24

البحث عن الكواكب الخارجية

Searching for exoplanets

بمجـــرد أن بدأ علماء الفلـــك في تقبل فكرة أنه ليـــس هناك شيء خاص بالتحديـــد فيما يتعلق بشمســـنا أو مكاننا في مجـــرة درب التبانة، كان من الصعب أن يفكروا في سبب ألا يكون لدى النجوم البعيدة أنظمة كوكبية خاصة بها، لكن إثبات ذلك سيستغرق وقتًا طويلًا ولم يعثر على ما يسمى بالكواكب الخارجية بأعداد كبيرة إلا منذ تسعينيات القرن العشرين.

كانت القيود المفروضة على التكنولوجيا تعوق لمدة طويلة البحث عن كواكب تدور حول نجوم أخرى، لكن اكتشـــاف نجم برنـــارد Barnard عام 1916 جلب معـــه الآمال الأولى في اكتشاف كواكب خارجية. وضع هذا النجم القزم الأحمر في فهرس النجوم لكن المصور الفلكي «إي إي برنارد» كان أول من يتعرف على حركته الحقيقية العالية غير العادية أمام نجوم الخلفية. الحركة التي تعادل اتساع بدر كل 180 سنة ألمحت إلى أن نجم برنارد كان قريبًا جدًّا من نظامنا الشمسي، كما أن قياسات الانزياح (انظر صفحة 91) سرعان ما أثبتت أنه يبعد فقط 6 سنوات ضوئية عن كوكب الأرض، وهو رابع أقرب نجم إلى الشمس.

الخط الزمني

1969م	1992م	1995م
نشر «فـــان دي كامب» دليلًا خاطئًا عن الكواكب التي تدور حول نجم برنارد.	اكتشف «ولســـزكزان»، و«فريل» أول كوكب نابـــض معروف يـــدور حول PSR B 1257+12.	أعلن «مايور»، و«أولوز» اكتشاف الفرس الأعظم 51 بي، أول كوكب خارجي يدور حول نجم عادي.

بداية مزيفة

أدرك عالم الفلك الهولندي «بيتر فان دي كامب» أن الحركة السريعة لنجم برنارد من شأنها أن تجعل أي تذبذبات في مساره -بسبب سحب جاذبية الكواكب الكبيرة- ملحوظة على نحو خاص. ولأكثر من ثلاثة عقود بدأت في عام 1937 تعقب بانتظام الموقع الدقيق للنجم، وفي نهاية المطاف، نشر عام 1969 دليلًا على كوكبين من فئة كوكب المشتري.

الكواكب النباضة

عُثر بالفعل على أول الكواكب التي اكتشفت حول نجم آخر قبل بضع سنين من اكتشاف الفرس الأعظم 51 بي لكنها اكتسبت اهتمامًا أقل لأن الظروف التي عثر عليها فيها كانت معادية للحياة. في عام 1992 أعلن «ألكسندر ولسزكزان»، و«دالي فريل» اكتشاف كوكبين يدوران حول نجم نباض عرف باسم PSR B1257+12، على بعد 23000 سنة ضوئية من كوكبة العذراء (انظر صفحة 194). وتبعه كوكب ثالث عام 1994. وقد تم العثور في ذلك الوقت على العديد من أنظمة الكواكب عن طريق التحليل الدقيق للتغيرات الصغيرة في الومضات الدقيقة من الإشعاع التي تحدث عندما يُجذب نباض في اتجاهات مختلفة بفعل الأجسام التي تدور حوله. مثل هذه الكواكب من غير المرجح أن تنجو من انفجارات المستعر الأعظم التي يتكون فيها النباض. وبدلًا من ذلك، يُعتقد أنها وُلدت في مرحلة ثانوية من تكون الكوكب، من حطام نجم مرافق مُدمر.

1999م

اكتشاف أول كوكب خارجي باستخدام طريقة العبور.

2009م

أطلقت «ناسا» مهمة كبلر للعثور على الكواكب، مما أدى إلى التعرف على آلاف الكواكب الخارجية الجديدة.

لكن ثبت أن ملاحظاته من الصعب على الآخرين تكرارها، وبحلول الثمانينيات استنتج معظم الناس أن «فان دي كامب» كان مخطئًا ربما بسبب أخطاء في معداته. تركت مسألة نجم برنارد الكثير من علماء الفلك في حيرة شديدة وسيطر رأي آخر أكثر تشككًا.

افترض معظم الناس أن الكواكب حول النجوم الأخرى كانت نادرة جدًّا لسبب ما. ولحسن الحظ، لم يمض وقت طويل حتى قوضت طريقة جديدة أكثر حساسية للعثور على الكواكب هذا الوضع.

النجاح أخيرًا

«مهمة تلسكوب كبلر لوكالة ناسا هي رفع الغطاء عن أعيننا والكشف لنا عن كيف أن عالمنا الذي نعيش فيه عالم عادي.»
سيث شوستاك

اقترح «أوتو سترف» عالم الفلك الأوكراني - الأمريكي في مطلع عام 1952 فكرة اكتشاف كواكب حول النجوم الأخرى عن طريق قياس التغيرات في سرعتها نصف القطرية (الحركة نحو كوكب الأرض أو بعيدًا عنه). حيث توصل إلى أنه تمامًا مثلما تكشف النجوم الثنائية «الطيفية» طبيعتها الحقيقية عن طريق إزاحات دوبلر للخلف والأمام للخطوط الطيفية عندما تتحرك عناصرها نحو كوكب الأرض أو مبتعدة عنها (انظر صفحة 145) فإن تأثير كوكب ما على نجمه كذلك ينبغي أن يظهر إذا استخدم راسم طيف حساس بما فيه الكفاية.

ومع ذلك فإن المشكلة (كما اكتشفها «فان دي كامب») هي أن الكوكب لا يؤثر إلا تأثيرًا ضئيلًا جدًّا على نجمه. فبناء على كتلتيهما النسبية وحجم مدار الكوكب فإن أكبر اضطراب يمكن أن يأمله المرء قد يكون تذبذبًا في حدود بضعة أمتار كل ثانية بسرعة متوسطة تحسب عادة بالكيلومترات لكل ثانية. إن الكشف عن تغيرات طفيفة كهذه يعني تجزئة ضوء النجم إلى طيف واسع جدًّا وعالي التشتت، وهو أمر كان خارج نطاق التكنولوجيا في ذلك الوقت. لكن التقدم في الثمانينيات أنتج أول رواسم الطيف «شيلي» المناسب لتحليل الضوء الخافت للنجوم.

وهذه الأدوات تستخدم زوجًا من محزز الحيود لعمل طيف واسع بالتعاون مع الألياف البصرية لتزويد المحززات بالضوء القادم من النجوم المفردة.

معدات «إيلودي» التي شـغلها لأول مرة «ميشل مايور»، و«ديديه كولوز» في مرصد «دو هوت بروفينس» منـذ عام 1993، كانت مصممة خصيصًا للبحـث عن الكواكب الخارجية وسرعان ما أثبتت جدارتها. ففي عام 1995 استطاع «مايور»، و«كولوز» الإعلان عن اكتشاف كوكب كتلته على الأقل نصف كتلة كوكب المشـتري يدور حول نجم الفرس 51 القريب نسبيًا وكان هذا الأول من بين عديد من اكتشـافات كهذه من «إيلودي»، ونظائره التي تقع في نصف الكرة الجنوبي.

طرق العبور وطرق أخرى

بعد بضع سـنوات من تلك الاكتشافات المبكرة، لاقى أسلوب أكثر فعالية نجاحه الأول. إن طريقة العبور تنطوي على قياس الانخفاض الضئيل في الضوء الكلي الخارج من النجم عندما يعبر كوكب مباشرة أمامه. ولأن حجم النجم يسهل استنتاجه من خواصه الطيفية (انظر صفحة 101) فإن الانخفاض النسبي للضوء الخارج يكشف عن حجم الكوكب العابر. ومن الواضح أن العبـور لا يحدث إلا في حالات نادرة فقط عندما يكـون مدار الكوكب مصطفًا مباشرة مع كوكب الأرض، لكن نظرًا لحساسية أجهزة قياس الضوء الحديثة أصبح الآن هو الطريقة الأكثر عملية لتحديد الكواكب الخارجية منخفضة الكتلة التي في حجم كوكب الأرض.

تم اكتشـاف أول كوكب خارجي عابـر، في عام 1999، يدور حول نجم غريب شـبيه بالشـمس تمت فهرسته باسـم HD209458 وهو يقع على بعد 150 سنة ضوئية في مجرة الحصان المجنـح. وكان علماء الفلك بالفعل يعرفون أن هذا النجم له كوكب يدور في مدار ضيق بفضل قياسـات سرعته نصف القطرية، لكن العبور أثبت أن نصف قطره حوالي 1.4 مرة نصف قطر

كوكب المشتري. ومنذ أول اكتشاف من مرصد «كيك» في هاواي، والتلسكوبات القائمة على الأقمار الصناعية والكاشفة للعبور هي الوسيلة الأكثر نجاحًا في اصطياد الكواكب.

الأول، وهو بعثة فرنسية أطلق عليها «COROT» عمل بين 2006-2012 في حين جاءت أداة ناسا وهي كيبلر (انظر المربع) لاحقًا. يسمح أي موقع في المدار للتلسكوب بأن يراقب باستمرار سطوع مضمار كامل من النجوم لفترات طويلة بلا انقطاع مما يجعل من الأسهل اكتشاف الكواكب في المدارات الأطول.

كيبلر

أطلق القمر الصناعي لناسا والذي يدعى كيبلر عام 2009 وهو سفينة فضاء مخصصة لصيد الكواكب وقد حولت معرفتنا عن الكواكب الخارجية. ومعدته الوحيدة هي تلسكوب عاكس طوله 0.95 متر (37 بوصة) متصل بكاميرا ضوئية تقيس التغيرات الضئيلة في ضوء النجوم للكشف عن العبور الكوكبي. أثناء مهمته الأساسية، استخدمت أربع «عجلات رد فعل» للحفاظ على مجال رؤية كيبلر مثبتًا بدقة على مجال رؤية وحيد- رقعة من مجرة درب التبانة معظمها في كوكبة الدجاجة. بعد تلف اثنتين من تلك العجلات وفقد التتبع الدقيق، عثر المهندسون على وسيلة بارعة لإبقاء التلسكوب موجهًا في الفضاء باستخدام ضغط الإشعاع من الشمس. وهذا أتاح لهم فترات زمنية أقصر لتعقب النجوم لكنها كانت لا تزال مفيدة. وحتى الآن اكتشف كيبلر أكثر من ألف كوكب خارجي مع عدة آلاف أخرى تنتظر الإثبات.

خصائص الكواكب

تكشف أنواع مختلفة من أساليب اصطياد الكواكب خصائص فيزيائية مختلفة للكواكب الخارجية. فطريقة السرعة نصف القطرية على سبيل المثال، تضع حدًّا أدنى من الكتلة على الكوكب

الذي يتسبب في تذبذب النجم لكن لو لم يكن ميل مدار الكوكب معلومًا لما أمكن العثور على قيمة أكثر دقة للكتلة. وعلى النقيض من ذلك، تستطيع الكشف عن قطر الكوكب وليس كتلته. وعمليًّا، رصد الكوكب باستخدام الطريقتين يكشف عن معظم المعلومات إذا كانت بيانات السرعة نصف القطرية يمكن الحصول عليها فإن مجرد حقيقة أن الكوكب يعبر نجمه تقيد ميل مداره وكتلته الممكنة وهما معًا بالإضافة إلى قياس القطر يمكن أن يثبتا كثافة الكوكب ويسمحا لعلماء الفلك باستنتاج مكوناته المحتملة.

الفكرة الرئيسة

البحث عن كواكب حول نجوم أخرى يحتاج إلى أساليب مبتكرة وأدوات حساسة