نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 30 / شماره 3 / 1395

تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و شاخص‌های رشد دو اکوتیپ ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

مرتضی گلدانی[1]، مریم کمالی، سعیده محتشمی و عسکر غنی

دانشیار گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد؛ goldani@um.ac.ir

دانشجوی دکتری گروه باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد؛ m.kamali57@yahoo.com

دانشجوی دکتری گروه باغبانی دانشگاه تهران دانشکده کشاورزی کرج؛ mohtashamis@yahoo.com

استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه جهرم؛ ghain_askar@yahoo.com

دریافت: 94/8/12 و پذیرش: 95/6/8

چکیده

ورمی‌کمپوست به عنوان کود آلی منبع غنی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌باشد. به منظور مطالعه اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست بر خصوصیات رشد گیاه ریحان (Ocimum basilicum L.)،آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دو اکوتیپ ریحان سبز و بنفش و 5 سطح ورمی‌کمپوست (0، 20%، 40%، 60% و 80 درصد حجمی ورمی‌کمپوست) بود. نتایج نشان داد که اثر ساده ورمی‌کمپوست در تمام صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست تا 80 درصد عدد اسپد نسبت به شاهد 34 درصد افزایش یافت و سطح برگ 7 برابر تیمار شاهد افزایش نشان داد. اثر اکوتیپ نیز در صفاتی مثل وزن تر و خشک کل، فتوسنتز و تعداد برگ در سطح احتمال 1% معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل ورمی‌کمپوست و اکوتیپ در صفاتی مانند طول گل‌آذین، طول شاخه‌جانبی، فتوسنتز و هدایت‌روزنه‌ای اختلاف معنی‌داری نشان داد. به این ترتیب بیشترین طول گل‌آذین و طول شاخه‌جانبی در ریحان سبز و در تیمار 80 درصد ورمی‌کمپوست به ترتیب 8/7 و 31/78 سانتی‌متر به دست آمد. به طور کلی نتایج نشان داد که پاسخ ویژگی‌های رشدی و عملکردی گیاه ریحان به طور چشمگیری تحت تأثیر مصرف ورمی‌کمپوست قرار گرفت. به طوری که با افزایش میزان ورمی‌کمپوست شاخص‌های رشدی و عملکرد نیز افزایش نشان داد. لذا توصیه می‌شود مقدار مصرف کود ورمی‌کمپوست با در نظر گرفتن وضعیت خاک، کیفیت آب و نتایج آنالیز خاک، نوع محصول کشت شده و تغذیه گیاهی حدود 4 تا 8 کیلوگرم در مترمربع هر 2 تا 3 سال یکبار استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ریحان سبز و بنفش، طول گل‌آذین، سطح برگ، فتوسنتز، وزن تر و خشک کل

---

[1]: نویسنده مسئول، آدرس: گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد دانشکده کشاورزی

مقدمه

کودهای آلی به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح می‌باشند (وو و همکاران، 2005). کودهای آلی در حقیقت شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادزی بوده (وسی، 2003) که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذرها می‌گردند (راجندران و دواری، 2004).

در چند دهه اخیر مصرف کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب بروز مشکلات زیست محیطی، از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و تأثیر منفی بر خصوصیات بیولوژیک خاک‌ها گردیده است (وان هروی جینن و همکاران، 2007).کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف کاهش در مصرف کودهای شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات می‌باشد. این کودهای زیستی با افزایش ماده آلی خاک، باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده، همچنین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و میکروارگانیسم ها را تأمین می‌نمایند (صالح راستین، 1381). از جمله این کودهای آلی می‌توان به ورمی‌کمپوست اشاره کرد. ورمی‌کمپوست به مقدار زیادی شبیه به پیت تکامل یافته با تخلخل، تهویه، زهکشی و ظرفیت نگهداری آب و فعالیت میکروبی بالا هستند که به وسیله فعل و انفعالات کرم‌های خاکی و ریز موجودات در یک فرآیند غیرگرمازا تشکیل می‌شوند (ادوارد و بوروز، 1988). دومینگوئز و همکاران (1997) در مطالعه خصوصیات شیمیایی کمپوست و ورمی‌کمپوست نشان دادند که غلظت عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری بیشتر از کمپوست بود (دومینگوز و همکاران، 1997). برتری ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست‌های معمولی در وجود آنزیم‌ها و هورمون‌های رشد بیان شده است (ریگی، 2002). نتایج پژوهش‌های مختلف بیانگر اهمیت کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست بر بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد (موسوی و همکاران، 2009).

ورمی‌کمپوست رشد گیاهان را بهتر از مواد مغذی معدنی تحریک می‌کند که به دلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم مواد هیومیکی موجود در ورمی‌کمپوست است که مانند تنظیم کننده‌های رشد گیاهی عمل می‌کند (عزیزی و همکاران، 2008). سوبلر و همکاران (1998)، با جایگزینی 10 و 20 درصد ورمی‌کمپوست در محیط کشت بهبود رشد و جوانه‌زنی گیاهان همیشه بهار، اطلسی، کلم تکمه‌ای، فلفل و گوجه فرنگی را گزارش کردند.

ماریناری و همکاران (2000) دریافتند که ورمی‌کمپوست حاوی جمعیت زیادی از میکروارگانیسم‌ها هستند. به طوری که با مصرف آنها علاوه بر افزودن مواد آلی و عناصر غذایی در خاک، موجودات زنده نیز به خاک وارد می‌شوند. برخی از پارامترهای میکروبیولوژیک خاک از جمله بیوماس میکروبی، تنفس پایه و فعالیت آنزیمی به عنوان شاخص‌های بیولوژیک کیفیت خاک پیشنهاد شده‌اند (فیلیپ، 2002). تنفس خاک ناشی از تجزیه مواد آلی است. این فعالیت بیولوژیک خاک متشکل از تعداد بی‌شماری از فعالیت های انفرادی است که آخرین مرحله معدنی شدن کربن می‌باشد (آندرسون، 2004)، و مونواکسیدکربن تشکیل شده میتواند شاخص بسیار مناسبی از جمعیت میکروارگانیسم ها در خاک باشد. از طرفی کاربرد اصلاح‌کننده‌ها در خاک غالباً تنفس میکروبی را تحریک می‌کند (ماریناری و همکاران، 2000).

نتایج تحقیقات نشان داده که در بستری که نسبت پیت به پرلایت هفت به سه باشد، اضافه کردن ورمی‌کمپوست باعث افزایش رشد، قطر ساقه و تعداد جوانه‌های گل گیاه می‌شود که به نظر می‌رسد دلیل تأثیر مثبت آن بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی ورمی‌کمپوست باشد (هیدلاگ و همکاران، 2006). نتایج مشابه در گیاه کروساندرا[1] نشان داد که ورمی‌کمپوست و کمپوست موجب افزایش ارتفاع، تعداد برگ و گل آن می‌شود (گاجالاکشی و عباسی، 2002). در گل رز نیز دیده شده که کاربرد 75 درصد توصیه کودی معمول به اضافه 200 گرم ورمی‌کمپوست یا 100 درصد توصیه کودی معمول به اضافه 200 گرم ورمی‌کمپوست به ازای هر گیاه، منجر به افزایش ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک ریشه و ساقه و تعداد جوانه‌های جانبی به دلیل بالارفتن میزان قابلیت دسترسی به نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود (سنتیل کومار و همکاران، 2004). در بررسی که توسط علیخانی و محمدی (1387) انجام گرفت، معلوم شد که ورمی‌کمپوست ارتفاع گیاه و وزن خشک بوته را در گیاه گوجه‌فرنگی

[1] *Crossandra infundibuli formis*

افزایش می‌دهد. کلروفیل‌متر غلظت نسبی کلروفیل برگ را بر اساس مقدار نور عبور کرده از برگ، در دو طول موجی که جذب کلروفیل در آن‌ها تفاوت دارد، نشان می‌دهد. بیشترین جذب کلروفیل در دو طول موج قرمز و آبی و کمترین جذب در طول موج سبز بوده و در طول موج مادون قرمز کلروفیل هیچ جذبی ندارد. بنابراین اساس کار این دستگاه بر مبنای اختلاف بین نور قرمز تابیده شده به برگ با نور قرمزدور عبور کرده از برگ می‌باشد. زیرا نور قرمز در صورت زیاد بودن کلروفیل در برگ به مقدار بیشتری جذب می‌شود. باید توجه داشت که عدد اسپد به هیچ عنوان مقدار کلروفیل را مشخص نمی‌کند بلکه تخمینی از غلظت کلروفیل را نشان می‌دهد. عدد اسپد همبستگی بالایی با میزان کلروفیل و نیتروژن در برگ دارد (حسیبی، 1386). فولت و همکاران (1981) گزارش دادند که محتوای کلروفیل با مقدار عناصر تغذیه‌ای جذب شده توسط گیاه از خاک ارتباط دارد. کودهای آلی (ورمی‌کمپوست) و غیرآلی (شیمیایی) محتوای عناصر تغذیه‌ای خاک را افزایش می‌دهد که در نتیجه آن، میزان فراهم آوری این عناصر برای گیاه افزایش می‌یابد. تأثیر مثبت تعداد سال‌های کوددهی و همچنین معنی‌دار بودن اثر متقابل این عامل با ورمی‌کمپوست بر ارتفاع و محتوای کلروفیل برنج نیز در مطالعه‌ای دیگر اثبات گردید (موسوی و همکاران، 2000).

گوتیرز و همکاران (2007)، با آزمایش اثر ورمی‌کمپوست بر رشد گوجه‌فرنگی، گزارش کردند ورمی‌کمپوست ارتفاع گیاه را به طور معنی‌داری افزایش داده ولی اثر معنی‌داری بر تعداد برگ و عملکرد نداشت، همچنین عملکرد گوجه‌فرنگی 100 روز بعد از نشاءکاری به طور معنی‌داری افزایش یافت. علاوه بر این ورمی‌کمپوست غلظت کربوهیدرات‌های این گیاه را افزایش داد. پادماواتیاما و همکاران (2008)، نشان دادند کاربرد ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری عملکرد و خصوصیات کیفی موز، کاساوا و لوبیا را بهبود بخشیده و باعث تحریک رشد ریشه و تسهیل در جذب عناصر غذایی شد. در گیاه دارویی زرد چوبه مصرف 10 تن ورمی‌کمپوست در هکتار سبب بهبود ارتفاع بوته و عملکرد گردید (وادیراج و همکاران، 1998). عملکرد گیاه اسانس‌دار شمعدانی نیز با مصرف ورمی‌کمپوست افزایش یافت (چند و همکاران، 2007). در مطالعه‌ای دیگر نیز مشاهده شد که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد دو گونه از گیاه دارویی بارهنگ شد (سانچز و همکاران، 2008). انور و همکاران (2005) در مطالعه بر گیاه دارویی ریحان، مشاهده نمودند که مصرف 5 تن ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی برتری محسوسی از نظر عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد داشت (درزی و همکاران، 1389).

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی یکساله و علفی از خانواده نعنائیان می‌باشد. اندام قابل استفاده گیاه برگ‌ها، سرشاخه‌های گلدار و بذر است که در طب سنتی به عنوان ضد اسپاسم، اشتها آور، ضدنفخ، مدر، شیرافزا و آرام بخش استفاده می‌شود (یزدانی و همکاران، 1383).

با توجه با اینکه ریحان یکی از گیاهان مهمی است که در ایران و سایر کشورهای جهان مصرف بالایی به عنوان سبزی و گیاه دارویی دارد و کشت و پرورش ارگانیک آن حائز اهمیت می‌باشد. این آزمایش به منظور بررسی مقادیر مختلف کود آلی ورمی‌کمپوست بر صفات رشدی و فیزیولوژیکی دو اکوتیپ سبز و بنفش گیاه ریحان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار در بهار و تابستان 1394 در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. فاکتور اول شامل دو اکوتیپ ریحان سبز(V_1) و بنفش (V_2) و فاکتور دوم شامل 5 سطح ورمی‌کمپوست بود. ابتدا بذور در سینی‌های کشت حاوی کوکوپیت کشت شدند و در مرحله 4 تا 6 برگی به گلدان‌های با قطر دهانه 18 سانتیمتر و با ترکیب خاک زراعی و ماسه به نسبت 1:1 منتقل شدند (جدول 1). به این ترتیب، خاک فاقد ورمی‌کمپوست به عنوان شاهد در نظر گرفته شد و ارقام ریحان در خاک حاوی 0، 20، 40، 60 و 80 درصد حجمی ورمی‌کمپوست (به ترتیب T_1، T_2، T_3، T_4 و T_5)، مورد کشت قرار گرفتند. در جدول 2 مشخصات شیمیایی مربوط به تیمارهای مورد آزمایش آورده شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

نمونه	pH	وزن مخصوص ظاهری	هدایت الکتریکی	نسبت کربن به نیتروژن	کربن الی	نیتروژن	پتاسیم	گوگرد	فسفر	سولفات	کلسیم
		$g.cm^{-3}$	$dS.m^{-1}$		درصد (%)			میلی گرم بر کیلوگرم			
خاک	7/3	1/3	1/7	11	1/5	0/15	300	-	15	-	-

جدول 2- مشخصات شیمیایی تیمارهای حاوی سطوح مختلف ورمی‌کمپوست

تیمارها	pH	پتاسیم (%)	فسفر (%)	نیتروژن (%)	$EC(dsm^{-1})$
شاهد (خاک فاقد ورمی‌کمپوست)	8/9	0/03	0/04	0/09	2
20 درصد ورمی‌کمپوست	8/7	0/06	0/05	0/19	3/6
40 درصد ورمی‌کمپوست	8/6	0/08	0/09	0/43	4
60 درصد ورمی‌کمپوست	8/9	0/11	0/1	0/75	4/5
80 درصد ورمی‌کمپوست	8/8	0/18	0/15	1/5	5/3

صفات مورد ارزیابی

در اواخر دوره رشد رویشی، میزان هدایت‌روزنه‌ای با استفاده از دستگاه پرومتر، میزان فتوسنتز توسط دستگاه فتوسنتز مدل LCA4 و میزان سبزینگی گیاه (شاخص کلروفیل) با استفاده از دستگاه اسپد (SPAD 504) اندازه‌گیری شد.

در انتهای آزمایش و پس از اینکه گیاهان وارد مرحله گلدهی شدند بوته‌ها برداشت شده و وزن تر ساقه اصلی، وزن تر برگ و وزن تر کل گیاه (مجموع بخش هوایی و ریشه) با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت0/001 اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به مدت 48 ساعت درآون با دمای 72 درجه سانتیگراد قرار گرفته و بعد از خشک شدن وزن خشک ساقه اصلی، وزن خشک برگ و وزن خشک کل بوته اندازه‌گیری شد. سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ‌سنج (Leaf area meter Licorn) بدست آمد. تعداد برگ، تعداد گل‌آذین در هر بوته، تعداد شاخه‌جانبی، طول گل‌آذین، ارتفاع گیاه و میانگین طول شاخه‌جانبی نیز مورد محاسبه قرار گرفت.

آنالیز آماری داده‌های این پژوهش توسط نرم افزارهای MINITAB و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال 5 % انجام شد.

نتایج

تعداد و طول گل‌آذین، تعداد و طول شاخه‌های‌جانبی

نتایج نشان داد که اثر ساده کود ورمی‌کمپوست بر تعداد و طول‌گل‌آذین و همچنین تعداد و طول شاخه‌جانبی ریحان در سطح احتمال 1 % معنی‌دار بود (جدول 3). این در حالی است که اثر اکوتیپ در هیچ یک از این صفات معنی‌دار نشد. نتایج مربوط به برهمکنش تیمار کودی ورمی‌کمپوست و اکوتیپ نیز در طول گل‌آذین و طول شاخه‌های جانبی در سطح احتمال 5% معنی‌دار شد و در سایر صفات ذکر شده اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد. بررسی اثر ساده ورمی‌کمپوست نشان داد با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست صفات ذکر شده روند افزایشی داشت (جدول 5). به طوری که بیشترین تعداد گل‌آذین و تعداد شاخه جانبی در سطح 80 % ورمی کمپوست و به ترتیب به میزان 48/12 و 17/71 بود. بیشترین طول شاخه جانبی نیز در بالاترین سطح ورمی کمپوست و به میزان 3/37 سانتیمتر مشاهده شد. بررسی بر همکنش اثر اکوتیپ و ورمی‌کمپوست نیز نشان داد که طول گل‌آذین و وطول شاخه جانبی در ریحان سبز نسبت به ریحان بنفش در شرایط افزایش درصد کود ورمی‌کمپوست رشد بهتری داشت. به طوری که در تیمار T_5 (80% ورمی کمپوست)، ریحان سبز نسبت به ریحان بنفش از 43% طول

گل‌آذین بیشتری برخوردار بود (جدول 5). در طول شاخه جانبی نیز مشاهده شد که تیمار 80 % ورمی کمپوست ریحان سبز 20 % افزایش رشد بیشتری نسبت به ریحان بنفش داشت. به نظر می‌رسد علت افزایش تعداد و طول‌گل‌آذین و همچنین تعداد و طول شاخه‌جانبی در اثر کاربرد ورمی کمپوست، تولید مواد تحریک کننده رشد، افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک باشد که سبب افزایش تعداد و طول‌گل‌آذین و همچنین تعداد و طول شاخه‌جانبی شده است (انوار و همکاران، 2004). در مطالعه حاضر نیز بنظر می‌رسد با افزایش میزان ورمی‌کمپوست شرایط برای افزایش فعالیت سلولی در نقاط رشدی فراهم شده که باعث افزایش تعداد و طول‌گل‌آذین و همچنین تعداد و طول شاخه‌جانبی گیاه گردید.

تعداد برگ و ارتفاع بوته

جدول تجزیه واریانس مربوط به صفات تعداد برگ و ارتفاع بوته نشان داد که اثر کود ورمی‌کمپوست در هر دو صفت در سطح احتمال 1% معنی‌دار است (جدول 3). اثر ساده اکوتیپ نیز در تعداد برگ و ارتفاع بوته به ترتیب در سطح احتمال 1 و 5% معنی‌دار شد. برهمکنش دو تیمار (ورمی‌کمپوست × اکوتیپ) در هیچ یک از سطوح مورد بررسی اختلاف معنی‌داری نداشت. با افزایش درصد استفاده از کود ورمی‌کمپوست تعداد برگ از 14 در تیمار شاهد (عدم استفاده از کود ورمی‌کمپوست در خاک) به 54 برگ در تیمار T_5 رسید (جدول 5). ارتفاع بوته نیز تا سطح 40 درصد کود ورمی‌کمپوست افزایش یافت و مجدد روند کاهشی داشت. به این ترتیب ارتفاع از 46/25 سانتیمتر در تیمار شاهد به 62/15 سانتیمتر در تیمار 40% و 54/13 در تیمار 80% کود ورمی‌کمپوست رسید. برخی محققین افزایش فعالیت میکروارگانیزم ها را در ورمی کمپوست به علت افزایش معنی دار تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند اکسین، جیبرلین و سایتوکینین می‌دانند. از طرفی افزایش در سیتوکینین باعث افزایش سطح تقسیم سولی و بزرگ شدن سلولی و نهایت باعث افزایش تعداد و سطح برگ، قطر و ارتفاع می‌گردد (سن فیلیپو، 1990). در همین رابطه در پژوهشی که بر روی گیاه دارویی زردچوبه انجام گردید، مشاهده شد که کاربرد 10 تن ورمی‌کمپوست در مقایسه با عدم مصرف، موجب افزایش بارز ارتفاع این گیاه گردید (وادیراج و همکاران، 1998). آرگولو و همکاران (2006) در مطالعه‌ای که روی سیر انجام دادند بیان نمودند ورمی‌کمپوست موجب بهبود ارتفاع بوته می‌شود. مطالعات دهدشتی زاده و همکاران (1388)، نشان داد تیمار 50% ورمی کمپوست 4/9 سانتیمتر ارتفاع گیاه و تعداد برگ را نسبت به شاهد افزایش داد.

وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک کل بوته

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس اثر ساده ورمی‌کمپوست بر وزن تر برگ، وزن خشک برگ، وزن تر کل بوته و وزن خشک کل بوته در سطح احتمال 1% معنی‌دار بود (جدول 4). اثر ساده اکوتیپ نیز در وزن تر برگ در سطح احتمال 5 % و در وزن خشک برگ، وزن تر و خشک کل بوته اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0.01$). ضمن اینکه بر همکنش دو تیمار مورد بررسی در هیچ یک از سطوح آزمایش معنی‌دار نشد. افزایش درصد ورمی‌کمپوست موجود در خاک منجر به افزایش وزن تر و خشک برگ و کل بوته شد. به نحوی که بیشترین مقادیر اندازه‌گیری شده در این صفات در تیمار T5 (80% ورمی کمپوست) بود (جدول 7). در بین دو اکوتیپ ریحان تحت تیمار نیز، ریحان بنفش نسبت به ریحان سبز از وزن تر و خشک بالاتری هم در برگ و هم در کل بوته برخوردار بود.

به طوری که بر طبق نتایج جدول 7، وزن خشک برگ در ریحان سبز 4/42 گرم در هر بوته و ریحان بنفش 5/23 گرم در هر بوته مشاهده شد. وزن خشک کل نیز در ریحان سبز 6/3 گرم به ازای هر بوته و در ریحان بنفش7/3 گرم بود (جدول 7). درزی و همکاران (1389) تاثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد، میزان گلدهی و تعداد چتر در انیسون را مثبت ارزیابی کرده و بیان داشتند که مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست احتمالا از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی می-انجامد. خندان و همکاران (1384) در بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد گیاه دارویی اسفرزه مشاهده کردند که عملکرد و اجزای عملکرد گیاه اسفرزه در تیمارهای کود آلی نسبت به کود شیمیایی به مراتب بیشتر بود. انصاری و همکاران (1390)، با مطالعه سه کود ورمی‌کمپوست،زئوپونیکس و کود شیمیایی و تلفیق آن ها با یکدیگر بر گیاه شلغم علوفه ای گزارش کردند کود ورمی به تنهایی منجر به افزایش وزن خشک برگ شد.

جدول 3- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیک ارقام ریحان کشت شده در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست

تیمارها	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ.	طول شاخه جانبی	تعداد شاخه جانبی	تعداد گل آذین	طول گل آذین
ورمی‌کمپوست	4	318/23 **	1876/57**	724/31**	280/52**	2169/03 **	8/56**
اکوتیپ	1	102/24*	244/53 **	2/95 ns	0/05 ns	0/01 ns	0/23 ns
ورمی‌کمپوست× اکوتیپ	4	47/69ns	23/29 ns	25/28*	2/56ns	21/98ns	5/76*
خطا	30	22/43	19/53	8/19	1/52	13/37	1/78

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و ns بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول 4- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات مورفوفیزیولوژیک ارقام ریحان کشت شده در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست

تیمار	درجه آزادی	هدایت روزنه‌ای (mmolm-2.s-1)	اسپد	فتوسنتز (µmolco2cm-2s-1)	سطح برگ (cm2)	وزن خشک کل (gr)	وزن تر کل (gr)	وزن خشک برگ (gr)	وزن تر برگ (gr)
ورمی‌کمپوست	4	1429 **	121/35**	9/148**	44925 **	91/045**	274/02**	70/307**	213/413 **
اکوتیپ	1	25/7 ns	69/17 *	12/668 **	223 ns	10/01 **	10/82 **	6/49**	5/685
ورمی‌کمپوست× اکوتیپ	4	316/5 ns	9/73 ns	9/105 **	287 ns	0/997 ns	1/54ns	0/835 ns	0/823 ns

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1 و 5 درصد و ns بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول 5- مقایسه میانگین اثرات ساده ورمی‌کمپوست و اکوتیپ بر برخی صفات مورفولوژیک ریحان

تیمار	ارتفاع (cm)	تعداد برگ	طول شاخه جانبی (cm)	تعداد شاخه جانبی	تعداد گل آذین	طول گل آذین (cm)
ورمی‌کمپوست						
T_1	46/25 c	14/67 e	3/68 d	1/93 d	3/08 e	5/03 b
T_2	60/28 a	27/76 d	18/07 c	6/21 c	16/37 d	6/95 a
T_3	62/15 a	34/25 c	19/60 c	11/12 b	21/75 c	7/23 a
T_4	58/18 ab	40/93 b	24/00b	10/96 b	26/37 b	7/57 a
T_5	54/13 b	54/82 a	29/07 a	17/71 a	48/12 a	7/38 a
LSD Value	5/58	5/21	3/37	1/45	4/31	1/57
اکوتیپ						
V_1	54/60 b	32/01 b	18/61 a	9/63 a	23/15 a	6/76 a
V_2	57/80 a	36/96 a	19/15 a	9/55 a	23/13 a	6/91 a

T_1، T_2، T_3، T_4 و T_5 به ترتیب خاک حاوی 0، 20، 40، 60 و 80 درصد حجمی ورمی‌کمپوست و V_1 و V_2 به ترتیب ریحان سبز و بنفش می‌باشند.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون LSD ($p < 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول 6- مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و اکوتیپ بر طول گل‌آذین و طول شاخه جانبی

تیمار	طول شاخه جانبی (سانتی‌متر)	طول گل آذین (سانتی‌متر)
T1*V1	2/90 f	4/87 c
T1* V2	4/47 f	5/18 c
T2* V1	16/03 e	6/10 bc
T2*V2	20/10 cde	7/8 ab
T3*V1	19/20 de	6/57 abc
T3*V2	20/00 de	7/90 ab
T4*V1	23/15 bcd	7/55 ab
T4*V2	24/85 bc	7/60 ab
T5*V1	31/78 a	8/7 a
T5*V2	26/36 b	6/07 bc

T_1، T_2، T_3، T_4 و T_5 به ترتیب خاک حاوی 0، 20، 40، 60 و 80 درصد حجمی ورمی‌کمپوست و V_1 و V_2 به ترتیب ریحان سبز و بنفش می‌باشند.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون LSD ($p < 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

سطح برگ

نتایج نشان داد افزایش سطوح ورمی‌کمپوست منجربه افزایش سطح برگ شد. به طوری‌که این میزان در سطح 1% معنی‌دار شد (جدول 4). به عبارتی با افزایش کود ورمی‌کمپوست تا 80 درصد، سطح برگ نسبت به شاهد 7/5 برابر افزایش یافت و به 226/3 سانتیمتر مربع در هر بوته رسید. افزایش سطح برگ که به مفهوم افزایش سطح فتوسنتزی می باشد، میتواند به تولید زیست توده بیشتر کمک کند. بر اساس نتایج حاصل نیز سطح برگ در نتیجه استفاده از کود ورمی کمپوست افزایش یافت. به عبارتی چون آزاد سازی عناصر غذایی از این منبع کودی به تدریج انجام می‌شود کارایی عناصر غذایی افزایش می‌یابد و قابلیت گیاه برای جذب عناصر و در نتیجه رشد گیاه از جمله رشد برگی افزایش نشان می‌دهد (دانیل و اندرسون، 1992). آرانکون و همکاران (2004)، بیان داشتند چون خاک‌های تیمار شده با ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری دارای جمعیت میکروبی بیشتر می‌باشند. لذا میکروارگانیزم‌ها می‌توانند موادی مانند تنظیم کننده‌های رشد گیاهی یا هورمون‌هایی تولید کنند که بر رشد گیاه و افزایش سطح برگ تأثیر گذار خواهند بود. نتایج آزمایش انجام شده با نتایج آرکون و همکاران (2004) روی توت فرنگی، آتیه و همکاران (2002) روی گوجه فرنگی و خیار و مکی گینیس (2003) روی گیاه ریحان مطابقت دارد.

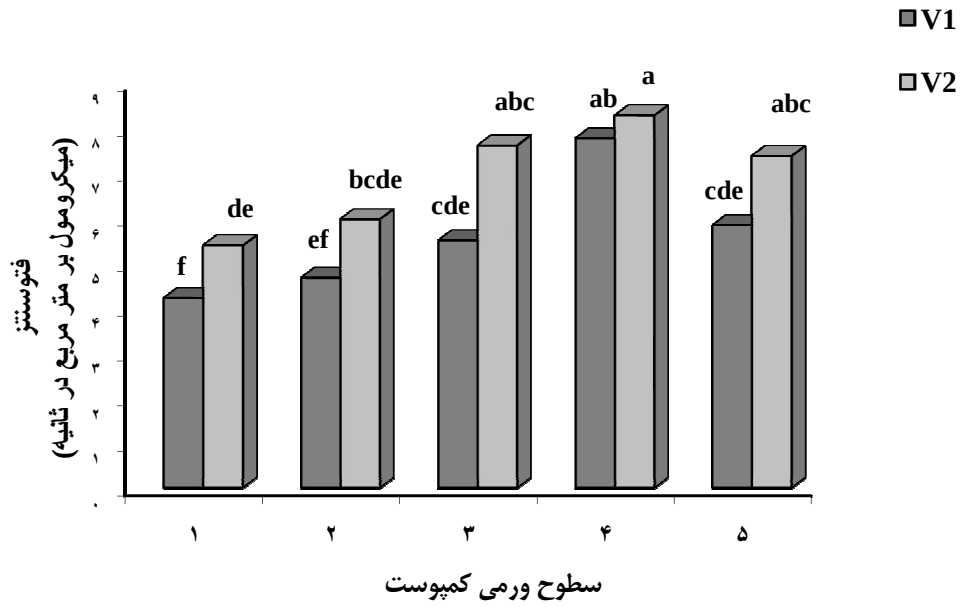
میزان فتوسنتز، عدد اسپد و هدایت روزنه‌ای: اختلاف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در صفات مربوط به میزان فتوسنتز گیاه، عدد اسپد و هدایت روزنه ای معنی‌دار شد ($p<0.01$). اثر اکوتیپ نیز در میزان فتوسنتز گیاه و عدد اسپد به ترتیب در سطح احتمال 1 و 5 درصد معنی‌دار بود (جدول 4). بر اساس نتایج حاصل از جدول 2، در برهمکنش اثر اکوتیپ و ورمی‌کمپوست مقدار فتوسنتز برگ گیاه اختلاف معنی‌داری نشان داد. این در حالی است که برهمکنش دو تیمار مورد بررسی در هدایت روزنه‌ای و عدد اسپد تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش میزان ورمی‌کمپوست تا 80 درصد نسبت حجمی خاک، عدد اسپد (میزان کلروفیل) 34% نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول 7). برهمکنش اثر ورمی‌کمپوست و اکوتیپ سبز و بنفش ریحان نیز نشان داد با افزایش درصد کود ورمی‌کمپوست در هر دو اکوتیپ میزان فتوسنتز افزایش یافت. همچنین افزایش فتوسنتز در ریحان بنفش نسبت به ریحان سبز بیشتر بود. در سطح 40% کود ورمی‌کمپوست مشاهده شد ریحان بنفش نسبت به ریحان سبز 38% فتوسنتز بیشتری داشت (شکل 1). عدد اسپد ریحان بنفش (34/48درصد) نسبت به ریحان سبز (31/85 درصد) بیشتر بود (جدول 7). با توجه باینکه عدد اسپد نشاندهنده اختلاف بین نور قرمز تابیده شده به برگ با نور قرمزدور عبور کرده از برگ می‌باشد (حسیبی، 1386)، بنظر می‌رسد برگهای اکوتیپ ریحان بنفش در سطح 80% ورمی‌کمپوست از میزان کلروفیل بیشتری برخوردار بوده و نور قرمز توسط برگ به مقدار بیشتری جذب شده است. از طرفی احتمالاً دلیل افزایش مقدار عدد کلروفیل در تغذیه با کود ورمی‌کمپوست به علت سنتز بیشتر کلروپلاست باشد که ناشی از فعالیت مناسب آنزیم کلروفیلاز است. زمانی که عناصر غذایی به مقدار کافی فراهم نباشد سنتز کلوپلاست ناکافی بوده و گرانا آماس کرده و تعداد آنها کاهش می‌یابد (گوتیرز و همکاران، 2007) . به طور کلی بنظر می‌رسد که این تأثیر مثبت به قابلیت تحریک‌کنندگی فعالیت میکرو ارگانیزمهای مفید خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در افزایش جذب عناصر معدنی پرمصرف و کم مصرف و پیامد آن بهبود در فرایند فتوسنتز، نسبت داده می‌شود. در تحقیقی مشخص شد که اثر ورمی‌کمپوست در کشت رازیانه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و فتوسنتز در این گیاه می‌شود (درزی و همکاران، 2008). طبق گزارش دهدشتی و همکاران (1388)، تیمار 50% ورمی منجر به افزایش کلروفیل گیاه گوجه فرنگی شد. آتیه و همکاران (2001) بیان کردند که یون‌های آمونیومی توسط موادی که دارای بار منفی هستند بطور سطحی جذب می شوند و یا طی فرایند نیتریفیکاسیون به نیترات تبدیل می شود. جذب ترکیبات نیتراته از یک طرف و افزایش میزان عناصری نظیر آهن و منگنز در گیاهان تحت تیمار ورمی کمپوست از طرف دیگر خود دلیلی بر افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاه می‌باشد.

جدول 7- مقایسه میانگین اثرات ساده ورمی کمپوست و اکوتیپ بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک ریحان

تیمار	هدایت روزنه ای ($mmolm^{-2}.s^{-1}$)	اسپد	فتوسنتز ($\mu molco_2cm^{-2}s^{-1}$)	سطح برگ (cm^2)	وزن خشک کل (gr)	وزن تر کل (gr)	وزن خشک برگ (gr)	وزن تر برگ (gr)
ورمی کمپوست								
T1	18/5 b	27/88 c	6/31 b	31/25 e	2/54 e	3/62 e	1/32 e	2/32 e
T2	29/37 b	30/41 be	5/32 b	61/8 d	5/01 d	8/57 d	3/01 d	5/43 d
T3	28/76 b	35/30 a	5/55 b	85/73 c	6/90 c	11/3 c	4/81 c	8/31 c
T4	41/78 a	34/82 ab	6/61 b	113/15 b	7/99 b	13/66 b	5/86 b	10/18 b
T5	53/11 a	37/4 a	8/03 a	226/36 a	11/57 a	19/36 a	9/13 a	16 a
اکوتیپ								
V1	33/50 ns	31/85 b	5/8 b	101/3 ns	6/3 b	10/78 b	4/42 b	8/07 ab
V2	35/1 ns	34/48 a	6/92 a	106/02 ns	7/3 a	11/82 a	5/23 a	8/83 a

T_1، T_2، T_3، T_4 و T_5 به ترتیب خاک حاوی 0، 20، 40، 60 و 80 درصد حجمی ورمی‌کمپوست و V_1 و V_2 به ترتیب ریحان سبز و بنفش می‌باشند.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند، مطابق آزمون LSD ($p < 0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل 1- برهمکنش اثر کود ورمی‌کمپوست و دو اکوتیپ سبز و بنفش ریحان بر میزان فتوسنتز سطوح 1، 2، 3، 4 و 5 به ترتیب خاک حاوی 0، 20، 40، 60 و 80 درصد حجمی ورمی‌کمپوست و V_1 و V_2 به ترتیب ریحان سبز و بنفش می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی

به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف و همچنین نمک محلول کمتر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتر بر روی میزان فتوسنتز و تولید بیوماس ریحان تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود صفات مورفولوژیک شد. همان طور که در شکل 1 مشاهده می‌شود افزایش کود آلی ورمی‌کمپوست تا سطح 80 درصد در هر دو اکوتیپ میزان فتوسنتز و عدد اسپد را افزایش داد. همچنین سطح 80 درصد ورمی‌کمپوست در هر دو اکوتیپ منجر به افزایش اجزای عملکرد از جمله وزن تر و خشک برگ و کل بوته شد. ضمن اینکه این افزایش در اکوتیپ بنفش ریحان نسبت به اکوتیپ سبز چشم گیرتر بود و ریحان بنفش نسبت به ریحان سبز رشد بیشتری با مصرف ورمی‌کمپوست داشت. با اضافه کردن این کود به خاک فرم قابل جذب عناصر غذایی و همچنین تشکیل کمپلکس‌های آلی قابل جذب و قابلیت جذب آنها توسط گیاه را افزایش می‌دهیم که خود در افزایش اجزای عملکرد گیاهان موثر است. در مورد گیاه دارویی بابونه نیز کاربرد ورمی‌کمپوست، باعث افزایش شاخص‌های رشد به دنبال افزایش جذب عناصر غذایی در این گیاه شد (آتیه و همکاران، 2001). از آنجائیکه ورمی‌کمپوست هم دارای عناصر غذایی به فرمی است که به آسانی برای گیاه قابل جذب و دسترسی است مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول می‌باشد (آتیه و همکاران، 2000) و هم حاوی مواد بیولوژیکی فعالی است که همانند تنظیم کننده‌های رشد عمل می‌کنند میتواند پتانسیل تجاری بالایی به عنوان یک محیط کشت برای سبزیجات داشته باشد. لذا توصیه می‌شود مقدار مصرف کود ورمی‌کمپوست با در نظر گرفتن وضعیت خاک، کیفیت آب و نتایج آنالیز خاک، نوع محصول کشت شده و تغذیه گیاهی استفاده شود. به طور کلی برای انواع سبزی‌ها (ریحان، کلم، کاهو، گوجه فرنگی، خیار، پیازچه، کرفس....) حدود 4 تا 8 کیلوگرم در مترمربع، هر 2 تا 3 سال یکبار در سطح خاک توصیه می‌شود.

فهرست منابع:

1. انصاری جوینی، م.، م. چاییچی، ر. کشاورز افشار. 1390. اثر روش‌های مختلف حاصلخیزی خاک (شیمیایی، آلی، تلفیقی) بر عملکرد و اجزا عملکرد شلغم علوفه ای، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، 4(3):122-138
2. حسیبی، پ. 1386. بررسی فیزیولوژیکی اثر تنش سرما در مرحله‌ی گیاهچه‌ای ژنوتیپ‌های مختلف برنج. رساله دکتری دانشگاه شهید چمران اهواز. ص.145.
3. خندان، ا.، ع. ر آستارایی، م. نصیری محلاتی، و ا. فتوت. 1384. تاثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*)، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، 3 (2): 253-245.
4. درزی م.، م. حاج سید هادی و ف. رجالی. 1389. تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و کود فسفات آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی انیسون. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران.26(4):452-465.
5. دهدشتی زاده، ب.، ح. آرویی، م. عزیزی، غ. ح. داوری نژاد. 1388. بررسی اثر سطوح مختلف ورمی کمپوست و عنصر فسفر بر رشد و نمو و جذب برخی عناصر غذایی در نشا گوجه‌فرنگی. مجله علوم باغبانی ایران، 40(3): 49-58
6. صالح راستین ن . 1381 .کودهای بیولوژیک و نقش آنها در کشاورز ی پایدار. تالیف و گردآور ی برای تولید کودها ی بیولوژیک در ایران. صفحات 1-54.
7. علیخانی ح، ل. محمدی. 1387. مقایسه خصوصیات فیزیکی -شیمیایی ورمی‌کمپوست و کمپوست سرد و تاثیر کاربرد آنها بر شاخص‌های رشد گوجه فرنگی .علوم کشاورزی،39(1): 201-207.
8. یزدانی د، س. شهنازی و ح. سیفی. 1383 .کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی.ص 165.
9. Anderson T. 2004. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. Agric., Eco. and Environ 98: 285-293.
10. Anwar M., D.D. Patra, S. Chand, K. Alpesh, A.A. Naqvi and S.P.S. Khanuja. 2005 .Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Communications in Soil Sci. and Plant Analysis 36(13-14): 1737-1746.
11. Aranon, N. Q., P. Edwards, R. M. Atiyeh & J. D., Metzger. 2004. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse peppers. Bioresource Techn., 93, 139-143.
12. Arguello J.A., A. Ledesma, S.B. Nunez, C.H. Rodriguez and M.D.D. Goldfarb. 2006. Vermicompost affects onbulbing dynamics, nonstructural effects on bulbing dynamics, nonstructural paraguayo garlic bulbs. Horti. Sci. 41: 589-592.
13. Atiyeh R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger and W. Shuster 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horti.container media and soil. Pedobiol. 44: 579-590.
14. Atiyeh, R. M., N.Arancon, C. A. Edwards and J. D. Metzge. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Bioresource Tech., 84(1), 7-14.
15. Atiyeh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler and J. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Techn. 78(1): 11-20.

16. Azizi M, F. Rezwanee, M. Hassanzadeh Khayat, A. Lackzian and H. Neamati. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricutria vecutitia*). Iranian J. of Medicinal and Aromatocic Plants 1: 82-93.
17. Casenva de Sanfilippo, E., J. A.Arguello, G. Abdala and G. A.Orioli. 1990. Content of Auxin-, inhibitorand Gibberllin-like substances in humic acids. *Biol. Plantarum*, 32, 346-351.
18. Chand S., P. Pande, A. Prasad, M. Anwar and D.D. Patra. 2007. Influence of Integrated supply of Vermicompost and Zinc-enriched compost with two graed levels of iron and zinc on the productivity of Geranium. Communications in Soil Science and Plant Analysis 38: 2581-2599.
19. Daniel, O. and J.M. Anderson. 1992. Microbial biomass and activity in contrasting soil materials after passage through the gut of the earthworm Lmbricus rebellus Hoffmeister. Soil Biol Biochem. 24: 465-470.
20. Darzi M, A. Ghalavand and F. Rejali. 2008. Effect of mycorrhiza,vermicompost and phpsphate biofertilizer application on flowing, biological yield and root colonization in fenel (*Feoniculum vulgare*). Iranian J. of Crop Sci. 10(1): 88-109.
21. Duminguez J.C., A. Edwards and S. Suber. 1997. A comparison of vermicomposting and composting. Biocycle. 38: 57-59.
22. Edwards C.A. and I. Burrows. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth. In: Edwards, C.A., Neuhauser, E. (eds.), Earthworms in Waste and Environmental Management. SPB. Academic Press, The Hague, the Netherlands. P: 21-32.
23. Filip Z. 2002. International approach to assessing soil quality by ecologically related biological parameters. Agric. Ecosys. and Environ. 88 (2): 169–174.
24. Follet R.H., L.S. Murphy and R.L. Donalue. 1981. Soil-fertilizer-plant relationship. Fertilizer Soil Amend. 6: 16. 478-481.
25. Gajalakshmi S and SA. Abbasi. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost and vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia* and on several vegetables. Bio. Tech. 85: 197-199.
26. Gutierrez F.A., J. Santiago, J.A.M. Molina, C.C. Nafate, M. Abud, M.A.O. Llaven, R. Rincon and L. Dendooven. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato. Bioresource Techn. 98: 2781-2786.
27. Hidlago P.R, F.B. Matta and RL Harkess. 2006. Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. Horti. Sci. 41: 1474-1476.
28. Marinari S., G. Masciandaro, B. Ceccanti, and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. Bioresour. Tech. 72: 9-17.
29. Mciginnis M., A. Cooke, T. Bilderback and M. Lorscheider. 2003. Organic fertilizer for basil transplant production. Acta Horti., 491, 213- 218.
30. Mousavi S.M., M.A Bahmanyar, H.A. Pirdashti, S.S. Gillani, F.A. Firouzi and O.A. Ghasempour 2009. Investigation the influence of vermicompost alone and enriched on some agronomic properties of rice at flowering stage. In:Proceeding of the 11th National Soil Sciences Congress, Gorgan, Iran, 12-14 July 2009, Pp: 1359-1361. Padmavathiamma P.K., Li L.Y., and Kumari U.R. 2008. An experimental study of vermi- biowaste composting for agriculture soil improvement. Bioresource Technology 99: 1672-1681.

31. Rajendran K and P. Devaraj. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy 26: 235-249.
32. Rigi M. 2002. Evaluation the influence of 3 type vermicompost and nitrogen on growth and chemical compound of corn and rice. M.Sc. Thesis, Shiraz University, 159p.
33. Sanchez G.E., G.C. Carballo and G.S.R. Ramos. 2008. Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L.
34. Senthilkumar S, M.V. Sriramachandrasekharan and K. Haripriya. 2004. Effect of vermicompost and fertilizer on the growth and yield of rose. J. Interacademicia. 8: 207-210.
35. Subler S., C. Edwards and J. Metzger. 1998. Comparing vermicomposts and composts. Biocycle 39: 63-66.
36. Tyler H.H., S.L. Warren, T.E. Bilderback and W.C Fonteno. 1993. Composted turkey litter: Effect on chemical and physical properties of a pine bark substrate. J. of Environ. Horti. 11: 131-136.
37. Vadiraj B.A., S. Gangaiah and N. Poti 1998. Effect of vermicompost on the growth and yield of turmeric. South Indian Horti. 46: 176-179.
38. Van Herwijnen, R., T.R. Hutchings, A. Al-Tabbaa, A.J Moffat, M.L. Johns and S.K. Ouki. 2007. Remediation of metal contaminated soil with mineral-amended composts. Environ. Pollut. 150: 347–354
39. Vessey J.K, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.
40. Wu S.C., Z.H. Caob., Z.G. Lib, K.C. Cheunga and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geoderma 125: 155–166.