نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۸۴۷-۸۳۴

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 834-847

تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی برگی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* L.)

اصغر رحیمی[1*] و علی اکبر پورمحمدی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۷

رحیمی، ا.، و پور محمدی، ع، ا. ۱۳۹۶. تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی برگی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳): ۸۳۴-۸۴۷.

چکیده

یکی از راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت محصولات کشاورزی به کارگیری کودهای آلی در تولید محصولات می‌باشد. بر این اساس به منظور بررسی تأثیر کاربرد کود ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی چای‌کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد در گیاه اسفرزه (*Plantago ovata* L.) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمارها شامل کاربرد ورمی‌کمپوست (صفر، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ تن در هکتار) به عنوان فاکتور اول و محلول‌پاشی (آب مقطر به عنوان شاهد، چای‌کمپوست و اسیدهیومیک) به عنوان فاکتور دوم بود. نتایج نشان داد کاربرد ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، تعداد سنبله، شاخص برداشت، عملکرد موسیلاژ و عملکرد دانه داشت. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۴۵/۹ گرم در مترمربع) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۸ و ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نداشت و کمترین آن از شاهد (۲۳/۷ گرم در مترمربع) به‌دست آمد. همچنین محلول‌پاشی چای‌کمپوست عدد اسپد، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، تعداد سنبله، تعداد دانه و عملکرد موسیلاژ را به طور معنی‌داری افزایش داد و بیشترین عملکرد دانه (۴۴/۶ گرم در مترمربع) نیز از محلول‌پاشی چای‌کمپوست به‌دست آمد. در مجموع از لحاظ اقتصادی، کاربرد کود زیستی ورمی‌کمپوست به میزان هشت تن در هکتار و محلول‌پاشی چای‌کمپوست برای افزایش عملکرد دانه و اجزای آن در گیاه اسفرزه مناسب به‌نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: اسپد، چای کمپوست، شاخص برداشت، فاکتور تورم، موسیلاژ

مقدمه

گیاهان دارویی در صنایع مختلف نقش مهمی را ایفا می‌کنند و علاوه بر آن امروزه به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ghasemi et al., 2013). اسفرزه با نام علمی *Plantago ovata* متعلق به تیره بارهنگ[2] گیاهی یک‌ساله بوده و ارزش بذرهای آن ناشی از کمیت و کیفیت موسیلاژ موجود در لایه‌های سطحی پوست دانه می‌باشد (Nadjafi & Rezvani Moghaddam, 2002). موسیلاژ این گیاه از گروه داروهای ملین و لعاب‌دار است که به دلیل خاصیت جذب آب (هیدروفیل) باعث حجیم شدن مواد محتوی روده و دفع یبوست می‌گردد (Matur et al., 2006).

امروزه کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در زمین‌های زراعی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است که علاوه بر هزینه‌های اضافی، اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارد. استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاک بدون جایگزینی مناسب نیز

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: rahimiasg@gmail.com)
DOI:10.22067/jag.v9i3.55282
۲- Plantaginaceae

باعث کاهش توان تولیدی و عناصر غذایی خاک شده است. در نتیجه برای رهایی از این مشکلات و مدیریت حاصل‌خیزی خاک، حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک توصیه می‌شود و بدین ترتیب نیاز به مصرف کودهای آلی برای تغذیه گیاه افزایش پیدا می‌کند (Jeyabal & Kupposwamy, 2001). یکی از راه‌های افزایش ماده آلی خاک استفاده از کودهای آلی از قبیل ورمی‌کمپوست می‌باشد.

ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی می‌باشد که در نتیجه هضم بقایای آلی ضمن عبور از دستگاه گوارش کرم‌ها به وجود می‌آید. عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست مانند نیترات، فسفر تبادلی و پتاسیم محلول به شکل کاملاً قابل استفاده برای گیاه می‌باشند (Orozco et al., 1996). همچنین به‌دلیل کاهش سطح آلاینده‌ها و داشتن میزان بالای جمعیت میکروبی و عناصر غذایی، در حال حاضر به عنوان یکی از بهترین کودهای زیستی مطرح شده است (Ravindran et al., 2008).

چای‌کمپوست نیز یک محصول فرعی حاصل از ورمی‌کمپوست می‌باشد که باعث افزایش رشد گیاه می‌شود. تأثیر مثبت چای‌کمپوست بر رشد گیاه تا حد زیادی به نیتروژن و جیبرلین در چای و جذب مواد مغذی توسط گیاه مرتبط است و مصرف مداوم آن می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و غلظت مواد معدنی در بافت‌های گیاهی شود (Pant et al., 2012). دلیل عمده استفاده از چای‌کمپوست، انتقال توده میکروبی، مواد ارگانیک و ترکیبات شیمیایی محلول به خاک و گیاهان است که باعث افزایش رشد گیاه می‌شود و به‌دلیل محلول‌پاشی روی برگ، نسبت به عرضه کودهای آلی در خاک به راحتی مواد غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم می‌کند (Hargreaves et al., 2009).

اسید هیومیک اصلی‌ترین بخش مواد هیومیکی و مهم‌ترین جزء ماده آلی خاک (هوموس) را تشکیل می‌دهد. اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری آلی طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید که باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (Ghorbani et al., 2010). در مطالعه‌ای آیاس و گالسر (Ayas & Gulser, 2005) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود. در مطالعه‌ای کاربرد کود اسیدهیومیک موجب افزایش وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل در لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L. Walp) شد (Astaraei & Ivani, 2008). به‌طورکلی، آزمایشاتی که تأثیر ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی چای‌کمپوست و اسیدهیومیک را به‌تنهایی یا به صورت مخلوط با سایر کودها روی گیاهان دارویی بررسی کرده باشد اندک است، اما نتایج آزمایشات انجام شده حاکی از بهبود کمیت و کیفیت محصول تحت تأثیر این کودها می‌باشد.

هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی چای‌کمپوست و اسیدهیومیک بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد اسفرزه (*Plantago ovata* L.) در ارتباط با کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نیل به کشاورزی پایدار بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. عامل‌های آزمایشی شامل کاربرد ورمی‌کمپوست در پنج سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ تن در هکتار) به عنوان عامل اول و عامل دوم شامل سه سطح محلول پاشی آب مقطر به عنوان شاهد، چای‌کمپوست و اسیدهیومیک بود. قبل از انجام آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). برخی از خصوصیات ورمی‌کمپوست، چای‌کمپوست و اسیدهیومیک نیز در جدول ۲ ذکر شده است.

پس از انجام عملیات آماده‌سازی زمین که شامل شخم، دیسک و تسطیح بود کود ورمی‌کمپوست به میزان لازم هر تیمار به خاک اضافه و سپس به‌طور کامل با لایه سطحی مخلوط شد. کود ورمی-کمپوست از مزرعه تولید ورمی‌کمپوست دانشگاه ولیعصر رفسنجان تهیه شد. عملیات کاشت در اواخر بهمن ماه سال ۱۳۹۲ به صورت دستی و با مخلوط کردن بذر اسفرزه همراه با ماسه بادی با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر انجام گرفت. به-منظور تسهیل در سبز شدن بذور، اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری‌های بعدی هر شش روز یک‌بار تا پایان فصل رشد انجام شد. بعد از سبز شدن و استقرار کامل بوته‌ها، عملیات تنک در مرحله ۶-۴ برگی برای دست‌یابی به تراکم مطلوب (۷۰ بوته در متر مربع) انجام گرفت. محلول‌پاشی از مرحله ۸-۷ برگی تا مرحله گل‌دهی هر دو هفته یک‌بار در صبح صورت گرفت. برای تهیه محلول چای‌کمپوست

ترکیب ۵۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، ۲۵ سی‌سی اسید هیومیک، ۵ گرم مخمر، ۲۵ سی‌سی عصاره جلبک دریایی و ۲۵ سی‌سی ملاس چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) به مدت ۲۴ ساعت در ۵۰ لیتر آب قرار گرفته و به خوبی هم خورد و با پمپ هوا، هوادهی شد و در نهایت، چای‌کمپوست هوازی آماده گردید و با همین غلظت محلول-پاشی گردید (Bess, 2000).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1-Physical and Chemical characteristics of soil

بافت Texture	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن (درصد) N (%)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$)	مس (میلی گرم بر کیلوگرم) Cu ($mg.kg^{-1}$)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم) Zn ($mg.kg^{-1}$)	منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم) Mn ($mg.kg^{-1}$)	هدایت الکتریکی (میلی زیمنس بر متر) Ec ($mS.m^{-1}$)	pH
لوم شنی Sandy loam	0.93	381	12	0.10	1.44	0.82	0.519	8.35	6.5	7.8

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست، چای‌کمپوست و اسیدهیومیک

Table 2- Chemical characteristics of vermicompost, compost tea and acid humic

	pH	شوری (میلی زیمنس بر متر) EC ($mS.m^{-1}$)	منگنز Mn	روی Zn	مس Cu	آهن Fe	فسفر P	نیتروژن (درصد) N (%)	پتاسیم (درصد) K (%)
			(میلی گرم بر کیلوگرم) ($mg.kg^{-1}$)						
ورمی‌کمپوست Vermi compost	7.81	1.63	450	142	42	5200	3.45	1.03	0.55
چای‌کمپوست Compost tea	8.1	1.97	361	112	61	4525	2.15	0.23	0.31
اسیدهیومیک Acid humid	7.95	1.85	415	105	48	4845	2.55	0.85	0.48

اسیدهیومیک مورد استفاده در این آزمایش از نوع هومی پاور-پلاس ساخت کشور اسپانیا بوده که دارای هفت درصد اسیدهیومیک و سه درصد اسیدهای آمینه است و مقدار مصرف آن پنج لیتر در هکتار بود. در مرحله گلدهی ۱۰ بوته متوالی از هر کرت انتخاب و صفات سطح برگ[۱] و عدد اسپد[۲] در آن‌ها اندازه‌گیری شد. با شروع علائم ظاهری گیاه هم‌چون زردی و خشک شدن برگ‌ها و صورتی رنگ شدن بذرها عملیات برداشت در اواسط خرداد ماه صورت گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد، با حذف اثرات حاشیه‌ای بوته‌های یک مترمربع جمع‌آوری و برای اندازه‌گیری اجزاء عملکرد، ده بوته به صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه، فاکتور تورم، درصد موسیلاژ، عملکرد موسیلاژ و شاخص برداشت بود. به منظور ارزیابی شاخص‌های کیفی بذر اسفرزه، مقدار موسیلاژ (درصد) و فاکتور تورم (میلی‌لیتر) با استفاده از روش شارما و کول (Sharma & Koul, 1986) اندازه‌گیری و تعیین شد.

تجزیه آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

۱- Leaf area meter, Model: CI-202, USA

۲- SPAD-502, Model: Minolta, Japan

نتایج و بحث

عدد اسپد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عدد اسپد داشت، اما سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳)، به‌طوری‌که بیشترین عدد اسپد (۵۳/۵) از محلول‌پاشی چای‌کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی اسیدهیومیک نداشت و کمترین آن از شاهد به‌دست آمد (جدول ۵). احتمالاً افزایش در میزان عدد اسپد با محلول‌پاشی چای‌کمپوست و اسیدهیومیک می‌تواند به‌دلیل افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش رشد رویشی و غلظت کلروفیل در گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد باشد که این دسترسی مناسب به عناصر از طریق کاربرد ورمی کمپوست تأمین نشده است. اسلادکی و تیچی (Sladky & Tichy, 1959) در بررسی مواد هیومیکی بر محتوای کلروفیل برگ‌های گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) کشت شده در محلول غذایی دریافتند که اسیدهیومیک به میزان ۶۳ درصد غلظت کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد. همچنین در مطالعه‌ای بر روی گندم کاربرد اسیدهیومیک تأثیر معنی‌داری بر عدد اسپد در این گیاه داشت (Sabzevari & Khazaei, 2009).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عدد اسپد، سطح برگ، فاکتور تورم، وزن خشک و شاخص برداشت اسفرزه

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) spad number, leaf area, swelling factor, dry weight and harvest index of isabgol

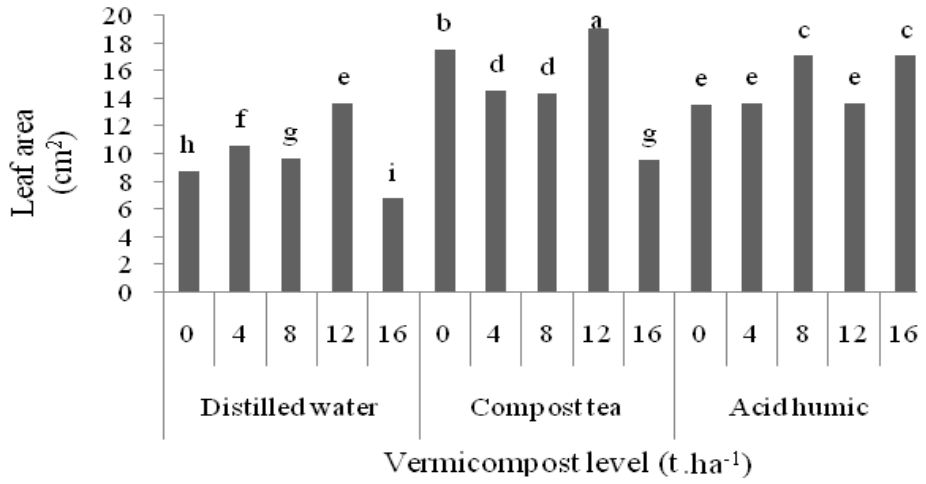
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عدد اسپد Spad number	سطح برگ Leaf area	فاکتور تورم Swelling factor	وزن خشک Dry weight	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	5.84 ns	7.08 **	0.155 ns	54.46 ns	220.95 ns
ورمی‌کمپوست Vermicompost	4	16.36 ns	21.88 **	0.547 ns	1510.4 **	227.77 *
محلول‌پاشی Foliar application	2	381.4 **	131.34 **	0.822 ns	5858.4 **	23.02 ns
ورمی‌کمپوست×محلول‌پاشی Vermicompost× Foliar application	8	9.89 ns	23.67 **	0.197 ns	359.8 **	28.07 ns
خطا Error	28	2.56	0.28	0.57	9.63	8.47
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		5.12	2.15	6.16	11.66	19.07

** : معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و ns :عدم معنی‌داری.

**: indicates significant at 1% probability level, *: indicates significant at 5% probability level and ns: indicates not significant.

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، محلول‌پاشی و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر سطح برگ داشت (جدول ۳). در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر بیشترین سطح برگ (۱۳/۶ سانتی‌مترمربع) از تیمار ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین آن (۶/۷ سانتی‌مترمربع) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. به‌نظر می رسد مصرف زیاد از حد ورمی‌کمپوست احتمالاً از طریق افزایش هدایت الکتریکی خاک، باعث کاهش عملکرد اسفرزه شده و یا اسفرزه به بیشبود برخی عناصر در مصرف لوکس کود ورمی کمپوست حساس بوده است. در شرایط محلول‌پاشی چای‌کمپوست بیشترین سطح برگ (۱۹ سانتی‌مترمربع) از تیمار ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین آن (۹/۵ سانتی‌مترمربع) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. در شرایط محلول‌پاشی اسیدهیومیک بیشترین سطح برگ (۱۷ سانتی‌مترمربع) از تیمار هشت تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۶ تن در هکتار نداشت. با توجه به شکل ۱ بیشترین سطح برگ گیاه با مصرف ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در خاک در شرایط محلول‌پاشی چای‌کمپوست به‌دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت.



شکل ۱- تأثیر ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی بر سطح برگ اسفرزه
Fig. 1- Effect of combination of vermicompost and foliar application on leaf area of isabgol

صدیقی و همکاران (Siddiqui et al., 2008) گزارش کردند، محلول‌پاشی چای‌کمپوست غنی شده با تریکودرما[۳] سطح برگ بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.) را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. در مطالعه‌ای کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی باعث افزایش سطح برگ در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) شد (Kannan et al., 2013). همچنین گزارش شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست در ذرت باعث افزایش سطح برگ گیاه نسبت به تیمار شاهد می‌گردد (Pandurang, 2013).

فاکتور تورم

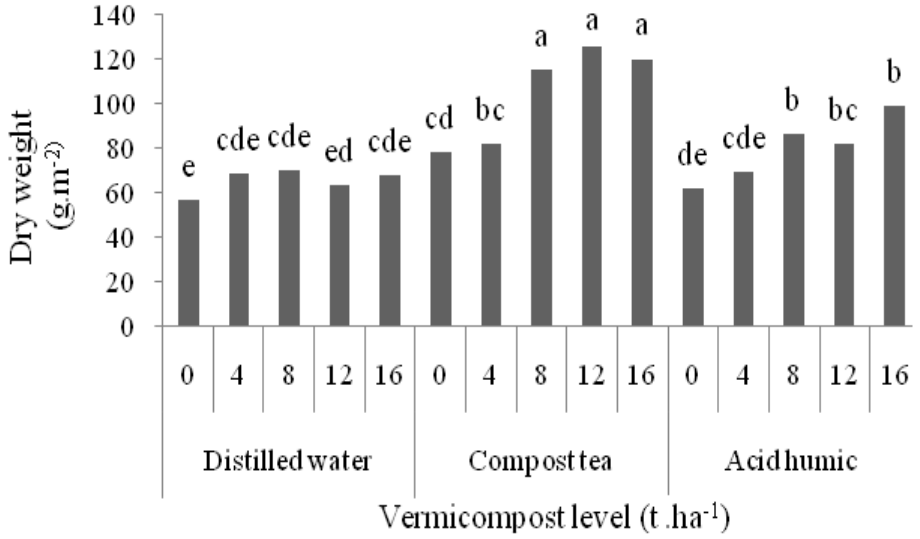
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، محلول‌پاشی و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر فاکتور تورم اسفرزه نداشت (جدول ۳).

وزن خشک اندام هوایی

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، محلول‌پاشی و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در محلول‌پاشی در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک اندام‌های هوایی معنی‌دار بود. در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و شاهد در وزن خشک اندام هوایی مشاهده نشد. در محلول‌پاشی چای‌کمپوست بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱۲۵/۳ گرم در مترمربع) از تیمار ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که با تیمار ۸ و ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت. در محلول‌پاشی اسید هیومیک نیز بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی (۹۸/۳ گرم در مترمربع) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که با تیمار ۸ و ۱۲ تن در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشت. با توجه به شکل ۲ بیشترین زیست‌توده تولیدی گیاه با مصرف ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در خاک در شرایط محلول‌پاشی چای‌کمپوست به دست آمد که با تیمار ۸ و ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در شرایط محلول‌پاشی چای‌کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌نظر می‌رسد مصرف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست احتمالاً با بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک باعث بهبود زهکشی خاک شده و به دنبال آن رشد ریشه‌ها و در نتیجه جذب مواد غذایی و رشد اندام‌های هوایی افزایش می‌یابد. همچنین ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن ریزموجودات نظیر قارچ، باکتری و اکتینومیست‌ها، فعالیت میکروبی بیشتری دارد که این موجودات علاوه بر بهبود جذب عناصر غذایی می‌توانند از طریق تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تأثیر مثبتی روی رشد ریشه و تولید ماده خشک داشته باشند (Joshi & Vig, 2010).

۳- *Trichoderma*

احتمالاً افزایش تولید زیست‌توده با محلول‌پاشی چای‌کمپوست مربوط به مواد مغذی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، میکروارگانیسم‌های مفید و ترکیبات زیستی موجود در چای‌کمپوست می‌باشد. همچنین گزارش شده این افزایش وزن خشک احتمالاً مربوط به عناصر میکرو چای‌کمپوست می‌باشد (Theunissen et al., 2010). بنابراین، تلفیق تیمارهای کودی احتمالاً از طریق افزایش فراهمی عناصر کم‌مصرف و بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش فتوسنتز باعث افزایش ماده خشک تولیدی توسط گیاه شده است. پاترا و بیسواس (Patra & Biswas, 2009) گزارش کردند که کاربرد تلفیقی پنج تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۲۵ درصد کود شیمیایی منجر به افزایش وزن خشک ذرت می‌شود. پانت و همکاران (Pant et al., 2009) در مطالعه‌ای بر روی شلغم (*Brassica rapa* L.)گزارش کردند که محلول‌پاشی چای‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک کل این گیاه نسبت به تیمار شاهد شد.



شکل ۲- تأثیر ترکیب تیماری ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی بر وزن خشک اسفرزه
Fig. 2- Effect of combination of vermicompost and foliar application on dry weight of isabgol

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر شاخص برداشت داشت (جدول ۳). به طوری‌که بیشترین شاخص برداشت (۴۹/۳ درصد) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح ورمی‌کمپوست نداشت و کمترین آن (۳۹/۵ درصد) از شاهد به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار چهار تن در هکتار ورمی‌کمپوست نداشت (جدول ۵). احتمالاً در این آزمایش ورمی‌کمپوست با افزایش عملکرد دانه و افزایش تخصیص مواد غذایی به اندام‌های زایشی نسبت به اندام‌های رویشی باعث افزایش شاخص برداشت نسبت به شاهد شد. در مطالعه‌ای توسط تصدیقی و همکاران (Tasdighi et al., 2015) کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست موجب افزایش شاخص برداشت در گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) نسبت به تیمار شاهد شد.

تعداد سنبله در بوته

با توجه به جدول تجزیه واریانس سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله داشت، اما اثر متقابل محلول‌پاشی و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴). با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست تعداد سنبله در بوته افزایش یافت، به طوری که بیشترین تعداد سنبله (۱۰/۸ عدد) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین آن (۴/۹ عدد) از تیمار شاهد به دست آمد. همچنین بیشترین تعداد سنبله در بوته (۸/۸ عدد) از محلول‌پاشی چای‌کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با

محلول‌پاشی اسیدهیومیک نداشت و کمترین تعداد سنبله (۶/۳) از محلول‌پاشی آب مقطر به‌دست آمد (جدول ۵). در طول دوره تشکیل سنبله و پر شدن دانه، محلول‌پاشی عناصر غذایی ممکن است سبب افزایش باروری تعداد گل‌ها و فعالیت برگ‌ها شود و لذا نقل و انتقال مواد فتوسنتزی سبب بهبود تعداد شاخه گل دهنده، تعداد سنبله و وزن سنبله نسبت به تیمار شاهد شود. جت و اهلاوات (Jat & Ahlawat, 2006) نیز گزارش کردند که ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار تعداد نیام در گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.) شده است. آن‌ها علت این موضوع را فراهم کردن هر چه بهتر مواد مغذی مورد نیاز گیاه، با کاربرد ورمی‌کمپوست دانستند. در مطالعه‌ای محلول‌پاشی ۲۲۵۰ گرم اسیدهیومیک در هزار لیتر آب باعث افزایش تعداد کپسول در بوته گیاه چای‌ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) شد (Heidari & Khalili, 2014). همچنین در آزمایشی که اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن برگندم دوروم (*Triticum durum* L.) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تعداد سنبله، باروری سنبله و محتوی پروتئین دانه در اثر کاربرد هر دو تیمار افزایش یافت و این افزایش، در محلول‌پاشی نیتروژن با اسید هیومیک به صورت همزمان بسیار بیشتر بود (Delfine et al., 2005).

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت، اما محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت داشت (جدول ۴). به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۸۰/۴ عدد) از محلول‌پاشی چای‌کمپوست و کمترین آن (۶۸ عدد) از محلول‌پاشی اسیدهیومیک به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی آب مقطر نداشت (جدول ۵). در گیاهان تعداد دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه به‌شمار می‌آید که تحت تأثیر تأمین مواد مغذی و رطوبت خاک در طی تمایز سنبلچه‌ها قرار می‌گیرد. می‌توان گفت که کاربرد چای‌کمپوست باعث جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی از طریق اندام هوایی و در نتیجه افزایش تعداد دانه در سنبله گردیده است.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، محلول‌پاشی و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه اسفرزه نداشت (جدول ۴). عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای ذکر شده بر وزن هزار دانه احتمالاً مربوط به محدودیت مخزن و تأثیر ژنتیک گیاه بر این صفت می باشد، از طرفی، گیاه اسفرزه گیاهی بسیار کم‌توقع مس باشد و با دسترسی حداقلی به منابع، عملکرد دانه و وزن هزار دانه مناسبی تولید می‌کند.

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد، اجزای عملکرد و میزان موسیلاژ اسفرزه

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) of yield, yield components and mucilage content of isabgol

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد سنبله Spike number	تعداد دانه Seed number	وزن هزار دانه 1000-seed weight	درصد موسیلاژ Mucilage Percent	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield	عملکرد دانه Seed yield
تکرار Replication	2	73.44 **	212.6 ns	0.025 ns	9.01 *	1430.8 ns	201.1 *
ورمی‌کمپوست Vermi compost	4	55.37 **	141.7 ns	0.022 ns	2.36 ns	47299.5 **	735.8 **
محلول‌پاشی Foliar application	2	25.1 *	662.8 *	0.055 ns	6.73 *	56572.4 **	907.4 **
ورمی‌کمپوست×محلول‌پاشی Vermi compost× Foliar application	8	1.68 ns	261.8 ns	0.031 ns	0.91 ns	4669.3 ns	83.9 ns
خطا Error	28	1.85	12.85	0.18	1.32	59.07	7.22
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		24.1	17.6	18.1	20.6	25.08	19.6

** : معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و ns :عدم معنی‌داری.

**: indicates significant at 1% probability level, *: indicates significant at 5% probability level and ns: indicates not significant.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سادهورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی بر صفات رویشی، اجزای عملکرد و میزان موسیلاژ اسفرزه

Table 5- Mean comparison of the simple effects of vermicompost and foliar application on growth characteristics, yield components and mucilage content of isabgol

عامل‌های آزمایش Experiment factors	عدد اسپد Spad number	سطح برگ (سانتی‌متر مربع) Leaf area (cm^2)	وزن خشک (گرم بر متر مربع) Dry weight ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	تعداد سنبله spike number	تعداد دانه Seed number	درصد موسیلاژ Mucilage percent	عملکرد موسیلاژ (گرم بر متر مربع) Mucilage yield ($g.m^{-2}$)
ورمی‌کمپوست (تن در هکتار) Vermicompost ($t.ha^{-1}$)								
شاهد Control	48.8 ab*	13.2 c	65 b	39.5 b	4.94 c	71.6 a	6.07 a	14.2 b
4	51 ab	12.9 d	72.8 b	43.2 ab	5.42 c	75.1 a	5.75 a	17.7 b
8	51.2 a	13.6 b	90.1 a	45.6 a	8.03 b	78.2 a	6.33 a	25.8 a
12	50.8 ab	15.4 a	89.7 a	47.4 a	9.05 b	67.8 a	7.05 a	29 a
16	48.3 b	11 e	95.2 a	49.3 a	10.84 a	71.1 a	6.71 a	30.8 a
محلول‌پاشی Foliar application								
آب مقطر Distilled water	44.3 b	9.8 b	64.8 c	44.8 a	6.31 b	69.9 b	5.72 b	16.7 b
چای‌کمپوست Compost tea	53.5 a	14.9 a	103.8 a	43 a	8.89 a	80.4 a	6.38 ab	28.7 a
اسیدهیومیک Acid humic	52.3 a	14.8 a	79.1 b	45.4 a	7.77 a	68 b	7.06 a	25.1 a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

*Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan test

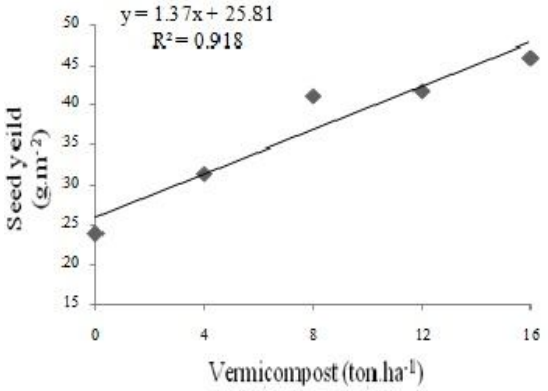
درصد و عملکرد موسیلاژ

با توجه به جدول تجزیه واریانس محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر درصد موسیلاژ اسفرزه داشت، اما کاربرد ورمی‌کمپوست و اثر متقابل ورمی‌کمپوست در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۴). با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۵) بیشترین درصد موسیلاژ (۷/۰۶ درصد) از محلول‌پاشی اسیدهیومیک و کمترین آن (۵/۷۲ درصد) از محلول‌پاشی آب مقطر به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد اسیدهیومیک با در دسترس قرار دادن عناصر معدنی و مواد آلی از طریق برگ به گیاه، توانسته فرآیند تولید موسیلاژ را تسریع کند. همچنین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد موسیلاژ اسفرزه داشت، اما اثر متقابل ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۴). به‌طوری‌که بیشترین عملکرد موسیلاژ (۳۰/۸ گرم بر مترمربع) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین آن (۱۴/۲ گرم بر مترمربع) از تیمار شاهد به‌دست آمد. همچنین بیشترین عملکرد موسیلاژ (۲۸/۷ گرم بر متر-مربع) از محلول‌پاشی چای‌کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی اسیدهیومیک نداشت و کمترین آن (۱۶/۷ گرم بر مترمربع) از محلول‌پاشی با آب مقطر به‌دست آمد (جدول ۵). باجیا (Bajiya, 1994) بالا بودن عملکرد موسیلاژ اسفرزه تحت تأثیر مصرف کمپوست زباله شهری را در مقایسه با تیمارهای تغذیه‌ای به صورت شیمیایی علاوه بر جذب نیتروژن و فسفر به بهبود جذب عناصر غذایی پر مصرف نظیر پتاسیم و سولفور نسبت داد. ایولو (Ewulo, 2005) بالاتر بودن عملکرد موسیلاژ و دانه اسفرزه تحت شرایط کاربرد کودهای آلی به افزایش مواد غذایی قابل دسترس برای ریشه گیاه و بهبود فتوسنتز مربوط دانست. سینگ و همکاران (Singh et al., 2010) نیز افزایش عملکرد موسیلاژ اسفرزه در تیمارهای تغذیه آلی را تحت تأثیر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بیان نمودند. در مطالعه‌ای توسط صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2012) نیز کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد موسیلاژ در گیاه ختمی (*Alcea rosea* L.) شد. اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) با مقایسه نسبت‌های مختلف کود دامی (۵،

۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) و ورمی‌کمپوست (۲، ۴ و ۶ تن در هکتار) نشان دادند که بیشترین عملکرد موسیلاژ از تیمار ۱۵ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شش تن در هکتار ورمی‌کمپوست نداشت و کمترین آن از تیمار شاهد به‌دست آمد.

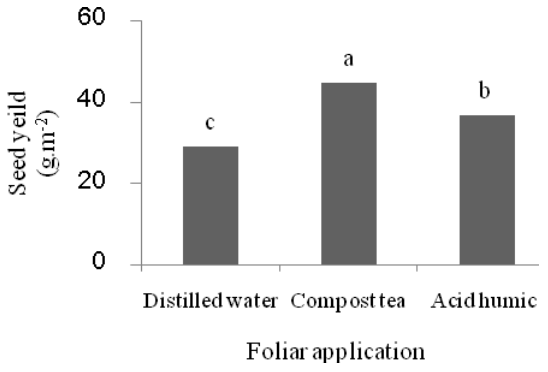
عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه داشت، اما اثر متقابل ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۴). به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۴۵/۹ گرم بر مترمربع) از تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که با تیمارهای ۸ و ۱۲ تن در هکتار ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن (۲۳/۷ گرم بر مترمربع) از تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۳). همچنین در تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین عملکرد دانه (۴۴/۶ گرم بر مترمربع) از محلول‌پاشی چای‌کمپوست و کمترین آن (۲۹ گرم بر مترمربع) از محلول‌پاشی آب مقطر به‌دست آمد (شکل ۴). استفاده از ورمی‌کمپوست علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (قارچ‌های میکوریزا 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 می‌شود (Arancon et al., 2004). در این رابطه اتیه و همکاران (Atiyeh et al., 2002) بیان داشتند که ورمی‌کمپوست‌ها دارای تنظیم کننده‌های رشد گیاه مانند هورمون‌های گیاهی هستند که این مواد باعث تأثیرات مفیدی مانند افزایش جوانه‌زنی و عملکرد می‌شوند. همچنین در مطالعه‌ای با مصرف کمپوست در خاک، محصول گوجه-فرنگی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (Mynard, 1993). مهشابو و همکاران (Maheshbabu et al., 2008) با بررسی مصرف تلفیقی کودهای آلی در سویا (*Glycine max* L.) دریافتند که عملکرد دانه با مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و کودهای دامی افزایش معنی‌داری را نشان داد. سوجاتا و همکاران (Sujatha et al., 2008) نیز در زمینه کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست با کودهای آلی نتایج مشابهی را بر روی گیاه ذرت گزارش نمودند. در مطالعه‌ای بر روی کنجد (*Sesamum indicum* L.) کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد دانه در این گیاه شد (Sajadi Nik & Yadavi, 2013). انصاری (Ansari, 2008) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای‌کمپوست را به آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از محلول‌پاشی این کودها بر روی گیاه نسبت داد. در مطالعه‌ای بر روی کلزا (*Brassica napus* L.) مصرف چای‌کمپوست باعث افزایش محتوای کارتنوئید، عملکرد و نیتروژن در این گیاه شد (Pant et al., 2009). در آزمایشی مصرف چای‌کمپوست موجب افزایش عناصری مثل پتاسیم، نیتروژن و فسفر در برگ و عملکرد و کیفیت میوه در گوجه‌فرنگی شد (Tejada et al., 2008).



شکل ۳- تأثیر ورمی کمپوست بر عملکرد دانه در اسفرزه

Fig. 3- Effect of vermicompost on seed yield of isabgol



شکل ٤- تأثیر محلول پاشی بر عملکرد دانه در اسفرزه

Fig. 4- Effect of foliar application on seed yield of isabgol

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد اگرچه در بین سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست مقدار ۱۶ تن در هکتار موجب افزایش میزان عملکرد دانه، تعداد سنبله، وزن خشک اندام هوایی، شاخص برداشت و عملکرد موسیلاژ شد، اما اختلاف معنی‌داری بین مصرف ۱۶ تن در هکتار با مصرف ۸ و ۱۲ تن در هکتار مشاهده نشد، پس از لحاظ اقتصادی مصرف هشت تن در هکتار ورمی‌کمپوست برای افزایش صفات ذکر شده مناسب می باشد. همچنین محلول‌پاشی چای‌کمپوست بیش‌ترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، عدد اسپد و عملکرد موسیلاژ داشت. به‌طورکلی، می‌توان بیان نمود در رفسنجان و سایر مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه رفسنجان (گرم و خشک) و با شرایط نسبتاً مشابه خاک تحت کشت این آزمایش، کاربرد کود زیستی ورمی-کمپوست به میزان هشت تن در هکتار و در مورد محلول پاشی، محلول‌پاشی چای‌کمپوست تیمار مناسب برای افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه اسفرزه می‌باشد. در نهایت می‌توان گفت که استفاده از ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی چای‌کمپوست علاوه بر افزایش در عملکرد اسفرزه، می‌تواند نقش به سزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

منابع

Ansari, A.A. 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences 4(5): 554-557.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Atiyeh, R., and Metzger, J.D. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. Bioresource Technology 93: 139-144.

Asadi, G.A., Momen, A., Nurzadeh Namaghi, M., and Khorramdel, S. 2014. Effects of different fertilizer treatments on quantitative and qualitative characteristics of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Horticultural Science 29(1): 47-54. (In Persian with English Summary)

Astaraei, A.R., and Ivani, R. 2008. Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition of cowpea plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science 3: 352-356.

Atiyeh, R., Arancon, N., Edwards, C., and Metzger, J. 2002. Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.

Ayas, H., and Gulser, F. 2005. The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (*Spinacia oleracea* Var. Spinoza). Journal of Biological Sciences 5(6): 801-804.

Bajiya, H.S. 1994. Response of fenugreek to phosphorous and sulfur. MSc (Ag) Thesis, Rajasthan Agricultural University, Bikaner, India.

Bess, V.H. 2000. Understanding compost tea. Biocycle 41: 71-72.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development 25: 183-191.

Ewulo, B.S. 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. Animal and Veterinary Advances 4: 839-841.

Ghasemi, K., Fallah, S., Raeisi, F., and Heidari, M. 2013. The effect urea and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of isabgol (*Plantago ovata* Frosk.) medicinal plant. Journal of Plant Production 20(4): 101-116. (In Persian with English Summary)

Ghorbani, S., Khazaie, H.R., Kafi, M., and Bannayan Aval, M. 2010. Effects of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Journal of Agroecology 2(1): 123-131. (In Persian with English Summary)

Hargreaves, J.C., Adl, M.S., and Warman, P.R. 2009. The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruit quality of strawberries. Compost Science and Utilization 17(2): 85-94.

Heidari, M., and Khalili, S. 2014. Effects of humic acid and phosphorus fertilizer on seed and flower yield, photosynthetic pigments and amounts of mineral elements in *Hibiscus sabdariffa*. Iranian Journal of Field Crop Science 45(2): 191-199. (In Persian with English Summary)

Jat, R.S., and Ahlawat, I.P.S. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture 28(1): 41-54.

Jeyabal, A., and Kupposwamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and it is response in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy 15: 153-170.

Joshi, R., and Vig, A.P. 2010. Effect of vermicompost on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). African Journal of Basic and Applied Sciences 2: 117-123.

Kannan, R.L., Dhivya, M., Abinaya, D., Krishna, R.L., and Krishnakumar, S. 2013. Effect of integrated nutrient management on soil fertility and productivity in maize. Bulletin of Environment of Pharmacology of Life Sciences 2: 61-67.

Maheshbabu, H.M., Hunje, R., Biradarpatil, N.K., and Babalad, H.B. 2008. Effect of organic manures on plant growth, seed yield and quality of soybean. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 21(2): 219-221.

Matur, N., Sing, J., Bohra, S., Bohra, A., and Vyas, A. 2006. Increased nutrient uptake and productivity of *Plantago ovata* Forssk by AM fungi under field conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 1: 38-41.

Mynard, A.A. 1993. Evaluating the sustainability of MSW compost as a soil amendment in field-growth tomatoes. Compost Science Utility 1: 34-36.

Nadjafi, F., and Rezvani Moghaddam, P. 2002. Effects of irrigation regimes and plant densities on yield and agronomic characteristics of Isabgol (*Plantago ovata*). Journal Agriculture Science and Technology 16(2): 59-65. (In Persian with English Summary)

Orozco, F., Cegarra, J., Trujillo, L., 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.

Pandurang, M.U. 2013. Efficacy of weed vermicompost and chemical fertilizer on yield, morph physiological and biochemical investigations of maize. African Journal of Biotechniligy 14: 3786-3791.

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.

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.

Patra, P., and Biswas, S. 2009. Integrated nutrient management on growth, yield and economics of maize (*Zea mays* L.) under terai region. Journal of Crop and Weed 5(1): 136-139.

Ravindran, B., Dinesh, S., Kennedy, L.J., and Sekaran, G. 2008. Vermicomposting of solid waste generated from leather industries using epigeic earthworm *Eisenia foetida*. Applied Biochemistry and Biotechnology 151: 480-488.

Sabzevari, S., and Khazaei, H.R. 2009. The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat *(Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology 1(2): 53-63. (In Persian with English Summary)

Sadeghi, A.A., Bakhsh Kelarestaghi, K., and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2012. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Altheae officinalis* L.). Journal of Agroecology 6(1): 42-50. (In Persian with English Summary)

Sajadi Nik, R., and Yadavi, A.R. 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phonological stages and grain yield of Sesame. Electronic Journal of Crop Production 6(2): 73-99. (In Persian with English Summary)

Sharma, P.K., and Koul, A.K. 1986. Musilage in seeds of *Plantago ovata* and its wild allies. Journal of Ethnopharmacology 17: 289-295.

Siddiqui, Y., Meon, S., Ismail, R., Rahmani M., and Ali, A. 2008. Bio-efficiency of compost extracts on the wet rot incidence, morphological and physiological growth of okra (*Abelmoschus esculentus* [(L.) Moench]). Scientia Horticulturae 117: 9-14.

Singh, B.K., Pathak, K.A., Boopathi, T., and Deka, B.C. 2010. Vermicompost and NPK fertilizer effects on morphophysiological traits of plants, yield and quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.). Vegetable Crops

Research Bulletin 73: 77-86.

Sladky, Z., and Tichy, V. 1959. Applications of humus substances to overground organs of plants. Biologia Plantarum 1: 9-15.

Sujatha, M.G., Lingaraju, B.S., Palled, Y.B., and Ashalatha, K.V. 2008. Importance of integrated nutrient management practices in maize under rain fed condition. Karnataka Journal of Agricultural Sciences 21: 334-338.

Tasdighi, H.R., Salehi, A., Movahhedi Dehnavi, M., and Behzadi, Y. 2015. Survey of yield, yield components and essential oil of *Matricaria chamomilla* L. with application of vermicompost and different irrigation levels. Agricultural Science and Sustainable Production 25(3): 61-78. (In Persian with English summary)

Tejada, M., Gonzalez, J.L., Hernandez, M.T., and Garcia, C. 2008. Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. Bioresource Technology 99: 6228-6232.

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.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 834-847

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۸۴۷-۸۳۴

Effects of Vermi-compost Fertilizer Application and Foliar Spraying on Yield and Yield Component of Isabgol (*Plantago ovate* L.) Medicinal Plant

A. Rahimi[1*] and A.A. Pour Mohammadi[2]

Submitted: 15-05-2016
Accepted: 16-01-2017

Rahimi, A., and Pour Mohammadi, A.A. 2017. Effects of vermicompost fertilizer application and foliar spraying on yield and yield component of isabgol (*Plantago ovate* L.) medicinal plant. Journal of Agroecology 9(3): 834-847.

Introduction

Vermi-compost is the ability of some species of earthworms to consume and break down a wide range of organic residues such as sewage sludge, animal wastes, crop residues and industrial refuse. Vermi-composts are usually more stable than their parent materials with increased availability of nutrients and improved physicochemical and microbiological properties. Aerial compost tea contains high populations of live microorganism consisting of rhizobactria, trichoderma and pseudomonas species which increase the growth and yield of the plant. Acid humic is the main humic substance and the important ingredient of soil organic matter (humus) which causes increase of yield and quality of crop. The aim of this research is evaluating the effect of vermi-compost and foliar application of compost tea and acid humic on yield, yield component and mucilage content of isabgol. Vermiwash as the extract of vermi-compost is liquid organic fertilizer obtained from unit of vermiculture and vermi-compost as drainage. It is used as a foliar spraying on the leaf. Vermiwash stimulate and increase the yield of crop products and foliar application of vermiwash can be caused of plant resistance to different factors and can prevent leaf necrosis.

Material and Methods

In order to study the effect of vermi-compost and foliar application of tea compost and acid humic on growth indices of isabgol (*Plantago ovata*), an experiment was conducted as a factorial based on complete randomized design with three replications in agricultural research farm at Vali-e-Asr University of Rafsanjan. Treatments were included application of vermi-compost (0 (control), 4, 8, 12 and 16 $t.ha^{-1}$) and 3 levels of foliar application (distilled water as control, acid humic and compost tea). Samples for evaluating of yield, yield components and mucilage content were taken from 1 m^2 area of each treatment. Tea compost solution prepared using mix of vermi-compost, acid humic, yeast and alga extract which were soaked in water for 24 hours under aerated condition using air pump. For preparation of tea compost, 500 g of vermi-compost, 25 cc humic acid, 5 g yeast, 25 cc seaweed extract, 25 cc sugar beet molasses were hanging in a fine lace fabric in 50-liter plastic water container for 24 hours while the air was flowing to container and the liquid extract separated as compost tea with fine lace fabric.

Results and Discussion

Analyze of variance showed that the effect of different levels of vermi-compost and foliar application on the spike number, mucilage yield and seed yield were significant but their interaction have no significant effect. Seed number, mucilage percent and SPAD number significantly affected by foliar application treatments but the vermi-compost treatments and their interactions had no significant effect on them. Also different levels of vermi-compost, foliar application and their interaction have significantly effect on leaf area and dry weight. Vermi-compost have available plant nutrient solution which increase leaf area indices compared with none use vermi-compost treatment. Arancon et al. (2004) reported that using 5 and 10 $t.ha^{-1}$ vermi-compost significantly increased leaf area and shoot dry matter in strawberry.

1 and 2- Associate Professor and Graduated MSc Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: rahimiasg@gmail.com)
DOI:10.22067/jag.v9i3.55282

Conclusion

The results of this research showed that the highest dry weight, spike number, harvest index, mucilage yield and seed yield observed in 16 $t.ha^{-1}$ application of vermi-compost whit no significant difference related to 8 and 12 $t.ha^{-1}$ vermi-compost. It is also resulted that foliar application of tea compost significantly affected SPAD, leaf area, shoot dry weight, spike number, seed and mucilage yield. Totally, it seems that using biological fertilizer (vermi-compost) in amount of 8 $t.ha^{-1}$ with foliar application of tea compost economically would be suitable for increasing seed yield and yield component of isabgol.

Keywords: Inflation factor, Harvest Index, Mucilage, SPAD