DOI: 10.22092/im.2026.135558

اخبارعلمی‌تحلیلی

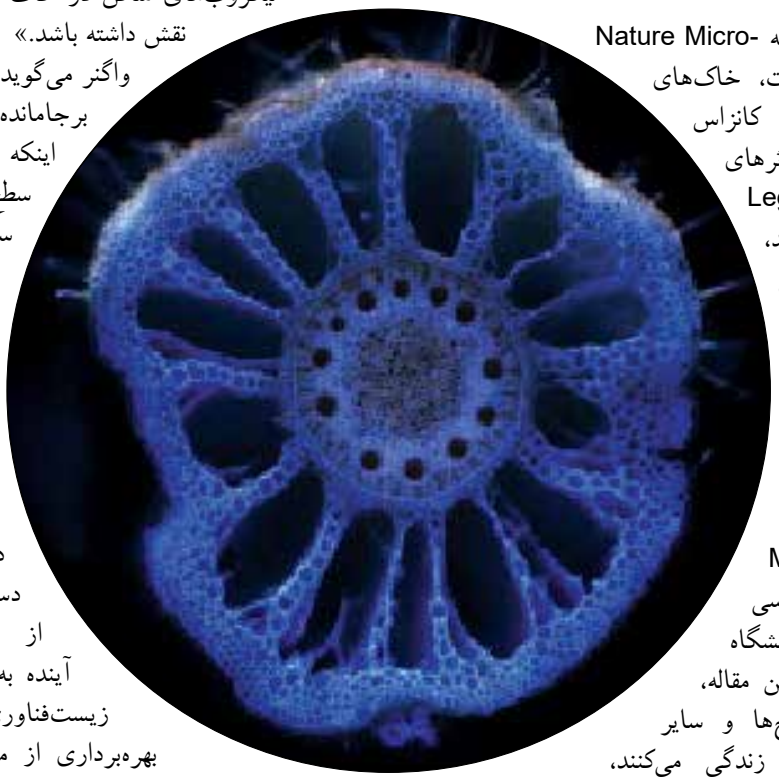
میکروارگانیسم‌های خاک خشک‌سالی را «به خاطر می‌سپارند» و به بقای گیاهان کمک می‌کنند

مترجم: الهام نوری*

پژوهشگران دریافتند، میکروارگانیسم‌های خاک در ایالت کانزاس دارای «حافظه»ای از خشک‌سالی هستند که بر رشد و بقای گیاهان تأثیر می‌گذارد. گیاهان بومی در مقایسه با محصولات زراعی مانند ذرت، پاسخ‌های قوی‌تری به این میراث‌های میکروبی نشان دادند که می‌تواند نشانه‌ای از هم‌تکاملی در طول زمان باشد. تحلیل‌های ژنتیکی، یک ژن کلیدی مرتبط را با تحمل خشکی آشکار کرد که می‌تواند مسیر تلاش‌های زیست‌فناورانه را برای افزایش تاب‌آوری محصولات کشاورزی هدایت کند. این پژوهش به شیوه‌ای نوآورانه، بوم‌شناسی، ژنتیک و کشاورزی را به یکدیگر پیوند می‌دهد. گروه پژوهشی دانشگاه کانزاس برای درک بهتر عملکرد اثرهای برجامانده در سطح مولکولی، تحلیل ژنتیکی را هم بر میکروب‌ها و هم بر گیاهان انجام داد.

مطالعه‌ای جدید که در نشریه Nature Micro-biology منتشر شده است، خاک‌های جمع‌آوری‌شده از سرتاسر کانزاس را تحلیل می‌کند تا نقش اثرهای برجامانده یا میراثی (Lega-cy Effects) را بررسی کند، مفهومی که به چگونگی شکل‌گیری ویژگی‌های خاک در یک مکان مشخص، تحت تأثیر میکروب‌هایی اشاره دارد که طی سالیان طولانی با اقلیم محلی سازگار شده‌اند. مگی واگنر (Maggie Wagner)، دانشیار بوم‌شناسی و زیست‌شناسی فرگشتی دانشگاه کانزاس و از نویسندگان این مقاله، می‌گوید: «باکتری‌ها، قارچ‌ها و سایر جاندارانی که در خاک زندگی می‌کنند، می‌توانند درنهایت اثرهای مهمی بر فرایندهایی داشته باشند که برای ما اهمیت دارند، مانند ذخیره‌سازی کربن، جابه‌جایی عناصر غذایی و آنچه به‌طور خاص موردتوجه ماست، یعنی اثرهای برجامانده آن‌ها بر گیاهان.»

او ادامه می‌دهد: «علاقه ما به این موضوع از آنجا آغاز شد که پژوهشگران دیگر طی سال‌ها نوعی حافظه بوم‌شناختی را در میکروب‌های خاک توصیف کرده بودند، به این معنا که این میکروب‌ها به‌نوعی می‌توانند گذشته نیاکان خود را به خاطر بسپارند. ما این موضوع را بسیار جذاب یافتیم، زیرا پیامدهای مهمی برای شیوه‌های کشت گیاهان، ازجمله محصولاتی مانند ذرت و گندم دارد. میزان بارش به‌طور مستقیم تأثیر زیادی بر رشد گیاهان دارد، اما حافظه میکروب‌های ساکن در خاک نیز می‌تواند در این فرایند نقش داشته باشد.»



واگنر می‌گوید: ما واقعاً نمی‌دانیم اثرهای برجامانده چگونه عمل می‌کنند، اینکه کدام میکروب‌ها در سطح ژنتیکی دخیل‌اند و این سازوکار دقیقاً چگونه پیش می‌رود؟ کدام ژن‌های باکتریایی تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند؟ همچنین هنوز نمی‌دانیم این میراث اقلیمی چگونه از طریق خاک به میکروب‌ها منتقل می‌شود و سپس درنهایت به گیاه می‌رسد. دستیابی به درک دقیق‌تر از این پدیده می‌تواند در آینده به کشاورزان و شرکت‌های زیست‌فناوری کشاورزی که به‌دنبال بهره‌برداری از میکروب‌های مفید هستند، کمک کند.

* پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

این گروه پژوهشی، نمونه خاک را از شش نقطه مختلف در کانزاس برداشت کردند، از نواحی مرطوب‌تر شرق ایالت تا دشت‌های مرتفع و خشک‌تر غرب که به‌دلیل سایه بارشی کوه‌های راکی (Rocky) بارندگی کمتری دریافت می‌کنند. هدف این بود که بررسی شود اثرهای برجامانده چگونه در امتداد این گرادیان اقلیمی تغییر می‌کنند.

واگنر توضیح می‌دهد: «این پژوهش حاصل همکاری با گروهی از دانشگاه ناتینگهام در انگلستان بود. ما کارها را بین خود تقسیم کردیم، اما بخش عمده آزمایش‌ها (درواقع کل آزمایش) در اینجا در دانشگاه کانزاس انجام شد و تمرکز ما نیز بر خاک‌های کانزاس بود.»

در دانشگاه کانزاس، واگنر و همکارانش بررسی کردند که جوامع میکروبی این خاک‌ها چگونه بر گیاهان تأثیر می‌گذارند. او می‌گوید: «ما از نوعی روش کلاسیک و قدیمی استفاده کردیم و میکروب‌ها را مانند یک جعبه سیاه در نظر گرفتیم. گیاهان را در جوامع میکروبی مختلف با حافظه‌های متفاوت از خشک‌سالی پرورش دادیم و سپس عملکرد گیاهان را اندازه‌گیری کردیم تا بفهمیم کدام شرایط مفید است و کدام نیست.»

پژوهشگران این جوامع میکروبی را به مدت پنج ماه در معرض آب کافی، یا آب بسیار محدود قرار دادند تا تاریخچه‌های متضادی از دسترسی به رطوبت ایجاد شود.

واگنر می‌گوید: «حتی پس از هزاران نسل باکتریایی، حافظه خشک‌سالی همچنان قابل‌تشخیص بود. یکی از جالب‌ترین یافته‌های ما این بود که اثر میراثی میکروبی در گیاهانی که بومی همان مناطق بودند، بسیار قوی‌تر از گیاهانی بود که از مناطق دیگر آمده و تنها برای کشاورزی کاشته شده بودند و بومی آنجا نبودند.»

برای بررسی تعامل هویت گیاه با میراث میکروبی، گروه پژوهشی یک محصول زراعی (ذرت) را با یک گونه بومی علفی (گاماگرس–gamagrass) مقایسه کرد. آن‌ها تأکید می‌کنند که برای تأیید قطعی این الگو، بررسی گونه‌های بیشتری لازم است، اما نتایج اولیه نشان می‌دهد که گیاهان بومی ممکن است هم‌سویی قوی‌تری با تاریخچه‌های میکروبی محلی داشته باشند.

واگنر می‌گوید: «ما فکر می‌کنیم این موضوع به تاریخچه هم‌تکاملی این گیاهان مربوط باشد، به این معنا که گاماگرس طی دوره‌های بسیار طولانی همراه با همین جوامع میکروبی خاص زیسته است، اما ذرت چنین سابقه‌ای ندارد. ذرت در آمریکای مرکزی اهلی شده است و تنها چند هزار سال است که در این منطقه کشت می‌شود.»

علاوه‌بر ارزیابی عملکرد گیاه، پژوهشگران فعالیت ژن‌ها را هم در میکروب‌ها و هم در گیاهان بررسی کردند تا سازوکارهای احتمالی اثرهای میراثی را در مقیاس مولکولی شناسایی کنند.

واگنر می‌گوید: «ژنی که بیش از همه ما را هیجان‌زده کرد، نیکوتیانامین سنتاز (nicotianamine synthase) نام داشت. این ژن، مولکولی تولید می‌کند که بیشتر برای جذب آهن از خاک توسط گیاهان مفید است، اما در برخی گونه‌ها نقش آن در تحمل خشکی نیز گزارش شده است. در تحلیل‌های ما، گیاه این ژن را تحت شرایط خشکی بیان می‌کرد، اما فقط زمانی که همراه با میکروب‌هایی رشد کرده بود که حافظه شرایط خشک را داشتند. پاسخ گیاه به خشک‌سالی به حافظه میکروب‌ها وابسته بود و این موضوع برای ما بسیار شگفت‌انگیز بود.»

واگنر اشاره می‌کند، گاماگرس به‌عنوان منبعی بالقوه از ژن‌های مفید برای بهبود تحمل تنش در ذرت در حال بررسی است. او می‌گوید: «ژنی که پیش‌تر به آن اشاره کردم می‌تواند موردتوجه قرار گیرد. برای شرکت‌های زیست‌فناوری که بر افزودن میکروب‌ها به محصولات کشاورزی تمرکز دارند، این یافته‌ها سرنخ‌هایی درباره محل جست‌وجوی میکروب‌های دارای ویژگی‌های مفید ارائه می‌دهند. تجاری‌سازی میکروب‌ها در کشاورزی، صنعتی چند میلیارد دلاری است که همچنان درحال‌رشد است.»

واگنر در پایان می‌گوید: «یکی از عواملی که این پژوهش را ارزشمند می‌کند، ماهیت میان‌رشته‌ای آن است. ما تحلیل ژنتیکی، فیزیولوژی گیاهی و میکروب‌شناسی را کنار هم آوردیم و به‌این‌ترتیب توانستیم پرسش‌هایی را مطرح کنیم و پاسخ دهیم که پیش‌ازاین امکان‌پذیر نبود.» این پژوهش با حمایت مالی بخش سامانه‌های یکپارچه جانداری بنیاد ملی علوم آمریکا انجام شده است.

دبیر تخصصی اخبار علمی تحلیلی: این پژوهش ارزشمند علمی از نقش بی‌مانند میکروارگانیسم‌ها در خاک می‌گوید و به‌نظر می‌رسد که رفتار و عملکرد آن‌ها بسیار هوشمندانه‌تر از آن چیزی باشد که تاکنون می‌دانستیم و البته پایان آن هم نخواهد بود. نقش آن‌ها برای گیاهان بسیار تأثیرگذار بوده و تاکنون فقط دریچه‌های اندکی از همه دانش مربوط به آن‌ها گشوده شده است. شوربختانه در کشور ما به این موضوع و اهمیت و کاربردهای آن بسیار کم پرداخته شده است. پژوهش پیش‌رو نکته مهم دیگری را نیز در خود دارد و آن هم‌افزایی علوم مختلف در کنار یکدیگر است، امر مهمی که باید در مراکز آموزشی و تحقیقاتی ما بیشتر موردتوجه قرار گیرد.

Journal Reference:

Ginnan, N.A., Custódio, V., Gopaulchan, D., Ford, N., Salas-González, I., Jones, D.H., Wells, D.M., Moreno, A., Castrillo, G. and Wagner, M.R., 2025. Precipitation legacy effects on soil microbiota facilitate adaptive drought responses in plants. Nature Microbiology10 (11): 2823 DOI: 10.1038/s41564-025-02148-8

https://www.sciencedaily.com/releases/2025/11/251101000348.htm