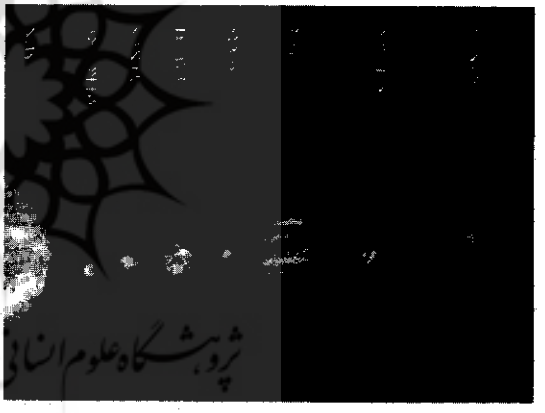
حیات در سیاره‌ی مریخ

جهانبخش دانشیان و ثوره رضائی*

مقدمه

سیاره‌ی مریخ چهارمین سیاره از مجموع سیارات منظومه‌ی شمسی است که در فاصله‌ی ۲۲۸ میلیون کیلومتری از خورشید قرار گرفته است (شکل ۱). برخی از ویژگی‌های این سیاره در



شکل ۱. تصویری از منظومه‌ی شمسی و سیارات آن[۱]

جدول ۱ با کره‌ی زمین مقایسه شده است. این سیاره‌ی سرخ که دو قمر دارد (شکل ۲)، به واسطه‌ی خصوصیاتی نظیر طول شبانه‌روز، دمای سطحی و ترکیب گازهای اتمسفری، به‌ویژه

شکل ۲. تصویر کره‌ی مریخ و دو قمر آن به نام‌های phobos (قمر بزرگ‌تر) و Deimos (قمر کوچک‌تر)[۵]

جدول ۱. مقایسه‌ی برخی ویژگی‌های زمین و مریخ [۲، ۳ و ۴]

	ویژگی‌ها		زمین	مریخ
ویژگی‌های مداری	شعاع متوسط (میلیون کیلومتر)		۱۹۴/۶	۲۲۷/۹۴
	گریز از مرکز (نیوتن)		۰/۰۱۷	۰/۰۹۳۴
	متوسط فاصله از خورشید (میلیون کیلومتر)		۱۴۹/۶	۲۲۸
	مدت‌زمان انتقالی (روز)		۳۶۵/۲۷	۶۸۶/۹۸
	انحراف محوری نسبت به مدار گردش انتقالی		۲۳°،۲۷′،۲۱″	۲۳°،۲۹′
	متوسط سرعت مداری (Km/s)		۲۹/۷۹	۲۴/۱
	تعداد قمرها		۱	۲
ویژگی‌های فیزیکی	قطر استوایی (Km)		۱۲/۷۵۶	۶،۷۹۴/۴
	مساحت (Km^2)		۵۱۰،۱۰۱،۰۰۰	۱۴۴،۰۰۰،۰۰۰
	جرم (Kg)		$۵/۹۷۶\times۱۰^{۲۴}$	$۶/۴۲۱\times۱۰^{۲۳}$
	چگالی متوسط (g/Cm^3)		۵/۵۲	۳/۹۴
	نیروی جاذبه‌ی سطحی (m/s^2)		۹/۸	۳/۷۲
	مدت‌زمان حرکت وضعی (طول روز)		۲۳:۵۶′،۹۰″	۲۴:۳۷′،۲۳″
	سرعت گریز (Km/s^2)		۱۱/۲	۵/۰
	دمای سطحی (°C)	کمترین	-۸۹	-۱۴۰
		متوسط	۱۴	-۶۳
		بیشترین	۵۷/۷	۲۰
	طول سال (روز)		۳۶۵/۲۶	۶۸۷
	وزن در مقایسه با زمین		۱	۱/۹
	حجم در مقایسه با زمین		۱	۱/۷
	اندازه در مقایسه با زمین		۱X	۰/۵X
مشخصات اتمسفری	فشار اتمسفری (bar)		۱/۰۱۳	۰/۰۰۷
	درصد گازهای موجود در جو	دی‌اکسید کربن	۰/۰۳	۹۵/۳۲
		نیتروژن	۷۸	۲/۷
		آرگون	۱	۱/۶
		اکسیژن	۲۱	۰/۱۳
		بخار آب	۰-۴	۰/۰۳
		نئون، کریپتون، گزنون و ازن	نادر	نادر

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

حضور بخار آب و کلاه‌های یخی در قطبین قابل توجه است و این ایده را در ذهن تقویت می‌کند که آثار حیات در این کره محتمل و قابل تعقیب و بررسی است. از این‌رو دانشمندان از دیرباز به دنبال جمع‌آوری شواهدی بودند که حضور حیات در کره‌ی مریخ را تأیید کند.

تحقیقات دانشمندان «سازمان فضایی ایالات متحده» (ناسا) نشان می‌دهد، احتمالاً شکلی از حیات اولیه‌ی زندگی میکروسکوپی، در حدود چهار میلیارد سال پیش در مریخ وجود داشته است. آن‌ها توضیح می‌دهند، یک سیارک حدود ۱۵ میلیون سال پیش به مریخ برخورد و تکه‌ها و قطعاتی از این سیاره را به درون فضا پرتاب کرد. حدود ۱۳ هزار سال پیش، یکی از آن قطعات در قطب جنوب به زمین نشست. محققان در این قطعه ساختارهای لوله‌ای شکلی یافتند که درون شخانه (شهاب سنگ) قرار داشتند. سازمان فضایی آمریکا آن‌ها را شکل‌های مربوط به باکتری‌های فسیل شده‌ی ۳/۶ میلیارد سال پیش می‌داند. البته **دیویدمک کی**[1] (۱۹۹۶). از «مرکز فضایی جانسون» در تکزاس وابسته به ناسا اظهار می‌دارد که این ساختارها ممکن است، هم میکروفسیل‌های قطب جنوب باشند، و هم میکروفسیل‌های مریخ. وی با ذکر این نکته که توضیحات متفاوتی برای توجیه شکل‌گیری خطوط نقش‌بسته بر سنگ وجود دارد، اظهار می‌دارد، احتمال این‌که ساختارهای مذکور میکروفسیل‌های مریخی و شواهدی از حیات اولیه در مریخ باشند، بیشتر است.

محققان ابتدا باید اثبات می‌کردند که سنگ یافت شده در قطب جنوب متعلق به سیاره‌ی مریخ است. آن‌ها با بررسی ساختمان شیمیایی شخانه و مقایسه‌ی آن با اطلاعاتی که ۲۰ سال پیش به وسیله‌ی سفینه‌ی «جست‌وجوگر وایکینگ»[2] از سطح مریخ جمع‌آوری شده بود، به این نتیجه رسیدند که شخانه از مریخ است. در ادامه با استفاده از میکروسکپ الکترونی و طیف‌سنج جرمی لیزری، شکل‌های میکروسکپی درون شخانه را مشخص ساختند و سپس آن‌ها را با میکروفسیل‌های شناخته شده‌ی روی زمین مقایسه کردند. نتیجه‌ی این تحقیقات سبب شد، محققانی نظیر دیوید مک‌کی این گونه بیان کنند که شکل‌های میکروسکوپی مورد اشاره، در حقیقت میکروفسیل‌های سیاره‌ی مریخ هستند [۶].

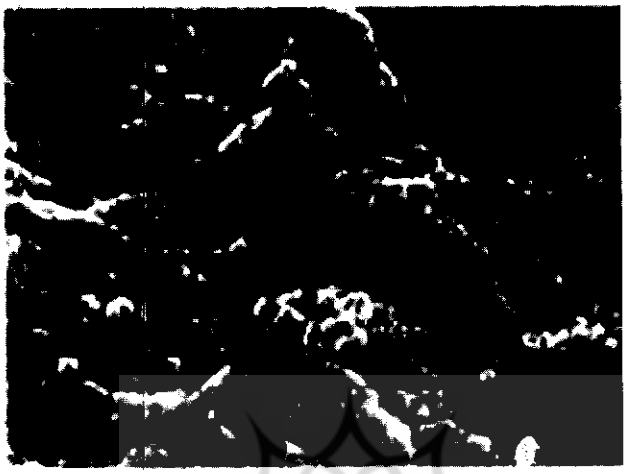
میکروفسیل‌های مریخی

شاید شخانه‌ای که امروزه آن را با نام ALH84001 می‌شناسند، از نظر ثبت آثار حیاتی مهم‌ترین سنگ آسمانی باشد (شکل ۳). درحقیقت این خرده‌سنگ قدیمی سیاره‌ی مریخ، منشأ ادعاهای ناسا درباره‌ی بقایای فسیل شده‌ی شکل‌های حیاتی اولیه در مریخ است. این سنگ آسمانی، تاریخ قابل توجهی را در خود نهفته دارد. بررسی آن نشان می‌دهد، ۴/۵ میلیارد سال سن دارد و در حدود ۱۵ میلیون سال پیش در اثر اصابت یک سیارک بزرگ با سطح مریخ، از سطح مریخ جدا و به درون فضا پرتاب شده و بعد از شناور شدن در فضا، ۱۳ هزار سال پیش در قطب جنوب به زمین برخورد کرده است. ALH84001، شخانه خاکستری رنگی که به اندازه‌ی یک سیب‌زمینی است، موجب طرح این پرسش شد که: «آیا در مریخ حیات وجود داشته است؟»

نامی که برای این شخانه انتخاب شده از نام محل و سالی است که کشف شد. به‌طوری که ALH از نام «تپه‌های آلان»[3] واقع در قطب جنوب گرفته شده است و در ضمن این نمونه را در

شکل ۳. تصویری از شخانه مریخی ALH84001 [۷]

سال ۱۹۸۴ یافتند. ناسا در آگوست ۱۹۹۶، با بررسی این شخانه اعلام کرد که احتمالاً زمانی در مریخ حیات اولیه وجود داشته است. در واقع، گروه تحقیق آن‌چه را که ادعا می‌شد باکتری‌های کوچک فسیلی شده سیاره‌ی مریخ هستند، ارائه کرد (شکل ۴). این گروه تحقیقاتی پس از دو سال مطالعه روی ALH84001 که دیگری از این میکروفسیل‌ها نیز دارای تقسیماتی هستند و به نظر می‌رسد، شبیه رشته‌ای متشکل از تعداد زیادی سلول‌های متمایز از یکدیگرند. محققان توانستند در شخانه ALH84001، ترکیبات آلی «PAHS»[۲] و کانی‌های ته‌نشین شده‌ی اکسیدها و سولفیدهای آهن را نیز بیابند. این مواد در کره‌ی زمین آثاری هستند که غالباً



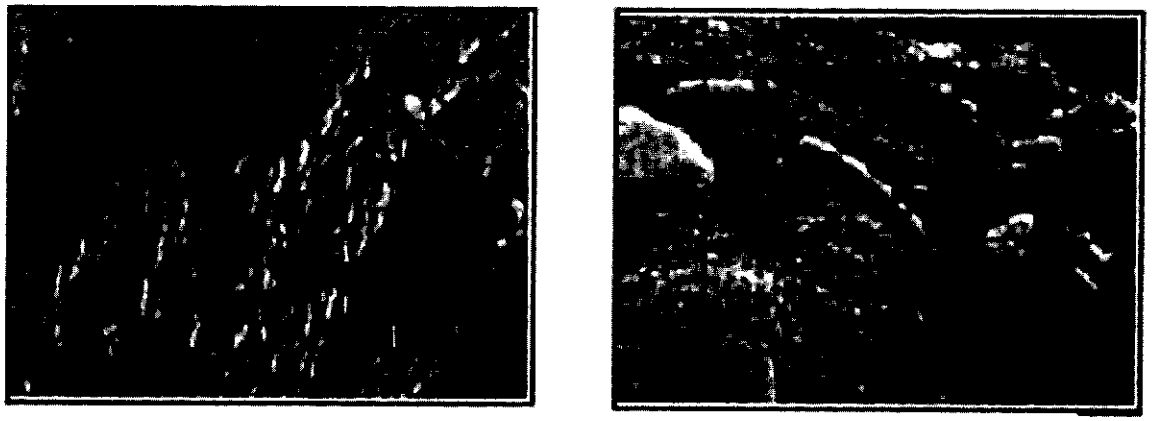
شکل ۴. آثار باکتری‌های کوچک فسیل شده سیاره‌ی مریخ [۸]

قطعه‌ای کوچک به وزن تقریبی ۱۸۰۰ گرم و از جنسی شبیه شیشه بود، اعلام کردند که این شخانه با ۱۳ شخانه مریخی دیگری که تا آن‌زمان کشف شده بودند، بسیار تفاوت دارد. این نمونه نه‌تنها قدیمی‌تر از بقیه‌ی شخانه‌هاست، بلکه ترک‌ها و شکاف‌هایی در آن وجود دارد که محتوی اجسام کوچک کروی و صفحه‌ای شکل با ترکیبات کربناته هستند که از آب ته‌نشین شده‌اند. در واقع همین ته‌نشینی باعث فسیلی شدن و حفظ شکل‌های حیاتی شده است.

گروه تحقیقاتی اعلام کرد، اجسام کوچک کروی شناسایی شده، به حدود ۳/۶ میلیارد سال پیش تعلق دارند؛ یعنی زمانی که گمان می‌رود، روی سطح سیاره‌ی مریخ آب جریان داشته است. آن‌ها با تحقیقات خود به مجموعه‌ای از ویژگی‌های این کربنات‌ها پی‌بردند و سبب شد متقاعد شوند که احتمالاً میکروب‌ها زمانی در این نهشته‌ها می‌زیستند. چشم‌گیرترین این ویژگی‌ها، ساختمان‌های فسیلی شده‌ی ریزی بودند که میکروفسیل نامیده می‌شوند. این‌ها با ضخامت یک‌هزارم ضخامت تار موی انسان، از هر میکروفسیلی که تاکنون در زمین یافت شده است، کوچک‌ترند. بعضی از این به اصطلاح نانو باکتری‌ها، کرمی‌شکل و برخی دیگر تخم‌مرغی شکل‌اند. نوع

توسط جان‌داران میکروسکوپی به جای گذاشته می‌شوند.

البته در مقابل برخی از دانشمندان نیز اظهار می‌دارند، شواهدی که گروه تحقیقاتی ناسا به آن استناد می‌کنند، جای تأمل و بررسی بیش‌تری دارد. آن‌ها برای اثبات گفته‌ی خود به نتایج حاصل از مطالعه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی اشاره می‌کنند که نشان داد، در این شخانه ماده‌ی آلی یا ساختمان‌هایی هم‌چون دیواره‌ی سلولی که دو نشانه‌ی قاطع برای شناسایی حیات میکروفسیل‌ها هستند، وجود ندارد. آن‌ها در مورد ترکیبات آلی (PAHS) نیز استدلال می‌کنند، این مواد ممکن است در مدتی که شخانه روی زمین بوده است (۱۳ هزار سال)، وارد آن شده باشد و درنتیجه ترکیبات کربن‌دار، منشأ زمینی داشته باشند. اما واقعیت آن است که اگر ترکیب آلی (PAHS) در اثر قرار گرفتن شخانه در سطح زمین، وارد آن شده باشد، باید در سطح سنگ قرار داشته باشد. درحالی که PAHS در بیشترین عمق سنگ قرار گرفته است. بحث‌های دیگری که مخالفان مطرح می‌کنند آن است که ساختمان‌های فسیلی مورد اشاره بسیار کوچک‌تر از آن هستند که حاوی همه‌ی مواد ژنتیکی مورد نیاز برای حیات باشند و به هیچ‌عنوان ممکن نیست میکروفسیل باشند. بلکه تنها بلورهایی با شکل‌های عجیب هستند (شکل ۵).



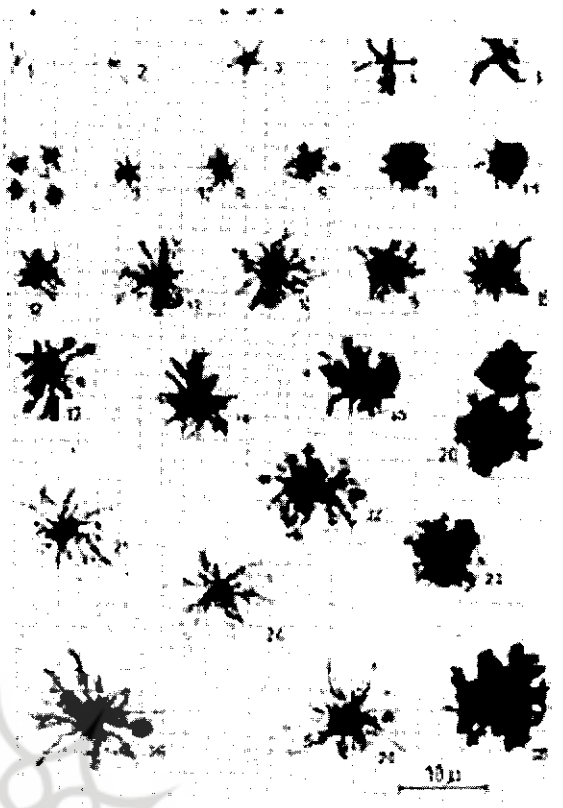
شکل۵. شکل‌های میکروفسیل‌های یافت شده در شخانه ALH84001 [۸]

اخیراً بعضی از اعضای گروه تحقیقاتی ناسا، شخانه مریخی دیگری را که در سال ۱۹۱۱ به دهکده‌ی «نخلا»[۵] در مصر برخورد کرده بود، مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با مطالعه‌ی این شخانه به شواهدی برخوردند که به ادعای آن‌ها، میکروفسیل بودن آن شکل‌ها را تأیید می‌کند؛ یعنی شکل‌های رشته‌ای منحصر به فردی که یادآور آثار به‌جای مانده از برخی باکتری‌های روی زمین هستند. نکته‌ی حائز اهمیت آن است که برخلاف شخانه ALH84001 که هنگام کشف، ۱۳ هزار سال از سقوط آن به کره‌ی زمین گذشته بود، شخانه نخلا درست پس از اصابت به زمین پیدا شد. بنابراین احتمال آلودگی آن با باکتری‌های زمینی ضعیف است [۸].

به طور یقین ترکیب شخانه‌های مریخی، منعکس کننده‌ی ترکیب آن سیاره هستند و منگنز یکی از عناصر فراوان در «رگولیت»[۶] مریخی است. تجزیه‌ی کانی‌شناسی پنج شخانه «SNC»[۷]، میانگین غلظت اکسیدهای منگنز را ۰/۴۸ درصد نشان می‌دهد، درحالی‌که غلظت آن در پوسته‌ی زمین ۰/۱ درصد است. در زمین، انباشتگی اکسیدهای منگنز در اقیانوس‌ها، خاک‌ها، سنگ‌ها، کانسارهای رسوبی، سیستم‌های آب شیرین و خلل و فرج مربوط به هیدروترمال است و به میزان زیادی به فعالیت‌های میکروبی نسبت داده می‌شود. منگنز، عنصر مورد نیاز بیشتر شکل‌های حیاتی است و در تعداد زیادی از واکنش‌های مهم آنزیمی، هم‌چون فتوسنتز شرکت می‌کند. فرایند بسیار گسترده‌ی چرخه‌ی منگنز مربوط به باکتری در زمین، نشان می‌دهد که منگنز عنصری مهم، هم در علم زمین‌شناسی و هم در علم زیست‌شناسی است. شواهدی وجود دارند که نشان می‌دهند، باکتری‌ها می‌توانند درون کانسارهای منگنز، فسیل شوند. طبق این شواهد، لایه‌های منگنز محل‌های مناسبی برای حفظ شاخص‌های زیستی[۸] هستند. نوعی باکتری به نام «*Metallogenium personatum*» وجود دارد که توانایی ایجاد کانی‌های اکسید منگنز به شکل ستاره را دارد. این شکل‌های ستاره‌ای که «متالوژنیوم» نامیده می‌شوند، نتیجه‌ی عملکرد باکتری است. نکته‌ی حایز اهمیت آن است که شکل‌های فسیلی شبیه متالوژنیوم در ساخت‌های رسوبی پرکامبرین و هم‌چنین در چرت‌های کرتاسه ـ پالئوژن کشف شده‌اند (شکل۶).

ساخت‌های رسوبی کرتاسه ـ پالئوژن، به میزان بالایی از منگنز غنی هستند و آثاری از غلظت و تمرکز عناصر کبالت، مس، روی و آهن شبیه ته‌نشست‌های اکسید منگنز در محیط‌های دریایی دارند. پیدایش فسیل‌های شبیه به متالوژنیوم همراه با ته‌نشست‌های منگنز نشان‌دهنده‌ی این امر هستند که امکان دارد، باکتری‌ها درون کانی‌هایی که ایجاد کرده‌اند، حفظ شده باشند. هرچند شناخت هویت، فیزیولوژی و چرخه‌ی حیاتی باکتری *Metallogenium personatum* در دهه‌ی ۱۹۳۰ به انجام رسید، اما چند گزارش منتشر شده‌اند که نشان می‌دهند، باکتری‌های دیگر و هم‌چنین قارچ‌ها نیز می‌توانند متالوژنیوم بسازند[۱۱].

در هر حال پاسخ به این پرسش‌ها و تأیید حضور میکروفسیل‌ها تا پس از سال ۲۰۰۸ نامشخص است؛ یعنی تا زمانی که قرار است ناسا یک کاوشگر بدون سرنشین را برای آوردن سنگ‌های جدید به کره‌ی مریخ بفرستد. تا آن زمان، تصمیم‌گیری و اظهارنظر درباره‌ی میکروفسیل‌های مریخی به تأخیر خواهد



شکل ۶. *Metallogenium personatum* در چرت‌های کرتاسه ـ پالئوژن. این شکل‌های کوچک که از بالا به پایین بر حسب اندازه و شماره مرتب شده‌اند و از چپ به راست، مینرالیزاسیون در آن‌ها بیشتر می‌شود،

عبارت‌اند از: شماره‌ی ۱: متالوژنیوم نیست و ممکن است یک «دیسکواستر»[9] غیرکلسیتی بسیار کوچک باشد. شماره‌های ۲ تا ۵: تریکوسفرهای (trichospheres) فاقد بخش شعاعی هستند، شماره‌ی ۴: یک تریکوسفر چندشعاعی بسیار کوچک با مینرالیزاسیون قوی‌تر است. شماره‌ی ۵: امکان دارد که به حالت تصادفی شکل گرفته و به عبارت دیگر یک فسیل کاذب باشد. اما ممکن است یک تریکوسفر جدید غنچه مانند نیز باشد. شماره‌های ۶ تا ۱۱: یک سلسله از شکل‌های چندشعاعی کوچک را نشان می‌دهند که نظم مینرالیزاسیون در آن‌ها به سمت مرحله‌ی برجسته شدن، بیشتر می‌شود. در شکل ۸ ویژگی تکه شدن شعاع‌ها به خوبی نشان داده شده است. شماره‌های ۱۲ تا ۲۰ و ۲۳: تریکوسفرهای مشابه با اندازه‌ی متوسط هستند. شماره‌های ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵ و ۲۶: شکل‌های چندشعاعی بزرگ با مینرالیزاسیون کم هستند. شماره‌ی ۲۲: سلول‌های انتهایی توسعه‌یافته‌ی شعاع‌ها را نشان می‌دهد. شماره‌ی ۲۵: به‌نظر می‌رسد که این سلول انتهایی از یک تریکوسفر دختری چندشعاعی سرچشمه گرفته است. شماره‌ی ۲۷: یک نمونه مینرالیزه شده‌ی بزرگ و حجیم است. اما تحقیق روی یک مخزن آب شیرین در ایالت کلرادو در ایالات متحده، جایی که محلی برای شکل‌گیری متالوژنیوم بود، نشان داد که باکتری‌ها، تولیدکننده‌ی این اکسید منگنز هستند.

در این تحقیق مشخص شد که بیشتر باکتری‌ها مربوط به جنس‌های *Flexibacter*، *Comomonas*، *Cytophaga*، *Pseudomona*، *Arthrobacter*، *Corynebacterium* و *Rhodococcus* هستند. تعداد زیادی از این جنس‌ها به عنوان تولیدکننده‌ی اکسید منگنز شناخته شده‌اند. البته استینی و نیلسون نتوانستند، جان‌داری را که Metallogenium ایجاد می‌کند، بیابند و این امر نشان می‌دهد، متالوژنیوم توسط انواعی دیگر از باکتری‌ها ساخته می‌شود[۱۱].

افتاد.

* گروه زمین‌شناسی دانشگاه تربیت معلم

زیرنویس

1. David Mc Kay
2. Viking explorer
3. Allan Hills
4. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
5. Nakhla
6. Regolith

(رگولیت به پوششی از خاک و خرده‌سنگ‌های سست می‌گویند که سنگ بستر را می‌پوشاند [۹]).

۷. منظور از SNC گروهی از شخانه‌های اکندریت (Achondrite) است که از کره‌ی مریخ منشأ گرفته‌اند و نام‌گذاری آن‌ها براساس محلی که یافت شده‌اند، انجام گرفته است. SNC که سه شخانه دارد، نام خود را از حرف اول شخانه شرگوتی (Shergotty) که در سال ۱۸۶۵ در هندوستان یافت شد، شخانه کاساینی (Chassigny) که در سال ۱۸۱۵ در فرانسه پیدا شد و شخانه نخلا (Nakhla) که در سال ۱۹۱۱ در مصر یافت شد، گرفته است [۱۰].

8. Biomarker

۹. Discoaster: میکروفسیل‌هایی ستاره‌ای‌شکل هستند و از فیتوپلانکتون‌های دریایی و کوکولیتوفرها به‌حساب می‌آیند. زمان ظهور اولین دیسکواسترها پالئوسن پسین (حدود ۶۰ میلیون سال پیش) بوده و تا اواخر پلیوسن (حدود ۲ میلیون سال پیش) وجود داشته‌اند [۱۲].

منابع

1. www.solarsystempictures.net/
2. www.student.oulu.fi/~jkorteni/space/mars/properties.html
3. Chuckayoub.googlepages.com/mars_information_the_planetscom.htm
4. en.wikipedia.org/wiki/Earth
5. www.unmuseum.org/marsmoon.htm
6. CNN-NASA claims evidence of early life on mars-Aug_7, 1996. htm
7. tycho.bgsu.edu/~laird/cp_images/alh84001.html
8. www.ozgate.com/infobytes/mars_microfossils.htm
9. Imuh.isu.edu/digitalatlas/glossary/letter.asp?
10. www.daviddarling.info/encyclopedia/s/SNC.html
11. Stien, L. Y. and Nelson, K.H. Manganese, Metallogenium, and Martian Microfossils, Jet Propulsion Laboratory, 4800 Oak Groove Drive, MS 183-301, Pasadena, CA 91109, mars.jpl.nasa.gov/mgs/sci/fifthconf99/6133.Pdf
12. Perch-Nielsen, K., 1985. Cenozoic calcareous nanofossils. In: H. M. Bolli, J. B. Saunders, and K. Perch-Nielsen (eds). Plankton stratigraphy. Cambridge University press.