بررسی تاثیر متقابل سطوح مختلف کادمیوم و شوری بر مولفه‌های رشد و غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

الهام نورعلی [۱]، حبیب اله نادیان [۲]، سیروس جعفری [۳]، مختار حیدری [۴]،

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۲- استاد خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۳- دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۴- استادیار گروه باغبانی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

چکیده

آلودگی ناشی از فلزات سنگین در خاکهای کشاورزی، یکی از مهمترین مشکلات اکولوژیکی است. از آنجایی که شوری بر زیست فراهمی فلزات در خاک اثر می‌گذارد، فاکتور مهمی در انتقال فلزات سنگین از جمله کادمیوم از ریشه به اندام‌هوایی است. این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملا تصادفی در ۳ سطح کادمیوم و ۳ سطح شوری با سه تکرار، با هدف بررسی تاثیر دو تنش شوری و کادمیوم بر مولفه‌های رشد و غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز، در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی، بر صفات مورد مطالعه (ارتفاع، وزن خشک اندام هوایی و ریشه) اثر معنی‌داری داشتند. با افزایش سطوح شوری و کادمیوم، غلظت کادمیوم اندام هوایی گشنیز افزایش یافت. افزایش غلظت کادمیوم در اندام‌هوایی در بیشترین سطح شوری در خاک (dS/m۸) و بیشترین سطح کادمیوم (mg/kg۱۰۰) نسبت به تیمار شاهد ۱۷/۷۵ درصد بوده است.

واژه‌های کلیدی: شوری، کادمیوم، گشنیز

مقدمه

تنش شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و تولید محصول در سراسر دنیا به شمار می‌آید. شوری در آب یا در خاک، یکی از تنش‌های مهم به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه خشک است. در ایران نیز که دارای اقلیم خشک و نیمه خشکی است، تنش شوری یکی از موانع تولید در کشاورزی محسوب می‌شود. این تنش از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه تاثیر می‌گذارد که شدت خسارت شوری بستگی به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است (Siringam et al., ۲۰۱۱). کادمیوم یک فلز آلاینده محیطی است که در طبیعت منتشر می‌شود. کادمیوم اگرچه برای رشد گیاه ضروری نیست، اما این فلز به راحتی از طریق پوست ریشه جذب می‌شود و سپس از طریق سیمپلاستی یا آپوپلاستی وارد بافت چوب می‌شود (Sanita di Toppi and Gabbrielli, ۱۹۹۹). جذب کادمیوم توسط گیاه به سیستم متابولیک گیاه و حضور کادمیوم در محلول خاک بستگی داشته و در رقابت با جذب روی و زیست فراهمی سایر فلزات است. از اثرات تنش کادمیوم می‌توان به تاخیر در جوانه‌زنی، کاهش طول دوره رشد رویشی و کوچک و ضعیف ماندن گیاه اشاره نمود(Lee et al., ۲۰۰۳). بررسی‌ها نشان داده است که کادمیوم بر تقسیم و رشد سلول‌ها، رشد کلی گیاه، تقسیم سلولی منطقه مریستمی و تنظیم رشد و نمو گیاه اثر می‌گذارد (Das et al., ۱۹۹۷). گزارش شده است که تاثیرات منفی کادمیوم روی رشد گیاه همراه با افزایش نسبت وزن خشک به وزن تر در همه‌ی اندام‌ها می‌باشد (Vassilev and Yordanov, ۲۰۰۰). محققان نشان داده‌اند که با افزایش سطوح NaCl، غلظت کادمیوم در محلول خاک افزایش یافت، در حالی که برای شوری $NaNO_3$ چنین تاثیری مشاهده نشد. در حقیقت یون کلرید نقش موثری در افزایش حلالیت کادمیوم در خاک و جذب آن توسط گیاه دارد (خوش‌گفتارمنش و همکاران، ۱۳۸۲). آزمایشات نشان می‌دهد که تنش کادمیوم و نمک NaCl سبب کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گندم شده است و تعداد ریشه‌های جانبی، طول کلی ریشه‌ها، میانگین قطر ریشه و حجم کلی ریشه‌ها را کاهش داده است (Shafi et al., ۲۰۱۰). یکی از عوامل موثر بر سلامت انسان، مصرف مواد غذایی سالم با کیفیت و کمیت مناسب است. سبزیجات از جمله مواد غذایی با ارزش می‌باشند که با داشتن انواع ویتامین‌ها و سایر مواد مغذی، مصرف‌کنندگان زیادی دارند (Merrington and Alloway, ۱۹۹۷). گشنیز از خانواده چتریان (Apiaceace)، با نام علمی *Coriandrum sativum* L.، گیاهی است علفی، بی‌کرک و به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر، دارای ساقه راست، شفاف و کم و بیش شیار دار است. مواد موثره آن مقوی معده، ضد اسپاسم، ضد درد و سردرد است. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که ساخت مواد موثره گیاهان دارویی تحت تاثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی است (Filippo et al., ۲۰۰۲). با توجه با اینکه شور شدن خاک یکی از تنش‌های غیر زیستی است که در کنار آلودگی فلزات سنگین، خطری برای امنیت غذایی بشر به شمار می‌آید، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر دو تنش شوری و کادمیوم بر مولفه‌های رشد و غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در ۳ سطح کادمیوم و ۳ سطح شوری از منبع کلرید سدیم و در سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. تیمارهای شوری شامل ۲، ۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و تیمارهای کادمیوم نیز برابر با ۰، ۵۰ و

۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک درنظر گرفته شد. وزن خاک هر گلدان حدود ۲۹۷۰ گرم شامل ۴۰ درصد خاك و ۶۰ درصد ماسه بود. بذرهای گشنیز به وسیله‌ی هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی شده و درون ظروف پتری دیش استریل جهت جوانه زنی در ژرمیناتور قرار داده شد. پس از اینکه بذرهای موجود در پتری‌دیش جوانه زدند، گیاه‌چه‌ها به درون گلدان انتقال داده شدند. سطوح تعیین شده‌ی کادمیوم به صورت جامد، قبل از استقرار گیاه‌چه‌های گشنیز کاملاً یکنواخت با خاک درون گلدان‌ها غیر از گلدان‌های شاهد مخلوط شد. سطوح شوری همراه با آب آبیاری اعمال گردید، آبیاری گلدان‌ها با آب دارای هدایت الکتریکی مشخص صورت گرفت، و در هر بار آبیاری حجم آب شور مصرفی با رعایت نیاز آبشویی (LR) به اندازه‌ی کافی بود تا آب اضافی از انتهای گلدان‌ها خارج گردد و از تجمع نمک جلوگیری نماید. پس از ۸۰ روز اندام هوایی و ریشه برداشت شد. ارتفاع هر گیاه از محل طوقه تا بالاترین نقطه گیاه توسط خط‌کش، اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک، پاکت‌های حاوی گیاه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درون آون قرار داده شدند. پس از خشک شدن، وزن خشک آنها اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری مجموع طول ریشه حدود ۲/۰ گرم از ریشه تازه برداشته شده و به قطعات یک سانتی‌متری تقسیم گردید. پس از آن مجموع طول ریشه با استفاده از میکروسکوپ و روش خطوط متقاطع طبق روش تانت[۱۴۸] (۱۹۷۵) تعیین گردید. پس از برداشت و خشک کردن، غلظت کادمیوم بخش اندام هوایی به روش خاکسترگیری خشک و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS پردازش گردید. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱- نتیجه تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی

عامل	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	ارتفاع	کادمیوم در اندام‌هوایی
کادمیوم	۲	۱۲/۱۲**	۲۷/۹**	۹۸/۱۴**	۱۶**
شوری	۲	۴۹/۱۰**	۹۰/۸**	۱۷/۱۳**	۰۷/۱۶**
شوری*کادمیوم	۸	۸۲/۶**	۸۴/۹**	۴۹/۴*	۱۹/۱۹*

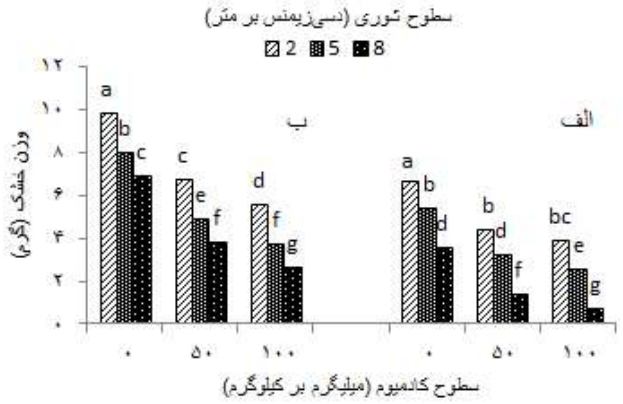
** معنی‌داری در سطح ۹۹%، * معنی‌داری در سطح ۹۵%

همان‌طور که در جدول ۱ دیده می‌شود، با افزایش تنش کادمیوم، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و ارتفاع در سطح ۹۹% معنی‌دار شده است. بر همکنش شوری و کادمیوم بر صفات مورد اندازه‌گیری نیز معنی‌دار شده است. کادمیوم با اختلال در فتوسنتز، تنفس و متابولیسم نیتروژن در گیاهان منجر به کاهش رشد می‌شود که به دنبال آن توده زنده نیز کاهش می‌یابد (Gouia et al,. ۲۰۰۱). کادمیوم باعث کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاه می‌شود. مشخص شده است که کاهش وزن در ریشه و اندام‌هوایی در گیاه لوبیا تحت تنش کادمیوم به دلیل اختلال در جذب عناصر غذایی و آب می‌باشد(Gouia et al,. ۲۰۰۱).

اثر متقابل سطوح مختلف کادمیوم و شوری، بر وزن ماده خشک ریشه و اندام هوایی نشان می‌دهد که، در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار کادمیوم به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم وزن ماده خشک اندام هوایی نسبت به شاهد ۰۶/۴۶درصد کاهش یافته، و زمانی که مقدار کادمیوم به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۲۲/۷۵درصد کاهش در وزن ماده خشک اندام هوایی نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر کادمیوم در کاهش وزن ماده خشک اندام هوایی در سطح دوم به ۲۸/۸۲ و در سطح سوم به ۱۶۰ درصد نسبت به شاهد رسید (شکل ۱).

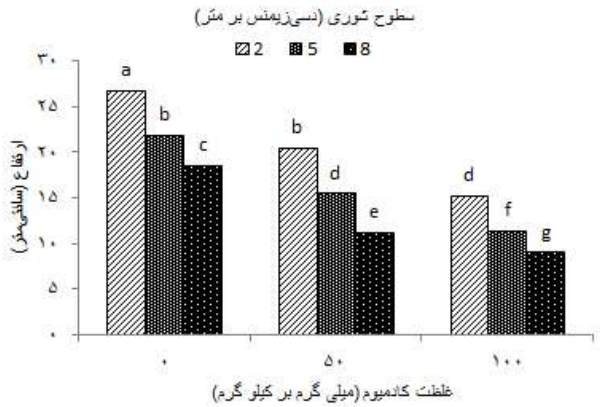
نتایج مشابه موارد فوق در مورد اثر متقابل کادمیوم و شوری بر وزن ماده خشک ریشه بدست آمده است. بیشترین میزان وزن خشک ریشه در سطح سوم تنش شوری و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیوم مشاهده می‌شود (شکل ۱).

[۱۴۸]. Tanent



شکل ۱- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و کادمیوم بر وزن خشک ریشه (الف) و وزن اندام‌هوایی (ب)
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

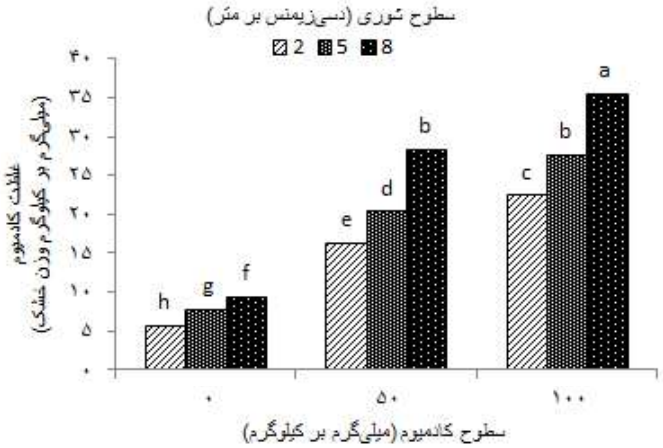
در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار کادمیوم به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم ارتفاع نسبت به شاهد ۵۸/۳۱ درصد کاهش یافته، و زمانی که مقدار کادمیوم به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۱۶/۷۶درصد کاهش در ارتفاع گیاه گشنیز نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر کادمیوم در کاهش ارتفاع در سطح دوم به ۶/۶۶ و در سطح سوم به ۱۰۶ درصد نسبت به شاهد رسید. (شکل ۲)



شکل ۲- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و کادمیوم بر ارتفاع گیاه گشنیز
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

سطوح مختلف تیمارهای شوری و کادمیوم اثر معنی‌داری بر غلظت کادمیوم در گیاه گشنیز دارد (شکل ۳). در سطح اول تنش شوری با افزایش مقدار کادمیوم به ۵۰ میلی‌گرم به کیلوگرم غلظت کادمیوم اندام هوایی نسبت به شاهد ۶۴/۶۵ درصد افزایش یافته، و زمانی که مقدار کادمیوم به ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌رسد ۹۱/۷۴ درصد افزایش در غلظت کادمیوم نسبت به شاهد مشاهده می‌گردد. با رسیدن مقدار تنش شوری به ۸ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر کادمیوم در افزایش غلظت کادمیوم اندام هوایی در سطح دوم به ۳۲/۶۳ و در سطح سوم به ۱۷/۷۵ درصد نسبت به شاهد رسید.

با افزایش سطوح شوری و کادمیوم قابلیت استفاده کادمیوم توسط گیاه افزایش یافت. می‌توان نتیجه گرفت که تمایل زیاد کادمیوم به تشکیل کمپلکس با کلر و همچنین بالا رفتن حلالیت فاز جامد کنترل‌کننده این عنصر به دلیل افزایش قدرت یونی باعث زیاد شدن قابلیت استفاده کادمیوم در خاک شد.



شکل ۳- اثر متقابل سطوح مختلف شوری و کادمیوم بر غلظت کادمیوم گیاه
.میانگین‌های با حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن، اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

در تائید نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان به گزارش‌های سایر پژوهشگران از جمله گلاب و یوسما (۲۰۰۷)، مانوسکی و همکاران (۲۰۰۹)، لبلبیک و همکاران (۲۰۱۱) استناد کرد که در این تحقیقات، تاثیر تنش شوری بر زیست‌فراهمی کادمیوم در خاک مورد تاکید قرار گرفته و بیان می‌دارد که با افزایش تنش شوری در خاک، بیش‌اندوزی کادمیوم چه در اندام‌هوایی و چه در ریشه آفتابگردان افزایش می‌یابد. خوش‌گفتار منش و همکاران (۱۳۸۲) افزایش در مقدار کادمیوم قابل استفاده و انباشته شدن آن در گیاه گندم را به دلیل تشکیل کمپلکس کلرید با کادمیوم در محلول خاک و کاهش جذب این کمپلکس بر روی ذرات خاک گزارش نمودند. خوش‌گفتارمنش و همکاران (۱۳۸۲) نشان دادند با افزایش غلظت سدیم آب آبیاری، غلظت کادمیوم در محلول خاک، به طور معنی‌داری افزایش یافت.در مجموع می‌توان گفت که شوری آب‌های آبیاری ناشی از مقادیر مختلف کلرید سدیم، به دلیل ایجاد کمپلکس بین یون‌های کلرور و کادمیوم، باعث افزایش قابل دسترسی بیولوژیکی کادمیوم توسط گیاه می‌شود. این دستاورد زنگ خطری برای استفاده خوراکی گیاهان کشت شده در چنین شرایطی می‌باشد. به بیان دیگر وجود همزمان دو تنش شوری و فلز کادمیوم در خاک، نه تنها بر خود گیاه از نظر کاهش مولفه‌های رشد آن تاثیر نامطلوب دارد، بلکه به دلیل بیش‌اندوزی بالای فلز در این شرایط، سلامت استفاده از آن را نیز با خطر مواجهه می‌نماید.

منابع

خوش‌گفتارمنش، ا. ح. شریعتمداری، ح. و کریمیان، ن. ۱۳۸۲. اثرهای شوری آب آبیاری و کاربرد روی بر حلالیت کادمیوم خاک و غلظت آن در گندم. صفحه‌های ۵۹۶ تا ۵۹۹. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۲-۹ شهریور. دانشگاه گیلان. گیلان.

Das, P., Samantaray, S. and Rout, G.R.۱۹۹۷. Studies of cadmium toxicity in plants-review. Environmental Pollution . ۹۸ : ۲۰-۳۶.

Filippo, L., Moretti, A. and Lovat, A. ۲۰۰۲. Seed yield, yield components oil content and essential oil and composition of Nigella sativa L. and Nigella damascene L. Ind Crop Prod. ۱۵ : ۱, ۵۹-۶۹.

Ghallab, A., Usman, A.R.A. ۲۰۰۷. Effect of sodium chloride-induced salinity on phytoavailability and speciation of Cd in soil solution, Water Air And Soil Pollution, ۱۸۵ : ۴۳-۵۱.

Gouia, H., Ghorbal , M.H. and Meyer, C. ۲۰۰۱. Effect of cadmium on activity of nitrat reductase and on other enzymes of the nitrate assimilation pathway in bean. Plant Physiology. ۳۸ : ۶۲۹-۶۳۸.

Leblebici, Z., Aksoy, A., Duman, F. ۲۰۱۱. Influence of salinity on the growth and heavy metal accumulation capacity of Spirodela polyrrhiza, Turkish Journal Of Biology, ۳۵ : ۲۱۵-۲۲۰.

Manousaki, E., Kokkali, F., Kalogerakis, N. ۲۰۰۹. Influence of salinity on lead and cadmium accumulation by the salt cedar (Tamarix smyrnensis Bunge), Journal Of Chemical Technology And Biotechnology, Volume : ۸۴ : ۸۷۷-۸۸۳.

Sanita di Toppi, L. and Gabbrielli, R. ۱۹۹۹. Response to cadmium in higher plants- review. Environmental and Experimental Botany. ۴۱ : ۱۰۵-۱۳۰.

Shafi, M., GuoPing, Z., Bakht, J., Khan, M.A., ul-islam, E., Khan, M.D., Raziuddin. ۲۰۱۰. Effect of cadmium and salinity stresses on root morphology of wheat, Pakistan Journal of Botany, ۴۲ : ۲۷۴۷-۲۷۵۴.

Siringam, K., Juntawong, N., Cha-um, S. and Kirdmanee, C. ۲۰۱۱. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (Oryza sativa L. spp. indica) roots under isoosmotic conditions. Afr. J. Biotechnol.۱۰ : ۱۳۴۰-۱۳۴۶.

Vassilev, A. and Yordanov, I. ۲۰۰۰. Reductive analysis of factors limiting growth of cadmium- treated plants - review. PlantPhysiology. ۲۳: ۱۱۴-۱۳۳.

Abstract

Heavy metals pollution in agricultural soils, is one of the most important ecological problems. Since the salinity affects on metals soil bioavailability, that is one important factor in the transfer of heavy metals such as cadmium from the roots to the shoots. The experiment was completely randomized block in a factorial combination with three replications to evaluate the effect of salinity and cadmium on growth factors and the concentration of cadmium in *Coriandrum sativum* L., The treatments were: ۳ levels of Cadmium and ۳ levels of salinity the plants were grown under greenhouse conditions. The results showed that experimental treatments, and studied traits (height, shoot dry weight and root) had significant effect. With increasing levels of salinity and cadmium, the concentration of cadmium increased coriander shoots. Cadmium Increasing the concentration in the shoot at the highest levels of salinity in the soil (۸ dS/m) and the highest Cadmium levels (۱۰۰ mg/kg) to control treatment ۷۵.۱۷ percent.