



افزایش تحمل لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به تنش شوری با تلقیح همزمان باکتری‌های فیلوسفری و ریزوبیوم

صفورا انصاری^۱، سیدعبدالرضا کاظمینی^{۱*}، مژگان علی‌نیا^۱

^۱ گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز- akazemeini@shirazu.ac.ir

نتایج و بحث

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش شوری تا بالاترین سطح موجب کاهش کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کاروتنوئید در هر دو رقم شد (شکل ۱ الف، ب، ج). با این حال، کاربرد تیمارهای باکتریایی اثرات منفی شوری را تعدیل کرد و باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کاروتنوئید نسبت به شاهد بدون تلقیح شد. بیشترین مقدار کلروفیل *a* و کلروفیل *b* در تیمار توأم فیلوسفری یک و ریزوبیوم مشاهده گردید. کاربرد همزمان فیلوسفری یک و ریزوبیوم موجب افزایش محتوای کاروتنوئید در هر دو رقم گردید، به طوری که بیشترین پاسخ در رقم الماس مشاهده شد (شکل ۱). در رقم الماس، تعامل فیلوسفری یک و ریزوبیوم در شرایط غیرشور نیز بیشترین محتوای کلروفیل *a* را نشان داد (۱/۹۲ میلی‌گرم در گرم وزن تازه)، در حالی که بیشترین کلروفیل *b* در تیمار فیلوسفری دو و ریزوبیوم مشاهده شد (۰/۹۷ میلی‌گرم در گرم وزن تازه). افزایش شوری از ۰/۵ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، رنگیزه‌های فتوسنتزی را کاهش داد. به طور مشابه، در رقم پاک، کاهش کلروفیل *a* در همان تیمارها بود (شکل ۱ الف). کاهش شدید محتوای کلروفیل *a* و *b* تحت تنش شوری (تا ۷۷/۴ درصد در رقم الماس) بیانگر اثرات مخرب سمیت یونی و تنش اکسیداتیو بر ساختار و عملکرد کلروپلاست است؛ امری که با گزارش‌های پیشین مبنی بر تخریب غشای تیلاکوئیدی در شرایط شوری بالا همخوانی دارد. در مقابل، تلقیح باکتریایی، به‌ویژه کاربرد توأم باکتری‌های فیلوسفر همراه با ریزوبیوم، نقش مؤثری در حفظ سطوح کلروفیل ایفا کرد. یکی از سازوکارهای کلیدی در این زمینه، فعالیت آنزیم ACC دآمیناز باکتری‌ها است که با کاهش تجمع اتیلن القاشده توسط تنش، از تجزیه کلروفیل و پیری زودرس جلوگیری می‌کند. حفظ بازده کوانتومی بیشینه فتوسیستم II در گیاهان تلقیح‌شده، به‌ویژه در تیمار فیلوسفری یک و ریزوبیوم، نشان‌دهنده حفاظت مؤثر دستگاه فتوسنتزی در برابر کاهش ۲۴/۵ تا ۵۹/۶ درصدی مشاهده شده در گیاهان شاهد بدون تلقیح است. این پایداری احتمالاً ناشی از بهبود تعادل یونی، تقویت سیستم‌های سم‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن و حفظ کارایی سازوکارهای ترمیم کلروپلاست بوده که در نهایت امکان استفاده مؤثرتر از انرژی نوری را تحت شرایط شور فراهم می‌سازد (AbuQamar et al., 2024; Ayuso et al., 2021).

چکیده

تنش شوری یکی از عوامل محدودکننده اصلی در تولید لوبیا است که با اختلال در رنگیزه‌های فتوسنتزی و تعادل عناصر غذایی، عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. در این پژوهش، اثر تنش شوری (۰/۵ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر) و تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گیاه شامل سویه‌های فیلوسفری، ریزوبیوم و کاربرد توأم آن‌ها بر محتوای کلروفیل و عناصر غذایی دو رقم لوبیا (الماس و پاک) بررسی شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری سبب کاهش معنی‌دار کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کاروتنوئید و در مقابل موجب تجمع بیش از حد سدیم و کلر و کاهش عناصر ضروری نظیر پتاسیم، آهن و منیزیم شد. کاربرد باکتری‌ها به‌طور معنی‌داری اثرات منفی شوری را تعدیل کرد، به طوری که تیمارهای توأم، به‌ویژه باکتری فیلوسفری *Stenotrophomonas maltophilia* و ریزوبیوم، بیشترین نقش را در حفظ کلروفیل و بهبود تعادل عناصر غذایی ایفا کردند. به‌طور کلی، نتایج این تحقیق بر نقش مؤثر باکتری‌های مفید در حفظ رنگیزه‌های فتوسنتزی و تعادل عناصر غذایی تحت تنش شوری تأکید دارد و استفاده از این باکتری‌ها را به‌عنوان راهکاری پایدار برای افزایش تولید لوبیا در اراضی شور پیشنهاد می‌کند.

مقدمه

تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی محدودکننده رشد، فتوسنتز و عملکرد محصولات زراعی است که به‌ویژه از طریق برهم‌زدن تعادل عناصر غذایی و تخریب رنگیزه‌های فتوسنتزی، کارایی فیزیولوژیک گیاهان را کاهش می‌دهد. لوبیا به‌عنوان یکی از منابع اصلی پروتئین و ریزمغذی‌ها در تغذیه انسان، به‌شدت به شوری حساس بوده و افزایش شوری خاک و آب آبیاری می‌تواند به افت شدید رشد و عملکرد این گیاه منجر شود (Alinia et al., 2021). در سال‌های اخیر، استفاده از باکتری‌های محرک رشد گیاه به‌عنوان راهکاری زیست‌سازگار برای کاهش اثرات منفی شوری مورد توجه قرار گرفته است. باکتری‌های فیلوسفری و ریزوبیوم می‌توانند از طریق بهبود جذب و تنظیم عناصر غذایی، کاهش تجمع سدیم و تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی، به حفظ محتوای کلروفیل و پایداری دستگاه فتوسنتزی کمک کنند. بنابراین، بررسی اثر همزمان این باکتری‌ها بر کلروفیل و عناصر غذایی می‌تواند دیدگاه نوینی در جهت افزایش تحمل لوبیا به شوری و پایداری تولید در اراضی شور ارائه دهد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. تیمارها شامل شش سطح تلقیح باکتریایی و چهار سطح شوری بر روی دو رقم لوبیا (الماس و پاک) بود. محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی از برگ سوم تازه با استفاده از استون ۸۰ درصد و به روش لیختن‌تالر و ولبورن اندازه‌گیری شد. غلظت عناصر منیزیم، کلر، آهن، سدیم و پتاسیم پس از خاکستری‌گیری نمونه‌های خشک و هضم اسیدی، به‌ترتیب با فلیم‌فوتومتر و جذب اتمی تعیین گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) در نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطوح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

منابع

- AbuQamar, S. F., El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Desoky, E. S. M., Elrys, A. S., Abd El-Mageed, T. A., and El-Tarabily, K. A. (2024). Halotolerant plant growth-promoting rhizobacteria improve soil fertility and plant salinity tolerance for sustainable agriculture—A review. *Plant Stress*, 12, 100482. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100482>
- Alinia, M., Kazemeini, S. A., Dadkhodae, A., Sepehri, M., and Pessarakli, M. (2021). Improving salt tolerance threshold in common bean cultivars using melatonin priming: a possible mission?. *Journal of Plant Nutrition*, 44(18), 2691-2714. <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1927092>
- Ayuso-Calles, M., Flores-Félix, J. D., and Rivas, R. (2021). Overview of the role of rhizobacteria in plant salt stress tolerance. *Agronomy*, 11(9), 1759. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091759>
- Sridhar, D., Altheswairini, S. S., Banasarahi, J., Enshasy, H. A. E., Lalitha, S., Mir, S. H., and Sayyed, R. (2025). Halophilic rhizobacteria promote growth, physiology and salinity tolerance in *Sesamum indicum* L. grown under salt stress. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1590854. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1590854>

