نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی
9th National and 1st International Conference of Plant Physiology
۲۷–۲۹ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان

بررسی اثر محلول پاشی نانو اکسید سریم بر شاخص سطح برگ گیاه خرفه (Portulaca oleracea L.) در شرایط تنش فلز سنگین سرب

ملیحه جعفرنژاد[۱]، راهله رهباریان[۱]، محبت نداف[۲*]، مهدی آخوندی[۱]، معصومه شاکری[۱]
۱ گروه زیست شناسی،دانشگاه پیام نور، تهران، ایران gafarnezhad.ma.2495@gmail.com
*۲ گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه کوثر بجنورد، بجنورد، ایران m_nadaf@kub.ac.ir

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر نانو ذره اکسید سریم در غلظتهای (۰ و۲و۴ میلی مول بر لیتر) بر روی گیاه دارویی خرفه تحت تنش فلز سنگین سرب در سه غلظت (۰و۲۰۰و۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار به صورت گلدانی انجام شد. تیمار نانو ذره به صورت محلول پاشی برگی انجام شد. تیمار نانو ذره نشان داد که غلظتهای مختلف سرب و نانو ذره دی اکسید سریم روی شاخص سطح برگ اثرات معنی داری داشت. در شرایط بدون نانوذره، افزایش غلظت سرب تا سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک موجب کاهش شاخص سطح برگ شد. در شرایط بدون سرب، افزایش غلظت نانوذره سریم موجب کاهش شاخص سطح برگ شد که نشان‌دهنده‌ی اثر بازدارنده نانوذره در غیاب تنش فلزی است. با این حال، در حضور سرب به‌ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم، کاربرد نانوذره سریم باعث افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ گردید. این موضوع نشان می‌دهد که (CeO2-NPs) در شرایط تنش سرب می‌توانند نقش حفاظتی ایفا کنند و اثرات منفی و مخرب فلز سنگین سرب را تعدیل نمایند.

مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات جهانی محیط زیست بخصوص در اکوسیستم‌ها، آلودگی ناشی از فلزات سنگین است (حق‌شناس، ۱۳۹۶). افزایش فلزسنگین سرب در محیط، اثراتی از قبیل اختلال در جوانه زنی دانه، اختلال در میتوز، القای کلروز و نکروز در برگ، کاهش سطح برگ در گیاه ایجاد می کند (چهرگانی و همکاران، ۱۳۹۴).
خرفه (*Portulaca oleracea L.*)گیاه دارویی است که ساقه‌های بدون کرک و گوشتی، برگ‌های بدون کرک، گوشتی و قاشقی شکل با حواشی صاف و بدون دمبرگ، گل‌ها با دو کاسبرگ گوشتی ارغوانی مایل به سبز و گلبرگ زرد رنگ و میوه از نوع کپسول است. خرفه گیاهی یک‌ساله است، ارتفاع آن تا حدود ۴۰ سانتی‌متر در مراحل بذردهی می‌رسد. خرفه در سرتاسر نواحی معتدل و گرمسیر دنیا انتشار یافته است(*Holm et al., 1977*) .
در سال¬های اخیرکاربرد نانوذرات در بخش کشاورزی به دلیل کارایی و نقش نانوذرات در تسهیل جذب مواد غذایی برای گیاهان وهمچنین اثر آفت کشی آنها بسیار مورد توجه قرار گرفته است (*J.S.Preeta et al.,2023*).گزارش‌ها نشان می‌دهد که محلول‌پاشی نانوذرات اکسید سریم برای ارتقای سیستم دفاعی و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها و بهبود عملکرد و کیفیت محصولات تحت تنش¬های غیر زیستی بسیار موثر است. شاخص سطح برگ به عنوان یکی از مهمترین شاخص¬های رشد گیاه در تحقیقات جدید معرفی شده است و بررسی اثر تنش¬ها بر این شاخص می¬تواند در تعیین میزان تحمل گیاه به تنش موثر باشد. از طرفی تیمار نانو ذره نیز اغلب اثر تغدیل کنندگی خود را با افزایش نسبی شاخص سطح برگ و دیگر شاخص¬های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی درگیاه نشان می¬دهد. بنابراین، در این تحقیق سعی بر این بوده است که اثر فلز سنگین سرب و اثر تعدیل کنندگی نانو ذره اکسید سریم بر شاخص سطح برگ گیاه خرفه مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در ابتدا بذر مناسب از شرکت پاکان بذر اصفهان و خاک مناسب از گلخانه تحقیقاتی دانشگاه پیام‌نور بجنورد تهیه شد. نمونه خاک برای آنالیز ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و تعیین میزان سرب مورد آزمایش قرار گرفت. سپس آلوده سازی خاک به فلز سنگین سرب در سه غلظت مخلف (۰و ۲۰۰و۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) انجام شد. بذرهای خرفه در خاک های آلوده شده به فلز سنگین کشت شدند. بعد از کاشت بذرها گلدان ها در درجه حرارت محیط (۲۳ تا۳۰درجه سانتی گراد) و در شرایط نور طبیعی (۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) قرار گرفته و آبیاری طبیعی در حد ظرفیت زراعی به صورت منظم انجام گرفت پس از دو هفته از کشت بذر و در مرحله چهاربرگی محلول‌پاشی نانوذره اکسیدسریم (NPS - CeO2)در سه غلظت (۰و۲و۴ میلی مول بر لیتر) و به مدت ۴ هفته به صورت یک روز در میان انجام شد. با توجه به اهمیت شاخص سطح برگ در تعیین اثر تنش و تعیین میزان تعدیل کنندگی نانوذره مورد بررسی، شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی اندازه گیری شد. درمجموع سه برگ از هر تیمار در مرحله گلدهی جدا و مساحت آن‌ها با استفاده از کاغذ میلیمتری تعیین و سپس میانگین گرفته شد. آنالیز آماری و رسم نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار اکسل و SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

آنالیز واریانس داده ها نشان داد که اثر تیمار سرب و نانو ذره و همچنین اثر متقابل سرب/نانوذره بر شاخص سطح برگ معنی دار است (جدول ۱) ($p<0.05$). با افزایش غلظت سرب از سطح صفر به ۲۰۰، شاخص سطح برگ به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲) ($p<0.05$). با این حال افزایش میزان سرب به سطح ۴۰۰ سبب افزایش سطح برگ نسبت به سطح سرب ۲۰۰ گردید (جدول ۲) ($p<0.05$). تیمار نانو ذره سبب افزایش میزان سطح برگ در شرایط تنش ۲۰۰ و ۴۰۰ سرب نسبت به شرایط بدون سرب گردید (جدول ۴) ($p<0.05$).
نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنش فلز سنگین سرب و کاربرد نانوذرات اکسیدسریم (CeO2-NPs) اثرات معنی‌داری بر شاخص سطح برگ گیاه خرفه داشتند. در شرایط بدون نانوذره، افزایش غلظت سرب تا سطح ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک موجب کاهش شاخص سطح برگ شد، در حالی که در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم افزایش نسبی مشاهده گردید. این یافته بیانگر آن است که پاسخ گیاه به سرب غیرخطی بوده و احتمالاً ناشی از تحریک مکانیسم‌های دفاعی در غلظت‌های بالاتر است. از سوی دیگر، در شرایط بدون سرب، افزایش غلظت نانوذره سریم موجب کاهش شاخص سطح برگ شد که نشان‌دهنده‌ی اثر بازدارنده (CeO2-NPs) در غیاب تنش فلزی است. با این حال، در حضور سرب به‌ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم، کاربرد نانوذره سریم باعث افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ گردید. این موضوع نشان می‌دهد که (CeO2-NPs) در شرایط تنش سرب می‌توانند نقش حفاظتی و تعدیل کنندگی ایفا کنند و اثرات منفی سرب را تا حدودی خنثی نمایند. به طور کلی، نتایج بیانگر نقش دوگانه نانوذرات سریم در گیاه خرفه است: در شرایط عادی ممکن است اثر بازدارنده داشته باشند، اما در حضور تنش فلزی می‌توانند به‌عنوان عامل محافظتی عمل کنند. بنابراین، استفاده از (CeO2-NPs) در دوزهای بهینه می‌تواند رویکردی مؤثر برای کاهش اثرات منفی فلزات سنگین بر گیاهان دارویی و پالاینده باشد (*Xin et al, 2023 and J.S.Preeta et al.,2023*).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر سرب و نانو ذره اکسید سریم بر شاخص سطح برگ گیاه خرفه

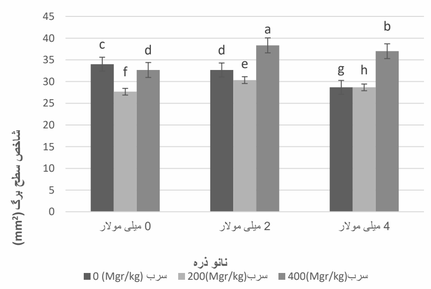
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص سطح برگ
سرب	۲	۹۳۳/۱۱۳*
نانوذره اکسید سریم	۲	۷۰۹۰/۳۰*
سرب*نانو ذره اکسیدسریم	۴	۲۰۴/۳*
خطا	۱۸	۰/۰۰۰۰

*وns به ترتیب معناداربودن وغیرمعناداربودن میانگین ها را نشان می دهد ($p<0.05$).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سرب بر شاخص سطح برگ گیاه خرفه

غلظت سرب	شاخص سطح برگ
صفر	۶۶۶/۳۲ b
۲۰۰	۸۸۸/۲۸ c
۴۰۰	۹۹۹/۳۵ a

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند



جدول ۳- مقایسه میانگین اثر نانو ذرهاکسید سریم بر شاخص سطح برگ گیاه خرفه

غلظت نانو ذره سریم	شاخص سطح برگ
صفر	۲۲۲/۳۴ a
۲ میلی مولار	۷۷۷/۳۲ b
۴ میلی مولار	۵۵۵/۳۰ c

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سرب و نانو ذره اکسید سریم بر شاخص سطح برگ گیاه خرفه

غلظت سرب	غلظت نانو ذره سریم	شاخص سطح برگ
صفر	صفر	۳۴ c
	۲ میلی مولار	۶۶۶/۳۲ d
	۴ میلی مولار	۶۶۶/۲۸ g
۲۰۰ میلی گرم	صفر	۶۶۶/۲۷ f
	۲ میلی مولار	۳۳۳/۳۰ e
	۴ میلی مولار	۶۶۶/۲۸ h
۴۰۰میلی گرم	صفر	۶۶۶/۳۲ d
	۲ میلی مولار	۳۳۳/۳۸ a
	۴ میلی مولار	۳۷ b

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند

منابع

چهرگانی، م.، و همکاران. ۱۳۹۴. اثر سرب بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان. مجله سلول و بافت، ۶ (۴)، ۵۴۳–۵۵۵. doi: 10.52547/JCT.6.4.543
حق‌شناس، آ.، حاتمی‌منش، م.، میرزائی، م.، میرسنجری، م.، حسین خضری، پ. ۱۳۹۶. سنجش و ارزیابی خطر اکولوژیکی فلزات سنگین در رسوبات سطحی منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس. مجله علمی پژوهشی طب جنوب، ۲۰(۵)، ۴۶۹-۴۴۸.
قائمی مهین ؛ زارع زهرا ؛ و فلاح ذوالفقار(۱۴۰۲) بررسی تنش سرب بر برخی ویژگی های مورفولوژیک و آناتومیک گیاه همیشه بهار (Calendula officinalis) فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران ۱۸(۲)، ۸۷-۹۶. doi: 10.22034/plantbiotech.2023.705533
Xin, G. Fan, S. Zhao, Y. Meng, Q. Li, X. Zhang, F. Dong, C. Jiao, C. Xie, C. Ma, Y. He, X. Zhang Z. and. Zhang Z (2023). Understanding the phytotoxic effects of CeO_2 nanoparticles on the growth and physiology of soybean (Glycine max L. Merrill) in soil media. Environmental Science: Nano, 10, 2904–2912. DOI: 10.1039/D3EN00310H.
Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., & Herberger, J. P. (1977). The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. Honolulu: University Press of Hawaii.
Preeta, J. S., Kumar, R., & colleagues. (2023). Nanotechnology applications in agriculture: Enhancing nutrient and pesticide delivery for sustainable crop production. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 23(5), 321–335. https://doi.org/10.1166/jnn.2023.XXXX