

اثر کاربرد کود ورمی کمپوست به صورت جامد و عصاره آبی بر ویژگی‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی و سفیدبالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum*)

عباس پیمانی فروشانی^۱، نفیسه پورجوادی^{۱*}، مریم حقیقی^۲ و جهانگیر خواجه‌علی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۷)

چکیده

با توجه به افزایش استفاده از کودهای ورمی کمپوست در کشت‌های گلخانه‌ای، اثر کاربرد کود ورمی کمپوست در کشت گیاه گوجه‌فرنگی بر ویژگی‌های این گیاه و یکی از آفات مهم آن، سفیدبالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum* (Hem:Aleyrodidae)، بررسی شد. در تمام آزمایش‌ها، پنج تیمار شامل گیاهان شاهد و تیمار شده با کود جامد به میزان ۳۰ و ۶۰ درصد بستر کشت و عصاره آبی ورمی کمپوست ۲۰ و ۴۰ درصد استفاده گردید و اثر ورمی کمپوست بر سفیدبالک گلخانه در دو حالت دارای حق انتخاب (آزاد در انتخاب میزان) و بدون حق انتخاب (محدود به گیاه خاص) بررسی شد. نتایج، نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی و ریشه گوجه‌فرنگی در اثر کاربرد کود ورمی کمپوست بود، به طوری که بیشترین افزایش (به ترتیب ۱۸ و ۱۲ برابر) در تیمار کود جامد ۶۰٪ مشاهده شد. بیشترین میزان نیتروژن ($0/43 \text{ mg/kg}$)، پتاسیم ($14/56 \text{ mg/kg}$) و فنول ($1130/46 \text{ ppm}$) در گیاهان تیمار کود جامد ۶۰٪ ثبت گردید. همچنین، درصد آلودگی برگ‌ها به تخم سفیدبالک با کاربرد کود ورمی کمپوست کاهش یافته، به گونه‌ای که کمترین میزان به ترتیب در تیمار کود جامد ۶۰٪ ($6/67$ درصد)، کود جامد ۳۰٪ ($8/97$ درصد) و عصاره آبی ۴۰٪ ($10/53$ درصد) به دست آمد. میزان مرگ و میر در پوره سن دوم، که مرحله ثابت شدن حشره روی گیاه و شروع مکیدن شیره گیاهی است، با کاربرد کود، افزایش ۱۰ درصدی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: گوجه‌فرنگی، آفت مکنده، آزمایش دارای حق انتخاب، آزمایش بدون حق انتخاب، کشت گلخانه‌ای

مقدمه

یکنواختی در سیستم رشد گیاهی آزاد کرده و گیاه را قادر به جذب آن‌ها می‌نماید (۴ و ۳۱). به‌طور خلاصه، می‌توان گفت که ورمی کمپوست در طولانی‌مدت و بر اثر استعمال مکرر، باعث بهبود خواص بیولوژیک، فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش رشد گیاه می‌شود (۴ و ۳۱).

ورمی کمپوست حاوی مقادیر قابل توجهی هومیک اسید است که باعث رشد و جوانه‌زنی بهتر گیاه، افزایش کیفیت و کمیت محصول و افزایش مقاومت گیاه به آفات می‌شود.

کرم‌های خاکی با خوردن زیاده‌ها و مواد آلی غیر قابل استفاده در خاک و هضم و تجزیه این مواد در روده‌هایشان، تولید ماده غیر سمی، با ساختاری خوب و مناسب می‌کنند که به‌صورت مدفوع دوباره وارد خاک می‌شود و سبب غنی شدن خاک می‌گردد. این ماده دفعی، ورمی کمپوست نام دارد (۳). ورمی کمپوست، ظرفیت نگهداری آب را بهبود می‌بخشد. همچنین، کربن آلی موجود در ورمی کمپوست، عناصر غذایی را به آرامی و به‌طور

۱. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: npoorjavad@cc.iut.ac.ir

مصرف گوجه در انگلستان به عنوان طعم‌دهنده و چاشنی در سوپ بوده است و امروزه در سراسر جهان، یک محصول غذایی مهم به شمار می‌آید. یکی از راه‌های عمده تولید این محصول در فصل سرما، کشت گلخانه‌ای است که باعث شده اکثر گلخانه‌دارها گوجه‌فرنگی را به عنوان یک محصول پربازده کشت کنند (۱۰).

سفیدبالک گلخانه (*Trialeurodes vaporariorum* (Hem:Aleyrodidae) به عنوان آفتی با خسارت اقتصادی زیاد، دارای اهمیت می‌باشد (۲۶). این حشره، با استخراج مقدار زیادی شیره گیاهی از آوند آبکش، می‌تواند به کاهش عملکرد محصول تا ۵۰٪ منجر شود (۲۶). عسلک دفع شده از این حشره به عنوان ماده غذایی برای قارچ‌های ساپروفیت، موسوم به کپک سیاه یا دوده، استفاده می‌شود و چسبیدن ذرات گرد و غبار به عسلک در سطح برگ‌ها، کاهش میزان فتوسنتز را به دنبال دارد (۲۳). همچنین، سفیدبالک گلخانه قادر به انتقال دو نوع ویروس بیماری‌زا به گیاهان میزبان می‌باشد (۲۳). سفیدبالک گلخانه از پراکنندگی و دامنه میزبانی وسیعی در جهان برخوردار است و روی گیاهان زراعی و زینتی در مزارع و کشت‌های زیر پوشش و گلخانه‌ها مشکلات بسیار زیادی را به وجود می‌آورد (۲).

اطلاعات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه، به‌علاوه اکولوژی آفت، می‌تواند راهکارهای موفقیت‌آمیزی در مدیریت آفت ارائه کند. در این راستا، زمان و نوع کود آرگانیک و غیر ارگانیک مصرفی می‌تواند باعث تحریک جمعیت آفت یا جلوگیری از افزایش جمعیت آفت شود که این امر به گونه آفت، گیاه و کود مصرفی بستگی دارد (۱۰). اثر منفی ورمی‌کمپوست بر برخی آفات به اثبات رسیده است. به‌طور مثال، مصرف ورمی‌کمپوست در مزارع کلم باعث کاهش خسارت شته روی کلم شده است که این کاهش بسته به جنس و گونه شته متغیر بوده است (۳۱). کاربرد عصاره آبی ورمی‌کمپوست، کاهش خسارت سوسک خیار روی خیار و کرم شاخدار روی گوجه را سبب شده است (۲۱). کاهش جمعیت شپشک آرد آلود *Pseudococcus sp.* روی خیار و گوجه، کنه

همچنین ورمی‌کمپوست می‌تواند منبع غنی برای تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه باشد، که نقش مهمی در افزایش رشد گیاه، گل‌دهی و تولید محصول دارند (۱۳ و ۳۱). اثر ورمی‌کمپوست بر رشد بسیاری از گیاهان مانند سبزی‌ها، غلات، گل‌ها و گیاهان زینتی در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه مورد بررسی قرار گرفته است که نتیجه حاصل از این بررسی‌ها نشانگر اثر مثبت ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر کودها، بر جوانه‌زنی بذرها، باروری گیاهان و رشد نشاها بوده است (۲۹ و ۳۱). طبق گزارش آتیه و همکاران (۱۶)، جایگزینی ورمی‌کمپوست به جای محیط‌های کشت تجاری باعث بهبود در جوانه‌زنی بذر، رشد نشاها و متوسط وزن میوه‌های گوجه‌فرنگی می‌شود. همچنین، استفاده از ورمی‌کمپوست حاصل از کود خوک تا میزان ۹۰٪ رشد رویشی و گل‌دهی گل همیشه بهار را افزایش داده است (۱۶). باکرفیلد و ویستر (۱۹) نشان دادند که مصرف ورمی‌کمپوست، عملکرد باغ‌های انگور را تا ۳۴٪ افزایش داده است. مصرف ورمی‌کمپوست به میزان ۶ تن در هکتار باعث افزایش تولید شاخه‌های جانبی، ارتفاع گیاه، تعداد برگ بیشتر به ازای هر بوته و عملکرد بیشتر درختان توت پرورش یافته برای صنایع تولید ابریشم می‌شود (۳۲). این کود به دو روش جامد و عصاره آبی در کشاورزی مصرف می‌شود، که هر کدام محدودیت‌ها و مزایای خاص خود را دارند. استفاده از عصاره آبی در زمین‌های کشاورزی وسیع مقرون به صرفه نبوده و هزینه زیادی دارد. همچنین، نیاز به تکرار مداوم آن در طول فصل در مقابل کود جامد ورمی‌کمپوست که فقط یکبار در فصل استفاده می‌شود، هزینه بیشتری را به کشاورز تحمیل می‌کند. از عصاره آبی ورمی‌کمپوست می‌توان به صورت محلول‌پاشی روی شاخ و برگ نیز استفاده کرد، ولی کود جامد این قابلیت را ندارد.

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* (Solanaceae)

بومی آمریکای جنوبی و مرکزی است و معمولاً به صورت چندساله و علفی می‌باشد، ولی اغلب به صورت یکساله کشت می‌شود. در اوایل قرن ۱۶، این گیاه از آمریکا به اروپا برده شد و اهالی کشور ایتالیا به ارزش غذایی آن پی بردند. در قرن ۱۸،

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

تخلخل پر شده با هوا (%)	ظرفیت گلدان (%)	کل تخلخل (%)	وزن مخصوص حقیقی (g/cm ³)	وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	هدایت الکتریکی (dS/m)
۰/۴۲	۰/۳	۰/۷۲	۰/۴۳	۰/۱۲	۰/۰۴

ادامهٔ جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

اسیدیته	آهن (mg/kg)	روی (mg/kg)	مس (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	منیزیم (mg/kg)	کلسیم (%)	پتاسیم (%)	نیترژن (%)
۵/۶	۲۵۰	۵/۳	۴	۱۰	۰/۳	۰/۵	۰/۰۱	۰/۳

۳۰ و ۶۰ درصد ورمی کمپوست و شاهد) در نظر گرفته شد. در تیمار شاهد، هیچگونه کودی استفاده نشد. ورمی کمپوست از شرکت سبز گستر دارما تهران خریداری شد که با استفاده از کود دامی (گاوی) خالص و با کرم *Eisenia fetida* تولید شده بود. عصاره آبی طبق روش بیان شده توسط ادوارد و همکاران (۲۱) تهیه شد. به طور خلاصه، ۱۵ لیتر کود در ظرف ریخته شد و به آن تا حجم ۳۷/۵ لیتر آب اضافه گردید و به مدت ۲۴ ساعت هوادمی شد. سپس، مخلوط آب و کود از صافی عبور داده شد و عصاره آبی ۴۰٪ ورمی کمپوست تهیه شد. برای به دست آمدن عصاره آبی ۲۰٪، به همان روش و با ۷/۵ لیتر حجم ورمی کمپوست عمل شد. در استفاده از ورمی کمپوست به صورت جامد، با توجه به حجم گلدان‌ها که ۲۵۰ سانتی متر مکعب بود، در تیمارهای ۳۰٪ و ۶۰٪ ورمی کمپوست، به ترتیب از ۷۵ و ۱۵۰ سانتی متر مکعب کود جامد استفاده شد و بقیه حجم گلدان‌ها با خاک و خاک‌برگ، که در گلدان‌های شاهد و عصاره آبی نیز بود، پر شد. گلدان‌های مربوط به تیمارهای شاهد و کود جامد به مدت ۲ ماه، هر روز ۵۰ میلی لیتر آبیاری، و گلدان‌های تیمارهای عصاره آبی در هفته ۵ بار با ۵۰ میلی لیتر آب، و دو بار با ۵۰ میلی لیتر عصاره آبی (۲۲ و ۴۰ درصد) آبیاری شدند.

پرورش سفیدبالک گلخانه

سفیدبالک گلخانه (*T. vaporariorum*) از یک گلخانه پرورش گوجه‌فرنگی در برآن شمالی (روستای دستجا، اصفهان)

دو نقطه تار عنکبوتی (*Tetranychus urticae*) روی لوبیا و بادمجان و شته (*Myzus persicae*) روی کلم و کاهش در نماتدهای پارازیت گیاهی، بندپایان آفت شاخ و برگ و بیماری‌های شاخ و برگ و ریشه در اثر استفاده از ورمی کمپوست گزارش شده است (۲۲).

در این تحقیق، اثر کود ورمی کمپوست به صورت جامد و عصاره آبی روی برخی ویژگی‌های گیاه گوجه‌فرنگی و همچنین روی ویژگی‌های زیستی سفیدبالک گلخانه، به عنوان یکی از آفات مهم آن، بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه گوجه‌فرنگی و تیمارهای ورمی کمپوست

بذرهای گیاه گوجه‌فرنگی (رقم Early Urbana-Y-703) از شرکت پاسارگاد بذر تهیه شد و ابتدا در سینی نشای پلاستیکی حاوی کوکوپیت کاشته و سپس نشاها در مرحله دو برگگی به گلدان‌های اصلی (قطر ۱۰ و عمق ۸/۵ سانتی متر) انتقال داده شدند. خصوصیات خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ آمده است که قبل از انجام آزمایش‌ها در اتوکلاو استریل شد. گلدان‌ها در گلخانه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان قرار داده شدند.

برای بررسی اثر کود ورمی کمپوست بر فراسنجه‌های رشدی گیاه گوجه‌فرنگی، کود ورمی کمپوست به دو روش عصاره آبی و کود جامد، و در هر حالت در دو سطح، به گلدان‌ها اضافه شد، به طوری که ۵ تیمار (شامل عصاره آبی ۲۰ و ۴۰ درصد، کود جامد

به‌صورت کاملاً تصادفی در قفسی به طول ۲ متر، عرض ۱ متر و ارتفاع ۵/۵ متر، که با توری مش ریز پوشانده شده بودند، قرار گرفتند. بوته‌ها به مدت ۳ روز در معرض آلودگی با ۱۰۰ جفت (۵۰ حشره نر و ۵۰ حشره ماده) سفیدبالک قرار گرفتند. بعد از ۳ روز، حشرات بالغ حذف شدند. در هر گلدان، تعداد کل برگ، تعداد برگ‌های آلوده، تعداد تخم روی هر گیاه و تعداد تخم‌های تفریح شده ثبت گردید.

– آزمایش بدون حق انتخاب

در این آزمایش، حشره برای تخم‌ریزی و انتخاب گیاه میزبان محدود بوده و فقط می‌توانست روی گیاهی که در اختیار دارد به زندگی خود ادامه دهد. در این آزمایش، برای هر تیمار از ۴۰ ظرف پلاستیکی به ابعاد ۸×۶×۵ سانتی‌متر که درب آن‌ها با توری مش ریز پوشانده شده بود استفاده شد. برای تأمین رطوبت برگ‌ها، کف هر ظرف با یک دستمال نمناک پوشانده شد و روی آن یک برگ از تیمار مورد نظر قرار داده شد که حاوی یک تخم سفیدبالک بود. ظرف حاوی برگ و تخم درون انکوباتور با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در دمای 26 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت $60 \pm 5\%$ درصد قرار داده شد و با بررسی روزانه طول دوره جنینی، طول دوره پورگی، طول عمر حشره کامل و جنسیت فرد بالغ ظاهر شده تعیین گردید. برای شناسایی مراحل مختلف پورگی، بعد از مشاهده پوسته پورگی هر مرحله، شروع سن پورگی بعدی در نظر گرفته شد. برای شناسایی حشرات نر و ماده، بعد از مرگ حشره بالغ، با توجه به زواید انتهای بدن حشره، تشخیص جنسیت صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از روش One-Way ANOVA (آنالیز واریانس یک‌طرفه) در نرم‌افزار SPSS Statistics محاسبه شد. برای اصلاح داده‌هایی که به‌صورت درصد بودند، از تبدیل $Arc \sin \sqrt{X}$ استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال ۱٪ استفاده شد.

جمع‌آوری و شناسایی شد. برای پرورش آن از یک قفس فلزی با ابعاد ۲×۲×۲ متر که با پلاستیک محصور شده بود و تنها راه ورود آن یک دریچه به عرض ۷۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱/۵ متر بود استفاده شد. دریچه ورودی، با توری مش ریز مسدود شد. قبل از شروع آزمایش‌ها، آفت برای ۳ نسل در قفس و روی گیاه گوجه‌فرنگی پرورش داده شد. گیاه گوجه‌فرنگی استفاده شده برای پرورش حشره در گلدان‌های حاوی خاک و خاک‌برگ کشت شد.

بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های گیاه گوجه‌فرنگی

آزمایش با ۵ تیمار (شاهد، عصاره آبی ۲۰ و ۴۰ درصد، و کود جامد ۳۰ و ۶۰ درصد ورمی‌کمپوست)، هر تیمار شامل دو گلدان و در ۳ تکرار انجام شد. بعد از گذشت یک ماه از انتقال نشاها به گلدان‌های اصلی حاوی تیمارهای مختلف، مقدار عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و فنول، ارتفاع گیاه، تعداد برگ گیاه و وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه اندازه‌گیری شد. نیتروژن به روش سدیم-نیتروپروساید (۲۷)، فسفر به روش الکترومتریک (۳۷)، پتاسیم به روش اسپکتروفتومتر (۳۳) و فنول به روش فولین سیو-کالتیو (۲۵) در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان اندازه‌گیری شد.

بررسی اثر کود ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های سفیدبالک گلخانه

تأثیر کود ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های زیستی سفیدبالک گلخانه در دو روش دارای حق انتخاب و بدون حق انتخاب بررسی شد.

– آزمایش دارای حق انتخاب

در این آزمایش، حشره برای تخم‌ریزی و انتخاب گیاه میزبان آزاد بود و گلدان‌های شاهد و تیمار شده را هم‌زمان و هم‌مکان برای تخم‌ریزی و استقرار در دسترس داشت. این آزمایش در ۵ تیمار که هر تیمار شامل ۲ گلدان بود و در ۴ تکرار انجام شد. گلدان‌ها

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای مختلف ورمی کمپوست بر ویژگی‌های گیاه گوجه‌فرنگی

نتایج به دست آمده نشان داد که غلظت‌های مختلف کود ورمی کمپوست (جامد و عصاره آبی) باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ در برخی صفات گیاهی مورد ارزیابی می‌شود (جدول ۲).

نتایج حاصل (جدول ۲) نشان داد که تیمار کود جامد ۶۰٪ باعث افزایش وزن خشک ریشه در حدود ۱۳ برابر بیشتر از تیمار شاهد شد. همچنین، در تیمار کود جامد ۳۰٪ حدود ۴ برابر افزایش مشاهده شد. ولی تیمارهای عصاره آبی ۲۰ و ۴۰ درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. این نتایج با گزارش‌های لازکانو و همکاران (۳۰) که افزایش تا ۵ برابر وزن خشک ریشه را در اثر کاربرد ورمی کمپوست نشان می‌دهد و سه‌نی و همکاران (۳۴) که با کاربرد ۵۰٪ ورمی کمپوست افزایش ۵ برابری در وزن خشک را مشاهده کردند، مطابقت دارد. وزن خشک اندام هوایی افزایش ۱۸ و ۸ برابری به ترتیب در تیمار ۶۰ و ۳۰ درصد کود ورمی کمپوست نسبت به تیمار شاهد نشان داد. کاربرد عصاره آبی ۲۰ و ۴۰ درصد تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن خشک اندام هوایی نداشت (جدول ۲). در این زمینه، آرانکون و همکاران (۱۱) افزایش ۱/۵ برابری وزن خشک اندام هوایی در گوجه‌فرنگی و ۳/۵ برابری در فلفل را با کاربرد ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار و با چمن افزایش دو برابری وزن خشک اندام هوایی در گوجه‌فرنگی را با کاربرد ۲۰٪ ورمی کمپوست جامد گزارش کردند (۱۸). افزایش وزن خشک گیاه با کاربرد ورمی کمپوست، افزایش در دسترس بودن عناصر غذایی می‌باشد (۳۵) که در این آزمایش نیز افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ گوجه‌فرنگی مشاهده شد. علاوه بر این، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی با کاربرد ورمی کمپوست و تنظیم‌کننده‌های رشد موجود در ورمی کمپوست می‌تواند دلیل افزایش وزن گیاه باشد (۸ و ۱۷). گزارش‌های مختلف دیگری نیز مبنی بر افزایش وزن خشک

اندام هوایی وجود دارد (۹، ۱۵، ۲۰، ۲۲ و ۲۸). اختلاف بین تیمار شاهد و تیمارهای ورمی کمپوست در این تحقیق نسبت به گزارش‌های سایر محققین زیادتر می‌باشد که علت احتمالی آن، استفاده کردن از سایر مکمل‌های غذایی در تیمار شاهد توسط سایر محققین بوده که باعث کاهش اختلاف بین تیمار شاهد و تیمارهای جامد و مایع ورمی کمپوست شده است.

با کاربرد ۶۰٪ کود جامد، تعداد برگ‌های بوته گوجه‌فرنگی به بیش از ۵ برابر نسبت به گیاه شاهد افزایش یافت. همچنین، کاربرد ۳۰٪ کود جامد باعث افزایش حدود ۴ برابری در تعداد برگ‌های بوته‌ها شد. کاربرد ۴۰٪ عصاره آبی نیز باعث افزایش تعداد برگ‌های بوته گردید، در حالی که ۲۰٪ عصاره آبی و گیاهان شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). افزایش تعداد برگ گوجه تا ۷ برابر با کاربرد ۵۰٪ ورمی کمپوست (۳۰) و افزایش ۲ برابری آن با کاربرد ۵۰٪ ورمی کمپوست (۱۵) گزارش شده است. ارتفاع بوته‌های گوجه‌فرنگی در تیمارهای مختلف در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲)، به طوری که ارتفاع گیاه در تیمار کود جامد ۶۰٪ بیشتر از سه برابر گیاه شاهد بود. افزایش چند برابری ارتفاع با کاربرد کود ورمی کمپوست در گوجه‌فرنگی (۹ و ۳۴) و همچنین در گیاهان دیگر افزایش دو تا سه برابری ارتفاع با کاربرد ورمی کمپوست گزارش شده است (۱۱، ۱۳ و ۲۸).

تیمار گیاهان با کود ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری در میزان فسفر گیاه ایجاد نکرد که مغایر با تحقیقاتی است که افزایش میزان فسفر در اثر کاربرد ورمی کمپوست را گزارش کرده‌اند (۱۸ و ۳۴). کاربرد کود جامد باعث افزایش معنی‌دار میزان نیتروژن در گیاه شد، به طوری که بیشترین سطح نیتروژن در تیمار کود جامد ۶۰٪ و بعد از آن در تیمار ۳۰٪ مشاهده شد. در حالی که کاربرد عصاره آبی ۲۰ و ۴۰ درصد تأثیری در میزان نیتروژن نداشته و با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). افزایش سه برابری میزان نیتروژن با کاربرد ۵۰٪ ورمی کمپوست روی گوجه‌فرنگی (۳۴) و شش برابری آن با

جدول ۲. میانگین شاخص‌های عملکرد و عناصر اندازه‌گیری شده گیاه گوجه‌فرنگی تحت تیمارهای مختلف وزمی کمپوست

تیمار وزمی	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	تعداد برگ	ارتفاع (سانتی‌متر)	ضخامت برگ (میلی‌گرم بر گرم)	نسبت برگ به ریشه (میلی‌گرم بر گرم)	ضخامت برگ (میلی‌گرم بر گرم)	نسبت ریشه به کل (میلی‌گرم بر گرم)	نسبت کل به برگ (میلی‌گرم بر گرم)	نسبت کل به ریشه (میلی‌گرم بر گرم)	نسبت کل به کل (میلی‌گرم بر گرم)	نسبت کل به کل (میلی‌گرم بر گرم)
شاهد	۰/۱۱۹ ± ۰/۰۱۲ d	۰/۱۳۳ ± ۰/۰۰۸ c	۱۷۷ ± ۰/۳۳ d	۸۳ ± ۰/۳۵ d	۰/۱۰ ± ۰/۰۱۰	۲/۲۶ ± ۰/۰۱۰	۱۳۲ ± ۰/۳۶ bc	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۰۴ c	۱۳۲ ± ۰/۰۰۴ c	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۰۴ c	۱۳۲ ± ۰/۰۰۴ c	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۰۴ c
حصاره آبی ۱۰٪	۰/۱۱۰ ± ۰/۰۱۱ cd	۰/۱۳۳ ± ۰/۰۱۱ c	۱۷۳ ± ۰/۵۲ d	۱۰۶ ± ۰/۳۵ d	۰/۰۹ ± ۰/۰۰۹	۲/۱۳ ± ۰/۰۰۹	۱۱۳ ± ۰/۲۷ c	۰/۰۹۰ ± ۰/۰۱۱ c	۱۱۳ ± ۰/۲۷ c	۰/۰۹۰ ± ۰/۰۱۱ c	۱۱۳ ± ۰/۲۷ c	۰/۰۹۰ ± ۰/۰۱۱ c
حصاره آبی ۲۰٪	۰/۱۰۴ ± ۰/۰۰۶ c	۰/۱۲۷ ± ۰/۰۰۳ c	۱۵۳ ± ۱/۰۵ c	۱۶ ± ۰/۲۸ c	۰/۰۷ ± ۰/۰۰۷	۲/۲۴ ± ۰/۰۰۷	۱۷۷ ± ۰/۱۵ b	۰/۱۵ ± ۰/۰۰۴ c	۱۷۷ ± ۰/۱۵ b	۰/۱۵ ± ۰/۰۰۴ c	۱۷۷ ± ۰/۱۵ b	۰/۱۵ ± ۰/۰۰۴ c
کود جامد ۳٪	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۰۶ b	۰/۱۴۵ ± ۰/۰۰۱ b	۲۰۷ ± ۱/۲۸ b	۱۸۷ ± ۰/۳۵ b	۰/۰۸ ± ۰/۰۰۸	۲/۲۵ ± ۰/۰۰۸	۱۲۵ ± ۰/۱۵ a	۰/۲۸ ± ۰/۰۰۷ b	۱۲۵ ± ۰/۱۵ a	۰/۲۸ ± ۰/۰۰۷ b	۱۲۵ ± ۰/۱۵ a	۰/۲۸ ± ۰/۰۰۷ b
کود جامد ۶٪	۰/۱۵۵ ± ۰/۰۱۰ a	۰/۱۹۳ ± ۰/۰۰۳ a	۸۷ ± ۰/۲۳ a	۲۵۹ ± ۱/۲۹ a	۰/۰۳ ± ۰/۰۰۳	۲/۲۲ ± ۰/۰۰۳	۱۲۵ ± ۰/۱۵ a	۰/۲۳ ± ۰/۰۰۳ a	۱۲۵ ± ۰/۱۵ a	۰/۲۳ ± ۰/۰۰۳ a	۱۲۵ ± ۰/۱۵ a	۰/۲۳ ± ۰/۰۰۳ a
	$F_{2,11} = 18.73^{**}$	$F_{2,11} = 17.53^{**}$	$F_{2,11} = 10.64^*$	$F_{2,11} = 18.07^{**}$	$F_{2,11} = 7.11^*$	$F_{2,11} = 23.87^{**}$	$F_{2,11} = 24.87^{**}$	$F_{2,11} = 24.87^{**}$	$F_{2,11} = 24.87^{**}$	$F_{2,11} = 24.87^{**}$	$F_{2,11} = 24.87^{**}$	$F_{2,11} = 24.87^{**}$
	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$	$P = 0.00008$

حروف الفبای مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ می‌باشد.

جدول ۳. میانگین \pm انحراف معیار تعداد برگ آلوده و درصد آلودگی به تخم در آزمایش دارای حق انتخاب سفیدبالک گلخانه

تیمار/ویژگی	درصد آلودگی به تخم سفیدبالک	میانگین تعداد تخم در هر برگ	درصد تفریح تخم‌ها
شاهد	1/84 \pm 1/55 a	0/85 \pm 0/063 a	79/59 \pm 2/03
عصاره آبی ۲۰٪	16/67 \pm 1/09 a	0/79 \pm 0/052 a	82/19 \pm 1/24
عصاره آبی ۴۰٪	10/53 \pm 0/46 b	0/50 \pm 0/025 b	81/34 \pm 1/10
کود جامد ۳۰٪	8/97 \pm 0/20 b	0/39 \pm 0/012 b	83/15 \pm 1/01
کود جامد ۶۰٪	6/67 \pm 0/12 b	0/35 \pm 0/004 b	83/28 \pm 0/99
	F _{39,4} = 31/279	F _{39,4} = 34/779	F _{39,4} = 1/289
	P = 0/00008	P = 0/00008	P = 0/293

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند.

میزان فنول موجود در گیاه با کاربرد ورمی کمپوست افزایش یافت و در این روند افزایشی بیشترین میزان فنول در تیمار کود جامد ۶۰٪ و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). افزایش میزان ترکیبات فنولی با کاربرد کود ورمی کمپوست قبلاً نیز گزارش شده است (۱۱ و ۱۶).

تأثیر ورمی کمپوست بر ویژگی‌های زیستی سفیدبالک گلخانه

نتایج آزمایش دارای حق انتخاب

درصد آلودگی برگ‌ها به تخم سفیدبالک و میانگین تعداد تخم در هر برگ با کاربرد ورمی کمپوست کاهش یافت، به طوری که بیشترین آلودگی در تیمارهای شاهد و عصاره آبی ۲۰٪ و کمترین آن در تیمارهای عصاره آبی ۴۰٪ و کود جامد ۳۰ و ۶۰ درصد دیده شد. اما درصد تفریح تخم در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳).

نتایج آزمایش بدون حق انتخاب

در این آزمایش، هیچگونه اختلاف معنی‌داری در طول دوره جنینی، سنین مختلف پورگی و طول عمر افراد بالغ ماده سفیدبالک گلخانه در بین تیمارهای مختلف کود ورمی کمپوست مشاهده نشد (جداول ۴ و ۵). طول عمر افراد نر بالغ در تیمار عصاره آبی ۴۰٪ بیشتر از سایر تیمارها بوده و بقیه تیمارها در

کاربرد پنج تن ورمی کمپوست در هکتار (۱۱) گزارش شده است. به طور کلی، افزایش میزان نیتروژن گیاه با کاربرد کود ورمی کمپوست توسط محققین دیگر (۱۳، ۲۴ و ۲۸) نیز بیان شده است. ورمی کمپوست دارای عناصر غذایی به شکل قابل دسترس می‌باشد. همچنین، کاربرد ورمی کمپوست باعث بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شود. بعلاوه، دارای سطح ویژه زیاد می‌باشد و باعث افزایش ظرفیت نگهداری عناصر شده (۸) که سبب افزایش غلظت عناصر غذایی در گیاه می‌شود. عنصر پتاسیم نیز با کاربرد کود جامد ورمی کمپوست افزایش یافته و تیمارهای کود جامد ۳۰ و ۶۰ درصد در بیشترین حد قرار گرفتند. در حالی که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای عصاره آبی و شاهد مشاهده نشد (جدول ۲). تأثیر کاربرد ورمی کمپوست در افزایش میزان پتاسیم به صورت افزایش ۱/۵ و ۲ برابری میزان آن در گوجه‌فرنگی به ترتیب با کاربرد ۳ و ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار گزارش شده است (۱۱). در تأیید نتایج تحقیق حاضر، نتایج رسولی و مفتون (۵) نیز نشان می‌دهد که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش غلظت پتاسیم و فسفر گندم نسبت به شاهد شده است. کاربرد ۵ و ۱۰ درصد ورمی کمپوست باعث افزایش غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر در رازیانه شد (۴) که علت آن را افزایش قدرت جذب، فراهم کردن عناصر غذایی و دارا بودن ورمی کمپوست از عناصر به شکل قابل جذب بیان کردند.

جدول ۴. میانگین \pm انحراف معیار طول دوره پورگی سفیدبالک گلخانه پرورش یافته روی برگ گوجه‌فرنگی تیمار شده با غلظت‌های مختلف کود ورمی کمپوست

طول دوره پورگی سن چهار (روز)		طول دوره پورگی سن سه (روز)		طول دوره پورگی سن دو (روز)		طول دوره پورگی سن یک (روز)		تیمار/ویژگی
ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	
۸/۲۳ \pm ۰/۱۸	۸/۳۵ \pm ۰/۱۹	۲/۴۷ \pm ۰/۱۲	۲/۷۱ \pm ۰/۱۲	۳/۵۸ \pm ۰/۱۲	۳/۴۲ \pm ۰/۱۳	۲/۲۳ \pm ۰/۱۰	۲/۷۸ \pm ۰/۱۱	شاهد
۸/۴ \pm ۰/۱۶	۸/۲ \pm ۰/۲	۲/۵۳ \pm ۰/۱۳	۲/۴۶ \pm ۰/۱۳	۳/۴۶ \pm ۰/۱۳	۳/۵۳ \pm ۰/۱۳	۲/۴ \pm ۰/۱۳	۲/۵۳ \pm ۰/۱۳	عصاره آبی ۲۰٪
۸/۳۰ \pm ۰/۱۳	۸/۳۸ \pm ۰/۱۴	۲/۶۹ \pm ۰/۱۳	۲/۵۳ \pm ۰/۱۳	۳/۵۳ \pm ۰/۱۴	۳/۳۸ \pm ۰/۱۴	۳/۵۳ \pm ۰/۱۴	۲/۴۶ \pm ۰/۱۴	عصاره آبی ۴۰٪
۸/۳۰ \pm ۰/۱۳	۸/۳۳ \pm ۰/۱۴	۲/۶۹ \pm ۰/۱۳	۲/۵ \pm ۰/۱۵	۳/۶۱ \pm ۰/۱۴	۳/۲۵ \pm ۰/۱۳	۲/۳۸ \pm ۰/۱۴	۲/۵۸ \pm ۰/۱۴	کود جامد ۳۰٪
۸/۶ \pm ۰/۱۴	۸/۶ \pm ۰/۱۶	۲/۵ \pm ۰/۱۵	۲/۶ \pm ۰/۱۶	۳/۴۱ \pm ۰/۱۴	۳/۷ \pm ۰/۱۵	۲/۴۱ \pm ۰/۱۴	۲/۵ \pm ۰/۱۶	کود جامد ۶۰٪
$F_{۱۹,۴} = ۱/۰۵۱$	$F_{۱۳,۴} = ۰/۶۰۶$	$F_{۱۹,۴} = ۰/۶۲۶$	$F_{۱۳,۴} = ۰/۵۱۲$	$F_{۱۹,۴} = ۰/۳۵۰$	$F_{۱۳,۴} = ۱/۲۸۵$	$F_{۱۹,۴} = ۰/۷۱۹$	$F_{۱۳,۴} = ۰/۸۷۲$	
$P = ۰/۳۸۸$	$P = ۰/۶۶۰$	$P = ۰/۶۴۶$	$P = ۰/۷۲۷$	$P = ۰/۸۴۳$	$P = ۰/۲۸۶$	$P = ۰/۵۸۲$	$P = ۰/۴۸۶$	

جدول ۵. میانگین \pm انحراف معیار طول دوره جنینی، پیش از بلوغ و طول عمر افراد بالغ سفیدبالک گلخانه پرورش یافته روی برگ گوجه‌فرنگی تیمار شده با غلظت‌های مختلف کود ورمی کمپوست

طول عمر حشره بالغ (روز)		پیش از بلوغ (روز)		دوره جنینی (روز)		تیمار/ویژگی
ماده	نر	ماده	نر	ماده	نر	
۲۶/۷۰ \pm ۰/۱۸	۲۱/۳۵ \pm ۰/۳۴ b	۲۳/۸۲ \pm ۰/۳۱	۲۴/۵۷ \pm ۰/۳۲	۷/۲۹ \pm ۰/۱۱	۷/۲۸ \pm ۰/۱۲	شاهد
۲۶/۳۳ \pm ۰/۲۵	۲۱/۶ \pm ۰/۳۳ b	۲۴/۰۶ \pm ۰/۲۸	۲۴/۱۳ \pm ۰/۳۵	۷/۲۶ \pm ۰/۱۱	۷/۴ \pm ۰/۱۳	عصاره آبی ۲۰٪
۲۶ \pm ۰-۲۵	۲۳/۴۶ \pm ۰/۵۳ a	۲۴/۳۰ \pm ۰/۲۳	۲۴/۳۰ \pm ۰/۳۴	۷/۲۳ \pm ۰/۱۲	۷/۵۳ \pm ۰/۱۴	عصاره آبی ۴۰٪
۲۶/۳۸ \pm ۰/۳۱	۲۱/۴۱ \pm ۰/۳۷ b	۲۴/۳۰ \pm ۰/۲۶	۲۳/۷۵ \pm ۰/۲۷	۷/۳۰ \pm ۰/۱۳	۷/۰۸ \pm ۰/۰۸	کود جامد ۳۰٪
۲۶/۱۶ \pm ۰/۳۴	۲۰/۴ \pm ۰/۴ b	۲۴/۲۵ \pm ۰/۳۵	۲۴/۵ \pm ۰/۳۷	۷/۲۵ \pm ۰/۱۳	۷/۱ \pm ۰/۱۰	کود جامد ۶۰٪
$F_{۱۹,۴} = ۱/۰۶۴$	$F_{۱۳,۴} = ۷/۱۷۴$	$F_{۱۹,۴} = ۰/۵۵۴$	$F_{۱۳,۴} = ۰/۹۰۵$	$F_{۱۹,۴} = ۰/۰۶۳$	$F_{۱۳,۴} = ۲/۳۷۸$	
$P = ۰/۳۸۱$	$P = ۰/۰۰۰۰۸۹$	$P = ۰/۷۰۴$	$P = ۰/۴۶۷$	$P = ۰/۹۹۳$	$P = ۰/۰۶۲$	

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشند.

کاهش جمعیت و خسارت آفات مکنده با کاربرد کود ورمی کمپوست در بستر کشت گیاه میزبان در سایر تحقیقات نیز گزارش شده است. برای مثال، ادواردز و همکاران (۲۲) با افزایش غلظت ورمی کمپوست در کشت خیار و گوجه‌فرنگی، کاهش خسارت شته سبز هلو (*Myzus persicae*) را تا یک سوم و کاهش جمعیت آن را به نصف بیان کرده‌اند. همچنین،

یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۵). مرگ و میر در مراحل پورگی سن یک، سه و چهار اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در حالی که درصد مرگ و میر پوره سن دوم بین تیمارهای مختلف متفاوت بود و کمترین میزان آن در تیمارهای شاهد و عصاره آبی ۲۰٪ و بیشترین میزان آن در تیمارهای عصاره آبی ۴۰٪ و کود جامد ۳۰٪ و ۶۰ درصد مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۶. میانگین \pm انحراف معیار درصد مرگ و میر سفیدبالک گلخانه پرورش یافته بر روی برگ گوجه فرنگی تیمار شده با غلظت های مختلف کود ورمی کمپوست

درصد مرگ و میر				تیمار/ویژگی
پوره ۴	پوره ۳	پوره ۲	پوره ۱	
۵/۰۰ \pm ۲/۸۸	۲/۵۰ \pm ۲/۵۰	۰/۰۰ \pm ۰/۰۰c	۱۵/۵۰ \pm ۲/۸۸	شاهد
۵/۰۰ \pm ۲/۸۸	۵/۰۰ \pm ۲/۸۸	۲/۵۰ \pm ۲/۵۰bc	۱۲/۵۰ \pm ۲/۵۰	عصاره آبی ۲۰٪
۱۰/۰۰ \pm ۰/۰۰	۵/۰۰ \pm ۲/۸۸	۱۰/۰۰ \pm ۰/۰۰a	۱۰/۰۰ \pm ۰/۰۰	عصاره آبی ۴۰٪
۱۰/۰۰ \pm ۰/۰۰	۵/۰۰ \pm ۲/۸۸	۷/۵۰ \pm ۲/۵۰ab	۱۵/۰۰ \pm ۲/۸۸	کود جامد ۳۰٪
۱۰/۰۰ \pm ۰/۰۰	۷/۵۰ \pm ۲/۵۰	۱۰/۰۰ \pm ۰/۰۰a	۱۷/۵۰ \pm ۲/۵۰	کود جامد ۶۰٪
$F_{1,9,4} = 2/250$	$F_{1,9,4} = 0/417$	$F_{1,9,4} = 8/250$	$F_{1,9,4} = 1/393$	
$P = 0/112$	$P = 0/994$	$P = 0/001$	$P = 0/284$	

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ می باشد.

مرتبط دانست.

به طور کلی، می توان گفت که گرچه افزایش میزان نیتروژن باعث شادابی و پر آب شدن برگ ها و متعاقب آن جلب شدن بیشتر حشرات به گیاه می شود (۱۳). از آنجا که میزان پتاسیم و فنول نیز به طور هم زمان در گیاه افزایش می یابد، کاربرد ورمی کمپوست می تواند در کاهش جمعیت آفات نقش داشته باشد. افزایش پتاسیم باعث محکم شدن دیواره سلولی می شود که تغذیه را برای حشرات سخت تر می کند (۱۳). همچنین، افزایش سطح فنول موجود در گیاه، که یک ماده دورکننده و مضر برای حشرات است (۱۴، ۲۲ و ۳۸) نیز عامل دیگری برای کاهش حمله حشرات به گیاه می باشد.

با توجه به داده های به دست آمده در این مطالعه، به نظر می رسد که کاربرد کود ورمی کمپوست در بستر کشت گوجه فرنگی در مقادیر مشخص، با افزایش رشد و نمو گیاه و همچنین کاهش شایستگی حشره گیاهخوار، جمعیت این آفت مهم گوجه فرنگی را تحت تأثیر قرار دهد. اختلاف به دست آمده بین نتایج حاصل از تیمار با عصاره آبی و کود جامد ورمی کمپوست نشان دهنده مقرون به صرفه تر بودن کود جامد نسبت به ورمی کمپوست می باشد. هر چند برخی از محققین دیگر نتایج مناسبی از عصاره آبی ورمی کمپوست به دست

میزان خسارت و جمعیت شپشک آردآلود مرکبات (*Planococcus citri*) و کنه تارتن دونقطه ای (*Tetranychus urticae*) (۲۲) در اثر کاربرد کود ورمی کمپوست به بیش از نصف کاهش یافته است. کاهش جمعیت شپشک دروغین (*Pseudococcus sp*) روی گوجه فرنگی با کاربرد ۴۰٪ کود ورمی کمپوست در بستر کشت گیاه مشاهده شده است (۱۱، ۱۴ و ۳۵).

به طور کلی، نتایج به دست آمده از آزمایش دارای حق انتخاب نشان داد که میانگین تعداد تخم در هر برگ در تیمار کود جامد ۶۰٪ به بیش از نصف کاهش یافته و درصد آلودگی به تخم سفیدبالک به بیش از یک سوم در تیمار ۶۰٪ کود جامد کاهش یافته است. همچنین، در آزمایش بدون حق انتخاب، میزان مرگ و میر در پوره سن دو افزایش یافته که نشان دهنده کاهش جمعیت آفت روی گیاه تیمار شده با ورمی کمپوست می باشد. با توجه به اینکه سن دوم پورگی در سفیدبالک، مرحله ثابت شدن روی گیاه و شروع مکیدن شیره گیاهی با فرو بردن قطعات دهانی در داخل بافت گیاه می باشد، دلیل احتمالی افزایش مرگ و میر این مرحله را می توان با افزایش عناصری نظیر فسفر، کلسیم و پتاسیم در گیاه که موجب استحکام بخشیدن به دیواره سلولی می شود

سیاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل حمایت‌های مادی و معنوی این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

آورده‌اند که احتمالاً همسو نبودن این تحقیق با سایر گزارش‌ها به دلیل متفاوت بودن منشأ تولید ورمی‌کمپوست است که در این تحقیق از کود گاوی استفاده شده، ولی سایر محققین از کود گوسفندی، خوک و حتی مرغ و اردک استفاده کرده‌اند (۱۵، ۲۱ و ۲۲).

منابع مورد استفاده

۱. پرورش، ع. و م. ر. شاه منصوری. ۱۳۷۳. تهیه کود آلی کمپوست (دفع بهداشتی و بازیابی مواد زائد آلی) (ترجمه). نشر پرستش.
۲. تبادکانی، م. ۱۳۸۸. سیستماتیک حشرات. انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران.
۳. توحیدی نژاد، ع. ح. مدنی و م. جنایی. ۱۳۹۰. کودهای آلی و تولید ورمی‌کمپوست. انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۴. درزی، م. ت. آ. فلاوند و ف. رجالی. ۱۳۸۸. تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر P، N و K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۵(۱): ۱۹-۱۹.
۵. رسولی، ف. و م. مفتون. ۱۳۸۹. اثر باقیمانده دو ماده آلی با و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۴(۲): ۲۶۲-۲۷۳.
۶. علیخانی، ح. و غ. ثواقبی. ۱۳۸۵. تولید ورمی‌کمپوست برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاهی واحد تهران.
۷. مشار، م. ر. ۱۳۷۱. گوجه‌فرنگی و فراآورده‌های آن. انتشارات موحد.
۸. یقطین، ش.، م. معزاردلان، م. شرفا و ح. علیخانی. ۱۳۸۸. اثرات کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاه ذرت. مجله دانش آب و خاک ۱۹(۱): ۳۵-۴۳.
9. Abul Kashem, M., A. Sarker, I. Hossain and M. Shoffikul Islam. 2015. Comparison of the effect of vermicompost and inorganic fertilizers on vegetative growth and fruit production of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). J. Soil Sci. 5: 53-58.
10. Allieve, L., A. Marchensini, C. Salaidi, V. Piano and M. Bertoldi. 1993. Plant quality and soil residual fertility six years after a composting treatment. Bioresour. Technol. 43: 85-93.
11. Arancon, N.Q. and C.A. Edwards. 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. Pedobiologia 47: 731-735.
12. Arancon, N.Q. and C.A. Edwards. 2005. Effects of vermicomposts on plant growth. Soil Ecology Laboratory, The Ohio State University, Columbus, OH.
13. Arancon, N.Q., C.A. Edwards, E.N. Yardim, T.J. Oliver, R.J. Byrne and G. Keeney. 2007. Suppression of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), mealy bug (*Pseudococcus* sp) and aphid (*Myzus persicae*) populations and damage by vermicomposts. Crop Prot. 26: 29-39.
14. Arancon, N.Q., P.A. Galvis and C.A. Edwards. 2004. Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. Bioresour. Technol. 96: 1137-1142.
15. Atiyeh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler and J.D. Metzger. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresour. Technol. 78: 11-20.
16. Atiyeh, R.M., N.Q. Arancon, C.A. Edwards and J.D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresour. Technol. 75: 175-180.
17. Atiyeh, R.M., S. Subler and C.A. Edwards. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579-590.
18. Bachman, G.R. and J.D. Metzger. 2007. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresour. Technol. 99: 3155-3161.
19. Buckerfield, J.C. and K.A. Webster. 1998. Worm-worked wastes boost grape yields: Prospect for vermicompost use in vineyards. Aust. J. Wine Indust. 13: 73-76.

20. Ecole, C.C., M.C. Picanco, R.N.C. Guedes and S.H. Brommonschenkel. 2001. Effect of cropping season and possible compounds involved in the resistance of *Lycopersicon hirsutum f. typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Entomol. 125: 193-200.
21. Edwards, C.A., N.Q. Arancon, M. Vasko-Bennett, A. Askar and G. Keeney. 2009. Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymma vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manduca sexta*) (L.) on tomatoes. Pedobiologia 53: 141-148.
22. Edwards, C.A., N.Q. Arancon, M. Vasko-Bennett, A. Askar, G. Keeney and B. Little. 2010. Suppression of green peach aphid (*Myzus persicae*) (Sulz.), citrus mealybug (*Planococcus citri*) (Risso), and two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Koch.) attacks on tomatoes and cucumbers by aqueous extracts from vermicomposts. Crop Prot. 29: 80-93.
23. Gerling, D. 1990. Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management. Wimborne, UK.
24. Hwang, S.Y., C. Liu and T.C. Shen. 2008. Effects of plant nutrient availability and host plant species on the performance of two Pieris butterflies (Lepidoptera: Pieridae). Biochem. Syst. Ecol. 36: 505-513.
25. Jaiwal, B.V., F.K. Shaikh, H.B. Waghire and B.P. Sarwade. 2012. Evaluation of total phenolic contents and antioxidant activities in different solvent extracts of *Diospyros melanoxylon* Roxb. bark. J. Exp. Sci. 3: 11-14
26. Johnson, F.N. and C.A. Triplehorn. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 7th Edition, Thompson Brooks/Cole, Belmont, California.
27. Karaki, H., K. Sato, H. Ozaki and K. Murakami. 1988. Effects of sodium nitroprusside on cytosolic calcium level in vascular smooth muscle. Eur. J. Pharmacol. 156: 259-266.
28. Karungi, J., S. Kyamanywa and B. Ekbom. 2010. Organic soil fertility amendments and tritrophic relationships on cabbage in Uganda: Experiences from on-station and on-farm trials. Afr. J. Agric. 5: 2862-2867.
29. Kostenberg, D. and C.U. Marchaim. 1993. Solid waste from the instant coffee industry as a substrate for anaerobic thermophilic digestion. Water Sci. Technol. 27: 97-105.
30. Lazcano, C., J. Arnold, A. Tato, J.G. Zaller and D. Dominguez. 2009. Compost and vermicompost as nursery pot components: Effects on tomato plant growth and morphology. J. Agric. Res. 7: 944-951.
31. Mound, L.A. and S.H. Halsy. 1978. Whitefly of the world (A systematic catalogue of the Aleyrodidae with host plant and natural enemy data). Biritish Museum.
32. Murakar, S.R., A.S. Tayade, S.N. Bodhade and R.B. Ulemale. 1998. Effect of vermicompost on mulberry leaf yield. J. Soil Crops 8: 85-87.
33. Novoa-Munoz, J.C., J. Simal-Gandara, D. Fernandez and E. Lopez. 2008. Changes in soil properties and in the growth of *Lolium multiflorum* in an acid soil amended with a soil waste from wineries. Bioresour. Technol. 99: 6771-6779.
34. Sahni, S., B.K. Sarma, D.P. Singh, H.B. Singh and K.P. Singh. 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. Crop Prot. 27: 369-376.
35. Sainz, M.J., M.T. Taboada-Castro and A. Vilarino. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant Soil 205: 85-92.
36. Senapathy, S., U.S. Nayak and K. Baral. 2015. Effect of vermicompost in suppression of insect pests of tomato in Lateritic belt of West Bengal. Ann. Plant Prot. Sci. 23: 166-167.
37. Wu, F., W. Yang and Y. Lu. 2009. Effects of dwarf bamboo (*Fargesia denudate*) density on biomass carbon and nutrient distribution pattern. Acta Ecol. Sinica 29: 192-198.
38. Yardim, E.N., Q.A. Norman, C.A. Edwards, T.J. Oliver and R.J. Byrne. 2006. Suppression of tomato hornworm (*Manduca quinquemaculata*) and cucumber beetles (*Acalymma vittatum* and *Diabotrica undecimpunctata*) populations and damage by vermicomposts. Pedobiologia 50: 23-29.