اثر تجمعی کاربرد پنج ساله کمپوست زباله شهری بر غلظت بعضی عناصر سنگین در خاک

زهرا موحدی راد[۱]، الهام عباسی‌زاده[۲]، مجید افیونی[۳]
۱- عضو هیأت علمی داشگاه پیام نور، تهران، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته و استاد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

به منظور بررسی اثرات کاربرد کمپوست زباله شهری به عنوان کود آلی که دارای مواد مغذی مورد نیاز گیاه است آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان با سه سطح کمپوست (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار) و تیمار شاهد (بدون کود) در سه تکرار طی پنج سال در قالب طرح کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. نمونه‌های خاک تهیه شده پس از انتقال به آزمایشگاه و هوا خشک شدن، با چکش چوبی خرد و از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شدند. سپس غلظت عناصر آهن، مس، روی، کادمیم و سرب در نمونه‌های خاک اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد کاربرد کمپوست غلظت قابل جذب فلزات سنگین را افزایش داده ولی با گذشت زمان این غلظت‌ها کاهش یافته‌اند. پس از آخرین کاربرد کمپوست غلظت شکل قابل جذب عناصر به مقدار قابل توجهی کاهش یافته است، گرچه این غلظت‌ها هم‌چنان بیش از شاهد می‌باشد.

واژه های کلیدی: کمپوست، عناصر سنگین، اثر تجمعی

مقدمه

با ظهور پدیده شهرنشینی و توسعه صنعتی، به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه مانند ایران با انباشته شدن حجم عظیمی از زباله‌های شهری روبرو هستیم. با توجه به محدودیت‌های دفن و سوزاندن زباله‌ها و بسیاری از مسائل زیست محیطی، بازیافت زباله‌ها و به‌کارگیری کمپوست در اراضی کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است وروزانه حجم عظیمی از زباله‌های شهری به کمپوست تبدیل می‌شود (قیامتی و همکاران ۱۳۸۸).

کمپوست ترکیبی است دارای عناصر کم مصرف و پر مصرف فراوان که آنها را تدریجاً در اختیار گیاه قرار می‌دهد و هم چنین می‌تواند چندین برابر وزن خود آب جذب کند و باعث حفظ رطوبت خاک شود هم‌چنین وجود مواد معدنی و فلزات سنگین در کمپوست محتمل است (محمدی ۱۳۹۳).

بر اساس تحقیقات انجام شده طی اضافه کردن کمپوست زباله به خاک، متناسب با مقدار اضافه شده افزایش فرم قابل جذب عناصر سرب، نیکل و کروم را در خاک خواهیم داشت. همچنین با گذشت زمان از مقدار قابل جذب عناصر مذکور کاسته می‌شود. استفاده از کمپوست در دراز مدت موجب بالا رفتن مقدار قابل جذب بعضی فلزات سنگین در خاک و بر هم خوردن بالانس مواد غذایی در خاک شده به‌طوری که به تغذیه گیاهان صدمه می‌رساند. حتی اگر علائم مسمومیت در گیاهان دیده نشود، فلزات سنگین جذب شده، توسط گیاه می‌توانند وارد زنجیره غذایی انسان و حیوان شوند (Bhattachayya, et al. 2005).

این آزمایش با هدف بررسی اثر تجمعی کاربرد پنج ساله کمپوست زباله شهری بر میزان غلظت قابل جذب عناصر سنگین آهن، مس، روی، کادمیم و سرب در خاک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد انجام گردید. طرح بررسی اثر کمپوست بر خاک به‌وسیله اعمال سطوح مختلف کودهای آلی به شرح زیر از سال اول آغاز شد و تیمارها شامل شاهد، ۲۵ تن در هکتار، ۵۰ تن در هکتار، ۱۰۰ تن در هکتار، کود شیمیایی (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۲۵۰ کیلوگرم اوره) بود. تعداد ۱۵ کرت ۳*۱۵ متر با در نظر گرفتن فاصله ۲ متر بین کرت‌ها و ۳ متر بین بلوک‌ها آماده گردید و سطوح مختلف کودهای آلی و کود شیمیایی اعمال شد.

در سال اول تمام کرت‌ها کود دریافت کردند. در سال دوم کرت‌ها بعد از انجام مراحل خاک‌ورزی به دو قسمت نا مساوی ۱۲ و ۳ متری تقسیم شدند و به قسمت ۱۲ متری برای بار دوم کود اضافه شد ولی به قسمت ۳ متری کودی اضافه نشد. در سال سوم کرت ۱۲ متری به دو قسمت نا مساوی ۹ و ۳ متری تقسیم شد که به قسمت ۹ متری برای بار سوم کود اضافه شد ولی به قسمت ۳ متری کودی داده نشد. در سال چهارم قسمت ۹ متری به دو قسمت نامساوی ۶ و ۳ متری تقسیم شد که به قسمت ۶ متری برای بار چهارم کود اضافه شد ولی به قسمت ۳ متری کودی داده نشد. در سال پنجم کرت ۶ متری به دو قسمت مساوی ۳ متری تقسیم شد و به آن ۳ متری که تا سال گذشته ۴ بار کود دریافت کرده بود برای بار پنجم کود اضافه شد ولی به ۳ متر دیگر کود اضافه نشد. این طرح در قالب طرح کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید.

در هر کرت پس از در نظر گرفتن حدود نیم متر به عنوان حاشیه، از عمق ۲۰- ۰ سانتی‌متری خاک، یک نمونه برداشته شد. نمونه‌های خاک تهیه شده در کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شده و در هوا خشک گردید و با چکش چوبی خرد و از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شد. برای اندازه‌گیری غلظت قابل جذب فلزات سنگین، ۲۰ گرم خاک از هر نمونه با ۵۰ میلی‌لیتر DTPA ۰/۰۰۵ مولار حاوی کلرورکلسیم ۰/۰۱ مولار با پ-هاش ۷/۳ عصاره‌گیری شد. با توجه به این‌که حلالیت فلزات سنگین شدیداً وابسته به pH است، محلول DTPA قبل از اضافه شدن به خاک برای جلوگیری از حل شدن بیش از حد فلزات سنگین توسط تری‌اتانول‌آمین [TEA] بافری شد. حضور کلرورکلسیم ۰۱/ مولار باعث برقراری تعادل عصاره $CaCl_2$ و در نتیجه به حداقل رساندن حلالیت$CaCl_2$ در خاک‌های آهکی می‌گردد. بعد از افزودن این محلول به خاک و عصاره‌گیری از آن، غلظت عناصر آهن، مس، روی، کادمیم و سرب در عصاره‌های حاصل به‌وسیله دستگاه جذب اتمی پرکین-المر ۳۰۳۰ تعیین شد.

تجزیه آماری داده‌ها جهت بررسی اثر تیمارهای کودی بر غلظت عناصر در خاک با برنامه SAS انجام گردید. برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel و نیز به‌دست آوردن ضرائب همبستگی و تعیین سطح معنی‌دار بودن آن‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

به‌طور کلی اثر کمپوست بر افزایش آهن قابل عصاره‌گیری با DTPA خاک معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس جدول ۱ نشان داد که در تیمار کمپوست اختلاف شاهد با تیمارها، تفاوت بین سطوح کاربرد، تفاوت بین تعداد سال‌های کاربرد و نیز اثرات متقابل سطوح کاربرد و تعداد سال کوددهی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد.

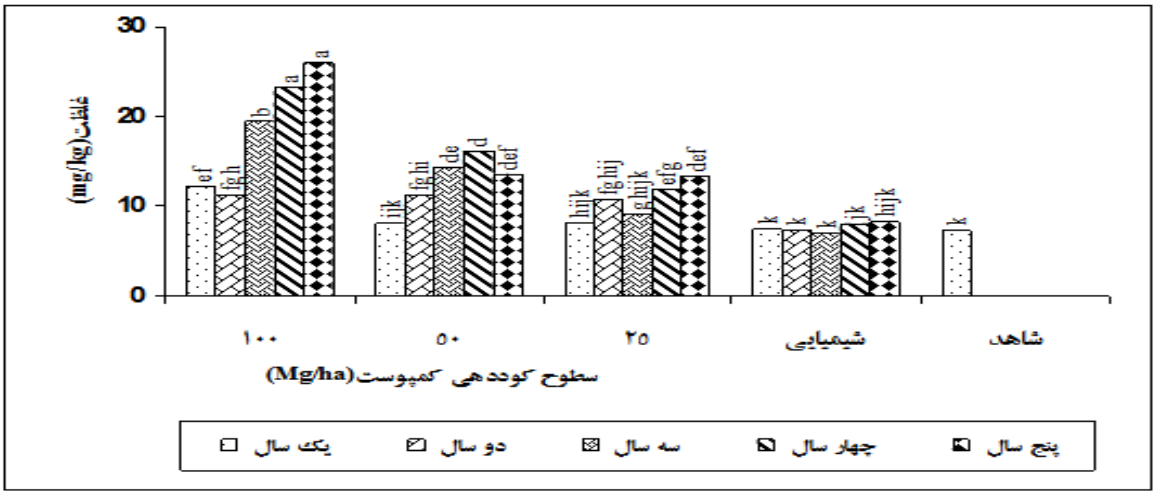
با توجه به شکل ۱ بیشترین مقدار غلظت آهن قابل عصاره گیری با DTPA در بین سطوح کاربرد کمپوست به تیمار ۱۰۰ تن کمپوست اختصاص داشت. مقایسه تعداد سال‌های کوددهی حاکی از آن است که با افزایش سطوح کوددهی و همچنین تعداد سال‌های کاربرد کمپوست آهن قابل جذب خاک افزایش می‌یابد. به‌دلیل وجود مقدار قابل توجهی آهن در کمپوست با وجود اثر کهنه شدن بعد از گذشت چند سال از مصرف آن در خاک هنوز آهن قابل جذب به میزان قابل توجهی بیش از شاهد می‌باشد. که البته این اختلاف در سطح ۱۰۰ و۵۰ تن معنی‌دار است. تیمار ۱۰۰ تن بر هکتار با ۱ سال کوددهی تفاوت معنی داری با ۵۰ تن با ۲ سال کوددهی نشان نداد. بنابراین می‌توان عنوان نمود که اثر باقی‌مانده کمپوست در خاک متناسب با مقدار کود مصرفی خواهد بود. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که اثر باقی‌مانده کودهای آلی می‌تواند نیاز گیاهان به آهن را برای بیش از یک فصل زراعی برآورد کند.

کمپوست مقدار مس قابل عصاره‌گیری با DTPA را به‌طور معنی‌داری در خاک افزایش داد (شکل ۲) نتایج تجزیه واریانس جدول ۱ نشان داد که در تیمار کمپوست اختلاف شاهد با تیمارها، تفاوت بین سطوح کاربرد، تفاوت بین تعداد سال‌های کاربرد و نیز اثرات متقابل سطوح کاربرد و تعداد سال کوددهی در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح کاربرد و دفعات کوددهی بر غلظت عناصر میکرو خاک در تیمار کمپوست

سطح	سال‌های	Fe(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Zn(mg/kg)	Pb(mg/kg)
شاهد	-	۷/۲۴^{k}	۱/۴۸^{k}	۱/۲۳^{h}	۲/۲۵^{i}
شیمیایی	۱	۷/۴۳^{k}	۱/۸۴^{ijk}	۳/۸۶^{gh}	۲/۳h^{i}
	۲	۷/۲۵^{k}	۱/۶۵^{jk}	۱/۷۲^{h}	۲/۲^{i}
	۳	۶/۹۸^{k}	۱/۵۶^{jk}	۱/۴^{h}	۲/۲۵^{i}
	۴	۸/۱^{jk}	۱/۴^{k}	۱/۷۹^{h}	۲/۵۳^{hi}
	۵	۸/۳۰^{hijk}	۱/۴۷^{k}	۳/۷۹^{gh}	۲/۲^{i}
۲۵ تن بر هکتار	۱	۸/۲۰^{hijk}	۲/۴۴^{hijk}	۴/۰۱^{gh}	۳/۰۴^{ghi}
	۲	۱۰/۶۹^{fghij}	۳/۸^{ghijk}	۶/۷۹^{fgh}	۳/۸۷^{fghi}
	۳	۹/۱۶^{ghijk}	۴/۵^{ghi}	۷/۴۵^{fgh}	۴/۰۵^{fgh}
	۴	۱۱/۹۵^{efg}	۵/۲۸^{fg}	۱۱/۱۶^{defg}	۴/۹۳^{ef}
	۵	۱۳/۴۱۷^{def}	۵/۲^{g}	۱۲/۶۸^{def}	۵/۱۹^{ef}
۵۰ تن بر هکتار	۱	۸/۱۶۷^{ijk}	۴/۲۵^{ghij}	۸/۳^{fgh}	۳/۷۶^{fghi}
	۲	۱۱/۱۸^{fghi}	۵/۴^{fg}	۱۰/۶۵^{efg}	۴/۵۲^{fg}
	۳	۱۴/۳۳^{de}	۷/۹۹^{def}	۱۶/۱۳^{cde}	۶/۴۳^{cde}
	۴	۱۶/۱۴۲^{d}	۹/۴۸^{cd}	۲۱/۳۳^{c}	۷/۳^{c}
	۵	۱۳/۵۴۲^{def}	۸/۲۷^{cde}	۱۸/۲۲^{cd}	۶/۳^{cde}
۱۰۰ تن بر هکتار	۱	۱۲/۳۳^{ef}	۵/۱^{gh}	۱۲/۸۷^{def}	۵/۳۸^{cd}
	۲	۱۱/۲۵^{fgh}	۶/۲۹^{efg}	۱۵/۹۶^{cde}	۶/۹۸^{def}
	۳	۱۹/۴۳^{b}	۱۰/۸۵^{bc}	۲۱/۶۷^{c}	۱۰/۹۱^{ab}
	۴	۲۳/۲۱^{a}	۱۶/۳۱^{a}	۳۰/۷۵^{b}	۹/۳۹^{a}
	۵	۲۶^{a}	۱۳/۵۵^{b}	۴۲/۸۳^{a}	۱۲/۶۴^{b}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف متفاوت بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ معنی‌دار می‌باشند.

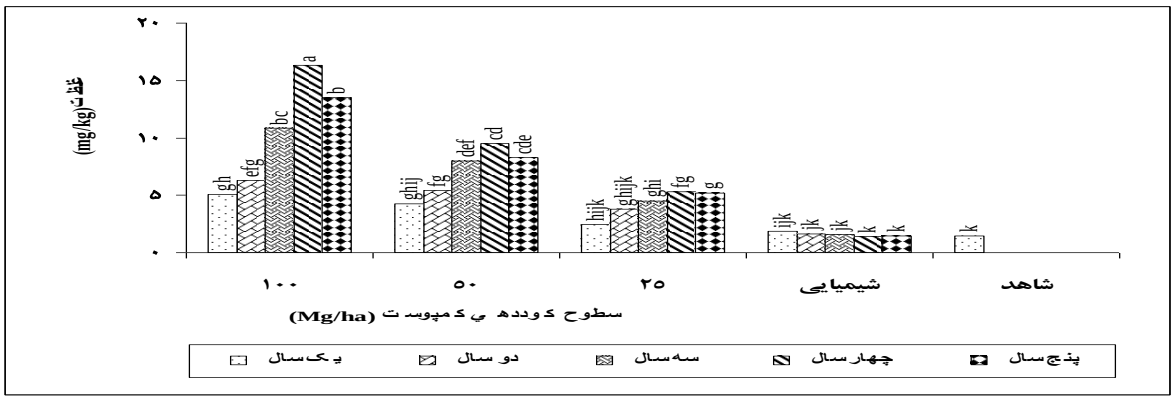


شکل ۱- تغییرات DTPA-Fe خاک در تیمار کمپوست

طبق شکل ۲ مقایسه تعداد دفعات مختلف کوددهی نشان داد که تیمار ۴ سال کوددهی کمپوست بیشترین مقدار مس قابل جذب خاک را داراست.کمترین مقدار مس قابل جذب خاک بعد از دو تیمار شاهد و شیمیایی به تیمار ۱ سال کوددهی

کمپوست اختصاص دارد. با گذشت زمان غلظت قابل جذب مس، گذشته از جذب توسط گیاه و موجودات خاک، به‌دلایل مختلف دیگر از جمله خاصیت بافری خاک و وجود کربنات‌ها و pH قلیایی در خاک‌های آهکی، قرار گرفتن در ساختمان کانی-های رسی کاهش پیدا می‌کند. با افزایش سطح کاربرد کمپوست مس قابل جذب افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که با افزایش مقدار و دفعات کوددهی کمپوست، به‌دلیل تشکیل کمپلکس رس-هوموس با مس، فرم قابل جذب این فلز در خاک افزایش می‌یابد.

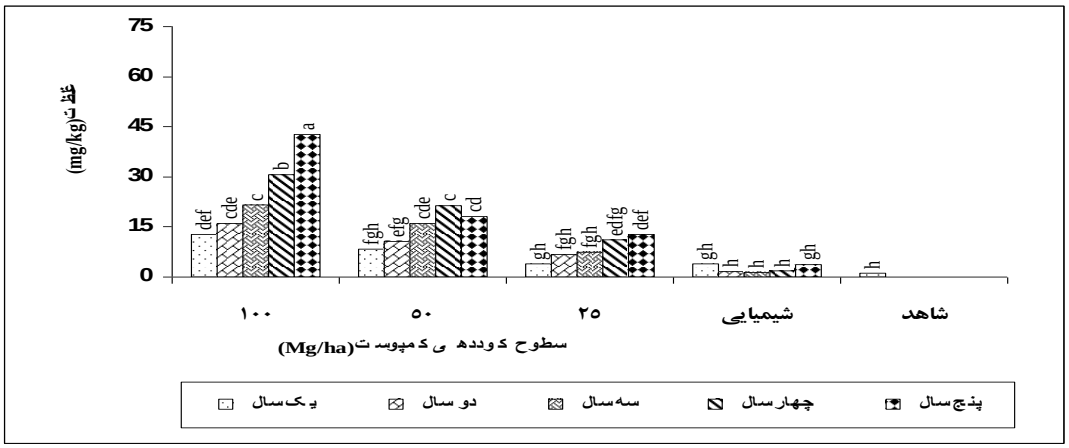
کمپوست اثرات معنی‌داری بر افزایش روی قابل عصاره‌گیری با DTPA خاک داشت (شکل ۳). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که در تیمار کمپوست اختلاف شاهد با تیمارها، تفاوت بین سطوح کاربرد، تفاوت بین تعداد سال‌های کاربرد و نیز اثرات متقابل سطوح کاربرد و تعداد سال کوددهی در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که روند تغییرات روی قابل جذب خاک برای سطوح مختلف کاربرد کمپوست در تعداد دفعات مختلف کوددهی، متفاوت است. بررسی تعداد سال‌های کوددهی نشان داد که با افزایش سال کوددهی روی قابل جذب خاک افزایش می‌یابد.



شکل ۲- تغییرات DTPA-Cu خاک در تیمار کمپوست

به طوری که در تیمار کمپوست بیشترین مقدار این پارامتر در ۵ سال کوددهی و کمترین مقدار آن در تیمار ۱ سال کوددهی مشاهده گردید.

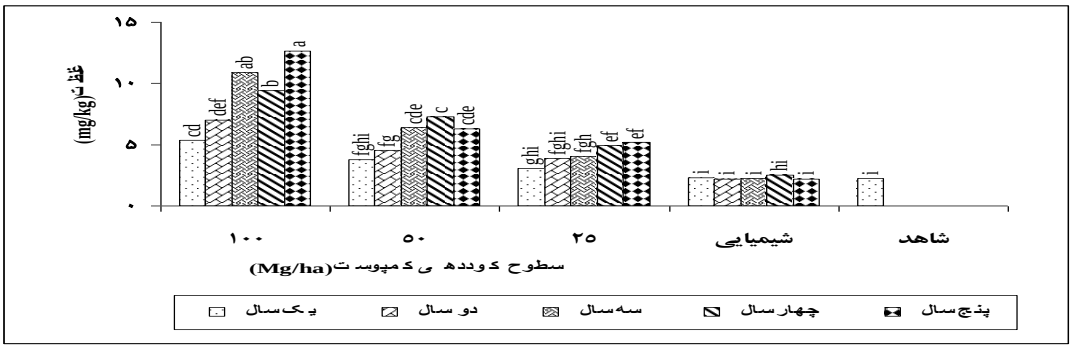
کمپوست اثرات معنی‌داری بر افزایش سرب قابل عصاره‌گیری با DTPA خاک داشت. نتایج تجزیه واریانس جدول ۱ نشان داد که در تیمار کمپوست اختلاف شاهد با تیمارها، تفاوت بین سطوح کاربرد، تفاوت بین تعداد سال‌های کاربرد و نیز اثرات متقابل سطوح کاربرد و تعداد سال کوددهی در سطح ۱٪ معنی‌دار است.



شکل ۳ - تغییرات DTPA-Zn خاک در تیمار کمپوست

شکل ۴ نشان می‌دهد که غلظت سرب در همه تیمارها بیش از شاهد بود. با افزایش سطح کاربرد و دفعات کوددهی مقادیر سرب قابل جذب افزایش یافته است. سرب قابل جذب در تیمار ۱۰۰ تن کمپوست بیشترین مقدار را در بین سطوح کوددهی دارا بود. در بین تعداد سال‌های کوددهی تیمار پنج سال کوددهی کمپوست بیشترین مقدار سرب قابل جذب را نشان داد. بنابراین تیمار ۱۰۰ تن بر هکتار با ۵ سال کوددهی بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است که با شاهد و برخی از تیمارها اختلاف معنی داری نشان می‌دهد.

همان‌طور که مشاهده می‌گردد قابلیت دسترسی سرب در تیمارهایی با ۴ و ۵ سال کوددهی که در سال‌های اخیر کود دریافت کرده‌اند بیش از تیمارهایی است که در سال‌های گذشته کود دریافت کرده‌اند. این امر به علت افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش فرایند معدنی شدن می‌باشد که باعث افزایش سرب قابل جذب خاک می‌گردد (Murillo et al. 1997).



شکل ۴- تغییرات DTPA-Pb خاک در تیمار کمپوست

به‌علت پایین بودن مقدار کادمیم کمپوست مقدار این فلز افزوده شده به خاک از طریق کمپوست کمتر از حدتشخیص دستگاه بود.

کشاورزان باید مطمئن باشند که گرچه به‌نظر می‌رسد میزان مواد عناصر سنگین موجود در کود کمپوست آن چنان بالا نیست ولی استفاده پی در پی آنها در خاک ممکن است برای گیاهان یا انسان و دیگر جانوران، سمیت ایجاد کند. بنابراین کاربرد این کودها به عنوان کود آلی تحت یک مدیریت صحیح مانعی ندارد ولی تحقیق در مورد پیامدهای بعدی کاربرد این کودها ضروری است و نبایستی با هدف بهبود شرایط رشد گیاه، ناخواسته یک محیط نامناسب در خاک ایجاد کنیم.

منابع

قیامتی، گ. و آستارایی ع. ۱۳۸۸. تأثیر کمپوست زباله شهری و گوگرد بر عملکرد چغندرقند و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. شماره ۷. صفحه‌های ۱۵۳-۱۶۲.

محمدی، آ. و بهمنیار، م. ع. ۱۳۹۲. اثر تجمعی کاربرد سه ساله کمپوست زباله شهری و کمپوست همراه با کود شیمیایی بر میزان غلظت برخی عناصر سنگین در اندام‌های مختلف گیاه تحت کشت برنج. مجله علوم و فنون کشاورزی و منبع طبیعی، علوم آب و خاک. شماره ۶۸. صفحه‌های ۱۷۳ – ۱۸۱.

Bhattachayya P. A., Chakraborty K. K., Chakrabati S. and Powell M. A. 2005. Choromium uptake by rice and accumulation in soil amended in with municipal soil waste compost. Chemosphere 60: 1481-1486.

Murillo J. M., Carbera F. and Lopez R. 1997. Response of clover Trifolium Fragiferum L. CV. Salina to a heavy urban compost application. Compost Sci. and Utiliz. 5:15-25.

The cumulative effect of five years of municipal solid waste compost on the concentration of some heavy metals in soil

Z. Movahedi Rad[1], E. Abbasizade[2] and M. Afyuni[2]

1- Faculty member, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
2, 3- M.Sc Graduate and Professor, Department of soil science, Collage of Agriculture, Isfahan university of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

To study the effects of municipal solid waste compost as organic fertilizer that contains nutrients needed by the plant experimental research farm of Isfahan University of Technology with three levels of compost (25, 50 and 100 ha) and control (without fertilizer) in three repeat five years on the plot with a randomized complete block design was conducted. Soil samples were transported to the laboratory and air drying, crushing and sifting with Mallets 2 mm were spent. The concentrations of Iron, Copper, Zinc, Cadmium and Lead in soil samples was measured. The results showed that application of compost to increase the concentration of heavy metals, but over time the reduction concentration. Form uptake after the last application of compost concentrations significantly decreased, although this concentration over control respectively.

Keywords: compost, heavy metals, cumulative effect