

تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و محلول پاشی چای کمپوست بر خصوصیات رشدی گیاه ذرت

راحله افشارمنش^{۱*} - اصغر رحیمی^۲ - بنیامین ترابی^۳ - عبدالرضا اخگر^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۱۸

چکیده

به منظور مطالعه اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و محلول پاشی چای کمپوست بر خصوصیات رشدی گیاه ذرت، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمارها شامل ورمی کمپوست (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد وزنی) و چای کمپوست (محلول پاشی و عدم محلول پاشی) بود. صفاتی که در این آزمایش اندازه‌گیری شد شامل وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، حجم ریشه، غلظت روی، مس، منگنز، آهن، نیتروژن و فسفر اندام هوایی بود. نتایج نشان داد که محلول پاشی چای کمپوست سبب افزایش وزن خشک برگ، ساقه و غلظت آهن در ذرت شد. ورمی کمپوست در سطح ۲۵، ۳۰، ۳۰ و ۱۵ درصد وزنی به ترتیب باعث افزایش وزن خشک برگ، ساقه و غلظت آهن، نیتروژن و روی در اندام هوایی شد. نتایج همچنین نشان داد که در شرایط عدم محلول پاشی چای کمپوست بیشترین وزن خشک ریشه، حجم ریشه و غلظت منگنز، فسفر و مس اندام هوایی به ترتیب در سطوح ۳۰، ۳۰، ۳۰ و ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد و در شرایط محلول پاشی چای کمپوست بیشترین وزن خشک ریشه، حجم ریشه و غلظت منگنز و مس اندام هوایی در تیمار ۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست و بیشترین میزان فسفر اندام هوایی در تیمار ۵ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد. به طور کلی در شرایط محلول پاشی چای کمپوست به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی میزان کود کمتری مورد نیاز است.

واژه‌های کلیدی: حجم ریشه، عناصر پرمصرف، عناصر کم مصرف، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه

مقدمه

خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، کاهش نفوذپذیری، افزایش وزن مخصوص ظاهری و اشکال در نفوذپذیری ریشه گیاه و در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود. بنابراین نیاز فوری به تثبیت و افزایش بهره‌وری از طریق استفاده صحیح کودهای آلی نظیر ورمی کمپوست می‌تواند به غنی‌سازی خاک منطقه ریشه کمک کند (۱۷). ورمی کمپوست غنی از عناصر غذایی ماکرو، میکرو، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، بهبود دهنده‌های رشد (۲۱) و مقادیر زیادی از مواد هیومیکی می‌باشد که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاص، به ویژه آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردد (۲۵). در مطالعه روی سورگوم (*Sorghum bicolor*) نشان داده شد که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک ساقه، ریشه و تحریک رشد شد که تا حد زیادی مربوط به عناصر غذایی موجود در ورمی کمپوست می‌باشد (۹) و در آزمایش دیگر مشاهده شد مصرف ورمی کمپوست در گیاه ذرت باعث افزایش وزن خشک گیاه شد (۱۱). همچنین مصرف ورمی کمپوست در گیاه نخود باعث افزایش وزن خشک و افزایش تجمع پتاسیم، فسفر، نیتروژن، منگنز و آهن شد (۲۹). چای کمپوست از قرار دادن مقدار مشخصی ورمی کمپوست در آب

ذرت با نام علمی *Zea mays* یک گیاه تک لپه ساقه بلند از خانواده گرامینه می‌باشد (۱۴). کشت ذرت در جهان رو به افزایش است و یکی از دلایل اصلی کشاورزان برای کشت آن، مقرون به صرفه بودن آن می‌باشد ولی کمبود مواد مغذی نظیر نیتروژن و فسفر باعث محدودیت تولید شده و منجر به وابستگی کشاورز به کودهای شیمیایی می‌گردد (۱۱). اگرچه از کودهای شیمیایی می‌توان جهت افزایش محصول در واحد سطح استفاده کرد، ولی کاربرد زیاد کودهای شیمیایی با وجود نمک‌های مخرب و قوی در دراز مدت باعث تخریب

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

۴- استادیار، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
* - نویسنده مسئول: (Email: raheleafshar@ymail.com)

بودند. جهت اعمال تیمار درصد وزنی ورمی کمپوست قبل از کشت، وزن گلدان پر شده با خاک اندازه‌گیری شد و ورمی کمپوست به میزان ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد وزنی گلدان به‌ترتیب معادل ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ گرم در گلدان‌های کیلوگرمی به خاک گلدان اضافه و با آن مخلوط گردید. از گلدان‌هایی با ابعاد به قطر ۱۸ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد و هرگلدان تا ۲/۵ سانتی‌متر لبه بالایی آن پر شد. چهل روز پس از کاشت، چای کمپوست با آب مقطر دو برابر رقیق شد و محلول‌پاشی چای کمپوست هر هفته یک مرتبه به میزان ۱۰ میلی‌لیتر به ازای هر گلدان انجام شد. برای تهیه محلول چای کمپوست ترکیب ورمی کمپوست، اسید هیومیک، مخمر، عصاره جلبک دریایی و ملاس چغندر قند به مدت ۲۴ ساعت در آب قرار گرفته و به خوبی هم خورد و با پمپ هوا، هوادهی شد و در نهایت چای کمپوست هوازی آماده شد (۳۲). در جدول ۱ برخی از ویژگی‌هایی خاک مورد استفاده ارائه شده است. همچنین برخی از خصوصیات ورمی کمپوست و چای کمپوست در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. پس از آماده کردن گلدان‌ها داخل هر گلدان ۷ بذر ذرت دانهای هیبرید ۷۱۳ کاشته شد و آبیاری گلدان‌ها تا زمان جوانه‌زنی هر دو روز یک بار انجام شد. پس از جوانه‌زنی آبیاری بسته به نیاز گیاه انجام گرفت. جهت جلوگیری از شسته شدن مواد غذایی زیر هر گلدان زیرگلدانی قرار داده شد و آب خارج شده از هر گلدان دوباره به گلدان برگردانیده شد. پس از استقرار گیاهچه‌ها، گلدان‌ها تنک و در هر گلدان چهار گیاه باقی ماند.

هفتاد روز پس از کاشت، ریشه، ساقه و برگ‌های هر گلدان برداشت شد. برای اندازه‌گیری حجم ریشه، ریشه‌ها در استوانه حاوی آب مقطر با حجم مشخص غوطه‌ور شد و اختلاف حجم اولیه آب و حجم آب پس از غوطه‌ور ساختن ریشه، تعیین‌کننده حجم ریشه است و سپس در آون با دمای ۷۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت. برگ و ساقه در آون با دمای ۷۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت. در نهایت وزن خشک ساقه، ریشه و برگ با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

و هوادهی آن در یک مدت مشخص حاصل می‌شود (۳۲). هوادهی چای کمپوست و افزودن مواد اصلاحی برای افزایش رشد میکروارگانیسم‌های مفید و سرکوب پاتوژن‌های بیماری‌زا می‌باشد، از جمله این مواد افزودنی می‌توان به ملاس، اشنه دریایی (نوعی جلبک دریایی) و هیومیک اسید اشاره کرد. در طول فرآیند تخمیر، میکروارگانیسم‌ها و مواد مغذی محلول در ورمی کمپوست وارد چای کمپوست می‌شوند، سپس چای کمپوست می‌تواند به‌طور مستقیم در خاک مصرف و یا روی گیاه محلول‌پاشی شود. کاربرد چای کمپوست در خاک باعث افزایش رشد ریشه شده که باعث افزایش جذب مواد مغذی توسط گیاه می‌شود (۶). بهبود رشد گیاه بعد از کاربرد چای کمپوست به احتمال زیاد در اثر متقابل چندین فاکتور (مواد مغذی، میکروارگانیسم‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی) می‌باشد (۱۰). تأثیر مثبت چای کمپوست بر رشد گیاه تا حد زیادی به نیتروژن و جیبرلین در چای و جذب مواد غذایی توسط گیاه مرتبط است و مصرف مداوم آن می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و غلظت عناصر معدنی در بافت‌های گیاهی شود (۲۲). نتایج آزمایش نشان داد کاربرد چای کمپوست در کلزا (*Brassica napus*) باعث افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی، محتوای نیتروژن، فسفر و پتاسیم شد و به جز آهن تمام عناصر میکرو به‌طور قابل توجهی افزایش یافت (۲۱). به‌طور کلی آزمایشاتی که تأثیر ورمی کمپوست و محلول‌پاشی چای کمپوست را به تنهایی یا به‌صورت مخلوط با سایر کودها روی گیاهان بررسی کرده‌اند اندک هستند اما نتایج حاکی از بهبود کمیت و کیفیت محصول تحت تأثیر این کودها می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست و محلول‌پاشی چای کمپوست بر خصوصیات رشدی گیاه ذرت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. عامل‌های آزمایشی شامل ورمی کمپوست (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد وزنی) و محلول‌پاشی با چای کمپوست (محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی)

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Chemical and physical traits of soil

Soil texture	K (ppm)	P (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	N (%)	OM (%)	EC mS cm ⁻¹	pH
لوم شنی	318.227	7.137	1.447	0.520	0.519	8.35	0.10	0.65	1.4	8.01

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی ورمی کمپوست
Table 2- Chemical traits of vermicompost

K (%)	P (%)	N (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	EC (mS/cm)	pH
0.55	1.08	1.18	8200	28	93	820	1.63	7.81

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی چای کمپوست
Table 3- Chemical traits of compost tea

K (%)	P (ppm)	N (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	EC (μ S/m)	pH
0.29	2.30	0.25	6689	71	138	376	80	8.1

خصوصیات رشدی

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$) اما اثر متقابل محلول پاشی چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). محلول پاشی چای کمپوست باعث افزایش بیست درصدی وزن خشک برگ ذرت نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۵) که این افزایش وزن خشک احتمالاً مربوط به مواد مغذی در چای کمپوست می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین سطوح ورمی کمپوست نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ (۱۱/۸۰ گرم در بوته) در تیمار ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست به‌دست آمد و با تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین وزن خشک برگ (۲/۲۵ گرم در بوته) در تیمار شاهد بود (جدول ۵).

برای اندازه‌گیری غلظت عناصر، ۰/۵ گرم از اندام هوایی گیاهان تحت هر تیمار در کوره با دمای ۵۵۰ درجه خاکستر شده و با اسید کلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پتاسیم از Flame photometer مدل (Jenway, England)، فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (T80 UV/VI Spectrometer PG Instruments LTD) و عناصر میکرو با استفاده از دستگاه جذب اتمیک مدل (GBC Awanta Australia) استفاده شد. برای اندازه‌گیری نیتروژن از روش کج‌لدال (V) استفاده شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1.3 انجام و جهت مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات برخی خصوصیات رشدی ذرت تحت تأثیر تیمارهای کودی

Table 4- Analysis of variance mean squares of some growth characteristics of maize under treatments fertilizer

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	حجم ریشه Root volume
بلوک Block	2	1.49 ^{ns}	0.87 ^{ns}	96.50 ^{ns}	0.30 ^{ns}
چای کمپوست Compost tea	1	17.29 ^{**}	32.75 ^{**}	402.38 [*]	3.29 ^{ns}
ورمی کمپوست Vermicompost	6	72.39 ^{**}	54.56 ^{**}	629.58 ^{**}	12.19 ^{**}
اثر متقابل Interaction effect	6	0.86 ^{ns}	1.36 ^{ns}	250.75 [*]	6.18 ^{**}
خطا Error	26	1.09	0.60	89.41	0.97
ضریب تغییرات (%) CV	-	15.16	18.73	17.74	16.05

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد
ns, * and ** Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن خشک برگ و ساقه ذرت تحت تأثیر تیمارهای کودی
Table 5- Mean comparison of main effects on leaf and stem dry weight

تیمارهای کودی Treatment fertilizer	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight
چای کمپوست Compost tea	عدم محلول‌پاشی Non foliar 6.05b	3.26b
	محلول‌پاشی Foliar 7.72a	5.03a
ورمی کمپوست vermicompost	۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 0 pot weight vermicompost 2.25e	1.09e
	۵ درصد وزنی ورمی کمپوست 5 pot weight vermicompost 4.11d	1.90de
	۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 10 pot weight vermicompost 5.41c	2.42d
	۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست 15 pot weight vermicompost 5.95c	3.75c
	۲۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 20 pot weight vermicompost 7.94b	4.80b
	۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست 25 pot weight vermicompost 11.80a	10.15a
	۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 30 pot weight vermicompost 10.75a	4.90b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون Duncan در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. Similar letters in each columns indicate no significant difference in the level of one percent

آزمایشی که روی گیاه ذرت انجام شد مصرف چای کمپوست به همراه کود شیمیایی سبب افزایش وزن خشک ساقه شد (۸). همچنین در تحقیق دیگر محلول‌پاشی چای کمپوست به همراه کود شیمیایی باعث افزایش وزن خشک ساقه گندم (*Triticum aestivum*) شد (۲۶). بیشترین وزن خشک ساقه ذرت (*Zea mays*) (۱۰/۱۵) گرم در بوته) در تیمار ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت و کمترین وزن خشک ساقه (۱/۰۹) گرم در بوته) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). احتمالاً افزایش وزن خشک مربوط به عناصر مغذی ورمی کمپوست می‌باشد. گزارش شده است ورمی کمپوست غنی از عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز می‌باشد (۳۵). همچنین سهم عمده ورمی کمپوست در افزایش رشد ممکن است مربوط به افزودن مواد تنظیم‌کننده رشد نظیر هیومیک اسید باشد که باعث افزایش رشد و تجمع ماده خشک می‌شود. استفاده از ورمی کمپوست علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (قارچ‌های میکوریز و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات)، با فراهم کردن دسترسی گیاه به عناصر غذایی مورد نیاز آن مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه و افزایش زیست توده تولیدی می‌شود در آزمایشی که روی لوبیا انجام شد کاربرد ورمی کمپوست با کود شیمیایی سبب افزایش وزن خشک ساقه نسبت به سایر تیمارها شد (۱۹). در آزمایش دیگر روی سورگوم انجام شد افزودن ورمی کمپوست

احتمالاً افزایش وزن خشک گیاه در ارتباط با تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی، خصوصیات میکروبی و زیستی محیط تحت تأثیر کاربرد ورمی کمپوست می‌باشد (۳). همچنین ورمی کمپوست دارای هیومات می‌باشد که دارای اثرات مشابه هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند و وجود آنان همراه مواد آلی در ورمی کمپوست باعث تحریک رشد گیاه (۴) و افزایش ماده خشک تولیدی می‌شود. در تحقیقی دیگر گزارش شد، کاربرد ۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست سبب افزایش وزن خشک برگ اسفناج (*Spinacia oleracea*) شد (۲۴).

وزن خشک ساقه

محلول‌پاشی چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست وزن خشک ساقه را به‌طور معنی‌دار متأثر کرد ($p \leq 0.01$) اما اثر متقابل محلول‌پاشی چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴).

محلول‌پاشی چای کمپوست باعث افزایش پنجاه درصدی وزن خشک ساقه ذرت نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۵). این افزایش وزن خشک احتمالاً مربوط به عناصر میکرو چای کمپوست می‌باشد. چای کمپوست غنی از عناصر میکرو نظیر روی و آهن می‌باشد که در سنتز کلروفیل نقش اساسی دارند (۳۶). افزایش کلروفیل باعث افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش ماده خشک می‌شود (۱۸). در

استریل شده به خاک سبب افزایش وزن خشک ساقه شد (۹). همچنین در تحقیق دیگر کاربرد ۱ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک ساقه ذرت، لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) و بامیه (*Abelmoschus esculentus*) شد (۲۸).

حجم ریشه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، حجم ریشه تحت تأثیر چای کمپوست قرار نگرفت اما ورمی کمپوست و اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست حجم ریشه را در سطح احتمال یک درصد به طور معنی دار متأثر کرد (جدول ۴). براساس نتایج مقایسه میانگین، در شرایط عدم محلول پاشی بیشترین حجم ریشه (۷۲/۵۰ سانتی متر مکعب) در تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد و با تیمار ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی دار نداشت و کمترین حجم ریشه (۲۹/۶۶ سانتی متر مکعب) در تیمار شاهد به دست آمد که با تیمار ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی دار نداشت. در شرایط محلول پاشی چای کمپوست بیشترین حجم ریشه (۶۷/۳۳ سانتی متر مکعب) در تیمار ۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد که با تیمار ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی دار نداشت و کمترین حجم ریشه (۴۵/۳۳ سانتی متر مکعب) در تیمار فاقد کود ورمی کمپوست به دست آمد (شکل ۱). گزارش شده است چای کمپوست حاوی میکروارگانیزم‌هایی است سبب تسریع فرآیند هوموسی شدن ماده آلی خاک شده و باعث بهبود ساختمان خاک می‌شود (۳۴) همچنین افزودن ورمی کمپوست به خاک سبب تخلخل و پوکی خاک می‌شود، تخلخل مناسب خاک باعث بهبود توسعه ریشه (۳۹) و در نتیجه افزایش حجم ریشه می‌شود. در آزمایشی مشاهده کردند با افزایش میزان ورمی کمپوست در خاک حجم ریشه گیاه سورگوم افزایش یافت (۱۲) که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت

وزن خشک ریشه

براساس نتایج به دست آمده، وزن خشک ریشه ذرت به طور معنی داری تحت تأثیر اثرات اصلی چای کمپوست و ورمی کمپوست قرار گرفت. همچنین اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت معنی دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست بر وزن خشک ریشه نشان داد، در شرایط عدم محلول پاشی چای کمپوست بیشترین وزن خشک ریشه (۱۱/۳۴ گرم در بوته) در تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد که با سایر تیمارها تفاوت معنی دار داشت و کمترین وزن خشک ریشه (۴/۱۶ گرم در بوته) در تیمار شاهد به دست آمد که با بسیاری از تیمارها تفاوت معنی دار نداشت. در شرایط

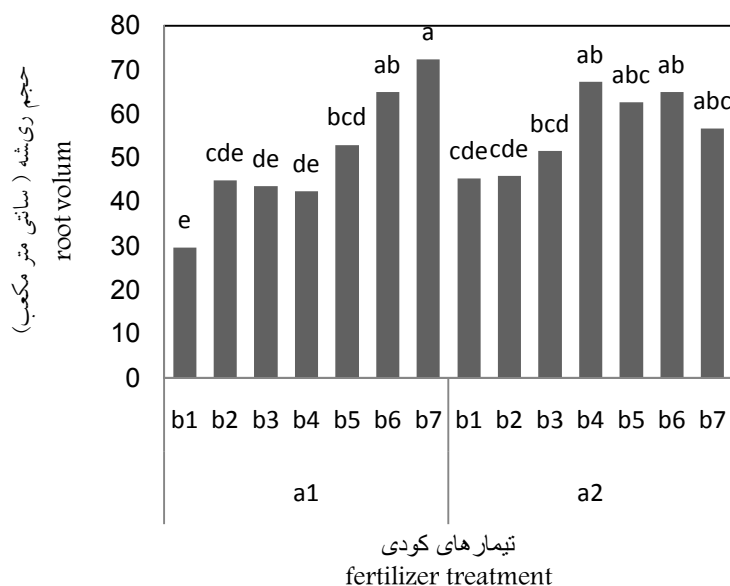
محلول پاشی چای کمپوست، کمترین وزن خشک ریشه (۴/۲۲) گرم در بوته) در تیمار شاهد به دست آمد که با شرایط کاربرد ۵ و ۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی دار نداشت (شکل ۲). گزارش شده چای کمپوست حاوی تنظیم کننده‌های رشد گیاه نظیر جیبرلین است باعث افزایش رشد ریشه (۲۲) شده و دارای اثرات مثبت بر توسعه ریشه اولیه و رشد گیاه با کاربرد برگی و خاکی می‌باشد (۲۰). همچنین ورمی کمپوست اجزا فعال زیستی دارد (۵) که در محیط ریشه می‌توانند تنظیم کننده‌های رشد گیاهی نظیر جیبرلین و سیتوکینین تولید کنند (۳۱) لذا احتمالاً در این آزمایش جیبرلین باعث افزایش رشد ریشه و بیوماس تولیدی ریشه شد. نتایج آزمایش نشان داد محلول پاشی چای کمپوست منجر به افزایش وزن خشک ریشه گیاه شلغم (*Brassica rapa*) شد (۲۱). در تحقیق دیگر محلول پاشی چای کمپوست به همراه کود شیمیایی باعث افزایش وزن خشک ریشه گندم شد (۲۶). در مطالعه روی سورگوم نشان داده شد که مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک ریشه و تحریک رشد شد (۹). همچنین در تحقیق دیگر روی ذرت، لوبیا و بامیه گزارش شد مصرف ۱ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک ریشه ذرت و بامیه نسبت به سایر تیمارها شد (۲۸). در آزمایشی دیگر کاربرد ورمی کمپوست با کود شیمیایی سبب افزایش وزن خشک ریشه لوبیا نسبت به سایر تیمارها شد (۱۹).

غلظت عناصر اندام هوایی

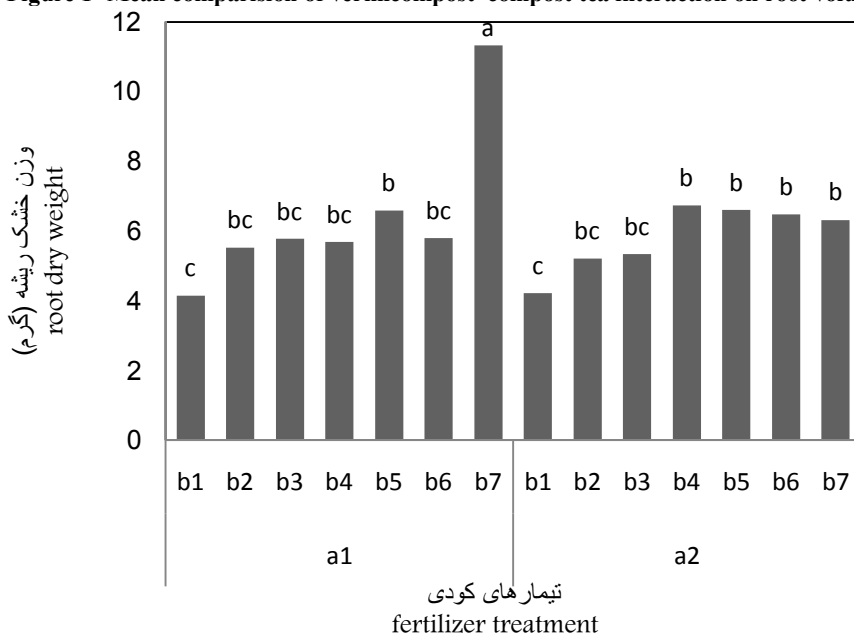
روی

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، ورمی کمپوست میزان روی اندام هوایی را در سطح احتمال پنج درصد به طور معنی دار تحت تأثیر قرار داد، اما چای کمپوست و اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست بر این صفت معنی دار نشد (جدول ۶). نتایج نشان داد با افزایش سطح مصرف کود در خاک میزان جذب روی توسط گیاه افزایش می‌یابد، به طوری که کمترین میزان روی اندام هوایی (۱۲/۸۱ میلی گرم در کیلوگرم) در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۷). گزارش شده است که ورمی کمپوست دارای مقادیر زیادی از مواد هیومیکی می‌باشد که باعث بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاص، به ویژه آهن و روی می‌شود (۲۵).

همچنین عامل اصلی افزایش قابلیت جذب روی در نتیجه مصرف پسماندهای آلی، تشکیل کمپلکس‌های آلی گزارش شده است (۳۰). لذا احتمالاً در این آزمایش مصرف ورمی کمپوست در خاک از طریق تشکیل کمپلکس‌های آلی باعث افزایش جذب روی در گیاه شد. در آزمایشی گزارش شد افزودن ۳ درصد ورمی کمپوست باعث افزایش روی اندام هوایی شد و در آزمایش دیگر روی گاوزبان (*Borago officinalis*) مصرف ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش غلظت روی در برگ و گل شد (۲).



شکل ۱- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست و محلول پاشی چای کمپوست بر حجم ریشه
Figure 1- Mean comparison of vermicompost*compost tea interaction on root volum



شکل ۲- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست و محلول پاشی چای کمپوست بر وزن خشک ریشه

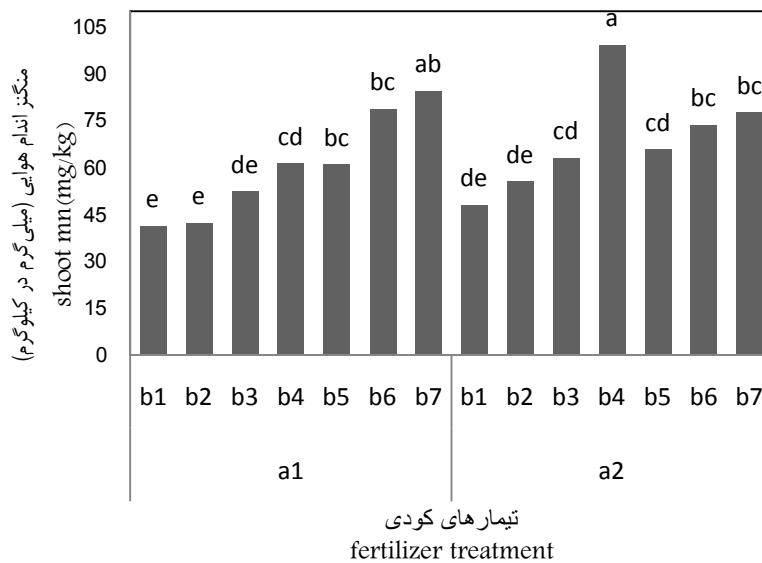
Figure 2- Mean comparison of vermicompost*compost tea interaction on root dry weight

a1 (عدم محلول پاشی چای کمپوست)، a2 (محلول پاشی چای کمپوست)، b1 (۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b2 (۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b3 (۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b4 (۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b5 (۲۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b6 (۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b7 (۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)

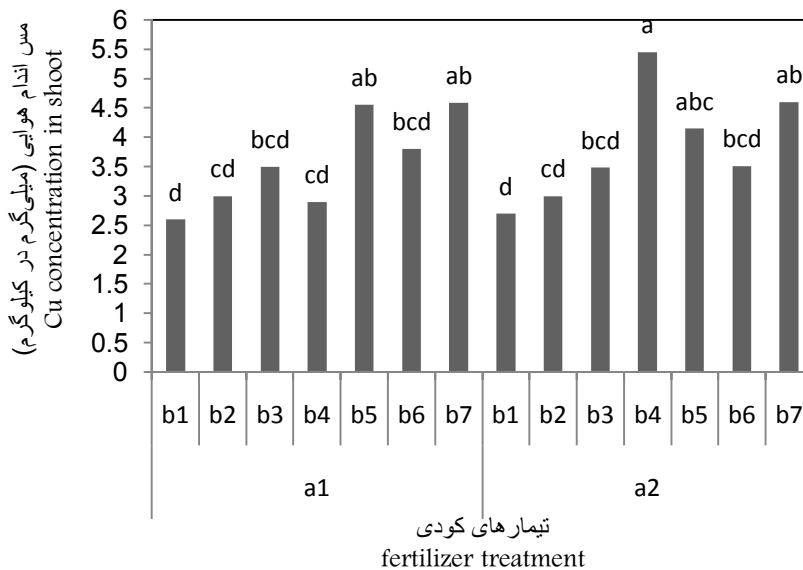
a1 (Non- foliar application compost tea), a2 (foliar application compost tea), b1 (0% pot weight vermicompost), b2 (5% pot weight vermicompost), b3 (10% pot weight vermicompost), b4 (15% pot weight vermicompost), b5 (20% pot weight vermicompost), b6 (25% pot weight vermicompost) and b7 (30% pot weight vermicompost).

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون Duncan در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

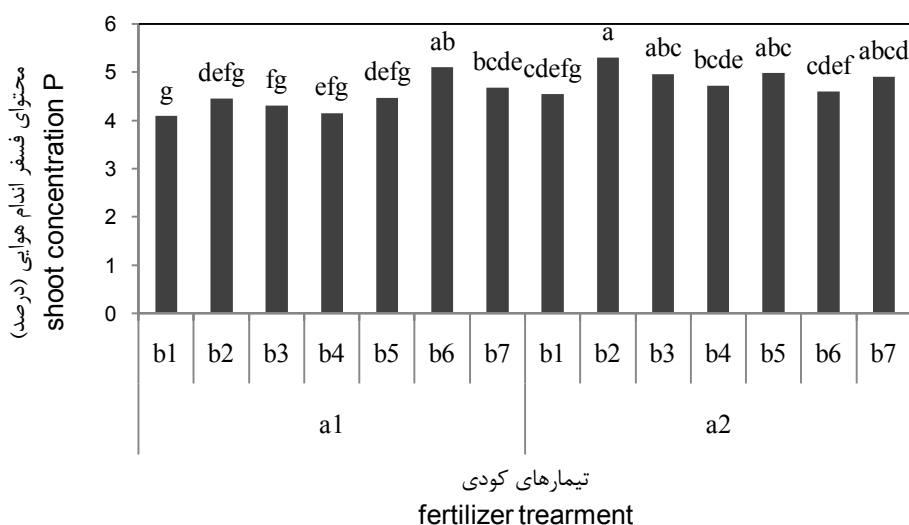
Similar letters in each figure indicate no significant difference in the level of one percent.



شکل ۳- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست و محلول پاشی چای کمپوست بر محتوی منگنز اندام هوایی
 Figure 3- Mean comparison of vermicompost*compost tea interaction on mn concentration of shoot



شکل ۴- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست و محلول پاشی چای کمپوست بر محتوی مس اندام هوایی
 Figure 4- Mean comparison of vermicompost*compost tea interaction on cu concentration of shoot
 a1 (عدم محلول پاشی چای کمپوست)، a2 (محلول پاشی چای کمپوست)، b1 (۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b2 (۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b3 (۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b4 (۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b5 (۲۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b6 (۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b7 (۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)
 a1 (Non- foliar application compost tea), a2 (foliar application compost tea), b1 (0% pot weight vermicompost), b2 (5% pot weight vermicompost), b3 (10% pot weight vermicompost), b4 (15% pot weight vermicompost), b5 (20% pot weight vermicompost), b6 (25% pot weight vermicompost) and b7 (30% pot weight vermicompost).
 میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون Duncan در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.
 Similar letters in each figure indicate no significant difference in the level of one percent.



شکل ۵- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست و محلول پاشی چای کمپوست بر محتوای فسفر اندام هوایی

Figure 5- Mean comparison of vermicompost*compost tea interaction on p concentration of shoot
 a1 (عدم محلول پاشی چای کمپوست)، a2 (محلول پاشی چای کمپوست)، b1 (۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b2 (۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b3 (۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b4 (۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b5 (۲۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b6 (۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست)، b7 (۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست)

a1 (Non- foliar application compost tea), a2 (foliar application compost tea), b1 (0% pot weight vermicompost), b2 (5% pot weight vermicompost), b3 (10% pot weight vermicompost), b4 (15% pot weight vermicompost), b5 (20% pot weight vermicompost), b6 (25% pot weight vermicompost) and b7 (30% pot weight vermicompost).

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون Duncan در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Similar letters in each figure indicate no significant difference in the level of one percent.

جدول ۶- تجزیه واریانس میانگین مربعات عناصر اندام هوایی ذرت تحت تأثیر تیمارهای کودی

Table 6- Analysis of variance mean squares of Shoot element of maize under treatments fertilizer

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات						
		روی Zn	منگنز Mn	مس Cu	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیترژن N
بلوک Block	2	20.84 ^{ns}	8.61 ^{ns}	0.67 ^{ns}	4.23 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	0.146 ^{ns}	0.18 ^{ns}
چای کمپوست Compost tea	1	0.94 ^{ns}	815.32 ^{**}	0.82 ^{ns}	228.20 [*]	0.343 ^{ns}	1.59 ^{**}	0.06 ^{ns}
ورمی کمپوست Vermicompost	6	32.66 [*]	12.13 ^{**}	3.08 ^{**}	293.40 ^{**}	0.890 ^{ns}	0.27 ^{**}	1.96 ^{**}
اثر متقابل Interaction effect	6	18.89 ^{ns}	33.16 [*]	1.55 [*]	54.38 ^{ns}	0.782 ^{ns}	0.29 ^{**}	0.031 ^{ns}
خطا Error	26	11.79	94.83	0.48	46	0.560	0.056	0.040
ضریب تغییرات (%) CV	-	19.96	15.08	18.74	21.38	18.94	5.09	1.35

^{ns}, * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد
 ns, * and ** Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

هوایی را به‌طور معنی‌دار متأثر کرد اما اثر متقابل محلول پاشی چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست بر این صفت معنی‌دار نشد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، محلول پاشی چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست ($p \leq 0.05$) و میزان آهن اندام

در هکتار ورمی کمپوست سبب افزایش آهن در برگ و گل شد (۲). در آزمایش دیگر گزارش شد افزودن ۲۰ تن درهکتار ورمی کمپوست غنی شده با سنگ فسفات باعث افزایش میزان آهن لوبیا چشم بلبلی (*vigna unguiculata*) شد (۱۶).

نیترژن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، ورمی کمپوست میزان نیترژن اندام هوایی را در سطح احتمال یک درصد به طور معنی دار متأثر کرد، اما چای کمپوست و اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست بر این صفت معنی دار نشد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد، با افزایش سطح ورمی کمپوست در خاک نیترژن جذب شده توسط گیاه نیز افزایش یافت. به طوری که بیشترین میزان نیترژن اندام هوایی (۳/۶۱ درصد) در تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد که با سایر تیمارها تفاوت معنی دار داشت و کمترین میزان نیترژن اندام هوایی (۱/۹۰ درصد) در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۷). ورمی کمپوست دارای عناصر غذایی به فرم قابل جذب برای گیاهان می باشد و عناصری مانند نیترژن به فرم نیترات در ورمی کمپوست به راحتی برای گیاهان قابل جذب هستند (۳۸).

(جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد محلول پاشی چای کمپوست سبب افزایش پانزده درصدی میزان آهن اندام هوایی شد (جدول ۷). چای کمپوست حاوی هیومیک اسید و فولویک اسید می باشد (۴) که جذب عناصر میکرو را تنظیم می کنند. همچنین گزارش شده است که اسید هیومیک می تواند با عناصر کم مصرف خاک کمپلکس تشکیل دهد و قابلیت دسترسی آن ها برای گیاه را افزایش دهد (۱۵). احتمالاً در این آزمایش هیومیک اسید موجود در چای باعث افزایش جذب آهن در شرایط محلول پاشی چای کمپوست شد. در مطالعه روی ذرت محلول پاشی ۵۰۰ ppm چای کمپوست با NPK ۱۶۰ گرم در لیتر عناصر میکرو مورد نیاز گیاه را تأمین کرد (۸). نتایج مقایسه میانگین سطوح ورمی کمپوست نشان داد بیشترین میزان آهن اندام هوایی (۴۱/۰۸ میلی گرم در کیلوگرم) در تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست به دست آمد که با تیمار ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی دار نداشت و کمترین میزان آهن اندام هوایی (۲۰/۵ میلی گرم در کیلوگرم) در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۷). ورمی کمپوست دارای سطح ویژه بالا می باشد که باعث افزایش ظرفیت نگهداری آن برای عناصر غذایی (۳۳) به شکل قابل دسترس برای رشد گیاهان می شود. در آزمایشی که روی ذرت انجام شد افزودن ۵ درصد ورمی کمپوست سبب افزایش آهن در گیاه شد (۳۸). همچنین در آزمایشی که روی گاوزبان انجام شد مصرف ۴۰ تن

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی عناصر اندام هوایی ذرت تحت تأثیر تیمارهای کودی

Table 7- Mean comparison of main effects on shoot elements

تیمارهای کودی Treatment fertilizer	روی Zn	آهن Fe	نیترژن N	
چای کمپوست Compost tea	عدم محلول پاشی Non foliar	17.05a	29.38b	2.75a
	محلول پاشی Foliar	17.35a	34.04a	2.68a
	۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 0 pot weight vermicompost	12.81b	20.54c	1.90e
	۵ درصد وزنی ورمی کمپوست 5 pot weight vermicompost	16.50a	27.76bc	2.26d
	۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 10 pot weight vermicompost	19.45a	33.21ab	2.61c
ورمی کمپوست Vermicompost	۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست 15 pot weight vermicompost	19.78a	38.45a	2.53c
	۲۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 20 pot weight vermicompost	16.40ab	27.78bc	3.03b
	۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست 25 pot weight vermicompost	17.78a	33.17ab	3.08b
	۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست 30 pot weight vermicompost	17.66a	41.08a	3.61a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون Duncan در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری ندارند. Similar letters in each columns indicate no significant difference in the level of one percent

صفت معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست مس اندام هوایی نشان داد در شرایط عدم محلول‌پاشی چای کمپوست بیشترین میزان مس اندام هوایی (۴/۵۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست بود و با تیمار ۱۰، ۲۰ و ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین میزان مس اندام هوایی (۲/۶۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار شاهد بود و با تیمار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت. همچنین در شرایط محلول‌پاشی چای کمپوست بیشترین میزان مس اندام هوایی (۵/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار ۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست بود و با تیمار ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین میزان مس اندام هوایی (۲/۷۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار فاقد کود بود و با تیمار ۵، ۱۰ و ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۴). گزارش شده چای کمپوست حاوی موادی نظیر هیومیک اسید و فولویک اسید است که بسیاری از فرایندهای درون گیاه نظیر جذب عناصر ماکرو و میکرو را تنظیم می‌کند (۸). همچنین ورمی کمپوست غنی از عناصر میکرو می‌باشد (۲۱). احتمالاً در این آزمایش با کاربرد ورمی کمپوست عناصر میکرو بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفت و با محلول‌پاشی چای کمپوست هیومیک اسید موجود در چای کمپوست باعث جذب بیشتر عناصر غذایی با کاربرد کمتری از کود ورمی کمپوست شد. در آزمایشی گزارش شد افزودن ۲۰ تن درهکتار ورمی کمپوست غنی شده با سنگ فسفات باعث افزایش میزان مس در برگ لوبیا چشم بلبلی شد (۱۶).

فسفر

براساس نتایج مشاهده شده چای کمپوست و ورمی کمپوست میزان فسفر اندام هوایی را به‌طور معنی‌دار متأثر کرد. همچنین اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی چای کمپوست و سطوح ورمی کمپوست فسفر اندام هوایی نشان داد در شرایط عدم محلول‌پاشی چای کمپوست بیشترین میزان فسفر اندام هوایی (۵/۱۱ درصد) در تیمار ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست بود و با تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین میزان فسفر اندام هوایی (۴/۱۰ درصد) در تیمار شاهد بود و با تیمار ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت. همچنین در شرایط محلول‌پاشی چای کمپوست بیشترین میزان فسفر اندام هوایی (۵/۳۱ درصد) در تیمار ۵ درصد وزنی ورمی کمپوست بود و با تیمار ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد

در آزمایشی که روی گیاه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) انجام شد نشان دادند کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش نیتروژن اندام هوایی گوجه فرنگی نسبت به تیمار شاهد شد (۱۳) که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. در نتایج آزمایشی بیان شد افزودن ۵ درصد ورمی کمپوست به خاک باعث افزایش نیتروژن برگ ذرت شد (۳۸). گزارش شده است که مصرف ۴۰ تن درهکتار ورمی کمپوست به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی سبب افزایش نیتروژن برگ ذرت شد (۲۷). محققین دیگر نیز گزارش کردند مصرف ورمی کمپوست باعث افزایش تجمع نیتروژن نخود (*Cicer arietinum*) شد (۲۹).

منگنز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثرات اصلی ورمی کمپوست و چای کمپوست میزان منگنز اندام هوایی را به‌طور معنی‌دار متأثر کرد. همچنین اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۶). در شرایط عدم محلول‌پاشی با افزایش سطح ورمی کمپوست در خاک میزان جذب منگنز توسط گیاه افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین میزان منگنز اندام هوایی (۸۴/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار ۳۰ درصد وزنی ورمی کمپوست بود و با تیمار ۲۵ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین میزان منگنز اندام هوایی (۴۱/۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار شاهد بود و با تیمار ۵ و ۱۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت. همچنین در شرایط محلول‌پاشی چای کمپوست بیشترین میزان منگنز اندام هوایی (۹۹/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار ۱۵ درصد وزنی ورمی کمپوست بود و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین میزان منگنز اندام هوایی (۴۸/۰۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار فاقد کود بود و با تیمار ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۳). گزارش شده ورمی کمپوست حاوی اسیدهای آلی نظیر هیومیک اسید و فولویک اسید است (۱۰) که جذب عناصر غذایی را تنظیم می‌کنند. بنابراین احتمالاً در این آزمایش هیومیک اسید باعث افزایش جذب عناصر غذایی شده است. گزارش شده است که افزودن ۲۰ تن درهکتار ورمی کمپوست غنی شده با سنگ فسفات باعث افزایش میزان منگنز اندام هوایی لوبیا چشم بلبلی شد (۱۶).

مس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر چای کمپوست بر میزان مس اندام هوایی معنی‌دار نبود اما ورمی کمپوست و اثر متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست در سطح احتمال پنج درصد بر این

پاشش چای کمپوست روی گیاه قابلیت جذب عناصر غذایی افزایش می‌یابد، در واقع با فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه باعث بهبود رشد و عملکرد می‌شوند. به‌طور کلی کاربرد کودهای آلی باعث افزایش مواد آلی در خاک می‌شود که قابلیت جذب آهن، روی، مس، منگنز، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک را بالا می‌برد و با پاشش چای کمپوست روی گیاه سرعت انتقال عناصر غذایی افزایش می‌یابد و عناصر غذایی مستقیماً وارد اندام هوایی می‌شوند، بنابراین قابلیت جذب عناصر غذایی افزایش می‌یابد، در واقع با فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و افزایش فتوسنتز، رشد و عملکرد گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. ورمی کمپوست از طریق بهبود ساختمان خاک، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و زیستی خاک باعث بهبود رشد گیاه شده که پیامد آن افزایش عملکرد گیاه می‌باشد. در مجموع نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد در غالب صفات مورد بررسی، تلفیق ورمی کمپوست و چای کمپوست برتری قابل توجهی را نسبت به کاربرد جداگانه آن‌ها دارد و با توجه به نتایج حداکثر وزن خشک و عناصر مغذی با مصرف مقدار کمتری از ورمی کمپوست در شرایط محلول پاشی چای کمپوست حاصل شد بنابراین استفاده تلفیقی از چای کمپوست و ورمی کمپوست توصیه می‌شود.

وزنی ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت و کمترین میزان فسفر اندام هوایی (۴/۵۵ درصد) در تیمار فاقد کود بود و به جز تیمار ۵ درصد وزنی ورمی کمپوست با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار نداشت (شکل ۵). گزارش شده است چای کمپوست حاوی مواد معدنی و میکروارگانسیم‌هایی نظیر میکروارگانسیم‌های محلول‌کننده فسفر می‌باشد که فسفر غیر قابل حرکت را به اشکال متحرک تبدیل می‌کنند (۲۳). همچنین ورمی کمپوست نیز دارای میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفر می‌باشد (۱۹). افزودن ورمی کمپوست به خاک باعث افزایش فسفر خاک می‌شود (۳۷). لذا احتمالاً در این آزمایش میکروارگانسیم‌های محلول‌کننده فسفر، فسفر غیر قابل حرکت را به اشکال متحرک تبدیل کرده و باعث افزایش جذب فسفر در گیاه شده است. گزارش شده افزودن ۴۰ درصد حجمی ورمی کمپوست باعث افزایش میزان فسفر برگ گوجه فرنگی شد (۱) و در آزمایش دیگر گزارش شد افزودن ۲۰ تن درهکتار ورمی کمپوست غنی شده باعث افزایش میزان فسفر لوبیا چشم بلبلی شد (۱۶).

نتیجه‌گیری

ورمی کمپوست و چای کمپوست از نظر مواد مغذی قابلیت مقایسه با سایر کودهای آلی را دارند. با کاربرد ورمی کمپوست در خاک و

References

1. Abrishamchi, P., Ganjali, A., Beikhhurmizi, A., and Avan, A. 2014. Effect of vermicompost on germination and seedling growth of varieties mobile and superorbina tomato. *Journal of Horticulture Science* 27 (4): 383-393. (in Persian with English abstract).
2. Ahmadabadi, Z., Ghajar Sepanlou, M., and Bahmanyar, M. A. 2011. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage (*Borago officinalis*). *Journal of Crop Improvement* 13 (2): 1-12. (in Persian with English abstract).
3. Atiyeh, R., Arancon, N., Edwards, C., and Metzger, J. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75: 175-180.
4. Atiyeh, R., Lee, S., Edwards, C., Arancon, N., and Metzger, J. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology* 84: 7-14.
5. Bachman, G., and Metzger, J. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology* 99: 3155-3161.
6. Bess, V. H. 2000. Understanding compost tea. *Biocycle* 41: 71-72.
7. Bremner, J. 1965. Total nitrogen. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties* 1149-1178.
8. Carlos, G. G. R., Dendooven, L., and Antonio, G. M. F. 2008. Vermicomposting leachate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (*Zea mays* L.) forage production. *Asian Journal of Plant Sciences* 7 (4): 360-367.
9. Cavender, N. D., Atiyeh, R. M., and Knee, M. 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of *Sorghum bicolor* L. at the expense of plant growth. *Pedobiologia* 47: 85-89.
10. Edwards, C. A., Arancon, N. O., and Greytak, S. 2006. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. *Biocycle* 47: 28-31.
11. Gutierrez-Miceli, F., Moguel-Zamudio, B., Abud-Archila, M., Gutierrez-Oliva, V., and Dendooven, L. 2008a. Sheep manure vermicompost supplemented with a native diazotrophic bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. *Bioresource Technology* 99: 7020-7026.
12. Hameeda, B., Harini, G., Rupela, O., and Reddy, G. 2007. Effect of composts or vermicomposts on sorghum growth and mycorrhizal colonization. *African Journal of Biotechnology* 6: 9-12.
13. Hashemimajid, K., Kalbasi, M., Golchin, A., and Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicompost and

composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of plant Nutrition*, 27: 1107-1123.

14. Kazemi Arbat, H. 2007. *The Cereal*. Tehran university publication center, Tehran. (in Persian with English abstract).
15. Khan, M., and Scullion, J. 2002. Effects of metal (Cd, Cu, Ni, Pb or Zn) enrichment of sewage-sludge on soil micro-organisms and their activities. *Applied Soil Ecology* 20: 145-155.
16. Kumari, M., and Ushakumari, K. 2002. Effect of vermicompost enriched with rock phosphate on the yield and uptake of nutrients in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Tropical Agriculture* 40: 27-30.
17. Malathesh, G. 2005. Nutrient substitution through organics in maize. *University of Agricultural Sciences* 6: 1-131.
18. Mariotti, M., Ercoli, L., and Masoni, A. 1996. Spectral properties of iron-deficient corn and sunflower leaves. *Remote Sensing of Environment* 58: 282-288.
19. Manivannan, S., Batamurugan, M., Parthasarathi, K., Gunasekaran, G., and Ranganathan, L. 2009. Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity-beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Environmental Biology* 30 (2): 275-281.
20. Pant, A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., Talcott, S. T., and Krenek, K. A. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 2383-2392.
21. Pant, A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., and Arancon, N. 2011. Effects of vermicompost tea (aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Science and Utilization* 19 (4): 279-292.
22. Pant, A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., and Paull, R. E. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. *Scientia Horticulturae* 148: 138-146.
23. Paterson, E. 2003. Importance of rhizodeposition in the coupling of plant and microbial productivity. *European Journal of Soil Science* 54: 741-750.
24. Peyvast, J. G., Olfati, S., and Forghani, A. 2008. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment* 6: 110-113.
25. Rashtbari, M., and Alikhani, H. A. 2012. Effect and efficiency of municipal solid waste compost and vermicompost on morpho-physiological properties and yield of canola under drought Stress. *Journal of Agriculture and Sustainable Production* 22 (2): 114-127. (in Persian with English abstract).
26. Reeve, J. R., Carpenter-Boggs, L., Reganold, J. P., York, A. L., and Brinton, W. F. 2010. Influence of biodynamic preparations on compost development and resultant compost extracts on wheat seedling growth. *Bioresource Technology* 101: 5658-5666.
27. Rezvantalab, N., Pirdashti, H., Bahmanyar, M. A., and Abbasyan, A. 2012. Effect of different types and amounts of organic and chemical fertilizer on content of macro elements leaf and seed corn. *Research Journal of Plant Science* 3: 20-30. (in Persian with English abstract).
28. Roy, S., Arunachalam, K., Dutta, B. K., and Arunachalam, A. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. *Applied Soil Ecology* 45: 78-84.
29. Sahni, S., Sarma, B., Singh, D., Singh, H., and Singh, K. 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. *Crop Protection* 27: 369-376.
30. Schmidt, U. 2003. Enhancing phytoextraction. *Journal of Environmental Quality* 32: 1939-1954.
31. Singh, R., Sharma, R., Kumar, S., Gupta, R., and Patil, R. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria xananassa* Duch.). *Bioresource Technology* 99: 8507-8511.
32. Scheuerell, S. J., and Mahaffee, W. F. 2004. Compost tea as a container medium drench for suppressing seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology* 94: 1156-1163.
33. Shi-Wei, Z., and Fu-Zhen, H. 1991. The nitrogen uptake efficiency from 15N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast). *Advances in management and conservation of soil fauna*. 539-542.
34. Shrestha, K., Shrestha, P., Adetutu, E. M., Walsh, K. B., Harrower, A. S., Ball, D., and Midmore, J. 2011. Changes in microbial and nutrient composition associated with rumen content compost incubation. *Bioresource Technology* 102: 3848-3854.
35. Shrestha, K., Shrestha, P., Walsh, K. B., Harrower, K. M., and Midmore, D. J. 2011. Microbial enhancement of compost extracts based on cattle rumen content compost characterisation of a system. *Bioresour Technology* 102: 8027-8034.
36. Tejada, M., and González, J. 2009. Application of two vermicomposts on a rice crop: effects on soil biological properties and rice quality and yield. *Agronomy Journal* 101: 336-344.
37. Theunissen, J., Ndakidemi, P., and Laubscher, C. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on

- the growth and nutrient status in vegetable production. *International Journal of the Physical Sciences* 5: 1964-1973.
38. Yaghtin, Sh., Moez Ardalan, M. Shorafa, M., and Alikhani, H. A. 2009. Effects of municipal compost and vermicompost on growth and nutrient uptake of corn. *Journal of water and soil* 19 (2): 211-213. (in Persian with English abstract).
39. Yagi, R., Ferreira, M. E., Cruz, M. C. P. D., and Barbosa, J. C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Scientia Agricola* 60: 549-557.

Effects of Vermi compost and Compost tea Application on the Growth criteria of Corn (*Zea mays*)

R. Afsharmanesh¹ - A. Rahimi² - B. Torabi³ - A. Akhgar⁴

Received: 16-07-2014

Accepted: 09-08-2015

Introduction

Maize (*Zea mays*) is a cereal crop that is grown widely throughout the world in a range of agroecological environments. Its value as a cost-effective ruminant feed is one of the main reasons that farmers grow it. However, lack of nutrients such as N and P, are the principal obstacles - to crop production under low input agricultural systems leading to dependency on chemical fertilizers. Long-term use of chemical fertilizers destroy soil physicochemical properties and it reduced permeability which restricts root growth, nutrient uptake and plant production. Therefore, the use of organic fertilizers can help to enrich the soil root zone As a result growth and yield will improve.

Materials and Methods

In order to study the effects of different levels of vermicompost and foliar application of tea compost on growth characteristics of the hybrid maize genotype 713, a greenhouse experiment was conducted as a factorial experiment in randomized complete block design with three replications at the Vali-e-Asr University of Rafsanjan, during 2013. Treatments were included vermicompost (0, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% pot weight) and tea composts (foliar application, non-foliar application). Measured traits were included root dry weight, root volume, leaf dry weight, stem dry weight, macro nutrient concentration (N and P) and micro nutrient concentration (Zn, Mn, Fe and Cu). All the data were subjected to the statistical analysis (two-way ANOVA) using SAS software (SAS 9.1.3). Differences between the treatments were performed by Duncan's multiple range test (DMRT) at 1% confidence interval.

Results and Discussion

Results indicated that leaf and stem dry weight affected by the application of vermicompost and tea compost. However, the interaction effects had no significant effects on the leaf and stem dry weight. Application of tea compost increased 20% and 50% leaf dry weight and stem dry weight of corn compared to non-foliar application, respectively. The highest leaf dry weight and stem dry weight observed at 25% pot weight vermi compost, and lowest leaf and stem dry weight observed in control. Root volume and root dry weight affected by the interaction effects of vermi compost and tea composts. The highest root dry weight and root volume observed in 30% weight in non-foliar application condition. The highest root dry weight and root volume observed in 15% pot weight in tea compost application condition. It is also resulted that Fe concentration of shoot had affected by the application of tea compost, and using vermi compost affected the concentration of Zn, Fe and N in shoot. Application of tea compost increased 15% Fe concentration of shoot compared to non-foliar application. Using vermi compost of 30, 30 and 15% per pot weight increased concentration of Fe, N and Zn of corn shoot, respectively.

Result indicated that Mn, Cu and P concentration of corn shoot affected by interaction effects of vermicompost tea compost. It is also resulted that the highest concentration of Mn, and Cu observed in 15% pot weight in tea compost application condition and the highest concentration of P observed in 5% pot weight in tea compost application.

1- MSc student of agronomy, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

4- Assistant Professor, Department of Soil Sciences, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

(*- Corresponding Author Email: raheleafshar@ymail.com)

Conclusions

Nutrient contents of vermicompost and tea compost are comparable with other organic fertilizers. Totally, it seems that using tea compost foliar application due to bioavailability nutrient could decrease the amount of vermicompost application.

Keywords: Leaf dry weight, Macro nutrient, Micro nutrient, Root volume, Stem dry weight