Archive of SID

مجله مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد سوم، شماره اول، ۱۳۹۲
http://ejsms.gau.ac.ir

اثرات باقی‌مانده کاربرد کمپوست زباله شهری بر غلظت سرب و کادمیوم خاک و گیاه برنج

***فاطره کریمی[۱] و محمدعلی بهمنیار[۲]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
[۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۱۰

چکیده

برای بررسی اثرات باقی‌مانده کاربرد چند سال متوالی کمپوست زباله شهری بر میزان سرب و کادمیوم (کل و قابل‌جذب) خاک و گیاه برنج، پژوهشی با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت اسپلیت پلات در ۳ تکرار در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. فاکتور اصلی کاربرد کمپوست در ۳ سطح (۰، ۲۰ و ٤٠ تن در هکتار) و فاکتور فرعی، اثرات ٤، ۳ و ۲ سال متوالی کاربرد نداشتن کمپوست به‌ترتیب بعد از کاربرد در سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦، ۸۷-۱۳۸۵ بود. نتایج نشان داد که بیش‌ترین غلظت سرب قابل‌جذب (۲/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کادمیوم قابل‌جذب خاک (۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به تیمار ٤٠ تن کمپوست در هکتار اختصاص داشت. همچنین، با افزایش سطوح کاربرد کمپوست و سال‌های مصرف ۱ به ۳ سال متوالی، غلظت سرب و کادمیوم (کل) خاک نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ٤٠/۸۵ و ۲٤/۵۸ درصد افزایش یافت. در حالی‌که اثرات متقابل بین سطوح کاربرد کمپوست و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست تأثیر معنی‌داری بر میزان سرب قابل‌جذب خاک، اندام هوایی و دانه نداشته است. در ضمن، با کاربرد ۳ سال متوالی ٤٠ تن کمپوست در هکتار که ۲ سال از آخرین کوددهی آن در خاک می‌گذرد، بیش‌ترین غلظت کادمیوم ریشه، اندام هوایی و دانه نیز به‌ترتیب با حدود ۳/٦۱، ۲/۹٦ و ۳ برابر افزایش نسبت به تیمار شاهد به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اثرات باقی‌مانده، برنج، سرب، کادمیوم، کمپوست

* مسئول مکاتبه: fatereh_84@rocketmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با توجه به کمبود مواد آلی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، کاربرد ترکیبات آلی در این مناطق باعث بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و حاصل‌خیزی در خاک می‌گردد و هم‌چنین گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، انباشته شدن حجم عظیمی از زباله‌های شهری را در پی داشته است. بنابراین در سال‌های اخیر به‌منظور کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، به بازیافت زباله و به‌کارگیری کمپوست به‌دست آمده در اراضی کشاورزی توجه زیادی شده است (خوشگفتارمنش و کلباسی، ۲۰۰۰).

از اشکالاتی که کمپوست می‌تواند به مرور زمان ایجاد کند، تجمع عناصر سنگین در خاک است (آی وگبو و همکاران، ۲۰۰۷؛ آچیبا و همکاران، ۲۰۰۹). وجود بیش از حد عناصر سنگین در کمپوست اثرات زیست‌محیطی منفی، به‌خصوص در اراضی کشاورزی ایجاد می‌کند (نیکولسون و همکاران، ۲۰۰۳؛ نوری و همکاران، ۲۰۰٦؛ آیاری و همکاران، ۲۰۰۸؛ ماهوی، ۲۰۰۸).

هنگامی‌که این مواد به زمین اضافه می‌شوند، گیاه همراه با عناصر غذایی مورد نیاز، این عناصر سمی را نیز جذب و وارد زنجیره غذایی انسان و حیوان می‌کند (چاکویوجی و همکاران، ۲۰۰۵؛ جوردائو و همکاران، ۲۰۰٦؛ گریجر و همکاران، ۲۰۰۷). گارسیا و همکاران (۱۹۹۱) در پژوهش‌های خود دریافتند که مقدار فلزات سنگین با پیشرفت فرایند کمپوست شدن افزایش می‌یابد و این مسأله می‌تواند مانعی در مسیر استفاده مکرر از کمپوست در اراضی کشاورزی باشد.

مطالعات زیادی در زمینه تأثیر کودهای آلی بر توزیع عناصر سنگین در گیاهان زراعی انجام گرفته و مشخص شده که افزودن کودهای آلی به خاک موجب افزایش جذب و توزیع کادمیوم و برخی عناصر سنگین در خاک و جذب و توزیع آن‌ها در گیاه می‌شود (باهاتا چریا و همکاران، ۲۰۰۵؛ افیونی و همکاران، ۲۰۰۷؛ یاسن، ۲۰۰۷).

افزایش غلظت فلزات و تغییرات در وضعیت توزیع آن‌ها در خاک اصلاح شده با کمپوست در طولانی‌مدت باعث افزایش غلظت این فلزات در بافت‌های گیاهان کشت شده در این خاک‌ها می‌شود (زلجازکوف و وارمن، ۲۰۰٤؛ وی و لیو، ۲۰۰۵). از سوی دیگر نوع و گونه‌های مختلف گیاهی در توانایی جذب، تجمع و تحمل فلزات سنگین تفاوت زیادی با یکدیگر دارند (آلوی، ۱۹۹۰؛ رز، ۱۹۹٤). در آزمایشی که از ۳ نوع کمپوست متفاوت شامل (کمپوست پسماند شهری، کمپوست لجن فاضلاب و مخلوط کمپوست پسماند شهری و لجن فاضلاب) استفاده شد، فراهمی مس، سرب و

www.SID.ir

Archive of SID

کادمیوم در خاک‌هایی که مقادیر زیادی از کمپوست دریافت کرده بودند افزایش یافت (بالدوین و شلتون، ۱۹۹۹). پرز و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که کاربرد کمپوست زباله شهری (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ تن در هکتار) باعث افزایش غلظت مس، سرب، کروم قابل‌جذب خاک گردید.

پیکتل و اندرسون (۱۹۹۷) نشان دادند که جذب فلزات نیکل، مس و روی در غلظت‌های بالقوه سمی در بافت‌های گیاهی جو دو سر کشت داده شده در شرایط گلدانی تحت تیمار کمپوست زباله شهری و کمپوست لجن فاضلاب افزایش می‌یابد. کاربرد کمپوست لجن و لجن مایع فاضلاب به‌مدت ٦ سال در خاک باعث افزایش ۱۰۰ درصدی فلزات روی، مس، سرب، کروم، نیکل و کادمیوم در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک که با افزایش کاربرد کمپوست لجن، جذب فلزات نام‌برده توسط گیاهان هم افزایش پیدا نمود (چانگ و همکاران، ۱۹۸٤).

پینامونتی و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که با کاربرد کمپوست در یک خاک شنی و خنثی ثابت شده است که میزان نیکل، کادمیوم، کروم افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد. به این منظور، این پژوهش با هدف بررسی اثرات باقی‌مانده مقادیر سرب و کادمیوم کل و قابل‌جذب خاک و تجمع آن‌ها در اندام‌های مختلف گیاه برنج، پس از ٤، ۳ و ۲ سال کاربرد نداشتن کمپوست زباله شهری به‌ترتیب بعد از ۱، ۲ و ۳ سال کاربرد آن، به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارها شامل: فاکتور اصلی، کاربرد کمپوست زباله شهری اصفهان در ۳ سطح (۰، ۲۰ و ٤۰ تن در هکتار) و فاکتور فرعی نیز، اثرات باقی‌مانده سال‌های مصرف کود در ۳ سطح (۲ سال مصرف نکردن کود بعد از ۳ سال کاربرد متوالی کمپوست طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۵، ۳ سال مصرف نکردن کود بعد از ۲ سال کاربرد متوالی کمپوست طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦ و ٤ سال مصرف نکردن کود بعد از ۱ سال کاربرد کمپوست در سال ۱۳۸۵) بود. به این منظور، در سال ۱۳۸۵، در ۹ کرت ۱۲×۳ متری تیمارهای کمپوست مصرف شدند. سپس در سال ۱۳۸٦ در سطح دو سوم کرت‌های اولیه (۸×۳) و در سال ۱۳۸۷ در سطح یک‌سوم کرت‌های اولیه (٤×۳) تیمارهای کودی اعمال گردیدند. به‌منظور بررسی اثرات

www.SID.ir

Archive of SID

باقی‌مانده کاربرد ۱، ۲ و ۳ سال متوالی کمپوست، در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ هیچ کودی مصرف نشد و در تمام این سال‌ها مزرعه تحت کشت برنج قرار گرفت. در سال ۱۳۸۹ بعد از برداشت برنج، نمونه‌برداری از خاک انجام شد و میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک به روش DTPA (لیندسی و نورول، ۱۹۷۸) و مقادیر سرب و کادمیوم کل خاک پس از عصاره‌گیری با اسید کلریدریک و اسید نیتریک با دستگاه جذب اتمیک مدل Varian (Spectra AA-10) اندازه‌گیری شدند (بیکر و آماچر، ۱۹۸۲). برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و کمپوست مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. همچنین پس از برداشت، نمونه‌برداری از اندام‌های مختلف گیاه (ریشه، اندام هوایی و دانه) انجام شد و میزان سرب و کادمیوم در گیاه تعیین شدند (AOAC، ۱۹۹۰). سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و برخی خصوصیات شیمیایی کمپوست مورد استفاده در آزمایش.

خصوصیات	خاک	کمپوست
بافت	رسی سیلتی	-
pH	۷/۶۳	۷/٤۱
EC (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۸٤	۳/۲
OC (درصد)	۱/٦	۲۲/٦۳
سرب کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲۹/۷٤	۳۰٦/۰٥
سرب قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱/۱٦	۲٥/٤۷
کادمیوم کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱/۱۸	۲/٦۳
کادمیوم قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۰/۰٥	۰/۱۹

نتایج و بحث

غلظت سرب و کادمیوم کل و قابل‌جذب خاک: کاربرد مقادیر و سال‌های مختلف مصرف نکردن کمپوست (در سطح ۱ درصد) و اثرات متقابل بین مقادیر و سال‌های مصرف نکردن کمپوست (در سطح ۵ درصد) بر میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مقادیر و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست بر میزان سرب و کادمیوم کل و قابل‌جذب خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

منابع تغییرات	df	کل		قابل جذب	
		سرب	کادمیوم	سرب	کادمیوم
تکرار	۲	۰/۱۳٦	۰/۰۷۳	۰/۱٥٤	۰/۰۰۰
فاکتور A (مقادیر مصرف)	۲	۲٦۹/٥۱۸**	۳/۷۹۳**	٥/۰٤۱**	۰/۰۰٦**
خطای a	٤	۱/۳٦۳	۰/۰۲٦	۰/۰۷٥	۰/۰۰۰۹
فاکتور B (سال‌های مصرف نکردن)	۲	۷/٤۸۰**	۰/۲۹۰**	۰/۳۱٤*	۰/۰۰۱*
اثر متقابل A×B	٤	۲/٤۳۲*	۰/۱۰٤*	۰/۱۲۸^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}
خطای b	۱۲	۰/۷٤۸	۰/۰۲٦	۰/۰۷۰	۰/۰۰۰
ضریب تغییرات (درصد)		۲/٤۱	۹/۲٤	۱۳/۲۰	۱۳/٦٦

*معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد، **معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns}غیرمعنی‌دار.

با افزایش سطوح کاربرد کمپوست از صفر به ٤۰ تن در هکتار و سال‌های مصرف ۱ به ۳ سال متوالی، غلظت سرب و کادمیوم کل خاک افزایش یافته و بالاترین میزان سرب و کادمیوم کل خاک در اثر کاربرد ۳ سال متوالی ٤۰ تن کمپوست در هکتار که از آخرین کوددهی آن ۲ سال می‌گذرد، به‌ترتیب به‌میزان ٤۱/۸۹ و ۲/٦٥ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ٤۰/۸٥ درصد و ۱۲٤/٥۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳).

مورتودت (۱۹۹٦) و افیونی و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعات خود نشان دادند که با افزایش سال‌های کاربرد کودهای آلی میزان تجمع بیش‌تر فلزات سنگین در خاک افزایش می‌یابد.

در این پژوهش غلظت کل سرب و کادمیوم از حد بحرانی گزارش شده برای این عناصر در خاک بسیار کم‌تر است. چینی (۱۹۸۹) غلظت کل بحرانی برای سرب و کادمیوم در خاک را به‌ترتیب ۲۰۰ و ۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کرده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثرات متقابل مقادیر و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست بر میزان سرب و کادمیوم کل خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

کمپوست	سرب			کادمیوم		
(تن در هکتار)	٤	۳	۲	٤	۳	۲
۰	۲۹/۷٤^{d}	۳۰/۲٤^{d}	۲۹/٦٥^{d}	۱/۱۸^{e}	۱/۱۹^{e}	۱/۲۲^{e}
۲۰	۳۷/٤۱^{c}	۳۷/٤۱^{c}	۳۹/۲٦^{b}	۱/٤۱^{d}	۱/٥۹^{d}	۲/۱۲^{c}
٤۰	۳۸/٤٦^{bc}	۳۹/۸۸^{b}	٤۱/۸۹^{a}	۲/۳۰^{bc}	۲/٤۷^{ab}	۲/٦٥^{a}

* میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون و ردیف برای هر فاکتور مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* ٤ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال ۱۳۸۵)، ۳ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦)، ۲ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال‌های ۸۷-۱۳۸۵).

مقادیر مختلف کمپوست (در سطح ۱ درصد) و سال‌های مصرف نکردن کمپوست (در سطح ۵ درصد) تأثیر معنی‌داری بر میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک داشته است. ولی اثرات متقابل بین مقادیر و سال‌های بعد از مصرف کمپوست بر میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک معنی‌دار نبوده است (جدول ۲).

با کاربرد مقادیر مختلف کمپوست در خاک، میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک به‌میزان ۲/۵۸ و ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم با کاربرد ٤۰ تن کمپوست در هکتار به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۲۲/٤۱ و ۱۰۰ درصد افزایش نشان داد و کم‌ترین میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب نیز در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ٤). یثربی و همکاران (۱۹۹٤) و باستا و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که کمپوست، عامل افزایش تبادل کاتیونی و آزادکننده تدریجی عناصر غذایی می‌باشد. تغییر در مقدار فلزات سنگین خاک بعد از کاربرد کمپوست بستگی به‌میزان کاربرد و خصوصیات خاک دارد (کورتنی و مولن، ۲۰۰۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- اثر ساده مقادیر و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست بر میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

تیمارهای کودی	سرب	کادمیوم
مقادیر کاربرد (تن در هکتار)		
۰	۱/۱٦[c]	۰/۰۵[c]
۲۰	۲/۲۷[b]	۰/۰۸[b]
٤۰	۲/۵۸[a]	۰/۱۰[a]
سال‌های کاربرد نداشتن		
٤ سال کاربرد نداشتن طی ۸۹-۱۳۸٦ (کاربرد در سال ۱۳۸۵)	۱/۸۵[b]	۰/۰٦۸[b]
۳ سال کاربرد نداشتن طی ۸۹-۱۳۸۷ (کاربرد در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦)	۱/۹۵[ab]	/۰۷٤[b]
۲ سال کاربرد نداشتن طی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ (کاربرد در سال‌های ۸۷-۱۳۸۵)	۲/۲۱[a]	۰/۰۸۷[a]

* حرف مشترک نشان‌دهنده این است که میان تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد.

در ضمن با افزایش تعداد سال‌های کاربرد کمپوست از ۱ به ۳ سال متوالی، مقدار سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک افزایش یافت. به‌طوری‌که بالاترین میزان سرب (۲/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کادمیوم (۰/۰۸۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) قابل‌جذب خاک از کاربرد ۳ سال متوالی کمپوست که بعد از آن ۲ سال مصرف نکردن را داشتیم، به‌دست آمد. همچنین بین ٤ و ۳ سال مصرف نکردن کمپوست بعد از ۱ و ۲ سال کوددهی بر میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک از نظر آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ٤).

وبر و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد کمپوست در یک خاک لومی شنی در طی ۲ سال متوالی باعث افزایش غلظت روی، مس و سرب گردید. در ضمن برخی از پژوهشگران در بررسی‌های خود نشان دادند که با استفاده مکرر از کمپوست میزان فلزات سنگین در خاک‌های اصلاح شده به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت (کرسچیو و همکاران، ۲۰۰٤؛ مادرید و همکاران، ۲۰۰٦؛ بنزارتی و همکاران، ۲۰۰۷؛ ان واچوکو و همکاران، ۲۰۱۰؛ آیاری و همکاران، ۲۰۱۰؛ زامان، ۲۰۱۰).

غلظت سرب و کادمیوم در اندام‌های مختلف برنج: کاربرد مقادیر مختلف کمپوست تأثیر معنی‌داری (در سطح ۱ درصد) بر غلظت سرب ریشه، اندام هوایی و دانه برنج داشته است. همچنین میزان سرب تجمع‌یافته در ریشه و دانه تحت‌تأثیر سال‌های مصرف کمپوست قرار گرفت. اثرات متقابل بین مقادیر و سال‌های مصرف نکردن کمپوست نیز فقط بر غلظت سرب ریشه تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر مقادیر و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست بر غلظت سرب و کادمیوم در اندام‌های مختلف برنج (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

منابع تغییرات	df	سرب			کادمیوم		
		ریشه	اندام هوایی	دانه	ریشه	اندام هوایی	دانه
تکرار	۲	۰/۱۱۳	۰/۱۰۲	۰/۳۰۵	۰/۲۰۹	۰/۰۳۳	۰/۰۲۶
فاکتور A (مقادیر مصرف)	۲	۹٤/٥٦۲**	۲۰٦/۳۲۹**	۲۲٦/٥٥۲**	۸/۰٦٦**	٤/۷٥۱**	٥/۳۲۹**
خطای a	٤	۰/۱۰۹	۰/۲۳۷	۰/٥۱٥	۰/۰۷۷	۰/۰۳۳	۰/۰۲٤
فاکتور B (سال‌های مصرف نکردن)	۲	۰/۸۷۳**	۱/۷۰٦^{ns}	۱/۷۹۸*	۰/٤۰۷**	۰/۲۳۰**	۰/۱۷۳**
اثر متقابل A×B	٤	۰/٤۲۰*	۰/٥۲٤^{ns}	۰/٦۰٥^{ns}	۰/۲۷٥^{ns}	۰/۰۸۲*	۰/۰٦۸^{ns}
خطای b	۱۲	۰/۰۸۲	۰/۸۱۲	۰/۳۷۰	۰/۰٥٥	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱/٤٤	۱۰/۱۷	۷/۲٤	۱٥/۰۸	۱۰/۲٦	۹/۳۲

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

با افزایش مقادیر و سال‌های کاربرد کمپوست، غلظت سرب ریشه افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین میزان (۲۲/۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در اثر کاربرد ۳ سال متوالی ٤۰ تن کمپوست در هکتار که از آخرین کوددهی آن در خاک ۲ سال می‌گذرد، به‌دست آمد که ۳۹/٦٦ درصد نسبت به تیمار شاهد که در پایین‌ترین سطح قرار داشت افزایش نشان داد. که البته این تیمار با تیمارهای کودی که ۳ و ٤ سال از آخرین کوددهی آن‌ها در خاک می‌گذرد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ٦).

چنگ و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند که بیش‌ترین تجمع فلز در گیاه در ۲ سال اول پس از کاربرد کود آلی اتفاق می‌افتد، سپس این غلظت کم‌تر شده و به‌صورت ثابت با زمان ادامه پیدا می‌کند. موریلو و کابررادر (۱۹۹۷) نیز نشان دادند که کاربرد کمپوست زباله شهری میزان نیکل و کروم را در گیاه شبدر افزایش داد. اما در همه این حالت‌ها مقدار عناصر نیکل، سرب، کروم و کادمیوم کم‌تر از حد سمیت برای گیاه بود (هارگریوز و همکاران، ۲۰۰۷). دامنه غلظت سمی برای سرب و کادمیوم به‌ترتیب ۳۰۰-۳۰ و ۳۰-۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (چینی، ۱۹۸۹؛ کابتا-پندیاس، ۲۰۰۱)، به‌طوری‌که در این پژوهش غلظت سرب و کادمیوم در گیاه از حد سمی آن‌ها بسیار پایین‌تر بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- اثرات متقابل مقادیر و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست بر غلظت سرب ریشه (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

کمپوست	سال‌های کاربرد نداشتن		
(تن در هکتار)	٤	٣	٢
٠	١٦/٣٤[d]	١٦/٤٥[d]	١٦/٤٢[d]
٢٠	١٩/٩٦[c]	٢٠/٧٢[c]	٢١/٤٠[b]
٤٠	٢٢/٤٢[a]	٢٢/٨٠[a]	٢٢/٨٢[a]

* میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون و ردیف برای هر فاکتور مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ٥ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* ٤ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال ١٣٨٥)، ٣ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال‌های ١٣٨٥ و ١٣٨٦)، ٢ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال‌های ٨٧-١٣٨٥).

بالاترین غلظت سرب (١٢/٦٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در اندام هوایی برنج با کاربرد ٤٠ تن کمپوست در هکتار به‌دست آمد که منجر به افزایش ٢٦٣/٣٣ درصدی نسبت به تیمار شاهد شد و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با کاربرد ٢٠ تن کمپوست در هکتار نشان داد (جدول ٧). خوشگفتارمنش و کلباسی (٢٠٠٢) طی آزمایشی دریافتند که با کاربرد شیرابه کمپوست، میزان عناصر آهن، روی، منگنز، مس، سرب و نیکل در دانه و کلش برنج افزایش یافت اما تأثیر معنی‌داری بر غلظت کادمیوم و کروم گیاه نداشت. مفتون و همکاران (٢٠٠٤) نیز دریافتند که برگ‌های اسفناج با کاربرد کمپوست در خاک، افزایش جذب سرب را نسبت به تیمارهای کود نخورده نشان می‌دهند.

جدول ٧- اثر ساده مقادیر و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست بر غلظت سرب در اندام هوایی و دانه برنج (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

تیمارهای کودی	اندام هوایی	دانه
مقادیر کاربرد (تن در هکتار)		
٠	٣/٤٨[c]	٢/٦٩[c]
٢٠	١٠/٤٦[b]	١٠/٤١[b]
٤٠	١٢/٦٤[a]	١٢/١٠[a]
سال‌های کاربرد نداشتن		
٤ سال کاربرد نداشتن طی ٨٩-١٣٨٦ (کاربرد در سال ١٣٨٥)	٨/٣٧[a]	٨/٠٥[b]
٣ سال کاربرد نداشتن طی ٨٩-١٣٨٧ (کاربرد در سال‌های ١٣٨٥ و ١٣٨٦)	٩/٠٣[a]	٨/٢٥[b]
٢ سال کاربرد نداشتن طی ١٣٨٨ و ١٣٨٩ (کاربرد در سال‌های ٨٧-١٣٨٥)	٩/١٩[a]	٨/٩١[a]

* حرف مشترک نشان‌دهنده این است که میان تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ٥ درصد وجود ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

در ضمن، با افزایش تعداد سال‌های کاربرد کمپوست از ۱ به ۳ سال متوالی، غلظت سرب در اندام هوایی برنج افزایش یافت ولی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با اثرات باقی‌مانده سایر سال‌های مصرف کود نشان نداد (جدول ۷).

غلظت سرب در دانه برنج نیز تحت‌تأثیر کاربرد کمپوست در خاک قرار گرفت و با افزایش مقادیر کمپوست، غلظت سرب دانه افزایش یافت و بالاترین میزان (۱۲/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در تیمار ٤٠ تن کمپوست در هکتار به‌دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با کاربرد ۲۰ تن کمپوست در هکتار نشان نداد. همچنین ۲ سال مصرف نکردن کمپوست بعد از کاربرد ۳ سال متوالی آن، تأثیر بیش‌تری بر تجمع سرب در دانه برنج داشته است و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با اثرات باقی‌مانده سایر سال‌های مصرف کود نشان داده است (جدول ۷).

تجمع فلزات سنگین در بافت‌های گیاهی در نتیجه کاربرد طولانی‌مدت کودهای آلی در پژوهش‌های متعددی اثبات شده است (مورتودت، ۱۹۹٦؛ زلجازکوف و وارمن، ۲۰۰٤؛ وی و لیو، ۲۰۰۵). گیگلوتیگ و همکاران (۱۹۹٦) بیان کردند که غلظت فلزات سنگین در دانه گیاهان کشت داده شده در خاک تیمار شده با کمپوست زباله شهری طی ٦ سال، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

سطوح مختلف کمپوست و مدت زمان سپری شده از آخرین کوددهی (در سطح ۱ درصد) و اثرات متقابل بین مقادیر و سال‌های مصرف کمپوست (در سطح ۵ درصد) بر غلظت کادمیوم ریشه، اندام هوایی و دانه برنج تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۵).

جدول ۸- اثرات متقابل مقادیر و سال‌های کاربرد نداشتن کمپوست بر غلظت کادمیوم ریشه، اندام هوایی و دانه برنج (میلی‌گرم بر کیلوگرم).

کمپوست (تن	ریشه			اندام هوایی			دانه		
در هکتار)	٤	۳	۲	٤	۳	۲	٤	۳	۲
۰	۰/۵۵^{c}	۰/٦۰^{c}	۰/۵۷^{c}	۰/۵٤^{e}	۰/۵۵^{e}	۰/۵۹^{e}	۰/۵۹^{c}	۰/٦۱^{c}	۰/٦٤^{c}
۲۰	۱/۰۹^{b}	۱/۸۲^{b}	۲/۱۸^{b}	۱/۰۹^{d}	۱/۰۹^{d}	۱/٦۳^{c}	۱/۵۳^{b}	۱/٦۷^{b}	۱/۷٦^{b}
٤۰	۲/۳٦^{b}	۲/۳٦^{a}	۲/۵٤^{a}	۱/۸۲^{bc}	۲/۰۰^{ab}	۲/۱۸^{a}	۱/۷۵^{b}	۲/۱۵^{a}	۲/۳٤^{a}

* میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون و ردیف برای هر فاکتور مطابق آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* ٤ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال ۱۳۸۵)، ۳ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦)، ۲ سال مصرف نکردن (کاربرد در سال‌های ۸۷-۱۳۸۵).

www.SID.ir

Archive of SID

با افزایش مقادیر و سال‌های بعد از کاربرد کمپوست، غلظت کادمیوم ریشه، اندام هوایی و دانه افزایش یافت، به‌طوری‌که بالاترین غلظت کادمیوم ریشه، اندام هوایی و دانه در اثر کاربرد ۳ سال متوالی ٤٠ تن کمپوست در هکتار که از آخرین کوددهی آن در خاک ۲ سال می‌گذرد به‌ترتیب به‌میزان ۲/٥٤، ۲/۱۸ و ۲/۳٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که منجر به افزایش ۳/٦۱، ۲/۹٦ و ۳ برابری نسبت به تیمار شاهد شده است (جدول ۸). میزان تجمع فلزات سنگین در ریشه بیش‌تر از اندام هوایی و دانه است و به‌دلیل پویایی پایین کادمیوم مقدار آن در ریشه بیش‌تر از اندام هوایی و دانه بوده است (کاباتاپندیاس و پندیاس، ۲۰۰۰؛ میرلز، ۲۰۰٤؛ افیونی و همکاران، ۲۰۰۷). کاوالارو و مبراید (۱۹۷۸) دلیل تجمع بیش‌تر فلزات سنگین در ریشه نسبت به اندام هوایی و دانه را به پویایی پایین این فلزات نسبت می‌دهند.

نتیجه‌گیری

کاربرد کمپوست زباله شهری باعث افزایش معنی‌دار میزان سرب و کادمیوم (کل و قابل‌جذب) خاک گردید، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان سرب و کادمیوم قابل‌جذب خاک به‌ترتیب با ۱۲۲/٤۱ و ۱۰۰ درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار ٤٠ تن کمپوست در هکتار اتفاق افتاد. همچنین ۲ سال مصرف نکردن کمپوست بعد از کاربرد ۳ سال متوالی آن، اثر بیش‌تری نسبت به ۳ و ٤ سال مصرف نکردن به‌ترتیب بعد از ۲ و ۱ سال کاربرد بر میزان سرب و کادمیوم (کل و قابل‌جذب) خاک داشته است. بنابراین مصرف ۳ سال متوالی ٤٠ تن کمپوست در هکتار موجب افزایش میزان سرب و کادمیوم (کل و قابل‌جذب) خاک و در نهایت منجر به افزایش غلظت این فلزات در ریشه، اندام هوایی و دانه برنج گردید ولی در همه حالت‌های غلظت این فلزات کم‌تر از حد سمیت آن‌ها برای گیاه بوده است.

منابع

1.Achiba, W.B., Gabteni, N., Lakhar, A., and Du Laing, G. 2009. Effects of 5-year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil. Agr. Ecosyst. Environ. J. 130: 158-183.
2.Afyuni, M., Karami, M., and Schulin, R. 2007. Effects of sewage sludge application on heavy metals status in soil and wheat. In: Biogeochemistry of trace elements: Environmental Protection Remediation and Human health. China, 576p.
3.Alloway, B.J. 1990. Heavy metals in soils. John Wiley and Sons Inc., New York. 339p.

www.SID.ir

Archive of SID

4.Association of Official Analytical Chemists. 1990. The association of official analytical chemists, 15th. Arlington, V.A.
5.Ayari, F., Chairi, R., and Kossai, R. 2008. Sequential extraction of heavy metals during composting of urban waste. Chin. J. Geochem. 27: 121-125.
6.Ayari, F., Hamdi, H., Jedidi, N., Gharbi, N., and Kossa, R. 2010. Heavy metal distribution in soil and plant in municipal solid waste compost amended plots. Int. J. Environ. Sci. Tech. 7: 3. 465-472.
7.Bahattacharyya, P., Chakra Borty, A., Chakrab, K., and Powell, M.A. 2005. Chromium uptake by rice and accumulation in soil amended with municipal solid waste compost. Chemosphere, 60: 1481-1486.
8.Baker, D., and Amacher, M.C. 1982. Nickel, copper, zinc and cadmium. P 323-336, In: Page, A.L., R.h. Miller and D.R. Keeneney (eds.), Methods of Soil Analysis, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
9.Baldwin, K.R., and Shelton, J.E. 1999. Availability of heavy metal in compost-amended soil. Biores. Technol. 69: 1-14.
10.Basta, N.T., Gradwohl, R., Snethen, K.L., and Schroder, J.L. 2007. Chemical immobilization of lead, zinc and cadmium in smelter-contaminated soils using biosolids and rock phosphate. J. Environ. Qual. 30: 1222-1230.
11.Benzarti, S., Hamdi, H., Aoyama, A., Jedidi, N., Hassen, A., and Dahmane, A. 2007. Assessment of the effect of repetitive municipal solid waste compost application on soil using physico-chemical analyses, solid-phase bioassays and microbial activity characterization. Japan J. Environ. Toxicol. 10: 1. 19-30.
12.Cavallaro, N., and Mebride, M.B. 1978. Copper and cadmium adsorption characteristics of selected acid and calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 550-555.
13.Chaney, R.L. 1989. Toxic element accumulation in soils and crops. P 140-158, In: Bar, I.M., B. Yosef, N.J. Barrow and J. Goldshmid (eds), protectina soil fertility and agricultural food chains, Inorganic contaminants in the Vadose zone, Berlinspringer-Verlag.
14.Chang, A.C., Page, A.L., and Warneke, J.E. 1987. Long-term sludge application on cadmium and zinc accumulation in swiss chard and radish. J. Environ. Qual. 16: 217-221.
15.Chang, A.C., Warneke, J.E., and Graurevice, E. 1984. Sequential extraction of soil heavy metals following a sludge application. J. Environ. Qual. 13: 33-37.
16.Chukwuji, M.A.I., Nwajei, G.E., and Osakwe, S.A. 2005. Recycling waste in agriculture: Efficacy of composting in ameliorating trace metal availability and soil borne pathogens. Eur. J. Sci. Res. 11: 4. 571-577.
17.Cortney, R.G., and Mullen, G.J. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Biores. Technol. 99: 2913-2918.

www.SID.ir

Archive of SID

18.Crecchio, C., Curci, M., Pizzigallo, M.D.R., Ricciuti, P., and Ruggiero, P. 2004. Effect of municipal solid waste compost amendments on soil enzymes activities and bacterial genetic diversity. Soil Bio. Biochem. 36: 10. 1595-1605.
19.Garcia, C., Hernandez, T., and Casta, F. 1991. Agronomic value of urban waste and the growth of ryegrass (*Lolium perenne*) in a calciorthid soil amended with this waste. J. Sci. Food. Agric. 56: 457-467.
20.Gigloting, G., Businlli, D., and Giusquioni, P.L. 1996. Trace metals uptake and distribution in corn plants grown on a 6-year urban waste compost waste compost amended. Agr. Ecosyst. Environ. J. 58: 199-206.
21.Greger, M., Malm, T., and Kautsky, L. 2007. Heavy metal transfer from composted macroalgae to crops. Eur. J. Agron. 26: 257-265.
22.Hargreaves, J.C., Adl, M.S., and Warman, P.R. 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Agr. Ecosyst. Environ. J. 123: 1-14.
23.Iwegbue, C.M.A., Emuh, F.N., Isirimah, N.O., and Egun, A.C. 2007. Fraction, characterization and speciation of heavy metals in composts and compost-amended soils. Afr. J. Biotechnol. 6: 2. 67-78.
24.Jordao, C.P., Nascentes, C.C., Cecon, P.R., Fontes, R.L., and Pereira, S.L. 2006. Heavy metals availability in soil amended with composted urban soil wastes. Environ. Monit. Assess. 112: 309-326.
25.Kabta-Pendias, A., and Pendias, H. 1992. Trace elements in soils and plants. second Edition. CRC. Press. London, 364p.
26.Kabta-Pendias, A. 2001. Trace elements in soils and plants. Third Edition. CRC. Press. London, 413p.
27.Khoshgoftarmanesh, A.H., and Kalbasi, M. 2000. Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33: 2011-2020.
28.Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421-428.
29.Madrid, F., Lopez, R., and Cabrera, F. 2006. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming conditions. Agr. Ecosyst. Environ. 199: 3-4. 249-256.
30.Madrid, F., Lopez, R., and Cabrera, F. 2007. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming conditions. Agr. Ecosyst. Environ. J. 119: 249-256.
31.Mahvi, A.H. 2008. Application of agricultural fibers in pollution removal from aqueous solution. Int. J. Environ. Sci. Tech. 5: 2. 275-285.
32.Mireles, A. 2004. Heavy metal accumulation in plants and soil irrigated with wastewater from Mexico City. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 219-220: 187-190.
33.Murillo, J., and Carbera, F. 1997. Response of clover Triflium fragferum cv salina to a heavy urban compost application. Compost Science and Utilization, 5: 4. 15-26.

www.SID.ir

Archive of SID

34.Murtvedt, J.J. 1996. Heavy metal contaminates in inorganic and organic fertilizer. J. Fert. Res. 43: 55-61.
35.Nicholson, F.A., Smith, S.R., Alloway, B.J., Carlton-Smith, C., and Chambers, B.J. 2003. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales. Sci. Total Environ. 311: 1-3. 205-219.
36.Nouri, J., Mahvi, A.H., Babaei, A., and Ahmadpour, E. 2006. Regional pattern distribution of groundwater fluoride in the Shush aquifer of Khuzestan County Iran. Fluoride, 39: 4. 321-325.
37.Perez, D.V., Alcantra, S., Ribeiro, C.C., Pereira, R.E., Fontes, G.C., Wasserman, M.A., Venezuela, T.C., Meneguelli, N.A., and Parradas, C.A.A. 2007. Composted municipal waste effects on chemical properties of Brazilian soil. Biores. Technol. 98: 525-533.
38.Pichtel, J., and Anderson, M. 1997. Trace metal bioavailability in municipal solid waste and sewage sludge composts. Biores. Technol. 60: 223-229.
39.Nwachukwu, M.A., Feng, H., and Alinnor, J. 2010. Assessment of heavy metal pollution in soil and their implications within and around mechanic villages. Int. J. Environ. Sci. Tech. 7: 2. 347-358.
40.Pinamonti, F., Nicolini, G., Dalpia, Z., Stringari, G., and Zorzi, G. 1999. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. Nutrient Cycling in Ecosystems, 51: 3. 239-248.
41.Ross, S.M. 1994. Toxic metals in soil and plants system. John Wiley Sons Inc., England, 469p.
42.Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, M., Licznar, S., Jamroz, E., and Kocowicz, A. 2007. Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. Soil Biol. Biochem. 39: 1299-1302.
43.Wei, Y., and Liu, Y. 2005. Effects of sewage sludge compost application on crops and cropland in a 3-year field study. J. Chemosphere. 59: 1257-1265.
44.Yasrebi, J., Karimian, N., Maftoun, M., Abtahi, A., and Sameni, A.M. 1994. Distribution of zinc forms in highly calcareous soils as influenced by soil physical and chemical properties and application of zinc sulfate. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 25: 2133-2145.
45.Yassen, A.A. 2007. Possibilities of reducing heavy metals toxicity by using organic residues. In: 9th World Congress Soil Science, China, 251p.
46.Zaman, A.U. 2010. Comparative study of municipal solid waste treatment technologies using life cycle assessment method. Int. J. Environ. Sci. Tech. 7: 2. 225-234.
47.Zheljazkov, V.D., and Warman, P.R. 2004. Phytoavailability and fraction of copper, manganes, and zinc in soil following application of two compost to four crops. Environmental Pollution, 95: 131-187.

www.SID.ir

Archive of SID

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 3(1), 2013
http://ejsms.gau.ac.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

The residual effects of applying compost on the amount of lead and cadmium (total and available) in soil and rice plant

***F. Karimi[1] and M.A. Bahmanyar[2]**

[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 11/16/2011; Accepted: 10/01/2012

Abstract

In order to investigate the residual effects of continuous many-years application of compost on the amount of lead and cadmium (total and available) in soil and rice plant, an experiment was conducted in split plot based on randomized complete block design with three replications in 2010. Main plot, was application three levels of compost (0, 20 and 40 ton/ha) and also sub plot was effects of 4, 3 and 2 continuous years of without using compost after their use in 2006, 2006 and 2007, 2006-2008 years, respectively. Results showed that, the maximum concentration of available lead (2.58 mg kg^{-1}) and cadmium (0.1 mg kg^{-1}) in soil belonged to 40 ton ha^{-1} compost treatment. Also, with increasing the levels of applying compost and years of applying of 1 to 3 continuous years, concentration of lead and cadmium (total) in soil increased 85.40 and 58.24 percent compared to control treatment, respectively. Meanwhile, the interaction effect between levels of applying compost and years without applying compost had no significant effect on the amount of lead (available) in soil, shoots and seeds. Also, with continuous 3-year application of 40 ton ha^{-1} compost after 2 years since the last fertilization, the highest concentration of roots, shoots and seeds with about 3.61, 2.96 and 3 times increase were obtained compared to control treatment, respectively.

Keywords: Residual effects, Rice, Lead, Cadmium, Compost

* Corresponding Authors; Email: fatereh_84@rocketmail.com

www.SID.ir