علم الفلك والفيزياء
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 30 أبريل 2024
doi: 10.3389/frym.2022.857995-ar

كيف نستكشف الكواكب الخارجية (البعيدة)؟ وهل هناك حياة عليها؟

Michel Mayor*
قسم علم الفلك، جامعة جنيف، جنيف، سويسرا

من أكثر الأسئلة إثارة للاهتمام وإدهاشًا وتحفيزًا والتي نطرحها على أنفسنا هو التساؤل عن مدى وجود مظاهر للحياة في أماكن أخرى بهذا الكون. فهذا التساؤل ألهم عدة أجيال من مؤلفي الخيال العلمي والعلماء والمهتمين بهذا المجال. في هذا المقال، سأخبرك بتفاصيل اكتشاف أول كوكب يدور حول نجم شبيه بالشمس خارج المجموعة الشمسية (كوكب خارجي)، ذلك الاكتشاف الذي حصلت بفضله على جائزة نوبل في الفيزياء لعام 2019. سأتحدث أيضًا عن مدى التقدّم المحرز منذ اكتشافي والتحديات الحالية التي نواجهها عند محاولة الإجابة عن التساؤل بخصوص وجود مظاهر للحياة في أماكن أخرى بالكون وكيفية اكتشافها. ما مدى اقترابنا من الإجابة عن هذا التساؤل الذي يحيرنا من قديم الزمان؟ هيا نعرف معًا.

حصل الأستاذان الجامعيان Michel Mayor وDidier Quelozg على جائزة نوبل في الفيزياء لعام 2019 لاكتشافهما كوكبًا خارجيًا يدور حول نجم شبيه بالشمس، وللإسهام في فهم تطور الكون وموضع كوكب الأرض في هذا العالم.

المراجعون الصغار

ANUSHKA
العمر: 15

FAYDH MOHAMMED
العمر: 16

YUTONG
العمر: 11

هل تتخيّل وجود أشكال أخرى للحياة في أماكن أخرى في الكون؟ في البداية، قد تبدو هذه الفكرة بعيدة الاحتمال بعض الشيء أو صعبة الفهم، ولكن بصفتي عالمًا في الفيزياء الفلكية، يمكنني التأكيد على أنها فكرة محتملة جدًا في الواقع. فما السبب؟ يضم الكون عددًا هائلاً (لا يمكن تصوره) من الكواكب، وقد يكون بعضها صالحًا لإيواء أشكال من الحياة. قبل أن نتطرق بعمق إلى احتمالية وجود مظاهر أخرى للحياة في الكون، سنلقي نظرة أولاً على كيفية اكتشاف الكواكب خارج المجموعة الشمسية.

كيفية اكتشاف الكواكب البعيدة

عندما نبحث عن الكواكب الصالحة للحياة التي يمكنها إيواء مظاهر الحياة المعروفة لنا، فإننا نسعى للعثور على كواكب شبيهة بالأرض. ومن الشروط اللازمة أن تكون هذه الكواكب تدور حول نجم ينبعث منه الضوء والحرارة، وأن يوفر هذا النجم للكواكب ظروف درجة الحرارة المناسبة وإنتاج الطاقة اللازمة لتطور الحياة، تمامًا كعلاقة الشمس بكوكب الأرض. ولكن وجود نجم ساطع (كالشمس) بالقرب من كوكب معتم (كالأرض) لا يتيح للعلماء اكتشاف الكوكب مباشرةً لأن الضوء المنعكس من الكوكب يكون أقل كثيرًا من الضوء المنبعث من النجم الساطع. على سبيل المثال، فإن ضوء الشمس أكثر سطوعًا بنحو مليار مرة من الضوء المنعكس من أي كوكب يدور حولها. ولذلك، نحن بحاجة إلى تطوير طرق *غير مباشرة* لاكتشاف وجود مثل هذا الكوكب. ومن هذه الطرق رصد التغيرات التي يتسبب بها هذا الكوكب في سرعة النجم القريب منه. لفهم هذه الطريقة، يجب أن نتعرف على مفهومين، وهما الخطوط الطيفية وتأثير دوبلر.

كوكب صالح للحياة (Habitable planet)

كوكب تتوفر فيه الظروف اللازمة للحياة.

الخطوط الطيفية

كما تعرف، لكل ذرة مستويات طاقة متوافقة مع حركة الإلكترونات حول نواتها. وعندما يمر الضوء عبر ذرة، فإنها تمتص بعض الأطوال الموجية للضوء المتوافقة مع مستويات الطاقة في هذه الذرة. معنى هذا أنه لو أمكننا رصد الضوء المنبعث بعد التفاعل مع ذرة، سنستطيع الحصول على "بصمة" محددة لتلك الذرة من الأطوال الموجية التي نلاحظها. وهذا الطيف الضوئي المرصود كان متصلاً في السابق، ولكنه يتكوّن الآن من خطوط ضوء مختزلة (داكنة) أو مكثفة (ساطعة) بأطوال موجية معينة. وهذه الخطوط تُسمى الخطوط الطيفية[1].

[1] لمعرفة المزيد عن الخطوط الطيفية، يمكنك انقر هنا.

الخط الطيفي (Spectral line)

خط ضوء بطول موجي محدد ويكون إما طيف انبعاث أو امتصاص بالنسبة للذرات.

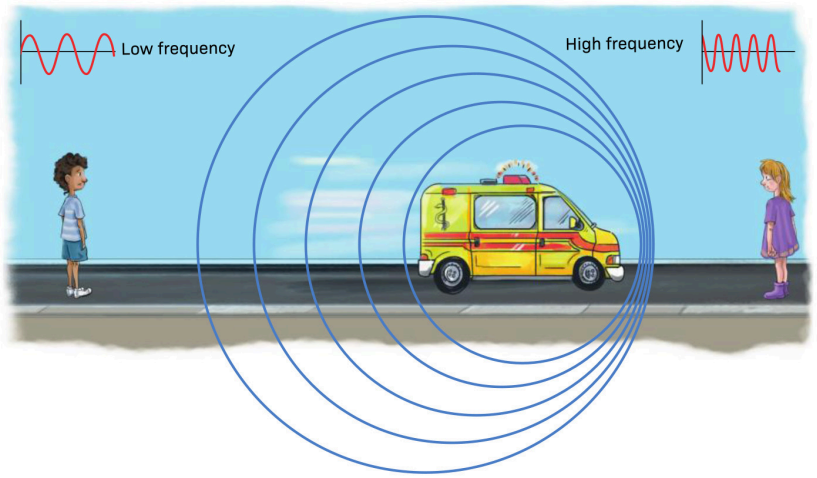
الخطوط الطيفية من النجوم البعيدة

يحتوي كل نجم على مجموعة محددة من الذرات في غلافه الجوي المحيط. وبالتالي، عندما يمر الضوء عبر الغلاف الجوي للنجم ونرصد هذا الضوء، نحصل على البصمة الفريدة لخطوط النجم الطيفية الناتجة من كل الذرات المختلفة في غلافه. ويمكننا استخدام الإزاحات الصغيرة في هذه الخطوط الطيفية لاستنتاج وجود كوكب يدور حول هذا النجم.

وتنتج هذه الإزاحات الصغيرة عن ظاهرة اسمها "تأثير دوبلر".

تأثير دوبلر

هل لاحظت في السابق أنه عند تحرّك سيارة إسعاف باتجاهك، يتغير صوت بوقها (يزداد ارتفاعًا وحدة) عند اقترابها منك ثم ينخفض الصوت تدريجيًا مع ابتعادها عنك؟ في الواقع، لا يتغير الصوت الصادر من بوق سيارة الإسعاف. التغيّر الذي يحدث هو أنه عند اقتراب سيارة الإسعاف منك، تستغرق كل موجة صوتية وقتًا أقل للوصول إليك مقارنةً بالموجة السابقة، ما يسبب زيادة في تردد الموجات. وهذا يجعل صوت البوق يصل لك بسرعة أكبر عند اقترابه منه وسرعة أقل عند ابتعاده عنك[2] (الشكل 1). وهذه الإزاحة في التردد المُلاحظ تُسمى تأثير دوبلر.



شكل 1

ينطبق الأمر نفسه على أي نوع من الموجات، بما فيه الضوء. ولذلك، عند تحرّك جسم لامع كالنجم باتجاهنا، ستنزاح صورة خطه الطيفي نحو الأطوال الموجية الأصغر والتردد الأعلى (الإزاحة الزرقاء)، وعندما يبتعد عنا هذا الجسم، سينزاح الطيف نحو الأطوال الموجية الأكبر والتردد الأقل (الإزاحة الحمراء). وعندما يدور كوكب حول نجم ما، تتأثر حركة النجم بجاذبية الكوكب، فالنجم يدور في مدار إهليلجي نتيجة مدار الكوكب، ولذلك سيتحرك النجم في أحيان محددة *باتجاه* الأرض بينما *سيبتعد* في أحيان أخرى عن الأرض. وهذا التغيّر في سرعة النجم بالنسبة للأرض سيسبب تغيرًا في خطوط النجم الطيفية[3]. يعني ذلك عمومًا أنه يمكننا بشكل غير مباشر استنتاج وجود كوكب يدور حول النجم بقياس إزاحة دوبلر في خطوط النجم الطيفية (الشكل 2).

[2] يمكن العثور على العرض التوضيحي هنا والشرح في الشكل 1.

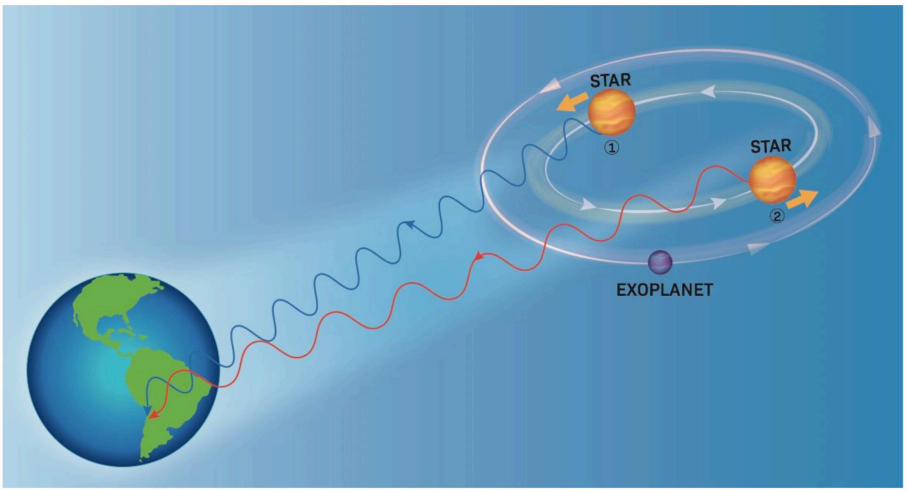
تأثير دوبلر (Doppler effect)

تأثير فيزيائي يتغير فيه الطول الموجي (التردد) المُقاس نتيجة الحركة النسبية بين المصدر والمراقب.

شكل 1

تأثير دوبلر: عند تحرك سيارة إسعاف بالقرب منك (الشخص على اليمين)، يصل صوت البوق إليك بسرعة أكبر (تردد أعلى) مقارنةً بحالة ابتعاده عنك (الشخص على اليسار، تردد منخفض). وينتج هذا التأثير عن التغيّر (الإزاحة) في التردد *من وجهة نظر المراقب*، فتردد البوق لا يتغير في الحقيقة.

[3] يمكن الاطلاع على فيديو توضيحي هنا.



شكل 2

أسلوب الارتباط المتبادل

هناك تحدٍ كبير في استخدام تأثير دوبلر لاكتشاف وجود كوكب خفي، وهو أن الإزاحات في سرعة النجم بسبب الكوكب الخارجي تكون في نطاق بضعة أمتار في الثانية، بل وأقل من ذلك. فبالنسبة لإزاحات دوبلر في خطوط النجم الطيفية، تكون هذه الإزاحة الصغيرة في سرعة النجم بقيمة أقل من واحد من المليار (1/1,000,000,000) في الطول الموجي المنبعث [1]. وهذا جزء صغير للغاية يستحيل قياسه بدقة عند استخدام التغيرات في خط طيفي واحد ناتج عن تأثير دوبلر.

إذًا ما الذي قمنا به لزيادة دقة هذا القياس؟ استخدمنا طريقة ذكية أخرى، وهي أسلوب الارتباط المتبادل الذي تم تحسينه في الثمانينيات والتسعينيات من القرن السابق وقد أسهم بدرجة كبيرة في تمكيننا من اكتشاف الكواكب خارج المجموعة الشمسية.

الفكرة الأساسية هنا أنه بدلاً من قياس الإزاحة في خط طيفي واحد منبعث من النجم موضوع الدراسة، قمنا بقياس الإزاحة *الجماعية* الناتجة عن تأثير دوبلر على *كل* الخطوط الطيفية المنبعثة من النجم. واستخدمنا في ذلك جهازًا اسمه مقياس الطيف CORAVEL (الشكل 3A) [1, 2]. ويحتوي جهاز CORAVEL هذا على لوحة بها مجموعة ثقوب (الشكل 3B)، تقع بالضبط في المواضع التي نتوقع فيها وجود خطوط طيفية داكنة في الضوء المنبعث من نجم معين. ينتقل كل الضوء المنبعث المنتقل عبر هذه الثقوب إلى كاشف واحد. وعندما تصبح خطوط النجم الطيفية الداكنة أمام ثقوب اللوحة بالضبط، نرصد قدرًا ضئيلاً للضوء المنتقل (الشكل 3C، على اليسار). ولكن إذا حدثت إزاحة دوبلر بسبب تأثير الكوكب الخارجي في حركة النجم، سينزاح موضع آلاف الخطوط الطيفية في الوقت نفسه بالنسبة إلى موضع الثقوب على اللوحة، وستزيد كمية الضوء المنتقل عبر الثقوب (الشكل 3C، على اليمين).

شكل 2

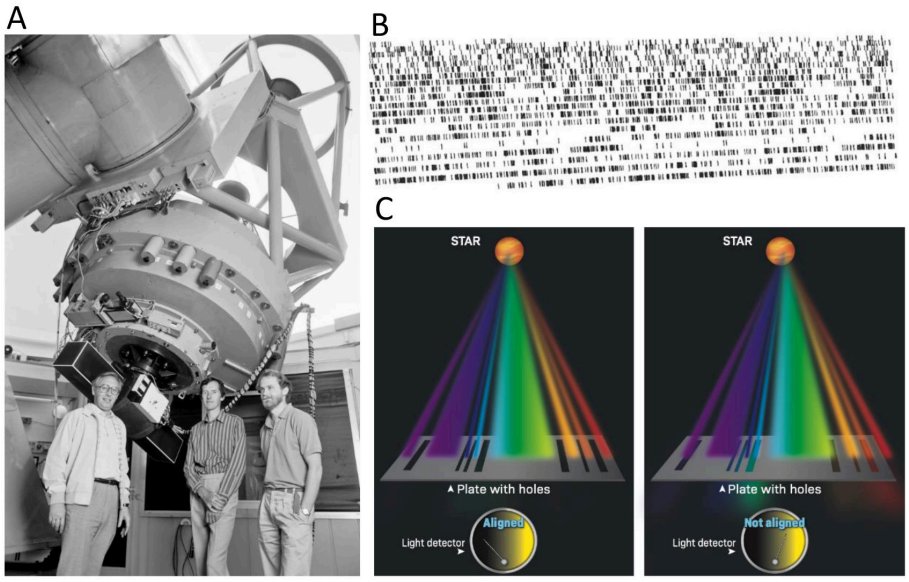
اكتشاف كوكب خارجي باستخدام تأثير دوبلر: كوكب خارجي خفي يدور حول نجم بعيد، ما يسبب دوران النجم في مدار إهليلجي. سيتحرك النجم في بعض الأحيان باتجاه الأرض (1)، بينما سيبتعد عنها في أحيان أخرى (2). بسبب تأثير دوبلر، تحدث إزاحات في تردد الخطوط الطيفية المنبعثة من النجم، إذ سيزيد التردد (الإزاحة الزرقاء) عند تحرّك النجم باتجاه الأرض وسيقل هذا التردد (الإزاحة الحمراء) عند ابتعاد النجم عن الأرض. ويمكن استخدام هذه الإزاحة لاستنتاج وجود الكوكب الخارجي (الشكل مقتبس بعد مراجعته من المرصد الأوروبي الجنوبي ESO).

أسلوب الارتباط المتبادل (Cross-correlation technique)

طريقة تستخدم تأثير دوبلر على الخطوط الطيفية من ضوء نجم بعيد لاكتشاف وجود الكواكب خارج المجموعة الشمسية.

مقياس الطيف (Spectrometer)

جهاز يُستخدم لاكتشاف طيف الضوء وتحليله، أي الضوء المنبعث من النجوم والكواكب في هذه الحالة.



شكل 3

بعد إزاحة دوبلر هذه، نحتاج إلى تحريك اللوحة بحيث تحدث من جديد محاذاة بين الثقوب والخطوط الطيفية السوداء، ونحصل مرة أخرى على المقدار الضئيل من الضوء في الكاشف لدينا.

وهكذا، عند قياس خطوط طيف الامتصاص الخاصة بالنجم في موضعين على مساره وتحريك اللوحة بحيث يتم رصد المقدار الضئيل من الضوء في كل مرة، سنعرف مقدار تحريك اللوحة بين أول مقدار ضئيل (أول موضع للنجم) وثاني مقدار ضئيل (ثاني موضع للنجم). وهذه الإزاحة في موضع اللوحة بين هذين المقدارين هي النتيجة المباشرة لإزاحة دوبلر في الخطوط الطيفية للنجم، بسبب وجود الكوكب الخارجي. من خلال حساب إزاحة دوبلر في الخطوط الطيفية للنجم إلى جانب قياسات أخرى، يمكننا التعرف على خصائص الكوكب الخارجي المكتشف.

بفضل أسلوب الارتباط المتبادل، استطعنا تركيز معلومات دوبلر الواردة من كل الخطوط الطيفية الفردية في كمّ واحد. ويُطلق على هذا الكمّ اسم سرعة دوبلر، لأنها تخبرنا بالتغيّر في سرعة النجم نتيجة وجود كوكب يدور بالقرب منه. باستخدام سرعة دوبلر إلى جانب قياسات أخرى، يمكننا أن نستنتج وجود الكوكب، كما يمكننا أن نتعرّف على كتلته وحجمه والوقت الذي يستغرقه لإكمال دورة واحدة حول النجم. وقد أتاحت لنا هذه الطريقة اكتشاف كوكب 51 بيغاسي بي، وهو أول كوكب خارجي أكتشفه أنا وزميلي Didier Queloz عام 1995 [3]. من خلال راسمات الطيف الحديثة، يمكن الحصول على الأطياف النجمية بشكل مختلف بعض الشيء. فبدلاً من المسح الضوئي للطيف على لوحة فيزيائية، يتم تسجيل الطيف على أجهزة استشعار خاصة تُسمى أجهزة اقتران الشحنة CCD (كتلك التي توجد في الكاميرات

شكل 3

قياس الارتباط المتبادل باستخدام مقياس الطيف CORAVEL **(A)** طاقم العمل يقف أمام مقياس الطيف CORAVEL في مرصد لاسيبا في تشيلي. **(B)** لوحة CORAVEL الأصلية وتظهر عليها الثقوب (الخطوط السوداء) التي استخدمناها لرصد إزاحات دوبلر في العديد من الخطوط الطيفية (الداكنة) الواردة من كوكب 51 بيغاسي، وقد تم هذا الرصد باستخدام طريقة الارتباط المتبادل. **(C)** يتم تركيز الضوء الصادر من نجم ما بواسطة تلسكوب CORAVEL وإسقاطه على لوحة بها ثقوب. في حالة محاذاة الخطوط السوداء للثقوب في اللوحة، يصل المقدار الضئيل من الضوء إلى كاشف الضوء (على اليسار، "تحقّق المحاذاة"). عند حدوث إزاحة في الخطوط السوداء بسبب تأثير دوبلر (نتيجة وجود كوكب يدور حول هذا النجم)، تتوقف محاذاة هذه الخطوط مع الثقوب ويعبر قدر كبير من الضوء اللوحة ويصل إلى الكاشف (على اليمين، "انعدام المحاذاة"). وهذه الإزاحة في موقع الخطوط الطيفية تتيح لنا استنتاج وجود كوكب يدور حول النجم (حقوق الصور: **(A)** ESO و**(B)** ضمن المراجع [1]).

سرعة دوبلر (Doppler velocity)

تغيّر في سرعة نجم نتيجة وجود كوكب يدور بالقرب منه.

كوكب خارجي (Exoplanet)

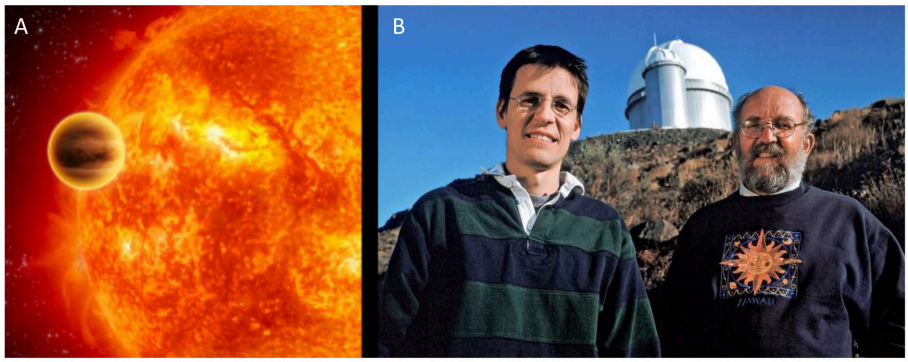
كوكب يقع خارج المجموعة الشمسية.

الرقمية). ثم يتم تحليله بواسطة الكمبيوتر استنادًا إلى مبدأ الارتباط المتبادل نفسه الذي تطرقنا له سابقًا.

اكتشاف 51 بيغاسي بي: أول كوكب خارجي يدور حول نجم شبيه بالشمس

51 بيغاسي بي (الشكل 4A) هو كوكب يبعد عن الأرض حوالي 50 سنة ضوئية (ما يقرب من 4.7 مئة ألف مليار كيلومتر) ويقع في كوكبة بيغاسوس في مجرة درب التبانة[4]. ودرجة الحرارة فيه مرتفعة، تقترب من 1,000 درجة مئوية. ويدور حول نجم شبيه بالشمس اسمه 51 بيغاسي، ويكمل دورته كل 4.2 يوم. يتكون كوكب 51 بيغاسي بي في الغالب من الغازات، وهو مصنّف على أنه عملاق غازي مثل كوكب المشتري. ولأن مداره قريب للغاية من نجمه، يُشار إليه أحيانًا بأنه "المشتري الساخن". مقارنةً بالمشتري، فكوكب 51 بيغاسي بي أخفّ في الكتلة بنسبة 47% تقريبًا، وأكبر في الحجم بنسبة 50%. أما نجم 51 بيغاسي، فهو أثقل من الشمس بنسبة 11% وأكبر منها حجمًا بنسبة 23%.

[4]يمكنك الانتقال هنا.



شكل 4

شكل 4

(A) تمثيل فني للكوكب الخارجي 51 بيغاسي بي (الكرة الصغيرة) والنجم الذي يدور الكوكب حوله، أي نجم 51 بيغاسي. يُعدّ بيغاسي 51 بي كوكبًا غازيًا ويبعد عن الأرض حوالي 50 سنة ضوئية. وهو أول كوكب خارج المجموعة الشمسية اكتُشف أنه يدور حول نجم شبيه بالشمس. **(B)** أنا وزميلي Didier Queloz (على اليسار) واقفان أمام تلسكوب هاربس البالغ طوله 3.6 متر في مرصد لا سيلا في تشيلي. منذ عام 2003، يتم استخدام راسم الطيف "هاربس" (الذي يطبّق أسلوب الارتباط المتبادل الذي طورناه) للبحث عن الكواكب الخارجية [حقوق الصورتين: **(A)** NASA/JPL-Caltech L. Weinstein/Ciel et **(B)** Espace Photos].

كما ذكرت سابقًا، أول كوكب خارجي يكتشف العلماء أنه يدور حول نجم هو كوكب 51 بيغاسي بي. ودراسة هذا النجم والكوكب الخارجي وحدهما في غاية التشويق، ولكن اكتشافهما أحدث أيضًا طفرة في مجال اكتشاف الكواكب من ناحيتين مهمتين. الناحية الأولى أن اكتشاف كوكب 51 بيغاسي بي أثبت وجود الكواكب الدائرة حول النجوم في أماكن أخرى في الكون بخلاف المجموعة الشمسية، وهذا أمر لم يكن مؤكدًا في السابق، إلى جانب أن هذه الكواكب يمكن اكتشافها باستخدام أسلوب الارتباط المتبادل. الناحية الثانية أن هذا الاكتشاف أثبت فرضية اسمها هجرة الكواكب، والتي تنص على أنه بمرور الوقت يمكن أن تهاجر الكواكب أو تقترب أكثر من مركز دورانها، وهو النجوم[5]. يهتم علماء الفيزياء الفلكية للغاية بالكواكب العملاقة التي تكون قريبة جدًا من مركز دورانها (أي النجوم) لأن هذه الكواكب يمكن اكتشافها في فترة زمنية أقصر باستخدام أسلوب الارتباط المتبادل. قبل اكتشاف كوكب 51 بيغاسي بي، كان العلماء يعتقدون بأن فترة الدوران حول نجم عملاق لا يمكن أن تقل عن 10 سنين، ما يعني أن اكتشاف كوكب واحد باستخدام تأثير دوبلر سيستغرق 10 سنين. ولكن

[5]لمعرفة المزيد من المعلومات حول هجرة الكواكب، يمكنك الانتقال هنا.

اكتشافنا أثبت أن فترة الدوران يمكن أن تكون قصيرة بقدر بضعة أيام، وهذا أقل من التوقعات السابقة بألف مرة. معنى هذا أنه يمكن اكتشاف بعض الكواكب الخارجية خلال بضعة أيام فحسب.

وقد ساهم هذان الاستنتاجان المدهشان بدرجة كبيرة في اكتشاف المزيد من الكواكب الخارجية التي تدور حول نجوم. فحتى اليوم، تم اكتشاف ما يزيد عن 5,000 كوكب بعيد. وهذه خطوة مهمة في مساعينا لرصد مظاهر حياة محتملة في الكون.

الحياة في الكون

إن التعريف الحالي المعروف للحياة يشمل ثلاث خصائص أساسية، وهي أن النظام الحي يُفترض أن يكون قادرًا على حماية نفسه من البيئة والتفاعل معها ونقل معلوماته إلى الجيل التالي. ويتم هذا النقل للمعلومات باستخدام سلاسل طويلة من الذرات والجزيئات (اسمها المادة الوراثية أو الحمض النووي) تكون هشّة للغاية. وتحتاج جزيئات الحمض النووي إلى درجات حرارة محددة وإلى وجود الماء. يعني ذلك أنه في حالة وجود كوكب خارجي تتوفر عليه مظاهر حياة، فإنه يجب أن يستوفي هذه الشروط[6]. فما مدى احتمالية العثور على مثل هذا الكوكب؟ نظرًا لوجود عدد هائل من الكواكب في الكون، نحن على يقين تام بأنه يمكن أن تتطور الحياة على العديد من هذه الكواكب. ولكن بصفتنا علماء، لا يمكننا أن نكتفي بالإجابة عن هذا السؤال بقول "نعم"، بل نريد إثبات ذلك مباشرةً.

قد يبدو أن أبسط طريقة لاكتشاف وجود حياة على الكواكب الأخرى تكون بإرسال مركبات فضائية إليها لمعاينتها والتقاط صور. ولكن يستحيل ذلك في ظل التكنولوجيا الحالية وفهمنا الحالي لقواعد الفيزياء، فقد يستغرق وصول المركبة الفضائية إلى هذه الكواكب البعيدة للغاية وقتًا طويلاً جدًا، كما قد تستلزم تلك الرحلة قدرًا غير معقول من الطاقة[7]. ولهذا السبب، نحتاج إلى استخدام أساليب اكتشاف عن بُعد، وهي قياسات وملاحظات غير مباشرة تلمح إلى الوجود المحتمل لمظاهر حياة على كوكب معيّن. على سبيل المثال، يمكننا تحليل المكونات الكيميائية في الأغلفة الجوية للكواكب الخارجية باستخدام الخطوط الطيفية. وبناءً على معلوماتنا الكبيرة عن الخطوط الطيفية للمكونات الكيميائية في الغلاف الجوي لكوكب الأرض، مثل الأكسجين (الأوزون) والنيتروجين والميثان وثاني أكسيد الكربون، يمكننا محاولة العثور على أنماط مشابهة في الأغلفة الجوية للكواكب الأخرى[8]. وعلى الرغم من أن هذه الاتجاهات البحثية وغيرها واعدة، فهي معقدة جدًا وتتطلب المزيد من التطوير حتى نتمكن من الاستفادة منها. إذًا تبقى الأسئلة المهمة عن إمكانية اكتشاف حياة على الكواكب الخارجية وكيفية ذلك من التحديات المدهشة للجيل التالي من العلماء الصغار مثلكم.

[6] إذا كان كوكب ما يستوفي *حقًا* هذه الشروط، لا يعني ذلك بالضرورة وجود حياة عليه، بل *إمكانية* وجودها. يمكن أن نتخيل أيضًا تطوّر أشكال حياة مختلفة تمامًا في ظل ظروف مختلفة عن الظروف المألوفة لنا، ولكننا سنبدأ بأبسط الخيارات استنادًا إلى المعلومات الحالية لدى العلماء.

[7] يعني ذلك أيضًا أنه حتى في حالة العثور على كوكب صالح للسكن خارج المجموعة الشمسية، لن يكون صالحًا لهجرة البشر إليه في ظل فهمنا الحالي لقواعد الفيزياء. وبالتالي، يجب أن نبذل قصارى جهودنا لحماية الأرض حتى تظل صالحة لسكن البشر بها لعدة أجيال قادمة.

[8] للحصول على المزيد من المعلومات حول هذه الطريقة، يمكنك قراءة هذا المقال [4].

نصائح للعلماء الصغار

حتى تكون عالمًا، لا بد أن تكون محبًا للاستطلاع بدرجة كبيرة. والعلم ليس وظيفة "عادية"، فالعلماء لا يقتصر هدفهم على كسب المال. ولكن إذا كنت محبًا للاستطلاع حول أي موضوع علمي، فستصبح برأيي سعيدًا عند انضمامك إلى عالم العلماء، الأمر بهذه البساطة. لم أندم مطلقًا على اختيار العلم كمهنتي. وبالنسبة لي، من أكثر متع عملي في مجال العلوم هي التعاون مع أشخاص من كل أنحاء العالم.

فمن اللطيف وجود أصدقاء لك في عدة أماكن حول العالم.

أعتقد أيضًا أنه من المهم للغاية للعلماء القدرة على العمل الجماعي. تشرفت بقيادة العديد من المجموعات البحثية لعدة سنوات، ولاحظت أنه حتى لو كان هناك فرد واحد لا ينسجم جيدًا مع الفريق، فهذا يمكن أن يؤثر سلبيًا على كل الأفراد الآخرين. فبصفتك جزءًا من الفريق، من المفترض أن تشعر بارتياح تجاه زملائك وأن تحب العمل معهم. لذا احرص على أن يكون فريق عملك مكونًا من أفراد ترتاح معهم وتستمتع بتفاعلاتكم اليومية.

مواد إضافية

• Michel Mayor, Nobel Prize in Physics 2019: Official interview (Nobel Prize).

• The 2019 Nobel Prize in Physics—The discovery of the first exoplanet (Nobel Prize).

إقرار

أود شكر نوا سيغيف على إجراء المقابلة التي استند إليها هذا المقال وعلى مشاركتي في تأليفه. والشكر موصول أيضًا لشارون أملاني على توفير الأشكال 1 و2 و3C.

المراجع

1. Mayor, M. 2020. Nobel lecture: plurality of worlds in the cosmos: a dream of antiquity, a modern reality of astrophysics. *Rev. Mod. Phys.* 92:030502. Available online at: https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.92.030502
2. Baranne, A., Mayor, M., and Poncet J. L. 1979. Coravel-a new tool for radial velocity measurement. *Vist. Astron.* 23:279–316. doi: 10.1016/0083-6656(79)90016-3
3. Mayor, M., and Queloz, D. 1995. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. *Nature* 378:355–9.

4. Schwieterman, E. W., Kiang, N. Y., Parenteau, M. N., Harman, C. E., DasSarma, S., Fisher, T. M., et al. 2018. Exoplanet biosignatures: a review of remotely detectable signs of life. *Astrobiology*. 18:663–708. doi: 10.1089/ast.2017.1729

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 30 أبريل 2024

المحرر: Joey Shapiro Key

مرشدو العلوم: Dongliang Liu و Amal Dameer, Ila Mishra,

الاقتباس: Mayor M (2024) كيف نستكشف الكواكب الخارجية (البعيدة)؟ وهل هناك حياة عليها؟ Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2022.857995-ar

مُترجَم ومقتبس من: Mayor M (2022) Distant Planets and Big Promises: How to Detect Exoplanets and Whether They Have Life. Front. Young Minds 10:857995 doi: 10.3389/frym.2022.857995

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

حقوق الطبع والنشر © 2022 © 2024 Mayor. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

ANUSHKA, العمر: 15
هواياتي هي القراءة والغناء، وحلمي أن أكون عالمة في الفيزياء الفلكية. لطالما كنت مهتمة بالفضاء وستيفن هوكينغ. أحب تجربة أشياء جديدة ومقابلة أشخاص جدد والتعرّف على ثقافات مختلفة.

FAYDH MOHAMMED, العمر: 16
اسمي فايد محمد. أحب ممارسة العديد من الرياضات المختلفة وتعلّم أشياء شيّقة. تهمني التكنولوجيا واستكشاف الأدوات التكنولوجية الجديدة، كما أنني رسّام. أريد تنمية قدراتي العقلية ومواهبي حتى أحصّل المواد الدراسية بشكل مثالي في سنواتي الأخيرة في المدرسة. ومتحمس جدًا لعملي مع فرونتيرز للعقول الشابة.

YUTONG, العمر: 11
مرحبًا، اسمي يوتنج، وأحب السباحة والتزحلق على الثلج وجولات المشي لمسافات طويلة. أحب كذلك الموسيقى والغناء والعزف على البيانو. أتمنى التعرّف على معلومات جديدة وشيّقة من خلال مراجعة هذه المقالات.

المؤلفون

MICHEL MAYOR
الأستاذ الجامعي Michel Mayor عالم سويسري متخصص في الفيزياء الفلكية، وُلد عام 1942 في لوزان بسويسرا. في عمر الـ 11 إلى 16 عامًا، كان لديه أستاذ علوم استثنائي أثار اهتمامه بالعلوم إلى حد كبير. وفي المدرسة، كان عضوًا نشطًا في الكشافة، حيث كان يقوم بجولات المشي لمسافات طويلة والتزحلق على الثلج والتخييم في جبال عالية، بالإضافة إلى كل أشكال الأنشطة في الهواء الطلق. وقد درس في جامعة لوزان حيث نال درجة الماجستير في عام 1966 عن دراسة تفاعلات اللف الذاتي. ثم انتقل إلى مرصد جنيف (جامعة جنيف) حيث أكمل أطروحة الدكتوراة عام 1971 حول موجات الكثافة في المجرات الحلزونية، وتم تعيينه أستاذًا جامعيًا هناك في عام 1988. بعد ذلك، عمل في جامعة كامبريدج والمرصد الأوروبي الجنوبي في تشيلي وجامعة هاواي. ابتكر Mayor وزملاؤه عدة أساليب لقياس سرعات النجوم بدقة، وطوّروا قياسات إزاحة دوبلر للخطوط الطيفية من خلال أسلوب الارتباط المتبادل، ما أتاح في النهاية اكتشاف الكواكب الخارجية. وفي عام 1995، اكتشف هو والأستاذ الجامعي Didier Queloz كوكب 51 بيغاسي بي، وهو أول كوكب خارج المجموعة الشمسية يُكتشف أنه يدور حول نجم شبيه بالشمس في مجرتنا درب التبانة. ونال عن هذا الاكتشاف جائزة نوبل عام 2019. فاز الدكتور Mayor بالعديد من الجوائز الأخرى، مثل قلادة ألبرت أينشتاين (2004)، وجائزة "شو" في علم الفلك (2005) وجائزة "كيوتو" (2015) وجائزة "وولف" (2017). ويشغل الآن منصب أستاذ جامعي فخري في قسم علم الفلك في جامعة جنيف، كما أنه باحث نشط في مرصد جنيف. وهو متزوج من فرانسواز، ولديهما ثلاثة أبناء، هما آن وكلير وجوليان، بالإضافة إلى خمسة أحفاد. michel.mayor@unige.ch*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology