

تأثیر کمپوست تولید شده از زباله شهری مشهد بر سبز شدن و رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی

محمد رضا اصغری پور^{۱*} و مجید رفیعی^۲

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۸۷/۲/۲۰

۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان

* مسئول مکاتبه E-mail: moas@uoz.ac.ir

چکیده

کمپوست تولید شده از زباله به عنوان یک منبع جایگزین کودهای شیمیایی برای افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصول شناخته شده است. در این مطالعه قابلیت کمپوست تولید شده از زباله شهری برای بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های رشد یافته در خاک گلدان بررسی شد. چهار تیمار بر اساس نسبت‌های اختلاط کمپوست تولید شده از زباله شهری با خاک در نسبت‌های ۱ به ۲/۵، ۱ به ۵، ۱ به ۷/۵ و ۱ به ۱۰ در این آزمایش با شاهد (خاک باغی) مقایسه شد. تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی مخلوط‌های مختلف انجام گرفت. رشد گیاه، تولید بیوماس و مقدار عناصر پر مصرف (N, P, K, Ca, Mg)، عناصر کم مصرف (Fe, Cu, Mn, Zn, B) و فلزات سنگین (Pb, Ni, Cd, Cr, Co) در گیاه و خاک تعیین شد. حضور کمپوست pH، هدایت الکتریکی، جرم حجمی محیط رشد، مقدار عناصر کم‌مصرف و پرمصرف و فلزات سنگین در گیاه و خاک را افزایش داد. اما غالب این پارامترها تحت تأثیر مقدار کمپوست در محیط رشد قرار نگرفتند. بیشترین میزان جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و وزن خشک ریشه و ساقه در نسبت اختلاط کمپوست و خاک ۱ به ۵ مشاهده شد. اما نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ کمپوست و خاک کمترین میزان جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی در میان تیمارها دارا بود. ترکیبات سمی و عدم توازن در عناصر غذایی می‌توانند مسئول اثرات بازدارندگی کمپوست بر گیاهچه‌ها باشند. افزودن کمپوست به محیط رشد مقدار عناصر غذایی و فلزات سنگین در گیاه را افزایش داد. کاربرد مقادیر زیاد کمپوست تولید شده از زباله ممکن است اثرات زیانباری را بر محصولات داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص جوانه‌زنی، کمپوست زباله، کیفیت کمپوست، گوجه‌فرنگی

Effects of Municipal Compost on Germination and Growth of Tomato SeedlingsMR Asgharipour^{1*} and M Rafiei²¹Assistant Professor, Agronomy Department, College of Agriculture, University of Zabol, Iran²Lecturer, Islamic Azad University of Shirvan, Iran*Corresponding author: [E-mail:moas@uoz.ac.ir](mailto:moas@uoz.ac.ir)**Abstract**

Compost has been identified as an alternative chemical fertilizer to increase soil fertility and crop production. In this study the capacity of the compost produced from urban wastes to enhance seedling emergence grown in potting soil was investigated. Four treatments were compared based on the addition of increasing quantities of compost to soil (1:2.5, 1:5, 1:7.5, 1:10 compost to soil ratio, v/v). Physical and chemical analyses of the different mixtures were made. Plant growth, biomass production, macronutrients, micronutrients, and heavy metal contents of plant and soil were determined. The addition of compost increased pH, electrical conductivity (EC) of substrates, and macronutrients (N, P, K, Ca, Mg), micronutrients (Fe, Cu, Mn, Zn, B) and heavy metal (Pb, Ni, Cd, Cr, Co) of plants and substrates. The highest germination, growth rate, shoots and roots dry weights were obtained with the medium prepared by mixing rate of 1:5 compost and soil. The mixture with 1:2.5 rate had the lowest germination and growth of tomato seedling. Both toxic constituents and nutrient imbalances may be responsible for the growth-inhibiting effects of the municipal compost in the treatment. The addition of compost to growth media increased plant nutrient and heavy metal contents of plants. Excess adding of municipal compost to agricultural soil may lead to deleterious effects on crops.

Keywords: Compost quality, Germination index, Municipal compost, Tomato**مقدمه**

سوق داده است. یکی از مناسبترین روش‌های مدیریت دفع زباله، بازیافت و تبدیل آن به کود آلی کمپوست است (خوشگفتارمنش ۱۳۸۱). تولید تجارتي کمپوست از زباله شهری ابزار سودمندی برای رهایی از حجم بسیار زیاد زباله‌های تولید شده در شهرهای بزرگ می باشد. کمپوست می‌تواند به عنوان یک مالچ سطحی مؤثر مقدار مواد آلی خاک را افزایش دهد، ساختمان خاک و ظرفیت

تولید زباله‌های شهری به علت افزایش روز افزون جمعیت و گسترش شهرها افزایش یافته است، در شهری پرجمعیت مانند مشهد روزانه ۱۲۰۰ تن زباله تولید می‌شود (بهمنی ۱۳۸۳). حجم انبوه انواع زباله‌های شهری به خصوص در مناطق پر جمعیت، برنامه ریزان مربوطه را ناگزیر به سمت مدیریت اصولی و صحیح دفع زباله

موارد ذکر شده این آزمایش با هدف آزمودن اثرات احتمالی کمپوست بر رشد و وزن خشک گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی در گلخانه و تعیین مناسبترین مقدار کمپوست برای تهیه بستر بذر برای جوانه زنی و سبز شدن گوجه‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

خصوصیات خاک و کمپوست مورد استفاده

کمپوست مورد استفاده در این مطالعه از کارخانه کمپوست سازی مشهد، خریداری شد. جدول ۱ برخی از خصوصیات فیزیکی-شیمیایی کمپوست و خاک مورد استفاده را نشان می‌دهد.

کاشت گیاه و تیمارهای آزمایش

گوجه‌فرنگی به علت داشتن واکنش خوب به مواد غذایی خاک و رشد سریع و آسان برای آزمایش انتخاب شد. چون در مراحل اولیه رشد اثرات کمبود عناصر غذایی و بازدارندگی حضور احتمالی مواد سمی در کمپوست بر گوجه‌فرنگی بیشتر مشهود می‌باشد، لذا در این مطالعه میزان رشد گیاهچه جهت تعیین اثرات مفید و درصد جوانه زنی برای تعیین اثرات منفی کمپوست انتخاب و اندازه‌گیری شدند. بذور گوجه‌فرنگی رقم موبیل در گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۹ و ارتفاع ۱۰ سانتیمتر کاشته شدند. کمپوست و خاک باغی (با بافت لومی) با نسبت‌های اختلاط حجمی ۱ به ۱/۲، ۱ به ۱/۵، ۱ به ۱/۷ و ۱ به ۱۰ مخلوط شد. طرح آزمایشی مورد استفاده طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بود. هشت گلدان که فقط با خاک پر شده بودند به عنوان شاهد در آزمایش قرار گرفتند. پنج عدد بذر گوجه‌فرنگی در هر گلدان کاشته شد و گلدان‌ها در طول آزمایش روزانه با آب مقطر و به میزان تقریبی ۱۰۰cc در هر گلدان آبیاری

نگهداری آب را در خاک بهبود بخشید، علف‌های هرز را کنترل کند و یک منبع دراز مدت برای تأمین عناصر غذایی برای محصولات مزرعه‌ای را فراهم سازد (گونزالس و همکاران ۱۹۹۰، سیکورا و اینکیری ۱۹۹۹، هی و همکاران ۲۰۰۰، چوداک و همکاران ۲۰۰۱، آمر و همکاران ۲۰۰۳، لوی و تایلور ۲۰۰۳).

کمپوست تولید شده از زباله‌های شهری غالباً حاوی مقادیر نسبتاً پایینی از عناصر معدنی در مقایسه با کودهای شیمیایی می‌باشد (سیکورا و اینکیری ۱۹۹۹)، این امر در کنار سرعت پایین معدنی شدن کمپوست، باعث می‌شود برای بر طرف کردن نیاز محصولات به نیتروژن و فسفر کمپوست زیادی مصرف شود (هورنیک و همکاران ۱۹۸۴). فلزات سنگین همراه با کمپوست زباله شهری ممکن است با آب آبیاری وارد آب‌های زیر زمینی شده و یا محتوای فلزات سنگین گیاه و خاک را افزایش دهد و نیز برای جوانه زنی، رشد و عملکرد محصول مضر باشد. لذا اثرات کمپوست تولید شده از زباله شهری بر روی جوانه زنی، سبز شدن و مراحل اولیه رشدی گیاهان نیاز بررسی‌های زیادی دارد.

اکثر مطالعات انجام شده در مورد واکنش محصولات زراعی به استفاده از کمپوست بر مبنای ارزیابی تأثیرات مثبت آن بر رشد و عملکرد و تعیین مناسبترین میزان مصرف کمپوست برای تولید محصولات مختلف متمرکز می‌باشد (هورنیک و همکاران ۱۹۸۴، لوی و تایلور ۲۰۰۳) و گزارش‌های اندکی در مورد تأثیرات منفی کمپوست بر جوانه زنی و در مراحل اولیه رشد در دسترس است. انجام مطالعات بیشتر در خصوص اثرات کمپوست به خصوص در گیاهانی نظیر شاهی و گیاهان دارویی که حساسیت زیادی به مواد سمی دارند (هویکسترا و همکاران ۲۰۰۲) در مزرعه ضروری است. به همین منظور و با توجه به

به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی خاک، نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. pH با کمک دستگاه pH سنج و هدایت الکتریکی توسط دستگاه EC متر در عصاره گل اشباع، ازت کل خاک به روش کج‌لدال و فسفر قابل جذب به روش اولسن اندازه گیری شد. پتاسیم قابل جذب گیاه به روش استات آمونیوم نرمال و به کمک دستگاه فلاپم فتومتر (مدل JENWAY-PFP7) برآورد گردید (بی نام ۱۹۸۸). عناصر Ni, Zn, Cu, Mn, Fe, Cu, Mg, Ca, Cr و Co در خاک به وسیله محلول ۰/۰۵ مولار حاوی کلر و کلسیم ۰/۰۱ مولار در pH ۷/۳ استخراج و توسط دستگاه جذب اتمی پریکن - المر مدل ۳۰۳۰ اندازه گیری گردید (مورال و همکاران ۱۹۹۴).

برای اندازه گیری عناصر مذکور در کمپوست تولید شده از زباله ابتدا کمپوست با اسید نیتریک و پرکلریک (کارلا و همکاران ۱۹۸۸) هضم و سپس عصاره مذکور جهت اندازه گیری عناصر مورد نظر طبق روش استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. مقدار فسفر نمونه‌ها به وسیله اسپکتروفتومتر (مدل WAP) و پتاسیم بوسیله فلاپم فتومتر (مدل JENWAY-PFP7) اندازه گیری شد. مقدار عناصر کم مصرف و عناصر سنگین با استفاده از اسپکترومتری انتشار اتمی^۱ تعیین گردید.

در پایان، تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده با استفاده از بسته های نرم افزاری Mstat-C و SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

خصوصیات فیزیکوشیمیایی محیط رشد بوسیله افزودن مقادیر مختلف کمپوست تحت تأثیر قرار گرفت

شدند. به منظور تعدیل اثر عوامل غیر قابل کنترل بر روی تیمارها محل قرار گیری گلدان‌ها هر سه روز یکبار تغییر داده شد. در طول دوره آزمایش دمای حداقل گلخانه 11 و دمای حداکثر 28 درجه سانتیگراد بود.

تعداد گیاهچه‌های سبز شده در هر گلدان یک و دو هفته پس از کاشت برای هر تیمار ثبت شدند. در آغاز هفته دوم و به دنبال آن نه هفته متوالی ارتفاع ساقه‌ها از سطح خاک تا برگ فوقانی اندازه گیری شد. پس از گذشت نه هفته همراه آخرین اندازه گیری ارتفاع، طول بزرگترین برگ نیز برای هر گیاه تعیین شد. سپس گیاهان هر گلدان از خاک خارج و به ریشه و ساقه و برگ تقسیم بندی شدند. میانگین وزن ساقه‌ها، برگ‌ها و ریشه‌ها برای هر گلدان پس از خشک کردن در ۶۰ درجه سانتیگراد تعیین شد.

تجزیه گیاه و محیط رشد و کمپوست مورد استفاده

برای اندازه گیری عناصر غذایی و فلزات سنگین نمونه‌های خشک و آسیاب شده گیاه با استفاده از روش هضم خشک (لستر و برکت ۱۹۹۹) عصاره گیری گردید. غلظت عناصر پر مصرف کلسیم (Ca)، منیزیم (Mg)، و کم مصرف آهن (Fe)، مس (Cu)، منگنز (Mn)، روی (Zn) و بر (B) و فلزات سنگین کروم (Cr)، نیکل (Ni)، کبالت (Co) و سرب (Pb) در عصاره حاصل با دستگاه جذب اتمی (مدل Shimadzu AA-670) در طیف خاص هر عنصر اندازه گیری شد. نیتروژن کل با استفاده از دستگاه کج‌لدال، فسفر کل گیاه با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل WAP) (کلوت ۱۹۸۶)، و سدیم و پتاسیم با دستگاه فلاپم فتومتر (مدل JENWAY-PFP7) اندازه گیری شد. وزن خشک بوسیله خشک کردن نمونه‌های گیاهی در ۸۰ درجه سانتیگراد برای ۷۲ ساعت محاسبه شد.

¹Atomic-emission spectrometry

کلسیم این افزایش متناسب با مقدار کمپوست بود. مقدار نیتروژن و پتاسیم کمترین افزایش را نسبت به شاهد نشان داد.

مقادیر آهن، مس، منگنز، روی و بر در تیمارها با افزایش مقدار کمپوست افزایش یافت. همبستگی بالایی بین مقدار کمپوست در مخلوط و آهن، مس و روی ($r^2 = 0/95$) مشاهده شد. افزایش قابل توجه آهن، روی و مس احتمالاً به علت حضور این فلزات در زباله‌ها و مقدار بالای آنها در کمپوست تولید شده از زباله بود. مقادیر مس و روی در نسبت‌های اختلاط ۱ به ۲/۵ و ۱ به ۵ کمپوست با خاک از سطوح مجاز برای تولید محصولات کشاورزی در بعضی از کشورهای اروپایی تجاوز کرد (هوگ و همکاران ۲۰۰۲). ژانگ و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند کاربرد کمپوست مقدار مس و روی را در محصولات گندم و جو افزایش می‌دهد، اما این محققین بین مقدار فلزات سنگین برگ و دانه‌ها مقایسه‌ای انجام ندادند. مقادیر سرب، نیکل، کادمیوم، کرم و کبالت در مخلوط‌ها به طور نزدیکی با مقدار کمپوست مرتبط بود (جدول ۳). بیشترین افزایش مربوط به سرب، کرم و کادمیوم در مقایسه با شاهد بود. با این حال مقادیر این فلزات سنگین در کمپوست و در مخلوط‌ها کمتر از سطوح مجاز برای تولید محصولات کشاورزی در اروپا است (وردونک و همکاران ۱۹۸۷). تنها مقدار کادمیوم بیش از مقدار مجاز برای استفاده از کمپوست بود.

سبز شدن گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی

اختلاف معنی‌داری در تعداد گیاهچه‌های سبز شده بین مقادیر مختلف کمپوست اضافه شده به خاک وجود داشت. نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ کمپوست و خاک اثر بازدارندگی قدرتمندی بر سبز شدن بذور گذاشت. در این تیمار به طور میانگین تنها ۲۶٪ بذور کاشته شده در هر گلدان پس از یک هفته سبز شدند (شکل ۱). نسبت اختلاط

(جدول ۲ و ۳). pH کلیه تیمارها، به علت طبیعت قلیایی خاک‌های منطقه و همچنین قلیایی بودن واکنش کمپوست مورد استفاده اندکی قلیایی است. در آزمایش مشابهی استفاده از لجن فاضلاب کمپوست شده در در محیط رشد بر اساس یافته‌های آندره و همکاران (۲۰۰۲) باعث افزایش pH شد. در این آزمایش تنها نسبت‌های اختلاط ۱ به ۲/۵ و ۱ به ۵ کمپوست با خاک سبب افزایش معنی دار pH محیط رشد شدند.

هدایت الکتریکی محیط رشد نیز بوسیله افزودن کمپوست تحت تأثیر قرار گرفت. رابطه مستقیمی بین مقدار کمپوست اضافه شده و EC وجود داشت ($r^2 = 0/90$). مقدار EC در نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ می‌توانست برای گیاهان حساس به نمک مضر باشد. بر اساس یافته‌های تعدادی از محققین (لوی و تایلور ۲۰۰۳) گوجه‌فرنگی تحمل متوسط به شوری خاک را دارد. افزایش هدایت الکتریکی خاک به دنبال کاربرد پسماندها در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (خوشگفتارمنش ۱۳۸۱، بهمنی ۱۳۸۳). افزایش غلظت عناصر غذایی محلول در خاک به دنبال کاربرد کمپوست باعث کاهش فعالیت میکروارگانیزم‌های خاک نیز می‌شود (ریتز و هاینس ۲۰۰۳) و بر مقدار جذب عناصر کم مصرف توسط گیاه اثر می‌گذارد (دی پاسکال و همکاران ۲۰۰۵). جرم حجمی محیط رشد در حضور کمپوست در مخلوط اندکی افزایش یافت، اما هیچ اختلافی به لحاظ آماری بین مقادیر مختلف کمپوست وجود نداشت. غلظت‌های بالاتری از سدیم و کلر در تیمارهای حاوی کمپوست مشاهده شد. این افزایش به خصوص در مورد کلر بیشتر بود، بطوریکه مقدار کلر در نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ دو مرتبه بیشتر از شاهد بود. پتاسیم برای تمام تیمارها به لحاظ آماری یکسان بود، اما نسبت به شاهد بیشتر بود. حضور کمپوست در تیمار مقادیر تمام عناصر پر مصرف را افزایش داد. برای نیتروژن، فسفر، پتاسیم و

تیمارهای باقی مانده را به دو گروه مجزا تقسیم کرد. وزن ساقه در نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ و شاهد کمتر از نسبت‌های اختلاط ۱ به ۷/۵ و ۱ به ۱۰ بود. وزن اندام‌های هوایی در شاهد تقریباً نصف وزن اندام‌های هوایی در نسبت اختلاط ۱ به ۵ بود.

تفاوت‌ها در وزن ریشه گیاهچه‌های گوجه فرنگی پس از گذشت ۹ هفته از کاشت بذور در تمام تیمارها همانند نتایج مشاهده شده برای اندام‌های هوایی بود (شکل ۳). اما تفاوت‌ها در وزن ریشه میان تیمارهای مختلف کمتر مشهود بود. آزمون دانکن تیمارها را به دو گروه مجزا تقسیم کرد. گیاهچه‌های گوجه فرنگی در شاهد و نسبت اختلاط ۱ به ۱۰ که کمترین وزن اندام‌های هوایی را داشتند، کمترین وزن ریشه را نیز در بین تیمارها دارا بودند. اما اختلاف بین این دو تیمار معنی دار نبود. وزن ریشه در سایر تیمارها به طور معنی داری ($P < 0/05$) نسبت به دو تیمار مذکور بیشتر بود.

اختلافات در تعداد برگ در گیاه و طول بزرگترین برگ (داده‌ها ارائه نشده‌اند) بین تیمارهای مختلف، اندک بود. گیاهچه‌های گوجه فرنگی در نسبت اختلاط ۱ به ۷/۵ بزرگترین و بیشترین تعداد برگ را دارا بودند، در حالیکه گیاهچه‌های رشد کرده در گلدان‌های شاهد کمترین تعداد برگ و کوچکترین برگ‌ها را دارا بودند. باقی مانده تیمارها بین این دو قرار داشتند.

اثر مشابه کمپوست بر محیط رشد بوسیله محققین دیگری نیز گزارش شده است (گارسیا-گومز و همکاران ۲۰۰۲، پینامونتی و زورزی ۱۹۹۶) که عمدتاً به علت نقش عناصر غذایی به خصوص نیتروژن و پتاسیم موجود در کمپوست بوده است. سانچز و همکاران (۱۹۹۷) در آزمایشی با استفاده از محیط‌های رشد مختلف به دست آمده از مخلوط خاک باغی و انواع مختلف کمپوست پی بردند که کمپوست می تواند تا ۶۶ درصد حجمی بدون هیچ تأثیر منفی بر روی رشد گیاهان استفاده شود.

۱ به ۵ کمپوست با خاک بالاترین درصد سبز شدن گیاهچه‌های گوجه فرنگی را موجب شد. در این تیمار به طور متوسط ۶۰٪ بذور پس از گذشت یک هفته جوانه زدند. در پایان هفته دوم جوانه زنی در تمام تیمارها به استثنای نسبت اختلاط ۱ به ۷/۵ کامل شد (شکل ۱). تفاوت‌ها در پایان هفته دوم نیز همانند هفته اول باقی ماند. تقریباً تمام گیاهچه‌ها (۹۰ درصد) در نسبت اختلاط کمپوست به خاک ۱ به ۵ و بیشتر از ۷۰ درصد گیاهچه‌ها در نسبت اختلاط ۱ به ۷/۵ سبز شدند. نسبت اختلاط کمپوست به خاک ۱ به ۲/۵ نیز در پایان هر سه هفته از سایر نسبت‌های اختلاط کمتر بود. در پایان هفته سوم هیچ گیاهچه‌ای در هیچ یک از تیمارها سبز نشد.

رشد گیاهچه‌های گوجه فرنگی

رشد گیاهچه‌های سبز شده گوجه فرنگی در تمام تیمارها در ابتدا سریع بود، اما با نزدیک شدن به انتهای آزمایش، احتمالاً به علت محدود بودن اندازه گلدان‌ها رشد گیاهچه‌ها کند شد (شکل ۲). جدول تجزیه واریانس رشد گیاهچه‌های گوجه فرنگی را در گلدان‌ها به دو گروه مجزا از هم تقسیم کرد ($P < 0/05$). میزان رشد در نسبت‌های اختلاط ۱ به ۵ و ۱ به ۷/۵ برابر و به طور معنی داری بالاتر از رشد نسبت‌های اختلاط ۱ به ۲/۵، ۱ به ۱۰ و شاهد بود (شکل ۲). اختلاف معنی داری در سرعت رشد درون هر یک از این دو گروه وجود داشت. تفاوت‌ها در سرعت رشد میان تیمارها در دو گروه از آغاز آزمایش آشکار بود و کم و بیش در تمام طول دوره آزمایش ثابت باقی ماند.

تفاوت‌ها در سرعت رشد میان گیاهچه‌ها باعث تفاوت در وزن نهایی گیاهچه‌ها در بین تیمارها شد. وزن نهایی اندام‌های هوایی (ساقه و برگ) در نسبت اختلاط ۱ به ۵ به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (شکل ۳). آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن

که پی بردند افزایش ۰/۳ واحدی در pH خاک ناشی از افزودن کود دامی قابلیت دسترسی فلزات آهن و روی را برای گیاه کاهش داد.

جذب فلزات سنگین

بررسی انتقال فلزات سنگین از محیط رشد به گیاه به جهت اجتناب از ورود این عناصر خطرناک به چرخه-های غذایی برای بهینه سازی استفاده از آنها برای اهداف کشاورزی مهم است. مقادیر مجاز برای مصرف کادمیوم و سرب در محصولات باغی به ترتیب ۰/۲ و ۰/۳ mg kg^{-1} بر مبنای وزن تازه می باشد (بی نام ۲۰۰۱). در این مطالعه کادمیوم و سرب با در نظر گرفتن مقدار آب گوجه فرنگی کمتر از مقادیر فوق بود. به طور کلی حضور کمپوست در محیط رشد افزایش مقدار فلزات سنگین مطالعه شده در بخش‌های هوایی گیاه گوجه فرنگی را به همراه داشت (جدول ۵). این افزایش برای سرب کمتر بود. پایچالاک و همکاران (۲۰۰۲) مهمترین مکان تجمع سرب را در ریشه چندین گونه گیاهی گزارش کردند. با مقایسه غلظت سرب و کروم در بخش‌های هوایی گیاه (جدول ۵) و محیط‌های رشد (جدول ۳)، انتقال سرب و کروم در بخش‌های هوایی گیاه و خاک فرآیندی کند و نا کارآمد به نظر می‌رسد. پیچتل و آندرسون (۱۹۹۷) اثر غیر معنی دار کمپوست تولید شده از زباله‌های شهری و لجن فاضلاب کمپوست شده بر مقدار کروم و سرب در گیاه یولاف را مشاهده کردند. همچنین مورال و همکاران (۱۹۹۶) و ناوارو-پدريو و همکاران (۱۹۹۷) در کشت بدون خاک گوجه فرنگی گرادیان غیر فعال غلظت کروم بین میوه تا ریشه گزارش کردند. انتقال کادمیوم به گیاهان به طور مستقیم بوسیله کمپوست تحت تأثیر قرار نگرفت، اما از طریق غلظت عناصر غذایی ناشی از افزودن کمپوست به محیط رشد تحت تأثیر قرار گرفت ($F^2=0/90$) بین کروم گیاه و EC خاک). ارتباط بین EC خاک با غلظت کروم در گیاه

بینامونتی و زورزی (۱۹۹۶) نیز در آزمایش مشابهی به ترتیب ۱۵ و ۴۸ درصد افزایش در رشد خیار و گوجه فرنگی رشد یافته در محیط رشدی ۵۰ درصد کمپوست تولید شده از لجن فاضلاب گزارش کردند.

اثر کمپوست بر مقدار عناصر غذایی در گیاه

غلظت عناصر کم مصرف و پر مصرف در بخش-های هوایی گیاهان گوجه فرنگی بوسیله تیمارها تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۴). مقدار نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در گوجه فرنگی تنها بوسیله نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ تحت تأثیر قرار گرفت. این یافته نشان داد که افزایش معنی دار بیوماس بخش‌های هوایی گیاه گوجه فرنگی با مقدار نیتروژن، پتاسیم یا کلسیم مرتبط نیست. فقدان ارتباط کلی میان مقدار این عناصر در بافت‌های هوایی گیاه با سایر تیمارها احتمالاً به علت فراهمی کافی این عناصر پر مصرف از کمپوست برای گیاه گوجه فرنگی در تمام طول مدت آزمایش بوده است. اما غلظت فسفر بوسیله تیمارها به استثنای نسبت اختلاط ۱ به ۵ که کاهش در مقدار فسفر گیاه مشاهده شد، تحت تأثیر قرار نگرفت. کم بودن مقدار فسفر احتمالاً به علت تولید بیوماس بالا در این تیمار مرتبط بود. مقدار منیزیم گیاه در حضور کمپوست افزایش یافت. سدیم هم در بافت‌های هوایی گیاه گوجه فرنگی در نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ بیشترین و در نسبت اختلاط ۱ به ۱۰ کمترین بود. غلظت سدیم در خاک شاهد نیز بالا بود.

در اغلب موارد مقدار عناصر کم مصرف بخش-های هوایی گیاه گوجه فرنگی به طور معنی داری با افزایش کمپوست در محیط رشد، به خصوص برای روی افزایش یافت. تجمع آهن و مس در گیاهان با میزان کمپوست مرتبط نبود. این موضوع احتمالاً به علت کاهش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی با افزایش معنی دار pH در تطابق با یافته‌های کلمنته و همکاران (۲۰۰۴) بود،

معنی دار منفی بر جوانه زنی و رشد اولیه بوته‌های گوجه فرنگی نداشت. بیشترین درصد جوانه زنی و وزن خشک بوته‌های گوجه فرنگی در نسبت اختلاط خاک و کمپوست ۱ به ۵ به دست آمد. اما نسبت اختلاط ۱ به ۲/۵ بیشترین مقدار عناصر پر مصرف و کم مصرف گیاه را نتیجه داد.

احتمالاً به علت تشکیل ترکیباتی که می‌تواند دسترسی این فلز را برای گیاه افزایش دهد نسبت داده شد (مک لافلین و همکاران ۱۹۹۶). همبستگی بالایی بین نیکل در بخش‌های هوایی گیاه و بر در محیط رشد ($r^2=0/87$) و همچنین در بافت‌های گیاه ($r^2=0/76$) وجود داشت، که احتمالاً به علت اثر سینرژیسمی^۱ آنیون‌ها بر جذب نیکل می‌باشد (کلمنته و همکاران ۲۰۰۴).

نتیجه گیری

کاربرد کمپوست تولید شده از زباله شهری برای اهداف کشاورزی کم هزینه ترین و کارا ترین روش دفع زباله‌های شهری می‌باشد. اما فلزات سنگین و سایر مواد سمی موجود در کمپوست ممکن است وارد خاک شده، به وسیله محصول جذب شوند و جوانه زنی و رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار دهند. نتایج این آزمایش را نمی‌توان به طور کامل به شرایط مزرعه تعمیم داد، چرا که نسبت‌های اختلاط خاک و کمپوست به کار رفته در این بررسی بسیار بیشتر از مقادیر معمول کمپوست به کار رفته برای گیاهان زراعی در مزرعه می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد، که به طور کلی محیط‌های رشدی حاصل از اختلاط خاک با کمپوست خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مطلوبی را برای رشد گیاهچه‌های گوجه فرنگی فراهم کردند و مقادیر قابل توجهی از عناصر مورد نیاز گیاه عمدتاً شامل P، N و Ca را تأمین کردند. اما این محیط‌های رشد حاوی مقادیر نسبتاً زیادی عناصر سمی نظیر Na و Cd بودند. بنابراین مقدار استفاده از آنها برای تهیه محیط رشد بستگی به مقاومت گونه در مقابل هدایت الکتریکی و عناصر سمی موجود در محیط رشد دارد.

استفاده از کمپوست تولید شده از زباله شهری حتی در نسبت اختلاط خاک و کمپوست ۱ به ۲/۵ تأثیر

¹ Synergism

منابع مورد استفاده

- بهمنی ف، ۱۳۸۳. تأثیر شیرابه حاصل از کمپوست زباله‌های شهری بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد و اجزای عملکرد گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- خوشگفتار منش ا و کلباسی م، ۱۳۸۱. اثر باقیمانده شیرابه بر ویژگی‌های خاک و رشد و عملکرد گندم. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۶: صفحه‌های ۱۴۱ تا ۱۴۸.
- Andre F, Guerrero C, Beltrao J and Brito J, 2002. Comparative study of *Pelargonium* sp. grown in sewage sludge and peat mixtures. *Acta Horticulture*, 573: 63–69.
- Anonymous, 1988. Guide to the interpretation of analytical data for loam less compost. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, No. 25. ADAS (Agricultural Development and Advisory Service). United Kingdom.
- Anonymous, 2001. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Communities, EEC, Commission Regulation (EC) no. 466/2001 of 8 March 2001. 16.3.2001, L77/1-23.
- Aoumare M, Tack FMG and Verloo MG, 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology*, 86: 15-20.
- Chodak M, Broken W, Ludwig L and Bees F, 2001. Effects of temperature on the mineralization of C and N of fresh and mature compost in sandy material. *Journal of Plant Nutrient Soil Science*, 164; 284-294.
- Clemente R, Martinez JL, Paredes C and Bernal MP, 2004. Risk of heavy metal transfer to *Beta vulgaris* cultivated in a contaminated soil and amended with organic wastes. Pp. 181-185. Proceedings of the 11th International Conference on recycling of agricultural, municipal and industrial residues in agriculture. Murcia, Spain.
- De Pascale S, Maggio A and Barbieri G, 2005. Soil salinization effects on growth, yield and mineral composition of cauliflower and broccoli. *European Journal of Agronomy*, 23: 254- 264.
- Garcia-Gomez A, Bernal MP and Roig A, 2002. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology*, 83: 81–87.
- Gonzales JL, Benitz IC, Perez MI and Medina M, 1990. Slurry compost tested for fertilizer value. *Biocycle*, 31; 53-59.
- He ZL, Alva AK, Yan P, Li YC, Calvert DV and Bankes DJ, 2000. Nitrogen mineralization and transformation from compost and biosolids during field incubation in a sandy soil. *Soil Science*, 165: 161-169.

- Hoekstra, NJ, Bosker T and Lantinga EA, 2002. Effects of cattle dung from farms with different feeding strategies on germination and initial root growth of cress (*Lepidium sativum* L.). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93: 189–196.
- Hogg D, Barth J, Favoino E, Centemero M, Caimi V, Amlinger F, Devliegher W, Brinton W and Antler S, 2002. Comparison of compost standards within the EU, North America and Australia. The Waste and Resources Action Programme, Banbury. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London.
- Hornik SB, Sikora LJ, Sterret SB, Murray JJ, Milner JD, Parr JF, Chaney RL and Willson GB, 1984. Utilization of sewage sludge compost as a soil conditioner and fertilizer for plant growth. *Agriculture Information Bulletin*, No. 464. USDA. US Govt. printing office, Washington DC.
- Karla YP, Maynard DG and Radford FG, 1988. Microwave digestion of tree foliage for multi-element analysis. *Canadian Journal of Forest Resource*, 19: 981–985.
- Klute A, 1986. Methods of soil analysis. Part 1: 2nd ed. Physical and Mineralogical methods. American Society of Agronomy, Agronomy Monographs 9(1), ASA and SSSA: Madison, Wisconsin, USA.
- Lester JN and Birkett JW, 1999. Microbiology and chemistry of environmental science, 2nd edition. Taylor & Francis. London and New York.
- Levy JS, Taylor BR, 2003. Effects of pulp mill solids and tree composts on early growth of tomatoes. *Bioresource Technology*, 89; 297-305.
- Mc Laughlin MJ, Tiller KG, Naidu R and Stevens DG, 1996. Review: The behavior and environmental impact of contaminants in fertilizers. *Australian Journal of Soil Resource*, 34: 1–54.
- Moral R, Navarro-Pedreno J, Gomez I and Mataix J, 1994. Distribution and accumulation of heavy metals (Cd, Ni and Cr) in tomato plant. *Environmental Bulletin*, 3: 395–399.
- Moral R, Navarro-Pedreno J, Gomez I and Mataix J, 1996. Quantitative analysis of organic residues: Effects of sample preparation in the determination of metals. *Soil & Plant Science*, 27: 753–761.
- Navarro-Pedreno J, Gomez I, Moral R, Palacios G and Mataix J, 1997. Heavy metals and plant nutrition and development. *Recent Resource Development Phytochemistry*, 1: 173–179.
- Pichtel P and Anderson M, 1997. Trace metal bioavailability in municipal solid waste and sewage sludge composts. *Bioresource Technology*, 60: 223-229
- Piechalak A, Tomaszewska B, Baralkiewicz D and Malecka A, 2002. Accumulation and detoxification of lead ions in legumes. *Phytochemistry*, 60: 153–162.

- Pinamonti F, and Zorzi G, 1996. Experience of compost use in agriculture and in land reclamation projects. In: de Bertoldi M, Sequi P, Lemmes B and Papi K (eds). *The Science of Composting*. Blackie Academic and Professional, London.
- Rietz DN and Haynes RJ, 2003. Effects of irrigation – induced salinity and sodicity on soil microbial activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 845-854.
- Sanchez-Monedero MA, Bernal MP, Antón A, Noguera P, Abad A, Roig A and Cegarra J, 1997. Utilizacion del compost como sustratos para semilleros de plantas horticolas en cepellon. Pp. 78-85. *Proceedings of the I Congreso Iberico Nacional de Fertirrigacion*, Murcia, Spain.
- Sikora LJ and Enkiri NK, 1999. Growth of tall fescue in compost/fertilizer blends. *Soil Science*, 56: 125-137
- Verdonck O, De Boodt M and Gabriels R, 1987. Compost as a growing medium for horticultural plants. In: *Compost: Production, quality and use*. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London, Pp. 399–405.
- Zhang M, Heaney D, Solberg E and Heriquez B, 2000. The effect of MSW compost on metal uptake and yield of wheat, barley and canola in less productive farming soils of Alberta. *Compost Science and Utility*, 8: 224–235.