07

الماء على كوكب المريخ

Water on Mars

هناك مجموعة من الاكتشافات ســاهمت في تغيير فهمنا للكوكب الأحمر الشهير المعروف باســم كوكب المريخ. فطالما نظرنا إليه على أنه كوكب بارد عبارة عن صحراء جرداء. ولكن الآن، اتضح لنا وجود مياه في أسفل سطحه، ليس فقط في صورة الجليد الذي يغطيه بل في صورته السائلة. بل إن الأكثر من ذلك أنه من المحتمل أن تكون المياه منتشرة بشكل أكبر على سطحه في بعض الأحيان.

انجذب علماء الفلك نحو فكرة احتمال تدفق المياه على سطح كوكب المريخ منذ أن تحدث الإيطالي جيوفاني شيابارِيلي عن مشــاهدته لقنوات ضيقة تربط بين المناطق الأكثر إظلامًا على سطح الكوكب في عام 1877. ونتيجة للفهم الخاطئ بكونها قنوات اصطناعية في العالم الناطق بالإنجليزية، كان الحديث من قبل العديــد من المراقبين الآخرين للكوكب عن وجود قنوات مثلها، وهذا ما أثار موجة من التكهنات حول إمكانية وجود حياة ذكية على سطــح المريخ.

الخط الزمني

1877م	1965م	1972م
أقر جيوفاني شــيابارِيلي خطأً بوجود قنــوات مائيــة على ســطح كوكب المريخ.	أصبحت مارينر 4 أول مركبة فضائية تحلق فيما وراء كوكب المريخ مرســلة صورًا تشــير إلى كونه عالمًــا قاحلاً لا حياة فيه.	اكتشفت البعثة مارينر 9 دليلاً على وجود فيضانات قديمة ومجــارٍ نهرية جافة على سطح كوكب المريخ.

حتى عندما أظهرت عمليات الرصد والتجارب المتطورة في أوائل القرن العشرين أن القنوات لم تكن سوى مجرد خداع بصري، فإن فكرة كون كوكب المريخ عالمًا دافئًا ذا طقس مناسب ومياه على سطحه استمرت طوال السواد الأعظم من القرن العشرين. ولم يتم اكتشاف الحقيقة حتى منتصف الستينيات عندما حلقت السفن الفضائية التابعة لوكالة ناسا حول كوكب الأرض: يبدو أن الغلاف الجوي الخفيف للمريخ لم يجعله أكثر من مجرد عالم بارد يشبه القمر، مجرد كوكب مليء بالفوهات وغبار أحمر لا نهاية له.

ماضٍ مبلل - وحاضر أيضًا؟

على الرغم مما سبق، ومن نقطة منخفضة في أواخر الستينيات، شهدت البعثات المتتالية التي أرسلت إلى هذا الكوكب الأحمر أنه يستعيد جزءًا من بريقه وتألقه السابق، وهذا ما كشف عن امتلاكه لجوانب تشبه الأرض إلى حد كبير. وكانت مارينر 9، التي وصلت إلى المريخ في شهر نوفمبر من عام 1971، أول من اكتشف هذا الأمر – وهذا على الرغم من أنها كانت مضطرة إلى الانتظار لمدة شهرين حتى تنتهي العاصفة الغبارية الهائلة التي هبت على الكوكب بأكمله لكي تبدأ في عملية الاستطلاع الأولى لهذا الكوكب من المدار. وبينما اشتهرت هذه البعثة بتحديدها للبراكين المريخية الهائلة والفالق الشاسع الذي يشبه الوادي والمعروف باسم «وادي الملاحين أو Valles Marineris»،

«هناك مياه سائلة في الوقت الحاضر على سطح كوكب المريخ.»

مايكل مايرز، ناسا 2015

2002م

اكتشفت بعثة Mars Odyssey كميات هائلة من المياه المتجمدة في التربة في نطاق كبير من النصف الشمالي من كوكب المريخ.

2006م

اكتشفت المركبة المدارية Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) مجاري صخرية رطبة قد تكون تشكلت بفعل العمليات المتعلقة بوجود المياه.

2015م

اكتشفت المركبة المدارية MRO معادن رطبة حديثة في المنحدرات المتوترة، وهذا ما يؤكد على وجود مياه سائلة بالقرب من سطح الكوكب.

فقد تمكنت أيضًا من اكتشاف أجزاء كبيرة من كوكب المريخ كانت محفورة بشكل أقل بكثير، وهذا ما منحها إشارات على احتمال وجود المياه في الماضي البعيد على سطح هذا الكوكب. كما اشتملت تلك الأجزاء على أودية متعرجة تشبه الأودية النهرية الموجودة على سطح كوكب الأرض وتشبه المسطحات المائية كذلك، والتي يبدو أنها كانت قد تكونت في أثناء الفيضانات الكارثية.

يبدو أن كوكب المريخ كان من الكواكب الرطبة في يوم ما، ولكن ماذا عن حاله الآن؟ على الرغم من أن مركبات فايكينج المدارية التي انطلقت في منتصف السبعينيات قد عززت وجود أدلة على وجود مياه على سطح المريخ في الماضي، وعلى الرغم من اكتشاف روادها لعلامات تشير إلى أن الصخور الموجودة على سطحه كانت عرضة في وقت ما للرطوبة أو كانت مغمورة بالمياه في الماضي البعيد، فإنه لم يتوفر سوى قدر ضئيل من الأدلة على استمرار

دورات ميلانكوفيتش المريخية

في أوائل العشرينيات، قدم العالم الصربي ميلوتين ميلانكوفيتش مقترحًا رائعًا للمساهمة في تفسير الدورات المناخية طويلة المدى في أثناء العصر الجليدي الأخير لكوكب الأرض. وأشار إلى أن القدر الذي يسخن كوكبنا من أشعة الشمس يتغير ببطء ولكن بنحو ملحوظ بتغير العديد من المعاملات المدارية للكوكب بمرور الوقت، وهذا ما يرجع سببه إلى تأثير الكواكب الأخرى. والآن، بدأ علماء الكواكب يتساءلون عما إذا كانت هناك دورات ميلانكوفيتش مماثلة من شأنها أن تكون مسؤولة عن التغيرات طويلة المدى التي طرأت على مناخ كوكب المريخ. والتغيرات التي كانت محل التساؤل هي:

- نسبة التغير على مدار 124 ألف سنة في مقدار ميل الكوكب من 15 درجة إلى 35 درجة، وهذا من شأنه أن يؤثر على مناخ المواسم المختلفة.
- تأرجح أو «سبق» قدره 175 ألف سنة في اتجاه محور الكوكب المائل، وهذا ما يؤثر على قدر تأثر كل نصف من نصفي الكوكب بالتغيرات الموسمية.
- دورات سنوية تتراوح بين 100 ألف و2.2 مليون سنة في مركزية المدار المريخي، وهي التي تتراوح ما بين دورة تامة كاملة تقريبًا إلى قطع بيضاوي، وهذا ما يؤدي إلى زيادة تأثير الفصول أو الحد منه.

على أي حال، يعتقد علماء الفلك ممن يدرسون الطبقات الجليدية السنوية التي تغطي القمم القطبية لكوكب المريخ أنهم قد اكتشفوا علامات تنوع من شأنها أن توضح قدرًا جيدًا من التطابق مع تأثير مثل هذه الدورات.

وجود الميـــاه حتى الوقت الحالي، باســـتثناء بعض البقاع المتجمدة منها عـــلى القمم الثلجية الموجودة على هذا الكوكب.

في أواخر التســـعينيات، تغيرت هذه الصورة بشكل سريع. فقد اكتشفت المركبة الفضائية Mars Global Surveyor (MGS)، وهـــي عبارة عن قمر صناعي مداري بإمكانه تصوير الكوكب بشـــكل أكثر تفصيلاً من مركبات فايكينج المدارية، علامات تشـــير إلى وجود جليد مدفون في النطاقات الســـفلية بعيدًا عن القمم القطبية. وفي عام 2002، اكتشـــف مسبار Mars Odyssey التابع لوكالة ناســـا أدلة على وجود رواسب هائلة من الجليد المجمد في تربة كوكب المريخ. وفي واقع الأمر، وإلى حد كبير، يعتقد أن كيلوجرامًا من التربة (2.2 رطل) يحتوي على 500 جرام (18 أوقيـــة) من المياه، وهذا في خطوط العـــرض الموجودة بعد خط العرض 55 درجة في كل نصف من نصفي الكوكب. وفي عام 2008، هبط المســـبار Phoenix التابع أيضًا لوكالة ناســـا بالقرب من القمم القطبية الشمالية وأكد على وجود جليد في التربة هناك.

ولكن، هل هناك مياه تتدفق على ســـطح كوكب المريـــخ في الوقت الحالي؟ هل تدفق المياه على سطح المريخ اليوم؟ يبدو هذا الأمر غير مرجح – فبينما يمكن أن تصل درجات الحرارة على ســـطح المريخ إلى 20 درجة مئوية (68 درجة فهرنهايت)، فإنهـــا غالبًا ما تكون أقل من درجة التجمد، وفي الوقت نفسه، فإن طبقة ثاني أكسيد الكربون الرقيقة، والتي من المستبعد أن تكون درجات الحرارة الســـطحية للمريخ تصل إلى 20 درجة مئوية (68 درجة فهرنهايت)، ولكنها تبقـــى في الغالب أقل من التجمـــد، التي تضخ واحدًا في المائة فقـــط من ضغط الغلاف الجوي للأرض، تجعل أي مياه مكشوفة عرضة للغليان بشكل سريع حتى التبخر.

أخاديد غامضة

فتح أحد الاكتشافات البارزة التي قدمها Mars Global Surveyor النقاش في هذا الموضوع من جديد – مع وجود صور تشـــير إلى أماكن رطبة تشـــبه الأخاديد على منحدرات وادٍ يعرف باســـم Gorgonum Chaos على خطوط العرض الواقعة في منتصف الجزء الجنوبي من الكوكب.

ولأنها تبدو كما لو كانت قد نشـأت من طبقة أسفل السـطح مباشرة، فقد تساءل الكثيرون عما إذا كانت عبارة عن علامات تشير إلى وجود مياه سائلة متسربة من طبقة مياه جوفية دفينة نحتت طريقها عبارة قنـاة على غبار السـطح قبـل أن تتبخـر. هناك أماكن تشـبه هذه الأماكن على سطح الأرض، وهي التـي تكونت نتيجة للمياه المتدفقة، بيـد أن الآراء الأكثر حذرًا قدمت أسـبابًا أخرى محتملة لحدوث هـذا الأمـر، مثـل التبخـر الانفجاري لجليـد ثاني أكسـيد الكربون المكشـوف في الطبقـة الواقعـة تحت السطح.

احترار عالمي؟

وتشير الأدلة الحديثة الناتجة عن المراكب الفضائية إلى أن كوكب المريخ قد يكـون انتقل من الحالة الباردة والجافة إلى الحالة الأكثر دفئًا ورطوبة على مسمع وبصر منا. فالمقارنات بين متوسط درجات الحرارة العالمية المقيسة من قبل مركبات الفايكينج المدارية في السبعينيات وتلك التي سجلت في منتصف الألفينيات زيادة قدرها 0.5 درجة مئوية (0.9 فهرنهايت) على مـدار ثلاثة عقود، وهذا ما يتزامن مع تقلـص حجم الجليد عند القمم القطبيـة (كما هو موضـح في الصورة أدناه). وقد يتمثـل أحد العوامل المهمة لهذا الاحترار العالمي الظاهر في انطلاق أعمدة ضخمة من الميثان، وهذا ما تم اكتشـافه في عام 2009 أعلى أكثر المناطق دفئًا في الكوكب، والتي يعتقد أنهـا ناجمة عن ذوبان الجليد الباطنـي. وعلى الرغم من أن غاز الميثـان لا يدوم طويلاً في الغلاف الجوي، فإنه غاز قوي من غازات الاحتباس الحراري ويمكنه أن يساهم في زيادة معدل الاحترار.

2001 1999

لقد زاد الغموض في هـذا الأمـر عـام 2006 حـين اكتشفت المركبة المدارية Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) التابعة لوكالة ناسا وجود أخاديد في مناطق ليس لها مثل تلك السمات، وهذا في صور MGS التي كانت قد التقطت منذ بضعة أعوام. من الواضح أن تشـكل الأخاديد من العمليات النشطة والمسـتمرة على الكوكب. وقد تشكلت

الأخاديد الحديثة على خطوط عرض مماثلة لتلك التي تشكلت على Gorgonum Chaos، مع وجود معظمها على المنحدرات الحادة التي تقع في مواجهة الجنوب. هناك نظرية تقول إن الثلوج تتجمع في مثل تلك المناطق (فهي التي لا تحصل سوى على قدر بسيط من أشعة الشمس في فصل الشتاء)، وأن الأخاديد تنجم عن ذوبان الجليد في فصل الربيع. بيد أن الأدلة القاطعة على تشكل تلك الأخاديد من خلال المياه لا تزال غير واضحة، ولكن التركيز على خطوط العرض الموجودة في المنتصف حيث تتركز تلك الأخاديد قدم لنا المزيد من النتائج القاطعة. ففي عام 2011، أعلنت وكالة ناسا عن اكتشاف خطوط المنحدرات المتواترة (RSLs) في العديد من المواقع نفسها التي كانت عبارة عن خطوط داكنة طويلة تمتد لأسفل على المنحدرات كالجدران المحفورة في أثناء فصل الصيف على كوكب المريخ، وتختفي أثناء فصل الشتاء. على النقيض من الأخاديد، تتركز خطوط المنحدرات المتواترة على المنحدات المواجهة لخط الاستواء حيث تستقبل أكبر قدر من أشعة الشمس على مدار العام، ومن ثم تكون دافئة إلى حد ما وقد تصل درجات الحرارة بها إلى 23- درجة مئوية (9- فهرنهايت).

على الرغم من الاعتقاد في البداية أنها ناتجة عن المياه المالحة (أي المياه التي بها نسبة عالية من الأملاح وهذا ما يقلل من درجة ذوبانها)، فإن خطوط المنحدرات المتواترة لا تعد مجرد مناطق رطبة من التربة. بدلاً من ذلك، يبدو أنها مناطق وعرة تتمكن بشكل ما من تمليس وتسوية نفسها والاختفاء في الجو البارد. هذا وقد تم اكتشاف الدليل الذي يثبت أن وجود المياه هو السبب في ظهورها في عام 2015، عندما أكدت المعدات والأجهزة التي كانت على متن MRO أن انتشار خطوط المنحدرات تلك يصحبه تشكل للأملاح المعدنية الرطبة. والرأي الجديد الذي تم الإجماع عليه هو أن خطوط المنحدرات تلك قد تشكلت بفعل المياه المالحة التي تتدفق أسفل السطح مباشرة عاملة على نشر التربة الفوقية الرخوة. يبدو أن كوكب المريخ ليس بصحراء جرداء كما كنا نعتقد من قبل، وهذا يثير التساؤل حول إمكانية العيش والحياة على كوكب المريخ (انظر الصفحة 76).

الفكرة الرئيسة

قد يكون المريخ صحراء، ولكنه ليس صحراء جرداء