثنائية الكسوفية التي يتغير خرج ضوئها باستمرار. يمكن للانتقالات الكبيرة من الكتلة من أحد النجمين إلى الآخر عبر ملايين السنين أن تغير حتى من المسار التطوري لأحدهما أو كليهما.



أثناء حياة النجمين في مرحلة التسلسل الأساسي، كلاهما موجود داخل حيز روش لكل منهما.

عندما يتضخم النجم الأكثر حجمًا ليصبح عملاقًا تنتقل المادة إلى جاره.

وفي نهاية المطاف، قد يتضخم أيضًا النجم الأصغر ويصبح عملاقًا. وحينئذ تسري المادة في كلا الاتجاهين.

ومن اللافت للنظر أن دراســات المئزر هي التي قادت الطريق مجددًا. وكجزء من مشروع عالم فلك هارفرد «ويليام بيكرنج» لفهرسة الأنواع الطيفية وكيمياء النجوم (انظر صفحة 98) جمع أطيافًا من عنــصري النجم التوأم على مدار أكثر من 70 ليلــة بين عام 1887 و1889، وأوكل مهمة تحليلهما إلى «أنطونيا موري» التي كانت في الحادية والعشرين من عمرها. وسرعان ما حددت «موري» ســمة غريبة في طيف النجم الأكثر سطوعًا وهو المئزر A. الخط الداكن K الذي يدل على الكالســيوم في غلافه الجوي بدا حادًا وواضح المعالم في بعض الأطياف لكنه بدا واسعًا وغامضًا في أطياف أخرى، كما أنه انقسم إلى خطين مختلفين في ثلاث لوحات فوتوغرافية أخرى أدركت «موري» أن تأثير «ازدواج الخط» هذا كان يحدث كل 52 يومًا وحدد «بيكرنج» الســبب تحديدًا صحيحًا: يتكــون المئزر A في الواقع من نجمين في مــدار ضيق حول بعضهما البعض. كلا النجمين يسهمان في الطيف الكلي لكن خطوط k المنزاحة تكشف عن أن خرجهما من الطاقة يحدث له إزاحة دوبلر باستمرار كلما تغيرت حركتهما بالنسبة لكوكب الأرض (انظر صفحــة 97). عند بعض النقاط في مداريهما، يكــون أحدهما متحركًا نحو كوكب الأرض مما يســبب قصر الأطوال الموجية لضوئه ويســبب انزياح خط k نحو النهاية الزرقاء من الطيف. وأثناء ابتعاد النجم الآخر في الوقت نفسه عن كوكب الأرض يتمدد ضوؤه ويحمر.

في أحيان أخرى ينعكس الوضع أو يتحرك النجمان من الجنب بالنســبة لكوكب الأرض ومن ثم يختفي تأثير دوبلر.

أصبــح المئزر A هو أول نجم في فئة النجوم الثنائية الطيفية الجديدة والتي كشــفت ببطء حقيقــة أن الغالبية العظمى من النجــوم في مجرتنا تقع داخل أنظمة ثنائيــة أو متعددة. وعلى القدر نفســه من الأهمية، أدرك «بيكرنج» أن هذه النجوم تقدم أداة جديدة قوية لعلماء الفلك: فباســتخدام السرعة والدورة المدارية يســتطيع المرء حساب المســافة بين النجوم، وأن يقيس مباشرة كتلتها باســتخدام قانون نيوتن العام للجاذبية. استغرق استخدام الوسيلة استخدامًا

صحيحًا بعض السنوات (أخيرًا، حل عالم الفلك الألماني «هيرمان فوجل» في عام 1901 مدار المثزر A) لكن القدرة على قياس مثل هذه الخصائص الفيزيائية للنجوم البعيدة مباشرة، بل مجرد وجود أنظمة نجوم ثنائية ومتعددة كان له تأثير كبير على علم الفلك في القرن العشرين.

الفكرة الرئيسة

النجوم المفردة مثل شمسنا هي الأقلية