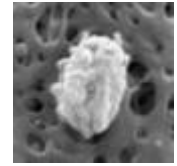


زندگی بر فراز اتمسفر زمین

پیدا شدن گونه‌هایی ابتدایی از حیات در پوش سپهر یا همان لایه استراتوسفر جو زمین، جایی در ارتفاع ۳۰ کیلومتری سطح این سیاره باعث شده تا تئوری‌های جدیدی درباره پیدایش و تکامل حیات در سیاره زمین شکل گیرند. در کنار این نظریه‌های بلندپروازانه آشکار شده که باکتری‌ها و ویروس‌های زمینی چگونه می‌توانند سوار بر امواج نرم هوا در لایه های فوقانی جو از خود محافظت کرده و برای فرود در سرزمینی جدید آماده باشند.



منبع: Life on Earth's Ceiling .



هنوز زمان زیادی از خبر شیرجه چتر باز ماجراجو، فلیکس بامگارتتر از میان لایه‌های رقیق استراتوسفر در ارتفاعات بالای جو زمین نمی‌گذرد که با خبر جدیدتری غافلگیر می‌شویم: او تنها موجود زنده‌ای نیست که چنین ارتفاعی را تجربه کرده است!

آسمان بالای سر ما محل زیست جانداران بسیار ریزی شده است. مطالعات اخیر تأییدکننده وجود میکروب‌هایی در پوش سپهر یا استراتوسفر جو زمین است. پوش سپهر، دومین لایه بزرگ جو است که از ارتفاع ۱۸ کیلومتری سطح آغاز

می‌شود و تا ۳۲ کیلومتر بالاتر ادامه می‌کند و دما در برخی نواحی آن به منفی ۶۰ درجه سانتی‌گراد هم می‌رسد. پیش از این زیست‌شناسان گمان می‌کردند این منطقه به علت وجود فشار و دمای پایین، پرتوهای زیانبار خورشیدی و نبود آب و مواد مغذی، غیرقابل سکونت باشد.

دیوید اسمیت، یکی از پژوهشگران این مطالعه از دانشگاه واشنگتن اظهار کرد: «دوام حیات در ارتفاعات بالا، ادراک ما را نسبت به مرز زیست کره به چالش کشید!» به تمام مناطقی که زندگی در آنجا جریان دارد، زیست کره می‌گویند؛ از زیستگاه خودمان به‌عنوان انسان گرفته تا ماهی‌ها در دریا، پرندگان در آسمان و کرم‌ها و تک‌سلولی‌های لایه‌های اعماق زمین همه و همه بخش‌های مختلف زیست کره زمین هستند.



اسمیت برای ادامه پژوهش‌های خود در تلاش برای گردآوری آمار کامل‌تری از حیات موجود در پوش سپهر بال‌های تحقیقاتی مخصوص نمونه‌گیری را از ارتفاعات رصدخانه کوه بچلور به آسمان فرستادند. این بال‌ها، نمونه‌های کوچک و بسیار ساده بالنی بود که فلیکس بامگارتتر را با خود به ارتفاع ۳۹ کیلومتری زمین برد. او و همکارانش با کمک این امکانات و بودجه‌ای که از موسسه اختر زیست‌شناسی ناسا گرفته‌اند، امیدوارند پاسخ این پرسش‌ها را که این جانداران بلندپرواز از کجا آمده‌اند؟ به کجا می‌روند؟ و خط سیر تکاملی آنها چطور است را بیابند. علاوه بر این سوالات، آنها می‌خواهند اطلاعات بیشتری درباره این ریزجانداران جان‌سختی که می‌توانند در محیطی که به نظر غیر قابل سکونت می‌آید، دوام بیاورند، به دست آورند.

پوش‌کره به شرایط حاکم بر سطح مریخ شباهت بسیار دارد. به جز اتاق تست‌های زیست‌محیطی که در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی در دسترس است، روی سیاره ما محیط بهتری نسبت به پوش‌کره برای مطابقت با شرایط مریخی وجود ندارد. این‌گونه‌های جالب حیات که به نظر می‌رسد سوار بر جریان‌های هوایی به زندگی خود ادامه دهند، می‌توانند به دانشمندان در رابطه با آنچه در خاک مریخ در جستجویش هستند نیز سرخ‌هایی بدهند.

نخستین گزارش‌های مربوط به حیات ساکن در لایه‌های بالای جو به حدود دهه ۱۳۱۰ خورشیدی برمی‌گردد. مطالعات صورت گرفته روی نمونه‌های جمع‌آوری شده از بالن‌های پژوهشی ارتفاعات بالا و پروازهای موشکی، مدعی یافتن میکروب‌هایی در ارتفاع ۷۷ کیلومتری از سطح زمین بوده است. آنچه قطعی نیست منشأ این جانداران است؛ آیا این میکروب‌های جان سخت از ارتفاعات بالاتر به آنجا نقل مکان کرده‌اند یا در نتیجه آلودگی‌های سطح زمین ایجاد شده‌اند.

اما در این میان این نمونه‌گیری‌های قدیمی کمی هم مشکوک هستند چراکه تقریباً هیچ گزارشی دال بر استریلیزه‌سازی آنها قبل از پروازشان در اسناد به جای مانده به چشم نمی‌خورد. در واقع، نمونه‌گیری قابل اعتماد از لایه‌های بالای جو دشوار و پرهزینه است. پژوهشگران باید حجم قابل توجهی از هوا را برای گیر انداختن فقط یک میکروب جمع‌آوری کنند چون برآورد می‌شود با توجه به غلظت جو، تنها چند میکروب در هر مترمکعب وجود داشته باشد و این مقدار بسیار اندک است.

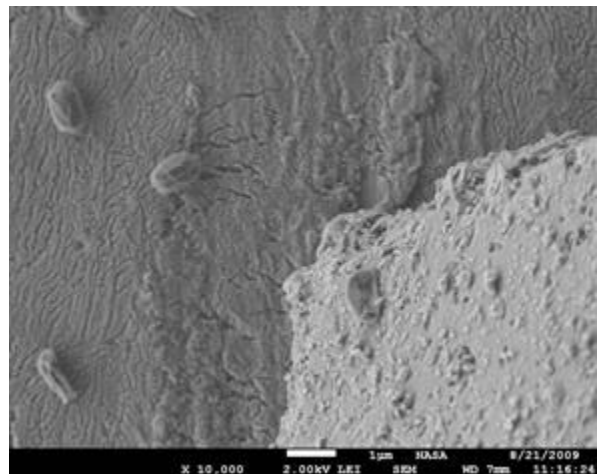
اولین مدرک محکمی که حضور حیات در پوش‌کره (استراتوسفر جو زمین) را به اثبات رساند در مطالعه بالنی در سال ۱۳۸۲ یعنی حدود ۱۰ سال پیش صورت گرفت. در پژوهش آن سال، سلول‌های زنده‌ای در ارتفاع بین ۲۰ تا ۴۱ کیلومتری از بالای مناطق استوایی هند جمع‌آوری شدند.

این‌که این میکروب‌ها چطور به چنین ارتفاعی می‌رسند، هنوز کاملاً مشخص نیست. گروه کوچکی از پژوهشگران ادعا می‌کنند آنها مسافرانی از فضا هستند که در سقوط به سمت زمین گرفتار جریانات نرم هوا در آن ارتفاعات شده و برای همیشه آنجا گیر افتاده‌اند. اما با احتمال بیشتری، این موجودات ریز با بادهای شدید و توفان‌های گردوغبار، از زمین به هوا برخاسته و خود را به آن ارتفاع رسانده‌اند. برخی میکروب‌ها هم از تکنولوژی روز غافل نمانده و سفر خود را روی هواپیماهای تجاری در حال پرواز از سطوح زیرین پوش‌کره، به انجام می‌رسانند!

با وجود حضور جسورانه حیات در ارتفاعات بالای جو، به نظر نمی‌آید این میکروب‌ها آنطور که روی زمین رشد و تولید مثل می‌کنند، در آنجا هم زندگی فعالانه‌ای داشته باشند. به نظر پژوهشگران بهترین تصویری که می‌توان برای این میکروب‌ها کرد، این است که آنها فقط می‌توانند در فشار اندک، لایه‌های بالای جو را بسادگی تحمل کنند. سپس این مسافران مجانی روی جریان‌های هوایی نشسته و مدت‌زمانی بعد در محیط‌هایی دور فرود می‌آیند.

بسیاری از این جهانگردان ریز، باکتری‌هایی در فرم اسپور هستند. این ریز موجودات، توانایی تشخیص شرایط سخت و پرفشار محیطی را دارند و هنگام تشخیص چنین شرایطی، همچون سیستمی کامپیوتری سوخت و ساز خود را از حالت روشن روی خاموش می‌گذارند و اندازه آنها هم به اصطلاح آب می‌رود!

آنها یک سپر پوسته مانند سخت در اطراف بخش بیرونی خود درست می‌کنند، این لایه که اسپور نام دارد مانند یک سپر دفاعی از DNA میکروب در برابر آسیب‌های پرتوهای فرابنفش یا هر عامل تهدید کننده دیگری محافظت می‌کند. گویی اسپور یک سازگاری تکاملی است که در شرایط پرواز در آسمان یا شاید مدار بین سیاره‌ای نمو



این تصویر الکترونیکی یکی از اسپورهای جمع‌آوری شده بر فراز کوه بچلور

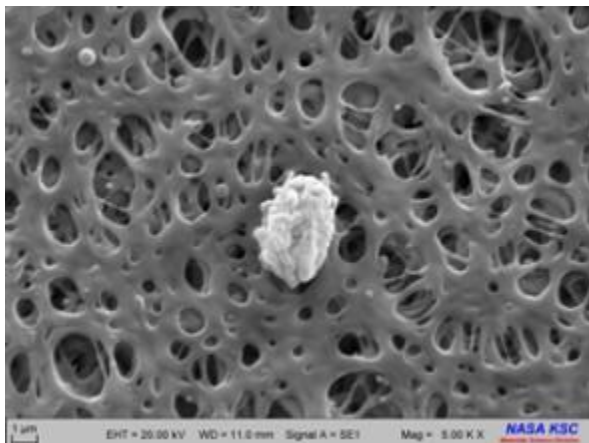
را نشان می‌دهد.

یافته است.

اگر اسپور - باکتری خفته - بتواند با تحمل شرایط این سفر هوایی جسورانه در یک محیط سکونت‌پذیر فرود بیاید، می‌تواند به خود جانی دوباره داده و به زندگی بازگردد. پژوهشگران نمونه‌هایی از جو زمین را در ظرف مخصوص کشت میکروب که مملو از مواد مغذی است قرار دادند و به نظاره آنچه رشد کرد نشستند. در حقیقت این مأموریت‌های جستجو و احیا، فقط نشان‌دهنده به اصطلاح نوک کوه یخی است که وجود دارد و هنوز خبرهای بسیار دیگری آن بالا در سقف زمین وجود دارد. به عبارتی، تنها حدود یک درصد از این موجودات ریز را می‌توان در آزمایشگاه کشت کرد.

برای مشاهده آن سوی این یک درصدها، اسمیت و همکارانش شروع به استفاده از روش‌های مولکولی برای شناسایی مواد زیستی موجود در جو، چه زنده و چه مرده کردند. نمونه‌های جوی آنها از رصدخانه بچلر که در ۲/۷ کیلومتر بالای سطح دریا قرار دارد، به دست آمده است.

این پژوهشگران به جای تلاش برای رشد دادن این میکروارگانیسم‌ها در ظرف کشت میکروب، DNAی را که می‌تواند با یک کتابخانه ژنومیک - مجموعه‌ای از باکتری‌ها که برای نگهداشتن کل DNA یک موجود به لحاظ ژنتیکی مهندسی شده‌اند - شامل ۶۰ هزار گونه میکروبی مطابقت بدهند، استخراج کردند. نتایج مقدماتی نشان داد میکروب‌ها از هر دامنه اصلی از حیات در وردسپهر (تروپوسفر) بالایی پیدا می‌شوند!



یک تصویر الکترونیکی دیگر از نمونه‌های جمع‌آوری شده از پژوهش اخیر یک هاگ را نشان می‌دهد

اطلاعات به دست آمده از رصدخانه بچلر، برآوردها در رابطه با تراکم میکروب‌ها در لایه‌های بالایی جو را بهبود خواهد بخشید. همچنین، این اولین مشاهدات بلندمدت برای بررسی تنوع تعداد میکروب‌ها متناسب با تغییر فصول و دیگر الگوهای آب و هوایی است.

اسمیت برای ادامه پژوهش‌هایش روی دستاوردهای مأموریت بالنی مهندسان ناسا و نمونه‌های به دست آمده از ارتفاعات بالاتر کار می‌کند. او می‌گوید: «ما هنوز هیچ ایده‌ای نداریم که مرز هوایی یا ارتفاع زیست کره را باید تا کجا بکشیم! تجاری از قبیل بالن ناسا، نشانه‌ای خواهد داد که حیات تا چه اندازه توانایی دوام در پوش کره را دارد و هنگامی که آنها در ارتفاعات بالا هستند، ممکن است چه نوع از جهش‌ها را به ارث ببرند؟!»

این جهش‌یافته‌ها، همچون بذری که بطور تصادفی روی سطح زمین پاشیده می‌شوند، استعداد ریشه دواندن در محیط‌های مساعد را دارند. به استدلال اسمیت، با وجود اثبات دشوار، اما این امکان‌پذیر است که تکامل حیات پیچیده روی سیاره ما، بخشی از دوران تکاملی خود را مرهون پرواز میکروب‌ها و باکتری‌هایی بر فراز جو زمین و جهش‌های ژنتیک ناشی از آن باشد.

▪ نیلوفر فشنگ‌ساز، زیست اخترشناس و روزنامه‌نگار علمی