نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی
9th National and 1st International Conference of Plant Physiology
بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان ۱۱-۱۳

اثر محلول پاشی برگی اسید سالیسیلیک و تلقیح با قارچ مایکوریزا بر برخی صفات رشدی، بیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) رقم فورتونا در سطوح مختلف شوری

نسیم پورتقی[1]، سعید خماری[2*]، رئوف سید شریفی[3]، اسماعیل گلی کلانپا[4] و زهرا وطن پور[5]

۱گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
*۲گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز
۳گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۴گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۵گروه فیزیولوژی گیاهی، واحد گرمی، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمی، ایران

چکیده

شوری خاک از مهم ترین تنش های محدود کننده تولیدات زراعی است و بهبود ساز و کارهای تحمل شوری برای تامین امنیت مواد غذایی ضرورت دارد. کاربرد اسید سالیسیلیک و همزیستی گیاه با قارچ مایکوریزا می توانند با تقویت سامانه آنتی اکسیدانی و تنظیم متابولیسم کربو هیدرات، اثرات شوری را کاهش دهند. در این پژوهش اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک (صفر، ۶/۰ و ۲/۱ میلی مولار) و قارچ مایکوریزا (عدم کاربرد، کاربرد مایکوریزا) بر وزن خشک ریشه، غلظت پتاسیم برگ، شاخص سبزینگی برگ پرچم و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز جو (رقم فورتونا) تحت سطوح مختلف شوری (صفر، ۶۰ و ۱۲۰ میلی مولار نمک NaCl) بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ اجرا شد. نتایج نشان داد کاربرد همزمان مایکوریزا و اسید سالیسیلیک موجب افزایش وزن خشک ریشه، بهبود تعادل یونها ، افزایش سبزینگی برگ پرچم و تحریک فعالیت کاتالاز و پر اکسیداز شده در نتیجه باعث افزایش توان تحمل تنش شوری در رقم فورتونا بدون افت محسوس در رشد و تولید گردید.

مقدمه

شور شدن خاک، اکوسیستم های کشاورزی را به خطر می اندازد و با ایجاد اثرات مخرب متعددی از جمله تنش اکسیداتیو، تنش اسمزی و عدم تعادل در جذب عناصر بر کیفیت و کمیت مواد غذایی تاثیر می گذارد و در صورتیکه گیاه قادر به تقویت سیستم دفاعی خود از طریق حفظ ظرفیتهای آنتی اکسیدانی، توانایی تنظیم اسمزی و بهبود جذب عناصر غذایی در شرایط تنش باشد، می‌تواند عملکرد قابل قبولی در این شرایط نشان دهد (Sharaya *et al*., 2023). در میان غلات، جو نسبت به سطوح بالای تنش شوری مقاوم است با این وجود عملکرد و تولید جهانی آن بطور چشم گیری تحت تاثیر شوری قرار دارد. یکی از راه-کارهای مناسب و طبیعت مدار برای مقابله با تنش، استفاده از گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا است. اسید سالیسیلیک موثرترین محافظت کننده گیاهی است که اثرات تنش اسمزی و یونی ناشی از نمک را کاهش می دهد. قرار گرفتن ایران در اقلیم گرم و خشک و شوری خاک، ایجاب می نماید که توجه ویژه ای به پژوهش در زمینه افزایش مقاومت یا تحمل گیاهان در برابر شوری شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در گلخانه دانشگاه محقق اردبیلی (دمای ۳۰-۲۰ درجه سانتی گراد، روشنایی ۱۶-۱۵ ساعت و رطوبت ۷۰ درصد) اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل سطوح شوری (صفر (عدم شوری)، شوری ۶۰ و ۱۲۰ میلی مولار)، قارچ مایکوریزا (عدم کاربرد ، کاربرد مایکوریزا) و محلول پاشی اسید سالیسیلیک (صفر ، ۶/۰ و ۲/۱ میلی مولار) بودند. در این آزمایش از گیاه جو رقم فورتونا وکود اوره به مقدار ۲۵/۴۱۰ میلی گرم در لیتر در دو مرحله (۱۵ روز بعد از کاشت و مرحله پنجه زنی) استفاده شد. مقدار نمک مورد نیاز با استفاده از نرم افزار Salt calc، قارچ مایکوریزا گونه *Glomus mosseae*به میزان ۲۰ گرم در هر متر مربع خاک و محلول پاشی با اسید سالیسیلیک در دو نوبت (مراحل ساقه دهی و گلدهی) انجام شد. به منظور اندازه گیری وزن خشک ریشه نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰-۷۵ درجه در آون قرار داده شدند و سپس وزن خشک آنها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰۰۱/۰ گرم توزین شد. به منظور اندازه گیری درصد پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتری، شاخص سبزینگی برگ پرچم از دستگاه کلروفیل متر، سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز از روش کک مک و هورست (۱۹۹۱) و پر اکسیداز از روش مک آدام و همکاران (۱۹۹۲) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار STATISTICA 13.0 و SAS 9.4انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و برای رسم شکل‌ها نیز از برنامه EXCEL®استفاده شد.

نتایج و بحث

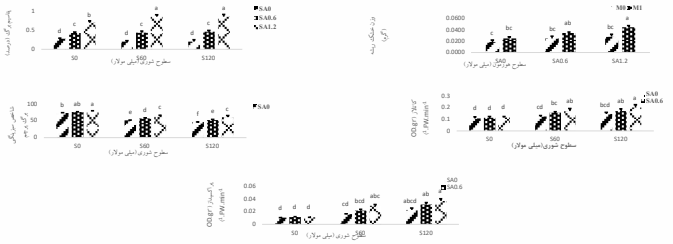
وزن خشک ریشه: بیشترین وزن خشک ریشه از ترکیب تیماری کاربرد قارچ مایکوریزا و هورمون ۲/۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک به دست آمد به طوری که ۱۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل۱). شوری باعث کاهش رشد و وزن خشک ریشه می شود زیرا کاهش پتانسیل اسمزی خاک توانایی ریشه در جذب آب را محدود کرده و چوب پنبه ای شدن ریشه افزایش می یابد. همزیستی مایکوریزا در گونه های مختلف با بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش محتوای مواد مغذی در گیاه باعث افزایش وزن خشک ریشه می شود (Basak *et al*., 2024).

درصد پتاسیم برگ: بیشترین درصد پتاسیم برگ از اثرات متقابل سطوح شوری ۶۰ و ۱۲۰ میلی مولار با هورمون ۲/۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک به دست آمد که ۷۱/۲۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داشتند (شکل۱). تنش شوری با برهم زدن تعادل یونی و اختلال در جذب پتاسیم، تنش اکسیداتیو ایجاد کرده و به واسطه نشت پتاسیم از سلول، مرگ سلول را تشدید می کند؛ فرایندی که منشا آن گونه های اکسیژن فعال و تخلیه پتاسیم سیتوزولی است. همزیستی مایکوریزا با بهبود توسعه ریشه و کارائی جذب عناصر، موجب افزایش غلظت پتاسیم در برگ و اندام هوایی می شود. اسید سالیسیلیک نیز در گیاهان تحت شوری (از جمله ذرت) غلظت پتاسیم را از طریق بهبود وضعیت آبی و با تحریک ژن های دخیل در انتقال سدیم به واکوئل افزایش می دهد (Mostafavi *et al*., 2024).

شاخص سبزینگی برگ پرچم: نتایج نشان داد که سطوح مختلف شوری تحت محلول پاشی ۲/۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک، شاخص سبزینگی برگ پرچم بیشتری دارند (شکل۱). کاهش شاخص کلروفیل در تنش شوری معمولا" از اختلال در غشای تیلاکوئیدی، تخریب مولکول های کلروفیل به واسطه فعالیت کلروفیلاز و ناپایداری کمپلکس پروتئین-رنگدانه ناشی از تخریب کلروپلاست ها نتیجه می شود. مایکوریزا با افزایش جذب منیزیم و آهن، بهبود وضعیت آبی سلول و با ایجاد شبکه ریشه ای گسترده ایفای نقش می کند. اسید سالیسیلیک نیز غلظت کلروفیل را همراه با افزایش فتوسنتز، تعرق و فعالیت روزنه ای تقویت می نماید. گزارش شده است که کاربرد همزمان مایکوریزا و اسید سالیسیلیک تحت شوری سبب افزایش شاخص سبزینگی برگ پرچم گیاهان مختلف از جمله همیشه بهار شده است (Koochakzadeh *et al*., 2023).

میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان (کاتالاز و پراکسیداز): بیشترین میزان کاتالاز در تیمار شوری۱۲۰ میلی مولار با اسید سالیسیلیک ۲/۱ میلی مولار حاصل شد که به میزان ۸۲/۱۷۱ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. بیشترین میزان پراکسیداز از تیمارشوری۱۲۰ میلی مولار با اسید سالیسیلیک ۲/۱ میلی مولار حاصل شد که به میزان ۳۶/۲۳۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (شکل۱).گیاهان برای مقابله با تنش های محیطی با افزایش فعالیت سامانه آنتی اکسیدانی خود، به ویژه آنزیمهای کاتالاز و پراکسیداز، گونه های فعال اکسیژن را خنثی می کنند. این آنزیم ها با تجزیه پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن از آسیب سلولی جلوگیری می کنند. همزیستی مایکوریزا نیز در تنش شوری با تقویت جذب عناصر غذایی و بهبود ارسال فاکتورهای هورمونی حاوی کلسیم و روی، فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی را با حضور ایزوآنزیم های فلزی وابسته به مس، روی و منگنز افزایش می دهند. اثر توام شوری، اسید سالیسیلیک و قارچ مایکوریزا بر خاصیت آنتی اکسیدانی کل در سطح احتمال یک درصد، معنی دارگزارش شده است (Koochakzadeh *et al*., 2023).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه شده است و کاربرد قارچ مایکوریزا و اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل آنها تاثیر معنی داری در بهبود این صفت داشتند. تلقیح با قارچ مایکوریزا و محلول پاشی برگی اسید سالیسیلیک هر کدام به تنهایی باعث بهبود و افزایش شاخص سبزینگی برگ پرچم شدند. به طورکلی کاربرد قارچ مایکوریزا و اسید سالیسیلیک می تواند در بالابردن مقاومت گیاه به شرایط تنش شوری، به واسطه ایجاد بهبود سیستم دفاعی گیاه، بالابردن ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاه جو از جمله کاتالاز و پراکسیداز و ایجاد سیستم ریشه‌ای قوی متشکل از تارهای کشنده گسترده و هیفهای قارچی متعدد و درنتیجه بهبود جذب مواد غذایی و آب در شرایط تنش، موثر واقع شود.



شکل ۱- سطوح شوری (S0:صفر، S60: 60 میلی مولار و S120: 120 میلی مولار) و اسید سالیسیلیک (SA0: صفر، SA0.6: 0/6میلی مولار و SA1.2: 1/2میلی مولار). حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد با آزمون دانکن می باشد.

منابع

Basak, H., Mesut Cimrin, K., & Turan, M. (2024). Effects of Mycorrhiza on Plant Nutrition, Enzyme Activities, and Lipid Peroxidation in Pepper Grown Under Salinity Stress. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 26(2) 359-369. https://doi.org/10.22034/JAST.26.2.359

Habibi, G., Hosseini Nejad, O., 2020. Salicylic acid and hydrogen peroxide priming as a means to induce salt stress tolerance of wheat. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology).* 33, 827-839. [In Persian with English Summary] . https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1399.33.4.11.7

Koochekzadeh, A., Siahposh, A., Moradi-Telavat, M. R., & Shafiee, M. (2023). Effect of Mycorrhizal inoculation and Salicylic Acid on Growth Characteristics, Yield and Quality of Marigold under Salinity Stress. *Journal of Crops Improvement*, *25*(4), 1133-1148. https://doi.org/0.22059/jci.2023.344308.2719

Mostafavi, S., Hajilou, J., & Boland Nazar, S. (2024). The effect of symbiosis with mycorrhizal fungus on the physiological properties and nutrient uptake of 'Supernova' almonds grafted on GN15 rootstocks under salt stress conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *34*(3), 309-325. https://doi.org/10.22034/saps.2024.60735.3188

Sharaya, R., Gill, R., Kalwan, G., Naeem, M., Tuteja, N., & Gill, S. S. (2023). Plant-microbe interaction mediated salinity stress tolerance for sustainable crop production. *South African Journal of Botany*, *161*, 454-471. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.08.043

Yoosefi, B., & Karamian, R. (2024). Effects of salt stress and salicylic acid on morphological, physiological, and growth traits of creeping savory (Satureja spicigera (C. Koch) Boiss). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *40*(3), 485-505. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2024.131923