DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3261 Published by Vesnu Publications

استفاده از ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با خاکستر لاستیک در کاهش جذب کادمیوم در گیاه کاهو

امیرحسین بقائی[1]، حمید ترنج زر[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: پالایش خاک‌ها به فلزات سنگین به خصوص در شهرهای صنعتی، امر مهمی در بحث آلودگی محیط زیست به شمار می‌رود. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با خاکستر لاستیک بر کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم در گیاه کاهو در نوعی خاک آلوده به کادمیوم انجام گرفت.

روش‌ها: تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد صفر، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار خاکستر لاستیک، در خاکی با مقادیر صفر، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم و گیاه مورد نظر کاهو بود. غلظت کادمیوم خاک و ریشه گیاه با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: افزایش کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری از صفر به ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار خاک آلوده به ۲۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک، به ترتیب منجر به کاهش ۱/۳ و ۲/۴ برابری مقدار کادمیوم قابل دسترس خاک شد. غلظت کادمیوم اندام هوایی گیاه نیز به ترتیب ۱/۱ و ۱/۸ برابر کاهش یافت. کاربرد ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با خاکستر لاستیک در خاک آلوده به ۳۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک، به ترتیب باعث کاهش غلظت ۱/۲ و ۱/۹ برابری کادمیوم اندام هوایی گیاه گردید.

نتیجه‌گیری: کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری، منجر به کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم در خاک و گیاه می‌شود که در این میان، غنی‌سازی این ترکیب آلی با خاکستر لاستیک، جذب کادمیوم توسط گیاه را کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: زیست پالایی، فلزات سنگین، آلودگی خاک، کاهو

ارجاع: بقائی امیرحسین، ترنج زر حمید. **استفاده از ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با خاکستر لاستیک در کاهش جذب کادمیوم در گیاه کاهو.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۲): ۱۷۶-۱۷۱

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۷/۲۷ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۲۹ تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۴/۱۵

مقدمه

تأمین امنیت غذایی جمعیت در حال رشد با توجه به منابع طبیعی محدود، یکی از مباحث بسیار مهم در جهان به شمار می‌رود. از آن‌جایی که آلوده شدن محصولات کشاورزی به فلزات سنگین از یک طرف منجر به کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و از سوی دیگر، تهدیدی جدی برای سلامت انسان است (۱)، از جنبه‌های زیست محیطی حایز اهمیت می‌باشد. در بین فلزات سنگین، کادمیوم به عنوان یک ترکیب سرطان‌زا شناخته شده است و به نظر می‌رسد که عامل تأثیرگذاری در ایجاد بیماری‌های قلبی و پرفشاری خون باشد (۲). سبزی‌های برگی به ویژه کاهو، اسفناج، کرفس و کلم، کادمیوم را به مقدار زیادی تجمع می‌دهند (۳).

امروزه آلودگی به فلزات سنگین در مناطق صنعتی کشور، امری بدیهی است و پاکسازی فلزات سنگین از این خاک‌ها با توجه به افزایش روزافزون آن‌ها امر مشکلی به نظر می‌رسد. بنابراین، باید به دنبال راهکاری بود که با کاهش قابلیت دسترسی این عناصر در خاک، قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه را کاهش داد. امروزه در بین روش‌های توصیه شده جهت پالایش خاک‌های آلوده به فلزات سنگین، توجه ویژه‌ای بر گسترش استفاده از مواد طبیعی جهت تثبیت شیمیایی فلزات سنگین در خاک شده است. این تکنیک با استفاده از مواد طبیعی با سطح ویژه زیاد و تمایل شدید جذب برای فلزات سنگین انجام می‌گیرد (۴).

با وجود پژوهش‌های زیادی که در مورد تأثیر کاربرد افزودنی‌های آلی آلوده به فلزات سنگین در خاک غیر آلوده بر افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک صورت گرفته است (۶، ۵)، اما در مواردی که غلظت فلزات سنگین موجود در ترکیبات آلی کمتر از میزان فلز سنگین موجود در خاک باشد، کاربرد افزودنی‌های آلی با غلظت آلودگی کم در خاک آلوده به فلزات سنگین، می‌تواند کمک شایانی به کاهش قابلیت دسترسی فلزات سنگین در خاک آلوده به فلزات سنگین (به خصوص در شهرهای صنعتی کشور) نماید (۷).

لازم به ذکر است که با توجه به کمبود مواد آلی در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی کشور، استفاده از افزودنی‌های آلی غیر آلوده (یا با آلودگی کم) به فلزات سنگین، می‌تواند باعث تأمین عناصر غذایی گیاه شود (۸) که اثر رقابتی این عناصر با فلزات سنگین، منجر به کاهش قابلیت دسترسی فلزات سنگین در خاک می‌گردد. با توجه به مطالب بیان شده، در مورد اثر مثبت افزودنی‌های آلی بر کاهش قابلیت دسترسی فلزات سنگین در خاک، غنی‌سازی کودهای آلی با عناصر غذایی کم‌مصرف از جمله روی، می‌تواند ضمن تأمین عناصر غذایی گیاه، سبب کاهش قابلیت دسترسی فلزات سنگین از جمله کادمیوم در خاک شود.

با توجه به پایین بودن غلظت فلزات سنگین از جمله کادمیوم و سرب در ورمی‌کمپوست (Vermicompost) زباله شهری شازند (واقع در جنوب غربی

۱- گروه خاک‌شناسی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۲- گروه محیط زیست، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
نویسنده مسؤول: امیرحسین بقائی
Email: a-baghaie@iau-arak.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-12]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.6.8]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3261]

شهرستان اراک واقع در استان مرکزی)، کاربرد این ترکیب می‌تواند ضمن مدیریت بازیافت افزودنی‌های آلی به محیط زیست، تا حدودی تأمین‌کننده عناصر غذایی و افزایش میزان مواد آلی خاک باشد. ضمن این که می‌تواند قابلیت دسترسی کادمیوم را نیز در خاک تحت تأثیر قرار دهد. جهت غنی‌سازی کودهای آلی، می‌توان با اتخاذ روش مناسبی، از تایرهای فرسوده به عنوان منبع روی بهره گرفت و همچنین، از عواقب مضر ناشی از تجمع تایرها در محیط زیست جلوگیری به عمل آورد (۹). میزان آزادسازی روی توسط ذرات خرد شده لاستیک، به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک وابستگی زیادی دارد (۱۰). با وجود این که مطالعاتی در مورد نقش کاربرد ترکیبات آلی در کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم توسط گیاه انجام گرفته (۷، ۴)، اما نقش غنی‌سازی چنین ترکیباتی در کاهش قابلیت جذب کادمیوم توسط سبزیجات بررسی نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف اثر ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند، غنی شده با خاکستر لاستیک، بر کاهش جذب کادمیوم در گیاه کاهو انجام گردید.

روش‌ها

این مطالعه به صورت آزمایش گلدانی و در خاکی با بافت لوم‌سیلتی و آلوده به کادمیوم در یک گلخانه پژوهشی در شهرستان شازند واقع در ۳۳ کیلومتری جنوب غربی شهر اراک صورت گرفت. طرح آزمایشی مورد نظر به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند در سه سطح صفر، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار (۱۱) و کاربرد خاکستر لاستیک با غلظت روی کل ۱۱۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به میزان صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۰) و آلودگی خاک به فلز سنگین کادمیوم از منبع کلرید کادمیوم در سطوح صفر، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک بود. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست زباله شهری

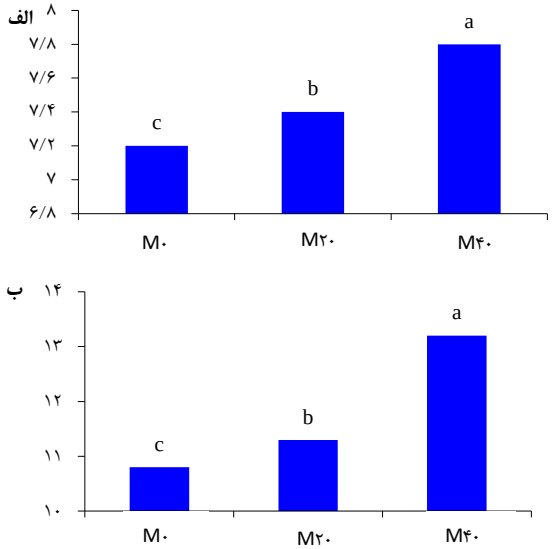
متغیر	خاک	ورمی‌کمپوست
pH	۷/۲	۷/۹
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۳	۶/۴
کربن آلی (درصد)	۰/۱	۲۳/۲
کادمیوم کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۷	۰/۵
روی کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۸/۴	۶۵/۰
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول بر کیلوگرم خاک)	۱۰/۸	۲۳/۴

ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند با خاکستر لاستیک مخلوط گردید و به مدت یک ماه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به حالت خود رها شد. از سوی دیگر، خاک مورد استفاده با روش اسپری در مقادیر ذکر شده به فلز کادمیوم آلوده و جهت رسیدن به تعادل نسبی، به مدت یک ماه به حالت خود رها گردید. سپس مخلوط ورمی‌کمپوست زباله شهری و خاکستر لاستیک به خاک آلوده به کادمیوم اضافه شد و خاک تیمار شده به مدت یک ماه به حال خود گذاشته شد و در این مدت جهت رسیدن به تعادل نسبی، نمونه خاک‌ها تا رسیدن به حد ظرفیت زراعی مزرعه به طور مداوم تر و خشک شد (۱۲).

پس از گذشت ۴۰ روز که گیاهان کاهو به رشد مناسب رسیدند (۳)، برداشت بوته‌ها انجام گرفت. نمونه‌ها در دمای ۴۸۰ درجه سلسیوس خاکستر و غلظت فلزات سنگین نیز بعد از عصاره‌گیری نمونه‌های با اسید کلریدریک دو نرمال با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل ۳۰۳۰، شرکت PerkinElmer، آمریکا) اندازه‌گیری شد (۱۳). میزان کادمیوم کل موجود در نمونه خاک به روش هضم با اسید نیتریک تعیین گردید (۱۴) و کادمیوم قابل دسترس خاک نیز با دی‌اتیلن تری‌آمین پنتا استیک اسید (Diethylenetriaminepentaacetic acid یا DTPA) در pH برابر با ۷/۲ (۷) عصاره‌گیری شد. همچنین، عناصر سنگین موجود در ورمی‌کمپوست زباله شهری به روش هضم با اسید فلوئوریک و تیزاب سلطانی (۱۵) عصاره‌گیری و غلظت آن‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری مقدار کربن آلی در نمونه خاک یا ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند، روش اکسیداسیون تر (۱۶) مورد استفاده قرار گرفت. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش کلرید باریم (۲) و بافت خاک به روش هیدرومتری (۱۷) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری pH و هدایت الکتریکی (Electrical conductivity یا EC) از عصاره اشباع خاک استفاده گردید (۷). میانگین‌ها با استفاده از آزمون Least significant difference (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمودارها نیز در نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ رسم گردید.

یافته‌ها

کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری، منجر به افزایش معنی‌دار pH (شکل ۱، قسمت الف) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (شکل ۱، قسمت ب) شد؛ به طوری که بیشترین pH و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک مربوط به کاربرد تیمار ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری بود.



شکل ۱. اثر کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند بر pH (الف) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (ب)

http://hsr.mui.ac.ir
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-12]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.6.8]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3261]

جدول ۲. تأثیر ورمی‌کمپوست، خاکستر لاستیک و کادمیوم بر مقدار کادمیوم قابل دسترس خاک (میلی‌گرم کادمیوم برکیلوگرم خاک)

تیمار	M_0T_0	M_1T_1	M_2T_0	M_2T_1	M_4T_0	M_4T_1
Cd_0	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری
Cd_{20}	۶/۴^{j*}	۴/۶^{k}	۴/۹^{k}	۳/۷^{l}	۲/۶^{m}	۱/۶^{n}
Cd_{30}	۱۳/۴^{d}	۱۱/۱^{fg}	۱۱/۷^{ef}	۹/۳^{h}	۹/۷^{h}	۸/۲^{i}
Cd_{40}	۱۸/۴^{a}	۱۵/۷^{b}	۱۴/۶^{c}	۱۲/۹^{d}	۱۲/۱^{e}	۱۰/۹^{g}

M_0، M_{20} و M_{40} به ترتیب شامل کاربرد مقادیر صفر، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند می‌باشد. Cd_0، Cd_{20}، Cd_{30} و Cd_{40} به ترتیب شامل کاربرد مقادیر صفر، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک و T_0 و T_1 کاربرد مقادیر صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار خاکستر لاستیک می‌باشد. * اعدادی که در هر ستون یا ردیف دارای حروف مشابه آماری می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

LSD: Least significant difference

بیشترین میزان کادمیوم قابل دسترس، در خاک فاقد کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری و خاکستر لاستیک و آلوده به ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک ($M_0T_0Cd_{40}$) و کمترین آن در خاک حاوی ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری و آلوده به ۲۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک ($M_{40}T_1Cd_{20}$) وجود داشت (جدول ۲).

کاربرد ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند در خاک آلوده به ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم کادمیوم درکیلوگرم خاک به ترتیب منجر به کاهش۱۲/۶ و ۲۳/۰ درصدی در مقدار کادمیوم قابل دسترس خاک شد. کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با خاکستر لاستیک نیز نتایج مشابهی را نشان داد؛ به طوری که کاربرد۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با خاکستر لاستیک در خاک آلوده به ۲۰ میلی‌گرم کادمیوم، باعث کاهش۲۰ درصدی در مقدار کادمیوم قابل دسترس خاک.

بیشترین میزان کادمیوم ریشه گیاه در خاک فاقد کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری و خاکستر لاستیک و آلوده به ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک و کمترین آن در خاک حاوی ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری و آلوده به ۱۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک مشاهده گردید (جدول ۳). کاربرد ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری در خاک آلوده به ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک به ترتیب منجر به کاهش ۹ و ۱۳ درصدی غلظت کادمیوم در ریشه گیاه شد. صرف‌نظر از میزان کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری، کاربرد خاکستر لاستیک نقش مؤثری در کاهش مقدار کادمیوم ریشه گیاه کاهو داشت.

بیشترین مقدار کادمیوم اندام هوایی گیاه در خاک فاقد ورمی‌کمپوست زباله شهری اراک و خاکستر لاستیک و آلوده به ۴۰ میلی‌گرم مشاهده شد. این در حالی است که کمترین مقدار کادمیوم اندام هوایی گیاه در خاک آلوده به ۲۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک وجود داشت. کاربرد تیمار خاکستر لاستیک باعث کاهش میزان کادمیوم اندام هوایی گیاه کاهو شد؛ به نحوی که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار خاکستر لاستیک در خاک فاقد ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند و آلوده به۳۰ میلی‌گرم کادمیوم، منجر به کاهش معنی‌دار ۱۶ درصدی در میزان کادمیوم اندام هوایی گیاه گردید.

بحث

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند، نقش مؤثری در کاهش مقدار کادمیوم قابل دسترس خاک داشت که دلیل آن را می‌توان به نقش ترکیبات معدنی و آلی موجود در ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند در کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم در خاک نسبت دا. هرچند که در این میان باید به نقش کاربرد این ترکیب در افزایش pH خاک (شکل ۱، قسمت الف) و به دنبال آن، کاهش کادمیوم قابل دسترس خاک نیز اشاره کرد (۸). از سوی دیگر، کاربرد ورمی کمپوست زباله شهری شازند توانسته است با افزایش گنجایش تبادل کاتیونی خاک (شکل ۱، قسمت ب)، مانع ورود کادمیوم به آب زیرزمینی شود که این یافته می‌تواند یک نکته مثبت زیست محیطی به شمار آید و دلیل آن را می‌توان نقش کاربرد افزودنی‌های آلی در افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و کاهش کادمیوم قابلیت دسترسی خاک دانست (۷).

جدول ۳. اثر ورمی‌کمپوست، خاکستر لاستیک و کادمیوم بر غلظت کادمیوم ریشه و اندام هوایی کاهو (میلی‌گرم کادمیوم برکیلوگرم وزن خشک گیاه)

تیمار	M_0T_0		M_1T_1		M_2T_0		M_2T_1		M_4T_0		M_4T_1	
	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه	ریشه	ساقه
Cd_0	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری	غیر قابل اندازه‌گیری
Cd_{20}	۳۱/۵^{f*}	۱۴/۴^{e}	۲۸/۹^{g}	۱۳/۳^{f}	۲۵/۵^{i}	۱۲/۳^{g}	۲۲/۹^{j}	۱۰/۳^{i}	۲۱/۸^{k}	۷/۹^{k}	۱۹/۳^{l}	۶/۷^{l}
Cd_{30}	۴۱/۰^{d}	۱۸/۰^{b}	۳۶/۲^{e}	۱۵/۱^{d}	۳۵/۶^{e}	۱۴/۹^{d}	۳۱/۶^{f}	۱۳/۰^{f}	۱۸/۱^{m}	۸/۹^{j}	۱۶/۸^{n}	۸/۱^{k}
Cd_{40}	۵۸/۶^{a}	۲۰/۰^{a}	۵۰/۸^{b}	۱۷/۱^{c}	۴۳/۳^{c}	۱۸/۰^{b}	۳۶/۲^{e}	۱۴/۰^{e}	۲۷/۷^{h}	۱۱/۰^{h}	۲۳/۱^{j}	۹/۰^{j}

M_0، M_{20} و M_{40} به ترتیب شامل کاربرد مقادیر صفر، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند می‌باشد. Cd_0، Cd_{20}، Cd_{30} و Cd_{40} به ترتیب شامل کاربرد مقادیر صفر، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک و T_0 و T_1 کاربرد مقادیر صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار خاکستر لاستیک می‌باشد. * اعدادی که در هر پارامتر دارای حروف مشابه آماری می‌باشند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد ندارند.

LSD: Least significant difference

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-12]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.6.8]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3261]

مولایی و همکاران نیز در پژوهش خود، کاربرد ورمی کمپوست را عامل مؤثری در جهت کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم جذب شده توسط گیاه دانستند و دلیل آن را کاربرد این ترکیبات در افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک ذکر کردند. همچنین، آن‌ها کاهش کادمیوم قابل دسترس خاک را مربوط به جذب سطحی کادمیوم به گروه‌های عامل کربوکسیلیک، فنلیک و هیدروکسیلیک موجود در سطح ورمی کمپوست دانستند (۴).

نتایج تحقیق شریفی و همکاران نشان داد که کاربرد کمپوست زباله شهری، عامل مؤثری در کاهش کادمیوم ریشه گیاه می‌باشد که دلیل آن، نقش بخش معدنی و آلی موجود در این ترکیبات است (۸). همچنین، نتایج مطالعه فراهانی و بقایی حاکی از آن بود که کاربرد بخش معدنی و آلی ترکیبات موجود در کود گاوی، عامل تأثیرگذاری در جهت کاهش میزان سرب قابل دسترس خاک می‌باشد (۱۸). Singh و همکاران در پژوهشی گزارش کردند که افزودن اصلاح‌کننده‌های آلی مانند کود دامی به یک خاک آلوده به عناصر سنگین، غلظت فلز سنگین در اندام هوایی گیاه را کاهش می‌دهد و نتیجه گرفتند که تشکیل کمپلکس‌های سطحی درون کره‌ای و برون کره‌ای، مهم‌ترین مکانیزم‌های جذب سطحی فلز سنگین به وسیله مواد آلی است. همچنین، آن‌ها بیان کردند که تشکیل کمپلکس بین عناصر سنگین و اصلاح‌کننده‌های خاک، اهمیت فوق‌العاده‌ای در نگهداری و قابلیت تحرک آلاینده‌های خاک و آب دارد (۱۹).

کاربرد ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند در خاک آلوده به ۲۰ میلی‌گرم کادمیوم به ترتیب باعث کاهش معنی‌داری در میزان کادمیوم ریشه و اندام هوایی گیاه شد (جدول ۳) که دلیل آن را می‌توان به نقش کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند در کاهش مقدار کادمیوم قابل دسترس خاک و به دنبال آن جذب کمتر کادمیوم توسط ریشه و در نهایت، اندام هوایی گیاه ارتباط داد. لازم به ذکر است که در تمام تیمارهای ذکر شده، غلظت کادمیوم اندام هوایی گیاه کمتر از ریشه می‌باشد. نتایج تحقیق Wang و همکاران نشان داد که کادمیوم موجود در محلول خاک می‌تواند به دیواره‌های سلولی ریشه گیاه پیوند یابد. در حقیقت، تجمع کادمیوم در ریشه گیاه، نوعی مکانیسم تحمل غلظت زیاد کادمیوم در ریزوسفر ریشه گیاه است (۲۰).

کاربرد ورمی‌کمپوست زباله شهری غنی شده با خاکستر لاستیک نیز نقش مؤثری در کاهش مقدار کادمیوم اندام هوایی گیاه داشت که دلیل آن می‌تواند اثر رقابتی روی و کادمیوم باشد. صادقی و همکاران در مطالعه‌ای گزارش کردند که افزایش سطح کادمیوم در هر سطح کاربرد روی، باعث کاهش غلظت روی بخش‌های هوایی گیاه می‌شود و دلیل آن را اثر آنتاگونیستی این دو عنصر دانستند و به این نتیجه رسیدند که روی می‌تواند با جلوگیری از انتقال کادمیوم از طریق آوندهای آبکش، توزیع آن را در گیاه تحت تأثیر قرار دهد (۲۱). رحیمی و رونقی نیز کاربرد روی را عامل مؤثری در جهت کاهش میزان جذب کادمیوم در گیاه دانستند و چنین گزارش کردند که کاربرد روی با افزایش مقاومت گیاه به فلز کادمیوم و افزایش وزن خشک گیاه، مانع جذب کادمیوم توسط گیاه می‌گردد (۲۲)؛ هرچند که در این میان نباید از نقش نوع گیاه و ویژگی‌های فیزیولوژیک هر گیاه غافل شد. Cherif و همکاران نیز در پژوهش خود اثر آنتاگونیستی روی و کادمیوم را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که کاربرد روی تا حدودی می‌تواند قابلیت جذب کادمیوم توسط گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و میزان آلودگی خاک به فلز کادمیوم را عامل مؤثری در میزان اثربخشی روی در کاهش قابلیت جذب کادمیوم دانستند (۲۳).

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی حاضر نشان داد که کاربرد ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری شازند غنی شده با خاکستر لاستیک، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم گیاه کاهو در خاک آلوده به کادمیوم داشته باشد که از جمله دلایل آن می‌توان به نقش کاربرد این افزودنی آلی در افزایش ویژگی‌های جذبی خاک همچون ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و به دنبال آن، کاهش قابلیت دسترسی کادمیوم در خاک و گیاه اشاره کرد و این یافته می‌تواند یک نکته مثبت زیست محیطی محسوب گردد. لازم به ذکر است که نوع فلز و میزان آلودگی خاک نیز می‌تواند نقش مؤثری در قابلیت دسترسی کادمیوم گیاه داشته باشد. با توجه به نتایج به دست آمده، توصیه می‌شود که نتایج پژوهش حاضر در محیط مزرعه نیز مورد بررسی قرار گیرد و نقش غنی‌سازی ورمی‌کمپوست زباله شهری با خاکستر لاستیک بر صفات زراعی گیاه نیز بررسی شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی و حمایت‌های بی‌دریغ دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، به جهت در اختیار قرار دادن امکانات لازم برای انجام پژوهش، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References

1. Fathi E, Parsinejad M, Mirzaei F, Motesharezadeh B. Effects of salinity and soil contaminated with sewage on cadmium uptake by corn. Iranian Journal of Soil and Water Research 2017; 48(2): 359-68. [In Persian].
2. Türkdogan MK, Kilicel F, Kara K, Tuncer I, Uygan I. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. Environ Toxicol Pharmacol 2003; 13(3): 175-9.
3. Abedi-Koupai J, Matin N, Javahery Tehrani M. Uptake of cadmium by cress, lettuce and tomato in Cd-contaminated soil. J Sci Technol Greenhouse Culture 2015; 6(21): 41-53.
4. Molaei S, Shirani H, Hamidpour M, Shekofteh H, Besalatpour A A. Effect of vermicompost, pistachio kernel and shrimp shell on some growth parameters and availability of Cd, Pb and Zn in corn in a polluted soil. Journal of Water and Soil Science 2016; 19(74): 113-24. [In Persian].
5. Li Q, Guo XY, Xu XH, Zuo YB, Wei DP, Ma YB. Phytoavailability of Copper, Zinc and Cadmium in Sewage Sludge-Amended Calcareous Soils. Pedosphere 2012; 22(2): 254-62.
6. Karami M, Afyuni M, Rezainejad Y, Schulin R. Heavy metal uptake by wheat from a sewage sludge-amended calcareous soil. Nutrient Cycling in Agroecosystems 2009; 83(1): 51-61.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-12]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.6.8]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3261]

7. Baghaie AH. Effect of municipal waste compost and zeolite on reduction of cadmium availability in a loamy soil (A case study: Arak municipal waste compost). Soil Management and Sustainable Production 2017; 6(4): 103-17. [In Persian].
8. Sharifi M, Afyuni M, Khoshgoftarmanesh A. Effects of sewage sludge, animal manure, compost and cadmium chloride on cadmium accumulation in corn and alfalfa. Journal of Residuals Science and Technology 2010; 7(4): 219-25.
9. Taheri S, Khoshgoftarmanesh AH, Shariatmadari H, Chaney RL. Kinetics of zinc release from ground tire rubber and rubber ash in a calcareous soil as alternatives to Zn fertilizers. Plant and Soil 2011; 341(1-2): 89-97.
10. Rahimi S, Afyuni M, Khoshgoftarmanesh AH, Noruzi M. Assessment of soil quality index with zinc fertilizer and its concentration wheat grain. Water and Soil Sci 2015; 19(71): 47-57. [In Persian].
11. Rahimi Alashti S, Bahmanyar MA, Ahmad Abadi Z. Changes in soil physical properties and concentrations of lead and chromium in spinach affected by enriched municipal compost. J Water Soil Sci 2013; 17(63): 1-11. [In Persian].
12. Jahanbakhshi S, Rezaei MR, Sayyari-Zahan MH. Comparison effect of phytoremediation in cadmium and chromium contaminated soil in Spinacia oleracea and Lepidium sativum. J Water Soil Sci 2015; 18(70): 1-12. [In Persian].
13. Lee PK, Choi BY, Kang MJ. Assessment of mobility and bio-availability of heavy metals in dry depositions of Asian dust and implications for environmental risk. Chemosphere 2015; 119: 1411-21.
14. Ren J, Wang F, Zhai Y, Zhu Y, Peng C, Wang T, et al. Effect of sewage sludge hydrochar on soil properties and Cd immobilization in a contaminated soil. Chemosphere 2017; 189: 627-33.
15. Rajaie M, Tavakoly AR. Effects of municipal waste compost and nitrogen fertilizer on growth and mineral composition of tomato. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture 2016; 5(4): 339-47.
16. Song J, Li Z, Nie X, Liu C, Xiao H, Wang D, et al. A modified soil organic carbon density model for a forest watershed in southern China. Geomorphology 2017; 296: 153-9.
17. Baghaie A, Khoshgoftarmanesh AH, Afyuni M, Schulin R. Soil Chemistry and Soil Mineralogy The role of organic and inorganic fractions of cow manure and biosolids on lead sorption. Soil Sci Plant Nutr 2011; 57(1): 11-8.
18. Farahani NT, Baghaie AH. Interactive effect of Fe and Pb on decreasing corn Pb availability in a Pb-polluted soil. Journal of Water and Soil 2017; 31(4): 1187-99.
19. Singh A, Agrawal M, Marshall FM. The role of organic vs. inorganic fertilizers in reducing phytoavailability of heavy metals in a wastewater-irrigated area. Ecol Eng 2010; 36(12): 1733-40.
20. Wang G, Su MY, Chen YH, Lin FF, Luo D, Gao SF. Transfer characteristics of cadmium and lead from soil to the edible parts of six vegetable species in southeastern China. Environ Pollut 2006; 144(1): 127-35.
21. Sadeghi S, Oustan S, Najafi N, Valizadeh M, Monirifar H. Interaction effects of zinc and cadmium on growth and chemical composition of canola (Brassica napus cv. Hyola) in a Loamy Sand Soil. Water and Soil Sciences 2017; 26(1-4): 237-54. [In Persian].
22. Rahimi T, Ronaghi AM. Effect of different zinc sources on concentration of cadmium and some micronutrients in spinach grown on a calcareous soil. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture 2012; 3(10): 101-11. [In Persian].
23. Cherif J, Mediouni C, Ben Ammar W, Jemal F. Interactions of zinc and cadmium toxicity in their effects on growth and in antioxidative systems in tomato plants (Solanum lycopersicum). J Environ Sci 2011; 23(5): 837-44.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-12]

[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.6.8]

[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3261]

DOI: *10.22122/jhsr.v14i2.3261* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research **Vol. 14, No. 2, Summer**

Received: 19.10.2017 Accepted: 19.02.2018 Published: 06.07.2018

Use of Rubber Ash Enriched Vermi-Compost on Decreasing Cadmium Sorption in Lettuce Plant

Amir Hossein Baghaie[1], **Hamid Toranjzar**[2]

Original Article

Abstract

Background: Remediation of soils polluted to heavy metals especially in industrial cities is very important in environmental pollution studies. This research was performed to investigate the effect of rubber ash enriched urban waste vermi-compost on decreasing Cadmium (Cd) availability in lettuce plant in Cd-polluted soil.

Methods: Treatments consisted of applying urban waste vermi-compost (0, 20, and 40 t/ha) enriched with 0 and 200 kg/ha rubber ash in a polluted soil with 0, 20, 30, and 40 mg Cd per kg, and plant in this experiment was lettuce. Soil and plant Cd concentration was measured by atomic absorption spectroscopy (AAS).

Findings: Increasing the use of urban waste vermi-compost from 0 to 20 and 40 t/ha in a Cd-polluted soil (20 mg Cd per kg soil) caused a significant decrease in soil Cd availability by 1.3 and 2.4 times, respectively. Cd concentration in plant aerial organ was also decreased by 1.1 and 1.8 times, respectively. Applying 20 and 40 t/ha rubber ash enriched urban waste vermi-compost in a Cd-polluted soil (30 mg Cd/kg soil) caused a significant decrease in Cd concentration of plant aerial organ by 1.2 and 1.9 times, respectively.

Conclusion: Applying urban waste vermi-compost causes a decrease in Cd availability in soil and plants and meanwhile, enrichment of this organic compound with rubber ash also decreases Cd sorption by plant.

Keywords: Bioremediation, Heavy metals, Soil pollution, Lettuce

Citation: Baghaie AH, Toranjzar H. **Use of Rubber Ash Enriched Vermi-Compost on Decreasing Cadmium Sorption in Lettuce Plant.** J Health Syst Res 2018; 14(2): 171-6.

1- Department of Soil Science, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
2- Department of Environment, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
Corresponding Author: Amir Hossein Baghaie, Email: a-baghaie@iau-arak.ac.ir

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-12]
[DOR: 20.1001.1.17352363.1397.14.2.6.8]
[DOI: 10.22122/jhsr.v14i2.3261]