DOI: 10.22092/irn.2024.132010

اخبار علمی تحلیلی

عناصر غذایی کلیدی به گیاهان کمک می‌کنند تا گرما را شکست دهند.

ترجمه: طاهره علیزاده*

دانشمندان برخی از مکانیسم‌های مولکولی کنترل‌کننده گیاهی را برای محصولات مهمی مثل سویا و برنج، که نسبت به افزایش دمای کره زمین حساس هستند و به آن واکنش نشان می‌دهند، کشف کرده‌اند. به‌طوری‌که افزایش دما منجر به رشد سریع‌تر ریشه آنها می‌شود و این عامل به مقادیر بالای نیتروژن و فسفر در خاک بستگی دارد. بنابراین، اکتشافات به‌دست‌آمده علاوه‌بر کمک به ایجاد محصولات با سازگاری بیشتر در برابر تغییرات آب‌وهوایی، به اهمیت خاکی سرشار از مقادیر بالای نیتروژن و فسفر برای تقویت رشد محصولات و بیشتر شدن عناصر غذایی اشاره دارد.

دمای کره زمین رو به افزایش است و کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند کمترین و بیشترین دمای هوا تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا می‌کند. بنابراین، گیاهان و به‌ویژه گیاهانی که به تغییرات دمایی حساسند، نمی‌توانند دمای خود را تنظیم کنند.

در دماهای بالاتر، گیاهان به سیستم ریشه خود دستور می‌دهند تا سریع‌تر رشد کنند، بنابراین، ریشه‌های بلند به‌وجودآمده برای جذب بیشتر آب و مواد غذایی به اعماق خاک نفوذ می‌کنند. این پاسخ می‌تواند در کوتاه‌مدت به گیاهان کمک کند، اما پژوهش‌های جدید نشان می‌دهد، این پاسخ در بلندمدت برای گیاهان و انسان مضر است.

پژوهشگران مؤسسه سالک (Salk) کشف کرده‌اند که در بعضی از گیاهان، که با رشد سریع‌تر در ریشه‌شان به افزایش دما پاسخ می‌دهند، مقدار دو عنصر مهم نیتروژن و فسفر کاهش می‌یابد و همین موضوع باعث می‌شود در هنگام مصرف آنها از مواد غذایی کمتری برخوردار باشند. همچنین، اگر خاک دارای مقادیر کمی از این عناصر غذایی باشد، رشد ریشه در گیاهان کند می‌شود و به افزایش دما پاسخ مناسبی نمی‌دهند.

مجموعه‌ای از روابط بین ریشه گندم، برنج، ذرت و سایر محصولات جذب‌کننده کربن و مقاوم در برابر تغییرات آب‌وهوایی توسط طرح مهار گیاهان سالک ایجاد شده‌اند و مهندسی گیاه ایدئال سالک (The engineering of Salk Ideal Plants) جزئیات مولکولی جدید از برهم‌کنش بین رشد ریشه و در دسترس بودن عناصر غذایی را در هنگام افزایش دما به اطلاع می‌رسانند.

این یافته‌ها در Nature Communications در یکم ژوئن ۲۰۲۴ منتشر شد. ولفگانگ بوش (Wolfgang Busch)، نویسنده ارشد این مطالعه، که مدیر اجرایی طرح مهار گیاهان نیز هست، می‌گوید: «گرمایش جهانی منجر به افزایش چشمگیر دمای زمین می‌شود و گیاهان ناگزیر به واکنش می‌شوند. این حقیقت که افزایش دما منجر به کاهش عناصر غذایی مهم در گیاهان می‌شود، نگرانی واقعی برای آینده رژیم غذایی انسان و حیوان است و بی‌شک این موضوعی است که در حین کار برای طراحی محصولات سازگارتر باید به آن توجه کنیم.»

رشد و توسعه گیاهان براساس دمای محیط در فرایندی به نام ترمومورفوژنسیس (Thermomorphogenesis) تغییر می‌کند. برای به‌دست‌آوردن درک بیشتر این فرایند، محققان سالک از آرابیدوپسیس تالیانا (*Arabidopsis thaliana*)، یک گیاه گل‌دار کوچک در خانواده خردل (mustard) استفاده کردند. در آزمایش‌های اولیه، آنها متوجه شدند زمانی‌که ساقه گیاه در معرض گرمای زیاد قرار می‌گیرد، بلندتر می‌شود. همین موضوع باعث شد، گروه سالک به این فکر کند که چگونه افزایش دما بر ریشه گیاه اثر دارد و آیا گیاهان زراعی مانند برنج یا سویا می‌توانند پاسخ مشابهی داشته باشند.

برای پاسخ به این سؤالات، پژوهشگران، دما را افزایش دادند و رشد ریشه گیاهان آرابیدوپسیس، برنج و سویا را مشاهده کردند. همان‌طور که سرعت رشد ساقه آرابیدوپسیس در دمای بالا افزایش داشت، سرعت رشد ریشه آرابیدوپسیس، برنج و سویا هم افزایش یافت. اما یک هشدار وجود داشت: رشد سریع ریشه به مقادیر بالای نیتروژن و فسفر در خاک وابسته بود.

سانقوا لی (Sanghwa Lee)، نویسنده اول این مطالعه و پژوهشگر فوق دکترا در آزمایشگاه بوش می‌گوید: «نیتروژن و فسفر برای رشد و نمو و تولیدمثل گیاهان بسیار مهم هستند، بنابراین، در اکثر کودها وجود دارند، امروزه با اتصال نقاط بین این مواد غذایی و ترمومورفوژنسیس، می‌توانیم روی گیاهان مهندسی‌شده و بهینه‌شدن کودها کار کنیم تا در آینده سرعت رشد ریشه محدود به مقدار کم نیتروژن و فسفر در خاک نباشد.»

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

در آرابیدوپسیس، رابطه بین رشد سریع‌تر ریشه و مقادیر نیتروژن و فسفر به دو پروتئین HY5 و NRT1.1 بستگی دارد. HY5 یک فاکتور رونویسی است، نوعی پروتئین که تنظیم می‌کند چه زمانی ژن‌های خاص «روشن» یا «خاموش» شوند. HY5 بر دستورالعمل‌های ژنتیکی NRT1.1 نظارت می‌کند، پروتئینی که به نیتروژن حساس است و در تنظیم مقدار فسفر و هماهنگی رشد ریشه گیاه نقش دارد.

در دمای بالاتر، HY5 و NRT1.1 با یکدیگر کار می‌کنند تا ترمومورفوژنسیس را انجام دهند. اما با کاهش مقدار نیتروژن و فسفر، HY5 شروع به سرکوب بیان NRT1.1 می‌کند و رشد ریشه کند می‌شود.

هم برنج و هم سویا پروتئین‌های مشابهی دارند که اجداد ژنتیکی مشترکی با HY5 و NRT1.1 دارند. بوش می‌گوید: «نسخه‌های HY5 و NRT1.1 برنج و سویا به تحقیقات بیشتری نیاز دارند. اما احتمالاً به‌طور مشابه پروتئین‌های HY5 و NRT1.1 آرابیدوپسیس بر رشد ریشه و جذب عناصر غذایی اثرگذار هستند.»

بوش ادامه می‌دهد: «اکنون مشخص شده است که مقادیر نیتروژن و فسفر تحت تنش دمای بالاتر، نقش کلیدی در کنترل رشد ریشه‌ها دارند، درنظرگرفتن این موضوع بسیار مهم است، زیرا ما برای غلبه بر چالش‌هایی که گرمایش زمین در تولید مواد غذایی در مقیاس بزرگ برای جمعیت رو به رشد جهان ایجاد می‌کند، کار می‌کنیم.»

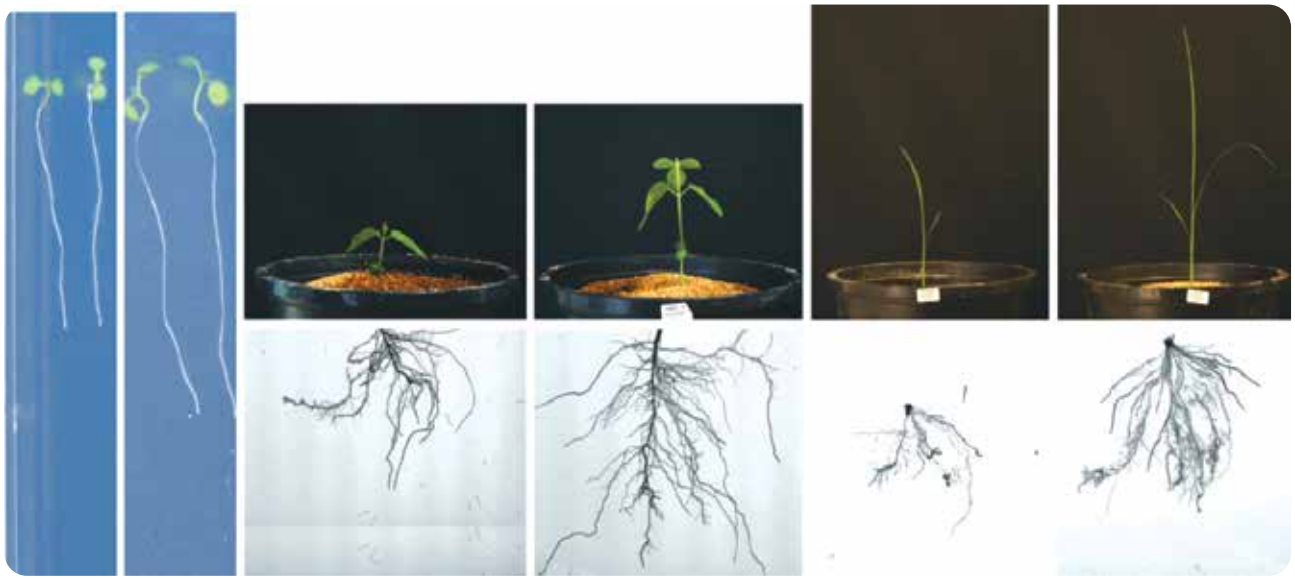
در آینده پژوهشگران، به‌طور جامع‌تری برنج، سویا و سایر محصولات را بررسی خواهند کرد تا مشخص کنند که آیا پروتئین‌های HY5 و NRT1.1 و پروتئین‌های شبیه به آنها، واکنش مشابهی دارند یا خیر. آنها همچنین به‌دنبال راه‌هایی برای هدف قراردادن این پروتئین‌ها و نیز توسعه محصولاتی هستند که می‌توانند به رشد ریشه‌های خود، حتی زمانی که مقادیر نیتروژن و فسفر رو به اتمام است، ادامه دهند.

این پژوهش، توسط طرح مهار گیاهان سالک و دانشگاه ایالتی میشیگان حمایت شد.

Journal Reference:

Lee, S., Showalter, J., Zhang, L., Cassin-Ross, G., Rouached, H. and Busch, W., 2024. Nutrient levels control root growth responses to high ambient temperature in plants. Nature Communications, 15(1). DOI: 10.1038/s41467-024-49180-6.

https://www.sciencedaily.com/releases/2024/06/240603195528.htm



مقایسه کنار هم از Arabidopsis thaliana (چپ)، سویا (وسط) و برنج (راست) که در دمای پایین (قاب سمت چپ در هر جفت) و دمای بالا (قاب سمت راست در هر جفت) رشد کرده‌اند.