العنصر غير المتوقع اللازم للحياة!

تساعد الصفائح التكتونية على حمل الكربون داخل وخارج باطن الأرض.

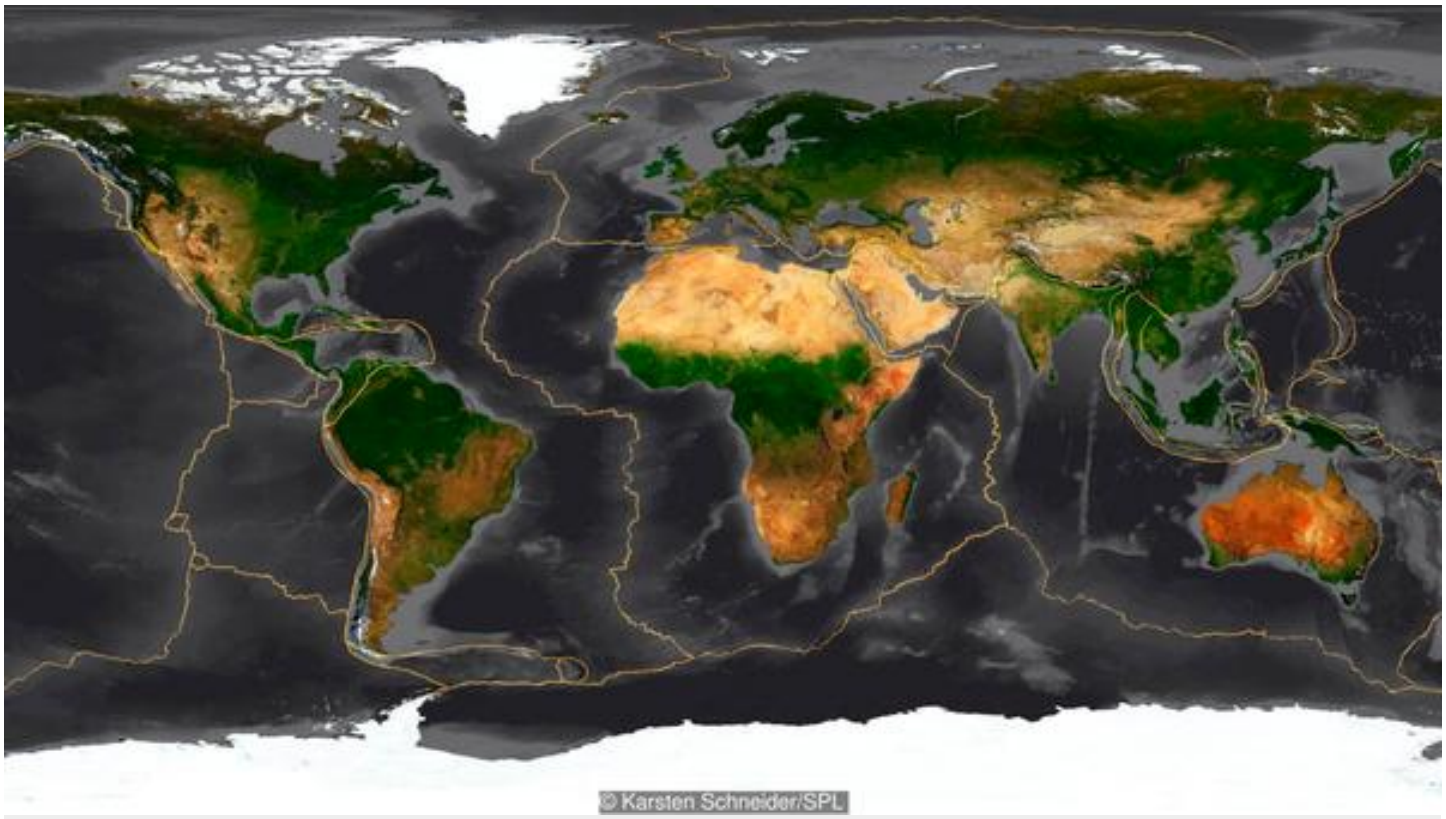
لو ـفي يوم من الأيامـ كان كوكبنا عبارة عن صخرة ميتة قارسة البرودة، فالحياة كما نعرفها ربما لم تكن لتتواجد. ولكن لحسن الحظ، الأرض نفسها على قيد الحياة.

الحياة مكتظة على الأرض بدءاً من الميكروبات إلى الجرابيات (**marsupials**)، وحتى لو جُردت الأرض من جميع سكانها فإنها ستظل نابضة بالحياة. فلُبُّها المنصهر يتمخض مولداً حقلاً مغناطيسياً يحيط بالكوكب. وتنثر البراكين الثائرة الغازات فتمهد الأراضي الجديدة بالحمم النشطة، وسطح الأرض عبارة عن أحجية صور مقطوعة للوحات صخرية بحجم قارة والتي تدفع وتحتك وتصدم بعضها محدثة

عمليات قوية من شأنها أن تشكل الجبال وتعيد تشكيل المناظر الطبيعية.

والأرض ليست مجرد وعاء للحياة فالكوكب نفسه على قيد الحياة، ولكن الاستقلاب الجيولوجي ـ وخاصة ديناميكية الصفائح التكتونية ـ هو المسؤول أيضاً عن جعله عالماً صالحاً للسكن. وإذا كان الكوكب عبارة عن صخرة فضائية باردة وميتة، فالحياة كما نعرفها ربما لم تكن لتتواجد. على الأقل في أرض اليوم تسير الجيولوجيا والبيولوجيا جنباً إلى جنب.

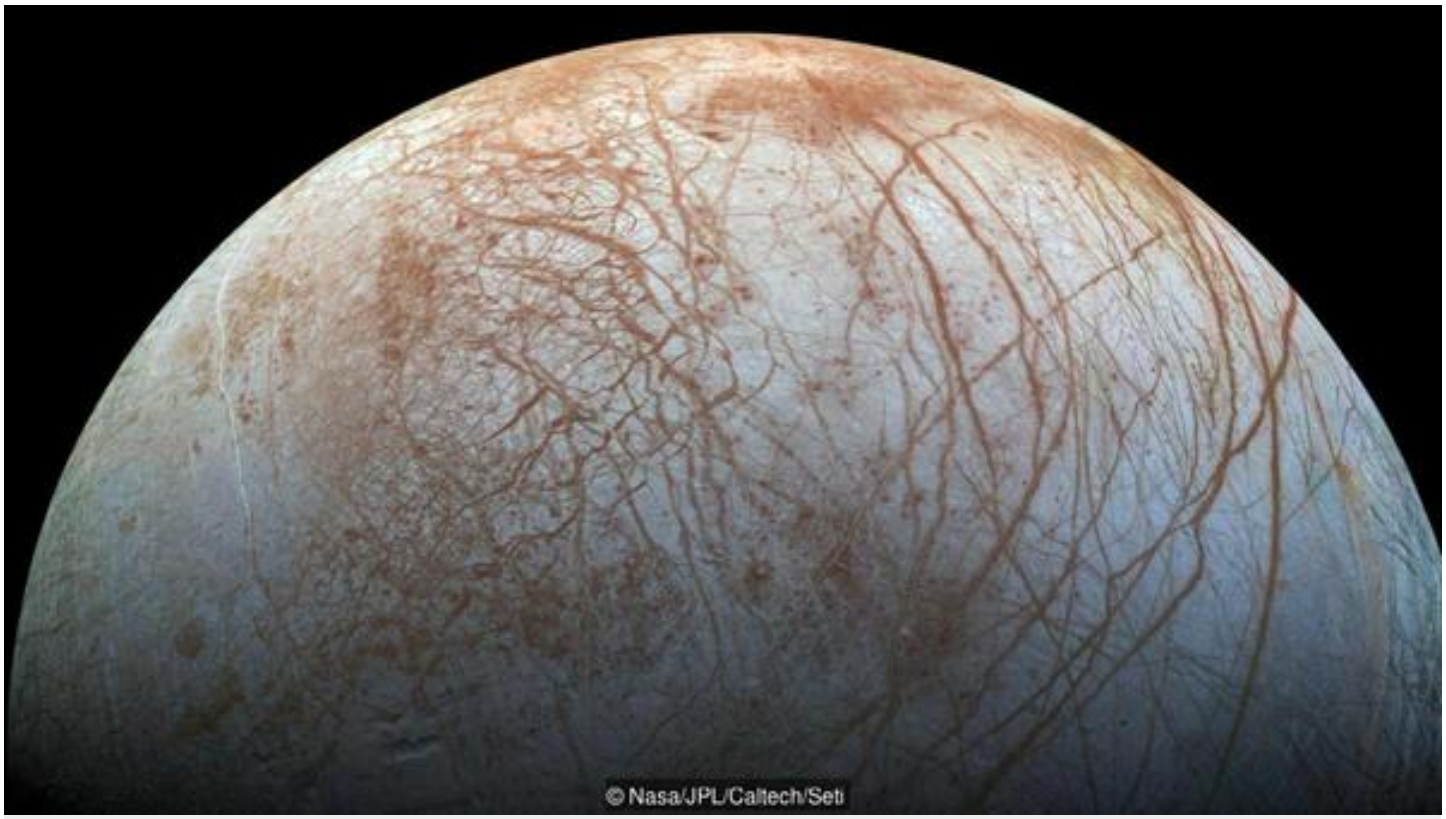
ومن بين جميع الكواكب، الأرض هي الكوكب الوحيد المعروف بوجود صفائح تكتونية به. بل هو أيضاً الوحيد المعروف بإيوائه للحياة. ولكن سواء كان ذلك يعني أن الصفائح التكتونية أمر مطلوب للحياة، فلا أحد يعرف ذلك على وجه اليقين.



الأرض هي عبارة عن فسيفساء من الصفائح التكتونية

وقد اكتشف علماء الفلك الآلاف من الكواكب خارج النظام الشمسي، وبعضها يمكن أن يكون صالحاً للسكن. وقد تعزز الصفائح التكتونية احتمالية الحياة ـ وخاصة للكائنات الأكثر تعقيداً. وإذا كان الفضائيون موجودين حقيقة فربما يعيشون على كوكب نشط مليء بنشاط جيولوجي مغير لسطح الكوكب تماماً مثل الذي على الأرض.

ولكن المركبة الفضائية التي استكشفت النظام الشمسي وجدت أن الأرض ليست فريدة من نوعها عندما يتعلق الأمر بالنشاط الجيولوجي. وعلى الرغم من أنه ليس للقمر ولا للمريخ نشاط تكتوني للصفائح إلا أن كلا العالمين يتعرضان لزلازل.



يعد قمر المشتري منافساً من ناحية وجود حياة عليه

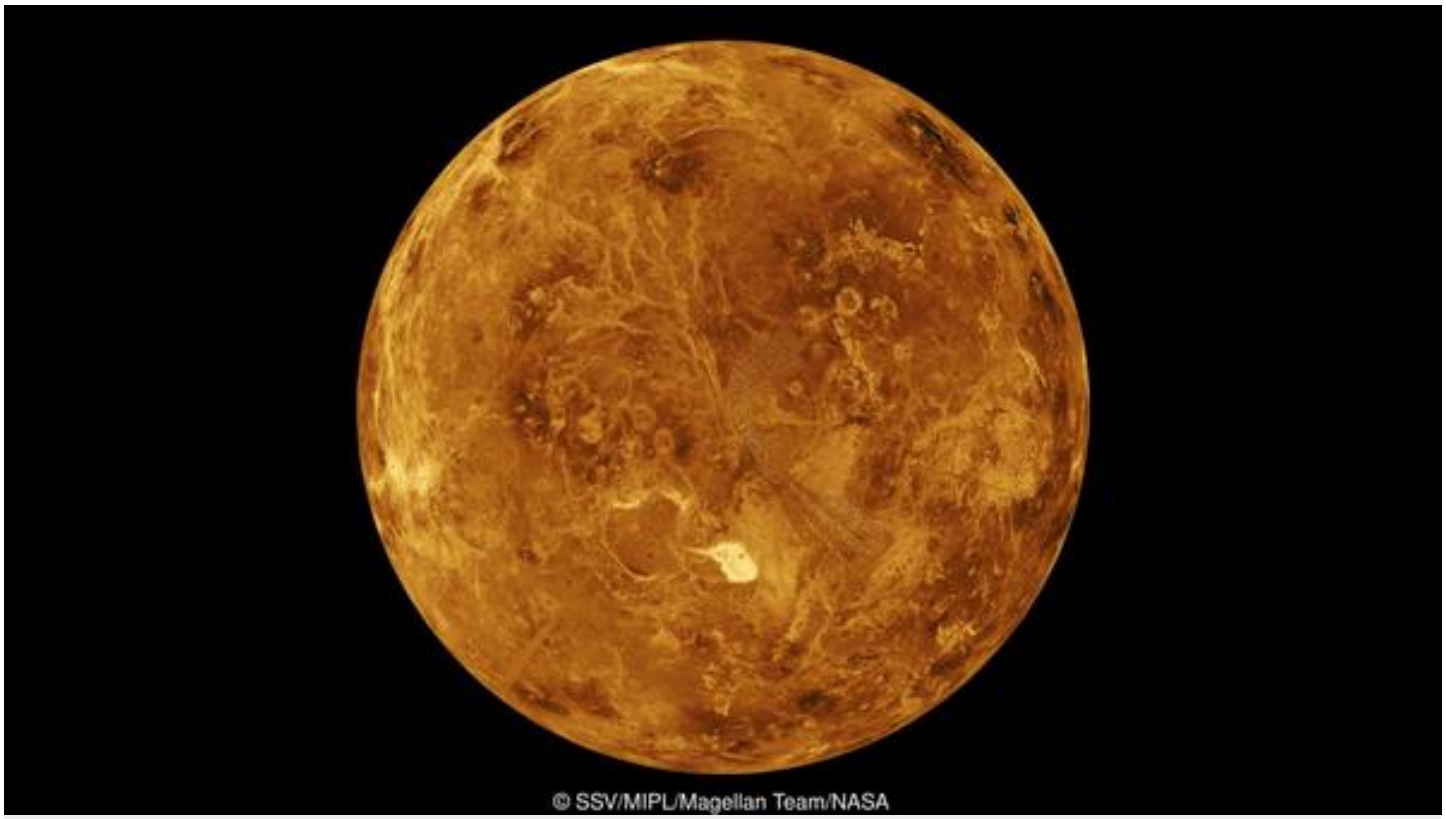
لدى بعضٍ من أقمار كوكب المشتري براكين نشطة وعيون ماء ساخنة. ولعطارد مجال مغناطيسي يوحي على الأقل بجزء من جوهرها المنصهر. وحتى بلوتو ـالذي اعتُقِد سابقاً أن يكون عالماً جليدياً هامداً نسبياًـ تبين أنه غني بجبال جليدية مرتفعة وأنهار من الجليد وهي مناظر طبيعية أكثر ديناميكية من التي توقعها العلماء.

ومع ذلك، فالنشاط الجيولوجي وحده ليس كالنشاط التكتوني للصفائح، والأرض هي الكوكب الوحيد في النظام الشمسي الذي له قشرة خارجية تنقسم لعدة صفائح تشبه قشر البيض المكسور. وتمتد هذه الصفائح التكتونية الصلب القاسية على عمق نحو مئتي كيلومتر، لتطفو على طبقة الرداء الأكثر ليونة في الأسفل.

ولدى العوالم الأخرى في النظام الشمسي أسطح قديمة مغطاة بفوهات براكين يتجاوز عمرها ملايين بل مليارات السنين. غير أن الصفائح التكتونية في الأرض يعتريها التغير والانزلاق مما يفضي إلى تجديد السطح باستمرار.

وعند حواف الصفائح في منتصف المحيط، تشكل الحمم البركانية المرتفعة من اللب قشرةً جديدة، وذلك بدفعها لكلا الصفحتين بعيداً عن بعضهما. وعندما تندفع كلا الصفحتين مقتربتين من بعضهما، يمكن لواحدة منهما أن تندس أو تحل تحت الأخرى في الأسفل.

ويمكن لعملية الاندساس أو الإخضاع هذه (**Subduction**) أن تحفر خنادق عميقة بالمحيط أو أن تحرض ثورانات بركانية. في بعض الأحيان، كما هو الحال في جبال الهيمالايا، تدفع الصفائح القارية بعضها، ومع عدم وجود أي مكان تتحرك إليه سوى الأعلى، عندها تشكل الجبال. وكل هذا يعد ضرورياً للحياة على الأرض.



بدون الصفائح التكتونية، يمكن تصبح الأرض عالماً ساخناً وقاسياً مثل الزهرة.

وتحمل هذه العمليات الكربون داخل وخارج الجزء الداخلي للأرض، وبذلك تنظم كمية ثاني أكسيد الكربون في الجو. وغاز ثاني أكسيد الكربون هو من غازات الدفيئة **greenhouse gas** أي إن الكثير منه يحدث الكثير من الحرارة في الغلاف الجوي.

ويقول جون كوريناغا **Jun Korenaga** الجيوفيزيائي في جامعة ييل في الولايات المتحدة: "بازدياد درجة حرارة السطح تصبح الأرض في نهاية المطاف مثل كوكب الزهرة". وبعد وقت قليل جداً، تهرب الحرارة كلها تاركة الكوكب في برد قارس.

وبالتالي تعمل دورة الكربون كمنظم حرارة عالمي ينظم نفسه عند الحاجة (على الرغم من أنه لا يأخذ بعين الاعتبار ثاني أكسيد الكربون الزائد الذي يقود التغير المناخي الناجم عن الإنسان).

والمناخ الأكثر دفئاً أيضاً يؤدي إلى هطول المزيد من الأمطار، مما يساعد على استخراج المزيد من غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، حيث ينحل الغاز في قطرات المطر التي تسقط على الصخور المكشوفة، فتحدث التفاعلات الكيميائية بين مياه الأمطار والصخور مطلقةً الكربون والمعادن من مثل الكالسيوم من الصخر. ثم يتدفق الماء من خلال الأنهار والجداول، ويصل في نهاية المطاف إلى المحيط حيث يشكل الكربونُ الصخورَ الكربونية والأجسام العضوية كالأصداف البحرية.

تستقر الكربونات في قاع المحيط على صفيحة تكتونية تخضع للاندساس فتحمل الكربون إلى باطن الأرض. ثم تقذف البراكين هذا الكربون مرة أخرى إلى الغلاف الجوي على شكل ثاني أكسيد الكربون. وبعد مئات الملايين من السنين، تكتمل الدورة أخيراً.

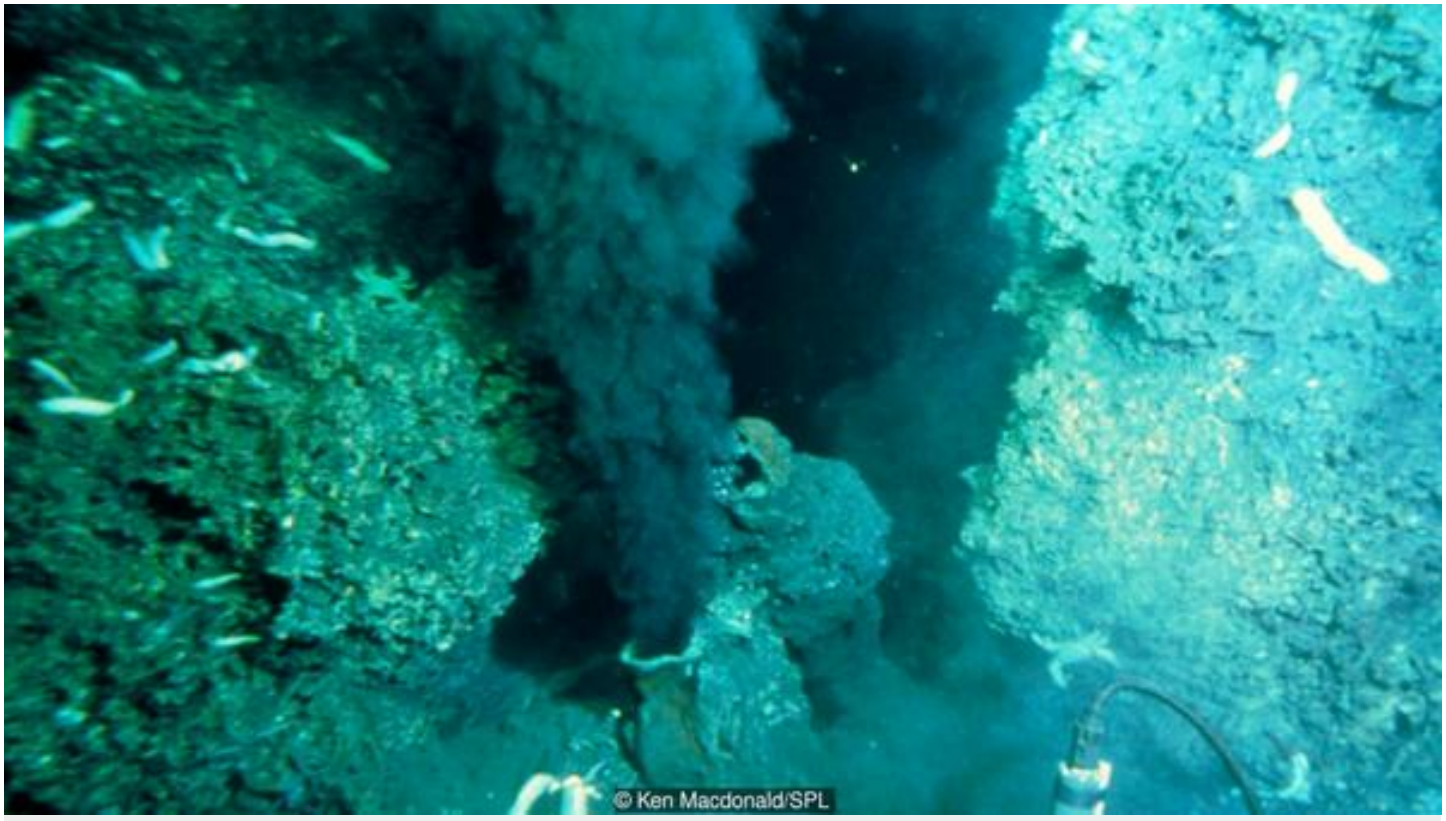
ويلعب النشاط التكتوني للصفائح دوراً في كل جانب من هذه الدورة. فهي لا تخضع فقط للاندساس الذي يعيد الكربون إلى رداء الأرض

ولكن النشاط التكتوني يجلب صخوراً جديدة إلى السطح، وتعد تلك الصخور المكشوفة أمراً هاماً للتفاعلات الكيميائية التي تطلق المعادن. أما الجبال المتشكلة من الصفائح التكتونية توجّه الهواء نحو الأعلى حيث يبرد ويتكاثف، ومن ثم يشكل قطرات المطر التي تساعد على استخراج الكربون من الغلاف الجوي.

ثم هنالك البراكين فيقول في هذا الشأن براد فولي **Brad Foley**، جيوفيزيائي في جامعة ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة: "يساعد النشاط التكتوني للصفائح في الحفاظ على النشاط البركاني لمدة طويلة، إن لم يكن لدينا البراكين التي تعيد ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي فذلك من شأنه أن يجعل الكوكب بارداً جداً ومن ثم سيتجمد".

الحفاظ على المناخ الدافئ هو المفتاح لكوكب صالح للسكن، لكن النشاط التكتوني للصفائح يساهم في أشياء أخرى كذلك. على سبيل المثال، تشير أبحاث إلى أن عمليات التعرية (**erosion**) والتجوية (**weathering**) تزيل العناصر مثل النحاس والزنك، والفوسفور من الصخور وتحملها إلى البحر. وهذه العناصر هي عناصر غذائية هامة لبعض الكائنات الحية من مثل العوالق (مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في المياه العذبة، الأجاج والمالحة. وتعيش في كثير من الأحيان معلقة) ففي الماضي يمكن أن يكونوا هم المسؤولين عن الانفجار في التنوع البيولوجي مثل الانفجار الكامبري الذي حدث قبل 540 مليون سنة.

وتشير الأدلة أيضاً إلى أن فترات من التآكل القليل ـ وبالتالي قلة المواد الغذائية في المحيط ـ قد تزامنت مع أحداث الانقراض الجماعي.



الفتحات الحرارية المائية هي موطن لنظم بيئية متنوعة.

وعن طريق تحريك القارات حولها، يمكن أن يكون النشاط التكتوني للصفائح قد خلق أيضاً بيئات متنوعة من شأنها أن تبدأ عملية التطور. وعلى مدى ملايين السنين، انجرفت القارات عبر سطح الأرض، منتقلة من منطقة مناخية إلى الأخرى. ودون الصفائح التكتونية،

فإن الأرض لن تتسم بتنوعها الجغرافي الذي يوفر مجموعة واسعة من المواطن للكائنات الحية.

النشاط التكتوني للصفائح مسؤول أيضاً عن الفتحات الحرارية المائية **hydrothermal vents**) في قاع المحيط. فبالقرب من حدود الصفيحة التكتونية يمكن أن تتسرب مياه البحر إلى الشقوق حيث الحمم البركانية الذائبة التي تسخّنها حتى مئات الدرجات، ثم تقذف بالماء الساخن مرة أخرى إلى المحيط.

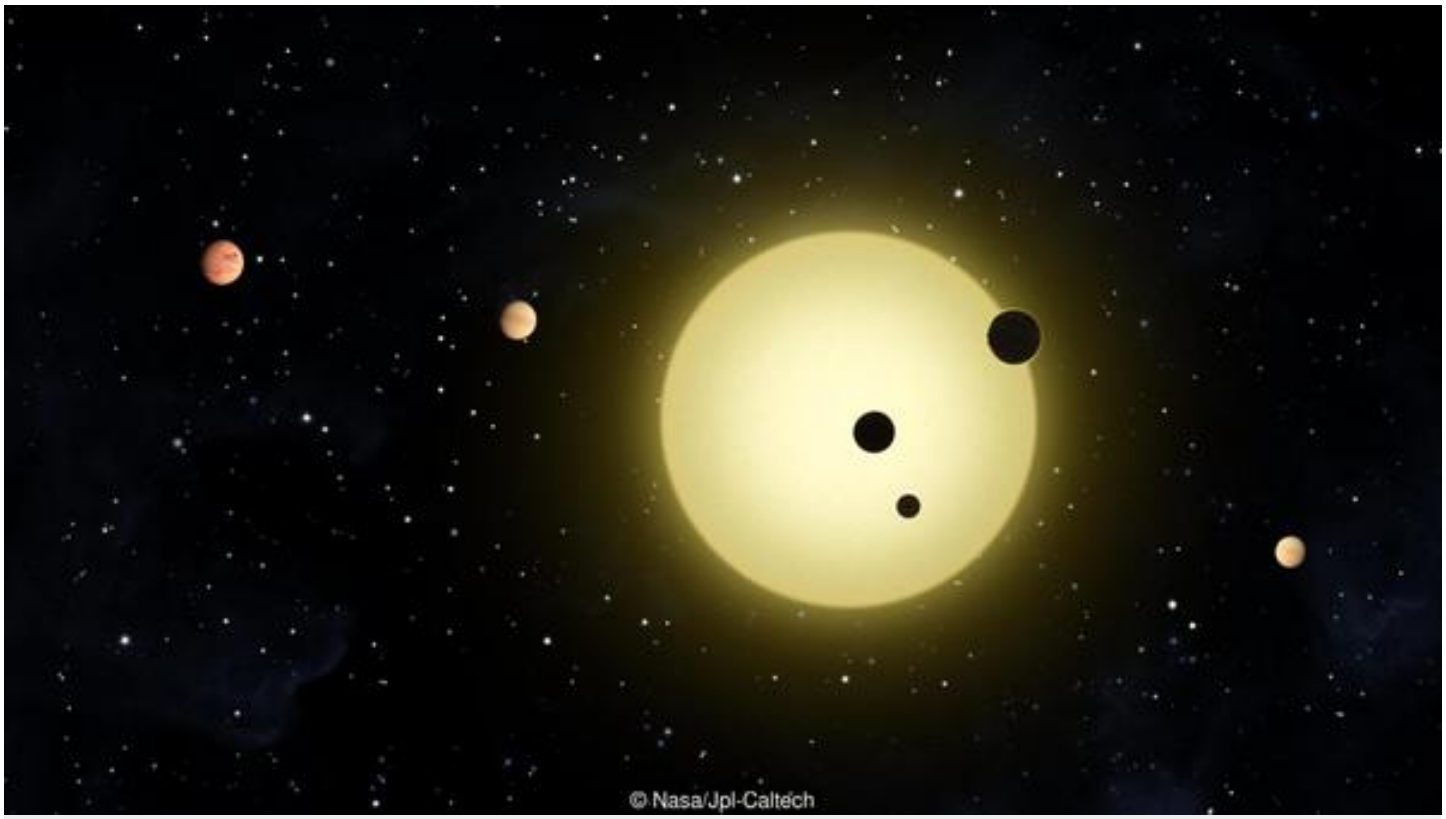
والفتحات الحرارية المائية التي اكتُشِفت في أواخر سبعينيات القرن الماضي، هي موطن لنظم بيئية متنوعة، وقد اقترح بعض العلماء أن فتحات مماثلة أدت إلى نشوء الحياة الأولى على الأرض.

حتى حركات الصفائح المستمرة قد تلعب دوراً في المجال المغناطيسي للأرض. فربما عمل المجال كدرع ضد الرياح الشمسية مانعاً إياها من نزع أو إزالة الغلاف الجوي للأرض وهو الشرط المحتمل الآخر للحياة.

أما المحرك الذي يولد المجال المغناطيسي فهو لب هائج من الحديد المنصهر، وسبب تلك الحركات الهائجة هي عملية تسمى بالحمل الحراري (**convection**) حيث يرتفع السائل الساخن ويغوص الآخر البارد. سواء كان الحمل الحراري يحدث في لب الأرض أم لا ـ وسواء كان ذلك يخلق حقلاً مغناطيسياً أم لا ـ فهو يعتمد على معدل تبريد كوكب الأرض.

ويقول بيتر دريسكول **Peter Driscoll** الجيوفيزيائي في معهد كارنيغي في واشنطن: "إذا كان لديك صفائح تكتونية، فذلك سوف يبرد المناطق الداخلية بشكل أسرع مما لو لم يكن لديك".

وتسمح معدلات التبريد السريعة بالحمل الحراري وبالتالي تسمح بمجال مغناطيسي. المريخ والزهرة على سبيل المثال، ليس لديهم نشاط تكتوني للصفائح، وليس لديهم نوى سائلة أو حقول مغناطيسية، أو حياة نعرف عنها على الأقل، ولكن في حين أن النشاط التكتوني للصفائح هو أمر مهم للحياة على الأرض اليوم، ماذا عن الحياة خارج كوكب الأرض؟



اكتُشِف حتى الآن عدة آلاف من الكواكب الخارجية المعروفة

يقدر علماء الفلك ما يصل إلى مئة مليار كوكب موجود في المجرة. وذلك يشمل الكواكب التي تماثل حجم الأرض ضمن ما يسمى المنطقة الصالحة للسكن حول نجومها وهي المنطقة التي ليست بالساخنة جداً ولا الباردة جداً لتواجد المياه السائلة المحتمل على السطح. حتى أنهم قد وجدوا مثل هذا الكوكب بالقرب من نجم القنطور الأقرب **Proxima Centauri** الذي يعد أقرب نجم إلى النظام الشمسي.

والوجود في المنطقة الصالحة لنشوء الحياة إضافة إلى وجود المياه هما من أهم العوامل إذا افتُرض وجود حياة على كوكب ما. ولكن بعد ذلك، يأتي النشاط التكتوني للصفائح من بين المزايا الأخرى لتقوم بدورها.

ويقول نورم سليب **Norm Sleep** جيوفيزيائي في جامعة ستانفورد في الولايات المتحدة: "**الصفائح التكتونية مهمة للغاية من أجل الحياة**"، ويضيف قائلاً: "إذا كان للكوكب صفائح تكتونية فذلك يعزز بشكل كبير صلاحيته لنشوء الحياة".

وبالطبع فإن أي مناقشة لإمكانية نشوء الحياة على الكواكب الأخرى هي شيء تخميني بطبيعته، فهناك فقط مثال واحد معروف لعالم صالح للحياة، وهو الأرض **Earth**.

تقول لندي إلكينز_تانتون **Lindy Elkins-Tanton** عالمة الكواكب في جامعة ولاية أريزونا، الولايات المتحدة: "إن النشاط التكتوني للصفائح هو أمر بالغ الأهمية للحياة التي نعرفها ونحبها كبشر، لكنها ليست بالضرورة مطلوبة للحياة بمعنى أوسع".

على الأرض ـ على سبيل المثال ـ فإن دور النشاط التكتوني للصفائح الأكثر أهمية هو تنظيم دورة الكربون، ولكن على كوكب آخر، قد لا تكون الصفائح التكتونية ضرورية للحفاظ على مثل هذه الدورة.

البراكين في هاواي يمكن أن تندلع بدون النشاط التكتوني

بعض البراكين مثل تلك التي تشكل جزر هاواي لا تتطلب نشاطاً تكتونياً. ويقول فولي: "مع هذا النشاط البركاني، لا يزال هناك طريقة للحصول على ثاني أكسيد الكربون ليُضاف إلى الغلاف الجوي، يمكن لهذا النشاط البركاني أيضاً خلق صخور جديدة من شأنها أن تخضع للحت والتعرية والعوامل الجوية، وبذلك يكون لديك القدرة على فعل كلا جزئي دورة الكربون".

ورغم ذلك، فإن إرجاع ذلك الكربون إلى باطن الأرض دون اندساس هو شيء يحدث بصعوبة. والكوكب الذي يكون بلا صفائح تكتونية- ويدعى كوكباً ذا غلاف راكد **stagnant-lid planet**) ويكون مغطى بقشرة صلبة من شأنها أن تحجز الكربون. ومع ذلك، فإن الطبقات العميقة من القشرة تكون أكثر دفئاً وأكثر ليونة. بل تكون أيضاً أكثر كثافة من طبقة الرداء. ولذلك إذا كانت لينة بما فيه الكفاية، فمن الممكن أن تسيل ببطء للأسفل مثل العسل الأسود، مسقطة الكربون في الباطن العميق، حيث يمكن طردها إلى الخارج مرة أخرى من خلال البراكين.

ولكن حتى لو كان بالإمكان حدوث نوع من دورة الكربون، فقد لا تستمر طويلاً، وسوف يكون للكوكب مجال أو احتمال أقل لنشوء الحياة. ويقول فولي إنه دون النشاط التكتوني للصفائح قد ينفد النشاط البركاني قريباً.

يقول بعض الباحثين إنه حتى على الأرض، قد لا تستلزم الحياة النشاط التكتوني للصفائح. في عام 2016، وضع كريج أونيل **Craig O'Neill**، عالم الكواكب في جامعة ماكاري في سيدني، نماذج حاسوبية تشير أن الأرض لم يكن لديها صفائح تكتونية في الماضي البعيد، حتى عندما ظهرت الحياة لأول مرة قبل 4.1 مليار سنة. إذا ظهرت الحياة على الأرض دون النشاط التكتوني للصفائح، فإن ذلك قد يشير إلى أن النشاط التكتوني ليس مطلوباً لنشوء الحياة.

ويقول باحثون آخرون إن هذا الاستنتاج سابق لأوانه. يقول فولي: "عليك أن تأخذ أي تنبؤ عن الأرض الأولى بشيء من الاستغراب أو التعجب"، فالافتراضات المختلفة مع النموذج يمكن أن تعطي إجابات مختلفة تماماً.

كيف ظهر سطح الأرض في يوم من الأيام

في النهاية، يتفق الباحثون أن النشاط التكتوني للصفائح يمكن أن يساعد في ظهور الحياة إلى حيز الوجود. ولكن لا أحد يستطيع أن يقول على وجه اليقين ما إذا كان ذلك ضرورياً. تقول إلكنز-تانتون: "نحن لم نكتسب الفهم الكافي عن النشاط التكتوني للصفائح لنفهم اذا ما كان مهماً جداً لنشوء الحياة".

ولم يطور العلماءُ النظريةَ حتى النصف الأخير من القرن العشرين، وهم لا يفهمونها تماماً على الأرض، ناهيك عن الكواكب الأخرى، والعامل الوحيد المعقد على الأرض هو العلاقة الوثيقة بين الصفائح التكتونية والحياة.

ويقول نورم سليب: "إن هذه الدورات الجيولوجية تجعل الأرض صالحة أكثر لنشوء الحياة، لكن علم الأحياء يعد مهماً أيضاً، فقد أخذت الحياة أربعة مليارات سنة لتطور الصفات التي تكيف نفسها لتكون قادرة على العيش على كوكب به نشاط تكتوني للصفائح."

ربما بدأت الحياة على الأرض بالاعتماد على النشاط التكتوني للصفائح ببساطة لأن التطور قاد الأمر على هذا النحو.

وحتى إذا كان النشاط التكتوني للصفائح لازماً للحياة، فإن علماء الفلك ربما لن يكونوا قادرين على معرفة ما إذا كان الكوكب لديه نشاط تكتوني للصفائح في المقام الأول. فالكواكب خارج النظام الشمسي بعيدة، وحتى أفضل التلسكوبات يمكنها فقط وبصعوبة اكتشاف أصل التركيب الكيميائي للغلاف الجوي للكواكب، الذي يعد بالفعل إنجازاً رائعاً. ولكن فيما عدا السفر بين النجوم، فإنه يكاد يكون من المستحيل قياس النشاط التكتوني للصفائح على كوكب آخر.

تقول إلكينز-تانتون: "بالكاد يمكننا الكشف عن ذلك النشاط على كوكبنا، ونحن نقف تماماً فوقه". النشاط التكتوني للصفائح هو مجرد واحد من العديد من العوامل التي قد تؤثر على صلاحية نشوء الحياة على الكوكب. قد لا يحدد العلماء صيغة للحياة إلى أن يكتشفوا فعلاً حياةً خارج الأرض **ET**. لكن في الوقت الحالي، ستبقى الأرض هي العالم الوحيد الذي هو على قيد الحياة حقاً.

- التاريخ: 2017-05-02
- التصنيف: الكواكب ونظامنا الشمسي

#الحياة #الصفائح التكتونية #الارض #الجيولوجيا #النشاط التكتوني

المصطلحات

- **الغاز (Gas)**: أحد الحالات الأساسية الثلاث للمادة. في هذه الحالة تتحرك الذرات، أو الجزيئات، أو الأيونات بحُريّة، فلا ترتبط مع بعضها البعض. وفي علم الفلك، تُشير هذه الكلمة عادةً إلى الهيدروجين أو الهيليوم. المصدر: ناسا

المصادر

- bbc

المساهمون

- ترجمة
  - عبد الرحمن بلال
- مُراجعة
  - مريانا حيدر
- تحرير
  - ليلاس قزيز
- تصميم
  - محمود سلهب
- نشر
  - مي الشاهد