نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۸، ص. ۷۷-۷۱

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 3, Fall 2009, p. 71-77

تأثیر عناصر مس و روی در قابلیت جذب کادمیوم در ذرت و آفتابگردان

امیر لکزیان[1*] - اکرم حلاج نیا[2] - غلامحسین حق نیا[3] - عاطفه رمضانیان[4]

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۱
تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۹

چکیده

آلودگی خاک به عناصر سنگین و جذب آن توسط گیاه منجر به ورود این عناصر به زنجیره غذایی می گردد. از این رو بررسی عوامل موثر بر مقدار جذب این عناصر توسط گیاه در خاکهای آلوده از قبیل فراهمی عناصر غذایی حائز اهمیت می باشد. به منظور بررسی و مقایسه تأثیر فراهمی عناصر کم مصرف روی و مس بر تجمع کادمیوم در اندامهای هوایی و ریشه آزمایشی با آرایش فاکتوریل با دو گیاه ذرت و آفتابگردان ، سه سطح غلظت از عناصر مس (صفر، ۰/۰۱ و ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر) و روی (صفر، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) و دو سطح کادمیوم (غلظتهای ۰/۰۲ و ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) در محیط کشت آبی انجام گرفت. بررسی جذب کوتاه مدت کادمیوم در تیمارهای مختلف روی و مس نشان داد که فراهمی مس و روی تأثیری بر جذب کادمیوم در گیاه ذرت نداشت. در گیاه آفتابگردان بیشترین تجمع کادمیوم در اندامهای هوایی و ریشه در غلظت ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر کادمیوم در تیمار بدون مس مشاهده شد. در آفتابگردان تغذیه مناسب با روی در تیمار ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر در هر دو سطح کادمیوم موجب کاهش غلظت کادمیوم در ریشه و اندامهای هوایی این گیاه گردید. این در حالی است که اثر سینرژیسمی بین روی و کادمیوم در تیمار کمبود روی در غلظت ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر کادمیوم مشاهده گردید. به طوری که افزایش روی در این تیمار در مقایسه با تیمار بدون روی موجب افزایش تجمع کادمیوم در اندامهای هوایی و ریشه گردید.

واژه‌های کلیدی: روی، مس، کادمیوم، ذرت، آفتابگردان

مقدمه

آلودگی خاکها با فلزات سنگین در حال حاضر یک مشکل زیست محیطی عمده در سطح جهان است. از آغاز انقلاب صنعتی تا کنون، آلوده شدن محیط زیست که شامل خاک نیز می‌باشد با فلزات سنگین شدت یافته است. فلزات سنگین به وسیله فرایندهای بسیاری از جمله ریزشهای اتمسفری، کاربرد لجن فاضلاب، کودهای حیوانی، فاضلاب شهری و فرآورده‌های جنبی آنها و کودهای شیمیایی در خاکها تجمع می‌یابند. تجمع آنها در خاک می‌تواند موجب کاهش فعالیت و تنوع میکروبی، کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش یا از بین رفتن محصول وحتی صدمه به سلامتی انسان و حیوانات از طریق ورود در زنجیره غذایی گردد. جذب کادمیوم توسط گیاه به سیستمی وابسته است که نه تنها از نظر متابولیکی بیشتر حالت واسطه دارد بلکه با سیستمهای جذب سایر عناصر نیز رقابت می‌کند. همچنین به نظر می‌رسد که جذب و تحرک کادمیوم در گیاه به گونه گیاه، مرحله رشد، غلظت عناصر غذایی، شرایط رشدی گیاه و ترکیب سایر عناصر فلزی بستگی دارد (۱). از سوی دیگر، کادمیوم علاوه بر ایجاد اثرات سمیت اولیه (۱۲)، می‌تواند اثرات ثانویه‌ای مانند کاهش فتوسنتز و تنفس و بر هم زدن تعادل عناصر غذایی نیز داشته باشد (۱۱). از عوامل تأثیرگذار بر جذب کادمیوم و ظهورعلائم سمیت آن در گیاه، وضعیت تغذیه‌ای گیاه بویژه در رابطه با عناصر کم مصرف می‌باشد. اوکیف و همکاران (۹) با استفاده از Cd نشاندار عوامل تأثیر گذار بر جذب کادمیوم توسط گیاه سنبل آبی (*Eichhornia crassipes*) را بررسی کرده و دریافتند که وجود یون Zn^{2+} سرعت جذب کادمیوم را کاهش داد. آنها گزارش کردند که رقابت این یون با کادمیوم در اشغال مکانهای معین در سطح ریشه است. در مطالعه دیگری هاردی و اوکیف (۵) نشان دادند که یونهای فلزی زیادی توسط این گیاه جذب می‌شوند اما فقط یون

۱- دانشیارگروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: alakzian@yahoo.com)
۲و۴- کارشناس ارشد و کارشناس گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Zn^{2+} به خوبی با یون Cd^{2+} در جذب رقابت می‌کند و نتیجه گرفتند که محلهای اتصال ویژه‌ای برای این یونها در سلولهای ریشه گیاهان وجود دارد. کوللی و همکاران (۶) در یک آزمایش گلخانه‌ای تأثیر افزایش غلظت روی و کادمیوم به خاک را بر وزن خشک اندام‌های هوایی و غلظت این دو عنصر در اندام‌های هوایی دو رقم گندم دوروم و نان مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند که گندم دوروم نسبت به گندم نان در مقابل کمبود روی و سمیت کادمیوم حساستر است. نتایج آنها نشان داد که سمیت کادمیوم در ساقه گیاه با افزودن روی، کاهش یافت اما این اثر با کاهش غلظت کادمیوم در ساقه همراه نبود. نتایج آنان با این نظریه که روی، گیاه را در مقابل سمیت کادمیوم محافظت می‌کند به خوبی سازگار بود. بر طبق این نظریه روی با بهبود مقاومت گیاه در مقابل تنش اکسیداتیو القاء شده به وسیله کادمیوم و با رقابت با کادمیوم بر سر اتصال به اجزای سلولی حساس مانند آنزیمها، پروتئین‌های غشائی و لیپیدها گیاه را در مقابل سمیت کادمیوم حفاظت می‌کند. وو و زانگ (۱۴) گزارش کردند که افزایش کاربرد روی در محیط کشت نیمه جامد اثر سمیت کادمیوم در گیاه جو را به وسیله بهبود دادن رشد و کاهش صدمات غشایی تعدیل کرده است.

همانطور که از نتایج تحقیقات گوناگون بر می‌آید، وجود کادمیوم در محیط رشد گیاه می‌تواند باعث اختلال در جذب و برهم خوردن تعادل عناصر غذایی ضروری در گیاه شود. متأسفانه مطالعه بر روی تأثیر سایر عناصر کم مصرف و بویژه مس بر جذب کادمیوم بسیار کم صورت گرفته است با این حال به نظر می‌رسد بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه از نظر عناصر ضروری بویژه عناصر کم مصرف، می‌تواند راهی برای کاهش جذب کادمیوم توسط گیاه و مقابله با اثرات سوء آن در رشد و سلامت گیاه بخصوص از لحاظ ورود به زنجیره غذایی انسان و حیوان باشد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر عناصر مس و روی بر جذب کادمیوم توسط گیاهان ذرت و آفتابگردان انجام شد.

مواد و روش‌ها

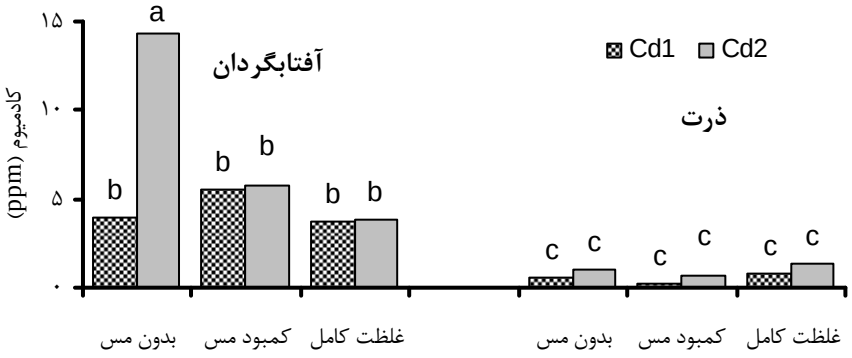
به منظور بررسی تأثیر فراهمی عناصر روی و مس بر جذب کادمیوم در دو گیاه ذرت و آفتابگردان یک آزمایش فاکتوریل با دو گیاه (ذرت و آفتابگردان)، دو سطح کادمیوم (غلظت‌های ۰/۰۲ و ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) و سه سطح از هر یک از عناصر مس (صفر، ۰/۰۱ و ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر) و روی (صفر، ۰/۰۲۵ و ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر و میلی گرم در لیتر) با طرح پایه کاملا تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی در شرایط طول روز ۱۴ ساعت و دمای ۲۵ درجه و طول شب ۱۰ ساعت و دمای ۱۷ درجه انجام گردید. این آزمایش به صورت کشت هیدروپونیک انجام شد. بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و آفتابگردان رقم‌های سان از بخش تحقیقات بذر و نهال گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. به منظور جوانه زنی و رشد اولیه، بذرهای مورد نظر در شن کاملا شسته شده کاشته و با آب مقطر آبیاری شد. محلول غذایی جهت انتقال نهال‌های جوان مطابق فرمول هوگلند تهیه گردید (جدول ۱). سطوح عناصر روی و مس شامل غلظت کامل آن عنصر مطابق فرمول محلول غذایی هوگلند، نصف غلظت کامل آن عنصر و حذف آن عنصر از محلول غذایی در تیمارهای مورد نظر اعمال گردید. هر یک از نهالها به ظروف محتوی ۲ لیتر محلول غذایی منتقل و جهت هوادهی محلول از پمپ آکواریم استفاده گردید . ۱۲ روز پس از انتقال نهالها کادمیوم با غلظتهای ۰/۰۲ و ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر از نمک $Cd(NO_3)_2.4H_2O$ به محلول غذایی تیمارها افزوده و در روز چهاردهم گیاهان جمع آوری شدند. ریشه و بخشهای هوایی جدا و بوسیله آب مقطر شتشو داده شدند و جهت انجام مراحل بعدی آزمایش در پاکت‌های کاغذی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه‌های گیاهی در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس آسیاب و بعد از عبور از الک ۰/۵ میلی متری در ظروف پلاستیکی نگهداری شدند. مقدار مشخصی از نمونه‌های خرد شده با استفاده از اسید نیتریک و اسید پرکلریک هضم و سپس غلظت کادمیوم در نمونه‌های هضم شده با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT C آنالیز گردید.

(جدول ۱)- ترکیبات و غلظت‌های عناصر در محلول غذایی هوگلند

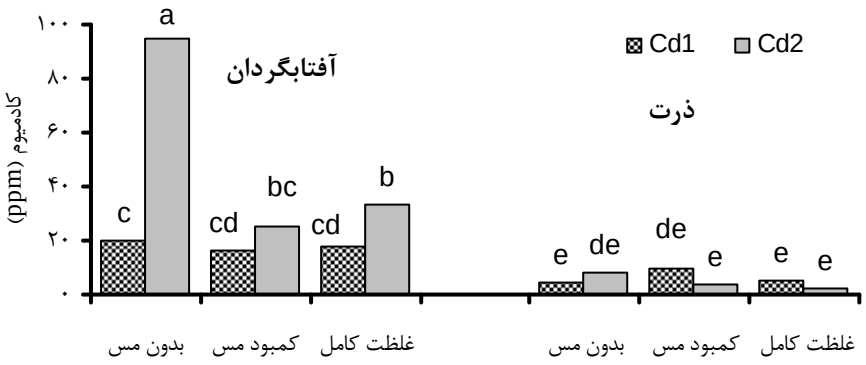
ترکیب استفاده شده	نوع عنصر	غلظت عنصر در یک لیتر محلول غذایی (میلی گرم در لیتر)
KNO_3	K	۱۹۵
	N	۷۰
$Ca(NO_3)_2$	Ca	۲۰۰
	N	۱۴۰
$MgSO_4\ 7H_2O$	Mg	۴۸
	S	۶۴
KH_2PO_4	K	۳۹
	P	۳۱
Fe-EDTA	Fe	۵
H_3BO_3	B	۰/۵
$MnCl_2\ 4H_2O$	Mn	۰/۵
$ZnSO_4\ 7H_2O$	Zn	۰/۰۵
$CuSO_4\ 5H_2O$	Cu	۰/۰۵
$NH_4MoO_4\ H_2O$	Mo	۰/۰۱

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی تأثیر دو عنصر مس و روی بر جذب کادمیوم در دو گیاه آفتابگردان و ذرت نشان داد که در تمامی تیمارها مقدار کادمیوم جذب شده توسط ذرت کمتر از گیاه آفتابگردان بود. به طور کلی فقدان و کمبود مس تأثیری بر تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه گیاه ذرت در مقایسه با تیمار کامل در سطوح مختلف کادمیوم نداشت (شکلهای ۱و۲). نتایج نشان داد که این دو گیاه از لحاظ تأثیر عناصر کم مصرف بر جذب کادمیوم کاملا متفاوت عمل می کنند. تحقیقات مختلف نشان می دهد که جذب و تجمع کادمیوم به طور وسیعی بین گونه‌های گیاهی متفاوت است (۲ و ۷). در غلظت ۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر کادمیوم مقدار تجمع این عنصر در اندام‌های هوایی آفتابگردان تحت تأثیر فراهمی مس نبود به طوری که تیمارهای بدون مس و کمبود مس از لحاظ تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی تفاوت معنی داری با تیمار کامل مس نداشتند (شکل ۱). این در حالی است که در غلظت ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر کادمیوم مقدار تجمع کادمیوم در تیمار بدون مس در مقایسه با تیمار کمبود مس و غلظت کامل تفاوت معنی داری داشت این نتیجه نشان می دهد که در شرایط فقدان مس، غلظت کادمیوم در محلول بر مقدار تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی می تواند تأثیر بسیار زیادی داشته باشد. به طوری که با افزایش غلظت کادمیوم از ۰/۰۲ به ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر در شرایط فقدان مس تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی در حدود ۳/۵ برابر افزایش پیدا کرد. مانند آنچه که در مورد اندام‌های هوایی مشاهده گردید در تیمار ۰/۰۲ میلی گرم بر لیتر کادمیوم فراهمی مس تأثیر معنی داری بر تجمع این عنصر در ریشه گیاه آفتابگردان نداشت (شکل ۲). در غلظت ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر کادمیوم مقدار تجمع کادمیوم در تیمار بدون مس در مقایسه با تیمارهای کمبود و غلظت کامل مس اختلاف معنی داری داشت با افزایش غلظت کادمیوم از ۰/۰۲ به ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر مقدار کادمیوم در ریشه ۴/۷ برابر افزایش پیدا کرد. متاسفانه مطالعات بسیار کمی بر روی تأثیر مس بر تجمع کادمیوم در گیاه انجام گرفته است. در مطالعه سیو و همکاران (۲) بر روی تأثیر مس بر جذب کادمیوم در ژنوتیپ‌های مختلف برنج در چین نشان داد که در فقدان مس در محلول غذایی تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه در ژنوتیپ‌های مختلف برنج متفاوت بود. افزودن مس به محلول غذایی باعث کاهش غلظت کادمیوم و انتقال آن به اندام‌های هوایی فقط در ژنوتیپ‌های برنج سیاه مشاهده شد و از این لحاظ مس تأثیری بر تجمع کادمیوم در ریشه و اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های برنج سفید نداشت. بنابراین به نظر می رسد که مکانیسم‌های مرتبط با جذب کادمیوم در حضور یا عدم حضور مس در بین گونه‌های گیاهی بسیار متفاوت باشد.



(شکل ۱)- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در اندام‌های هوایی آفتابگردان و ذرت در تیمارهای بدون مس، کمبود مس، و غلظت کامل در دو غلظت ۰/۰۲ (Cd1) و ۰/۰۵ (Cd2) میلی گرم بر لیتر کادمیوم

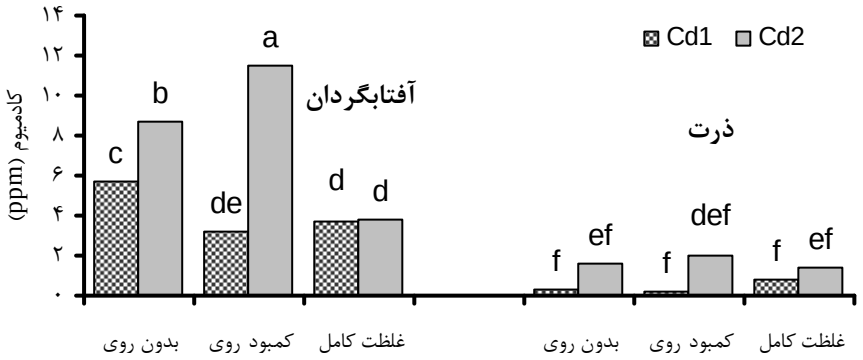


(شکل ۲)- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در ریشه‌های آفتابگردان و ذرت در تیمارهای بدون مس، کمبود مس، و غلظت کامل در دو غلظت ۰/۰۲ (Cd1) و ۰/۰۵ (Cd2) میلی گرم بر لیتر کادمیوم

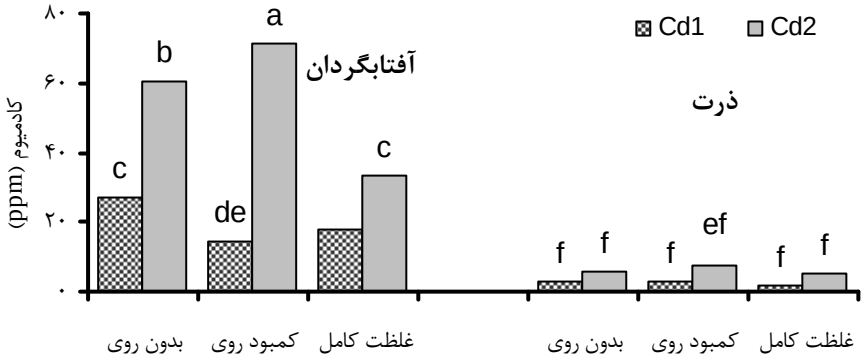
نتایج حاصل از بررسی تأثیر روی بر تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه دو گیاه آفتابگردان و ذرت نشان داد که مانند آنچه که در مورد مس گفته شد این عنصر نیز تأثیری بر تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه گیاه ذرت نداشت. به طوری که در تیمارهای بدون روی و کمبود روی مقدار کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه این گیاه اختلاف معنی داری با تیمار کامل روی در سطوح مختلف کادمیوم مشاهده نشد (شکل‌های ۳ و ۴). ازترک و همکاران (۱۰) دو گونه گیاهی *Thlaspi caerulescens* و *T. arvense* را که اولی یک گونه بیش اندوز برای فلزات سنگین و دیگری فاقد چنین خصوصیتی بود برای مطالعه رشد ساقه و جذب روی و کادمیوم در خاک‌های آهکی شدیداً دچار کمبود روی مورد آزمایش قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که فراهمی روی تأثیری بر غلظت کادمیوم در گونه *T. caerulescens* نداشت در حالی که به طور مشخص غلظت کادمیوم را در گونه *T. arvense* کاهش داد. بنابراین گونه‌های مختلف یک گیاه نیز ممکن است از نظر تأثیر روی بر جذب کادمیوم متفاوت عمل کنند.

نتایج حاصل از تأثیر روی بر تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی گیاه آفتابگردان نشان داد که با افزایش غلظت کادمیوم از ۰/۰۲ به ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر غلظت آن در اندام‌های هوایی در تیمارهای بدون روی و کمبود روی افزایش پیدا کرد. این در حالی است که در تیمار کامل روی بین غلظتهای مختلف کادمیوم از لحاظ تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی تفاوت معنی داری وجود نداشت. در غلظت ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر کادمیوم، تیمار بدون روی بیشترین غلظت کادمیوم را در اندام‌های هوایی نشان داد. بین تیمار کمبود روی و تیمار کامل روی در این غلظت از کادمیوم تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در غلظت ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر کادمیوم بیشترین تجمع کادمیوم در تیمار کمبود مشاهده شد. این نتیجه نشان می دهد که احتمالا در غلظتهای بالاتر کادمیوم در محیط ریشه فراهمی مقدار کمی روی می تواند جذب کادمیوم را افزایش دهد. تأثیر تغذیه گیاه با روی بر جذب و تجمع کادمیوم همیشه به یک شکل نیست. گزارشهایی مبنی بر وجود سینرژیسم بین روی و کادمیوم نیز وجود دارد. نان و همکاران (۸) نشان دادند که افزایش کاربرد کادمیوم غلظت روی را در گندم افزایش داده است و برعکس. مشاهدات مشابهی نیز توسط اسمیلد و همکاران (۱۳) و دودکا و همکاران (۳) گزارش شده است.

در بررسی تأثیر روی بر تجمع کادمیوم در ریشه گیاه آفتابگردان نشان داده شد که اقزایش غلظت کادمیوم از ۰/۰۲ به ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر موجب افزایش معنی دار کادمیوم در ریشه در تمامی تیمارها گردید. در غلظت ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر کادمیوم مشابه آنچه که در مورد اندام‌های هوایی گزارش شد در تیمار بدون روی بیشترین تجمع کادمیوم مشاهده گردید و بین دو تیمار دیگر از این لحاظ تفاوت معنی داری وجود نداشت. در غلظت ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر کادمیوم نیز دقیقا مشابه آنچه که در اندام‌های هوایی مشاهده گردید بیشترین تجمع کادمیوم در ریشه در تیمار کمبود روی مشاهده شد و از این جهت میتواند این نظریه را تایید کند که در غلظت‌های بالاتر کادمیوم در محیط ریشه فراهمی مقدار کمی روی می تواند جذب کادمیوم را افزایش دهد. اخیراً ممانعت از جذب کادمیوم بوسیله روی به عنوان یک روش برای کاهش غلظت کادمیوم در محصولات مختلف کشاورزی پیشنهاد شده است توانایی روی برای کاهش جذب کادمیوم علاوه بر گونه گیاهی به غلظت کادمیوم و روی در محیط نیز بستگی دارد. اگرچه رقابت بین روی و کادمیوم در غلظتهای کم کادمیوم گزارش شده است، وقتی غلظت کادمیوم در محلول بالاست افزایش روی منجر به افزایش جذب کادمیوم می گردد (۴).



(شکل ۳)- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در اندام‌های هوایی آفتابگردان و ذرت در تیمارهای بدون روی، کمبود روی، و غلظت کامل در دو غلظت ۰/۰۲ (Cd1) و ۰/۰۵ (Cd2) میلی گرم بر لیتر کادمیوم



(شکل ٤)- مقایسه میانگین غلظت کادمیوم در ریشه‌های آفتابگردان و ذرت در تیمارهای بدون روی، کمبود روی، و غلظت کامل در دو غلظت ۰/۰۲ (Cd1) و ۰/۰۵ (Cd2) میلی گرم بر لیتر کادمیوم

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که دو گیاه ذرت و آفتابگردان از نظر تأثیر عناصر کم نیاز روی و مس بر جذب کادمیوم در ریشه و اندام‌های هوایی متفاوت عمل می کنند به طوری که فقدان و کمبود روی و مس تأثیری بر تجمع کادمیوم در ریشه و اندام‌های هوایی گیاه ذرت در مقایسه با غلظت کامل این عناصر در محلول غذایی نداشتند. در گیاه آفتابگردان حذف کامل مس از محلول غذایی در تیمار بدون مس فقط در غلظت ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر کادمیوم موجب تجمع معنی دار این عنصر در اندام‌های هوایی و ریشه گردید. این نتیجه نشان می دهد که علاوه بر حضور مس عامل موثر دیگری که بر تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه این گیاه تأثیر گذار است غلظت کادمیوم در محیط می باشد. حذف روی از محلول غذایی موجب حداکثر تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه گیاه آفتابگردان در غلظت ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر کادمیوم گردید. در حالی که در غلظت بالاتر کادمیوم (۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) حداکثر تجمع کادمیوم در اندام‌های هوایی و ریشه این گیاه در تیمار کمبود روی مشاهده گردید. این نتیجه نشان می دهد که احتمالا در غلظت بالاتر از ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر کادمیوم افزایش غلظت روی در محلول می تواند منجر به افزایش جذب کادمیوم گردد. مطالعات بیشتر با غلظت‌های متفاوت روی و کادمیوم جهت تعیین محدوده غلظت‌هایی که این دو عنصر اثر سینرژیسمی با یکدیگر در جذب دارند در گیاهان مختلف پیشنهاد می گردد.

قدردانی

از مساعدت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی بخاطر تامین بخشی از هزینه‌های این تحقیق تشکر می‌شود.

منابع

1- Azevedo, H., C. Gomes G. Pinto and C. Santos. 2005. Cadmium Effects in Sunflower: Nutritional Imbalances in Plants and Calluses. Journal of Plant Nutrition. 28: 2221–2231
2- Cui, Y., X. Zhang and Y. Zhu. 2008. Does copper reduce cadmium uptake by different rice genotypes? Journal of Environmental Sciences. 20: 332-338
3- Dudka S., M. Piotrowska and A. Chlopecka. 1994. Effect of elevated concentrations of Cd and Zn in Soil on spring wheat yield and the metal contents of the plants. Water, Air and Soil Pollution. 76: 333-341
4- Dunber K.R. 2004. Uptake and partitioning of cadmium in two cultivars of potato (Solanum tuberosum L.). PHD thesis School of Earth and Environmental Sciences. The University of Adelaide.
5- Hardy J.K., D.H. O'Keeffe. 1985. Cadmium uptake by the water hyacinth: Effects of root mass, solution volume, complexers and other metal ions. Chemosphere. 14: 417-426
6- Kolelia N., S. Ekerb I. Cakmak. 2004. Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil, Environmental Pollution. 131: 453- 459
7- Kuboi T.A., A. Noguchi J. Yazaki. 1986. Family-dependent cadmium accumulation characteristics in higher plants. Plant and Soil. 92: 405-415
8- Nan Z.R., J.J. Li, J.M. Zhang G.D. Cheng. 2002. Cadmium and zinc interactions and their transfer in soil-crop system under actual field. Science Total Environment. 285: 187-195
9- O'Keeffe D.H., J.K. Hardy R. Anjanee Rao. 1984. Cadmium uptake by the water hyacinth: Effects of solution factors. Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological. 34: 133-147
10- Ozturk L., S. Karanlik, F. Ozkutlu, I. Cakmak, and L.V. Kochian. 2003. Shoot biomass and zinc/cadmium uptake for hyperaccumulator and non-accumulator thaspi species in response to growth on a zinc deficient calcareous soil. Plant Science. 164:1095-1101
11- Prasad, M. 1995. Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants. Environmental and Experimental Botany. 35(4): 525–545
12- Romero-Puertas, M. C., M. Rodr´ıguez-Serrano, F. J. Corpas, M. G´omez, L. A. Del R´ıo, and L. M. Sandalio. 2002. Cadmium-induced subcellular accumulation of O2 and H2O2 in pea leaves. Plant, Cell and Environment. 27(9): 1122
13- Smilde K.W., B.V. Luit, and W.V. Driel. 1992. The extraction by soil and absorption by plants of applied zinc and cadmium. Plant and Soil. 143: 233-238
14- Wu F.B., G.P. Zhang. 2002. Alleviation of cadmium-toxicity by application of zinc and ascorbic acid in barley. Journal of Plant Nutrition. 25: 2745-2761
15- Zhang L., and F.B. Song. 2006. Effects of forms and rates of zinc fertilizer on cadmium concenteration in two culyivars of Maize. Communication of Soil Science and Plant Analysis. 37: 1905-1916

Journal of Water and Soil
Vol. 23, No. 3, Fall 2009, p. 71-77

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۸، ص. ۷۷-۷۱

Effect of copper and zinc on the uptake of cadmium by corn and sunflower

A. Lakzian*[1] - A. Halajnia[2] - G.H. Haghnia[3] - A. Ramezanian[4]

Abstract

Heavy metals enter to human food chain through the plant and soil contamination. It is very important to evaluate the affecting factors on plant uptake of heavy metals. In this study the effects of copper and zinc availability on cadmium uptake of root and shoot of corn and sunflower was investigated. The experiment was carried out with a factorial arrangement, two species of plants (sunflower and corn), two cadmium concentrations (0.02 and 0.05 mg /l) and three concentrations of zinc and copper (0, 0.025 and 0.05 mg/l for Zinc and 0, 0.01 and 0.02 mg/l for copper) based on a completely randomized design with three replications. The results showed that copper and zinc availability had no effect on cadmium uptake of corn plant. The highest concentration of cadmium in root corn was observed in 0.05 mg/l of cadmium concentration without copper application. In sunflower, the addition of 0.05 mg/l zinc to medium decreased cadmium uptake in 0.02 and 0.05 mg/l cadmium treatments. The synergistic effect of cadmium and zinc was observed in 0.05 mg/l cadmium and 0.025 mg/l zinc treatments. Zinc concentration had a positive effect on cadmium uptake in root and shoot of sunflower in this treatment.

Key words: Zinc, Copper, Cadmium, Corn, Sunflower

1,3 – Assoc. Prof and Prof., Agricultural college, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding author Email: alakzian@yahoo.com)
2,4- MSc. And BSc. Soil Science Department, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad