



بررسی برهمکنش باکتری *Acinetobacter* sp. بر رشد گیاهچه گندم تحت

تنش شوری

اسماعیل بخشنده^{۱*}، مریم جلالی^۲

*گروه زراعت و اصلاح برنج، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری
 ۲ دانشجوی دکتری آگروتکنولوژی، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

نتایج و بحث

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات ساده شوری، باکتری و اثرات متقابل (شوری×باکتری) بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که در سطوح مختلف شوری، بذرهاى تلقیح‌شده با باکتری موجب افزایش مقدار صفات درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه نسبت به تیمار شاهد (بدون تلقیح) شد (جدول ۱). به‌طوری‌که، درصد جوانه‌زنی با افزایش سطوح شوری از صفر تا ۵۰۰ میلی‌مولار، بیش از ۸۰ درصد کاهش یافت. همچنین با افزایش شوری، درصد گیاهچه و طول گیاهچه در تیمار بدون باکتری در ۳۰۰ میلی‌مولار و در تیمار با باکتری در ۴۰۰ میلی‌مولار به صفر رسید. وزن خشک گیاهچه نیز در هر دو تیمار با و بدون باکتری در ۳۰۰ میلی‌مولار صفر شد. دلیل کاهش مقدار صفات در سطوح بالای شوری را می‌توان به اثر سمی یون‌های سدیم و کلر بر جوانه‌زنی بذر نسبت داد (Bakhshandeh et al., 2020). همچنین نتایج مشابهی نشان داد که تلقیح باکتری *Bacillus amyloliquefaciens* در گیاه ارزن دمر و باهی موجب افزایش درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، میزان پروتئین، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز و کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدئید شد (Murali et al., 2021). در مطالعه دیگر، تلقیح ترکیبی *Bacillus* و *Bradyrhizobium japonicum* از طریق تولید ایندول‌استیک‌اسید، جیبرلین و اسیدسالیسیلیک موجب بهبود صفات رشدی در سویا شدند. به‌طور کلی، کاربرد موفق باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد علاوه بر توانایی سازگاری آن‌ها به تغییرات شرایط محیطی، به توانایی آن‌ها در استقرار و رقابت با دیگر ریزجانداران اطراف ریشه وابسته بوده که باید در مطالعات مد نظر قرار گیرد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) و مقایسه میانگین مؤلفه‌های رشد گیاهچه گندم (رقم احسان) تحت تأثیر باکتری *Acinetobacter* sp. در سطوح مختلف تنش شوری حاصل از نمک کلرید سدیم

| منابع تغییرات | درصد جوانه‌زنی | درصد گیاهچه با طول ریشه‌چه | طول گیاهچه | وزن خشک گیاهچه |
|------------------------|----------------|----------------------------|-------------|----------------|
| شوری | ۵۸۹۸** | ۱۰۴۷۸** | ۸۰۱** | ۲۸۶** |
| باکتری | ۲۳۶۸** | ۲۹۸۸** | ۲۴/۴** | ۹/۷۹** |
| شوری×باکتری | ۴۳۰** | ۸۴۱** | ۵/۴۳** | ۳/۹۳** |
| ضریب تغییرات (درصد) | ۸/۵ | ۱۱/۱ | ۱۲/۵ | ۷/۸ |
| سطوح شوری (میلی‌مولار) | تلقیح (درصد) | تلقیح (درصد) | (سانتی‌متر) | (میلی‌گرم) |
| بدون باکتری | ۸۹/۳b | ۸۷۰b | ۲۴/۴b | ۱۳/۱b |
| با باکتری | ۹۵/۳a | ۹۵/۳a | ۲۷/۲a | ۱۶/۳a |
| بدون باکتری | ۸۵/۳b | ۸۴/۰b | ۱۷/۲b | ۱۰/۳b |
| با باکتری | ۹۳/۳a | ۹۳/۳a | ۲۲/۲a | ۱۳/۳a |
| بدون باکتری | ۷۶/۰b | ۲۴/۰b | ۱/۲۴b | ۰/۷۴b |
| با باکتری | ۹۳/۳a | ۸۱/۳a | ۳/۷۰a | ۲/۲۱a |
| بدون باکتری | ۳۴/۶b | ۰/۰b | ۰/۰b | ۰/۰۰ |
| با باکتری | ۸۱/۳a | ۳۷/۳a | ۱/۴۸a | ۰/۰۰ |
| بدون باکتری | ۲۹/۳b | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| با باکتری | ۴۶/۶a | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| بدون باکتری | ۹/۰b | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |
| با باکتری | ۱۶/۰a | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ |

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

چکیده

گندم به‌عنوان یک منبع بسیار مهم در تغذیه انسان به شمار می‌رود. تنش شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌هایی است که بر رشد گیاهچه و استقرار این گیاه اثر دارد. بنابراین، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار با هدف بررسی تأثیر برهمکنش باکتری *Acinetobacter* sp. با گندم (رقم احسان) در سطوح مختلف تنش شوری (کلرید سدیم؛ صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار) بر مؤلفه‌های رشد گیاهچه گندم اجرا گردید. طبق نتایج درصد جوانه‌زنی با افزایش سطوح شوری از صفر تا ۵۰۰ میلی‌مولار، بیش از ۸۰ درصد کاهش یافت. همچنین با افزایش شوری، درصد گیاهچه و طول گیاهچه در تیمار بدون باکتری در ۳۰۰ میلی‌مولار و در تیمار با باکتری در ۴۰۰ میلی‌مولار به صفر رسید. وزن خشک گیاهچه نیز در هر دو تیمار با و بدون باکتری در ۳۰۰ میلی‌مولار صفر شد. مقادیر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در زمان تلقیح با باکتری به‌طور معناداری بیشتر از شرایط بدون تلقیح بود. در مجموع، نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد باکتری *Acinetobacter* sp. توانست در بهبود رشد گیاهچه گندم در شرایط تنش شوری کمک نماید.

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده در جهان است. اثرات نامطلوب این تنش تقریباً در تمام مراحل رشد و توسعه گیاه، از جمله مرحله جوانه‌زنی، استقرار و توسعه گیاهچه قابل مشاهده است. در طی چند دهه اخیر مطالعات زیادی نشان داد که تنش شوری از طریق مسیرهای متنوعی از جمله تنش آب، اختلالات تغذیه‌ای، سمیت یونی، تنش اکسیداتیو، تغییرات در فرایندهای متابولیک، بی‌نظمی غشاء سلولی، کاهش توسعه و تقسیم سلولی به طور قابل توجهی بر رشد گیاه تأثیر می‌گذارد (Hao et al., 2021). همچنین مطالعات گذشته نشان داد که باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه می‌تواند از طریق مجموعه‌ای از سازوکارهای مختلف رشد گیاه میزبان را در زمان روپارویی تنش شوری به‌طور مؤثری بهبود بخشد (Wahab et al., 2025).

گندم با نام علمی (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاه جهت امنیت غذایی در جهان به شمار می‌رود. کاهش درصد جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه در اثر شوری بالا در مطالعات متعددی گزارش شده است. به‌عنوان مثال، بخشنده و همکاران گزارش کردند که در سطوح بالای شوری، اثر سمی سدیم و کلر منجر به خسارت به بذر سویا و عدم موفقیت در جوانه‌زنی خواهد شد (Bakhshandeh et al., 2020). علاوه بر این، افزایش ۲۶/۳، ۳۳/۳ و ۱۰۵/۳ درصدی به ترتیب صفات طول ساقه و ریشه و وزن تر نهال‌های گوجه‌فرنگی تیمار شده با باکتری *Acinetobacter* sp. SW5 در مقایسه با تیمار شاهد گزارش گردید که علت آن را به توانایی تولید ایندول‌استیک‌اسید این جدایه باکتری نسبت دادند (Kwon and Song, 2014). بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی برهمکنش باکتری *Acinetobacter* sp. با گندم (رقم احسان) تحت تنش شوری حاصل از نمک کلرید سدیم اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۴۰۴ جهت ارزیابی برهمکنش باکتری *Acinetobacter* sp. با گندم (رقم احسان) تحت تنش شوری اجرا شد. تیمارهای آزمایشی تلقیح بذر با باکتری و شاهد (عدم تلقیح باکتری) در شش سطح شوری حاصل از کلرید سدیم شامل صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار بودند. باکتری مورد استفاده (در حال انجام مراحل ثبت)، از پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان تهیه شد. آزمون رشد گیاهچه بر روی ۲۵ بذر تلقیح‌شده (به روش غوطه‌وری بذر به مدت ۱۰ دقیقه در سوسپانسیون باکتری با جمعیت ۱۰^۷ کلونی در میلی‌لیتر) در هر تکرار از هر تیمار انجام شد. از کاغذهای رول‌شده (روش ساندویچ) پیشنهاد شده توسط ایستا برای این آزمون استفاده شده و بذر بین دو لایه کاغذ مرطوب جوانه‌دار شدند. جهت جلوگیری از تبخیر، کاغذهای رول‌شده داخل نایلون پلاستیکی نازک و شفاف قرار گرفته و به صورت تصادفی در داخل انکوباتور با دمای مطلوب ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد (دمای مطلوب جوانه‌زنی) نگهداری شدند. در پایان آزمون رشد گیاهچه (روز هشتم)، تعداد بذر جوانه‌زده (معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر یا بیشتر بود) و تعداد گیاهچه با طول ریشه‌چه یک سانتی‌متر یا بیشتر اندازه‌گیری شد. همچنین تعداد هفت گیاهچه به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد و طول گیاهچه به وسیله خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. جهت تعیین وزن خشک، گیاهچه‌ها مربوط به هر تیمار به طور مجزا در درون آون و در دمای ۷۰ درجه‌سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد، سپس وزن آن‌ها توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین به روش آزمون توکی یا حداکثر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

منابع

Bakhshandeh, E., Gholamhosseini, M., Yaghoobian, Y., and Pirdashti, H. (2020). Plant growth promoting microorganisms can improve germination, seedling growth and potassium uptake of soybean under drought and salt stress. *Plant Growth Regulation*, 90(1), 123-136. doi:10.1007/s10725-019-00556-5

Hao, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J., and Chen, S. (2021). A review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance. *Horticulturae*, 7(6), 132. doi:10.3390/horticulturae7060132

Kwon, H.D., and Song, H.G. (2014). Interactions between indole-3-acetic acid producing *Acinetobacter* sp. SW5 and growth of tomato plant. *The Korean Journal of Microbiology* 50(4):302-307 doi:10.7845/kjm.2014.4050

Mujumdar, S., Bhojar, J., Akkar, A., Hundekar, S., Agnihotri, N., Jaybhay, P., and Bhuyan, S. (2023). *Acinetobacter*: A versatile plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). In *Plant-microbe interaction-recent advances in molecular and biochemical approaches* (pp. 327-362). Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-323-91875-6.00009-8

Murali, M., Singh, S.B., Gowtham, H., Shilpa, N., Prasad, M., Aiyaz, M., and Amruthesh, K. (2021). Induction of drought tolerance in *Pennisetum glaucum* by ACC deaminase producing PGPR-*Bacillus amyloliquefaciens* through Antioxidant defense system. *Microbiological Research* 253: 12689. doi: 10.1016/j.micres.2021.126891

Wahab, A., Batool, F., Abdi, G., Muhammad, M., Ullah, S., and Zaman, W. (2025). Role of plant growth-promoting rhizobacteria in sustainable agriculture: Addressing environmental and biological challenges. *Journal of Plant Physiology*, 154455. doi:10.1016/j.jplph.2025.154455