DOI: 10.22092/im.2021.123571

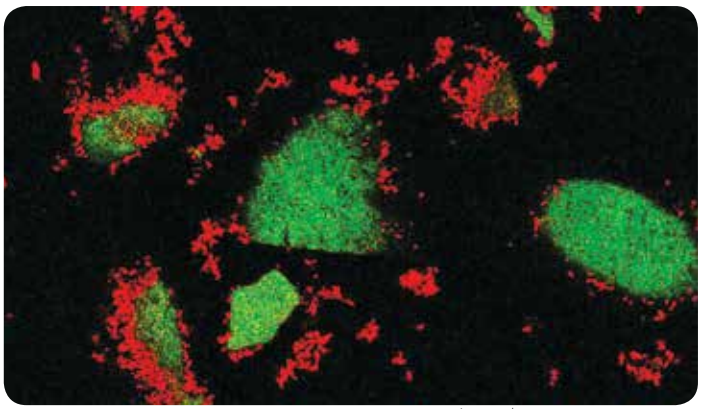
اخبارعلمی‌تحلیلی

# باکتری‌های آزادکننده کربن از خاک، ممکن است خطری پنهانی برای اقلیم محسوب شوند

ترجمه: سید محمدرضا حبیبیان*

خاک حدود ۲۰ درصد از کربن تولید شده توسط انسان را جذب می‌کند، دانشمندان تصور می‌کردند، این ترکیبات بالقوه (کربن) برای گرم شدن آب‌وهوا، برای قرن‌ها در خاک بدون خطر باقی می‌مانند. اما تحقیقات جدید از دانشگاه پرینستون (Princeton) نشان می‌دهد، مولکول‌های کربن این توانایی را دارند که خیلی سریع‌تر از آنچه تصور می‌شد، از خاک فرار کنند. این کربن به نسبت بیشتر از کربنی است که به‌صورت ترکیب در گیاهان و جو زمین وجود دارد. تاکنون، مطالعه عواملی که بر ذخیره و انتشار کربن از خاک تأثیر می‌گذارند، با چالش روبه‌رو بوده است، چرا که مدل‌های مرتبط با کربن خاک که در پیش‌بینی تغییرات آب‌وهوایی کاربرد داشته دارای محدودیت‌های زیادی هستند.

یکی از محققان این گروه بیان می‌کند: درواقع آنها یک بینش جدید را ارائه کرده‌اند، که نقش شگفت‌آور زیست‌شناسی را نشان می‌دهد و ارتباط آن با اینکه آیا کربن ذخیره شده است یا خیر؟. در مقاله‌ای که در ۲۷ ژانویه ۲۰۲۱ در Nature Communications منتشر شد، محققان به سرپرستی پرفسور جودی کیو یانگ (Judy Q. Yang) آزمایش‌های «خاک روی تراشه» (Soil on a chip) را برای تقلید از فعل و انفعالات بین خاک، ترکیبات کربن و باکتری‌های خاک انجام دادند. آنها از خاک رس مصنوعی و شفاف به‌عنوان پایه‌ای برای اجزای خاک رس استفاده کردند که بیشترین نقش را در جذب مولکول‌های حاوی کربن دارد.



باکتری‌های خاک (قرمز) در اطراف مولکول‌های قند (سبز) رشد می‌کنند و در خاک رس مصنوعی شفاف به منافذ می‌چسبند. (عکس از: Judy Q. Yang)

این «تراشه» یک اسلاید میکروسکوپ اصلاح شده یا یک دستگاه میکروسیالی بود که دارای کانال‌های دیواره سیلیکون به طول نیم سانتی‌متر و عرض چند برابر موی انسان (حدود ۴۰۰ میکرومتر) بود. لوله‌های ورودی و خروجی در هر انتهای کانال‌ها به محققان امکان تزریق محلول خاک رس مصنوعی و به دنبال آن سوسپانسیون‌های دارای مولکول‌های کربن، باکتری‌ها یا آنزیم‌ها را می‌دهد.

پژوهشگران پس از پوشاندن کانال‌ها با خاک رس شفاف، به‌منظور شبیه‌سازی ورود مواد مغذی کربن‌دار (که از ریشه گیاهان به‌ویژه هنگام بارندگی نشت می‌کنند)، مولکول‌های قند دارای برچسب فلورسنت را اضافه کردند. این آزمایش‌ها محققان را قادر ساخت تا مکان ترکیبات کربن را در خاک رس و حرکت‌های آنها را در پاسخ به جریان مایع در زمان واقعی ببینند. آنها مشاهده کردند که آنزیم‌های آزاد شده توسط باکتری‌های خاص خاک مانند (Pseudomonas aeruginosa) می‌توانند مواد مغذی موجود در خاک رس مصنوعی را تجزیه کرده و مولکول‌های کوچک‌تر قند را برای سوخت‌وساز باکتری در دسترس قرار دهد و این می‌تواند در محیط منجر به انتشار مقدار زیادی $CO_2$ از خاک به جو شود.

یانگ اظهار می‌دارد که: «این یک پدیده بسیار مهم است، زیرا این امر نشان می‌دهد کربن جداسازی شده در خاک می‌تواند آزاد شود و در تغییرات آب‌وهوا در آینده نقش داشته باشد، ما شواهد مستقیمی درمورد چگونگی آزاد شدن این کربن ارائه می‌دهیم، ما دریافتیم آنزیم‌های تولید شده توسط باکتری‌ها نقش مهمی دارند، اما این اغلب توسط مطالعات مدل‌سازی آب‌وهوا نادیده گرفته شده است»، چرا که تصور می‌شود خاک رس از کربن در خاک برای هزاران سال محافظت می‌کند.

جینیوان تانگ (Jinyun Tang)، دانشمند تحقیقاتی در بخش علوم آب‌وهوایی در آزمایشگاه ملی لارنس (Lawrence) برکلی، خاطرنشان کرد که مشاهدات این گروه تحقیقاتی «یک پشتیبانی بسیار قوی از این فرضیه است»، از تکنیک این مطالعه می‌توان برای بررسی چنین سؤالاتی استفاده کرد، آیا تعامل برگشت‌پذیر بین مولکول‌های کوچک کربن و ذرات رس منجر به القای نیاز شدید کربن (قحطی کربن) در میکروب‌های خاک می‌شود؟ آیا این تعامل به تثبیت کربن کمک می‌کند؟ چگونه چنین فعل و انفعالاتی به حفظ تنوع میکروبی در خاک کمک می‌کند؟ مطالعات آینده نشان خواهند داد، آیا باکتری‌های موجود در این سیستم می‌توانند آنزیم‌های خود را آزاد کرده و مولکول‌های بزرگ کربن را تخریب کنند، از آنها برای انرژی استفاده کنند و درنهایت در این فرایند $CO_2$ آزاد کنند؟

نویسندگان این مطالعه همچنین اظهار داشتند، آزمایش‌های دیگری نشان داده‌اند که در آن افزایش مولکول‌های کوچک قند در خاک منجر به آزاد شدن کربن خاک می‌شود، که ممکن است باعث رشد سریع‌تر باکتری‌ها و آزاد شدن آنزیم‌های بیشتر برای تجزیه بیشتر مولکول‌های بزرگ‌تر کربن شود، که درنتیجه باعث افزایش فعالیت باکتری‌ها می‌شود.

**دبیر تخصصی اخبار علمی تحلیلی:** این خبر بیانگر کشف‌هایی از دل خاک است که قسمتی از خوش‌بینی‌های دانشمندان را برای تثبیت کربن در خاک برهم می‌زند. به یقین پژوهش‌های دیگر و ادامه‌دهنده پس از تحقیقات گفته‌شده در این خبر، سمت و سوی و نیز سهم آزادسازی کربن از خاک را بیشتر مشخص می‌کند، اما آنچه مسلم است اینکه با توجه به چرخه‌های موجود در خاک به‌عنوان قسمت مهمی از اکوسیستم‌های طبیعی، کمتر می‌توان به مسیرها و موانع برای جلوگیری از تغییرات مولکول‌های بزرگ به کوچک فکر کرد، کاهش دادن دی‌اکسیدکربن زمین را باید در مسیرها و سیستم‌های دیگری جستجو کرد!

**Journal Reference:**

Yang, J.Q., Zhang, X., Bourg, I.C. and Stone, H.A., 2021. 4D imaging reveals mechanisms of clay-carbon protection and release. Nature Communications, 12(1).
https://www.sciencedaily.com/releases/2021/01/210127085231.htm

* استادیار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،بندرعباس، ایران.