علم الفلك والفيزياء
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022
doi: 10.3389/frym.2021.665529-ar

هل من حياة على كوكب المريخ؟ لندع العلم يُجيبنا!

Michael C. Macey[1*], Ann Grand[1], Mark Fox-Powell[1,2], Nisha K. Ramkissoon[1], Claire R. Cousins[2] and Karen Olsson-Francis[1]

[1]كلية العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات، الجامعة المفتوحة لعلم الأحياء الفلكي، ميلتون كينز، المملكة المتحدة

[2]كلية علوم الأرض والبيئة، جامعة سانت أندروز، سانت أندروز، المملكة المتحدة

يتسم كوكب المريخ الحاليَّ بكونه بيئة جافة وقاسية، كما يخلو سطحه من أي مياه، لكنه ربما كان غنيًّا بالمياه قبل ملايين السنين، تمامًا مثل كوكب الأرض. ويعتقد العلماء أن فقدان كوكب المريخ للمياه ربما أدَّى إلى زيادة ملوحة المياه المتبقية عليه، وربما أصبحت غنية بعنصر الكبريت. ونستطيع طرح نظريات حول إمكانية وجود حياة على كوكب المريخ من خلال إجراء أبحاث على البيئات المتواجدة على كوكب الأرض والتي تحتوي على العناصر الكيميائية ذاتها التي في كوكب المريخ. وفي بحثنا هذا؛ درسنا ينابيع "كولور بيك" (Colour Peak)؛ وهي مجموعة ينابيع مالحة غنية بعنصر الكبريت في أعلى نقطة بالقطب الشمالي الكندي. وتحتوي هذه البيئة على بكتيريا تستخدم عنصر الكبريت للحصول على احتياجاتها من الطاقة. حيثُ تأكدنا من خلال تحليل عينات من الماء والرواسب المأخوذة في هذه المنطقة أن البكتيريا التي تستخدم عنصر الكبريت باعتبارها مصدرًا للطاقة ربما سبق لها العيش على كوكب المريخ. كما قد تُفيد هذه النتائج أيضًا العلماء القائمين على

المراجعون الصغار

FAYDH MOHAMMED
العمر: 15

GINNY
العمر: 12

تحليل البيانات الواردة من مُهمات التي انطلقت إلى كوكب المريخ بغرض إيجاد أدلة على وجود حياة سابقة عليه.

مياه كوكب المريخ

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى المياه. وبالنظر إلى نجاح تسع بعثات في الهبوط على سطح كوكب المريخ، بدايةً من عام 1971، ووجود 14 قمرًا صناعيًّا يدور حول الكوكب في وقتنا الحالي، يُعد من سوء الحظ عدم عثور أيٍ من هذه البعثات على دليلٍ واحدٍ يثبت وجود مياه أو حياة على السطح الحالي لكوكب المريخ. ومع ذلك، رصدت هذه البعثات هياكل (مثل: أحواض الأنهار) وتشكيلات نهرية حاوية للمياه ومعادن حديدية (مثل: الوحل) على سطح كوكب المريخ، وهذا دليلٌ على وجود المياه [1]. ويؤمن العلماء بأن المياه كانت موجودة على كوكب المريخ قبل ملايين السنين.

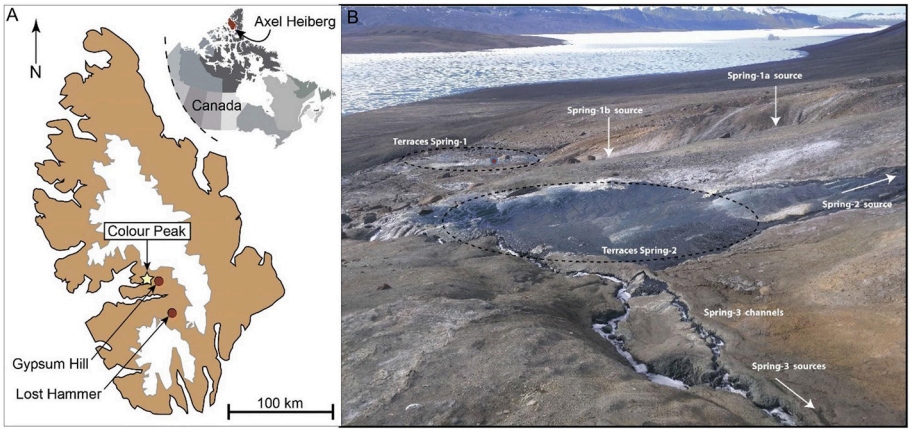
وفقد كوكب المريخ المياه التي تواجدت على سطحه نتيجة للخسارة الجزئية لغلافه الجوي. لكن بفضل البيانات التي وفرتها البعثات، كوَن العُلماء فكرةً عمَّا كانت عليه البيئة الأولية لكوكب المريخ. ويعتقد العلماء أن المياه أصبحت مالحة (بنسبة ملوحة تضاهي ضعف نسبة ملوحة المياه العذبة على كوكب الأرض على الأقل)، عندما بدأت في التبخُّر وأصبحت غنية بعنصر الكبريت؛ في شكل الكبريتيد على وجه الخصوص. وهذا هو العنصر الكيميائي الذي يُضفي الرائحة للبيض الفاسد! كما أننا نعلم أنه عُثِرَ على العناصر الرئيسية اللازمة لوجود الحياة (الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والفوسفور والكبريت، والتي تُسمى اختصارًا **CHNOPS**)، في صخور كوكب المريخ وتربته.

وإذا وجِدَت الحياة على كوكب المريخ في وقت سابق، فلا بد أنها كانت قائمة في المُسطحات المائية أو بالقرب منها، ومن المُحتمل أن هذه الكائنات الحية المريخية خلفت وراءها دليلًا على وجودها. لكننا نحتاج إلى تكوين فكرة عن ماهية الأدلة التي علينا البحث عنها، قبل أن نُرسل بعثات إلى كوكب المريخ بهدف إيجاد دليل على وجود حياة سابقة عليه. وتكتسب هذه التجهيزات أهميتها، لأن البعثات إلى كوكب المريخ شديدة التعقيد وباهظة التكلفة. إذ يبدأ العلماء تجهيزاتهم بدراسة بيئات كوكب الأرض التي تحتوي على العناصر الكيميائية المائية ذاتها التي وجدت في كوكب المريخ القديم. وعلى الرغم من وجود بيئات كثيرة على الأرض تصلح لتنمية فهمنا لمياه كوكب المريخ واحتمالية، ومعرفة ما إذا كانت هناك حياة سابقة فيها أم لا، فإنه لا توجد بيئة مثالية على وجه الأرض تصلح لهذه المقارنة.

وتُعد مجموعة ينابيع كولور بيك الموجودة على جزيرة أكسل هيبيرج في أعلى نقطة بالقطب الشمالي بكندا إحدى هذه البيئات المناسبة (الشكل 1). حيث إن المياه فيها شديدة الملوحة وغنية بعنصر الكبريت. ويُسجِّل متوسط مستوى درجة حرارة الهواء في ينابيع كولور بيك سالب 20 درجة مئوية. ومن المُمكن أن تنخفض في فصل الشتاء لتُسجل سالب 40 درجة مئوية، وعلى الرغم من ذلك لا تتجمد ينابيع الجزيرة أبدًا

(CHNOPS)

هو اختصار يرمُز لأول حرف من أسماء العناصر التالية: الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والفوسفور والكبريت. وهي عناصر أساسية لتوافر ظروف الحياة، فهي تُشكِّل 98% تقريبًا من جميع جزيئات الخلايا الحية.



شكل 1

بسبب احتوائها على نسبة كبيرة من الأملاح (بالطريقة ذاتها التي ينتشر بها الملح على الطرق لمنع تشكُّل الجليد) [2, 3]. كما أننا جمعنا عيناتٍ من مياه ينابيع كولور بيك ورواسبها، وحفظناها في درجة حرارةٍ منخفضة، حتى وصلت إلى أحد المختبرات الموجودة في المملكة المتحدة.

وهناك حللنا العناصر الكيميائية الموجودة في عينات المياه باستخدام تقنية تُسمَّى **مطياف الانبعاثات الضوئية بالبلازما المقترنة حثيًّا (ICP-OES).** وهي تقنية علمية تعمل بتسخين المياه لتكوين البلازما (غاز شديد السخونة ومُحمل بالطاقة)، ومن خلال كشف ألوان الضوء المُنبعث من كل عنصر في الماء. كما استخدمنا برنامجًا حاسوبيًّا لنمذجة التركيب الكيميائي للمياه التي وجدت قديمًا على كوكب المريخ [4]، باستخدام البيانات الجيولوجية المُستخلصة من سطح كوكب المريخ، التي جُمِعَت بواسطة مركبة "كيريوسيتي" الفضائية التابعة لوكالة ناسا.

وبدا التركيب المُتوقع لمياه كوكب المريخ مشابهًا بصورة استثنائية لتركيب المياه المأخوذة من ينابيع كولور بيك. مما يدل على أن البكتيريا التي تعيش في ينابيع كولور بيك باقيةٌ على قيد الحياة، وأنها قد نمت في ظروف مُشابهة للظروف المُحتمل وجودها على كوكب المريخ في وقت سابق.

ما الذي يعيش في مياه ينابيع كولور بيك؟

استطعنا تحديد ماهية البكتيريا التي تعيش في ينابيع كولور بيك، من خلال فحص الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA) الخاص بها. واتضح لنا أن التركيب اللولبي المزدوج الشهير للحمض النووي، هو ذاته الشفرة الجينية التي تزود الخلايا بالتعليمات لإنتاج أنواع عديدة من البروتينات، وتنظم كيفية استخدام هذه البروتينات داخل الوظائف الخلوية. ولا يوجد سوى جين رئيسي واحد يتيح لنا التعرف على البكتيريا التي تعيش في بيئةٍ ما: وهو **جين** 16S rRNA. حيث يؤدي هذا الجين،

شكل 1

(A) خريطة لجزيرة أكسل هيبيرج، حيثُ تظهر الجزيرة باللون البني، بينما تظهر القمم الجليدية باللون الأبيض. وتوجد نجمة على ينابيع كولور بيك لتمييزها، بينما توجد نقاط باللون الأحمر على الينابيع الأخرى المالحة لتمييزها. **(B) صورة لينابيع كولور بيك مُضاف إليها مُلصقات لتمييز مصادر ينابيعها.** كُوِّنَت هذه الخريطة بعد تعديل صورة من برنامج Google Map Data (@ Google 2020) باستخدام الإصدار 21.0.2 من برنامج Illustrator Creative Cloud. كما استُنسِخَت هذه الصور من Macey et al., [3] بموجب ترخيص المشاركة الإبداعية creative commons licence 4.0 (creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مطياف الانبعاثات الضوئية بالبلازما المقترنة حثيًّا (INDUCTIVELY COUPLED PLASMA OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY)

هي تقنية علمية تعتمد على تسخين المياه لتكوين البلازما (غاز شديد السخونة ومحمل بالطاقة)، وتقوم على كشف ألوان الضوء المُنبعث من كل عنصر في الماء.

جين (16S rRNA)

يلعب هذا الجين دورًا في نمو الخلية وتكاثرها. ويوجد في جميع أنواع البكتيريا بأشكال مترابطة لكن بينها اختلافات طفيفة. ويُمكن استخدام الاختلافات المرصودة بين أشكاله في عملية تعيين التسلسل للتعرف على أنواع البكتيريا.

الموجود في جميع أنواع البكتيريا في أشكالٍ مُترابطة رغم اختلافها الطفيف، دورًا رئيسيًّا في تكاثر البكتيريا ونموها. ونستطيع التعرف على جميع الأنواع المُختلفة من البكتيريا التي تعيش في هذه البيئة عبر دارسة هذا الجين فيها.

لكن قبل أن نتمكن من دراسة هذا الجين، يتعين علينا استخراج الحمض النووي (DNA) من البكتيريا الموجودة في العينات التي تحصلنا عليها. ويتعين علينا التغلب على مُشكلتين رئيسيتين لتحقيق هذه الخطوة. أولهما؛ أن الطريقة القياسية لاستخراج الحمض النووي من الخلايا هي استخدام عناصر كيميائية لتفجير الخلايا تاركةً الحمض النووي فقط خلفها. لكن النسبة المُرتفعة من الأملاح الموجودة في مياه ينابيع كولور بيك تتسبب في استجابة هذه العناصر الكيميائية بطرقٍ غريبةٍ، ويحتمل أن يؤدي ذلك إلى عدم تمكنًّا من الحصول على أي عينات من الحمض النووي لهذه الخلايا. ثانيًا؛ وبسبب برودة المياه في ينابيع كولور بيك وملوحتها، حُفِظَ الحمض النووي الخاص بالبكتيريا الميتة قبل آلاف السنين، ولهذا لا نستطيع تمييز الحمض النووي القديم الخاص بالبكتيريا الميتة عن مثيله المُستخرج حديثًا من البكتيريا الحية [5].

وللتغلب على المُشكلة الأولى، غسلنا العينات بواسطة مياه فائقة النقاء لتنظيفها من الملح الناجم عن البكتيريا. وللتغلب على المشكلة الثانية، درسنا الحمض النووي الريبي (RNA) تمامًا كما فعلنا مع الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA). ووجدنا أن الحمض النووي الريبي هو نُسخة أحادية الجديلة (ذات سلسلة واحدة) من الحمض النووي (DNA) تتعرف عليها الخلية وتستخدمها لإنتاج البروتينات. لكننا عرفنا أن الحمض النووي الريبي يتحلل بسرعة مذهلة، حتى في البيئات قارسة البرودة والغنية بالأملاح، ولذلك فإن البحث عن الجين 16S rRNA في الحمض النووي الريبي، وكذلك في الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين، ساعدنا على التعرف على نوع البكتيريا التي كانت على قيد الحياة عند وقت أخذ العينات. وباستخدام هذا النهج؛ أظهر بحثنا أن مُعظم أنواع البكتيريا التي تعيش في ينابيع كولور بيك تنتمي إلى مجموعة تُسمى **البكتيريا المؤكسدة للكبريت** (SOB) [3].

ما مدلول هذه النتائج بالنسبة لكوكب المريخ؟

تستخدم البكتيريا المؤكسدة للكبريت عنصر الكبريت باعتباره مصدرًا للطاقة. ونظرًا لضخامة كمية الكبريت الموجودة في ينابيع كولور بيك، يبدو منطقيًّا أن تكون هذه هي الطريقة المُثلى للعيش في هذه البيئة. كما أنه من المفترض أن مياه كوكب المريخ القديمة قد احتوت على كمياتٍ عديدةٍ من الكبريت، مما يُشير إلى توفر مصدر الطاقة الرئيسي للبكتيريا المؤكسدة للكبريت. وتحصُل كمية كبيرة من هذه البكتيريا على نسبة الكربون اللازمة لها عن طريق التقاطه من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء، تمامًا مثلما تفعل النباتات؛ ويُطلق على هذه العملية **التغذية الذاتية**. هذا وستُشكل عملية التغذية الذاتية استراتيجيةً جيدةً على سطح كوكب المريخ، نظرًا للكمية الكبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون المتاح في غلافه الجوي [95000 جزء في المليون (ppm)]، مقارنةً

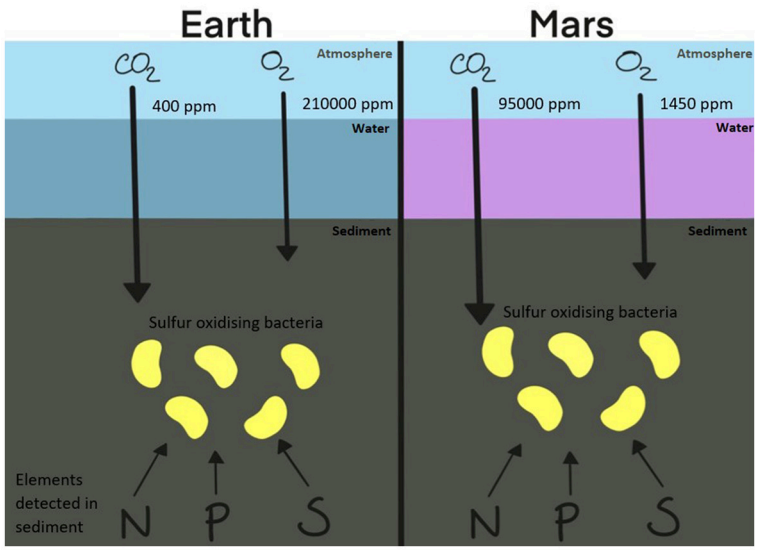
البكتيريا المؤكسدة للكبريت (SULPHUR OXIDISING (BACTERIA

نوع من البكتيريا يحصل على طاقته من الكبريت.

التغذية الذاتية (AUTOTROPHY)

عملية تصنيع المُركبات المُعقدة (مثل العناصر البنائية التي تُشكِل الخلية) من مواد غذائية بسيطة [مثل: ثاني أكسيد الكربون (CO_2)].

بنسبة 415 جزءًا في المليون على سطح كوكب الأرض]. كما يمكن لبعض البكتيريا المؤكسدة للكبريت أن تنمو دون أكسجين (وهو منخفض جدًّا على المريخ)، إذ يمكنها بدلًا من ذلك استخدام مواد كيميائية قائمة على النيتروجين، تُسمَّى النترات، تم اكتشافها في صخور المريخ (الشكل 2) [6].



شكل 2

شكل 2

عبارة عن مصادر مُقترحة لعناصر الحياة الأساسية (الكربون والنيتروجين والأكسجين والفوسفور والكبريت - اختصارًا، CHNOPS) اللازمة للبكتيريا المؤكسِدة للكبريت التي تعيش في ينابيع كولور بيك، وبيئات المياه المتوقع وجودها على كوكب المريخ. ويعتمد وجود العناصر الكيميائية في الرواسب من عدمها، فضلًا عن تركيز ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الغلاف الجوي على الدراسات التي أُجريت على بيئة ينابيع كولور بيك أو البيانات التي حصلنا عليها من البعثات التي أُرسِلت إلى سطح كوكب المريخ [6, 7]. استُنسِخَت هذه الصور من Macey et al. [3], بموجب ترخيص المشاركة الإبداعية creative commons licence 4.0 (creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

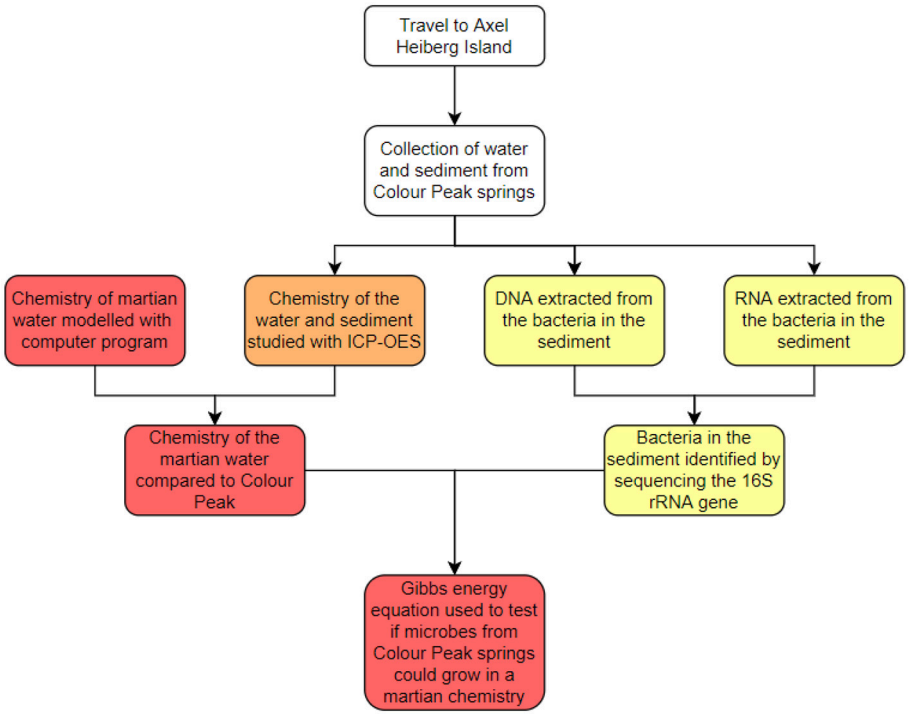
وبعد إثبات قُدرة البكتيريا المؤكسدة للكبريت على الازدهار والنمو في ينابيع كولور بيك، والتحقق من وجود جميع العناصر الرئيسية (CHNOPS) اللازمة لنموها، أجرينا أبحاثنا للتحقق مما إذا كانت مياه المريخ التي قمنا بنمذجتها ستدعم بالفعل نمو البكتيريا، أم لا. ويُعد هذا تطورًا مهمًا؛ ففضلًا عن حاجة البكتيريا المؤكسدة للكبريت إلى عناصر مُحددة، ستحتاج البكتيريا إلى إنتاج طاقة كافية للنمو. وإذا عرفنا تركيزات هذه العناصر المحددة، فسنتمكن من حساب ما إذا كانت توجد كمية من هذه العناصر تكفي لإنتاج الطاقة التي تستخدمها البكتيريا، أم لا.

وتُسمَّى المُعادلة المُستخدمة في حساب الطاقة **معادلة جيبس للطاقة** تبعًا لمؤسسها؛ عالم الفيزياء الكيميائية ويلارد جيبس [8]. وباستخدام معادلة جيبس للطاقة، يُمكننا القول إن الطاقة التي ستنتجها البكتيريا المؤكسدة للكبريت لن تكون كافية للنمو فحسب، بل ستكون أيضًا من أنواع البكتيريا القلائل التي يمكنها النمو والازدهار في أنواع المياه هذه. وتستطيع الاطلاع على موجز عملنا موضحًا في الشكل 3.

مُعادلة جيبس للطاقة (GIBBS ENERGY EQUATION)

هي مُعادلة يُمكن استخدامها لحساب كمية الطاقة التي قد يُنتجها تفاعل كيميائي محدد.

وهذه نتيجة مبهرة للغاية، لأن البكتيريا المؤكسدة للكبريت لها القدرة على تغيير الخواص الكيميائية لبيئتها المحلية. ويُدلل هذا على وجود الحياة، بما في ذلك بناء عناصر كيميائية ومعادن محددة وتشكيلها، وهو ما يمكن استخدامه للتدليل على وجود حياة ولو بعد مرور مُدة طويلة على موت البكتيريا [9, 10]. وإذا نمت بكتيريا مثل البكتيريا المؤكسدة للكبريت ولو لمرة واحدة على كوكب المريخ، فمن المُحتمل أن



شكل 3

شكل 3

الخطوات المُتضمنة في هذه الدراسة. ميَّزنا إجراءات العمل الميداني باللون الأبيض، والإجراءات المُتعلقة بعِلم الأحياء الدقيقة باللون الأصفر، والمُتعلقة بالكيمياء باللون البرتقالي، وأخيرًا إجراءات البحث القائمة على دراسة ظروف كوكب المريخ باللون الأحمر.

نعثر في كوكب المريخ على نوع الأدلة ذاته الذي خلفته البكتيريا المؤكسدة للكبريت على كوكب الأرض.

المستقبل

لقد درسنا بيئة محددة على كوكب الأرض (المياه المالحة والغنية بالكبريت الموجودة في ينابيع كولور بيك)، تُعد مشابهة للبيئات التي تواجدت على كوكب المريخ في وقتٍ سابق (قبل 3.7 - 4.1 مليار سنة). ومن خلال هذا البحث، تمكنَّا من تحسين فهمنا لأنواع الحياة التي يُمكن أن تكون قادرة على البقاء على كوكب المريخ.

وقد أظهرنا قُدرة البكتيريا المؤكسدة للكبريت على الازدهار في مياه الينابيع القطبية الشمالية، عبر الجمع بين علم الأحياء الدقيقة والكيمياء والنمذجة. كذلك من المُحتمل أن تكون قادرة على النمو على كوكب المريخ في وقتٍ سابقٍ.

وتمكنت مركبتان فضائيتان (وهما: مركبة "برسيفيرانس" التابعة لوكالة ناسا، ومركبة "تيانون-1" التابعة لوكالة الفضاء الوطنية الصينية)، من الهبوط على كوكب المريخ مؤخرًا، بينما نقوم بصياغة هذا البحث. وسيستغرق استيعاب البيانات التي حصلت عليها هذه البعثات وتحديد احتمالية وجود حياة سابقة على كوكب المريخ من عدمها سنوات عدة. وستُستكمل هذه الأبحاث على الأرجح بواسطة الأجيال المُستقبلية من

الباحثين الشباب. ويسرنا أن تُسهم أعمالنا وأبحاثنا في تقصي أحد أكثر أسئلة عصرنا تعقيدًا وإلحاحًا: هل نعيش في الكون بمفردنا؟

مقال المصدر الأصلي

Macey, M. C., Fox-Powell, M., Ramkissoon, N. K., Stephens, B. P., Barton, T., Schwenzer, S. P., et al. 2020. The identification of sulfide oxidation as a potential metabolism driving primary production on late noachian mars. *Sci Rep*. 10:10941. doi: 10.1038/s41598-020-67815-8

المراجع

1. Carr, M. H., and Head, J. W. 2010. Geologic history of Mars. *Earth Planet Sci Lett*. 294:185–203. doi: 10.1016/j.epsl.2009.06.042
2. Perreault, N. N., Andersen, D. T., Pollard, W. H., Greer, C. W., and Whyte, L. G. 2007. Characterization of the prokaryotic diversity in cold saline perennial springs of the Canadian high arctic. *Appl Environ Microbiol*. 73:1532–43. doi: 10.1128/AEM.01729-06
3. Macey, M. C., Fox-Powell, M., Ramkissoon, N. K., Stephens, B. P., Barton, T., Schwenzer, S. P., et al. 2020. The identification of sulfide oxidation as a potential metabolism driving primary production on late noachian mars. *Sci Rep.* 10:10941. doi: 10.1038/s41598-020-67815-8
4. Bridges, J. C., and Schwenzer, S. P. 2012. The nakhlite hydrothermal brine on Mars. *Earth Planet Sci Lett*. 359–60:117–23. doi: 10.1016/j.epsl.2012.09.044
5. Willerslev, E., Hansen, A. J., Rønn, R., Brand, T. B., Barnes, I., Wiuf, C., et al. 2004. Long-term persistence of bacterial DNA. *Curr Biol*. 14:13–4. doi: 10.1016/j.cub.2003.12.012
6. Stern, J. C., Sutter, B., Freissinet, C., Navarro-González, R., McKay, C. P., Archer, P. D., et al. 2015. Evidence for indigenous nitrogen in sedimentary and aeolian deposits from the Curiosity rover investigations at Gale crater, Mars. *Proc Natl Acad Sci USA*. 112:4245–50. doi: 10.1073/pnas.1420932112
7. Mahaffy, P. R., Webster, C. R., Atreya, S. K., Franz, H., Wong, M., Conrad, P. G., et al. 2013. Abundance and isotopic compoisition of gases in the Martian atmosphere from the Curiosity rover. *Science*. 341:263–6. doi: 10.1126/science.1237966
8. McCollom, T. M. 2007. Geochemical constraints on sources of metabolic energy for chemolithoautotrophy in ultramafic-hosted deep-sea hydrothermal systems. *Astrobiology*. 7:933–50. doi: 10.1089/ast.2006.0119
9. Battler, M. M., Osinski, G. R., and Banerjee, N. R. 2013. Mineralogy of saline perennial cold springs on axel Heiberg Island, Nunavut, Canada and implications for spring deposits on Mars. *Icarus*. 224:364–81. doi: 10.1016/j.icarus.2012.08.031
10. Pellerin, A., Antler, G., Holm, S. A., Findlay, A. J., Crockford, P. W., Turchyn, A. V., et al. 2019. Large sulfur isotope fractionation by bacterial sulfide oxidation. *Sci Adv*. 5:eaaw1480. doi: 10.1126/sciadv.aaw1480

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022

حرره: Edward Gomez

مرشدو العلوم: Amal Dameer and Stefano Zapperi

الاقتباس: Macey MC, Grand A, Fox-Powell M, Ramkissoon NK, Cousins CR and Olsson-Francis K (2022) هل من حياة على كوكب المريخ؟ لندع العلم يُجيبنا! Front. Young Minds doi: 10.3389/frym.2021.665529-ar

مُترجَم ومقتبس من: Macey MC, Grand A, Fox-Powell M, Ramkissoon NK, Cousins CR and Olsson-Francis K (2021) Hunting for Life on Mars by Studying Life on Earth. Front. Young Minds 9:665529. doi: 10.3389/frym.2021.665529

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

COPYRIGHT © 2021 Macey, Grand, Fox-Powell, Ramkissoon, Cousins and Olsson-Francis. 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

FAYDH MOHAMMED، العمر: 15

أُدعى فايد محمد. أُحبُّ لعب الألعاب الرياضية المُختلفة وتعلُّم أشياء مُثيرة للاهتمام. وأحرص على تعلُّم التكنولوجيا واستكشاف الأدوات التكنولوجية والأدوات المتطورة. وبصورةٍ ما، أعد نفسي رسامًا فنيًّا. وأريد تنمية مهاراتي العقلية ومواهبي لمواصلة الدورة الدراسية الكاملة الخاصة بسنواتي الدراسية الأخيرة. كما أنني متحمس جدًّا للعمل مع Frontiers for Young Minds!

GINNY، العمر: 12

نشأتُ في عالم العلوم، حيث عثرت على حبي للرياضيات وأجهزة الكمبيوتر، منذ أن كنت طفلة صغيرة. وقررت أن أعمل مراجعةً؛ لأن ذلك سيتيح لي فرصة معرفة الطريقة المُتبعة في نشر الأوراق العلمية. كما أنني أُحب القراءة وأن أكون بصحبة أصدقائي. أنا متحمسة جدًّا لما ينتظرني في المستقبل.

المؤلفون

MICHAEL C. MACEY
عالِم متخصص في الأحياء الدقيقة، ويعمل ضمن مجموعة الأحياء الفلكية بالجامعة المفتوحة (AstrobiologyOU)، وتتركز دراساته على البكتيريا التي يمكنها العيش في البيئات القاسية على الأرض، ويختبر احتمالية نموها في إطار الظروف البيئية بكوكب المريخ. إذ فحص في وقتٍ سابق البكتيريا المُرتبطة بالنباتات وأثرها على الغلاف الجوي. وفي أثناء دراسته الجامعية، التحق بمنحة إيراسموس، التي أجرى خلالها بعض الأبحاث على بكتيريا الأمعاء الدقيقة المتواجدة في ديدان الأرض، وأجرى بعض الأبحاث على الفيروسات التي تؤثر على بكتيريا التربة خلال السنة الأخيرة من دراسته الجامعية. وهو مُناصر للجمعية الأمريكية لعلم الأحياء الدقيقة، كما أن كتاب "كون مُصغر" (Microcosm) لكارل زيمر هو ما دفعه للاهتمام بعِلم الأحياء الدقيقة.
*michael.macey@open.ac.uk

ANN GRAND
تعمل آن مدرسةً محاضرةً لعلم الأحياء الفلكية، وتعمل على دمج البحث الذي أجرته مجموعة الأحياء الفلكية بالجامعة المفتوحة في مصادر التعليم الرسمي وغير الرسمي. وتشمل أبحاثها العديد من مجالات التواصل العلمي والمشاركات العامة، لكنها تصب اهتماماتها على البحوث المفتوحة، وكيف يمكن للباحثين استخدام الوسائط والأدوات الرقمية لإشراك عامة الجمهور في أبحاثهم.

MARK FOX-POWELL
زميل باحث في مجموعة الأحياء الفلكية بالجامعة المفتوحة. حيثُ يدرُس الأحواض شديدة الملوحة (مياه مالحة طبيعيًّا)، التي يمكنها أن تحافظ على سيولتها في درجات حرارة الأقل من الصفر، كما يُمكن أن تمثل موئلًا للحياة في أنحاء النظام الشمسي، ويتضمن ذلك الأحواض الموجودة على كوكب المريخ وفي الأصداف الجليدية لعوالم مثل: يوروبا، وقمر كوكب المشترى. ويشمل عمله إجراء تجارب معملية، والنمذجة الحاسوبية، وفي بعض الأوقات العمل الميداني بمواقع بالقطب الشمالي مثل: ينابيع كولور بيك. كما درس علم الأحياء البحرية في جامعة بلوموث، وهو مولع بمجالات العلوم التي تتداخل فيها مجالات العلم التقليدية؛ مثل الكيمياء والبيولوجيا.

NISHA K. RAMKISSOON
هي عالِمة كواكب، تعمل حاليًّا ضمن مجموعة الأحياء الفلكية بالجامعة المفتوحة. حيثُ تجمع بين النماذج الحاسوبية والتجارب المعملية، للتعرف على مدى قدرة نمو الحياة الميكروبية على كوكب المريخ، أو في محيط قمر يوروبا التابع لكوكب المشترى، وماهية البصمات الحيوية التي يُمكن أن تُخلفها وراءها. وفي وقتٍ سابقٍ لذلك، استكشفت الكيفية التي تؤثر بها النيازك الموجودة على كوكب المريخ على تطور قشرة الكوكب وغلافه الجوي.

CLAIRE R. COUSINS
تشغل كلير منصب محاضر أول في كلية علوم الأرض والبيئة بجامعة سانت أندروز، حيث تُجري أبحاثًا في مجالات علوم الكواكب وعلم الأحياء الفلكي. وتُركز أبحاثها على البيئات البركانية والحياة الموجودة بداخلها، كما تستخدم تضاريس موجودة بدولة أيسلندا، شبيهة بتضاريس

كوكب المريخ، لتطوير أداة PanCam الموجودة على متن المركبة الفضائية روزاليند فرانكلين الطوافة 2022 التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية.

KAREN OLSSON-FRANCIS

هي أستاذة في علم الأحياء الدقيقة ومديرة قسم علم الأحياء الفلكية في الجامعة المفتوحة. وهي مُهتمة بدراسة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في البيئات القاسية. إذ ركزت اهتمامها على الحيوانات المُحبة للظروف القاسية خلال مدة إجازتها الدراسية في نيوزيلندا، ودرست هذه الكائنات للحصول على درجة الدكتوراة من جامعة أوتاجو النيوزلندية. وقد أفضى ذلك إلى دراسة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في معدة البقر (لمحاولة إيقاف عملية إنتاج غاز الميثان) لمدة عامين، وذلك قبل عودتها للمملكة المتحدة لبَدء حياتها المهنية في علم الأحياء الفلكية. كما أنها تشغل منصب رئيس شبكة علم الأحياء الدقيقة في المملكة المتحدة، وعضو المعهد الأوروبي للبيولوجيا الفلكية وشبكة الرابطة الأوروبية لعلم الأحياء.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by
جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology