پاسخ دو رقم گندم نان به خشکی القا شده با PEG-6000 و کاربرد سالیسیلیک اسید در مرحله گیاهچه

زهره عباسی سبوکی[۱]، نرگس فریدونی[۱]، دلارام رستمی[۱]، افشین زمانی[۲] و یحیی امام[۳]*
۱، ۲ و ۳ به ترتیب دانشجوی کارشناسی، دکتری و استاد بخش تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(yaemam@shirazu.ac.ir)

چکیده

تنش آبی یکی از عوامل محدودکننده استقرار اولیه گندم نان است و ارزیابی رقم-ها در مرحله جوانه‌زنی می‌تواند برای غربالگری اولیه مفید باشد. این پژوهش در سال ۱۴۰۴ در آزمایشگاه غلاتِ بخش تولید و ژنتیک دانشگاه شیراز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل سه سطح تنش آبی (شاهد، ۰/۲- و ۰/۴- مگاپاسکال با PEG-6000)، سه سطح سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار) و دو رقم گندم نان (سیروان و راج) بود. بذرهای هر یک از ارقام در ظروف پتری کشت و پس از پایان دوره آزمون، صفات طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه و برخی نسبت‌های زیست‌توده‌ای ثبت و داده‌ها با آزمون توکی مقایسه شدند. نتایج نشان داد با افزایش شدت تنش، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش یافت و برهمکنش تنش آبی و رقم برای طول‌ها و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه معنی‌دار بود. در کنار اثر معنی‌دار تنش آبی و برخی برهمکنش‌های رقم و تنش، اثر اصلی سالیسیلیک اسید (SA) و برهمکنش‌های مرتبط با آن برای بیشتر صفات معنی‌دار نبود. بنابراین، SA در غلظت‌های به‌کار رفته نتوانست کاهش رشد ناشی از PEG را به‌طور معنی‌دار جبران کند. در شرایط کنترل، رقم راج بیشترین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را داشت، اما با اعمال تنش، سیروان در تنش ملایم گرایش به حفظ و افزایش طول ریشه‌چه نشان داد. همچنین شاخص‌های نسبی بیانگر آن بود که تحت تنش، کاهش رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه شدیدتر بوده و توازن رشد به سمت غلبه نسبی ریشه تغییر می‌کند. این یافته‌ها نشان داد پاسخ رقم‌ها در مرحله گیاهچه‌ای وابسته به شدت تنش است و می‌تواند مبنایی برای غربالگری اولیه تحمل تنش آبی باشد.

مقدمه

مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه، به‌دلیل وابستگی مستقیم به جذب آب و فعال‌شدن مسیرهای متابولیک، از حساس‌ترین مراحل به کمبود آب محسوب می‌شود (زمانی و همکاران، ۱۳۹۵)؛ بنابراین ارزیابی پاسخ ژنوتیپ‌ها در این مرحله می‌تواند شاخصی کارآمد برای غربالگری اولیه و نیز طراحی راهکارهای مدیریتی باشد (Awadalla et al., 2024). در پژوهش‌های آزمایشگاهی، پلی‌اتیلن‌گلایکول (PEG) به‌طور گسترده برای القای تنش اسمزی و شبیه‌سازی کمبود آب بدون ورود مستقیم به بافت گیاه استفاده می‌شود و کاهش معنی‌دار درصد و سرعت جوانه‌زنی و نیز افت رشد ریشه و ساقه‌چه تحت سطوح مختلف PEG در ژنوتیپ‌های گندم گزارش شده است. پرایمینگ وکاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد به‌عنوان رویکردی کم‌هزینه و قابل‌کاربرد برای افزایش تاب‌آوری بذر و گیاهچه در برابر تنش‌های اقلیمی مورد توجه قرار گرفته است (Gohari *et al.*, 2025). سالیسیلیک اسید (SA) به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان کلیدی، می‌تواند از طریق تعدیل وضعیت آنتی‌اکسیدان، تنظیم اسمولیت‌ها و بهبود پایداری غشا، بخشی از اثرات منفی تنش خشکی را کاهش دهد و پاسخ آن غالباً وابسته به غلظت و ژنوتیپ است (Awadalla *et al.*, 2024). این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش خشکی القا شده با PEG و کاربرد SA بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی دو رقم گندم نان در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

مواد و روش

این پژوهش در سال ۱۴۰۴ در آزمایشگاه غلاتِ بخش تولید و ژنتیک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد و بذر دو رقم گندم نان سیروان و راج مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد؛ به‌طوری‌که فاکتور تنش خشکی در سه سطح شامل شاهد (آب مقطر)، ۰/۲- مگاپاسکال و ۰/۴- مگاپاسکال با استفاده از PEG 6000 اعمال گردید و فاکتور SA نیز در سه سطح ۰ (آب مقطر)، ۰/۳ میلی‌مولار و ۰/۵ میلی‌مولار در نظر گرفته شد. داده‌های جمع‌آوری شده، بوسیله‌ی نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفته و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد کاهش پتانسیل آب از راه کاربرد PEG-6000 به‌طور معنی‌داری رشد اولیه گیاهچه را محدود می‌کند و شدت تنش، الگوی تخصیص رشد را تغییر می‌دهد. با افزایش شدت تنش، کاهش رشد ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه شدیدتر شده و شاخص‌های نسبی، جابه‌جایی به سمت غلبه نسبی ریشه را تأیید کردند (جدول ۱). همچنین پاسخ دو رقم وابسته به سطح تنش آبی بود؛ رقم راج در شرایط کنترل از نظر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه برتر بود، اما در شرایط تنش (به‌ویژه تنش شدید) این برتری کاهش یافت. در حالی‌که رقم سیروان در تنش ملایم تمایل به حفظ و تقویت رشد ریشه نشان داد که می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد سازگاری در مرحله استقرار اولیه تلقی شود. در مقابل، کاربرد SA در غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۵ میلی‌مولار اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه نشان نداد و نتوانست افت ناشی از تنش اسمزی را به‌طور معنی‌دار تعدیل کند. بنابراین، تحمل خشکی در مرحله گیاهچه‌ای بیش از هر چیز تابع شدت تنش و تفاوت ژنوتیپی بود.

جدول۱- تاثیر سطوح تنش های آبی بر ویژگی های اندازه گیری شده جوانه زنی دو رقم گندم نان

سطوح تنش آبی	رقم	طول ساقه چه (سانتی متر)	طول ریشه چه (سانتی متر)	نسبت طول ساقه چه به ریشه چه
کنترل	سیروان	^{b}٤/٨٤	^{dc}٥/١	^{a}٠/٩٩
	راج	^{a}٦/٨٢	^{a}٧/٦٥	^{a}٠/٩٠
تنش آبی ملایم	سیروان	^{c}٣/٣٨	^{bc}٦/٠٩	^{b}٠/٥٥
	راج	^{c}٣/٨٨	^{ab}٦/٦٠	^{b}٠/٥٦
تنش آبی شدید	سیروان	^{d}١/٦١	^{d}٤/٠٥	^{c}٠/٤٠
	راج	^{d}١/٥	^{d}٣/٩٩	^{c}٠/٣٣

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون توکی در سطح ٥ درصد، اختلاف معنی دار ندارند.

منابع

زمانی، ا.، امام، ی.، و شاکری، ا. ۱۳۹۵. ارزیابی تحمل به تنش آبی ارقام و لاین های سورگوم بر اساس شاخص های جوانه زنی. نشریه تحقیقات بذر، ۲: ۱۰-۱.

Awadalla, R. A., Sallam, A., Börner, A., Elshamy, M. M., and Heikal, Y. M. (2024). The role of salicylic acid in modulating phenotyping in spring wheat varieties for mitigating drought stress. BMC Plant Biology, 24: 948.

Gohari, G., Spanos, A., Ioannou, A., Efstathiou, I., Panahirad, S., Kolbert, Z., and Fotopoulos, V. (2025). Seed priming approaches for climate-resilient agriculture. Journal of Experimental Botany, eraf440.