26

مناطق جولديلوكس

Goldilocks zones

البحث عن كواكب شبيهة بالأرض حقًّا من الممكن أن تكون قادرة على دعم الحياة باستخدام كيمياء حيوية قائمة على الكربون هو أحد أكبر التحديات في علـم الفلك المعاصر. لكن ثبت أن فهم ما يتسـبب في وجود المنطقة الصالحة للحياة حول نجم معين مهمة معقدة على نحو يثير الاستغراب.

طرحت فكرة أن الخصائص الإشـعاعية للنجم تؤثر على صلاحية الحياة في الكواكب التي حوله عام 1953 على يد باحثين منفصلين هما : عالم الفيزياء «هوبرتس ستراجهولد» الذي ولد في ألمانيا وعالم الفلـك الأمريكي «هالتون أرب». لقد كانت حقيقـة أن الأحوال الجوية للكوكب تكون حارة بالقرب من الشمس وتصبح أكثر برودة كلما ابتعدنا في النظام الشمسي مسلّمًا بها لعدة قرون لكن «سـتراجهولد» كان أول من يعرف ما يُسمى بـ«المناطق» التي يكون فيها وجود حياة أكثر أو أقل احتمالًا في حين حسـب «أرب» نطاق الظروف التي يمكن فيها أن يظل الماء في حالته السـائلة على سـطح الكوكب. وفي عام 1959 جمع «سوشـو هونج» هذه المفاهيم معًا في فكرة «المنطقة الصالحة للحياة» بناء على ما كان معروفًا حينئذ بشأن أصول الحياة والشروط التي تتطلبها.

الخط الزمني

1953م	1959م	1979م
دسر «ستراجهولد»، و«أرب» على نحو مستقل العوامل التي تؤثر على درجة الحرارة وصلاحية الحياة على الكواكب التي تـدور حول نجوم أخرى.	دمج «سوشـو» أفكار «سـتراجهولد»، و«أرب» في مفهوم منطقة صالحة للحياة حول كل نجم.	اكتشافات التسـخين المدي وأقمار المحيطات تفتـح إمكانيات للحياة خارج المنطقة الصالحة للحياة.

تعريف منطقة جولديلوكس

منذ ذلك الحين أصبحت المنطقة الصالحة للحياة- التي اشتهرت منذ السبعينيات باسم «منطقة جولديلوكس» -طريقة مفهومة على نطاق واسع للتفكير في تطلعات الحياة حول نجوم أخرى. والإعلانات عن الكواكب الخارجية الجديدة غالبًا ما تركز على مدى مشابهتها لكوكب الأرض، مع موضعها في المنطقة باعتباره عاملًا أساسيًا.

الشوفينية الكربونية

معظم التفكير في المناطق الصالحة للحياة ضمنًا يتقبل أن الحياة في مكان آخر في العالم ستكون تقريبًا مشابهة للحياة على كوكب الأرض إلا أنه في وقت مبكر من عام 1973 حذر عالم الكواكب «كارل ساجان» من أن هذه الشوفينية الكربونية قد تكون مضللة. وفي الواقع، هناك أسباب وجيهة لنفرض أن بعض ضروريات الحياة ستبقى كما هي في جميع أنحاء المجرة. بكل المقاييس، حتى أبسط أشكال الحياة تضم نوعًا من الجزيئات الحاملة للمعلومات مماثلة للحمض النووي وقابلة للتوريث عندما يكرر الكائن الحي نفسه. ويمكن اعتبار الكربون الأساس الأكثر احتمالًا منطقيًا لجزيء مثل هذا لأن البنية الوفيرة لهذا العنصر تسمح له بتكوين مجموعة فريدة من الروابط الكيميائية المعقدة (عناصر أخرى مثل السيليكون والجرمانيوم تكون روابط بطريقة مشابهة لكنها أقل تفاعلًا كيميائيًا.)

الدور الرئيسي للماء، في هذه الأثناء، قائم على الاحتياج البسيط لوسط سائل تستطيع فيه المركبات الكيميائية التحرك والخضوع للتفاعلات الضرورية لبناء جزيئات معقدة في المقام الأول. والسوائل الأخرى كالأمونيا تستطيع نظريًا أداء هذا الدور لكن حتى الآن نحن نعلم أن الماء هو الوسط المحتمل الأكثر وفرة، وأنه أيضًا الوسط الذي يبقى في حالة سائلة على أوسع نطاق ممكن من درجات الحرارة.

1987م

صاغ «ماركونيك» و«موخين» فكرة منطقة صالحة للحياة في المجرة باحثين عن مناطق في مجرتنا قد تدعم الحياة.

1993م

قدّم «كاستينج» وآخرون تعريفًا جديدًا لمنطقة جولديلوكس يميل إلى إزاحتها خارج النجم المركزي.

2011م

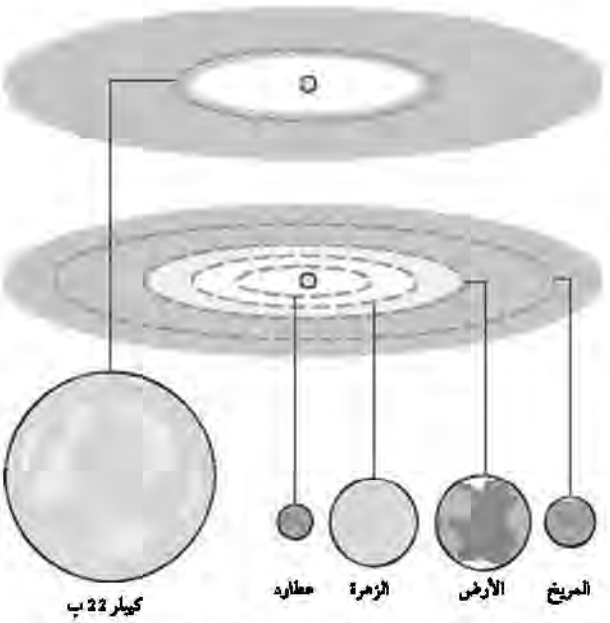
اكتشف علماء الفلك «كيبلر 22ب» أول كوكب خارجي معروف يدور داخل المنطقة الصالحة للحياة.

2014م

اكتشاف «كيبلر 186 f» أول كوكب في المنطقة الصالحة للحياة له حجم مساو لحجم كوكب الأرض.

وفقًا لما جاء في قصص الأطفال أن «مناطق جولديلوكس» ينبغي لها أن تكون حيث تكون الأشياء ليست بالساخنة جدًّا ولا بالباردة جدًّا، بل معتدلة. قد يبدو ذلك سهلًا بما يكفي للحساب: لأي نجم معين لا بد أن تقع المنطقة بين النقاط التي يقوم فيها إشعاع النجم بتسخين سطح الكوكب بما يكفي لتبخير المياه (نقطة الغليان) وحيث لا يكون التسخين كافيًا لصهر الجليد (نقطة الانصهار). ولسوء الحظ، فإن الأمر ليس بهذه البساطة، فلكي يحتفظ الكوكب بالماء في حالة سائلة فإنه يحتاج إلى ضغط جوي كبير معقول. وبدونه يتبخر الماء السائل بسهولة مهما كانت درجة الحرارة. فكلما كان الضغط أقل، كانت نقطة غليان الماء أكثر انخفاضًا وذلك وفقًا لما وجدته أجيال من متسلقي الجبال المحبطين لأنهم حاولوا عمل فنجان لذيذ من الشاي.

تعتبر القدرة على الاحتفاظ بغلاف جوي في حد ذاتها وظيفة من وظائف كتلة الكوكب وموقعه بالنسبة لنجمه. الجاذبية العالية و/ أو ظروف الطقس البارد تجعل من الأسهل منع الغازات المتنقلة باستمرار من الانجراف بعيدًا في الفضاء. وأي غلاف جوي له تأثير عازل يساعد على معادلة درجات الحرارة بين نهار الكوكب وليله عن طريق منع الحرارة أثناء النهار من الإشعاع بعيدًا مباشرة بعد غروب الشمس. ومع ذلك، فالتركيب الكيميائي الدقيق للغلاف الجوي أيضًا له تأثير



مقارنة بين «كيبلر 22 ب»، أول كوكب خارجي يكتشف في منطقة جولديلوكس حول نجم يشبه الشمس، ومدارات نظامنا الشمسي الداخلي.

كبير. الغازات الدفيئة، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، والميثان وبخار الماء تمتص المزيد من الحرارة المتسربة وتبقي سطح الكوكب دافئًا نسبيًّا. ويرى هذا التأثير بشكل أكثر وضوحًا على كوكب الزهرة حيث يرفع الغلاف الجوي المكون من غاز ثاني أكسيد الكربون الكثيف درجة حرارة سطح الكوكب بمئات الدرجات مما كان يمكن أن تكون عليه.

ولأنه لا يزال من المستحيل علينا أن نحلل مباشرة الأغلفة الجوية لمعظم الكواكب الخارجية فإن علماء أحياء الكواكب الخارجية يستخدمون نماذج قياسية للتوقع بآثار احترارها. في عام 1993، وضع عالم الجيولوجيا «جيمس كاستنج» وآخرون نموذجًا لـ«منطقة جولديلوكس» على أنها منطقة بين حافة داخلية تكون فيها المياه دائمًا مفقودة من كوكب له جاذبية على غرار جاذبية كوكب الأرض بغض النظر عن تركيب غلافه الجوي، وحافة خارجية تكون فيها المياه عند درجة حرارة أعلى قليلًا من نقطة التجمد في أقصى غلاف جوي من الغازات الدفيئة (غاز ثاني أكسيد الكربون هو الغالب فيه). لقد وضعت تقديرات «كاستنج» المنطقة الصالحة للحياة في نظامنا الشمسي بين 0.95 و1.67 وحدة فلكية من الشمس مما يشير إلى أن كوكب الأرض يدور بالقرب من الحافة الداخلية على نحو خطير. وفي عام 2013 دفع نموذج جديد بالمنطقة الصالحة للحياة إلى أبعد من ذلك فجعلها ما بين 0.99، و1.70 وحدة فلكية.

إزاحة عمودي شبكة المرمى

لكن حتى بعدما ركز بعض العلماء على تحسين موضع منطقة «جولديلوكس» التقليدي هذا، زادت الاكتشافات الجديدة من صعوبة تحديد الموضع الذي تقع فيه المنطقة الصالحة للحياة حقًّا، وبينت أن هذه بالتأكيد ليست الكلمة الأخيرة في البحث عن حياة. الكشف عن كائنات حية تعيش في ظروف قاسية على كوكب الأرض (انظر صفحة 77) أوضح أن الحياة

يمكن أن تزدهر في نطاق من البيئات أوسع كثيرًا مما كان يعتقد، في حين أن تأثيرات التسخين المدي والمحيطات تحت الأرضية بين الأقمار الجليدية في النظام الشمسي الخارجي قد وسعت من عوامل احتمال وجود عوالم تدعم الحياة وراء التقديرات المحافظة لمنطقة جولديلوكس.

وفي الوقت نفسه، وسعت اكتشافات أخرى مفهوم صلاحية الحياة إلى أبعد من ذلك مما أدى إلى تضييق خيارات وجود كواكب خارجية بها احتمالية حياة. وأحد الاعتبارات الممكنة هي موضع النجم في المجرة الأوسع، فطبقًا لفكرة المنطقة المجرّية الصالحة للحياة فإن النجوم المزدحمة في قلب المجرة تكون احتمالية انفجارها بفعل أشعة انفجارات المستعر الأعظم أكبر في حين أن النجوم القريبة من الحافة الخارجية ستتكون دون الحاجة إلى غبار لتكوين كواكب أرضية في المقام الأول. إلا أن بعض علماء الفلك يشكون فيما إذا كان موضع النجم مفيدًا إلى هذه الدرجة. وقد قال «نيكوس برانزوس» من معهد باريس للفيزياء الفلكية: هناك ببساطة الكثير من المتغيرات المشتركة في الأمر ليس أقلها هو حقيقة أن مدار النجم داخل مجرة قد يتغير كثيرًا خلال فترة عمره.

«أولى علامات وجود حياة أخرى في المجرة قد تأتي من الكواكب التي تدور حول نجم قزم من النوع M.»

إليزا كوانتينا
معهد البحث عن ذكاء خارج الأرض

وأحد الاعتبارات الأخرى ليست مكانية بل زمانية: قائمة على كوكبنا كمثال، حيث يبدو أن تطوير حياة متقدمة يستغرق وقتًا. ففي حالة كوكب الأرض، أكثر أشكال الحياة البدائية وحيدة الخلية وجدت لها موطئ قدم بعد مليار سنة من نشأة كوكب الأرض، لكن الحياة متعددة الخلايا استغرقت 3 مليارات سنة بعد ذلك لتنشأ. وقد يبدو أن ذلك يجعل احتمالات الحياة مقصورة على النجوم ذات فترات الحياة التي تمتد إلى عدة مليارات من السنين، أي بعبارة أخرى، تلك التي لها كتلة ليست أكبر كثيرًا من شمسنا. وقد علل البعض أنه بسبب أن تطور العناصر اللازمة لتكون كواكب شبيهة للأرض في مجرتنا

قد استغرق وقتًا أيضًا فإن جيل العوالم الخاص بنا قد يكون أول الأجيال التي وُجد فيها إمكانية حياة متقدمة.

الفكرة الرئيسة

قد تتوافر شروط الحياة على الكثير من الكواكب الخارجية