

اثرات کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاه ذرت

شهرزاد یقطين^۱، محمد معز اردلان^{۲*}، مهدی شرفا^۳ و حسینعلی علیخانی^۳

تاریخ دریافت: ۸۶/۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱۳

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۲ و ۳- به ترتیب دانشیار و استادیار گروه مهندسی علوم خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

* مسئول مکاتبه E-mail: ardalan39762@yahoo.com

چکیده

امروزه ورمی کمپوست به عنوان اصلاح کننده خاک با سطح ویژه زیاد و قابلیت بالای نگهداری عناصر غذایی شناخته شده است. به منظور بررسی کارایی کود ورمی کمپوست تولید شده از زباله های شهری در افزایش رشد و عملکرد گیاه ذرت و مقایسه آن با کمپوست زباله شهری آزمایشی گلدانی انجام شد. ورمی کمپوست و کمپوست زباله شهری به میزان ۱٪، ۳٪ و ۵٪ با وزن خاک مخلوط شده و در گلدانهای ۳ کیلویی ریخته شدند. در هر گلدان شش بذر ذرت کشت شدند و مقدار رطوبت گلدانها تا نزدیکی رطوبت ظرفیت مزرعای کنترل شدند. گیاهان در روز ششم بعد از کشت برداشت شدند. در زمان برداشت گیاهان، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و نیز غلظت عناصر غذایی در آنها اندازه گیری شد. نتایج آزمایشات نشان داد که کمپوست و ورمی کمپوست تاثیر مثبتی بر رشد و عملکرد ذرت و جذب عناصر غذایی داشته و با مقادیر مصرف ۳٪ ورمی کمپوست و ۵٪ کمپوست بیشترین عملکرد ماده خشک ریشه و اندام هوایی و جذب عناصر غذایی حاصل گردید. با مصرف مقادیر مذکور از کمپوست و ورمی کمپوست، وزن خشک اندام هوایی بترتیب به میزان ۱۷۸/۸۲٪ و ۱۷۸/۴۲٪ و وزن خشک ریشه نیز به ترتیب به میزان ۴۹/۴۵٪ و ۵۱/۶۳٪ در مقایسه با شاهد افزایش یافت.

واژه های کلیدی: ذرت، عناصر غذایی، کمپوست، محیط کشت گلدانی، ورمی کمپوست

Effects of Municipal Waste Compost and Vermicompost on Growth and Nutrients Uptake of Corn

Sh Yaghtin¹, M Moez Ardalan^{2*}, M Shorafa³ and HA Alikhani³

¹Former MSc Student, of Soil Science, University College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Iran

^{2,3}Associate and Assistant Professors, University College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Iran

*Corresponding author: E-mail: ardalan39762@yahoo.com

Abstract

Vermicompost as soil amendment is known for its large surface area and high nutrients holding capacity. A greenhouse trial was conducted to compare the municipal solid waste vermicompost and compost as potting media for the growth of corns. The mixing proportion of compost and vermicompost with soil were 0%, 1%, 3% and 5% of pot weights. Six corn seeds were planted in each pot and moisture contents of the pots were controlled close to field capacity (FC). Plants were harvested at 60th day after planting. The results showed that all potted mixtures produced significantly higher biomass than the control (only soil). There was a positive significant relationship between the amount of compost and vermicompost added to the soil and the uptake of nutrients by corn. The optimum mixing proportion for vermicompost was 3% and for compost was 5% of pot weight. The results showed that the adding of 5% compost and 3% vermicompost to the soil, respectively, led to 178.82% and 178.42% increase in shoot dry weight and 49.54% and 51.63% in root dry weight as compared to the control, respectively.

Keyword: Compost, Corn, Plant nutrients, Potting media, Vermicompost

با این موضوع، امروزه فرآیند تولید ورمی کمپوست بعنوان یک روش با ارزش، سریع و مقرون به صرفه (از نظر هزینه و زمان) برای مدیریت بهره‌برداری از ضایعات آلی معرفی شده است. فرآیند تولید ورمی-کمپوست یا فرآیند کمپوست شدن بوسیله کرم‌ها یک روش موفق برای بازیافت بقایا به چرخه غذایی حتی در مکان‌های کوچک مانند آپارتمان‌ها می باشد. ماده حاصله که با نام ورمی کمپوست شناخته می شود ماده‌ای است که ظاهر و حالتی کاملاً متفاوت از مواد اولیه خود دارد. در طول فرآیند تولید ورمی کمپوست توسط کرم‌ها بوی

مقدمه

امروزه حجم بزرگی از ضایعات آلی در سراسر دنیا تولید می‌شود که مشکلات زیادی را از نظر آلودگی محیط زیست و سلامت انسان (هم‌چون ایجاد بوی نامطبوع، آلودگی‌های آب و خاک و...) ایجاد کرده است. دفع بهداشتی این ضایعات نیز بسیار پرهزینه و دردسرساز می باشد. بنابراین دفع صحیح و مطلوب انواع مختلف پسماندها و ضایعات به مساله‌ای بسیار مهم برای حفظ محیط زیست تبدیل شده است. در ارتباط

زباله شهری و کمپوست زباله شهری بر رشد و عملکرد گیاه ذرت می باشد.

مواد و روش ها

تعیین خصوصیات خاک

خاک مورد مطالعه از منطقه شور قلعه در اطراف کرج انتخاب شد. حدود ۱۰۰ نمونه خاک از نقاط مختلف منطقه تهیه و پس از انتقال به آزمایشگاه گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه تهران، نمونه ها با یکدیگر مخلوط و پس از هوا خشک کردن و کوبیدن از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند و تجزیه فیزیکی و شیمیایی مختلف در آنها انجام گرفت.

pH نمونه های خاک در گل اشباع با دستگاه pH متر و هدایت الکتریکی (EC) خاک در عصاره اشباع با هدایت-سنج اندازه گیری شد. بافت خاک با روش هیدرومتر تعیین گردید. درصد رطوبت اشباع خاک نیز مشخص شد. برای اندازه گیری وزن مخصوص ظاهری خاک از روش پارافین مذاب استفاده گردید و چگالی حقیقی با پیکنومتر اندازه گیری شد. اندازه گیری کربنات کلسیم خاک بروش کلسیمتری (method Gas volumetric) انجام یافت. برای تعیین کربن آلی خاک، روش والکی و بلک مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه گیری ازت کل از روش کجلدال استفاده گردید و با کمک دستگاه اتوماتیک مدل Buschi339 مقدار ازت کل تعیین شد. فسفر در عصاره حاصل از روش السون با استفاده از طیفسنجی تعیین گردید. پتاسیم محلول در عصاره اشباع به روش شعله سنجی با دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد. یونهای کلسیم و منیزیم محلول در عصاره اشباع به روش کمپلکسومتری (تیتراسیون با EDTA) تعیین گردید. اندازه گیری آهن، روی، منگنز و مس به روش عصاره گیری با DTPA و قرائت با دستگاه جذب اتمی مدل SHIMADZUAA660 انجام پذیرفت (جدول ۱).

بد مواد و ضایعات آلی از بین رفته، سرعت تجزیه آنها بالا رفته و خواص فیزیکی و شیمیایی این مواد تغییر می کند و مواد آلی ناپایدار به طور هوازی اکسید شده و به-حالت پایدار در می آیند. با عمل هضم مواد آلی توسط کرم های کمپوستی ضایعات آلی به صورت پسماند کرم^۱ وارد محیط می شوند که ماده ای آلی و غنی از عناصر غذایی است.

توانایی برخی از کرم های کمپوستی در بکار بردن انواع گوناگونی از بقایا همچون لجن فاضلاب، بقایای حیوانی و گیاهی و بقایا و پسماندهای شهری و صنعتی و تبدیل آنها به ورمی کمپوست به اثبات رسیده است. پسماند و مواد دفعی کرم های کمپوستی اغلب دارای نیتروژن و فسفر بمیزان ۵ تا ۱۱ برابر بیش از خاک می باشد. ترشحات درون دستگاه گوارش کرمها، عناصر غذایی را به عناصر با قابلیت دسترسی بیشتر تبدیل می سازد. دستگاه گوارش بی همتای این کرمها باعث می شود که پسماند کرم با مواد موکوثیدی پوشانده شود که این مساله باعث بهبود ساختمان خاک با حداکثر تهویه و نگهداری آب می گردد. در بسیاری از موارد اثرات مثبت ورمی کمپوست روی رشد گیاه گزارش شده است که می تواند بدلایلی از قبیل خصوصیات نگهداری آب، دارا بودن عناصر فراوان، دارا بودن خواص و فعالیتهای شبه هورمون های گیاهی مانند خواص بهبود جوانه زنی و همچنین بهبود عناصر غذایی باشد. تحقیقاتی که بر روی اثر ورمی کمپوستها روی رشد گیاه صورت گرفته (ادواردز و باروز ۱۹۹۸، سابلر و همکاران ۱۹۹۸، اتیه و همکاران ۱۹۹۹ و اتیه و همکاران ۲۰۰۰ و اتیه و همکاران ۲۰۰۲، آرانکون و همکاران ۲۰۰۴) همگی نشان دهنده این مطلب بوده اند که ورمی کمپوستها به طور معنی داری باعث افزایش توان رشد و جوانه زنی گیاهان می-گردند. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر ورمی کمپوست

¹ Worm cast

جدول ۱- تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

میانگین	واحد	خصوصیت	میانگین	واحد	خصوصیت
۲۱/۸۰	%	درصد رس	۸/۲۱	-	pH
۰/۶۰	%	درصد نیتروژن	۳/۳۰	dS/m ⁻¹	هدایت الکتریکی
۱۵/۴۴	mg kg ⁻¹	فسفر قابل دسترس	۰/۵۸	%	کربن آلی
۳۲۰/۸۰	mg kg ⁻¹	پتاسیم قابل دسترس	۱۴/۷۰	%	کربنات کل
۱/۳۳	mg kg ⁻¹	آهن قابل دسترس	۱/۶۷	g cm ⁻³	چگالی ظاهری
۰/۴۹	mg kg ⁻¹	روی قابل دسترس	۲/۶۶	g cm ⁻³	چگالی واقعی
۶/۲۳	mg kg ⁻¹	منگنز قابل دسترس	۳۶/۰۰	%	درصد اشباع رطوبت
۱/۹۷	mg kg ⁻¹	مس قابل دسترس	۴۹/۳۰	%	درصد شن
			۲۸/۹۰	%	درصد سیلت

کمپوست و ورمی کمپوست یک گرم از نمونه ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد خاکستر شده و با اسید کلریدریک ۲ نرمال عصاره گیری شد. برای اندازه گیری فسفر از عصاره گیاه استفاده شده و اندازه گیری با روش رنگ سنجی مشابه نمونه های خاک صورت گرفت. برای اندازه گیری پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی و منگنز نیز از عصاره کمپوست و ورمی کمپوست مطابق روشهای گفته شده در مورد خاک استفاده گردید (جدول ۲).

آزمایش گلخانه ای

بذرهای ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در یک آزمایش گلخانه ای در تاریخ ۸۵/۲/۱۱ در یک خاک لوم رسی شنی کشت شدند. در گلدانهای ۳ کیلویی ورمی کمپوست و کمپوست زباله شهری با نسبتهای ۰، ۱، ۳، ۵ درصد (وزنی / وزنی) با خاک مخلوط شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار در ۳ تکرار انجام شد. پس از کاشت، گلدانها تا حد رسیدن رطوبت به ظرفیت مزرعه ای آبیاری شدند و بذر ذرت به تعداد ۷ عدد در گلدانها کاشته شد. در مرحله چهارم برگری تعداد گیاهان به ۴ عدد کاهش یافت. در هفته دوم به همه گلدانها مقدار ۰/۳۸۳ گرم نیتروژن به صورت سولفات آمونیم داده شد و با توجه به نتایج آزمون خاک مورد

تعیین خصوصیات کمپوست و ورمی کمپوست

برای تهیه کمپوست و ورمی کمپوست از ۷۵٪ (وزنی) زباله شهری و ۲۵٪ (وزنی) کود گاوی استفاده گردید. پس از مخلوط کردن زباله شهری و کود گاوی، برای تهیه ورمی کمپوست، مخلوط مذکور به مدت ۱ هفته آبیاری شده و به تعداد ۱۰۰ جفت کرم ایسنیا فتیدا (*Eisenia fetida*) به آن اضافه شد. پس از گذشت ۱۴ هفته، مخلوط به کود ورمی کمپوست زباله شهری تبدیل گردید. برای تهیه کمپوست زباله شهری نیز از مواد درصدی یکسان با کود فوق استفاده شد.

pH و هدایت الکتریکی (EC) نمونه ها در عصاره ۵ : ۱ ورمی کمپوست یا کمپوست و آب تعیین گردید. برای اندازه گیری کاتیونهای محلول، از عصاره ۵ : ۱ کمپوست و ورمی کمپوست و آب استفاده شد. برای اندازه گیری ازت کل، به مقدار ۱ گرم از نمونه های خشک شده در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد، اسید سولفوسالسیلیک و سپس سولفات سدیم اضافه شده و حرارت داده شد تا از آن کف خارج شود. پس از خنک شدن، کاتالیزور به آن اضافه شده و مجدداً حرارت داده شد تا به رنگ سبز درآید. سپس نمونه ها با دستگاه کجدرال مدل Buschik437 تقطیر شده و مقدار ازت کل بدست آمد. برای اندازه گیری سایر عناصر غذایی در

جدول ۲- برخی از خصوصیات کمپوست و ورمی کمپوست مورد استفاده

ورمی کمپوست	کمپوست	واحد	خصوصیت
۸/۹۵	۱۰/۰۰	-	pH
۷/۸۲	۷/۹۰	dS/m ⁻¹	هدایت الکتریکی
۱۶/۳۶	۱۰/۷۴	%	کربن آلی
۴/۵۷	۲/۰۷	%	نیتروژن کل
۰/۷۱	۰/۷۱	%	فسفر کل
۸/۶۷	۷/۳۴	%	کلسیم کل
۱/۲۲	۲/۲۱	%	منیزیم کل
۹/۲۶	۸/۲۲	mg l ⁻¹	نیتروژن محلول
۰/۸۲	۰/۸۴	mg l ⁻¹	فسفر محلول
۵۴۹/۵۵	۶۷۱/۷۸	mg l ⁻¹	پتاسیم محلول
۸۳۲/۵۱	۲۲۰/۱۲	mg kg ⁻¹	پتاسیم کل
۱۳۱۲/۰۰	۱۶۹۰/۸۰	mg kg ⁻¹	آهن کل
۵۵۸/۰۰	۷۲۰/۰۰	mg kg ⁻¹	روی کل
۴۲۸/۸۰	۴۲۴/۰۰	mg kg ⁻¹	منگنز کل
۷۹۲/۰۰	۹۰۴/۰۰	mg kg ⁻¹	مس کل
۹/۰۸	۵/۱۹	-	کربن : نیتروژن

نتایج و بحث

تأثیر درصدهای مختلف کمپوست و ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی در جدول ۳ نشان داده شده است مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن انجام یافت. همانطور که ملاحظه می گردد مصرف کمپوست و ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه نسبت به تیمار شاهد گردیده است. این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد در اغلب موارد معنی دار بود (جدولهای ۳ و ۶). تیمارهای حاوی ۵ درصد کمپوست و ۲ درصد ورمی کمپوست بیشترین وزن خشک گیاه را تولید کردند و وزن خشک اندام هوایی در این دو تیمار ۱۷۸/۸۲% و ۱۷۸/۴۲% بیش از تیمار شاهد بود. اتیه و همکاران (۲۰۰۰) گزارش دادند که افزودن نسبتهای مختلف ورمی کمپوست به محیط کشت بدون خاک، سبب افزایش سرعت جوانه زنی، رشد و گل دهی

نیاز به مصرف کودهای فسفره و پتاسه نبود. در هفته هشتم پس از کاشت و در هنگام برداشت، اندام هوایی و ریشه گیاهان برداشت شده پس از خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و وزن خشک آنها تعیین گردید. برای اندازه گیری عناصر یک گرم از اندام هوایی گیاهان در تیمارهای مختلف در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد خاکستر شده و با اسید کربدیک ۲ نرمال عصاره گیری شد و غلظت عناصر غذایی اندازه گیری شد. از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل آماری خصوصیات استفاده شد. تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن برای تعیین تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و برداشت عناصر غذایی توسط گیاه ذرت استفاده شد.

در این آزمایش با مصرف ورمی کمپوست در مقادیر بیش از ۳٪، کاهش وزن خشک اندام هوایی مشاهده شد ولی با مصرف کمپوست تا ۵٪، وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت. عملکرد گیاهان در تیمارها به-جز تیمار دارای ۵٪ ورمی کمپوست بطور معنی دار ($P > 0.01$) بیش از تیمار شاهد بود (جدول ۳). ساپلر و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند که بهترین پاسخ‌های رشد گیاه و بالاترین مقادیر جذب عناصر غذایی با مصرف ورمی کمپوست در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد حجمی رخ می‌دهد و درصدهای بالاتر اغلب تاثیر منفی بر رشد و محصول گیاه دارد. احتمالاً بدلیل افزایش غلظت نمک‌ها و ایجاد سمیت عناصر سنگین و مواد سمی برای گیاهان می‌باشد. افزایش رشد و محصول گیاه در غلظت‌های پایین را ناشی از ایجاد شرایط مناسب تغذیه‌ای و تعادل عناصر غذایی و عوامل بیولوژیکی گزارش کرده‌اند.

وزن خشک ریشه در تیمار دارای ۳ درصد ورمی کمپوست بیش از همه تیمارها بود. و در مقایسه با شاهد ۵۱/۶۳٪ افزایش دارد این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی دار می‌باشد (جدول ۳). بنابراین نتایج آزمایش‌ها در مورد وزن خشک ریشه نیز روند مشابه وزن مشابه وزن خشک اندام هوایی را نشان داد.

در انواع مختلفی از محصولات و گیاهان زینتی و علفی گردید. ادواردز و باروز (۱۹۹۸) بیان داشتند که ورمی کمپوستها دارای عناصر غذایی به شکل قابل دسترس برای رشد گیاهان هستند که در افزایش آن موثر می‌باشد. اتیه و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان داشتند که ورمی کمپوستها دارای تنظیم کننده‌های رشد گیاه مانند هورمون‌های گیاهی و اسیدهای هومیک هستند که این مواد سبب بخشی از تاثیرات مفید ورمی کمپوستها در افزایش جوانه زنی و محصول می‌باشند. مینارد (۱۹۹۳) و (۱۹۹۵) نیز گزارش داد که با مصرف کمپوست در خاک، محصول گوجه فرنگی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. در برخی گزارش‌ها علت افزایش رشد گیاهان در اثر کاربرد کمپوست از دیاد ماده آلی، بهبود خواص فیزیکی خاک و تأمین عناصر غذایی ذکر شده است. گالاردو لورا و نوکالس (۱۹۸۷) در بررسی اثرات مثبت کمپوست بر گیاهان اظهار داشتند که اغلب تاثیرات مثبت کمپوست بر عملکرد گیاهان مربوط به بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌باشد و افزایش تجمع مواد آلی و ارزش غذایی کمپوست در مراحل بعدی اهمیت قرار دارند.

جدول ۳- تاثیر درصدهای مختلف کمپوست و ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه

تیمارها *	وزن خشک ریشه (گرم بر گلدان)	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر گلدان)
شاهد	۱۳/۷۵ e	۴/۷۷ c
کمپوست ۱٪	۱۳/۸۷ e	۹/۲۶ b
کمپوست ۳٪	۱۶/۲۱ d	۹/۵۱ b
کمپوست ۵٪	۲۰/۵۵ a	۱۳/۳۰ a
ورمی کمپوست ۱٪	۱۷/۲۰ c	۸/۳۶ b
ورمی کمپوست ۳٪	۲۰/۸۵ a	۱۳/۰۹ a
ورمی کمپوست ۵٪	۱۹/۶۶ b	۷/۶۱ bc

* بین میانگین‌های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد.

آهن، روی، منگنز و مس در اندام هوایی گیاه گوجه فرنگی نسبت به تیمار شاهد گردید. ارزکو و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی اثرات ورمی کمپوست‌ها اظهار داشتند که ورمی کمپوستها دارای عناصر غذایی به شکل قابل جذب برای گیاهان می باشند. عناصری مانند نیتروژن بفرم نیترات، فسفر قابل تبادل و پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول در ورمی کمپوستها به راحتی برای گیاهان قابل جذب هستند. شویو و فوژن (۱۹۹۱) اظهار داشتند که ورمی کمپوست دارای سطح ویژه بالا می باشد که باعث افزایش ظرفیت آن برای نگهداری عناصر غذایی می شود. نتایج این آزمایش نشان داد که ورمی کمپوست و کمپوست زباله شهری تاثیر مثبت و معنی داری بر رشد و عملکرد گیاه و مقدار جذب عناصر غذایی دارند.

در جداول ۴ و ۵ اثر مصرف مقادیر متفاوت کمپوست و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر غذایی در اندام هوایی گیاه ذرت مشاهده می شود. تیمار دارای ۳٪ ورمی کمپوست بالاترین غلظت پتاسیم، روی و مس و تیمار ۵٪ ورمی کمپوست بیشترین غلظت نیتروژن، کلسیم و منیزیم را به همراه داشت. غلظت فسفر، آهن و منگنز در تیمار ۵٪ کمپوست به حداکثر رسید. این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۱ درصد معنی دار می باشد (جداول ۷ و ۸). هو و بارکر (۲۰۰۴) اظهار داشتند که محتوی عناصر غذایی موجود در کمپوست نکته ای مهم در بررسی قابلیت کمپوست در افزایش جذب عناصر غذایی می باشد. هاشمی مجد و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش مقدار عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم،

جدول ۴- تاثیر درصدهای مختلف کمپوست و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر غذایی پرمصرف

تیمارها *	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (mg kg ⁻¹)	کلسیم (mg kg ⁻¹)	منیزیم (mg kg ⁻¹)
شاهد	۱/۰۳ c	۰/۲۱ c	۴۲۷/۶۷ d	۶۰۰/۱۱ b	۲۰۳/۳۳ e
کمپوست ۱٪	۰/۹۹ c	۰/۳۸ b	۴۶۰/۳۳ cd	۵۷۰/۰۲ bc	۳۰۰/۰۲ de
کمپوست ۳٪	۱/۰۱ c	۰/۳۵ b	۴۹۱/۰۶ c	۵۴۶/۶۷ bc	۳۹۶/۶۷ cd
کمپوست ۵٪	۱/۰۶ c	۰/۴۶ a	۴۸۲/۳۳ c	۳۲۰/۲۱ d	۳۸۶/۶۷ d
ورمی کمپوست ۱٪	۱/۷۷ bc	۰/۴۰ b	۵۶۳/۱۳ b	۴۷۳/۳۳ c	۵۰۳/۳۳ c
ورمی کمپوست ۳٪	۲/۹۱ b	۰/۳۸ b	۶۲۸/۶۷ a	۵۸۳/۳۳ b	۶۱۰/۱۱ b
ورمی کمپوست ۵٪	۷/۱۱ a	۰/۲۵ c	۴۷۳/۳۴ c	۷۷۶/۶۷ a	۶۸۶/۶۷ a

* بین میانگین های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد.

جدول ۵- تاثیر درصدهای مختلف کمپوست و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر غذایی کم مصرف

تیمارها *	آهن (mg kg ⁻¹)	روی (mg kg ⁻¹)	منگنز (mg kg ⁻¹)	مس (mg kg ⁻¹)
شاهد	۸۴/۸۷g	۴۱/۶۷ e	۶۰/۹۷ d	۴۱/۳۷ c
کمپوست ۱٪	۱۱۸/۸۷c	۴۳/۳۳ e	۶۳/۷۳ c	۴۶/۴۷ b
کمپوست ۳٪	۱۲۸/۱۷ b	۴۹/۰۱ d	۶۵/۶۷ abc	۴۴/۲۷ b
کمپوست ۵٪	۲۷۶/۰۷ a	۵۷/۷۷ b	۶۷/۶۷ a	۵۳/۹۳ a
ورمی کمپوست ۱٪	۱۱۲/۱۷ d	۵۱/۳۳ c	۶۴/۸۱ bc	۴۳/۸۰ bc
ورمی کمپوست ۳٪	۱۰۳/۱۷ e	۷۳/۸۳ a	۶۴/۷۱ bc	۵۵/۲۰ a
ورمی کمپوست ۵٪	۹۱/۰۲ f	۵۹/۲۰ b	۶۶/۲۷ ab	۵۲/۵۳ a

* بین میانگین های موجود در هر ستون که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آماری در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد.

جدول ۶- جدول تجزیه واریانس (وزن خشک اندام هوایی و ریشه)

C.V	(F. value)	میانگین مربعات		درجه آزادی		وزن خشک
		خطا	تیمارها	خطا	تیمارها	
۱۳/۷۰	۱۶/۴۲	۱/۶۶	۲۷/۳۰	۱۴	۶	اندام هوایی
۲/۰۴	۲۱۹/۹۱**	۰/۱۳	۲۷/۸۶	۱۴	۶	ریشه

** معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۷- جدول تجزیه واریانس (غلظت عناصر غذایی پرمصرف در گیاه)

C.V	(F. value)	میانگین مربعات		درجه آزادی		عنصر
		خطا	تیمارها	خطا	تیمارها	
۲۳/۳۹	۵۳/۸۳**	۰/۲۸	۱۵/۱۶	۱۴	۶	نیتروژن
۵/۶۳	۵۹/۹۳**	۰/۰۰	۰/۰۲	۱۴	۶	فسفر
۲/۶۷	۷۸/۳۶**	۰/۰۲	۱/۴۲	۱۴	۶	پتاسیم
۶/۹۸	۳۸/۲۸**	۰/۰۰	۰/۰۶	۱۴	۶	کلسیم
۱۲/۲۶	۲۹/۷۷**	۰/۰۰	۰/۰۹	۱۴	۶	منیزیم

** معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۸- جدول تجزیه واریانس (غلظت عناصر غذایی کم مصرف در گیاه)

C.V	(F. value)	میانگین مربعات		درجه آزادی		عنصر
		خطا	تیمارها	خطا	تیمارها	
۱/۱۶	۵۶۰/۱۹۷**	۲/۱۸	۱۲۲۳۶/۳۰	۱۴	۶	آهن
۱/۵۸	۵۰۶/۷۲**	۰/۷۲	۳۶۶/۰۵	۱۴	۶	روی
۱/۳۷	۱۶/۹۸**	۰/۷۹	۱۳/۴۸	۱۴	۶	منگنز
۲/۳۰	۷۵/۲۲**	۱/۲۳	۹۲/۵۹	۱۴	۶	مس

** معنی دار در سطح ۱٪

کمتری از ورمی کمپوست نسبت به کمپوست حاصل شد. بنابراین استفاده از ورمی کمپوست صرفه جویی بیشتری را در کاهش هزینه های مصرف به همراه خواهد داشت.

سپاسگزاری

کمال تشکر و قدردانی خود را نسبت به کلیه اساتید، دانشجویان و کارمندان محترم گروه مهندسی علوم خاک پردیس کشاورزی دانشگاه تهران که با همکاری خود ما را در انجام این تحقیق یاری رساندند، ابراز می نمایم.

نتیجه گیری

نتایج آزمایش، سودمندی استفاده از کمپوست و ورمی کمپوست زباله شهری را در افزایش عملکرد ذرت و جذب عناصر غذایی نشان داد. چنانچه با مخلوط کردن ۵٪ و ۳٪ (وزنی) از کمپوست و ورمی کمپوست به خاک وزن خشک اندام هوایی به ترتیب به میزان ۱۷۸/۸۲٪ و ۱۷۸/۴۲٪ و وزن خشک ریشه نیز به ترتیب به میزان ۴۹/۴۵٪ و ۵۱/۶۳٪ در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. با توجه به اینکه حداکثر عملکرد با مصرف مقدار

منابع مورد استفاده

- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R and Metzger JD, 2004. Effects of vermicompost produced from food wastes on the growth and yield of greenhouse peppers. *Bioresource Technology* 93:139-144.
- Atiyeh RM, Subler S, Edwards CA and Metzger j, 1999. Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. *Pedobiologia* 43: 1-5.
- Atiyeh RM, Domingues j, Subler S and Edwards CA, 2000. Influence of earthworm- processes pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75: 175-180.
- Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ and Metzger JD, 2002. The influence of humic acids derived from earthworms processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology* 84: 7-14.
- Edwards CA and Burrows I, 1998. The potential of earthworm composts as plant growth media. In: Edwards CA, Neuhauser E (Eds), *Earthworms in Wastes and Environmental Management*. SPB Academic Press, The Hague, Netherland, pp.21-32.
- Gallardo- Lora F and Nogales R, 1987. Effects of application of town refuse compost on the soil- plant system: A review. *Boil. Wastes* 10: 35-62.
- Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A and Shaiatmadari H, 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Plant Nutrition* 27(6): 1107- 1123.
- Hu Y and Barker A, 2004. Effects of compost and their combinations with other materials on nutrient accumulation in tomato leaves. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 35: 2809-2823.
- Mynard AA, 1993. Evaluating the sustainability of MSW compost as a soil amendment in field-growth tomatoes. *Compost Sci Util* 1: 34-36.
- Mynard AA, 1995. Cumulative effect of annual addition of MSW compost on the yield of field-grown tomatoes. *Compost Sci Util* 3: 47-54.
- Orozco FH, Cegarra J, Trujillo LM and Roig A, 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils* 22: 162-166.
- Shi- wei Z and Fu- zhen H, 1991. The nitrogen uptake efficiency from ¹⁵N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast). In: Veeresh GK, Rajagopal D, Virkatamath CA (Eds), *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*. Oxford and IBH Publishing Co, New Dehli, Bombay. Pp. 539-542.
- Subler S, Edwards CA and Metzger J, 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle* 39: 63-66.