

تغییر ویژگی‌های فیزیکی خاک و غلظت سرب و کروم در اسفناج بر اثر کاربرد کمپوست زباله شهری غنی شده

سپیده رحیمی آلاشتی*، محمد علی بهمنیار و زهرا احمد آبادی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۱۴)

چکیده

به منظور بررسی اثرات کمپوست زباله شهری غنی شده با کود معدنی بر برخی خواص فیزیکی خاک و تجمع سرب و کروم در اندام‌های گیاهی اسفناج، تحقیقی در قالب طرح اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۷، اجرا گردید. فاکتور اصلی در چهار سطح کودی شامل تیمار شاهد (C) (بدون مصرف کود)، کود شیمیایی (F)، کمپوست ۲۰+۵۰ درصد کود شیمیایی ($MSW_{20} + \frac{1}{2} F$) و ۴۰+۵۰ درصد کود شیمیایی ($MSW_{40} + \frac{1}{2} F$) در هکتار و فاکتور فرعی سال‌های کوددهی، نیز در سه تیمار زمانی یک، دو و سه سال لحاظ گردید. نتایج نشان داد که کاربرد کمپوست زباله شهری غنی شده منجر به افزایش ظرفیت زراعی، تخلخل و ظرفیت نگهداشت رطوبت خاک می‌شود اما میزان جرم مخصوص حقیقی و ظاهری خاک نسبت به شاهد کاهش می‌یابد. میزان پارامترهای فیزیکی مذکور در دو سطح کمپوست زباله غنی شده بیشتر از تیمار کود شیمیایی بوده است. از طرف دیگر، کاربرد سه ساله کمپوست زباله شهری غنی شده در کلیه سطوح کودی باعث افزایش معنی‌دار ($P \leq 0.05$) غلظت سرب و کروم در اندام‌های گیاهی اسفناج گردید. میزان سرب و کروم تجمع یافته در ریشه و اندام هوایی اسفناج با مصرف ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی برای مدت ۳ سال افزایش قابل توجهی یافت و در هر ۳ سطح کود مصرفی میزان هر دو عنصر در ریشه بیشتر از اندام هوایی بوده است.

واژه‌های کلیدی: خواص فیزیکی خاک، سرب، کروم، اسفناج

۱. گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: eng.s.rahimi@gmail.com

مقدمه

فرج خاک و افزایش منافذ ریز و متوسط، باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌سازد. هم‌چنین گلیک و همکاران (۱۱) با به‌کارگیری ۲۵ تن کمپوست در خاک، گزارش کردند که ظرفیت نگهداری آب در خاک نسبت به شاهد ۳۵ درصد افزایش پیدا می‌کند. اورتاس (۲۳)، نیز با به‌کارگیری کمپوست و کودشیمیایی در خاک، به ترتیب افزایش ۳۵ و ۲۹ درصدی را در ظرفیت نگهداشت آب در خاک نسبت به شاهد گزارش کرد. مطالعات دیویس و ویلسون (۸) نیز نشان داد که مواد آلی تهویه خاک، نفوذ آب، ظرفیت نگهداری مواد غذایی و آب درخاک را افزایش می‌دهند.

کمپوست زباله شهری دارای سطوح بالایی از فلزات سنگین است که کاربرد آن منجر به آلودگی خاک و گیاه و در نهایت زنجیره غذایی می‌سازد (۲۳، ۱۴ و ۲۷). هم‌چنین ایوگبو و همکاران (۱۶) و جاردو و همکاران (۱۷) نیز گزارش نمودند کاربرد مکرر کمپوست زباله شهری منجر به تجمع فلزات سنگین در خاک و افزایش جذب آنها توسط گیاه می‌سازد. ضمناً وارمن و همکاران (۳۲) نیز مشاهده نمودند کاربرد کمپوست زباله شهری منجر به افزایش غلظت سرب و کروم در اندام هوایی ذغال اخته می‌سازد. هیکلتون و همکاران (۱۵) نیز افزایش غلظت فلزات سنگین در برگ گیاهان جنگلی را گزارش نمودند. هم‌چنین افزایش عناصر سنگین قابل جذب شامل کروم در نتیجه کاربرد کمپوست زباله شهری در دو گیاه برنج و اسفناج توسط رضوی طوسی (۲۶) گزارش شده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر کاربرد کمپوست زباله شهری غنی شده با کود شیمیایی بر غلظت عناصر سرب و کروم در گیاه اسفناج و برخی خواص فیزیکی خاک می‌باشد.

مواد و روش

این تحقیق در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۸۷ با طرح پایه بلوک کامل تصادفی و در قالب طرح اسپلیت پلات، در ۳ تکرار اجرا گردید. این منطقه در عرض جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و طول

امروزه به دلیل افزایش رو به رشد جمعیت و تولید هر چه بیشتر مواد زائد آلی و به دنبال آن افزایش تقاضای محصولات کشاورزی، مصرف کود کمپوست به دلیل غنی بودن آن از عناصر پر نیاز مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر کم نیاز مانند آهن، روی، مس و منگنز مورد توجه قرار گرفته است (۲). یکی از اثرات کشاورزی متمرکز، تخریب خصوصیات فیزیکی خاک و احتمالاً افزایش فرسایش خاک می‌باشد که دلیل عمده آن کاهش مقدار مواد آلی خاک است. استفاده از مواد آلی زائد نظیر کمپوست زباله‌ها می‌تواند علاوه بر تعدیل زیان‌های ناشی از کمبود مواد آلی، سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیز گردد (۱۲). بررسی‌ها نشان داده که افزودن مواد آلی به خاک میزان قابل توجهی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نظیر قابلیت نفوذ، وزن مخصوص ظاهری، ظرفیت نگهداری آب، pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، ازت کل، مقدار فسفر قابل جذب و مقدار مواد آلی خاک تأثیر دارد (۷).

تأثیر کمپوست زباله شهری بر خواص خاک بستگی به کیفیت و سطح آن دارد. کمپوست‌هایی با کیفیت نامطلوب حاوی فلزات سنگین و نمک هستند. بسته به نوع کمپوست، غلظت سرب، کادمیوم و کروم در خاک و گیاه افزایش می‌یابد (۳۵). در آزمایشی، مصرف کمپوست بعد از دو سال نشان داد که خصوصیات فیزیکی خاک‌هایی که کمپوست اضافه شده بود بالاتر از خاک‌هایی است که در آنها از کود شیمیایی مصرف شده بود (۱۰). هم‌چنین بالاک و همکاران (۶) نیز گزارش نمودند که کمپوست زباله شهری منجر به بهبود و گسترش خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌سازد اما وجود فلزات سنگین کاربرد آن را محدود می‌سازد. آزمایشات مزرعه‌ای دیگری نیز توسط راویو (۲۵) نشان داد کمپوست زباله شهری موجب بهبود خواص فیزیکی خاک مانند ظرفیت نگهداشت رطوبت می‌سازد. به طوری که استون و همکاران (۲۹)، بر اساس نتایج حاصل از آزمایش خود گزارش کردند که به‌کارگیری کمپوست به عنوان یک کود آلی در خاک با تغییر اندازه خلل و

(۱۹)، تخلخل از طریق انجام محاسبه با توجه به مقادیر جرم مخصوص حقیقی و ظاهری، رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی به روش مزرعه‌ای (۱) و ظرفیت نگهداشت آب خاک در حالت اشباع، در آزمایشگاه با تهیه گل اشباع (۱۸) اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین مقادیر سرب و کروم قابل جذب خاک و کمپوست زباله شهری به روش DTPA تعیین شد (۱۹). به علاوه مقادیر سرب و کروم کل خاک و کمپوست زباله شهری پس از عصاره‌گیری با اسید کلریدریک و اسید نیتریک با دستگاه جذب اتمیک اندازه‌گیری شد (۵). برخی خصوصیات شیمیایی خاک و کمپوست زباله شهری مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

اسفناج به‌صورت ردیفی و با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین تیمارها کشت گردید. در طول دوره رشد، آب مورد نیاز گیاه از طریق نزولات آسمانی تأمین شد. پس از برداشت نمونه‌های گیاهی، ضمن شستشو با آب مقطر سپس اندام هوایی و ریشه از هم تفکیک و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. سپس مقادیر سرب و کروم در ریشه و اندام هوایی گیاه از خاکستر خشک به روش (AOAC) (۴) تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS و MSTAT-C و اختلاف بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح $P \leq 0.05$ محاسبه شد.

نتایج و بحث

تأثیر کمپوست غنی شده بر پارامترهای فیزیکی خاک

تخلخل کل خاک

بالاترین میزان تخلخل هنگامی به‌دست آمد که مقدار $MSW_{20} + \frac{1}{2} F$ در خاک به‌مدت سه سال متوالی استفاده شد اما اختلاف معنی‌داری با مصرف دو ساله ۲۰ تن و ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی و مصرف سه ساله ۴۰ تن کمپوست همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی در هکتار از نظر آماری نشان نداد و کمترین میزان تخلخل نیز مربوط به تیمار شاهد بود که با کلیه سطوح کود مصرفی اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). مصرف سه سال متوالی

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ و میانگین ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا واقع شده است. خاک محل مورد آزمایش نیز از نوع رسی - سیلتی است. فاکتور اصلی در چهار سطح کودی شامل تیمار شاهد (C) (بدون مصرف کود)، کود شیمیایی (F) (کود شیمیایی مورد استفاده در این آزمایش براساس آزمون خاک شامل ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار، ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بود)، کمپوست ۲۰ تن $+ 50\%$ درصد کود شیمیایی ($MSW_{20} + \frac{1}{2} F$) و ۴۰ تن $+ 50\%$ درصد کود شیمیایی ($MSW_{40} + \frac{1}{2} F$) در هکتار و فاکتور فرعی سال‌های کوددهی، نیز در سه تیمار زمانی A، B، C و A، C: یک سال مصرف کود (۱۳۸۸)، B: دو سال مصرف کود (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶)، C: سه سال متوالی مصرف کود (۱۳۸۵، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷) لحاظ گردید. بدین منظور، در سال ۱۳۸۵، در کرت‌هایی 3×12 متری کمپوست زباله شهری مصرف شد و زیر کشت سویا قرار گرفت.

در سال ۱۳۸۶ در سطح دو سوم کرت (3×8) کمپوست زباله شهری مصرف گردید و در آن گیاه ذرت کشت شد. در سال ۱۳۸۷ کرت 3×8 به دو قسمت مساوی تقسیم و در یک قسمت تیمارهای کمپوست زباله شهری اعمال و در نیمه دیگر کمپوست زباله شهری مصرف نشد و تمام تیمارها زیر کشت ذرت قرار گرفتند. پس از برداشت ذرت در سال ۱۳۸۷ جهت بررسی اثرات باقی‌مانده سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶-۱۳۸۵ و هم‌چنین اثرات تجمع‌ی سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ در اراضی مذکور اسفناج کشت گردید. قبل از آماده‌سازی زمین از خاک سطحی تیمارها نمونه‌برداری شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها میزان واکنش نمونه‌های خاک در گل اشباع و هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع به‌وسیله روش‌های معمول اندازه‌گیری شد (۲۲). مقدار ماده آلی به روش والکلی و بلاک (۳۱) تعیین گردید. ویژگی‌های فیزیکی خاک نیز، شامل جرم مخصوص حقیقی به روش آزمایشگاهی با استفاده از پیکنومتر، جرم مخصوص ظاهری به روش نمونه‌برداری دست نخورده و توزین پس از خشک شدن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کمپوست و خاک مورد مطالعه

پارامتر اندازه گیری شده	واحد	خاک	کمپوست زباله شهری
pH	-	۷/۷	۷/۴
هدایت الکتریکی	dS/m	۰/۶	۲/۵
کربن آلی	%	۲/۱	۲۲/۶
سرب (کل)	mg/kg	۳۱/۲	۳۰۶/۰
سرب (قابل جذب)	"	۰/۶	۲۵/۴
کروم (کل)	"	۲۹/۳	۹۲/۱
کروم (قابل جذب)	"	۰/۰۲	۲/۳
تخلخل	%	۴۴/۷	۴۵/۱
جرم مخصوص حقیقی	(g/cm ³)	۲/۴	۱/۷
جرم مخصوص ظاهری	"	۱/۳	۰/۹
بافت	-	-	رسی-سیلتی

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های آثار تیمارهای مختلف بر برخی خواص فیزیکی خاک

تیمارها	ظرفیت زراعی	تخلخل (%)	ظرفیت نگهداری رطوبت	وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	وزن مخصوص حقیقی (g/cm ³)
۱۳۸۵					
C	۲۶/۷۳ ^g	۰/۵۲ ^d	۰/۴۲ ^c	۱/۶۴ ^a	۲/۵ ^a
T1	۳۴/۲۵ ^d	۰/۶۳ ^b	۰/۵۱ ^b	۱/۲۶ ^b	۱/۸۷ ^c
T2	۳۷/۷۱ ^b	۰/۶۱ ^{bc}	۰/۵۵ ^b	۱/۱۸ ^{cd}	۱/۸۷ ^c
T3	۲۹/۲۴ ^f	۰/۶۷ ^a	۰/۵۱ ^b	۱/۱۸ ^{cd}	۱/۸۱ ^d
۱۳۸۶ و ۱۳۸۵					
C	۲۶/۷۸ ^g	۰/۵۰ ^d	۰/۴۰ ^c	۱/۶۱ ^a	۲/۴۳ ^a
T1	۳۴/۸۴ ^{cd}	۰/۶۷ ^a	۰/۵۲ ^b	۱/۲۳ ^{bc}	۱/۸۴ ^{cd}
T2	۳۸/۸۰ ^a	۰/۶۳ ^{ab}	۰/۵۶ ^b	۱/۱۶ ^{de}	۱/۸۶ ^c
T3	۲۹/۹۱ ^f	۰/۵۷ ^c	۰/۵۱ ^b	۱/۱۲ ^{de}	۱/۸۲ ^{cd}
۱۳۸۵-۱۳۸۷					
C	۲۶/۸۷ ^g	۰/۴۹ ^d	۰/۴۱ ^c	۱/۵۹ ^a	۲/۴۱ ^a
T1	۳۵/۲۷ ^c	۰/۶۹ ^a	۰/۵۳ ^b	۱/۱۵ ^{de}	۱/۸۳ ^{cd}
T2	۳۸/۸۲ ^a	۰/۶۷ ^a	۰/۵۸ ^a	۱/۱۴ ^{de}	۱/۸۲ ^d
T3	۳۲/۲۱ ^e	۰/۵۶ ^c	۰/۵۰ ^b	۱/۱۱ ^e	۱/۸۱ ^d

T1: کمپوست زباله شهری ۲۰ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T2: کمپوست زباله شهری ۴۰ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی و T3: کود شیمیایی و C: شاهد

در هر ستون و ردیف اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن ندارند.

سال متوالی بیشترین میزان ظرفیت نگهداشت آب را ایجاد کرد. به طوری که مقایسه بین تیمار شاهد و مصرف ۳ سال متوالی تیمار کمپوست زباله شهری ۴۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی در خصوص ظرفیت نگهداشت آب بیانگر افزایش معنی دار معادل ۴۲/۴۳ درصد در خاک حاوی کمپوست زباله شهری بود (جدول ۲) و در کلیه سطوح کمپوست زباله شهری (۲۰ و ۴۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی) میزان ظرفیت نگهداشت آب از تیمار کود شیمیایی بیشتر بود. بنابراین با افزایش سطح کمپوست زباله شهری به خاک میزان ظرفیت نگهداشت آب افزایش می یابد.

به طوری که استون و همکاران (۲۹)، براساس نتایج حاصل از آزمایش خود گزارش کردند که به کارگیری کمپوست به عنوان یک کود آلی در خاک با تغییر اندازه خلل و فرج خاک و افزایش منافذ ریز و متوسط، باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می سازد. اپستین و همکاران (۹) در طی مطالعه خود در زمینه خواص فیزیکی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک را با به کارگیری کمپوست در خاک گزارش کرد. همچنین گلیک و همکاران (۱۱) با به کارگیری ۲۵ تن کمپوست در خاک، گزارش کردند که ظرفیت نگهداری آب در خاک نسبت به شاهد ۳۵ درصد افزایش پیدا می کند. مشابه با نتایج به دست آمده از این تحقیق، اورتاس (۲۳)، نیز با به کارگیری کمپوست و کود شیمیایی در خاک، به ترتیب افزایش ۳۵ و ۲۹ درصدی را در ظرفیت نگهداشت آب در خاک نسبت به شاهد گزارش کرد.

جرم مخصوص ظاهری

بالاترین میزان جرم مخصوص ظاهری خاک مربوط به تیمار شاهد بود که اختلاف معنی داری را با کلیه سطوح کود مصرفی نشان داد (جدول ۲). میزان جرم مخصوص ظاهری خاک در سطوح مختلف کمپوست زباله شهری غنی شده با کود معدنی و یا کود معدنی به طور جداگانه تفاوت معنی داری را با شاهد نشان داد و میزان این پارامتر در تیمارهای حاوی کمپوست زباله شهری غنی شده با کود معدنی بیشتر از کود معدنی بود و

MSW₂₀ + ½ F در هکتار در خاک میزان تخلخل خاک را ۴۱/۱۷ درصد نسبت به شاهد، ۲۲/۵۳ درصد نسبت به مصرف سه ساله کود شیمیایی و ۳/۱۱ درصد نسبت به مصرف سه سال متوالی کمپوست ۴۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی افزایش داد. بنابراین استفاده از کمپوست زباله شهری در خاک توانسته است نقش مثبتی در افزایش تخلخل داشته باشد (جدول ۲). در آزمایشی که زیتین و آران (۳۴) در اسپانیا به منظور بررسی اثر کمپوست روی خواص فیزیکی خاک انجام دادند، مشخص شد که با اضافه کردن کمپوست به خاک، درصد تخلخل نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. به طور مشابه صرحت و باران (۲۷) از آزمایش خود بر خواص فیزیکی خاک، نتیجه گیری کردند که با به کارگیری ۲۵ تن کمپوست در هکتار، میزان تخلخل از ۶۲/۵٪ به ۸۷/۲٪ افزایش پیدا کرده است.

ظرفیت زراعی خاک

بالاترین ظرفیت زراعی خاک نیز در هنگام استفاده از MSW₄₀ + ½ F در هکتار به مدت سه سال متوالی مشاهده شد اما با مصرف دو ساله ۴۰ تن کمپوست زباله شهری همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی در هکتار اختلاف معنی داری را از لحاظ آماری نشان نداد (جدول ۲). در بررسی اثر سطوح کود مصرفی بر میزان ظرفیت زراعی خاک مشاهده شد که با افزایش سطح کمپوست زباله شهری همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی میزان این پارامتر افزایش می یابد. به طوری که مصرف سه سال متوالی MSW₂₀ + ½ F در خاک میزان ظرفیت زراعی را ۲۴/۸۳ درصد نسبت به مصرف سه ساله کود شیمیایی و بیش از ۱۰۰ درصد در شاهد افزایش داد در حالی که مصرف سه سال متوالی کمپوست ۴۰ تن همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی در خاک میزان ظرفیت زراعی را ۵۳/۹۲ درصد نسبت به مصرف سه ساله کود شیمیایی و بیش از ۱۰۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۲).

ظرفیت نگهداشت رطوبت

استفاده از کمپوست زباله شهری MSW₄₀ + ½ F به مدت سه

هم‌چنین با افزایش سطح کمپوست مصرفی همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی و سال‌های مصرف میزان جرم مخصوص حقیقی خاک کاهش یافت (جدول ۲).

نتایج گوپتا و همکاران (۱۳) نیز نشان داد که با افزایش ماده آلی به خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک به دلیل افزایش خلل و فرج خاک کاهش می‌یابد. هم‌چنین تژدا و گنزالس (۳۰) با کاربرد کودهای آلی کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی در خاک، کاهش جرم مخصوص ظاهری را گزارش کردند و بیشترین اثر را به کمپوست نسبت دادند. گلیک و همکاران (۱۱)، با به‌کارگیری ۲۵ تن کمپوست و کود دامی در هکتار، گزارش کردند که مقدار جرم مخصوص ظاهری به ترتیب ۳۷ و ۱۶ درصد نسبت به شاهد کاهش داشته است.

جرم مخصوص حقیقی

بالاترین میزان جرم مخصوص حقیقی خاک مربوط به تیمار شاهد بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را با کلیه تیمارهای مذکور نشان داد (جدول ۲) و کمترین میزان نیز مربوط ۳ سال متوالی کود شیمیایی بود (جدول ۲). میزان جرم مخصوص حقیقی خاک به‌طور معنی‌داری متناسب با افزایش مقدار کمپوست زباله شهری غنی شده کاهش نشان داد. بنابراین با افزایش کود آلی غنی شده با کود معدنی و یا کود معدنی به‌طور جداگانه میزان این پارامتر کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که میزان جرم مخصوص حقیقی خاک با مصرف سه سال متوالی کمپوست ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی و کود شیمیایی به‌طور جداگانه به ترتیب نسبت به شاهد ۲۴/۰۶ درصد، ۲۴/۴۸ درصد و ۲۵/۳۱ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲).

جرم مخصوص حقیقی خاک تابع نوع ذرات و کانی‌های خاک است ولی در شرایط فراوانی ماده آلی این ویژگی تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. علیزاده (۱) نیز در آزمایشی گزارش نمودند مقدار جرم مخصوص حقیقی خاک با کاربرد ۴۰ تن کمپوست و لجن فاضلاب به ترتیب ۳۹/۶۵ و ۳۶/۹۵

درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد.

گلیک و همکاران (۱۱) نیز در نتیجه آزمایش خود، گزارش کردند که با به‌کارگیری ۱۰ تن کمپوست در هکتار، تغییری در میزان جرم مخصوص حقیقی نسبت به شاهد و کود شیمیایی ایجاد نشده است در صورتی‌که کاربرد ۳۵ تن کمپوست در هکتار آن باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در میزان جرم مخصوص حقیقی شده است. هم‌چنین ماریناری و همکاران (۲۱) کاهش معنی‌دار جرم مخصوص حقیقی نسبت به شاهد را با کاربرد ده ماهه کمپوست در یک خاک رسی شنی گزارش کردند که مطابق با نتایج به‌دست آمده می‌باشد.

سرب و کروم در اسفناج

سرب

با افزایش میزان تیمارهای کودی کمپوست زباله شهری غنی شده، غلظت سرب ریشه و اندام هوایی اسفناج افزایش یافت (جدول ۳). هم‌چنین با افزایش تعداد سال‌های کوددهی از یک به سه سال نیز میزان غلظت سرب ریشه و اندام هوایی اسفناج متعلق به تیمارهای کودی کمپوست زباله شهری غنی شده، به‌طور منظم افزایش نشان داد (جدول ۳).

بالاترین غلظت سرب ریشه اسفناج (۱۹/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) متعلق به کاربرد سه ساله ۴۰ تن کمپوست در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بود و همان‌طور که در جدول ۳ می‌سازد تفاوت معنی‌داری را با کلیه تیمارهای کودی نشان داد. و در مقایسه با شاهد بیش از ۱۰۰ درصد افزایش نشان داد. کمترین میزان غلظت سرب ریشه نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). میزان سرب ریشه اسفناج در تیمارهای غنی شده با کود معدنی و یا کود معدنی به‌طور جداگانه تفاوت معنی‌داری را با شاهد نشان داد و غلظت سرب ریشه اسفناج در تیمارهای حاوی کمپوست زباله شهری غنی شده بیشتر از کود معدنی به‌طور جداگانه بود. بنابراین با افزودن کود آلی به خاک در مقایسه با کود شیمیایی غلظت فلزات سنگین در اندام‌های گیاهی به نسبت بیشتری افزایش می‌یابد. بالاترین غلظت سرب

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های غلظت سرب و کروم (mg/kg) در ریشه و ساقه اسفناج در تیمارهای مختلف کودی

کروم						سرب						
اندام هوایی			ریشه			اندام هوایی			ریشه			
C	B	A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	تیمار
۰/۹۲ ^g	۰/۹۵ ^g	۱/۰۴ ^g	۱/۸۶ ⁱ	۲/۱۲ ⁱ	۲/۰۲ ⁱ	۵/۹۸ ^h	۶/۰۵ ^h	۶/۱۹ ^h	۹/۰۱ ^h	۹/۱۳ ^h	۹/۱۳ ^h	C
۳/۴۹ ^b	۲/۸۰ ^c	۲/۱۷ ^d	۵/۵۸ ^d	۴/۴۰ ^e	۳/۸۳ ^f	۱۳/۵۰ ^c	۱۱/۴۰ ^d	۱۰/۶۱ ^e	۱۶/۷۱ ^b	۱۵/۲۱ ^c	۱۳/۲۳ ^d	T1
۵/۸۰ ^a	۲/۹۰ ^c	۲۱/۲ ^d	۸/۹۸ ^a	۸/۱۳ ^b	۶/۰۸ ^c	۱۱/۲۳ ^a	۱۴/۶۰ ^b	۱۳/۶۲ ^c	۱۹/۰۱ ^a	۱۶/۴۲ ^b	۱۵/۲۲ ^c	T2
۱/۸۷ ^e	۱/۶۳ ^e	۱/۲۸ ^f	۳/۲۴ ^g	۳/۱۰ ^g	۲/۴۹ ^h	۱۰/۱۰ ^f	۹/۲۴ ^e	۷/۷۴ ^g	۱۱/۹۳ ^e	۱۱/۵۱ ^e	۱۰/۵۹ ^f	T3

A: سال ۱۳۸۵، B: سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶، C: سال ۱۳۸۷-۱۳۸۵.

T1: کمپوست زباله شهری ۲۰ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی، T2: کمپوست زباله شهری ۴۰ تن در هکتار + ۱/۲ کود شیمیایی T3: کود شیمیایی C: شاهد

در هر ستون و ردیف اعداد دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن ندارند.

خصوصاً به صورت پیروفسفات سرب در طول دیواره‌های سلول می‌باشد.

کروم

استفاده از $MSW_{40} + \frac{1}{2} F$ به مدت سه سال متوالی بیشترین غلظت کروم ریشه اسفناج را به همراه داشت که در مقایسه با شاهد بیش از چهار برابر افزایش نشان داد. کمترین غلظت کروم در ریشه اسفناج نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. با مصرف کمپوست غنی شده با کود شیمیایی نشان داد که مقدار غلظت کروم در ریشه اسفناج بیش از تیمار شاهد و تیمار کود شیمیایی بود. بنابراین با افزایش مصرف کمپوست زباله شهری غلظت کروم در ریشه اسفناج به طور معنی‌داری افزایش نشان داد (جدول ۳). تجمع کروم در ریشه می‌تواند به عنوان یک نکته مثبت تلقی گردد زیرا این امر احتمالاً مانعی برای انتقال بیشتر آن به اندام هوایی و چرخه عناصر غذایی می‌باشد. بالاترین غلظت کروم در اندام هوایی اسفناج هنگامی به دست آمد که از کمپوست زباله شهری ۴۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی به مدت سه سال متوالی استفاده شد که اختلاف معنی‌داری را با کلیه تیمارها نشان داد. مصرف سه سال متوالی

اندام هوایی سرب متعلق به کاربرد سه سال متوالی از کمپوست زباله شهری ۴۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی بود که نسبت به شاهد حدود سه برابر افزایش یافت (جدول ۳). با افزایش سطح کمپوست زباله شهری و سال‌های مصرف میزان غلظت سرب اندام هوایی اسفناج افزایش یافت که با توجه به نتایج فوق غلظت این عنصر در کود شیمیایی کمتر از کمپوست غنی شده با کود شیمیایی بود. مقایسه بین ریشه و اندام هوایی اسفناج نشان داد که غلظت سرب در ریشه بیش از اندام هوایی آن می‌باشد. به عبارتی ریشه اسفناج سرب بیشتری در خود جمع‌آوری می‌کند. برخی تحقیقات بر تجمع سرب در بافت ریشه تأکید دارند. هم‌چنین در سایر تحقیقات نیز گزارش شده سرب به علت تشکیل رسوب با قابلیت حلالیت کم توسط بخش باقی‌مانده خاک کمتر در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و حتی اگر جذب گیاه شود عدم وجود ناقل‌های فیزیولوژیک سبب می‌شود سرب بیشتر در ریشه گیاه باقی‌مانده و کمتر به اندام هوایی گیاه انتقال یابد (۳) که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.

راماداس و همکاران (۲۴) بیان کردند که فرآیند اصلی مسئول برای تجمع سرب در بافت ریشه تهنشینی سرب

ظرفیت زراعی و نگهداشت رطوبت خاک را به بیشترین میزان نسبت به شاهد افزایش دهد و از طرفی میزان جرم مخصوص ظاهری و حقیقی خاک با افزایش سطح کمپوست زباله شهری غنی شده با کود معدنی کاهش یافت. میزان تخلخل خاک نیز با افزایش سطح کمپوست غنی شده افزایش یافت که بیشترین میزان آن در تیمار ۲۰ تن کمپوست در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی مشاهده شد. همچنین میزان تجمع فلزات سنگین (سرب و کروم) در ریشه و اندام هوایی اسفناج با افزایش سطوح کود مصرفی افزایش یافت که میزان غلظت این فلزات در تیمارهای کمپوست غنی شده از تیمار کود شیمیایی بیشتر بود. لذا، کمپوست زباله شهری در مقایسه با کود شیمیایی منجر به بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش تجمع فلزات سنگین در گیاه می‌گردد. بنابراین با افزوده شدن عناصر سنگین در اندام‌های گیاهی در اثر مصرف کمپوست زباله شهری، کاربرد این کود در زمین‌های کشاورزی باید با دقت بیشتری صورت پذیرد.

کمپوست ۴۰ تن در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی در خاک میزان غلظت کروم در اندام هوایی اسفناج را بیش از سه برابر نسبت به شاهد و مصرف سه ساله کود شیمیایی افزایش داد (جدول ۳). ومن و ژلزاکو (۳۵) نیز مشاهده کردند با افزایش میزان مواد آلی، غلظت و قابلیت جذب کروم، نیکل و سرب توسط گیاه افزایش می‌یابد و به عبارت دیگر آلودگی ناشی از عناصر سنگین را به همراه مصرف کمپوست می‌توان مشاهده کرد. همچنین افزایش عناصر سنگین قابل جذب شامل کروم در نتیجه کاربرد کمپوست زباله شهری در دو گیاه برنج و اسفناج توسط رضوی طوسی (۲۶) گزارش شده است.

به‌طورکلی استفاده از کمپوست زباله شهری در کشت اسفناج منجر به افزایش غلظت کروم و سرب در اندام‌های گیاهی اسفناج شد (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

کاربرد ۴۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار همراه با ۵۰ درصد کود شیمیایی به مدت سه سال متوالی توانست میزان

منابع مورد استفاده

۱. علیزاده، ا. ۱۳۸۳. فیزیک خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. ملکوتی، م. ج. و م. نفیسی. ۱۳۷۶. مصرف کود در ارضی فاریاب و دیم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
3. Amin, A. W. and F. K. Sherif. 2001. Heavy metals contents in maize affected by sewage sludge application 1- Morphology logic and spatial interpolation. *Geoderma* 124: 223- 233.
4. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. 15. Arlington, VA.
5. Baker, D. E. and M. C. Amacher 1982. Nickel, copper, zinc and cadmium. PP.323-336. *In*: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.). Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
6. Bulluck, L.R. M. Brosius, G.K. Evanylo and J.B. Ristaino. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Appl. Soil Ecol.* 19: 147-160.
7. Cecil, F. and C. F. Tester. 1990. Organic amendment effects on physical and chemical properties of a Somali soil. *J. Soil Sci. Soc. Am.* 54: 827-831.
8. Davis, J. G. and C. R. Wilson. 2004. Choosing a Soil Amendment. Colorado State University Cooperative Extension.
9. Epstein, E., J. M. Tylor and R. L. Chaney. 1976. Effect of sewage sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. *J. Environ. Qual.* 5: 422-426.

10. Evanylo, G. 1997. Effects of Organic and Chemical Inputs on Soil Quality .Crop and Soil Environmental News, Extension specialist ,Waste and Nutrient Management (htm files).
11. Gelik, I., I. Ortas and S. Kilik. 2004. Effect of compost, Mycorrhiza, Mnure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil. Soil and Till. Res.78:5967.
12. Giusquiani, P., M. Pagliais, G. Giylotti, D. Busineq and A. Benetti. 1995. Urban waste compost effect on physicalT chemical and bioochemical soil properties. J. Environ. Qual. 24: 175-182.
13. Gupta. S.C., RH. Dowdy and J. Larson. 1977. Hydraulic and thermal properties on a sand soil as influenced by incorporation of sewage sludge. Soil Proc. 41:601-605.
14. Hargreaves, J.C., M.S. Adl and P.R. Warman. 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Agric. Ecosys. Environ. 123: 1–14.
15. Hicklenton, P.R.,V. Rodd and P.R. Warman. 2001. The effectiveness and consistency of source-separated municipal solid waste and bark composts as components of container growing media. Sci. Hortic. 91: 365–379.
16. Iwegbue, C.M.A., F.N. Emuh, N.O. Isirimah and A.C. Egun. 2007. Fractionation, characterization and speciation of heavy metals in composts and compost-amended soils. Afr. J. Biotechnol. 6: 67–78.
17. Jordao, C.P., C.C. Nascentes, P.R. Cecon, R.L. Fontes and J.L. Pereira. 2006. Heavy metals availability in soil amenede with composted urban solid wastes. Environ. Monit. Assess. 112: 309–326.
18. Klute, A. 1986. Water retension laboratory methods. PP. 635-662. In: A. Klute (Ed.), Method of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical methods. Monogr. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
19. Klute. A. and C. Dirkwen. 1986. Hyraulic conductivity and Dffusivity: Laboratory methods. PP. 687-734. In: A. Klute(Ed.), Method of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. Monogr. 9, ASA and SSSA, Madison, WI.
20. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA test for Zinc, Iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421- 428.
21. Marinari. S., B. Masciandro and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilizer on soil physical properties. Geoderma 72: 9-17.
22. Nelson, R. E. 1982. Carbonate and gypsum. PP.181-189. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney(Eds.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy: Madison, Wisconsin.
23. Ortas. I. 2002. Biological Degradation. Encyclopedia of Siol Science. Marcle Dekker, USA.
24. Ramadass, K. and S. Palaniyandi. 2007. Effect of enriched municipal solid waste compost application on soil available macronutrients in the rice field. Archives of Agron. and Soil Sci. 53: 497-506.
25. Raviv, M., Y. Chen and Y. Inbar. 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-growth plants. PP. 257–287. In: Chen, Y. and Y. Avnimelech. (Eds.), The Role of the Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus NijhoV Pub., Dordrecht,
26. Razavi Tusi, A. 2000. Interaction on municipal solid waste ing, Leachate of municipal solid waste and manganese on the growth and chemical composition of spinach and rice. Master degree Thesis, Soil Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University.
27. Serhat. Z. and B. Baran. 2003. Influences of composted hazelnut husk on some physical properties of soils. Bioresour. Technol. 88:241-244.
28. Smith, S.R. 2009. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. Environ. Intl. 35:142–156.
29. Stone, R.J. and E.I. Ekwue. 1993. Maximum bulk density achieved during soil compaction as affected by the incorporation of three organic materials. Trans. ASAE 6:1713-1719.
30. Tejada, M. and J. L. Gonzalez. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties. Geoderma 145:325-334.
31. Walkley, A. and L.A. Black. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
32. Warman, P.R., J.C. Burnham and L.J. Eaton. 2009. Effects of repeated applications of municipal solid waste compost and fertilizers to three lowbush blueberry fields. Scientia Horticulturae 122: 393–398.
33. Warman, P.R., A.V, Rodd and P. Hicklenton. 2009. The effect of MSW compost and fertilizer on extractable soil elements and the growth of winter squash in Nova Scotia. Agriculture, Ecosys. and Environ. 133: 98–102
34. Zeytin, S. and A. Aran. 2003. Influence of composted Hazelnut hask on some physical properties of soil. Bioresour. Technol. 88: 241-245.
35. Zheljaskov, V.D. and P.R. Warman. 2003. Application of high Cu compost to Swiss chard and basil. Sci. of the Total Environ. 302: 13–26.

Changes in Soil Physical Properties and Concentrations of Lead and Chromium in Spinach Affected by Enriched Municipal Compost

S. Rahimi Alashti*, M. A. Bahmanyar and Z. Ahmad Abadi¹

(Received : Apr. 16- 2011 ; Accepted : Nov. 5-2011)

Abstract

In order to investigate the effects of municipal solid waste enriched with mineral fertilizers on some soil physical properties and lead (Pb) and chromium (Cr) concentration in plant organs of spinach, a field experiment was carried out in a factorial arrangement based on the randomized complete block design with three replications in 2008. The main plot included four levels of fertilizer, control without fertilizer, 20 tons of multiple solid waste + 50% chemical fertilizers and 40 tons of multiple solid waste + 50% chemical fertilizers per hectare and sub-plot consisted of a period of application in 3 levels of time (one, two and three years). The results showed that application of enriched municipal compost increased field capacity, soil porosity and moisture holding capacity, but particle and bulk density of soil decreased compared to the control. Also, the physical parameters in the two levels of enriched waste compost were higher than chemical fertilizer treatment. On the other hand, using for three-years the urban waste compost enriched fertilizer at all levels increased significantly ($p \leq 0.05$) lead and chromium concentrations in spinach. The Pb and Cr accumulated in roots and shoots of spinach in urban using 40 tons of waste compost per hectare with 50 percent of chemical fertilizer for a period of three years and showed a significant increase. The amounts of fertilizer in all three levels were higher than the root element shoot.

Keywords: Soil physical properties, Lead, Chromium, Spinach.

1. Dept. of Soil Sci., Sari Agric. Sci. & Natur. Resour. Univ., Sari, Iran.

*: Corresponding Author, Email: eng.s.rahimi@gmail.com