نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال نهم، شماره ۳۶، زمستان ۱۳۹۳ / صفحات: ۳۳-۲۱

مقایسه تأثیر کودهای ورمی‌کمپوست، کود دامی و کود شیمیایی بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی گلخانه‌ای (*Solanum lycopersicum* L. var Hamra)

آفاق ویسی[1*]، اکرم بینناییان[2]، زری صالحی‌نیا[3]

[1]دانشجوی دکتری، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[2]دانشجوی دکتری، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه

[3]کارشناس‌ارشد، گروه اصلاح نباتات، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۲۲

چکیده

امروزه بدلیل اثرات مضر کودهای شیمیایی، تمایل به استفاده از کودهای آلی مورد توجه قرار گرفته است. از این رو به منظور مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی و آلی بر صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی گلخانه‌ای، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٦ تیمار شامل شاهد (بدون کوددهی)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (شامل ۲۰۰، ۷۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار از عناصر ازت، فسفر و پتاسیم)، کود دامی (۲۵ تن در هکتار)، ورمی‌کمپوست (٦ تن در هکتار)، ۵۰ درصد کود دامی+ ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست، در سال ۱۳۹۱ در شهر روانسر در استان کرمانشاه صورت گرفت. صفاتی همچون وزن تر، خشک و تعداد برگ، کلروفیل برگ، ارتفاع بوته، وزن میوه، تعداد میوه در بوته، عملکرد کل و عملکرد قابل فروش میوه، ویتامین C، مواد جامد محلول، قند کل، اسیدیته قابل تیتر اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که کمترین میزان صفات فوق در تیمار بدون کود بدست آمد. بیشترین مقادیر صفات فوق در تیمار ترکیبی حاوی ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در کشت گوجه فرنگی گلخانه ای با به کار بردن ترکیبی از کودهای شیمیایی همراه با کودهای آلی، علاوه بر ایجاد عملکرد مطلوب کمی‌و بهبود خصوصیات کیفی، کاهش قابل ملاحظه‌ای در مصرف کودهای شیمیایی حاصل خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: کود دامی، کود شیمیایی، کمیت، کیفیت، گوجه فرنگی گلخانه‌ای، ورمی کمپوست

مقدمه

در دهه‌های اخیر تولید محصولات کشاورزی عمدتا متکی به مصرف نهاده‌های شیمیایی بوده که مصرف بی‌رویه این نهاده‌ها منجر به مشکلات عمده زیست محیطی شده است. افزایش نگرانی مصرف کنندگان درباره موضوعاتی همچون کیفیت غذا، حفظ محیط زیست و حفاظت خاک باعث شده تا به اصول کشاورزی پایدار برای رفع این نگرانی‌ها توجه بیشتری شود (Nassiri -Mahallati et al., 2001). کشاورزی پایدار یک نظام تلفیقی مبتنی بر اصول اکولوژیک است که به جای استفاده از نهاده‌های خارجی نظیر کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها از بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی و بیولوژیک و کنترل بیولوژیک آفات استفاده می‌شود تا ضمن ذخیره مواد غذایی در خاک، علف‌های هرز و آفات کنترل شده (Koocheki et al., 1997; Rigby and Carcas, 2001) و همچنین تنوع زیستی افزایش یابد (Elsen, 2000).

*نویسنده مسئول: veisi1391@gmail.com

کود دامی‌بعنوان منبعی ارزان قیمت و با ارزش برای حاصلخیزی خاک مقادیر بالایی از عناصر پر مصرف و کم مصرف را برای رشد گیاه مهیا نموده و بعنوان کودی دوستدار محیط زیست جایگزینی برای کودهای شیمیایی می‌باشد. با این حال طی سال‌های اخیر در بسیاری از نقاط دنیا، استفاده از کودهای دامی بدلیل هزینه‌های بالای حمل و نقل، وجود بذر علف‌های هرز و بروز برخی مسائل زیست محیطی محدود شده است (Hutchison et al., 2005). مواد کمپوست شده به‌عنوان کودهای ارگانیک در کشاورزی پایدار پذیرفته شده‌اند و تحقیقات قابل توجهی برای مطالعه اثرات آنها بر روی خواص خاک و رشد گیاه انجام شده است. نتایج چندین مطالعه طولانی مدت نشان داده است که اضافه نمودن کمپوست خواص فیزیکی خاک را از طریق افزایش تراکم توده خاک و افزایش قابلیت نگهداری آب بهبود می‌بخشد (Weber et al., 2007). به‌علاوه اضافه کردن کمپوست به خاک در مقایسه با کودهای معدنی، افزایش بیشتر کربن آلی خاک و برخی عناصر غذایی گیاه را بدنبال خواهد داشت (Nardi et al., 2004; Weber et al., 2007). اثرات مفید طولانی مدت مواد کمپوست شده همچنین در مواد هیومیک خاک (به‌علت افزایش در پیچیدگی ساختار مولکولی که نسبت اسید هیومیک/فلویک را افزایش می‌دهد) و نیز خواص جذبی خاک (با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و اشباع بازی) مشاهده شده است (Weber et al., 2007). به‌علاوه به منظور تغییرات اجرایی بر روی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی، مواد کمپوست شده تأثیر نمایانی بر خواص بیولوژیکی خاک همچون افزایش در زیست توده و فعالیت میکروبی و نیز تغییرات در فعالیت آنزیم‌های خاک (Ros et al., 2006) و در ساختار اجتماع میکروبی دارند (Ros et al., 2006).

ورمی‌کمپوست به‌عنوان یکی از انواع کودهای آلی است که به‌طور معنی داری رشد طیف گسترده ای از محصولات باغبانی مثل گوجه فرنگی (Atiyeh et al., 2001; Hashemimajd, et al., 2004; Gutierrez-Miceli et al., 2007)، فلفل سبز (Arancon et al., 2005)، سیر (Arguello et al, 2006)، بادمجان (Gajalakshmi and Abbasi, 2004)، توت فرنگی (Arancon et al., 2008)، نخود سبز (Karmegam et al., 1999) را تحریک می‌کند. ورمی‌کمپوست همچنین اثرات مثبتی بر رشد و عملکرد غلاتی مثل سورگوم و برنج (Reddy and Ohkura, 2004; Sunil et al., 2005) دارد.

با وجود شواهد علمی‌زیاد که نشان‌دهنده اثرات مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان مختلف است، هنوز مدارکی قوی وجود دارد که این اثرات عمومی‌و یا پایدار نیستند. در واقع برخی مطالعات گزارش می‌دهند که ورمی‌کمپوست ممکن است رشد گیاه را کاهش داده و یا حتی باعث مرگ گیاه شود (Roberts et al., 2007; Lazcano et al., 2010). گوناگونی در اثرات ورمی‌کمپوست ممکن است به سیستم کشتی که ورمی‌کمپوست در آن بکار می‌رود، یا خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ورمی‌کمپوست، که می‌تواند به منشأ مواد خام و گونه کرم مورد استفاده، فرآیند تولید و سن ورمی‌کمپوست بستگی داشته باشد (Rodda et al., 2006, Roberts et al., 2007; Warman and Ang-Lopez, 2010). همچنین تنوع بالایی در اثرات ورمی‌کمپوست بسته به گونه گیاهی و حتی ارقام مورد استفاده وجود دارد. این موضوع در گیاه گوجه فرنگی دیده شد به‌طوری‌که کوددهی بستر گلدانی تجاری با ورمی‌کمپوست اثرات متفاوتی بر جوانه‌زنی، طویل شدن گیاهچه، توزیع ماده خشک، خواص مورفولوژی و خصوصیات شیمیایی سه رقم گوجه فرنگی نشان

داد (Zaller, 2007). آنچه که می‌تواند مورد انتظار باشد این است که هیبریدها یا ژنوتیپ‌های گیاهی مختلف، واکنش متفاوتی به ورمی‌کمپوست خواهند داشت زیرا که ژنوتیپ‌های گیاهی اختلاف زیادی را در قابلیت جذب مواد غذایی، بازده استفاده از مواد غذایی و توزیع منابع در داخل گیاه نشان می‌دهند. بنابراین با توجه به الگوی متفاوت رشد ریشه در ژنوتیپ‌های مختلف، جذب مواد غذایی و فعل و انفعالات ریشه گیاه با جمعیت‌های میکروبی در ناحیه ریزوسفر نیز متفاوت خواهد بود (Kabir et al. 1998; Cavani and Mimmo 2007; Aira et al. 2010).

گوجه‌فرنگی از خانواده بادمجانیان یا Solanaceae، با نام علمی *Lycopersicon esculentum* یکی از مهمترین گیاهان زراعی نواحی نیمه خشک و مناطق مدیترانه‌ای است. کشت گوجه‌فرنگی در بسیاری از نقاط کشور به‌عنوان یک محصول زراعی مهم و پر بازده، بسیار رایج است (Mokhtari et al., 2008). گوجه‌فرنگی منبع با ارزشی از ویتامین A و C، و همچنین تعدادی از مواد معدنی، از جمله کلسیم، آهن، منگنز، روی و به‌ویژه پتاسیم، محسوب می‌شود (Harland et al., 2009).

گوجه فرنگی از جمله محصولات بسیار مهم کشاورزی در شهرهای مختلف استان کرمانشاه بوده و طی سال‌های اخیر تولید گوجه فرنگی گلخانه‌ای در شهرهای مختلف این استان سهم بسزایی در بهبود اقتصاد خانوارهای روستایی و کاهش بیکاری داشته است. با توجه به مطالعات پیشین، ورمی‌کمپوست یک جایگزین امید بخش برای جایگزینی با کودهای غیر آلی به منظور رشد مناسب گیاه خواهد بود. با اینحال ضروری است تا تحقیقات بیشتری برای درک مکانیسم‌ها و شرایطی که رشد گیاه از طریق این ترکیبات آلی تحریک می‌شود انجام شود تا اطمینان مصرف کننده در مصرف این کودها تأمین شود. از اینرو هدف از این تحقیق مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی و آلی بر خصوصیات کیفی و کمی‌گوجه فرنگی گلخانه ای بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار در سال ۱۳۹۱ در گلخانه ای واقع در حومه شهر روانسر در استان کرمانشاه (طول جغرافیایی ٤٠/٤٦و عرض جغرافیایی ٤٣/٣٤، ارتفاع از سطح دریا ١٣٦٠ متر) صورت گرفت. بذور گوجه فرنگی گلخانه‌ای رقم حمرا (*Solanum lycopersicum* L. var Hamra) در تاریخ ۱۵ شهریور درون سینی‌های کشت حاوی پیت ماس کشت گردیدند و گیاهچه‌ها پس از رسیدن به مرحله ی ٤ برگی به گلخانه انتقال یافتند. کاشت نشاءهای گوجه فرنگی بصورت جوی و پشته ای با عرض پشته ۷۰ ، فاصله بوته ٤٠ و عرض راهرو ۱۱۰ سانیتی متر با تراکم ۲/۸ بوته در هر مترمربع انجام شد. دمای روزانه ۳± ۲۹ و دمای شبانه ۳±۱۹ درجه سانتی‌گراد و رطوبت گلخانه ٦٠ تا ۷۵ درصد در طی مراحل مختلف رشدی تنظیم شد. پس از اینکه بوته‌ها به اندازه کافی رشد کردند، توسط نخ مخصوص بر روی قیمی‌که بالای هر ردیف قرار داشت، هدایت شدند. در طول رشد نیز هرس و تربیت بوته به صورت تک ساقه با حذف جوانه‌های جانبی صورت گرفت. پس از گلدهی به منظور گرده افشانی مطمئن گلها، سیم‌های قیم بالای بوته‌ها روزی چند نوبت تکان داده شد. مقادیر و نحوه اعمال تیمارهای کودی به شرح جدول ۱ می‌باشد. همچنین نتایج آنالیز شیمیایی و فیزیکی خاک، کود دامی و ورمی‌کمپوست در جداول ۲ و ۳ آمده است.

جدول ۱: نحوه اعمال تیمارهای مختلف کودی

تیمار	نحوه و زمان کاربرد
T۱	بدون کوددهی
T۲	تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی شامل ۲۰۰، ۷۰ و ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از مقدار خالص عناصر ازت، فسفر و پتاسیم (تهیه شده از منابع کودی اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) که کودهای فسفره و پتاسه طی دو مرحله یکبار قبل از انتقال نشاءها و مرتبه دوم در زمان گلدهی به خاک اضافه شدند. کود ازته به دو قسمت تقسیم شد که یک قسمت ۲ هفته پس از انتقال نشاء و قسمت دیگر در زمان گلدهی به خاک اضافه گردید.
T۳	شامل ۲۵ تن در هکتار کود گاوی دو سال پوسیده که تمامی‌کود قبل از کاشت نشاءها به خاک اضافه گردید.
T٤	شامل تیمار ٦ تن در هکتار ورمی‌کمپوست که نیمی‌از کود قبل از انتقال نشاءها و قسمت دیگر در زمان گلدهی به خاک اضافه گردید.
T٥	تیمار ترکیبی ۵۰ درصد کود شیمیایی (شیمیایی شامل ۱۰۰، ۳۵ و ٦۵ کیلوگرم در هکتار از عناصر ازت، فسفر و پتاسیم) و ۵۰ درصد کود دامی(۱۲/۵ تن در هکتار) که تمامی‌کود دامی‌قبل از کاشت نشاءها به خاک اضافه گردید. کودهای شیمیایی در زمان گلدهی به خاک اضافه گردیدند.
T٦	تیمار ترکیبی ۵۰ درصد کود شیمیایی (شیمیایی شامل ۱۰۰، ۳۵ و ٦۵ کیلوگرم در هکتار از عناصر ازت، فسفر و پتاسیم) و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست (۳ تن در هکتار) که تمامی‌کود ورمی‌کمپوست قبل از کاشت نشاءها به خاک اضافه گردید. کودهای شیمیایی در زمان گلدهی به خاک اضافه گردیدند.

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک گلخانه مورد آزمایش (نمونه‌برداری از عمق ۳۰ – ۰ سانتی‌متر)

بافت خاک	اسیدیته گل‌اشباع	EC (dsm^{-1})	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب(ppm)	کربن آلی (٪)	آهن (ppm)	منگنز (ppm)	مس (ppm)	روی (ppm)
سیلتی لوم	۷/٦۳	۲/۸	۰/۱۲	۲۸/۲۵	۳۳۸	۱/۳۵	۱۳/۱۸	۲۸/٦	۲/۹٤	۱/٦۳

جدول ۳: مقادیر عناصر موجود در ورمی‌کمپوست و کود دامی‌مورد استفاده

نوع کود	درصد ازت	درصد فسفر	درصد پتاسیم	درصد کلسیم	درصد منیزیم	آهن (ppm)	مس (ppm)	روی (ppm)	منگنز (ppm)	نسبت C :N
ورمی‌کمپوست	۱/٦	۰/۷	۱/۱۱	۰/۵	۰/۲	۱۷۵	۵	۲٤/۵	۹٦/۵	۱۵/۵
کود دامی(گاوی)	۱/۳	۰/۳	۱/۲۵	۰/۹	۰/۲	۱٤۵	۲/۸	۱٤/۵	٦۹	۲٤/۹

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد گیاه: برای تعیین وزن تر برگ تعداد ٤ برگ از قسمت میانی از ٤ بوته در هر تیمار با ترازوی ۰/۰۰۱ توزین گردیدند. وزن خشک برگ، پس از قرار دادن برگ‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون بمدت ٤۸ ساعت تعیین شد. تعداد برگ نیز از شمارش برگ‌ها در ٤ بوته از هر تیمار بدست آمد. ارتفاع بوته از قسمت طوقه به بالا اندازه‌گیری شد. شاخص کلروفیل با دستگاه اسپد مدل 502 DL اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری صفات مربوط به عملکرد میوه: برای تعیین وزن تک میوه، از هر تیمار به تعداد ٤ میوه بطور تصادفی و از قسمت میانی بوته انتخاب گردیده و

توزین گردیدند. تعداد میوه نیز در طول کل فصل برداشت از میانگین ٤ بوته در هر تیمار بدست آمد. عملکرد کل و عملکرد قابل فروش (براساس شکل، اندازه و رنگ میوه، عدم وجود لکه‌های ناشی از آفات و بیماری‌های میکروبی و فیزیولوژیکی) نیز در کل فصل رشد از توزین میوه‌های ٤ بوته از هر تیمار حاصل شد.

اندازه‌گیری صفات کیفی میوه

سنجش ویتامین ث: برای اندازه‌گیری ویتامین ث از هر تیمار به تعداد ۵ میوه رسیده بطور تصادفی انتخاب و پس از شستشو، و خرد شدن با هم مخلوط شدند. از مخلوط حاصله دو نمونه ۳۰ گرمی‌انتخاب شد. مراحل اندازه‌گیری، با استفاده از روش استاندارد «معرف اندیفنل» انجام گردید (حسینی، ۱۳۸۲).

سنجش اسیدیته میوه: به منظور اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون میوه، ابتدا از میوه عصاره تعیین گردید و پس از صاف کردن عصاره میزان ۵۰ میلی‌لیتر برداشته و با ۵۰ میلی‌لیتر آب رقیق گردید. در مرحله بعد چند قطره فنل فتالئین به آن اضافه گردید. سپس با سود ۰/۱ نرمال عمل تیتراسیون روی همزن مغناطیسی تا رسیدن به pH =۸ ±۰/۲ انجام گرفت و اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب اسید غالب گوجه فرنگی (درصد سیتریک اسید) اندازه‌گیری شد (Association of official agricultural chemists, 1975).

سنجش میزان قندهای احیاء کننده میوه: سنجش میزان قندهای احیاء در میوه از روش فهلینگ بدست آمد. روش کار به این صورت بود که ۲۰ گرم نمونه در داخل فلاسک ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شد و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب به آن اضافه گردید. سپس یک قطره معرف فنل فتالئین به محلول اضاف شد و با سود ٤۰ درصد عمل خنثی‌سازی انجام شد. سپس ۲ میلی‌لیتر محلول استات سرب به مواد قبلی اضاف شد. پس از ۳۰ دقیقه ۵ میلی‌لیتر محلول اکسالات پتاسیم ۲۲ درصد به فلاسک اضافه شد و با آب مقطر حجم محلول به ۲۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس محلول با کاغذ صافی واتمن شماره ٤ صاف شد. در نهایت محلول صاف شده توسط ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط فهلینگ تیتر شد و حجم محلول استفاده شده یادداشت شد. برای اندازه‌گیری قندها از فرمول زیر استفاده شد (Mostofi and Najafi, 2006).

(حجم محلول تیتر شده × وزن نمونه) ÷ (۱۰۰× رقت × ۰/۰۵۲) = درصد قندهای احیا کننده

سنجش مواد جامد محلول: مواد جامد قابل حل میوه با استفاده از رفرکتومتر دستی (مدل ATAGOBrix0-62%) اندازه‌گیری شد. به این منظور گوشت میوه جدا گردیده و آبگیری شد. سپس مقداری از آب میوه در داخل رفرکتومتر قرار داده شد و عدد رفرکتومتر قرائت گردید (Mostofi and Najafi, 2006).

تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین داده‌ها (براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد) با استفاده از نرم افزارهای MstatC و JUMP8 انجام و نمودارها با نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ ترسیم گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان از اثر معنی‌دار (P≤۰/۰۱) تیمارهای کودی بر اکثر صفات مورد بررسی داشت. همچنین تیمارهای مختلف کودی بر صفت وزن تک میوه در سطح آماری ۰/۰۵ تأثیر معنی‌داری نشان دادند (جدول ٤).

جدول ٤: تجزیه واریانس اثر تیمارهای کودی بر صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	تعداد برگ	ارتفاع بوته	کلروفیل برگ	مواد جامد محلول	قند
تیمار	٥	٣٩/٢٤**	٢/٥٦**	٤/٦٢**	٧٢٣/٨٤**	٢٩٣/١٤**	١/٠٦٨**	٠/٣٦٨**
خطا	١٨	٠/٠٩٨	٠/٠٠٤	٠/٢٢٧	٣٠/٧٤	٥/٢٧	٠/٠٢٥	٠/٠١١

*و ** به‌ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ٥ و ١ درصد می‌باشند

ادامه جدول ٤: تجزیه واریانس اثر تیمارهای کودی بر صفات کمی‌و کیفی گوجه فرنگی

منبع تغییر	درجه آزادی	ویتامینC	اسیدیته قابل تیتر	تعداد میوه در بوته	وزن میوه	عملکرد کل بوته	عملکرد قابل فروش بوته
تیمار	٥	٤٢/٨٠**	٠/٠١٥٧**	٣٨/٣٣**	٤/٩٥*	٠/٨٥٩**	٠/١٩١**
خطا	١٨	٠/٦٥	٠/٠٠٠٥	٠/٩٤٥	٣/٢٠	٠/٠٥١	٠/٠٢٩

*و ** به‌ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ٥ و ١ درصد می‌باشند.

وزن تر، خشک و تعداد برگ، ارتفاع بوته و شاخص کلروفیل برگ: نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد که بیشترین وزن تر و خشک و تعداد برگ، ارتفاع بوته و شاخص کلروفیل برگ در تیمار ترکیبی شامل ٥٠درصد کود شیمیایی + ٥٠ درصد ورمی‌کمپوست بدست آمد (P≤٠/٠٥). کمترین مقدار صفات مذکور در تیمار شاهد (بدون کود) مشاهده شد (جدول ٥). اختلاف معنی‌داری بین تیمار ٥٠ درصد کود دامی+٥٠ درصد کود شیمیایی (T6) و تیمار ٥٠ درصد کود شیمیایی + ٥٠ درصد ورمی‌کمپوست (T5) در میانگین صفات تعداد برگ و ارتفاع بوته مشاهده نشد (P≤٠/٠٥). همچنین تفاوت معنی داری برای میانگین شاخص کلروفیل بین تیمار ورمی‌کمپوست، تیمار ترکیبی ٥٠ درصد کود شیمیایی + ٥٠ درصد ورمی‌کمپوست و تیمار ترکیبی ٥٠ درصد کود شیمیایی + ٥٠ درصد ورمی‌کمپوست دیده نشد (جدول ٥).

صفات کیفی میوه: نتایج مقایسه میانگین صفات کیفی مواد جامد محلول، درصد قند، ویتامین C و اسیدیته قابل تیتر میوه حکایت از این دارند که بیشترین مقادیر این صفات در تیمار ترکیبی ٥٠ درصد کود شیمیایی+ ٥٠ درصد ورمی‌کمپوست و کمترین میزان در تیمار شاهد بدست آمد. تفاوت معنی‌داری (P≤٠/٠٥) بین تیمار ترکیبی ٥٠ درصد کود شیمیایی+ ٥٠ درصد ورمی‌کمپوست و تیمار ترکیبی٥٠ درصد کود شیمیایی+٥٠ درصد ورمی‌کمپوست برای میانگین مواد جامد محلول، درصد قند کل و اسیدیته قابل تیتر میوه وجود نداشت (جدول ٥).

صفات مربوط به عملکرد کمی‌میوه: بیشترین وزن تک میوه در تیمار ٥٠ درصد کود دامی+٥٠ درصد کود شیمیایی (٤٤/٧١ گرم) و کمترین وزن میوه در تیمار شاهد (٤٠/٠٨ گرم) بدست آمد. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کودی برای میانگین وزن تک میوه دیده نشد (شکل ١). بیشترین و کمترین تعداد میوه در بوته به ترتیب در تیمارهای ٥٠ درصد کود دامی +٥٠ درصد کود شیمیایی (٢٨/٥١ عدد) و شاهد (١٦/٨٨) مشاهده شد (شکل ٢). بیشترین (٦/٣٥ کیلوگرم) و کمترین (٤/٠٢ کیلوگرم) عملکرد کل میوه در بوته به‌ترتیب در تیمارهای کودی ٥٠ درصد کود دامی+٥٠ درصد کود شیمیایی و تیمار بدون کود دیده شد. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ١٠٠ درصد کود شیمیایی (T٢: شامل ٢٠٠، ٧٠ و ١٣٠ کیلو گرم در هکتار به‌ترتیب از مقدار خالص عناصر ازت، فسفر و پتاسیم)، ٢٥ تن در هکتار کود دامی

(T۳) و ٦ تن در هکتار کـود ورمی‌کمپوسـت (T٤) در میانگین عملکرد کل میوه بوته بدست نیامد (شکل ۳). عملکرد قابل فروش میوه نیز در تیمار ۵۰ درصد کـود دامی+۵۰ درصد کود شیمیایی (٤/٤۳) و تیمـار بـدون کـود (۲/۹۱) بـه ترتیـب بیشـترین و کمتـرین بـود. میانگین عملکرد قابل فروش میـوه در بوتـه، در میـان تیمارهای کودی ۲۵ تن در هکتار کود دامـی، تیمـار ٦ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست، تیمار ترکیبـی کـود شیمیایی و کود دامیو تیمار ۵۰ درصد کود دامـی+۵۰ درصد کود شیمیایی اخـتلاف معنـی‌داری نشـان نـداد (شکل ٤).

جدول ۵: تأثیر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر میانگین صفات کمی و خصوصیات کیفی گوجه فرنگی گلخانه‌ای

تیمارهای کودی	وزن تر برگ (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	تعداد برگ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	کلروفیل برگ	مواد جامد محلول	قند (درصد)	ویتامینC (میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم ماده تر)	اسیدیته قابل تیتر میوه(درصد)
T۱	٦/۳۰^{e}	۰/۸۳^{e}	۱۵/٤۷^{d}	۱۷۵/۲۷^{d}	۲۹/۳۹^{d}	۳/۰۵^{d}	۲/۰٦^{d}	۱۷/۸۲^{e}	۰/٤۵۷^{d}
T۲	۸/۲۸^{d}	۱/٦۵^{d}	۱٦/۰۹^{d}	۱۹۳/٤۱^{bc}	۳۵/۳۱^{c}	۳/۵۹^{c}	۲/٤۲^{c}	۲۰/۹۷^{d}	۰/۵۳۸^{c}
T۳	۱۰/۲۸^{c}	۲/۲۸^{c}	۱٦/۹۱^{c}	۱۸۹/۵۲^{c}	۳۹/۷۵^{bc}	۳/۹۲^{b}	۲/٤۷^{c}	۲۲/۹۸^{c}	۰/۵۵۹^{bc}
T٤	۱۲/۳۵^{b}	۲/٦۹^{b}	۱٦/۸۱^{c}	۲۰۰/۱۸^{b}	٤۲/۱٦^{ab}	۳/۸۷^{b}	۲/٦٦^{b}	۲۳/۸۹^{c}	۰/۵۹۱^{ab}
T۵	۱۲/٦۸^{b}	۲/۷۱^{b}	۱۷/۷۳^{b}	۲۱۰/۲۲^{a}	٤٦/٦۵^{a}	٤/۳۸ ^{a}	۲/۷۵^{b}	۲٦/۳۸ ^{a}	۰/٦۲۳^{a}
T٦	۱٤/۸۳^{a}	۲/۹۱^{a}	۱۸/٤۵^{a}	۲۱۰/٤۳^{a}	٤٦/۱۲^{a}	٤/٦۰^{a}	۲/۹۳^{a}	۲۷/۰۲^{a}	۰/٦۲۳^{a}

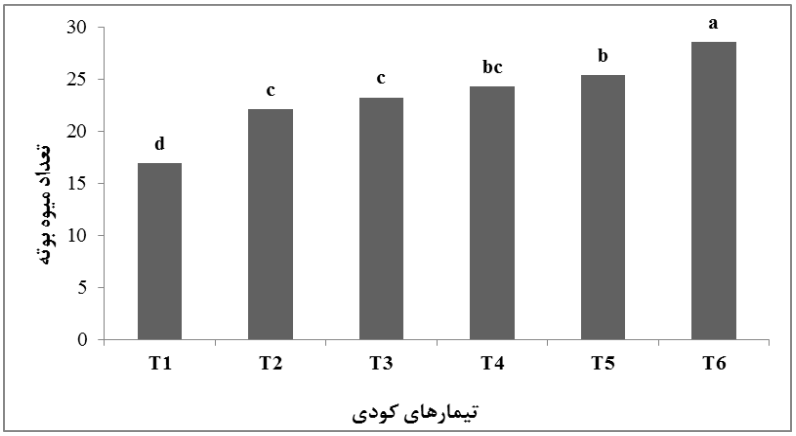
توضیحات: T۱: بدون کود دهی، T۲: ۱۰۰ درصد کود شیمیایی شامل ۲۰۰، ۷۰ و ۱۳۰ کیلو گرم در هکتار به‌ترتیب از مقدار خالص عناصر ازت، فسفر و پتاسیم، T۳: شامل ۲۵ تن در هکتار کود دامی، T٤: شامل تیمار ٦ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، T۵: تیمار ترکیبی کود شیمیایی و کود دامی (شامل ۵۰ درصد کود شیمیایی+ ۵۰ درصد کود دامی (۱۲/۵تن)، T٦: تیمار ترکیبی کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست (شامل ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست)

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد با هم دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

شکل ۱: تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر میانگین وزن تک میوه گوجه فرنگی

T۱: بدون کود دهی، T۲: ۱۰۰ درصد کود شیمیایی شامل ۲۰۰، ۷۰ و ۱۳۰ کیلو گرم در هکتار به ترتیب از مقدار خالص عناصر ازت، فسفر و پتاسیم، T۳: شامل ۲۵ تن در هکتار کود دامی، T٤: شامل تیمار ٦ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست، T۵: تیمار ترکیبی کود شیمیایی و کود دامی(شامل ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی(۱۲/۵تن)، T٦: تیمار ترکیبی کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست (شامل ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست)

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده اند در سطح ۵ درصد با هم دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.



شکل ۲: تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر میانگین تعداد میوه در بوته گوجه فرنگی

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد با هم دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

شکل ۳: تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر میانگین عملکرد کل بوته گوجه فرنگی

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد با هم دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

شکل ٤: تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر میانگین عملکرد قابل فروش بوته گوجه فرنگی

میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد با هم دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد میانگین تمامی‌صفات مورد مطالعه در تیمارهای کودی بیشتر از تیمار بدون کود و در تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی+۵۰ درصد ورمی‌کمپوست بیشتر از بقیه تیمارهای کودی بود. در این آزمایش کاربرد کود شیمیایی به تنهایی اگر چه باعث بهبود صفات کمی‌و کیفی گوجه فرنگی گلخانه ای در مقایسه با تیمار بدون کود گردید با این حال تفاوت معنی داری با تیمارهای کود دامی‌و ورمی‌کمپوست دیده نشد و در بیشتر صفات مورد مطالعه (مخصوصا صفات مربوط به کیفیت میوه) نتیجه بهتری از کاربرد کودهای آلی بصورت منفرد در مقایسه با کود شیمیایی حاصل شد. کاربرد تیمارهای کودی شیمیایی در ترکیب با کودهای آلی باعث بهبود قابل ملاحظه ای در عملکرد و کیفیت میوه در مقایسه با زمانی شد که هر کدام از تیمارهای کودی به تنهایی بکار می‌رفتند که این نتایج مشابه با نتایجی بود که پیش از این بر روی گوجه‌فرنگی مزرعه ای بدست آمده بود در جایی که کاربرد تیمارهای کودی ورمی‌کمپوست، کود شیمیایی و کود دامی‌و تیمارهای ترکیبی در گوجه‌فرنگی مزرعه ای نشان داد که تیمارهای کودی حاوی ترکیبی از کودهای آلی (دامی یا ورمی‌کمپوست) همراه با کود شیمیایی باعث بهبود قابل ملاحظه‌ای در صفات مورفولوژیکی و عملکرد میوه می‌شود (Meenakumari and Shekhar, 2012). در آزمایشی دیگر تأثیر سطوح مختلف کودهای شیمیایی، دامی‌و ورمی‌کمپوست بر عمر پس از برداشت و کیفیت میوه گوجه فرنگی مزرعه ای نشان داده شد که کاربرد ترکیبی از کودهای شیمیایی همراه با ورمی‌کمپوست و اصلاح کننده‌های میکروبی خاک، بطور قابل ملاحظه ای باعث بهبود خصوصیات مورد بررسی در مقایسه با حالتی شد که ترکیبی از کودهای شیمیایی و دامی‌یا هر کدام از کودها به تنهایی به کار رفتند (Ranjit Chatterjee et al., 2013). اگر چه خصوصیات کیفی میوه رسیده گوجه فرنگی بستگی زیادی به ژنوتیپ گیاه دارد با این حال وضعیت عناصر غذایی خاک نیز تأثیر بسزایی در کیفیت میوه دارد (Roy and Chakraborty, 1993). در گوجه فرنگی کاربرد مقادیر متعادلی از عناصر غذایی می‌تواند خصوصیات کیفی و عملکرد میوه را افزایش دهد (Kumaran et al., 1998). آزمایشات زیادی از نقش مهم عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف در بهبود کیفیت میوه در گوجه فرنگی حکایت دارند (Lichter et al., 2002; Yadav et al., 2004; Patil et al., 2004; Hartz et al., 2005). کلسیم از عناصر مهم در کیفیت میوه و ماندگاری میوه است. افزایش میزان کلسیم میزان بروز ترک‌خوردگی میوه گوجه‌فرنگی و دیگر اختلالات فیزیولوژیکی که منتج به بدتر شدن کیفیت میوه می‌شود را کاهش می‌دهد (Lichter et al., 2002). هارتز و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزایش میزان پتاسیم رنگ میوه گوجه‌فرنگی را بهبود داده و باعث کاهش اختلالات رنگ میوه می‌گردد. برخی مطالعات نشان داده اند که مقادیر بالاتر کود دامی‌و سطوح کاهش یافته نیتروژن می‌تواند خصوصیات کیفی میوه مخصوصا مواد جامد محلول کل و میزان ویتامین را افزایش دهد (Yadav et al., 2004; Patil et al., 2004). همچنین در آزمایشی نشان داده شد که مقدار ماده خشک و عملکرد گوجه فرنگی با تغذیه برگی آهن و منگنز به طور معنی داری افزایش می‌یابد و بیشترین عملکرد در گیاهانی مشاهده شد که دو بار با روی، منگنز، آهن و مس تغذیه برگی شده بودند (El-Lebodi, 1976). در آزمایشی دیگر تأثیر عناصر کم مصرف آهن و منگنز بر کمیت و کیفیت گوجه فرنگی مورد مطالعه قرار گرفته و مشاهده شد محلول پاشی آهن و منگنز وزن میوه، زود رسی و عملکرد میوه را افزایش می‌دهد (Elabdeen and

Metwally, 1982). همچنین تغذیه برگی گوجه فرنگی گلخانه ای با عناصر کم مصرف منگنز، روی و آهن گزارش شد که کاربرد این عناصر سبب افزایش میانگین وزن میوه و افزایش عملکرد میوه می‌شود (Bose and Tripathi, 1996). با توجه به نقش تأمین مطلوب عناصر غذایی در بهبود عملکرد و کیفیت میوه گوجه فرنگی و نتایجی که در آزمایش پیش رو بدست آمده است، دلیل بهبود صفات مورد بررسی در تیمار ورمی‌کمپوست چه بصورت جداگانه یا در ترکیب با تیمار شیمیایی را می‌توان تا حد زیادی با ترکیبات موجود در ورمی‌کمپوست در ارتباط دانست. ورمی کمپوست دارای عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به فرمی که به آسانی برای گیاه قابل جذب و دسترسی است می‌باشد (Atiyeh et al., 2001). همچنین علاوه بر حضور مقادیر قابل ملاحظه ای از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف موادی همچون هیومیک اسید (Senesi et al., 1992)، مواد تحریک کننده رشد گیاهی مثل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها (Krishnamoorthy and Vajrabhiah, 1986)، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و باکتری‌های قابل حل کننده ی فسفر، آنزیم‌ها و ویتامین‌ها (Ismail,1997) در ورمی‌کمپوست وجود دارند. نتایج تحقیق عطیه و همکاران (۲۰۰۱) بر روی گیاهچه‌های گوجه فرنگی نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث رشد گیاهچه‌های گوجه فرنگی می‌گردد. آنها افزایش رشد گیاهچه‌های گوجه فرنگی را به علت بهبود خواص فیزیکی و عناصر غذایی خاک و مخصوصا آزادسازی هورمون‌های رشد گیاهی از کود ورمی کمپوست به بستر رشد گیاه، عنوان کردند. افزودن ورمی کمپوست به خاک از طریق تحریک فعالیت میکرو ارگانیسم‌های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به ویژه نیتروژن به گیاه، باعث افزایش دسترسی ریشه به عناصر غذایی، بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک شده و با ایجاد بستری مناسب برای رشد ریشه، موجب افزایش عملکرد بویژه عملکرد بیولوژیک می‌گردد (Cavender et al., 2003). بهبود عملکرد کمی و صفات کیفی همچون میزان آسکوربیک اسید و پروتئین و کاهش غلظت نیترات، در نتیجه کاربرد ورمی کمپوست در پیاز گزارش شده است (بای بوردی و ملکوتی، ۱۳۸٦). کاربرد تلفیقی کود شیمیایی همراه با کودهای دامی یا ورمی کمپوست باعث افزایش رشد و عملکرد پیاز در مقایسه با کاربرد جداگانه هر یک از آنها گشت (Bagali et al., 2012). همچنین کاربرد تلفیقی کود شیمیایی اوره همراه با ورمی کمپوست باعث بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه کنجد شد (سجادی نیک و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین در این آزمایش نیز به نظر می‌آید که کاربرد توأم کود شیمیایی همراه با کود آلی ورمی کمپوست یا کود دامی در مقایسه با تیمارهای دیگر باعث شده تا مقادیر مناسبتری از عناصر غذایی مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گرفته و عملکرد و کیفیت بهتر میوه را باعث شود. به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که ترکیبی از کود شیمیایی (شامل ۱۰۰، ۳۵ و ٦۵ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب از مقدار خالص عناصر ازت، فسفر و پتاسیم) و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست (۳ تن در هکتار) باعث بهبود قابل ملاحظه ای در صفات کمی‌و کیفی میوه گوجه فرنگی گلخانه ای می‌شود. بنابراین با مصرف متعادلی از کودهای شیمیایی همراه با کود آلی می‌توان علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، محصولی سالم تر با کیفیت بهتر غذایی تولید نمود و در جهت اهداف کشاورزی پایدار گام برداشت.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در کاربرد هر یک از کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی تفاوت قابل ملاحظه ای در وزن تک میوه و عملکرد قابل فروش میوه در بوته، دیده نمی‌شود ولی خصوصیات کیفی میوه بطور معنی داری در کاربرد کودهای آلی مخصوصا ورمی‌کمپوست بهتر شد. بهترین نتیجه زمانی حاصل شد که ترکیب متعادلی از کود آلی ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی بکار رفت که علاوه بر افزایش عملکرد کمی‌نسبت به عدم مصرف کودهای آلی و شیمیایی، کیفیت میوه و عملکرد قابل فروش میوه نیز بهبود یافت.

منابع

بای بوردی، ا. و ملکوتی، م.ج. (۱۳۸٦). بررسی تاثیر منابع مختلف کود آلی (کود دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست) بر کمیت و کیفیت پیاز قرمز آذرشهر در دو منطقه بناب و خسروشهر. مجله علوم خاک و آب. شماره ۲۱، جلد۱، صفحات ۴۳-۳۳.

سجادی نیک، ر.، یدوی، ع.، بلوچی، ح.ر. و فرجی، ه. (۱۳۹۰). مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.). مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. شماره ۲۱، جلد ۲، صفحات ۱۰۱-۸۷.

Aira, M., Gómez-Brandón, M., Lazcano, C., Bååth, E. and Domínguez, J. (2010). Plant genotype strongly modifies the structure and growth of maize rhizosphere microbial communities. Soil Biology and Biochemistry. 42 (12): 2276-2281.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P. and Metzger, J.D. (2008). Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. Applied Soil Ecology. 39: 91-99.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D. and Lucht, C. (2005). Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia. 49: 297-306.

Arguello, J.A., Ledesma, A., Núñez, S.B., Rodríguez, C.H. and Díaz Goldfarb, M.D.C., (2006). Vermicompost effects on bulbing dynamics nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of 'Rosado Paraguayo' garlic bulbs. Hortscience. 41 (3): 589-592.

Association of official agricultural chemists. (1975). Official method of analysis of the association of official analytical chemists. 12th ed. Washington D.C. pp.377-378.

Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresource Technology. 78: 11-20.

Bagali, A.N., Patil., H.B., Chimmad, V.P., Patil, P.L. and Patil, R.V. (2012). Effect of inorganics and organics on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). Karnataka Journal of Agricultural Science. 25(1):112-115.

Bose, U. S. and Tripathi, S. K. (1996). Effect of micronutrients on growth, yield and quality of tomato cv. Pusa Ruby. Crop Resarch. 12: 61-64.

Cavani, N. and Mimmo, T. (2007). Rhizodeposition of *Zea mays* L. as affected by heterosis. Archives of Agronomy and Soil Science. 53: 593-604.

Cavender, N.D., Atiyeh, R.M. and knee, M. (2003). Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of *sorghum bicolor* at the expense of plant growth. Pedobiologia. 47: 85-89.

Elabdeen, A. Z. and Metwally A.M. (1982). Effect of foliar spraying with Mn, Fe, Zn and Cu on the quality of tomato and pepper. Agricultural Research and Reviews. 60: 143-164.

El-Lebodi, A., El-Gala, A.M. and Sakr A.A. (1976). Growth and nutritional status of tomato subjected to foliar spray with certain nutrient solution. Agricultural Research and Reviews. 54: 109-127.

Elsen T.V. (2000). Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment. 77: 101-109.

Kumaran, S.S., Natarajan. S. and Thamburaj, S. (1998). Effect of inorganic and organic fertilizers on growth and yield of tomato. South Indian Horticulture. 46 (3): 203-205.

Lazcano, C. and Domínguez, J. (2010). Effects of vermicompost as a potting amendment of two comercially-grown ornamental plant species. Spanish Journal of Agricultural Research. 8 (4): 1260-1270.

Lichter, A., Dvir, O., Fallik, E., Cohen, S., Golan, R., Shemer, Z. and Sagi, M. (2002). Cracking of cherry tomatoes in solution. Postharvest Biology and Technology. 26: 305-312

Meenakumari, T. and Shekhar, M. (2012). Vermicompost and other fertilizers effect on growth, yield and nutritional status of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) plant. World Research Journal of Agricultural Biotechnology. 1(1): 14-16.

Mokhtari, I., Abrishamchi, P. and Ganjeali, A. (2008). The effects of Calcium on amelioration of injuries salt stress on seed germination of tomato (*Lycopersicon esculentom*.L). Iranian Journal of Sciences and Food Technology. 22(1):89-100

Mostofi, Y. and Najafi, F. (2006). Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture. 1st Edition. Tehran University Press. 136 pp.

Nardi, S., Morari, F., Berti, A., Tosoni, M. and Giardini, L. (2004). Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilizers. European Journal of Agronomy. 21: 357-367.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghadam, P. and Beheshti, A. (2001). Agroecology (Translated Book). Ferdowsi University of Mashhad Publish Iran. pp.459 - 53.

Patil, M.B., Mohammed, R.G. and Ghadge, P.M. (2004). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of tomato. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 29(2): 124-127.

Ranjit Chatterjee, J., Jana, C. and Paul, P.K. (2013). Vermicompost Substitution Influences Shelf Life and Fruit Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). American Journal of Agricultural Science and Technology. 1: 69-76.

Reddy, M.V. and Ohkura, K. (2004). Vermicomposting of rice-straw and its effects on sorghum growth. Tropical Ecology. 45 (2): 327-331.

Gajalakshmi, S. and Abbasi, S.A. (2004). Neem leaves as a source of fertilizer-cum-pesticide vermicompost. Bioresource Technology. 92: 291-296.

Gutierrez-Miceli, F.A., Santiago-Borraz, J., Montes Molina, J.A., Nafate, C.C., Abdud- Archila, M., Oliva Llaven, M.A., Rincón-Rosales, R. and Deendoven L. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology. 98: 2781-2786.

Harland, G., Larrinua Craxton, S. and Kindersley, D. (2009). The Tomato Book. 1th ed.US: DK Publishing. p.15.

Hartz, T.K., Johnson, P.R., Francis, D.M. and Miyao, E.M. (2005). Processing tomato yield and fruit quality improved with potassium fertilization. Hort Science. 40:1862-1867

Hashemimajd, 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. 6:1107-1123.

Hutchison, M.L., Walters, L.D., Avery, S.M., Munro, F. and Moore, A. (2005). Analyses of livestock production, waste storage, and pathogen levels and prevalence in farm manures. Applied and Environmental Microbiology. 71: 1231–1236.

Ismail, S.A. (1997). Vermicology the biology of earthworms. Orient Longman, Hyderabad, India. 92.

Kabir, Z., O'Halloran, I. P., Fyles, J. W. and Hamel, C. (1998). Dynamics of the mycorrhizal symbiosis of corn (*Zea mays* L.): effects of host physiology, tillage practice and fertilization on spatial distribution of extra-radical mycorrhizal hyphae in the field. Agriculture, Ecosystems and Environmental. 68: 151-163.

Karmegam, N., Alagumalai, K. and Daniel, T. (1999). Effect of vermicompost on the growth and yield of green gram (*Phaseolus aureus* Roxb.). Tropical Agriculture. 76: 143-146.

Koocheki, A., Nakhforoush, A. and Zarif Ketabi, H. (1997). Organic Farming (Translated Book). Ferdowsi University of Mashhad Publish Iran. pp: 331 - 89.

Krishnamoorthy, R.V. and Vajrabhiah, S.N. (1986). Biological activity of earthworm casts: an assessment of plant growth promoter levels in casts. Proceedings of the Indian Academy of Science (Animal Science). 95: 341–351.

Sunil, K., Rawat, C.R., Shiva, D. and Suchit, K.R. (2005). Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic and inorganic sources of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agricultural Science. 75 (6): 340-342.

Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. and Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature. 418: 671-677.

Warman, P.R. and AngLopez, M.J. (2010). Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. Bioresource Technology. 101: 4479-4483.

Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, M., Licznar, S., Jamroz, E. and Kocowicz, A. (2007). Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. Soil Biology and Biochemistry. 39: 1294-1302.

Yadav, B.D., Singh, B. and Sharma, Y.K. (2004). Production of tomato under organic condition. Haryana Journal of Horticultural Sciences. 33(4): 306-307.

Zaller, J.G. (2007). Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Scientia Horticulturae. 112: 191-199.

Rigby, D. and Caceres, D. (2001). Organic farming and the sustainability of agricultural systems. Agricultural Systems. 68:21- 40.

Roberts, P., Jones, D.L. and Edwards-Jones, G. (2007). Yield and vitamin C content of tomatoes grown in vermicomposted wastes. Journal of the Science of Food and Agriculture. 87:1957-1963.

Rodda, M.R.C., Canellas, L.P., Façanha, A.R., Zandonadi, D.B., Guerra, J.G.M., De Almeida, D.L. and De Santos, G.A. (2006). Improving lettuce seedling root growth and ATP hydrolysis with humates from Vermicompost. II- Effect of Vermicompost source. Revista Brasileira de Ciencia do Solo. 30: 657-664.

Ros, M., Pascual, J.A., García, C., Hernández, M.T. and Insam, H. (2006). Hydrolase activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different composts. Soil Biology and Biochemistry. 38: 3443-3452.

Roy, S.K. and Chakroborty, A.K. (1993). Vegetables of tropical climate-commercial and dietary importance, In: R. M. MacRae., R. K. Robinson., M. J. Sandler.(Ed). Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition Journal, Academic press, London. 715.

Senesi, N., Saiz-Jimenez, C. and Miano, T.M. (1992). Spectroscopic characterization of metal-humic acid-like complexes of earthworm-composted organic wastes. The Science of the Total Environment. 117: 111–120.