محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

ارزیابی مزرعه‌ای کاربرد مقادیر مختلف کمپوست پسماند شهری بر غلظت سرب، کادمیوم، نیکل و کروم خاک و اسفناج

محسن سیلسپور [۱*]، حمید ملاحسینی [۲]

[۱] عضو هیات علمی بخش تحقیقات کشت‌های گلخانه ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

[۲] عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر سطوح مختلف کاربرد کمپوست پسماند شهری بر غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج، یک پژوهش مزرعه‌ای با طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار کاربرد کمپوست پسماند شهری (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ تن در هکتار) انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کمپوست پسماند شهری در خاک موجب افزایش غلظت کل سرب، کادمیوم، نیکل و کروم نسبت به تیمار شاهد شد. هم چنین کاربرد کمپوست پسماند شهری موجب افزایش معنی‌دار غلظت سرب، کادمیوم، نیکل و کروم اندام هوایی اسفناج نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج این پژوهش هم‌چنین نشان داد که بین غلظت کل فلزات سنگین در خاک و غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج همبستگی معنی‌دار وجود دارد. مدل رگرسیونی غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در اندام هوایی اسفناج با غلظت کل این فلزات در خاک از مدل خطی و مدل رگرسیونی غلظت کل کروم خاک با غلظت کروم اندام هوایی اسفناج از مدل درجه ۲ پیروی می‌کرد. تغییرات غلظت کادمیوم اندام هوایی اسفناج با افزایش غلظت کل این فلز در خاک(شیب معادله رگرسیون غلظت کل فلز کادمیوم در خاک با غلظت کادمیوم اندام هوایی اسفناج) در مقایسه با فلزات سنگین سرب و کروم شدیدتر بود که نشان از تحرک‌پذیری بیشتر و انتقال شدیدتر این عنصر از خاک به اندام هوایی اسفناج داشت.

کلمات کلیدی: اندام هوایی، رگرسیون، فلزات سنگین، همبستگی،

مقدمه

در سال‌های اخیر سازمان کشاورزی و خواروبار جهانی(F.A.O) طرح توسعه نظام‌های تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی را برای کشورهای در حال توسعه پیشنهاد نموده است. بر اساس تحقیقات انجام شده، تلفیق کودهای شیمیایی به‌همراه منابع آلی و بیولوژیک (مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک) نتایج مطلوبی در افزایش بازده تولید فرآورده‌های کشاورزی داشته که خود می‌تواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد (بدران و صفوت، ۲۰۰۴). یکی از منابع کودهای آلی، کمپوست پسماند شهری است. مشخص شده است که کمپوست پسماند شهری به‌عنوان یک کود آلی مقرون به‌صرفه با توان مناسب و با ارزش، می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب بخشی از کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار و کشت آلی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (سومار و همکاران، ۲۰۰۳). علیرغم اثرات مثبت کمپوست پسماند شهری، متاسفانه در مواردی مشاهده شده است که کاربرد این کود باعث افزایش محتوای فلزات سنگین در خاک می‌گردد. به‌عنوان مثال در اثر اضافه کردن کمپوست زباله شهری در یک خاک آهکی در چین، افزایش غلظت کادمیوم خاک مشاهده شد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۶). در اثر اضافه کردن کمپوست زباله شهری به خاک در استرالیا، افزایش غلظت نیکل خاک مشاهده شده است (وارمان و همکاران، ۲۰۰۴). عنصر سرب نیز یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های کمپوست زباله می‌باشد و در اثر کاربرد این نوع کمپوست، شاهد افزایش غلظت سرب در خاک خواهیم بود (وارمان و شان، ۲۰۰۴). نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست، غلظت کروم در محصول اسفناج افزایش داشت، به گونه‌ای که غلظت کروم از ۰/۰۵۹ میلی‌گرم در کیلوگرم

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: mseilsep@yahoo.com

در تیمار شاهد به ۰/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (سیلسپور، ۱۳۹۲) که کمی بیش از حداکثر مجاز در محصول اسفناج (۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران ۱۳۸۴). در مورد روابط کمی و همبستگی غلظت کل فلزات سنگین ناشی از کاربرد کمپوست پسماند شهری با غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی محصولات سبزی و صیفی از جمله اسفناج، اطلاعات چندانی در دست نیست. به همین منظور، این پژوهش با هدف اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری بر غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج و تعیین معادلات رگرسیونی همبستگی غلظت کل فلزات سنگین ناشی از کاربرد کمپوست پسماند شهری با غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج در خاک های آهکی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی مصرف سطوح مختلف کمپوست زباله شهری تهران بر جذب فلزات سنگین توسط اسفناج، در یک خاک آهکی با بافت لومی رسی آزمایشی مزرعه‌ای با ۶ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف کاربرد کمپوست پسماند شهری (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ تن در هکتار با رطوبت ۲۲ درصد وزنی) بود. قبل از کاشت، از خاک محل اجرای آزمایش نمونه‌برداری مرکب به‌عمل آمده و ویژگی های خاک از جمله غلظت فلزات سنگین کل خاک روش‌های متداول در موسسه تحقیقات خاک و آب تعیین شد (علی احیایی، ۱۳۷۲). عملیات کاشت در نیمه دوم شهریور ماه با رقم اسفناج برگ پهن ورامین انجام شد. هر کرت شامل سه خط، هرخط کاشت بطول سه متر، فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط پنج سانتی متر بود. تراکم کشت ۳۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. برداشت در ۲۸ شهریور انجام شد. غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵). هم چنین غلظت کل فلزات سنگین خاک پس از برداشت محصول نیز توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری گردید. معادلات همبستگی غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج با غلظت کل فلزات سنگین در خاک با استفاده از نرم افزار اکسل تعیین گردید. در این معادلات ، غلظت فلز سنگین در اندام هوایی اسفناج به عنوان متغیر وابسته (Y) و غلظت کل فلز سنگین در خاک به عنوان متغیر مستقل (X) در نظر گرفته شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

آزمایش	واحد	مقدار
هدایت الکتریکی	دسی زیمنس بر متر	۱/۲
واکنش	-	۷/۸
درصد اشباع	-	۳۵
کربن آلی	درصد	۰/۳۸
کربنات کلسیم معادل	درصد	۲۲
کادمیوم قابل جذب	میلی گرم در کیلوگرم	۰/۰۴
سرب قابل جذب	میلی گرم در کیلوگرم	۲/۰
نیکل قابل جذب	میلی گرم در کیلوگرم	۰/۵۲
بافت خاک	-	لومی رسی

نتایج و بحث

اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری بر غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج از نظر آماری معنی‌دار بود. اثر کمپوست پسماند شهری بر میانگین غلظت فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج در جدول ۲ آورده شده است. کاربرد ۵۰ تن کمپوست پسماند شهری در خاک موجب شد که غلظت کل سرب خاک از ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۱۸/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک برسد که موید افزایش ۸۱۰ درصدی غلظت سرب کل خاک نسبت به شاهد بود که با نتایج تحقیقات وارمان و شان(۲۰۰۴) مطابقت داشت. هم چنین کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب شد تا غلظت کادمیوم کل خاک از ۰/۰۷۱ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۰/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان‌دهنده افزایش ۸۱۵ درصدی نسبت به شاهد بود که با تحقیقات ژانگ و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت. کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب شد تا غلظت نیکل کل خاک نیز از ۰/۴۳ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۳/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان‌دهنده افزایش ۸۰۶ درصدی نسبت به شاهد بود که با تحقیقات

سیلسپور(۱۳۹۲) مطابقت داشت. هم‌چنین کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب شد تا غلظت کروم کل خاک از ۳/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به ۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان دهنده افزایش ۱۶۰۵ درصدی نسبت به شاهد بود که با تحقیقات سیلسپور(۱۳۹۲) مطابقت داشت.

جدول ۲: اثر کمپوست پسماند شهری بر میانگین غلظت کل فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج*

کمپوست پسماند(تن در هکتار)	سرب کل خاک **میلی گرم بر کیلوگرم**	سرب اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم	کادمیوم کل خاک میلی گرم بر کیلوگرم	کادمیوم اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم	نیکل کل خاک میلی گرم بر کیلوگرم	نیکل اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم	کروم کل خاک میلی گرم بر کیلوگرم	کروم اسفناج میلی گرم بر کیلوگرم
۰	۲/۰f	۰/۰۱۴f	۰/۰۷۱f	۰/۰۲f	۰/۴۳f	۰/۰۲۹f	۳/۴f	۰/۰۵۹f
۱۰	۳/۶e	۰/۰۴۹e	۰/۱۲e	۰/۰۶e	۰/۷۳e	۰/۰۶۷e	۶/۱۲e	۰/۱۳e
۲۰	۵/۷d	۰/۰۸d	۰/۳۷d	۰/۱۶d	۱/۲d	۰/۱۱d	۲۱/۳d	۰/۲۲d
۳۰	۱۱/۱c	۰/۱۵c	۰/۴۲c	۰/۲c	۱/۹c	۰/۲۳c	۳۵c	۰/۳۵c
۴۰	۱۲b	۰/۱۹b	۰/۵۲b	۰/۲۸b	۲/۵b	۰/۲۸b	۴۵b	۰/۳۸b
۵۰	۱۸/۳a	۰/۲۸a	۰/۶۵a	۰/۳۲a	۳/۹a	۰/۳۵a	۵۸a	۰/۵۵a

*اعداد ارایه شده بر مبنای وزن تازه اندام هوایی اسفناج می باشند.

کاربرد کمپوست پسماند داد که در اثر مصرف کمپوست، غلظت سرب در محصول اسفناج افزایش داشت و از ۰/۰۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۰۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید(سیلسپور، ۱۳۹۲).

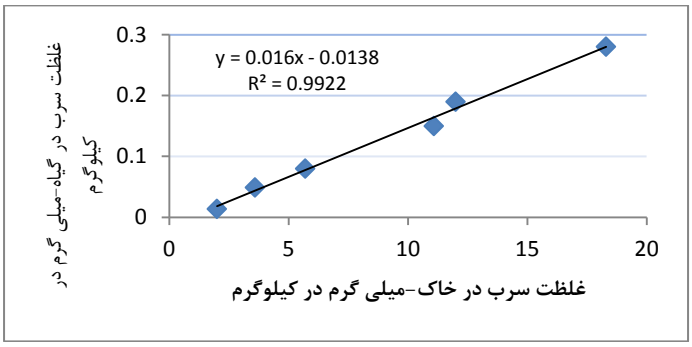
کاربرد۵۰ تن در هکتار این ماده موجب شد تا غلظت کادمیوم در اندام هوایی اسفناج از ۰/۰۲ به ۰/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان‌دهنده ۱۵۰۰ درصد افزایش نسبت به شاهد بود. این میزان کادمیوم بیشتر از حداکثر غلظت مجاز (۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف ۲۰ تن در هکتارکمپوست زباله، غلظت کادمیوم در محصول اسفناج افزایش یافت و از ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (سیلسپور، ۱۳۹۲). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شهری موجب افزایش معنی‌دار غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج گردید، به گونه‌ای که کاربرد۵۰ تن در هکتار این ماده موجب شد تا غلظت سرب در اندام هوایی اسفناج از ۰/۰۱۴ به ۰/۲۸ میلی‌گرم در کیلوگرم برسد که نشان دهنده ۱۹۰۰ درصد افزایش نسبت به شاهد بود. این غلظت سرب، بیش از حداکثر مجاز در محصول اسفناج (۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود(صلحی و همکاران ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت سرب محصول می‌گردد. نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج کاربرد ۵۰ تن در هکتار کمپوست پسماند موجب شد تا غلظت نیکل در اندام هوایی اسفناج از ۰/۰۲۹ به ۰/۳۵ میلی-گرم در کیلوگرم برسد که نشان‌دهنده ۹۱۷ درصد افزایش نسبت به شاهد بود. این مقدار نیکل در محصول، بیش از حداکثر مجاز نیکل در محصول اسفناج (۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸۴). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت نیکل محصول می‌گردد. نتایج یک تحقیق در خصوص استفاده از کمپوست پسماند شهری در زراعت اسفناج نشان داد که در اثر مصرف کمپوست، غلظت نیکل در محصول اسفناج افزایش داشت و از ۰/۰۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۱۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (سیلسپور، ۱۳۹۲). بین غلظت سرب خاک و غلظت سرب در محصول اسفناج همبستگی معنی دار وجود داشت (شکل۱) که از رابطه غیرخطی با ضریب تبیین ۰/۹۹ پیروی می‌کرد(رابطه۱). هم‌چنین بین غلظت کادمیوم خاک و غلظت کادمیوم در محصول اسفناج نیز همبستگی معنی‌دار وجود داشت(شکل۲) که مدل رگرسیونی آن از رابطه خطی با ضریب تبیین ۰/۹۸ پیروی می‌کرد(رابطه۲). بین غلظت نیکل خاک و غلظت نیکل در محصول اسفناج همبستگی معنی‌دار وجود داشت(شکل۳) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیر خطی با ضریب تبیین ۰/۹۸پیروی می‌کرد(رابطه۳). نتایج هم‌چنین نشان داد که بین غلظت کروم خاک و غلظت کروم در محصول اسفناج همبستگی وجود دارد(شکل۴) که مدل رگرسیونی آن از رابطه غیرخطی با ضریب تبیین ۰/۹۸ پیروی می‌کرد(رابطه۴)

رابطه۱ $$Y = 0.016X - 0.013$$

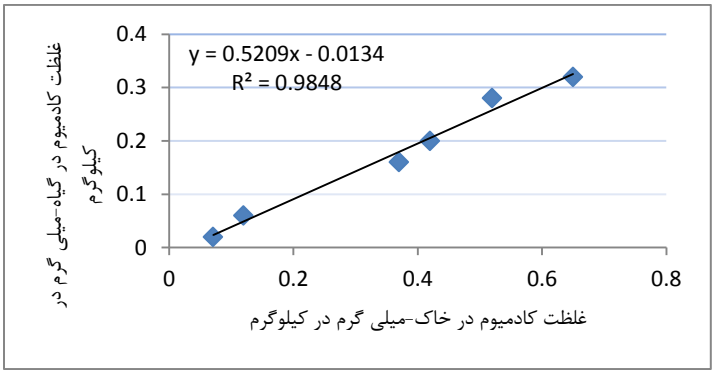
رابطه۲ $$Y = 0.52X - 0.013$$

رابطه۳ $$Y = -0.0019X^2 + 0.18X - 0.054$$

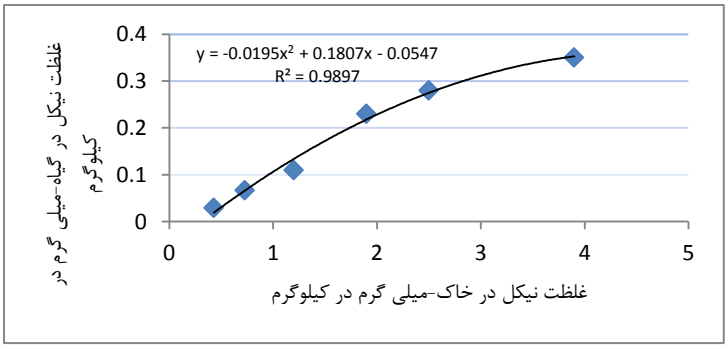
رابطه۴ $$Y = 0.0087X - 0.027$$



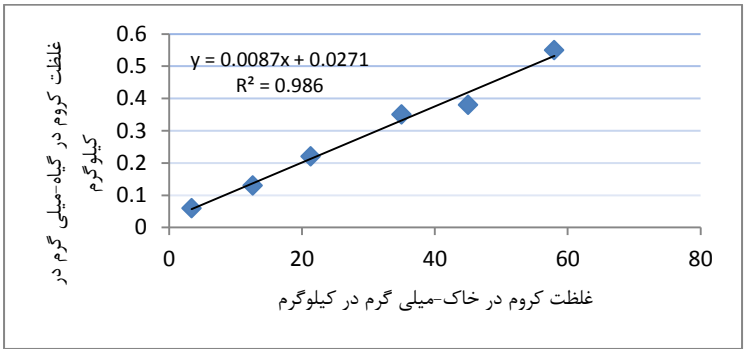
شکل۱- همبستگی غلظت سرب خاک با غلظت سرب محصول اسفناج



شکل ۲–همبستگی غلظت کادمیوم خاک با غلظت کادمیوم محصول اسفناج



شکل۳ –همبستگی غلظت نیکل خاک با غلظت نیکل محصول اسفناج



شکل۴-همبستگی غلظت کروم خاک با غلظت کروم محصول اسفناج

نتیجه گیری:

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کمپوست پسماند شهری در خاک‌های آهکی با بافت لومی‌رسی، موجب افزایش غلظت کل فلزات سنگین در خاک و اندام هوایی اسفناج می‌گردد. هم چنین نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج تحت تاثیر غلظت فلزات سنگین در خاک است و با افزایش مصرف کمپوست پسماند شهری، غلظت فلزات سنگین در خاک افزایش می‌یابد و منتج آن، غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی اسفناج نیز افزایش می‌یابد. مدل رگرسیونی غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در اندام هوایی اسفناج از مدل خطی و مدل رگرسیونی کروم از مدل درجه ۲ پیروی می‌کرد.

منابع:

۱. امامی، ع. ۱۳۷۵ . روش های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸ . مؤسسه تحقیقات خاک وآب، تهران.

۲. سیلسپور، م. ۱۳۹۲. بررسی و تعیین اثرات کمپوست زباله و نیتروژن بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک و خصوصیات کمی و کیفی اسفناج. گزارش نهایی. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج. ایران.

۳. صلحی، م.، م. ج. ملکوتی و س. سعادت.۱۳۸۴. پراکنش و غلظت مجاز فلزات سنگین در چرخه حیات. نشریه فنی شماره ۴۷۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران

۴. علی احیایی، م.، و ع. بهبهانی‌زاده. ۱۳۷۲ . شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک، نشریه ۸۹۳ ، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲۷ صفحه.

5. Badran, F. S. and Safwat. M. S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. Egyptian Journal of Agricultural Research, 82: 247-256.
6. Soumare, M., F. Tack and M.Verloo.2003. Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. Waste Manag. 23, 517-522
7. Warman, P.R and V.Shan. 2004. Influence of source – separated MSW compost on vegetable crop growth and soil properties: year 3. In: Proceeding of the 8th Annual Meeting of the Composting Council of Canada, Ottawa, Ontario, November 3-5, pp. 263-273.
8. Warman, P.R., C. Murphy and J. Burnham. 2004. Soil and plant response to MSW compost applications on lowbush blueberry fields. in 2000 and 2001. Small Fruit Rev. 3 (1/2), 19–31.
9. Zhang, M., D. Heaney and B. Henriquez. 2006. A fouryear study on influence of biosolids/MSW cocompost application in less productive soils in Alberta: nutrient dynamics. Compost Sci. Util. 14 (1), 68

Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Field evaluation of municipal solid waste compost on Lead, Cadmium and Chromium concentration of soil and spinach

Seilsepour[*1],M., Molahoseini[2], H

[1]Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran

[1]Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

In order to study the effect of different levels of municipal waste compost on the concentration of heavy metals in the soil and aerial parts of spinach, a field experiment was conducted using a randomized complete block design with five treatments using urban waste compost (0, 10, 20, 30, 40 and 50 tons per hectare). The results of this study showed that application of municipal solid compost in soil increased the concentration of total concentration of lead, cadmium, nickel and chromium compared to control. Also, utilization of municipal waste compost significantly increased the concentration of lead, cadmium, nickel and chromium in the spinach aerial parts compared to control treatment. The results of this study also showed that there is a significant correlation between the total concentration of heavy metals in the soil and the concentration of heavy metals in the spinach aerial parts. The regression model of lead, cadmium and nickel concentrations in spinach aerial parts with the total concentration of these metals in soil was from the linear model and the regression model of total chromium concentration of soil with the chromium concentration of spinach aerial part of the second-degree model. Changes in the concentration of cadmium in the aerial parts of the spinach were increased by increasing the total concentration of the metal in the soil (slope of the regression equation of the total concentration of cadmium in the soil with the concentration of cadmium in the spinach aerial parts) compared with heavy metals of lead and chromium, which indicated more mobility and the more intense transfer of this element from the soil to the spinach aerial parts.

Keywords: Arial Part**,** Correlation**,** Heavy Metals**,** Regression