Archive of SID

نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی،
دوره دوم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸(ص ۱۶۴- ۱۸۲)

ارزیابی مزرعه‌ای کاربرد کمپوست پسماند شهری و نیتروژن بر عملکرد و غلظت فلزات سنگین در خاک و میوه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*)

*محسن سیلسپور[1]**

۱- نویسنده مسئول و استادیار پژوهش بخش تحقیقات کشت گلخانه ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران.
mseilsep@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۶/۱۶

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثرات کاربرد کمپوست پسماند شهری بر عملکرد، غلظت نیترات میوه و برخی خصوصیات شیمیایی خاک، یک آزمایش مزرعه‌ای با ۹ تیمار در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران اجرا شد. اثر کمپوست پسماند شهری، اثر نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد از نظر آماری معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد میوه به میزان ۶۸۷۸۵ کیلوگرم در هکتار، از مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست همراه با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری غلظت سرب، کادمیوم و نیکل در میوه گوجه‌فرنگی را به ترتیب به میزان ۲۸۰۴، ۲۴۰۰ و ۳۰۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌دار داد. با این وجود، غلظت هیچ یک از عناصر فوق در میوه، بیش از حداکثر مجاز استاندارد ملی کشور نبود. هم‌چنین مصرف کمپوست پسماند شهری موجب افزایش غلظت کل سرب، نیکل و کادمیوم خاک گردید که این افزایش غلظت نیز در محدوده مجاز بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده از اجرای آزمایش، تکرار چندساله آزمایش و بررسی الگوی تجمعی فلزات سنگین در خاک و میوه گوجه‌فرنگی ضروری به نظر می‌رسد. با این وصف، استفاده محدود از کمپوست پسماند شهری همراه با ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، همراه با پایش غلظت این فلزات در خاک و گیاه می‌تواند موجب افزایش عملکرد گوجه فرنگی گردد.

واژگان کلیدی: سرب، کادمیوم، نیکل، همبستگی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*L.) و فرآورده‌های آن به دلیل میزان پایین چربی و کالری، میزان کم کلسترول آزاد، غنی بودن از ویتامین‌های گروه آ، ب، ث، میزان بالای کاروتن و لیکوپن، جزو غذاهای سالم در جیره غذایی انسان‌ها محسوب می‌شود (Alam et al., 2006). گوجه‌فرنگی یکی از مهم‌ترین محصولات نواحی نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای است و کشت آن در بسیاری از نقاط کشور به‌عنوان یک محصول مهم و پر بازده، بسیار متداول است (طالب‌زاده، ۱۳۸۳). افزایش عملکرد در واحد سطح این محصول و کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزین نمودن مصرف بخشی از کودهای شیمیایی، به‌ویژه کودهای حاوی نیتروژن با کودهای آلی در تولید این محصول در راستای تولید محصول سالم از اهداف مهم کشاورزی پایدار می باشد.

متاسفانه، ارزان بودن کودهای شیمیایی و سهولت تهیه و استفاده از این کودها در کشاورزی رایج که هدف اصلی آن به حداکثر رساندن توأم تولید و درآمد است، موجب شده تا حفظ حاصلخیزی و تقویت باروری خاک در بلندمدت به فراموشی سپرده شود (Gliessman, 2007). این مطلب به گونه‌ای است که ۶۰ درصد خاک‌های کشور، کمتر از یک درصد ماده آلی دارند (سماوات، ۱۳۸۹) که این موضوع موجب افت شدید حاصلخیزی خاک، کاهش فعالیت میکروبی خاک، تخریب خاکدانه‌ها، کاهش نفوذپذیری خاک و افزایش آبدوی خاک را فراهم می‌سازد (Martin *et al.*, 2010) که البته این موضوع در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک شدیدتراست (Viaud *et al.*, 2010). برای جلوگیری از این موضوعات، افزودن انواع مواد آلی از جمله کمپوست پسماند شهری، می‌تواند رهگشا باشد (de Araújo et al., 2010; Neto et al., 2010; Rigane and Medhioub, 2011). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که از کمپوست پسماند شهری می‌توان به عنوان کود آلی استفاده نمود (Sumare et al., 2003). از مزایای کاربرد کمپوست زباله شهری در اراضی کشاورزی، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، خاک، تشکیل کمپلکس با عناصری مثل فسفر، آهن، روی و تسهیل جذب آنها توسط گیاهان، افزایش مواد آلی خاک، همچنین تأمین بخشی از عناصر غذایی مهم همچون نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشد (Rigane and Medhioub, 2011). با این وجود، علیرغم اثرات مثبت کاربرد کمپوست پسماند شهری بر خصوصیت فیزیکی و شیمیایی خاک، احتمال آلودگی خاک و محصول به فلزات سنگین با کاربرد کمپوست پسماند شهری وجود دارد.

فلزات سنگین در سال‌های اخیر به‌دلیل خصوصیات آلایندگی که دارند، شدیداً مورد توجه قرار گرفته‌اند (Yalchin et al., 2007). بعضی از فلزات سنگین مانند سرب، کادمیوم، نیکل و جیوه حتی در مقادیر ناچیز نیز برای انسان سمی و خطرناک هستند (Malakoutian et al., 2011). این عناصر، پس از ورود به بدن موجودات زنده، در بدن آنها انباشته می‌شوند و یا به سطوح تغذیه‌ای بالاتر منتقل و سپس در اثر فعل و انفعالات شیمیایی، به مواد سمی و خطرناک تبدیل می‌گردند. بدین ترتیب، این مواد سبب بروزاختلالاتی درعملکرد طبیعی موجودات زنده می‌شوند (Yang et al., 2010). فلزات سنگین معمولا در بدن متابولیز نمی‌شوند و پس از ورود به بدن، دیگر دفع نشده، بلکه در بافت‌های چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل رسوب می‌کنند که این به نوبه خود منجر به بیماری‌های متعددی می‌شود (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007). نتایج تحقیقات نشان داده است که گیاهان مهم‌ترین مسیر انتقال فلزات سنگین به زنجیره

www.SID.ir

Archive of SID

غذایی انسان و چرخه‌های زیستی محسوب می‌شوند (Radu and Anca-Rovena, 2008). با این وجود، جذب و تجمع فلزات سنگین در محصولات سبزی و صیفی، تحت تاثیر تعدادی از عوامل از جمله غلظت فلزات سنگین در خاک می‌باشد (Nazemi et al., 2010). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد کمپوست پسماند شهری در خاک موجب افزایش غلظت سرب خاک می‌گردد (Walter et al., 2006). این افزایش بیشتر در فرکشن عصاره‌گیری شده با دی تی پی ای رخ می‌دهد (Zheljaskov and Warman, 2004a) و تنها درصد کوچکی از سرب اضافه شده به خاک در اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری از خاک شسته می‌شود (Tisdell and Breslin, 1995).

نتایج تحقیقات نشان داده است که غلظت سرب در اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری در گوجه فرنگی، کدوی خورشتی قابل توجه نبوده است (Zheljaskov and Warman, 2004b)، اما افزایش غلظت سرب در برگ اسفناج تحت تاثیر کمپوست پسماند شهری در مقایسه با تیمار شاهد در خور توجه بوده است (Maftoun et al., 2004). طی مطالعه‌ی دیگری، غلظت سرب کل در خاک-هایی که کمپوست زباله شهری دریافت کرده بودند، در مقایسه با خاک شاهد افزایش یافت. نتایج یک تحقیق نشان داد که بیشترین میزان غلظت سرب کل خاک در تیمارهای ۸۰ و ۱۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری به میزان ٢٤ و ۳۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین مشخص شده است که با افزودن ٤٠ و ۸۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری به خاک، غلظت نیکل کل خاک به ۵۹ و ٦٣ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌رسد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۷). سایر محققان نیز بر افزایش فرم‌های قابل جذب و کل نیکل با مصرف کمپوست پسماند شهری اذعان دارند (Achiba et al., 2009; Madrid et al., 2006). طی مطالعه دیگری، کمپوست پسماند شهری در مقادیر صفر، دو و چهار درصد وزنی به خاک اضافه شد. نتایج نشان داد که در اثر افزودن کمپوست پسماند شهری، کادمیوم قابل جذب خاک از ۰/۷ به ۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم می-رسد. طی تحقیق دیگری، افزایش سطح کمپوست نیز مقدار سرب قابل جذب خاک را افزایش داد (کاوه و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج سایر تحقیقات نیز موید افزایش غلظت کادمیوم، کروم و نیکل در خاک با بافت شنی بوده است (Pinamonti et al., 1999). نتایج موید این مطلب است که غلظت نیکل، کادمیوم و سرب در برگ گوجه-فرنگی با کاربرد کمپوست پسماند شهری افرایش یافته است (Murphy and Warman, 2001; Warman, 2001). قابلیت جذب فلزات سنگین در کمپوست پسماند شهری به درجه رسیدگی کمپوست بستگی دارد. به گونه‌ای که در کمپوست رسیده، محتوای مواد هیومیکی رو به افزایش است و این مواد تمایل به ایجاد تشکیل پیوند با فلزات سنگین دارند که موجب تثبیت و غیرقابل جذب شدن این عناصر در کمپوست پسماند شهری می‌گردد (Deportes et al. 1995). البته افزودن کمپوست پسماند شهری به خاک مزایایی نیز دارد. افزودن کمپوست پسماند شهری به خاک، باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک و افزایش مقدار قابل جذب تعدادی از عناصر غذایی پرمصرف و کم-مصرف در خاک می‌گردد. هم‌چنین، نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مصرف کمپوست پسماند شهری باعث کاهش معنی‌دار واکنش خاک می‌شود (Zheljakov et al., 2006). برخی منابع گزارش کرده‌اند که کمپوست پسماند شهری باعث افزایش میزان نیترات خاک می‌شود و در سال اول کاربرد کمپوست، حدود ۱۰ درصد نیتروژن موجود در آن

www.SID.ir

Archive of SID

به صورت معدنی و قابل جذب گیاه در می آید (Zhang et al., 2006). هم‌چنین نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققان نشان داد که کاربرد مداوم کمپوست شهری، مواد آلی خاک را افزایش می‌دهد(Montemurro et al., 2006). از آنجایی که اطلاعات مدون و دقیقی در خصوص اثرات کاربرد کمپوست پسماند شهری بر خصوصیات خاک و به ویژه، غلظت این عناصر در میوه محصولات سبزی و صیفی از جمله گوجه فرنگی وجود ندارد، این پژوهش با هدف ارزیابی مزرعه‌ای کاربرد کمپوست پسماند شهری بر عملکرد و غلظت فلزات سنگین در خاک و میوه گوجه فرنگی صورت پذیرفت.

مواد و روش ها

به‌منظور بررسی اثر مصرف سطوح مختلف کمپوست پسماند شهری و نیتروژن بر عملکرد گوجه‌فرنگی و غلظت فلزات سنگین در میوه و خاک، یک آزمایش مزرعه‌ای با ۹ تیمار و سه تکرار در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در مزرعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران به مدت یک سال اجرا شد. کرت اصلی شامل سه سطح مصرف کمپوست پسماند شهری (صفر، ۱۰و ۲۰ تن در هکتار) و کرت فرعی شامل سه سطح مصرف نیتروژن (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بر مبنای آزمون خاک(سیلسپور و ممیزی، ۱۳۸۵) انتخاب شد و تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در واقع نصف توصیه کود نیتروژن برای گوجه‌فرنگی بر مبنای آزمون خاک بود. قبل از کاشت، از خاک محل اجرای آزمایش نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمون با روش‌های متداول موسسه تحقیقات خاک و آب (علی‌احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲) تجزیه شد (جدول۱). کودهای پایه فسفر و پتاسیم از منابع سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم، براساس آزمون خاک، تماما قبل از کشت به صورت مصرف در خاک استفاده شدند.کود کمپوست نیز از کارخانه تولید کمپوست سازمان بازیافت شهرداری تهران تهیه و مطابق مقادیر مندرج در تیمارها، قبل از کاشت به خاک کرت-های آزمایشی اضافه و با دیسک با خاک مخلوط و به عمق ۱۵ سانتی‌متر برده شد. در هر تیمار مصرف کمپوست، مقدار نیتروژن آزاد شده از کمپوست با فرض معدنی شدن ۱۰ درصد نیتروژن کل(Zhang et al., 2006) محاسبه و از میزان نیتروژن توصیه شده کسر شد. در نمونه‌ای از کمپوست مورد استفاده، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد (علی‌احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲) (جدول۲). کشت گوجه‌فرنگی به صورت نشاکاری با رقم سوپرچیف با سیستم آبیاری تیپ در نیمه دوم فروردین‌ماه انجام شد. هر کرت آزمایش شامل شش خط کاشت به طول ۵ متر و عرض ٦٠ سانتی-متر و فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. نیتروژن از منبع اوره در چهار نوبت، دو هفته پس از نشاء(رشد رویشی)، چهار هفته پس از نشاء(گلدهی)، شش هفته پس از نشاء(تشگیل میوه) و هشت هفته پس از نشاء(رشد میوه) (سیلسپور و ممیزی، ۱۳۸۵) به صورت کودآبیاری و عناصر کم‌مصرف شامل آهن، روی و بور از منابع سولفات آهن، سولفات روی و اسید بوریک هر یک با غلظت پنج در هزار در دو نوبت (شروع گلدهی و بین دو برداشت) در کلیه کرت‌های آزمایشی برگ‌پاشی گردید. برداشت طی دو نوبت انجام و مجموع عملکرد دو نوبت برداشت و پس از توزین، ثبت شد. غلظت فلزات سنگین در میوه گوجه‌فرنگی نیز تعیین گردید. بدین منظور، میوه گوجه فرنگی برداشت و بعد از شستشو با آب مقطر دو بار تقطیر

www.SID.ir

Archive of SID

در دستگاه خشک کن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت قرار داده شد تا نمونه خشک شود. سپس نمونه‌های خشک شده آسیاب شده و ۲۰ گرم از آن در بوته چینی قرار داده شد و در کوره الکتریکی با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤ ساعت سوزانده شده تا به خاکستر تبدیل شود. سپس ۲۰ میلی لیتر اسید نیتریک ٦٥ درصد به یک گرم خاکستر تهیه شده اضافه شده و در حمام آب گرم در دمای ۸۰ قرار داده شد تا کاملاً هضم شود. پس از سرد شدن، نمونه مورد نظر توسط فیلتر واتمن شماره ٤٢ صاف شد و در بالن با آب مقطردو بار تقطیر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید و در نهایت غلظت کادمیوم میوه گیاه توسط دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره گرافیت تعیین شد (امامی، ۱۳۷۵). پس از خاتمه برداشت نیز از خاک کرت‌های آزمایش به منظور تعین غلظت عناصر سنگین، نمونه‌برداری مرکب صورت گرفت و خاک حاصله تجزیه گردید (علی‌احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۲). داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و سپس میانگین صفات اندازه‌گیری شده در تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن گروه‌بندی شدند.

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

Table 1. Physico-chemical analysis of the site of the expriment

پارامتر Parameter	علامت اختصاری Symbol	واحد Unite	مقدار Value
هدایت الکتریکی Electrical Conductivity	EC	$dS.m^{-1}$	۱/۲
واکنش Reaction	pH	-	۷/۸
درصد اشباع Saturation Percentage	SP	%	۳۵
کربن آلی Organic Carbon	OC	%	۰/۳۸
نیتروژن کل Total Nitrogen	N	%	۰/۰۳۸
فسفر قابل جذب Available phosphorus	Ava.P	$mg.kg^{-1}$	۶/۴
پتاسیم قابل جذب Available potassium	Ava.k	$mg.kg^{-1}$	۲۰۰
آهن قابل جذب Available Iron	Ava.Fe	$mg.kg^{-1}$	۳
منگنز قابل جذب Available Manganase	Ava.Mn	$mg.kg^{-1}$	۱۴/۵
روی قابل جذب Available Zinc	Ava.Zn	$mg.kg^{-1}$	۰/۶
مس قابل جذب Available Copper	Ava.Cu	$mg.kg^{-1}$	۱/۲۸
سرب کل Available Lead	Total.Pb	$mg.kg^{-1}$	۲
کادمیوم کل Available Cadmium	Tota.Cd	$mg.kg^{-1}$	۰/۰۴
نیکل کل Available Nickle	Tota.Ni	$mg.kg^{-1}$	۰/۵۲
رس Clay	-	%	۲۴
سیلت Silt	-	%	۴۴
شن Sand	-	%	۳۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی کمپوست پسماند شهری

Table 2. Physico-chemical analysis of the municipal solid waste compost

پارامتر Parameter	علامت اختصاری Symbole	واحد Unit	مقدار Value	*مقدار مجاز Permitted Level
هدایت الکتریکی(رقت ۱ به ۱۵)	EC(1:15)	$dS.m^{-1}$	۴/۶	۱۴
واکنش(رقت ۱ به ۱۵)	pH(1:15)	-	۷	۶-۸
کربن آلی	OC	%	۲۴/۱	۱۵
رطوبت	Moisture	%	۲۲	۲۵
نیتروژن کل	Total-N	%	۱/۵۴	۱-۱/۵
فسفر کل	Total.P	%	۰/۳۹	۰/۳-۳/۸
پتاسیم کل	Total.k	%	۰/۹۲	۰/۵-۱/۸
آهن کل	Total.Fe	$mg.kg^{-1}$	۸۱۰۹	-
منگنز کل	Total.Mn	$mg.kg^{-1}$	۹۵	-
روی کل	Total.Zn	$mg.kg^{-1}$	۶۶۰	۱۳۰۰
مس کل	Total.Cu	$mg.kg^{-1}$	۲۰۴	۶۵۰
سرب کل	Total.Mn	$mg.kg^{-1}$	۱/۸۵	۱۰
کادمیوم کل	Total.Zn	$mg.kg^{-1}$	۲۱/۵	۲۰۰
نیکل کل	Total.Cu	$mg.kg^{-1}$	۳۲/۵	۱۲۰

*استاندارد ملی ایران،شماره ۱۰۷۱۶-Iranian National Standard No.10716

نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس عملکرد میوه تازه و غلظت عناصر سنگین در ماده خشک میوه و خاک در جدول ۳ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر کمپوست پسماند شهری بر عملکرد میوه گوجه فرنگی و غلظت فلزات سنگین در خاک و میوه گوجه فرنگی معنی‌دار است. هم‌چنین اثر نیتروژن و اثر متقابل کمپوست پسماند شهری و نیتروژن بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود.

جدول ۳- خلاصه جدول تجزیه واریانس عملکرد میوه تازه و غلظت عناصر سنگین در میوه و خاک

Table3. Summary of tomato fruit and heavy metal concentration in tomato fruit and soil

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد میوه	سرب میوه	کادمیوم میوه	نیکل میوه	کادمیوم خاک	نیکل خاک	سرب خاک
بلوک	۲	ns۵۱۷۵۷۸۲۲۵	۰/۰۰۲.ns	ns۰/۰۰۱	ns۰/۰۰۱	ns۰/۰۰۲	ns۵۴۷۲۴۴	ns۲/۶
عامل کمپوست	۲	**۹۵۲۵۳۵۸۵۲	**۰/۷۸۱	**۰/۵۵۰	**۱/۰	**۰/۰۲۵	**۲۲۴۴۰۴۲	**۷۶
خطای عامل کمپوست	۴	۱۶۴۸۱۹۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۷۰۶۲۲	۴
عامل نیتروژن	۲	**۸۲۳۳۰۹۲۹۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	ns۰/۰۰۱	ns۷۸۱۲۲	ns۴/۱
اثر متقابل	۴	*۳۰۲۹۸۱۶۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	ns۰/۰۰۱	ns۳۸۳۵۵	ns۱/۸
خطای عامل نیتروژن	۱۲	۱۰۶۳۸۰۴۵	۶/۸۴	۱۰/۷	۷/۱۱	۰/۰۰۱	۱۱۹۹۱۸	۶/۷
ضریب تغییرات		۵/۷	۷/۸	۹/۵	۷/۶	۸/۵	۸/۶	۵/۶

** :تفاوت آماری معنی دار در سطح یک درصد آماری

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین عملکرد میوه، غلظت سرب، کادمیوم و نیکل میوه و غلظت سرب، کادمیوم و نیکل خاک تیمارهای محتلف کمپوست پسماند شهری وجود دارد. هم‌چنین تفاوت آماری معنی‌داری بین عملکرد میوه تیمارهای مختلف نیتروژن وجود داشت(جدول ٤).

جدول۴. میانگین اثرات کمپوست پسماند شهری، نیتروژن و اثر متقابل کمپوست پسماند و نیتروژن بر عملکرد میوه تازه و غلظت عناصر سنگین در ماده خشک میوه گوجه فرنگی و خاک

Table4. Mean effects of municipal solid waste compost, Nitrogen and inraction of municipal solid waste compost and nitrogen on fresh tomato yield and heavy metals concentration in tomato fruit and soil

اثر اصلی کمپوست	عملکرد میوه Fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	مقدار سرب میوه Tomato Pb content ($mg.kg^{-1}$)	مقدار کادمیوم میوه Tomato Cd content ($mg.kg^{-1}$)	مقدار نیکل میوه Tomato Ni content ($mg.kg^{-1}$)
شاهد C0	c۴۴۷۵۳	c۰/۰۲۱	c۰/۰۱۹	c۰/۰۲۲
۱۰ تن کمپوست در هکتار C10	b۵۴۷۷۳	b۰/۳۰۳	b۰/۲۶۲	b۰/۲۸۲
۲۰ تن کمپوست در هکتار C20	a۶۴۷۹۴	a۰/۶۱۰	a۰/۵۱۳	a۰/۶۸۷
اثر فرعی نیتروژن				
شاهد N0	c۴۴۹۷۱	a۰/۲۹۳	a۰/۲۶۹	a۰/۳۲۹
۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار N100	b۵۶۳۷۵	a۰/۳۲۹	a۰/۲۶۲	a۰/۳۳۸
۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار N200	a۶۱۹۷۴	a۰/۳۱۲	a۰/۲۶۳	a۰/۳۲۴

ادامه جدول۴. میانگین اثرات کمپوست پسماند شهری، نیتروژن و اثر متقابل کمپوست پسماند و نیتروژن بر عملکرد میوه تازه و غلظت عناصر سنگین در ماده خشک میوه گوجه فرنگی و خاک

Table4. Mean effects of municipal solid waste compost, Nitrogen and inraction of municipal solid waste compost and nitrogen on fresh tomato yield and heavy metals concentration in tomato fruit and soil

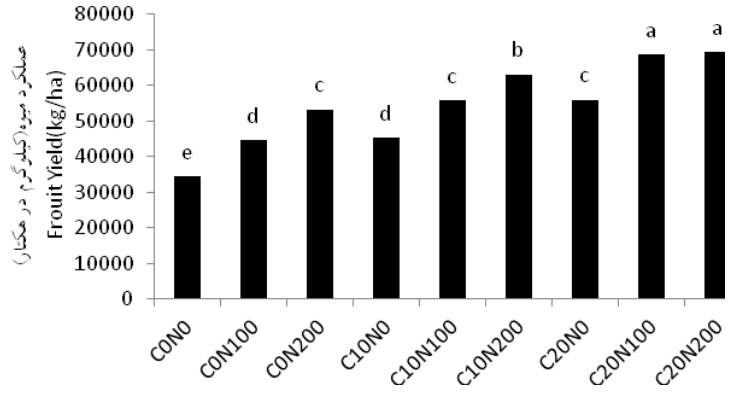
اثر اصلی کمپوست	مقدار کادمیوم کل خاک oil Cd content ($mg.kg^{-1}$)	مقدار سرب کل خاک Soil Pb content ($mg.kg^{-1}$)	مقدار نیکل کل خاک Soil Ni content ($mg.kg^{-1}$)
شاهد C0	c۰/۰۷	c۲/۲	c۰/۵۴۶
۱۰ تن کمپوست در هکتار C10	b۰/۱۱	b۵/۸	b۱/۰۸
۲۰ تن کمپوست در هکتار C20	a۰/۱۸	a۷/۹	a۱/۵۴
اثر فرعی نیتروژن			
شاهد N0	a۰/۱۲	a۵	a۱/۰۴
۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار N100	a۰/۱۲	a۶/۱	a۱/۱۵
۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار N200	a۰/۱۱	a۸/۴	a۰/۹۷۲

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد میوه تازه

اثر عامل اصلی (کمپوست)، اثر عامل فرعی (نیتروژن) واثر متقابل کمپوست و نیتروژن بر عملکرد میوه گوجه-فرنگی معنی‌دار بود (جدول۳). مصرف کمپوست پسماند شهری باعث افزایش معنی‌دار عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در مقایسه با تیمار شاهد شد، به گونه‌ای که مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری، عملکرد میوه گوجه‌فرنگی را ٤٥ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول٤). مصرف نیتروژن نیز باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گوجه‌فرنگی به میزان ٤٩ درصد در مقایسه با شاهد شد (جدول٤). افزایش عملکرد ناشی از افزایش کود نیتروژن، می‌تواند به علت تاثیر نیتروژن بر رشد رویشی گیاه و انجام فرایند فتوسنتز و ذخیره سازی بیشتر مواد فوتوسنتزی باشد (رضایی، ۱۳۹۰). نیتروژن در ساختمان اسیدهای آمینه، نوکئیک، بازهای پورینی، آلکالوئیدها و کلروفیل وجود دارد و افزایش عملکرد گیاه در اثر نیتروژن به نقش مثبت این عنصر در فعالیت‌های متابولیسمی گیاه بر می‌گردد (Dordas and Sioulas, 2008). در تمام سطوح مصرف کمپوست، مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی شد، ولی در سطح ۲۰ تن در هکتار کمپوست مصرفی، تفاوت آماری معنی‌داری بین مصرف ۱۰۰ یا ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن مشاهده نشد. بالاترین عملکرد گوجه‌فرنگی از مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند همراه با ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به‌دست آمد و مصرف بیشتر نیتروژن، تاثیر مثبتی بر عملکرد گوجه فرنگی نداشت(شکل۱).



شکل۱.اثر متقابل کمپوست پسماند شهری و نیتروژن بر عملکرد میوه گوجه فرنگی

Figure 1. Interaction between municipal waste compost and nitrogen on yield of tomato fruit

نتایج نشان داد که کود نیتروژن به تنهایی یا کمپوست پسماند شهری به تنهایی قادر به تولید حداکثری عملکرد نیستند، بلکه حداکثر عملکرد از تیمار ترکیب کمپوست پسماند شهری با نیتروژن به‌دست آمد. بنابراین چنین نتیجه‌گیری می‌شود که کمپوست پسماند شهری به‌راحتی می‌تواند جایگزین مصرف بخشی از کود شیمیایی نیتروژن

www.SID.ir

Archive of SID

شود. نتایج سیستم های مختلف کشت و بررسی بوم شناسی مرتبط با استفاده از کودهای آلی نشان‌دهنده نتایج مثبت از کاربرد مشترک کودهای شیمیایی و منابع آلی و زیستی در چارچوب سیستم‌های تلفیقی تغذیه گیاهی است (سیلسپور، ۱۳۹۷). یافته‌های پژوهش‌های انجام شده موید افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی با کاربرد کمپوست پسماند شهری بوده است (Rajaei and tavakoly, 2016; Giannakis et al., 2012). محققین این افزایش را به نقش مثبت کمپوست پسماند شهری در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Hu and Barker, 2004)، افزایش ماده آلی خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی (Mynard,1995)، افزایش غلظت عناصر غذایی خاک (Summare et al., 2003)، آزاد سازی پتاسیم و عناصر کم مصرف به خاطر تشکیل کی لیت ها و کاهش pH، در محلول خاک (Singer et al., 2004) و افزایش ذخیره نیتروژن خاک (Sullivan et al., 2003) نسبت داده‌اند. هم‌چنین یافته‌های پژوهش‌های انجام شده متعددی حاکی از اثرات هم‌افزایی کاربرد کودهای آلی همراه با کودهای شیمیایی بوده است (Amusan et al. 2011).

نتایج تحقیقات نشان داده است که کمپوست با بهتر کردن شرایط فیزیکی خاک و مساعد کردن بستر رشد گیاه باعث افزایش راندمان مصرف کودهای شیمیایی می‌گردد، به‌گونه‌ای که عملکرد محصول را نسبت به عدم مصرف کود به میزان زیادی افزایش می‌دهد. با مصرف کودهای آلی، میزان مواد آلی خاک افزایش یافته، فعالیت‌های میکروبی خاک ارتقا و قابلیت جذب عناصر غذایی افزایش می یابد (Yadav et al., 2004; Yadvinder et al., 2004). یافته‌های مشابهی مبنی بر کاربرد کمپوست پسماند شهری همراه با کودهای شیمیایی بر عملکرد محصولات زراعی مختلف به دست آمده است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که غنی‌سازی کمپوست پسماند شهری با نیتروژن، حداکثر تولید ریشه را در چغندر قند (داوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۳) و پنبه (سیلسپور، ۱۳۹۷) موجب شده است.

غلظت کادمیوم در میوه خشک

مصرف کمپوست پسماند شهری، اثر معنی‌داری بر غلظت کادمیوم میوه داشت. با مصرف کمپوست پسماند شهری به میزان ۲۰ تن در هکتار، غلظت کادمیوم میوه افزایش یافت و از ۰/۰۱۹ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید که موید ۲۴۰۰ درصد افزایش غلظت کادمیوم نسبت به تیمار شاهد بود. با این وجود، غلظت کادمیوم میوه این تیمار، از حداکثر مجاز کادمیوم در میوه خشک (۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشتر نبود (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۲۹۶۸). افزایش غلظت کادمیوم در میوه گوجه‌فرنگی در اثر مصرف کمپوست پسماند شهری توسط سایر پژوهشگران نیز به اثبات رسیده است (Asgharipour and Armin, 2010). هم چنین نتایج سایر تحقیقات صورت گرفته نیز موید افزایش غلظت کادمیوم میوه گوجه‌فرنگی با مصرف کمپوست پسماند شهری بوده است(Convertini et al., 2004). با توجه به افزایش قابل ملاحظه غلظت کادمیوم در میوه گوجه‌فرنگی با کاربرد کمپوست پسماند شهری، پایش دقیق و منظم غلظت کادمیوم خاک برای استفاده مجدد از این ماده ضروری است.

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت نیکل در میوه خشک

نتایج نشان داد که اثر کمپوست پسماند شهری بر غلظت نیکل میوه معنی‌دار است(جدول٤). با مصرف کمپوست پسماند شهری به میزان ۲۰ تن در هکتار، غلظت نیکل میوه افزایش یافت و از ۰/۰۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۰/٦۸۷ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید (افزایش ۳۰۲۲ درصدی نسبت به شاهد) که کمتر از حداکثر مجاز آن در میوه خشک (۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸٤). نیکل از جمله فلزات سنگینی است که همراه با کمپوست پسماند شهری وارد خاک می‌شود و فرم قابل جذب آن از این طریق افزایش می‌یابد و از طریق ریشه جذب شده و وارد اندام‌های هوایی گیاه از جمله میوه گوجه‌فرنگی می‌شود (Warman, 2001; Walter et al., 2006).

غلظت سرب در میوه خشک

مصرف کمپوست پسماند شهری اثر معنی‌داری بر غلظت سرب میوه داشت (جدول۳). نتایج نشان داد که مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب افزایش غلظت سرب به میزان ۲۸۰٤ درصد در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۰۲۱) شده است. با این وجود، این میزان غلظت سرب میوه گوجه‌فرنگی، کمتر از حداکثر مجاز غلظت سرب در میوه خشک گوجه‌فرنگی بود (۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) (استاندارد ملی ایران، شماره ۱۲۹٦۸.، صلحی و همکاران، ۱۳۸٤). نتایج تحقیقات نشان داده است که عنصر سرب یکی از مهمترین آلاینده‌های کمپوست پسماند شهری می‌باشد و در اثر کاربرد این نوع کمپوست، غلظت سرب در محصولات کشاورزی افزایش خواهد یافت (Shanmugam and Warman, 2004). نتایج سایر مطالعات صورت گرفته نیز موید این مطلب است (Ozores-Hampton, 2006). نتایج تحقیقات نشان داده است که غلظت سرب در اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری در گوجه فرنگی قابل توجه نبوده است (Zheljaskov and Warman, 2004b).

غلظت کادمیوم در خاک

نتایج نشان داد که اثر کمپوست پسماند شهری بر غلظت کادمیوم کل خاک معنی‌دار است (جدول۳). کاربرد ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری موجب شد تا غلظت کادمیوم کل خاک نسبت به تیمار شاهد (۰/۰۷ میلی گرم در کیلوگرم) ۱۵۷ درصد افزایش یابد که کمتر از حداکثر مجاز غلظت کادمیوم کل خاک (۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (صلحی و همکاران، ۱۳۸٤). نتایج تحقیقات سایر محققان نیز بر افزایش این عنصر در اثر مصرف کمپوست زباله شهری دلالت دارد. به عنوان مثال در اثر اضافه کردن کمپوست زباله شهری در یک خاک آهکی در چین، افزایش غلظت کادمیوم خاک مشاهده شده است (Zhang et al., 2006). نتایج مطالعات سایر محققان نیز دلالت بر افزایش غلظت کادمیوم خاک با مصرف کمپوست پسماند دارد (Zheljazkov and Warman, 2004a; Pinamouti et al., 1991).

غلظت نیکل در خاک

اثر کمپوست پسماند شهری بر علظت نیکل خاک معنی‌دار بود(جدول۳). کاربرد ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری غلظت نیکل کل خاک را نسبت به تیمار شاهد (۰/٥٤ میلی گرم در کیلوگرم)، ۱۸۵ درصدافزایش داد (جدول٤) که کمتر از حداکثر مجاز نیکل کل در خاک

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود صلحی و همکاران، ۱۳۸٤). نتایج تحقیقات سایر محققان نیز بر افزایش این عنصر در اثر مصرف کمپوست پسماند شهری دلالت دارد. به عنوان مثال، در اثر اضافه کردن کمپوست پسماند شهری به خاک در استرالیا ، افزایش غلظت نیکل خاک مشاهده شده است (Warman et al., 2004; Warman, 2001; Warman, 1995). نتایج مشابهی در این خصوص توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (Lakhdar et al., 2010; Smith, 2010; Baldontoni et al., 2010).

غلظت سرب در خاک

اثر کمپوست پسماند شهری بر غلظت سرب خاک معنی-دار بود (جدوی۳).با مصرف کمپوست پسماند شهری، غلظت سرب در خاک افزایش یافت و از ۲/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۷/۲ میلی گرم در کیلوگرم رسید که موید ۲۲۷ درصد افزایش بود (جدول٤) که فاصله زیادی تا حداکثر مجاز در خاک (۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) داشت (صلحی و همکاران، ۱۳۸٤). نتایج تحقیقات نشان داده است که عنصر سرب یکی از مهمترین آلاینده‌های کمپوست پسماند می باشد و در اثر کاربرد این نوع کمپوست، غلظت سرب در خاک افزایش خواهد یافت (Shanmugam and Warman, 2004). نتایج تحقیقات سایر محقان نیز نشان می‌دهد که کاربرد کمپوست پسماند شهری باعث افزایش غلظت سرب کل در خاک می شود (Sebastiao et al., 2000; Pinamonati et al., 1999; Walter et al., 2006). از طرف دیگر، نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد کمپوست پسماند شهری در خاک باعث شد که بیشترین مقدار افزایش غلظت سرب در فرکشن قابل عصاره گیری با DTPA دیده شود (Zheljazkov and Warman, 2004a)

افزایش محتوای سالیانه عناصر سنگین در خاک در اثر مصرف کمپوست زباله شهری

نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف کمپوست زباله در خاک باعث افزایش غلظت عناصر سنگین در خاک شده است (جدول٤). به‌منظور بررسی وضعیت افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک در اثر کاربرد کمپوست پسماند شهری و مقایسه آن با حدود مجاز افزایش سالیانه غلظت این فلزات در خاک، اقدام به مقایسه افزایش غلظت فلزات سنگین تیمارهای مختلف این پژوهش با مهم‌ترین استانداردهای موجود دنیا که مربوط به ایالات متحده و اتحادیه اروپاست، گردید (جدول۵). نتایج نشان داد که با مصرف ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری، افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک در محدوده مجاز استانداردهای ایالات متحده و اتحادیه اروپا قرار خواهد داشت (جدول۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. افزایش غلظت عناصر سنگین خاک در اثر مصرف کمپوست زباله شهری همراه با استاندارد حداکثر مجاز افزایش سالیانه میزان عناصر سنگین در هکتار آمریکا و اتحادیه اروپا(سیلسپور،۱۳۹۰)

Table 5. Increase of heavy metals concentration of soil due to utilization of municipal solid waste compost(MSWC) with maximum allowance for annual increase of heavy metals in hectare of USA and EU (Seilsepour, 2011)

عنصر Element	مقدار در کمپوست پسماند Content in MSWC $g.ton^{-1}$	میزان افزایش مقدار فلز سنگین در هکتار با مصرف ۱۰ تن کمپوست Increase of heavy metal Content in hectare with 10 tons of compost $g.ha^{-1}$	میزان افزایش مقدار فلز سنگین در هکتار با مصرف ۲۰ تن کمپوست Increase of heavy metal Content in hectare with 20 tons of compost $g.ha^{-1}$	استاندارد آمریکا U.S.Standard $g.ha^{-1}$	استاندارد اروپا E.U.Standard $g.ha^{-1}$
سرب	۵۲	۵۲۰	۱۰۴۰	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰
کادمیوم	۱/۸۵	۱۸/۵	۳۷/۵	۱۹۰۰	۱۵۰
نیکل	۳۲/۵	۳۲۵	۶۵۰	۲۱۰۰۰	۳۰۰۰

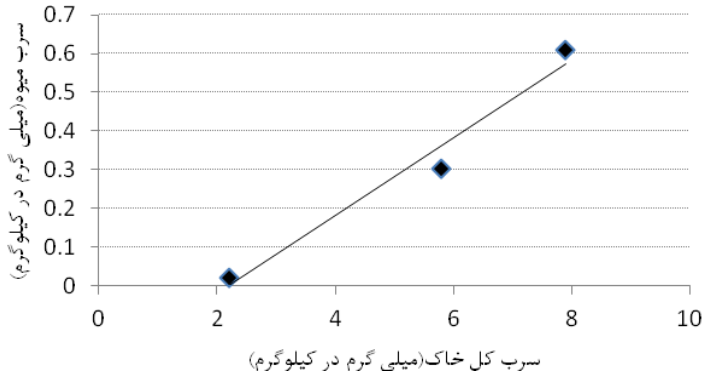
همبستگی غلظت فلزات سنگین میوه گوجه‌فرنگی با غلظت فلزات سنگین کل خاک

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین غلظت فلزات سنگین میوه با غلظت فلزات سنگین در خاک وجود دارد که معادلات رگرسیونی آن از رابطه خطی پیروی می‌کرد. در این روابط Y غلظت فلز سنگین در میوه و X غلظت فلز سنگین در خاک می‌باشد. روابط ۱ تا ۳، معادلات رگرسیونی غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و نیکل را با ضرایب تبیین به ترتیب ۰/۹۶، ۰/۹۷ و ۰/۸۱ در میوه با غلظت سرب، کادمیوم و نیکل کل خاک نشان می‌دهد(شکل‌های ۲، ۳ و ٤).

رابطه۱ $Y = 0.1X - 0.22$

رابطه ۲ $Y = 4.38X - 0.262$

رابطه۳ $Y = 0.45X - 0.084$

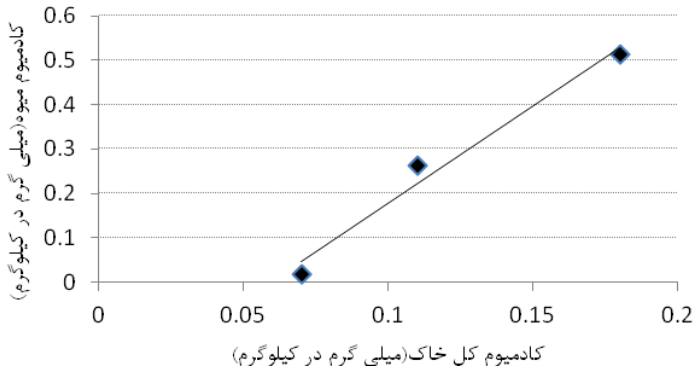


شکل۲. همبستگی غلظت سرب میوه با سرب کل خاک

Figure 2. Correlation of lead concentration of fruit with total soil lead concentration

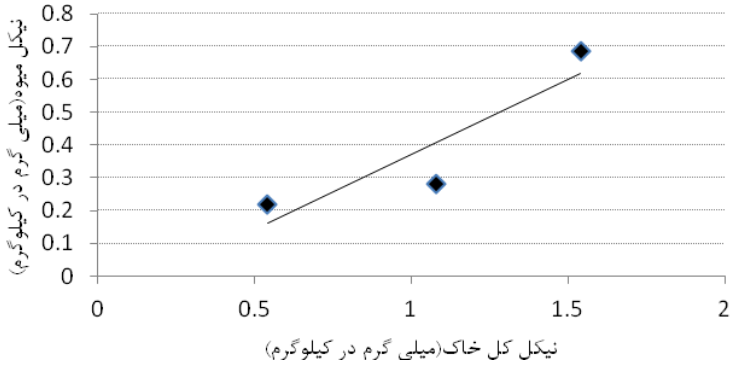
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳-همبستگی غلظت کادمیوم میوه با کادمیوم کل خاک

Figure 3. Correlation of cadmium concentration of fruit with total cadmium concentration of soil



شکل۴-همبستگی غلظت نیکل میوه با نیکل کل خاک

Figure ۴. Correlation of cadmium concentration of fruit with total Nickle concentration of soil

نتیجه گیری

نتایج حاصل از اجرای این پژوهش نشان داد که ترکیب کمپوست پسماند شهری با نیتروژن، مناسب‌ترین ترکیب برای افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی می باشد و بیشترین عملکرد میوه نیز از تیمار ترکیب کمپوست پسماند شهری با نیتروژن حاصل می‌گردد. از طرف دیگر، کاربرد کمپوست پسماند شهری موجب افزایش غلظت فلزات سنگین در میوه و خاک گردید، اما این افزایش با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کمپوست پسماند شهری، در محدوده مجاز بود. با این وجود، علیرغم اثرات مثبت کاربرد کمپوست پسماند شهری بر عملکرد گوجه فرنگی، پیشنهاد می‌گردد مصرف این ماده حتماً با احتیاط صورت پذیرد و همواره افزایش غلظت تجمعی فلزات سنگین، به ویژه کادمیوم، در خاک و محصول پایش گردد و مورد توجه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

ابراهیمی، ع.، رحیمی، ق.، مرادی، ص و یاری، م. ۱۳۹۷. اثر کمپوست زباله شهری، کود مرغی و گاوی بر دسترسی عناصر سنگین در سه بافت خاک. تحقیقات کاربردی خاک جلد ٦، شماره ۳

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲ ، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران.

کمپوست، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۷۱٦، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.کرج. تهران

بی‌نام. ۱۳۸۹. خوراک انسان، دام، بیشینه رواداری فلزات سنگین. استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹٦۸، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.کرج. تهران

داوری‌نژاد، غ.، غ. حق‌نیا. و ا. لکزیان. ۱۳۸۳. تاثیر کودهای دامی و کمپوست غنی شده بر عملکرد گمدم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۱۸، شماره ۱.

رضایی، ح. ۱۳۹۰. مروری بر استفاده از کودهای دامی در کشاورزی ایران. مجله مدیریت اراضی. جلد۱. موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج ایران.

سماوات، سعید.۱۳۸۹ . نقش مدیریت مواد آلی خاک در حاصلخیزی خاک (مسایل و محدودیتها). اولین کنگره چالش‌های کود در ایران، تهران، ایران

سیلسپور، م و ممیزی، م. ر. ۱۳۸۵. مدیریت تغذیه نیتروژن در محصولات سبزی و صیفی. انتشارات مرز دانش. تهران، ایران

سیلسپور، م.۱۳۹۰.کمپوست زباله شهری و استانداردهای آن. کشاورزی پایدار و توسعه.شماره ۳۵-۳٤.صفحه ۲۳-۱۸

سیلسپور، م. ۱۳۹۷. ارزیابی مزرعه ای کمپوست پسماند شهری و نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات کیفی پنبه و برخی ویژگی های شیمیایی خاک. پژوهش های پنبه ایران. جلد شش، شماره۲

صلحی،م.، م. ج. ملکوتی و س، سعادت.۱۳۸٤. پراکنش و غلظت مجاز فلزات سنگین در چرخه حیات. نشریه فنی شماره ٤۷۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران

طالب‌زاده، ز. ۱۳۸۳. بررسی اثرات شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه فردوسی مشهد.

علی‌احیایی، م.، ع.ا. بهبهانی زاده.، ۱۳۷۲ . روش های تجزیه شیمیایی خاک. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی ، موسسه تحقیقات خاک وآب، نشریه فنی شماره ۸۹۳، تهران، ایران

امامی، ع.، ۱۳۷۵ . روش های تجزیه گیاه (جلد اول)، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک وآب ، نشریه فنی ۹۸۲

کاوه، س.، فکری، م.، محمود آبادی، م و برومند، ن. ۱۳۸۸. تاثیر استفاده از کمپوست زباله شهری برمقدار عناصر سنگین در خاک. همایش ملی مدیریت بحران آب. دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

Achiba W.B., Gabteni N., Lakhdar A., Du Laing G., Verloo M., Jedidi N., and Gallali T. 2009. Effects of 5-year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil. Agriculture, Ecosystems and Environment, 130(3): 156-163.

Alam, M., M. Rahman, M. Mamun, Ahmad and and K Islam. 2006. Enzyme activities in relation o sugar accumulation in tomato. Pakistan Academic Science, 43, 241-248.

www.SID.ir

Archive of SID

Amusan, A.O., Adetunji., M.T, Azeez., J.O, and Bodunde., J.G. 2011. Effect of the integrated use of legume residue, poultry manure and inorganic fertilizers on maize yield, nutrient uptake and soil properties. *Nutr Cycl Agroecosyst* 90(3):321–330

Annabi, M., Houot S. and rancou. C.F. 2007. Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. Soil Sci. Soc. Am, J. 71, 413-423.

Asgharipour,R and Mohammad. A. 2010. Growth and Elemental Accumulation of Tomato Seedlings Grown in Composted Solid Waste Soil Amended. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 4(1): 94-101, 2010

Baldantoni, D., Leone, A., Iovieno, P., Morra, L., Zaccardelli, M. and Alfani, A. 2010. Total and available soil trace element concentrations in two Mediterranean agricultural systems treated with municipal waste compost or conventional mineral fertilizers. Chemosphere 80, 1006 a Tun

Convertini,J., Ferri. D., Montemurro. F. and Maiorana.M. 2004. Effects of municipal solid waste compost on soils cropped with tomato and sunflower in rotation with durum wheat. ISCO 2004 - 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, July 2004.Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions.Paper No. 628 page 1. Istituto Sperimentale Agronomico, Via C. Ulpiani, 5 – 70125 Bari (Italy)

De Araújo, A.S.F., de Melo, W.J. and Singh, R.P., 2010. Municipal solid waste compost 447 amendment in agricultural soil: Changes in soil microbial biomass. Reviews in *Environmental Science and Biotechnology* 9, 41-49.

Deportes, I., Benoit-Guyod, J., Zmirou, D., 1995. Hazard to man and the environment posed by the use of urban waste compost: a review. Sci. Total Environ. 172, 197–222.

Dordas, C.A., and Sioulas, C. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. Industrial Crops and Products. 27(1), pp.75-85.

Giannakis, G.V., Kourgialas, N.N. and Paranychianakis N.V. 2012. Effects of municipal solid waste compost on soil properties and vegetables growth. Msc thesis. School of Environmental Engineering, Technical University of Crete, Greece.

Gliessman, S. 2007. Agroecology: The ecology of sustainable food systems (2nded.). Boca Raton. CRC Press

He,X., Logan, T. and Traina, S. 2007.Physical and Chemical characteristics of selected U.S. municipal solid waste compost. J. Environ Qual. 24, 543-552.

Hernando, S., Lobo, M., and Polo. A.1989.Effect of application of municipal refuse compost on the physical and chemical properties of soil. Sci. Total Environ. 81/82, 589-596.

Hu, Y. and Barker A.V. 2004. Evaluation of composts and their combinations with other materials on tomato growth. *Commun Soil Sci Plant Anal* 35:2789–2807

Kabata-Pendias A., and Mukherjee B.A. 2007. Trace Elements from Soil to Human. Springer. 561p.

Lakhdar, A., Iannelli, M.A., Debez, A., Massacci, A., Jedidi, N. and Abdelly, C. 2010. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge use on wheat (Triticum aestivum): growth, heavy metal accumulation and antioxidant activity. J. Sci.Food Agric. 90, 965–971

Lalande, R., Gagnon., B.R. Simard, R.and Cote. D. 2000. Soil microbial biomass and enzyme activity following liquid hog manure in a long term field trial. Canadian Journal of Soil Science, 80, 263-269.

www.SID.ir

Archive of SID

Madrid F., Lopez R., and Cabrera F. 2006. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming conditions. Agriculture, Ecosystems and Environment, 119(3): 249-256.

Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N., Ronaghi, A., 2004. Effects of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. J. Plant Nutr. 27 (9), 1635–1651.

Maho, M., Rosen, C and Halbach, T.2000. Nitrogen availability and leaching from soil amended with municipal solid waste compost. J. Environ.Qual. 28, 1074–1082.

Malakoutian, M., Mesraghani, M. add Danesh pazhouh, M.2011. A Survey on Pb, Cr, Ni and Cu Concentrations in Tehran Consumed Black Tea: A Short Report. J Rafsanjan Univ Med sci; 102: 138- 139.

Martin, D., Lal, T., Sachdev, C.B. and Sharma, J.P. 2010. Soil organic carbon storage changes 475 with climate change, landform and land use conditions in Garhwal hills of the Indian 476 Himalayan mountains. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138, 64-73.

Maynard, A. 1995. Cumulative effect of annual additions of MWC compost on the yield of field-grown tomatoes. Compost Sci Util 3:55–63

Montemurro, F., Maiorana, M., Convertini, G., and Ferri, D. 2006. Compost organic amendments in fodder crops: effects on yield, nitrogen utilization and soil characteristics. Compost Sci. Util. 14 (2), 114–123.

Murphy, C., Warman, P.R., 2001. Effect of MSW compost applications on low-bush blueberry soil and leaf tissue trace elements. In: Proceedings of the 6th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, Guelph, ON, p. 166.

Nazemi, S., Asgari, A.R and Raei. M. Survey the Amount of Heavy Metals in Cultural Vegetables in Suburbs of Shahroud. Iran J Health Environ. 2010; 3, 2: 195-202.

Neto, M.S., Scopel, E., Corbeels, M., Cardoso, A.N., Douzet, J.M., Feller, C., Piccolo, M.D.C., Cerri, C.C. and Bernoux, M., 2010. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: An on-farm synchronic assessment. *Soil and Tillage Research* 110, 187-195.

Ozores-Hampton, M. and Hanlon, E., 2006. Cadmium, copper, lead, nickel and zinc concentrations in tomato and squash grown in MSW compostamended calcareous soil. Compost Sci. Util. 5 (4), 40–46.

Pinamonti, F., Nicolini, G., Dalpiaz, A., Stringari, G. and Zorzi, G. 1999.Compost use in viticulture: effects on heavy metal levels in soil and plants. Commun. Soil Sci. Plan. 30 (9–10), 1531–1549.

Radu, L. and Anca-Rovena L. 2008. Vegetable and fruits quality within heavy metals polluted areas in Romania. Carpath J Earth Env. 2008; 3, 2: 115-29.

Rajaie, M and Tavakoly, A. R. 2016. Effects of municipal waste compost and nitrogen fertilizer on growth and mineral composition of tomato. *Int J Recycl Org Waste Agricult*.

Rigane, M.K. and Medhioub, K. 2011. Assessment of properties of Tunisian agricultural waste composts: Application as components in reconstituted anthropic soils and their effects on tomato yield and quality. Resources, Conservation and Recycling 55, 785-792.

Serra, C., Houot, S. and Barriuso. E. 1996. Modification of soil water retention and biological properties by municipal solid waste compost. Compost science and utilization.9(4) 44-52.

www.SID.ir

Archive of SID

Shanmugam, G.S and.Warman, P.R. 2004. Soil and plant response to organic amendments to three strawberry cultivars. In: Martin-Neto, L., Milori,D., daSilva, W. (Eds.), Proceedings of the International Humic Substances Society. Embrapa (Pub.), Sao Pedro, pp. 230–232.

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. Int. 35,142 Hum

Soumare, M., Tack, F and Verloo, M.2003.Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. *Waste Manag*. 23, 517-522.

Soumare, M., Tack, F and Verloo. M. 2003.Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. *Waste Manag*. 23, 517-522.

Soumare, M., Tack, F.and Verloo, M. 2003.Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. Waste Manag. 23, 517-522.

Sullivan, D. M., Bary, A. I., Thomas, D. R., Fransen, S. C. and Cogger, C. G. 2002. Food waste compost effect on fertilizer nitrogen effectively, available nitrogen and and tall fescue yield. *Soil Science Society of American Journal*, 66: 154-161.

Tisdell, S., Breslin, V., 1995. Characterization and leaching of elements from municipal solid waste compost. J. Environ. Qual. 24, 827–833.

Viaud, V., Angers, D.A. and Walter, C., 2010. Toward landscape-scale modeling of soil organic 528 matter dynamics in agroecosystems. Soil Science Society of America Journal 74, 1847-529 1860.

Walter, I., Martinez, F. and Cuevas, G. 2006. Plant and soil responses to the application of composted MSW in a degraded, semiarid hrubland in central Spain. Compost Sci. Util. 14 (2), 147–154.

Walter, I., Martinez, F. and Cuevas, G., 2006. Plant and soil responses to the application of composted MSW in a degraded, semiarid shrubland in central Spain. Compost Sci. Util. 14 (2), 147–154.

Warman, P.R and Shan. V. 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.

Warman, P.R., 1995. Bioavailability of As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb,Se, and Zn from biosolids amended compost. Compost Sci. Util. 3 (4),40-50

Warman, P.R., 2001. Municipal solid waste compost effects tomato leaf tissue: essential plant nutrients and trace elements. In: Proceedings of the 6th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, Guelph, ON, p. 167.

Warman, P.R., 2001. Municipal solid waste compost effects tomato leaf tissue: essential plant nutrients and trace elements. In: Proceedings of the 6th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, Guelph, ON, p. 167.

Warman, P.R., Murphy, C and Burnham J. 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.

Yadav, R.L., Dwivedi, B.S and Pandey, P.S. 2000. Rice–wheat cropping system: assessment of sustainability under green manuring and chemical fertilizer inputs. *Field Crops Res*. 65, 15–30.

Yadvinder, S., Ladha B.S., Khind J.K., Gupta, C.S and Pasuquin, O.P. 2004. Long-term effects of organic inputs on yield and soil fertility in rice–wheat rotation. *Soil Sci. Soc. Am*. J. 68, 845– 853.

www.SID.ir

Archive of SID

Yalcin, M.G, Battaloglu, R, and Ilhan S. Heavy metal sources in Sultan Marsh and its neighborhood, Kayseri, Turkey. Environ Geol. 2007; 53, 2: 399-415.

Yang, J., Guo, H., Ma, Y., Wang, L., Wei, D. and Hua L. Genotypic variations in the accumulation of Cd exhibited by different vegetables. J Environ Sci (China). 2010; 22, 8: 1246–1252.

Zhang, M., Heaney, D and Henriquez. B. 2006. A four year study on influence of biosolids/MSW cocompost application in less productive soils in Alberta: nutrient dynamics. Compost Sci. Util. 14 (1), 68–80.

Zheljazkov, V. and Warman, P.R. 2004a. Source-separated municipal soil waste compost application to Swiss chard and basil. J. Environ. Qual.33, 542–552.

Zheljazkov, V. and Warman, P.R. 2004b. Phytoavailability and fractionation of copper, manganese, and zinc in soil following application of two composts to four crops. Environ. Pollut. 131, 187–195.

Zheljakov, V., Astatkie, T., Caldwell, C.D., MacLeod, J., and Grimmett, M. 2006. Compost, manure, and gypsum application to timothy/red clover forge. J. Environ. Qual. 35, 2410-2418.

Zinati, G.M., Li, Y.C. and Bryan, H.H., 2001. Utilization of compost increases organic carbon and its humin, humic and fulvic acid fractions in calcareous soil. Compost Sci. Util. 9 (2), 156–162.

www.SID.ir

Archive of SID

Investigating the effects of municipal waste compost and nitrogen application on the yield and concentration of heavy metals in soil and fruit of tomato (*Solanum lycopersicum*)

Mohsen Seilsepour[1*]

1-Greenhouse Cultivation Research Department, Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran. mseilsep@yahoo.com

Received Date: 2019/06/22 **Accepted Date: 2019/09/07**

ABSTRACT

Introduction:

According to researches, 60 percent of the country's soils have less than 1 percent organic matter (Samawat, 2010), which results in severe soil fertility, reduced microbial activity of the soil, degradation of aggregates, reduced soil permeability and increased water runoff(Martin et al., 2010). Of course, they are more severe in dry and semiarid soils (Viaud et al., 2010). To avoid these issues, the addition of a variety of organic materials, including municipal waste compost, can be addressed (De Araújo et al., 2010; Neto et al., 2010; Rigane and Medhioub, 2011). Results of many researches show that municipal waste compost has the potential to be used in agricultural land and can be used as an economical fertilizer for replacing part of chemical fertilizers (Sumare et al., 2003). The advantages of utilizing urban waste compost in agricultural lands, increasing the cation exchange capacity (CEC) of the soil, forming a complex with the elements and facilitating their absorption by plants, increasing soil organic matter, as well as providing important nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium (Rigane and Medhioub, 2011). However, despite the positive effects of municipal solid waste compost on the physical and chemical properties of soil, there is a potential for soil and plant contamination of heavy metals with the use of municipal waste compost. For example, increased absorbent forms and total nickel content have been reported with municipal solid waste compost (Achiba et al., 2009; Madrid et al., 2006). Since accurate and precise information on the effects of urban waste compost on soil properties, especially the concentration of heavy metals and the concentration of these elements in fruits of vegetable and vegetable products such as tomatoes, this study was conducted with the aim of evaluating the field of application of compost Urban on the yield and concentration of heavy metals in soil and fruit of tomato.

Materials and methods: In order to investigate the effect of different levels of municipal waste compost and nitrogen on the yield of tomatoes and the concentration of heavy metals in fruit and soil, a field experiment was conducted with 9 treatments and three replications in the form of split plot design in Agricultural Research and Education Center of Tehran Province for one year. The main plot consisted of three levels of compost consumption (0, 10 and 20 t ha^{-1} with a moisture content of 22% by weight). Subplots consisted of three levels of nitrogen application (0, 100 and 200 kg ha^{-1}). Phosphorus and potassium fertilizers were applied base on soil test. Compost was also prepared from the composting plant of Tehran Municipal Recovery Organization and added to experimental soil plots. Harvesting was done in two rounds and the total yield was taken two times and recorded after weighing. The concentration of heavy metals in tomato fruit was also determined by the current methods of soil and water research institute (Emami, 1996). After harvesting, the soil samples were collected from soil samples to determine the concentration of heavy elements, and the collected soil was analyzed using current methods of soil and water research institute (Aliehyaie, 1993). The data were analyzed using MSTAT-C software and then the mean of measured traits

www.SID.ir

Archive of SID

in the treatments were grouped using Duncan's multiple range tests

Results and discussion:

The effect of urban waste compost, the effect of nitrogen and their interaction on yield of tomatoes were statistically significant at the level of one percent. The highest yield of fruit 68785 kg ha^{-1} was obtained from 20 ton.ha^{-1} compost with 100 kg ha^{-1} nitrogen. Researchers have linked this increase to the positive role of urban waste compost in improving physical and chemical properties of soil (Hu and Barker, 2004). The results of various systems of cultivation and ecology studies related to the use of organic fertilizers indicate positive results from the common use of chemical fertilizers and organic resources in the framework of integrated plant nutrition systems (Seilsepour, 2017). Consumption of 20 tons per hectare of urban waste compost significantly increased the concentration of lead, cadmium and nickel in tomato fruit at 2804, 2400 and 3022 percent, respectively, compared to control. However, the concentration of any of the above elements in fruit was not more than the maximum allowed national standard of the country. Increasing the concentration of heavy metals in tomato fruit has also been reported by other researchers (Asgharipour and Armin, 2010). Also, municipal waste compost increased the concentration of total lead, nickel and cadmium in soil, which was allowed in this concentration increase. Also, there was a significant correlation between the concentration of lead, cadmium and nickel of tomatoes with total concentration of these elements in the soil, whose regression equations followed the linear model

Conclusion:

The results of this study showed that the combination of municipal waste compost with nitrogen is the most suitable compound for increasing the yield of tomato. The highest yield of fruit is obtained from the application of 20 t ha^{-1} of municipal waste compost with 100 kg ha^{-1}nitrogen. On the other hand, utilization of municipal waste compost increased the concentration of heavy metals in the fruit and soil, but this increase was allowed in the range of 20 tons per hectare of municipal waste compost. However, despite the positive effects of using municipal waste compost on the performance of tomatoes, it is recommended that the use of this substance be carried out with caution and continuously increasing the concentration of heavy metals in the soil and crop yield and be taken into consideration

References:

Achiba W.B., Gabteni N., Lakhdar A., Du Laing G., Verloo M., Jedidi N., and Gallali T. 2009. Effects of 5-year application of municipal solid waste compost on the distribution and mobility of heavy metals in a Tunisian calcareous soil. Agriculture, Ecosystems and Environment, 130(3): 156-163

De Araújo, A.S.F., de Melo, W.J. and Singh, R.P., 2010. Municipal solid waste compost 447 amendment in agricultural soil: Changes in soil microbial biomass. Reviews in Environmental Science and Biotechnology 9, 41-49

Martin, D., Lal, T., Sachdev, C.B. and Sharma, J.P. 2010. Soil organic carbon storage changes 475 with climate change, landform and land use conditions in Garhwal hills of the Indian 476 Himalayan mountains. Agriculture, Ecosystems and Environment 138, 64-73

Neto, M.S., Scopel, E., Corbeels, M., Cardoso, A.N., Douzet, J.M., Feller, C., Piccolo, M.D.C., Cerri, C.C. and Bernoux, M., 2010. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: An on-farm synchronic assessment. Soil and Tillage Research 110, 187-195

Keywords: Cd؛ Correlation؛ Ni؛ Pb

www.SID.ir