19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025

نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴

مدیریت جامع‌نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management
دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

بررسی اثر نانوذرات سلنیوم و تیتانیوم بیوسنتز شده و باکتریهای محرک رشد گیاه بر شاخص های رشدی گندم در حضور عامل بیماریزای گیاهی در شرایط گلخانه

مریم کاشی ساز*[۱]، نعیمه عنایتی ضمیر[۲]، محمدرضا اصلاحی[۳]، پنگچنگ فو[۴]

۱*. دانش آموخته دکتری بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲.استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۳. دانشیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۴. استاد دانشگاه هاینان، چین

*Email: maryam.kashisaz90@gmail.com

چکیده

استفاده از فناوری نانو در کشاورزی، انقلابی در صنعت کشاورزی بوده که به طور کامل شیوه‌های کشاورزی فعلی را تغییر خواهد داد. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر نانوذرات بیوسنتز شده و باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) بر ویژگی‌های رشدی گندم در حضور عامل بیماریزای گیاهی(*F. culmorum*) و در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. در این مطالعه تاثیر نانوذرات بیوسنتز شده و کنسرسیومی از باکتریهای محرک رشد در خاک آلوده به *فوزاریوم* بر عملکرد گندم بررسی شده است. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید.نتایج نشان داد تاثیر تیمارها بر کلروفیل، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و وزن هزار دانه معنی دار بود. به طور کلی افزودن نانوذره یا مایه زنی باکتری به خاک و استفاده ترکیبی از این دو باعث بهبود رشد گندم، افزایش عملکرد و مقاومت گیاه در برابر تنش زیستی شد.

واژگان کلیدی: باکتری محرک رشد،سلنیوم، تیتانیوم، گندم، نانوذره

مقدمه

گندم(*Triticum asetivum L*.) یکی از مهمترین غلات و محصولی استراتژیک در سراسر جهان می باشد. بیماری پوسیدگی ریشه گندم توسط قارچهای بیماریزا مانند *Fusarium graminearum* و *F. culmorum* به طور معنی داری بر عملکرد گندم در سراسر جهان تأثیر میگذارد. این بیماری در اوایل مرحله ایجاد گیاهچه، با حمله قارچ به بافت ریزودرمی ریشه ایجاد و باعث آلودگی پوست ریشه شده و سپس قارچ بیماریزا پایه ساقه را در برگرفته و به سمت بافت آوندی رفته و تاج گیاه را نیز آلوده کرده و در نهایت باعث از بین رفتن محصول میشود(Shah et al., 2018). استفاده از باکتریهای محرک رشد گیاه به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی و جایگزینی برای کودهای شیمیایی و آفتکشها/ قارچکشها نشان داده شده است(Tabassum et al., 2017). این باکتریها قادرند رشد گیاه را مستقیماً با تولید فیتوهورمونها، تثبیت نیتروژن، انحلال فسفات، تولید سیدروفور، تسهیل جذب مواد

مغذی از خاک و به طور غیرمستقیم با کنترل زیستی عوامل بیماریزا بهبود بخشند(Zahra et al., 2023). افزایش نیاز غذایی و محدودیت منابع، ضرورت استفاده از فناوری‌های نوین در کشاورزی را بیش از پیش آشکار کرده است. در این میان، نانوذرات بیوسنتز شده به‌عنوان جایگزینی سازگار با محیط زیست به جای کودهای شیمیایی، توانایی بالایی در بهبود جذب عناصر غذایی و تحریک رشد گیاه دارند.

با وجود مطالعات متعدد درباره نقش نانوذرات یا باکتری‌ها به‌صورت جداگانه، اطلاعات کافی در خصوص اثر همزمان این دو بر رشد گندم در شرایط کنترل‌شده وجود ندارد. در این پژوهش تاثیر نانوذرات بیو سنتز شده و باکتری های محرک رشد بر برخی شاخص های رشدی گندم در حضور *F. culmorum* در کشت گلدانی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

بذور گندم رقم بهرنگ، پس از استریل شدن با استفاده از هیپوکلریت سدیم در سوسپانسیون حاوی نانوذرات سلنیوم و تیتانیوم سنتز شده با استفاده از قارچ *تریکودرما* به ترتیب در دو غلظت ۷۵ و ۱۰۰ میلیگرم در به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. تعداد ۱۰ بذر در گلدانهای حاوی خاک آلوده به قارچ *فوزاریوم* کشت شدند. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. . تیمارهای آزمایش شامل نانوذره سلنیوم، نانوذره اکسید تیتانیوم، نانوذره سلنیوم+*E. cloacae* ، نانوذره سلنیوم+ *Pseudomonas* ، نانوذره سلنیوم+ دو باکتری ، نانوذره اکسید تیتانیوم + *E. cloacae*. نانوذره اکسید تیتانیوم + *Pseudomonas* ، نانوذره اکسید تیتانیوم +دو باکتری و دو باکتری *Pseudomonas* و *E. cloacae* در سه تکرار بودند. سه گلدان حاوی خاک بدون آلودگی با قارچ بیمارگر و بدون اعمال تیمار به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند؛ همچنین سه گلدان به عنوان شاهد دارای آلودگی و بدون تیمار تهیه شد. گلدانها در گلخانه تا زمان پر شدن خوشه قرار گرفتند. برخی ویژگیهای رشد شامل میزان کلروفیل برگ، طول ریشه و ساقه، وزن خشک ریشه و ساقه، وزن هزاردانه اندازهگیری شدند.

به منظور تجزیه و تحلیل آماری دادههای به دست آمده از آزمایش گلخانهای، از نرمافزار آماری استاتیستیک نسخه ۸/۱ استفاده شد. ابتدا تجزیـهی واریانس دادههـا بر اساس طرح کاملا تصادفی انجـام و سـپس بـرای مقایسه میانگین دادهها از آزمون توکی در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

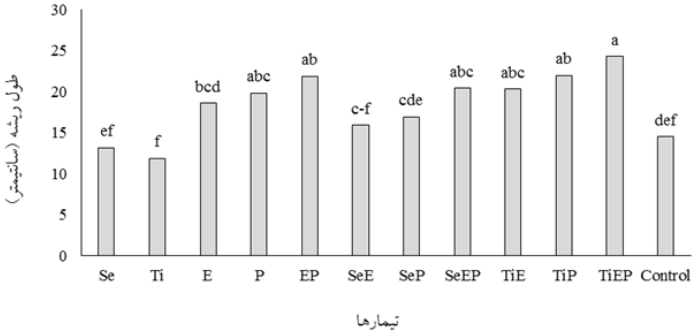
تاثیر تیمارها برشاخص کلروفیل، طول ریشه و ساقه، وزن خشک آنها و وزن هزاردانه

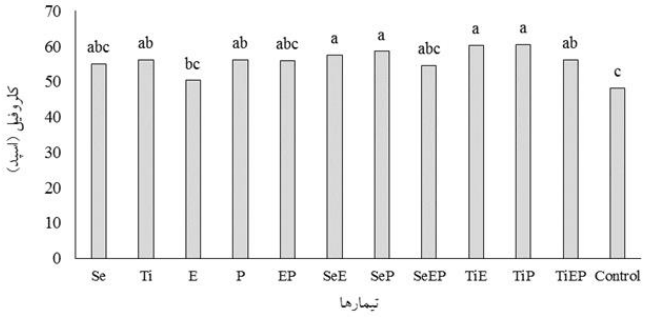
تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر کلروفیل، طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و اندام هوایی و وزن هزار دانه در جدول۱ نشان داده شده است. اثر تیمارها بر این ویژگی‌های گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

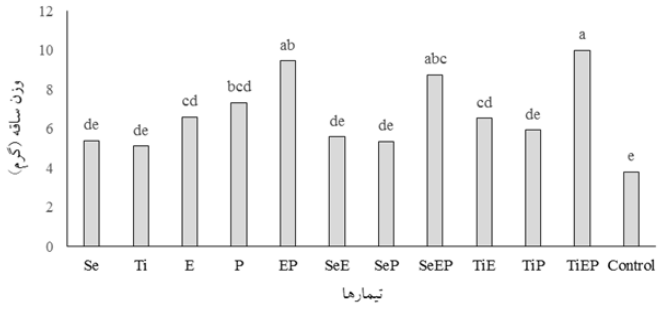
جدول۱- تجزیه واریانس تاثیر تیمارها بر برخی ویژگیهای رشدی گندم و وزن هزار دانه

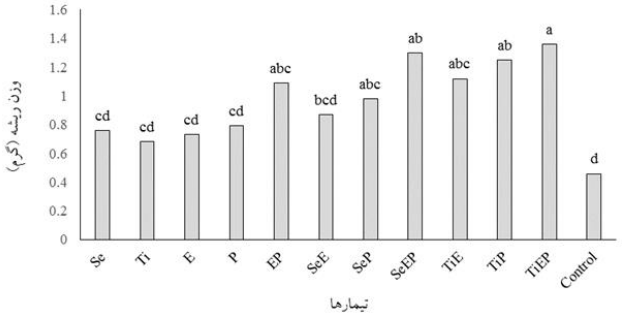
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص کلروفیل	طول ریشه	طول ساقه	وزن ریشه	وزن ساقه	وزن هزاردانه
تیمار	۱۱	۳۸/۶۴**	۴۴/۶۱**	۷۹/۶۵**	۰/۲۳**	۱۰/۷۵**	۱۲۵/۰۷**
خطا	۲۴	۵/۳۷	۲/۸۱	۳/۹۳	۰/۰۲۳	۰/۵۸	۱۰/۴۵
ضریب تغییرات		۴/۱۶	۹/۱۵	۳/۶۹	۱۶/۱۵	۱۱/۴۴	۷/۴۱

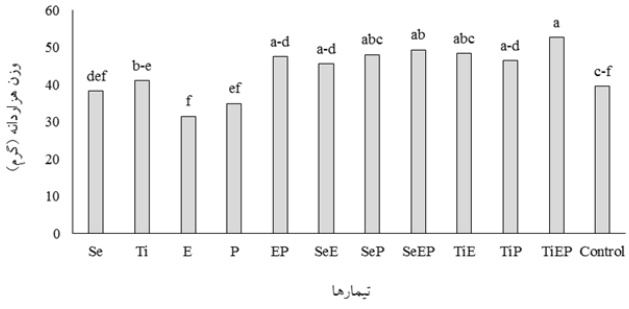
** معنی داری در سطح یک درصد

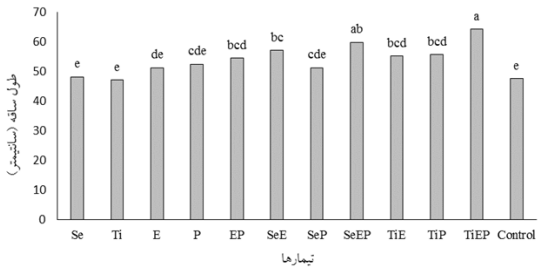

طول ریشه (سانتیمتر)
30
25
20
15
10
5
0
ef f bcd abc ab c-f cde abc abc ab a def
Se Ti E P EP SeE SeP SeEP TiE TiP TiEP Control
تیمارها


کلروفیل (اسپد)
70
60
50
40
30
20
10
0
abc ab bc ab abc a a abc a a ab c
Se Ti E P EP SeE SeP SeEP TiE TiP TiEP Control
تیمارها


وزن ساقه (گرم)
12
10
8
6
4
2
0
de de cd bcd ab de de abc cd de a e
Se Ti E P EP SeE SeP SeEP TiE TiP TiEP Control
تیمارها


وزن ریشه (گرم)
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
cd cd cd cd abc bcd abc ab abc ab a d
Se Ti E P EP SeE SeP SeEP TiE TiP TiEP Control
تیمارها


وزن هزاردانه (گرم)
60
50
40
30
20
10
0
def b-e f ef a-d a-d abc ab abc a-d a c-f
Se Ti E P EP SeE SeP SeEP TiE TiP TiEP Control
تیمارها


طول ساقه (سانتیمتر)
70
60
50
40
30
20
10
0
e e de cde bcd bc cde ab bcd bcd a e
Se Ti E P EP SeE SeP SeEP TiE TiP TiEP Control
تیمارها

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر نانوذرات و باکتری های محرک رشد برشاخص کلروفیل، طول ریشه و ساقه، وزن خشک آنها و وزن هزاردانه

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند. علامت‌ها Ti: TiO_2NPs، Se: SeNPs، E: *Enterobacter cloacae*، P: *Pseudomonas* sp.، Control: گیاه کشت شده در خاک غیرآلوده به *فوزاریوم* و بدون تیمار هستند.

نتیجه‌گیری

نانوذرات و باکتریهای مورد استفاده باعث افزایش تمام شاخص های مربوط به گیاه نسبت به گیاه شاهد شدند که با نتایج پژوهش های پیشین مطابقت دارد(Alabdallah et al., 2021, El-Saadony et al., 2021 ,Ullah et al., 2020,Hernández-Hernández et al,2019). بیشترین مقدار طول ریشه، طول ساقه، وزن ریشه و ساقه و وزن هزاردانه به ترتیب با مقادیر ۶۷/۷۹ ٪، ۳۵/۲۰ ٪، ۱۹۷ ٪ ، ۱۶۲ ٪ ،۳۳/۱۳ ٪ افزایش نسبت به شاهد (گیاه سالم و بدون حضور قارچ) در تیمار دارای نانوذرات تیتانیوم به همراه مخلوط باکتریهای محرک رشد گیاه اندازهگیری شد. پس از آن بیشترین مقادیر، ۵۱/۷۲ ٪ ، ۲۶ ٪ ، ۱۸۴ ٪ ، ۱۴۸ ٪، ۲۴/۵۵ ٪ ، در تیمار دارای نانوذرات سلنیوم به همراه مخلوط باکتریهای محرک رشد گیاه بدون تفاوت معنی دار اندازه گیری شد. در این مطالعه تاثیر نانوذرات بیوسنتز شده و کنسرسیومی از باکتریهای محرک رشد در خاک آلوده به *فوزاریوم* بر عملکرد گندم بررسی شده است. به طور کلی افزودن نانوذره یا مایه زنی باکتری به خاک و استفاده ترکیبی از این دو باعث بهبود رشد گندم، افزایش عملکرد و مقاومت گیاه در برابر تنش زیستی شد.

فهرست منابع

Alabdallah, N.M., Hasan, M.M., Hammami, I., Alghamdi, A.I., Alshehri, D. and Alatawi, H.A., 2021. Green synthesized metal oxide nanoparticles mediate growth regulation and physiology of crop plants under drought stress. Plants, 10(8), p.1730.

El-Saadony, M.T., Saad, A.M., Najjar, A.A., Alzahrani, S.O., Alkhatib, F.M., Shafi, M.E., Selem, E., Desoky, E.S.M., Fouda, S.E., El-Tahan, A.M., Hassan, M.A. 2021. The use of biological selenium nanoparticles to suppress Triticum aestivum L. crown and root rot diseases induced by Fusarium species and improve yield under drought and heat stress. Saudi Journal of Biological Sciences, 28(8): 4461-4471.

Hernández-Hernández, H., Quiterio-Gutiérrez, T., Cadenas-Pliego, G., Ortega-Ortiz, H., Hernández-Fuentes, A.D., Cabrera de la Fuente, M., Valdés-Reyna, J., Juárez-Maldonado, A. 2019. Impact of selenium and copper nanoparticles on yield, antioxidant system, and fruit quality of tomato plants. Plants, 8(10), p.355.

Shah, L., Ali, A., Yahya, M., Zhu, Y., Wang, S., Si, H., Rahman, H., Ma, C. 2018. Integrated control of Fusarium head blight and deoxynivalenol mycotoxin in wheat. Plant Pathology, 67(3): 532-548.

Tabassum, B., Khan, A., Tariq, M., Ramzan, M., Khan, M.S.I., Shahid, N., Aaliya, K. 2017. Bottlenecks in commercialisation and future prospects of PGPR. Applied Soil Ecology, 121: 102-117.

Ullah, S., Adeel, M., Zain, M., Rizwan, M., Irshad, M.K., Jilani, G., Hameed, A., Khan, A., Arshad, M., Raza, A., Baluch, M.A. 2020. Physiological and biochemical response of wheat (Triticum aestivum) to TiO2 nanoparticles in phosphorous amended soil: A full life cycle study. Journal of Environmental Management, 263, p.110365.

Zahra, S.T., Tariq, M., Abdullah, M., Azeem, F. and Ashraf, M.A., 2023. Dominance of Bacillus species in the wheat (Triticum aestivum L.) rhizosphere and their plant growth promoting potential under salt stress conditions. PeerJ, 11, p.e14621.