بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده: کشاورزی
گروه: آگرو اکولوژیک

بررسی تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ *Metarhizium anisopliae* بر کاهش خسارت‌زایی کرم طوقه‌بر و برخی خصوصیات کمی دو واریته گوجه‌فرنگی

زهرا سادات میرابراهیمی

اساتید راهنما

دکتر احمد غلامی دکتر منوچهر قلی‌پور

اساتید مشاور

دکتر علی درخشان شادمهری دکتر حمید عباس‌دخت

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

بهمن ۱۳۸۹

شماره : ۱۲۶۵۲
تاریخ : ۱۳۸۹/۱۲/۱۶
ویرایش :

دانشگاه صنعتی شاهرود

مدیریت تحصیلات تکمیلی
فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه خانم زهرا سادات میر ابراهیمی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اکولوژیک تحت عنوان : " **بررسی تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و قارچ metarhizium anisopliae بر کاهش خسارت زایی کرم طوقه برو برخی خصوصیات کمی دو واریته گوجه فرنگی** " که در تاریخ ۸۹/۱۱/۲۵ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

قبول (با درجه : ..... امتیاز ..... ۱۸/۷۵) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۸)
۲ـ بسیار خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶)
۳ـ خوب (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)
۴ـ قابل قبول (۱۳/۹۹ ـ ۱۲)

a) عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ اساتیدراهنما	۱- احمد غلامی ۲- منوچهر قلی پور	دانشیار دانشیار	
۲- اساتید مشاور	۱- علی درخشان شادمهری ۲- حمید عباس دخت	استادیار استادیار	
۳ ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	ناصر فرخی	استادیار	
۴ـ استاد ممتحن	محمد رضا عامریان	استادیار	
۵- استاد ممتحن	حسن خوش قلب	استادیار	

تأیید رئیس دانشکده

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که اگر برای دنیا یکی باشند

برای من همه دنیا هستند

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خدایی را که ذات او عین هستی است و هستی او مهر علم و نور است. درود خالقی را که به من توفیق داد تا در زمره پویندگان علم و معرفت باشم. باشد که این مجموعه هر چند ناچیز، قطره‌ای بر دریای بیکران علم بیفزاید. بی‌شک انجام این تحقیق بدون راهنمایی‌های بزرگوارانی که در طی مسیر مرا یاری نمودند، میسر نبود. در این راه خود را مدیون اساتید گرانقدری می‌دانم که علم و اخلاق را به من آموختند. از زحمات بی دریغ و خالصانه استادان گرانقدرم جناب آقایان دکتر احمد غلامی، دکتر منوچهر قلی‌پور، دکتر علی درخشان شادمهری و دکتر حمید عباس دخت که راهنمایی و مشاوره این پایان نامه را به عهده داشتند و با راهنمایی ها و مساعدت های ارزنده خود در تمامی مراحل انجام این پژوهش دلسوزانه مرا یاری نمودند تشکر و قدردانی می نمایم، سلامتی ایشان را از خداوند منان خواستارم و آرزومند توفیق روزافزون این اساتید ارزشمند می باشم. مراتب قدرانی خود را از اساتید گرانقدرم جناب آقایان دکتر عامریان و دکتر خوش قلب که داوری پایان نامه را عهده دار بودند ابراز می دارم. از اساتید بزرگوارم جناب آقای مهندس قربانی، دکتر برادران، دکتر اصغری، مهندس رحیمی، پدر و مادر فداکار و صبورم، خواهر و برادران عزیزم، دوستان و همکلاسی های مهربانم مهندسین زهرا کاظمی، سمیه قاضوی، مریم اکبری، عادله حسنی، مریم دلفانی، محدثه قاضی زاده و آقای عبدالله کرم زاده به پاس همراهی ها و فراهم آوردن محیطی صمیمی بی نهایت سپاسگذارم.

تعهد نامه

اینجانب ..... دانشجوی دوره کارشناسی ارشد / دکتری رشته .....

دانشکده ..... دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه/ رساله .....

..... تحت راهنمائی ..... متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه/ رساله توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه/ رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه / رساله تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه/رساله ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه/رساله ، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ : ۸۹/۱۲/۲۳

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه / رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه/ رساله وجود داشته باشد .

چکیده

کشاورزی پایدار یک فرایند زیستی است که سعی در پیاده سازی خصوصیات کلیدی یک اکوسیستم طبیعی دارد. در این پژوهش هدف تقویت و افزایش دراز مدت حاصلخیزی خاک، کنترل زیستی آفات و کاهش یا حذف کودهای شیمیایی است. در این راستا آزمایشی در رابطه با تاثیر سطوح ۰، ۳ و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست روی برخی خصوصیات کمی دو رقم گوجه‌فرنگی و همچنین تاثیر قارچ بیماری‌زای حشرات *Metarhizium anisopliae* بر کاهش خسارت زایی کرم طوقه‌بر (*Agrotis segatum*) انجام گرفت. این آزمایش در دانشگاه صنعتی شاهرود در قالب اسپلیت پلات فاکتوریل برپایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. عامل اصلی، ارقام گیاه گوجه‌فرنگی شامل ۲ رقم PS (a_1) و رقم محلی شاهرود(a_2) و عوامل فرعی شامل ترکیب ۲ فاکتور قارچ بیمارگر *M. anisopliae* با ۲ سطح s_1 شاهد (عدم مصرف قارچ) و s_2 مصرف قارچ بیمارگر حشرات به همراه ۳ سطح ورمی‌کمپوست شامل c_1 شاهد (عدم مصرف ورمی‌کمپوست)، c_2 مصرف ۳ تن در هکتار و c_3، مصرف ۶ تن در هر هکتار ورمی‌کمپوست بود. در این آزمایش صفات مربوط به رشد و عملکرد، مانند وزن خشک اندام های هوایی، عملکرد گوجه فرنگی و همچنین میزان خسارت زایی آفت مورد نظر روی بوته های گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی مربوط به رقم محلی و بیشترین عملکرد مربوط به رقم PS بود. با کاربرد قارچ *M. anisopliae* تاثیر معنی‌داری بر کاهش خسارت‌زایی کرم طوقه بر مشاهده نشد. همچنین مصرف سطوح ورمی‌کمپوست باعث بهبود رشد گیاه در طول دوره رشد گردید. این کود در برداشت نهایی موجب افزایش عملکرد میوه در مقایسه با شاهد در هر دو رقم شد. بیشترین تاثیر بر عملکرد میوه گیاه گوجه‌فرنگی از کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد.

کلمات کلیدی:

ارقام گوجه فرنگی، قارچ *M. anisopliae*، ورمی کمپوست

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : مقدمه	
۱- مقدمه	۱
فصل دوم : بررسی منابع	
۲-۱- گوجه‌فرنگی	۶
۲-۱-۱- نوع خاک	۶
۲-۱-۲- ارقام مختلف گوجه‌فرنگی	۷
۲-۲- قارچ‌های بیمارگر حشرات	۷
۲-۲-۱- کنترل بیولوژیک آفات	۸
۲-۲-۲- عوامل کنترل بیولوژیک	۹
۲-۲-۳- قارچ‌ها و کنترل بیولوژیک آفات گیاهی	۹
۲-۲-۴- نحوه ایجاد بیماری توسط قارچ‌های بیمارگر حشرات	۱۱
۲-۲-۵- مزایا و معایب استفاده از قارچ‌ها در کنترل آفات	۱۱

۲-۲-۵-۱- مزایا ۱۱

۲-۲-۵-۲- معایب ۱۳

۲-۲-۶- قارچ بیمارگر *M. anisopliae (Metchnikoff) Sorokhin* ۱۴

۲-۲-۶-۱-ریخت شناسی قارچ ۱۵

۲-۲-۶-۲- دامنه میزبانی*M. anisopliae* ۱۵

۲-۲-۶-۳- مهمترین فرآورده‌های تجاری قارچ *M. anisopliae* ۱۵

۲-۲-۶-۴- برخی نتایج به دست آمده از تاثیر قارچ *M. anisopliae* روی آفات ۱۶

۲-۲-۶-۵- ایمنی زیست‌محیطی قارچ‌های بیمارگر حشرات ۱۸

۲-۳- جایگاه سیستماتیک جنس آگروتیس و گونه‌های آن ۱۹

۲-۳-۱- مشخصات جنس آگروتیس ۲۰

۲-۳-۲- مشخصات حشره کامل ۲۰

۲-۳-۳- مشخصات لارو ۲۱

۲-۳-۴- مشخصات تخم ۲۱

۲-۳-۵- مشخصات شفیره ۲۱

۲-۳-۶- میزبان‌های آگروتیس ۲۲

۲-۳-۷- نحوه خسارت آگروتیس ۲۲

۲-۳-۸- زمستان گذرانی ۲۳

۲-۴- ورمی‌کمپوست ۲۳

۲-۴-۱- کودهای آلی ۲۴

۲-۴-۱-۱- اثر مواد آلی بر جذب عناصر پرمصرف توسط گیاهان ۲۵

۲-۴-۱-۲- اثر مواد آلی بر جذب عناصر کم مصرف(ریز مغذی)توسط گیاه ۲۶

۲-۴-۲- نوع کرم‌های مورد نیاز جهت تولید ورمی‌کمپوست ۲۷

۲-۴-۳- خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک ورمی‌کمپوست ۲۸

۲-۴-۴- تاثیر ورمی کمپوست بر خصوصیات بیولوژیکی خاک ۲۹

۲-۴-۵- تاثیر ورمی‌کمپوست بر قابلیت جذب عناصر ۳۰

۲-۴-۶- تاثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی و گلخانه‌ای ۳۱

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳- مواد و روش‌ها ۳۶

۳-۱- طرح آزمایش ۳۶

۳-۲- آماده سازی نهال‌های گوجه‌فرنگی ۳۶

۳-۳- آماده‌سازی زمین ۳۷

۳-۴- نشاءکاری ۳۷

۳-۵- اعمال تیمارها ۳۸

۳-۶- مرحله داشت ۳۸

۳-۷- نمونه برداری ۳۸

۳-۸- تجزیه آماری نتایج ۴۰

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- نمونه‌گیری اول ۴۲

۴-۲- نمونه‌گیری دوم ۴۴

۴-۳- نمونه برداری سوم ۴۸

۴-۴- نمونه برداری چهارم ۵۴

۴-۵- نمونه‌گیری پنجم ۶۳

۴-۶- نمونه گیری ششم ۷۲

۴-۷- نمونه‌برداری هفتم ۸۱

۴-۸- نمونه برداری از عملکرد گیاه در طول دوره رشد ۸۶

۴-۹- بررسی تغذیه کرم طوقه‌بر ۹۰

۴-۱۰- بحث ۹۰

۴-۱۱- نتیجه گیری ۱۰۳

۴-۱۲- توصیه و پیشنهادات ۱۰۴

ضمائم ۱۰۵

منابع ۱۳۱

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ضمیمه ۱- نقشه طرح ۱۰۶

جدول ضمیمه ۲- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری اول. ۱۰۷

جدول ضمیمه ۳-میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه برداری دوم. ۱۰۸

جدول ضمیمه ۴- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه‌گیری دوم. ۱۰۹

جدول ضمیمه ۵- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه‌گیری سوم. ۱۱۰

جدول ضمیمه ۶- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری سوم. ۱۱۲

جدول ضمیمه ۷- اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌گیری سوم ۱۱۳.

جدول ضمیمه ۸- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه‌گیری چهارم. ۱۱۴

جدول ضمیمه ۹- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری چهارم. ۱۱۶

جدول ضمیمه ۱۰ اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌گیری چهارم ۱۱۷

جدول ضمیمه ۱۱- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه‌گیری پنجم. ۱۱۹

جدول ضمیمه ۱۲- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری پنجم. ۱۲۱

جدول ضمیمه ۱۳- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری ششم. ۱۲۲

جدول ضمیمه ۱۴- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری ششم. ۱۲۴

جدول ضمیمه ۱۵-میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری هفتم. ۱۲۵

جدول ضمیمه ۱۶-مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه گیری هفتم. ۱۲۷

جدول ضمیمه ۱۷- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در عملکرد. ۱۲۸

جدول ضمیمه ۱۸- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در عملکرد. ۱۲۹

جدول ضمیمه ۱۹- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه‌فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی‌کمپوست در نمونه‌گیری از تغذیه کرم طوقه بر. ۱۳۰

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

افزایش جمعیت و روند رو به رشد آن نیاز انسان را به افزایش تولید غذا از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح بالا برده است. با توجه به محدودیت منابع آب و خاک، توسعه سطح زیر کشت در ایران با مشکلات فراوانی رو به رو است، بنابراین بشر برای تامین نیازهای خود و به خاطر ایجاد مزارع گسترده‌تر و بهره‌برداری بیشتر، اکوسیستم‌های طبیعی را به سرعت برهم زده و موجب تخریب جنگل‌ها، نابودی خاک، گیاهان خودرو و حیات وحش می‌گردد. روش‌های بهره‌برداری، متکی بر تکنولوژی ماشینی و مواد شیمیایی مصنوعی ممکن است در کوتاه مدت پر بازده باشد اما مسلما پایدار نبوده و آلاینده محیط زیست محسوب می‌شود. با توجه به نیازهای بازار، کشاورزی بدون استفاده از نهاده‌های کشاورزی معنا ندارد و کاربرد نامعقول آن نیز موجب خسارت‌های فراوان در ابعاد گوناگون از جمله تخریب محیط زیست و تهدید پایداری در کشاورزی می‌گردد. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی پر مصرف و عدم مصرف کودهای ریزمغذی موجب تخریب ساختمان خاک و تهی شدن خاک از عناصر مغذی گردیده است. همچنین کودهای شیمیایی به دلیل آبشویی بالایی که دارند مشکلات زیست محیطی زیادی را ایجاد کرده و بشر نیازمند آن است که در جهت حفظ تولید پایدار، مصرف مواد آلی در زمین‌های کشاورزی را افزایش دهد. یکی از راهکارهای افزایش تولید در واحد سطح کاهش خسارت آفات به محصولات کشاورزی می‌باشد. مصرف بی‌رویه سموم کشاورزی جهت کنترل آفات و اثرات منفی آن بر روی سلامت جامعه و محیط زیست، ضرورت مطالعه سایر روش‌های مبارزه با آفات را ایجاب نموده است. امروزه اطمینان از تولید مداوم وپایدار فراورده‌های غذایی سالم همراه با حفظ محیط زیست و توجه به مناسبات اجتماعی و اقتصادی موضوع قابل توجهی در علوم مختلف کشاورزی، اکولوژی و محیط زیست بوده و مورد توجه روز افزون کشاورزان، پژوهشگران، دولتمردان و سیاست گزاران قرار گرفته است. با توجه به مطالب ذکر شده یکی از موثرترین راهکارهای ارائه شده در سال‌های اخیر بحث کشاورزی پایدار می‌باشد.

کشاورزی پایدار یکی از ارکان مهم اقتصاد در هر جامعه انسانی می‌باشد، زیرا تولید و امنیت مواد غذایی را در دراز مدت تضمین می‌نماید. به سبب روند تخریب مداوم زمین و منابع طبیعی، آب، خاک و منابع ژنتیکی کشاورزی پایدار در کانون توجه قرار گرفته است. هدف نهایی کشاورزی پایدار گسترش آن دسته از شیوه‌های کشت است که کارا، سودآورد، محافظ منابع طبیعی و محیط زیست باشند و ایمنی غذایی و بهداشتی را تقویت کنند. از مهمترین مسائل موثر بر پایداری تولید غذا، حفظ حاصلخیزی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی و نیز جایگزین‌های غیرشیمیایی به جای آفت کش‌های شیمیایی می‌باشد. از طرفی در رابطه با کاهش خسارت آفات به محصولات کشاورزی مدیریت تلفیقی آفات یکی از زیر مجموعه‌های کشاورزی پایدار است و اجرای آن بخش مهمی از برنامه بلند مدت کشاورزی پایدار می‌باشد. در کشاورزی پایدار دو اصل کلیدی وجود دارد: حداقل استفاده از مواد شیمیایی به خصوص آفتکش‌ها و اینکه به مزرعه به صورت جامع نگریسته شود. کودهای آلی جایگزین مناسبی جهت حفظ شرایط طبیعی خاک می‌باشند. مواد آلی به موادی گفته می‌شود که منشا گیاهی و جانوری داشته باشند. مواد آلی علاوه بر تامین مواد غذایی لازم برای رشد گیاهان، اثرات مثبتی نیز بر خاک و حاصلخیزی آن دارند. از جمله این اثرات می‌توان به افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی و کاهش میزان شست و شوی این عناصر، کاهش وزن مخصوص ظاهری آن، افزایش نفوذ پذیزی، بهبود شرایط خاک برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها و سایر موجودات مفید خاکزی، بهبود تهویه خاک و تسهیل در امکان نفوذ و حرکت ریشه در خاک اشاره کرد. جمع آوری مواد آلی در یک مکان به منظور تجزیه و استفاده از آن در کشاورزی قرن‌هاست که توسط کشاورزان با فرهنگ‌های مختلف انجام می‌گیرد. در چین بیش از ۲ هزار سال است که بقایای گیاهی را از طریق مخلوط کردن با کودهای دامی مورد استفاده قرار می‌دهند. در اروپا استفاده از کمپوست ضایعات به منظور افزایش حاصلخیزی خاک به زمان رومی‌ها بر می‌گردد و این امر در بین کشاورزان رواج زیادی داشته است. از طرفی توانایی کرم‌های خاکی در تجزیه سریع مواد آلی در خاک‌ها، اغلب به ثبت رسیده است. فعالیت

کرم‌های خاکی برای تجزیه اولیه بقایای گیاهی و جانوری قبل از اینکه این مواد توسط میکروفلور خاک تجزیه شوند حائز اهمیت می‌باشد. در این رابطه استفاده از کرم‌های خاکی به منظور تولید ورمی‌کمپوست در چند سال اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است (سماوات، ۱۳۸۰). کرم‌های خاکی می‌توانند به عنوان یک عامل با ارزش برای تجزیه مواد آلی به کار گرفته شوند. با توجه به مشکلات زیست محیطی و پر هزینه بودن دفع مقادیر زیاد مواد آلی، اخیرا استفاده از کرم‌های خاکی در برنامه‌های تحقیقاتی برای تبدیل ضایعات آلی مورد توجه قرار گرفته است. کمپوست حاصل از فعالیت‌های کرم‌های خاکی که ورمی‌کمپوست خوانده می‌شود برای گیاه بسیار با ارزش و حائز اهمیت است. این مواد که با استفاده از جمعیت بالای کرم‌های خاکی ایجاد شده جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند. قارچ‌های بیمارگر حشرات از جمله عوامل کنترل بیولوژیک هستند که هم به صورت طبیعی جمعیت حشرات را در سطح متعادل نگاه می‌دارند و هم می‌توان آنها را تکثیر نموده و به عنوان حشره‌کش‌های میکروبی استفاده نمود. برخی قارچ‌ها از جنس‌های متعلق به زیر شاخه *Deuteromycotina* مانند *Beauveria* و *Metarhizium* گزینه‌های مناسبی برای تولید انبوه و استفاده برای کنترل آفات گیاهان زراعی، باغی، گلخانه‌ای و جنگلی می‌باشند، زیرا امکان پرورش آنها روی محیط‌های کشت ارزان قیمت فراهم بوده و با استفاده از فناوری‌های ساده می‌توان آنها را به صورت تجاری تولید نمود. در این میان قارچ *Metarhizium anisopliae* به دلیل ایجاد آلودگی شدید و همچنین بومی بودن این قارچ در منطقه شاهرود، می‌تواند برای مبارزه با خسارت ناشی از کرم طوقه‌بر (*Agrotis. spp*) مورد استفاده قرار گیرد. کرم‌های طوقه‌بر یکی از آفات مهم گیاهان زراعی در منطقه شاهرود می‌باشد. این آفت چند میزبانه بوده و مهم‌ترین میزبان‌های آن در منطقه شاهرود شامل سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، چغندرقند و آفتاب‌گردان است و در سال‌های طغیان خسارت نسبتا شدیدی به این محصولات وارد می‌کند. لاروهای این آفت از ساقه‌های سبز گیاهان در مجاورت سطح زمین (طوقه) تغذیه می‌نمایند که منجر به قطع بوته‌های جوان و خشک شدن آنها می‌گردد. از این

میان گوجه‌فرنگی محصولی است که به شدت مورد خسارت آفت قرار می‌گیرد به طوری که بعضی از سال‌ها کشاورزان مجبور به واکاری به دلیل خسارت شدید آفت می‌گردند (درخشان، ۱۳۸۷).

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- گوجه‌فرنگی

گوجه‌فرنگی از گیاهان عالی گلدار،بومی مناطق آمریکای جنوبی و مرکزی، از راسته دولپه‌ای‌ها و از خانواده سیب زمینی سانان با نام علمی *Lycopersicon esculentum* می‌باشد. این گیاه دارای واریته‌های بسیاری است که ممکن است برای استفاده از میوه آن و یا جهت تزئینات کشت شود. ریشه آن عمیق و گاهی به طول یک متر می‌رسد که چنانچه نشاء شود تولید ریشه‌های جانبی بیشتری خواهد کرد. ساقه جوان گوجه‌فرنگی علفی، گرد، صاف، شکننده و کرکدار است که در اثر مسن شدن گوشه‌دار، سخت و تقریبا خشبی می‌گردد. ساقه‌ی خزنده و منشعب به طول ۱/۵ متر نیز می‌رسد ولی بعضی از واریته‌های آن به نام والدیوم[۱] دارای ساقه کوتاه، محکم و ایستاده است و در هوا بدون کمک قیم می‌ایستد. برگ‌های این گیاه متناوب و مرکب می‌باشد که اندازه آنها در ارقام مختلف یکسان نیست. رنگ برگ‌ها سبز روشن و پشت آنها معمولا کرکدار است. گل‌های کوچک گوجه‌فرنگی معمولا بصورت خوشه در روی ساقه بین ۲ گره ظاهر می‌شود. ۵ گلبرگ زرد به هم پیوسته دارد که در انتها از هم جدا می‌شوند. گلبرگ‌ها برگشته، پهن و نیزه‌ای شکل می‌باشند. کاسه گل سبز دارای ۵ کاسبرگ بلند کشیده و یا نیزه‌ای شکل که در ابتدا کوچکتر از گلبرگ‌ها بوده ولی با رشد میوه بر طول آن افزوده می‌شود. پرچم‌ها ۵ عدد با بساک‌های بزرگ که در روی میله کوتاهی قرار می‌گیرند. میوه گوجه‌فرنگی سته و از دو یا چند حفره تشکیل شده است. میوه گوشتی و دارای تخم‌های قلبی شکل کوچک می‌باشد(حجازی، ۱۳۶۳).

۲-۱-۱- نوع خاک

گوجه‌فرنگی برای گسترش ریشه‌های عمیق و قوی خود احتیاج به خاکی نرم و عمیق با بافت متوسط و لوم دارد. سیستم ریشه‌ای این گیاه می‌تواند ۳ هفته بعد از نشاء کردن تا عمق ۷۵ سانتی‌متر

[۱] .Validum

و پس از یک ماه تا عمق ۱/۵ متر در خاک نفوذ کند. حداکثر حجم ریشه گوجه‌فرنگی در عمق ۵۰ سانتی‌متر متمرکز می‌گردد. بنابراین بستر کاشت گوجه‌فرنگی باید دارای خاکی نرم و عمیق باشد (کاشی، ۱۳۷۶). بهترین pH برای گیاه گوجه‌فرنگی بین ۶ تا ۶/۵ می‌باشد و افزایش pH بیش از ۶/۵ به علت کاهش قابلیت جذب عناصر ریز مغذی مطلوب نمی‌باشد (اکبریان، ۱۳۸۰).

۲-۱-۲- ارقام مختلف گوجه‌فرنگی

امروزه نزدیک به ۷۵۰۰ رقم گوجه‌فرنگی در سراسر جهان کشت می‌شود. این ارقام در اندازه، شکل، رنگ و طعم با یکدیگر فرق می‌کنند. قطر آن‌ها ممکن است از ۱ یا ۲ سانتی‌متر (گوجه فرنگی ریز آلبالویی و گوجه فرنگی وحشی) تا ۱۰ سانتی‌متر (گوجه فرنگی گوشت گاوی) باشد. با این وجود بیش‌تر گوجه فرنگی‌ها در مراکز خرید قطری به اندازه ۵ تا ۶ سانتی‌متر دارند. اغلب انواع گوجه‌فرنگی میوه‌هایی قرمزرنگ دارند، با این حال این میوه به رنگ‌های زرد، نارنجی، صورتی، بنفش، سبز، سیاه و سفید نیز دیده می‌شود. گوجه‌فرنگی‌های چندرنگ یا مخطط نیز به‌ندرت یافت می‌شوند. گوجه فرنگی‌هایی که به منظور کنسرو شدن یا تولید رب پرورش داده می‌شوند معمولاً کشیده (طول ۷ تا ۹ سانتی‌متر و عرض ۴ تا ۵ سانتی‌متر) و کم‌آب‌تر از سایر رقم‌ها هستند و به گوجه‌فرنگی‌های آلویی معروفند (www.wikipedia).

۲-۲- قارچ‌های بیمارگر حشرات[1]

تولید بیشتر محصولات کشاورزی و در عین حال حفظ محیط زیست دو موضوعی است که هماهنگی آن ها در آغاز قرن بیست‌ویکم مورد توجه انسان قرار گرفته است. کنترل بیولوژیک آفات، پاسخی است طبیعی به بخشی از این برنامه که کنترل پایدار به ارمغان آورده و برای محیط زیست نیز

[1] .Entomopathogenic fungi

ایمن محسوب می‌گردد. مشکلاتی که در نتیجه استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی برای انسان و محیط زیست به وجود می‌آید، ضرورت استفاده از روش‌های غیرشیمیایی را افزایش می‌دهد. استفاده غیر اصولی از سموم کشاورزی و اثر مخرب آن بر محیط زیست از جمله مسائل مهم امروز دنیا است که در این میان مبارزه بیولوژیک نقش بسیار مهمی در این زمینه ایفا می‌کند (صارمی و زند، ۱۳۸۲). بررسی مشکلات آفات نشان می‌دهد که قسمتی از مشکلات مربوط به آفات در تغییر و اصلاح روش‌های زراعی نهفته است. به طوری که موجب کاهش محصول نگردد و در عین حال دشمنان طبیعی آفات حفظ شوند و هر جا که ارتباط دشمنان طبیعی با آفات گسسته شده است، مجددا به طریق مقتضی برقرار گردد. روش‌های دست یابی به اهداف فوق شامل حفاظت از دشمنان طبیعی و حمایت از اکوسیستم‌ها در برابر دخالت گونه‌های مهاجم غیر بومی از طریق حفاظت، افزون سازی و معرفی دشمنان طبیعی می‌باشد (صارمی و همکاران، ۱۳۸۱).

۲-۲-۱- کنترل بیولوژیک آفات

درکشاورزی پایدار برای کنترل خسارت‌زایی حشرات روش‌های زیادی به کار می‌رود که یکی از مهم‌ترین روش‌ها کنترل بیولوژیک می‌باشد. مبارزه بیولوژیک را می‌توان تحت عنوان کاربرد انگل‌ها، شکارچیان وعوامل بیماری‌زا تعریف نمود که جمعیت آفات را تا زیر سطح خسارت اقتصادی کنترل می‌کنند. براساس تخمین به عمل آمده، از هر دلار که برای کنترل بیولوژیکی در کالیفرنیا سرمایه‌گذاری شده، بیش از ۳۰ دلار درآمد خالص از طریق کاهش خسارت وارده به گیاهان و نیز کاهش هزینه‌های کنترل شیمیایی، بدست آمده است (صارمی و زند، ۱۳۸۲).

۲-۲-۲- عوامل کنترل بیولوژیک

دشمنان طبیعی و یا به عبارت دیگر عواملی که برای مبارزه بیولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، کلید دستیابی به موفقیت دراین راه محسوب می‌گردند. این عوامل از نظر طبقه بندی، بیولوژیک و خصوصیات جمعیتی بسیار متفاوتند. این ویژگی‌ها نقش اساسی را در موفقیت یا شکست برنامه‌های مبارزه بیولوژیکی دارند. اطلاعات مشروح و دقیق از بیولوژی گروه‌های مختلف دشمنان طبیعی در کار مبارزه بیولوژیک بسیار ارزشمند است. درکنترل بیولوژیک از پارازیتوئیدها، شکارچیان، میکروارگانیزم‌های رقیب و عوامل بیماری‌زا استفاده می‌شود. استفاده از عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و پروتوزوآها برای از بین بردن آفات و بیماری‌ها را کنترل میکروبی می‌گویند(Butt and Copping, 2000).

در کنترل بیولوژیک آفات، قارچ‌های بیمارگر حشرات به دلایل زیر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند

۱- در حدود ۱۰۰۰ گونه قارچ متعلق به ۱۰۰ جنس شناخته شده‌اند که از عوامل کلیدی تنظیم کننده جمعیت حشرات به شمار می‌روند.

۲- این عوامل، حشرات را از طریق نفوذ مستقیم کوتیکول آلوده می‌کنند. بنابراین در مورد حشراتی که از شیره گیاهان و یا مایعات بدن جانداران تغذیه می‌کنند و بسیاری از بال‌پوشان و راست‌بالان که در آنها بیماری‌های باکتریایی دیده نشده است، تنها راه عملی کنترل میکروبی محسوب می‌شوند (St leger, 1991; St. leger and Roberts, 1997).

۲-۲-۳- قارچ‌ها و کنترل بیولوژیک آفات گیاهی

حدود ۱۰۰۰ نوع قارچ مختلف با حشرات در ارتباط بوده و بعضی از آنها بیماری‌های مهمی در حشرات ایجاد می‌نمایند. با این وجود تعداد محدودی از آن ها به عنوان عامل کنترل به صورت تجارتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. آلودگی حشره به قارچ از طریق نفوذ قارچ از سطح بدن انجام

می‌گیرد، لذا به این دلیل تحت تاثیر عوامل محیطی خصوصا دما و رطوبت قرار دارد. به علاوه اسپورهایی که آلودگی اولیه را ایجاد می‌نمایند، معمولا به اشعه ماورای بنفش و به خشکی محیط حساس هستند، لذا انبار کردن، محلول پاشی بر روی میزبان‌ها و دوام آن ها در مزرعه، تحت شرایط بخصوصی با موفقیت همراه است (صارمی و زند، ۱۳۸۲). علی‌رغم وجود این مشکلات، در مواردی استفاده از قارچ‌ها توام با موفقیت بوده است. شته‌ها و شپشک‌ها به ندرت توسط سایر میکروارگانیسم‌ها آلوده می‌شوند و بعضی از شته‌ها نیز مقاومت زیادی را در مقابل مصرف شته کش‌های عمومی پیدا کرده‌اند. لذا توجه ویژه‌ای به نقش قارچ‌ها در امر کنترل این آفات به عمل آورده است. همچنین قارچ‌ها به عنوان عوامل مرگ و میر بعضی از حشرات دارای اهمیت زیادی هستند. برای مثال قارچ *Entomophora spp.* باعث پایین آمدن ناگهانی جمعیت شته‌ها در مزارع می‌شوند (صارمی و همکاران، ۱۳۸۱).

اطلاعات درباره قارچ‌های بیمارگر حشرات عمدتا در قرن نوزدهم توسعه یافته است. شناخت بیماری‌های حشرات جهت استفاده در کنترل حشرات نبوده، بلکه این امر مربوط به جلوگیری از آسیب‌های وارده به حشرات مفید مورد استفاده بشر مثل کرم ابریشم (*Bombyx mori*) بوده است. آگوستینو باسی[۱] در ایتالیا اولین کسی بود که بیماری کرم ابریشم توسط قارچ *Beauveria bassiana* را در سال ۱۸۳۵ به اثبات رساند. اولین پیشنهاد برای استفاده از پاتوژن‌ها در کنترل حشرات توسط باسی (۱۸۳۶) ارائه شد که معتقد بود می‌توان مایع گرفته شده از لاشه حشرات مریض را با آب مخلوط نمود روی حشرات آفت پاشید و آن ها را از بین برد. البته اولین بررسی مزرعه‌ای دراین مورد تا سال ۱۸۸۴ انجام نگرفت. دراین سال بود که حشره شناس روسی به نام الی متچونیکوف[۲] روشی را برای تکثیر انبوه اسپور قارچ بیماری زای *M. anisopliae* ابداع کرد و اسپورها را در مزرعه روی

[۱] .Agostino bassi

[۲] .Elie Metchnikoff

سرخرطومی چغندرقند[1] آزمایش نمود که ۵۰ تا ۸۵٪ تلفات را موجب شد (Barlett and Jaronski, 1988).

۲-۲-۴- نحوه ایجاد بیماری توسط قارچ‌های بیمارگر حشرات

زمانی که اسپور یک قارچ در روی کوتیکول بدن حشره‌ای قرار می‌گیرد در شرایط محیطی مناسب جوانه زده و تولید ریسه رویشی می‌کند. سپس با ایجاد چنگک[2] در شرایط محیطی مناسب مانند رطوبت و وجود اسید چرب یا ملانین به داخل کوتیکول حشره نفوذ کرده و ریسه‌های بیشتری را تولید می‌نماید. اگر در این مرحله حشره‌ی میزبان پوست اندازی کند آلودگی می‌تواند از بین برود، در غیر این صورت قارچ به رشد خود ادامه داده و باعث مرگ حشره می‌گردد. در شرایط مرطوب، قارچ اسپورهای زیاد را تولید نموده و ممکن است کاملا روی لاشه‌ی حشره را بپوشاند. پس از آلودگی اولیه، قارچ‌ها علاوه بر کوتیکول به داخل بدن حشره نفوذ نموده و رشد می‌نماید و موجب کاهش مواد غذایی و فشارهای فیزیکی می‌شوند. قارچ‌های مربوطه سپس زهرابه تولید می‌نمایند (Dumas *et al*, 1996; Cerenius *et al*, 1994). بعد از مرگ آفت، قارچ رشد ساپروفیتی روی میزبان دارد و لذا رشد رویشی و تولید اسپور در قارچ افزایش می‌یابد. در این حال با افزایش اسپور، شرایط گسترش قارچ هموار می‌شود و چنانچه شرایط محیطی مناسب باشد توسعه قارچ زیاد و کنترل آفت بیشتر و بهتر می‌گردد (Carrothers and Soper, 1987).

۲-۲-۵- مزایا و معایب استفاده از قارچ‌ها در کنترل آفات

۲-۲-۵-۱- مزایا:

[1] .*Cleonus punctiventris*

[2] .appressorium

۱. بسیاری از حشرات توسط حداقل یک یا چند قارچ پارازیته می‌شوند و در بعضی از موارد قارچ‌ها تنها عوامل بالقوه کنترل بیولوژیک محسوب می‌شوند.

۲. قارچ‌ها معمولا تمامی مراحل تکامل میزبان‌های خود را مورد حمله قرار می‌دهند بنابراین می‌توان از آنها در هر مرحله‌ای از زندگی میزبان که مورد نیاز باشد استفاده نمود.

۳. بعضی از قارچ‌های بیماری‌زا میزبان‌های متعدد و زیادی دارند و اگر بتوان بر مشکلات تهیه ماده تلقیح اولیه و ذخیره سازی آن فائق آمد به عنوان یکی از عوامل مفید در کنترل بیولوژیک شناخته خواهند شد.

۴.تداد زیادی از قارچ‌ها خطری برای سلامتی انسان و سایر مهره‌داران ندارند. اکثر قارچ‌ها در دمای بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد بهترین رشد و نمو را دارند ولی خوشبختانه در دماهای بالا مثل ۳۷ درجه سانتیگراد رشد مناسبی را ندارند به همین لحاظ برای انسان و سایر موجودات خون گرم خطر جدی محسوب نمی‌شوند.

۵. قارچ‌ها باعث مرگ و میر میزبان‌های خود می‌شوند و در ادامه اسپورهای فراوانی را تولید می‌کنند. بنابراین می‌توانند باعث تداوم کنترل عامل خسارت زا شوند.

۶. قارچ‌ها معمولا با حشره‌کش ها قابل اختلاط و سازگاری هستند و در بعضی از موارد نقش تشدید کننده نیز دارند.

۷. اغلب آن‌ها در روی محیط‌های کشت مصنوعی استاندارد نظیر محط کشت آگار[1] ومالت[2] رشد کرده و به مواد غذایی اختصاصی نیاز ندارند. در بین آن‌ها گونه‌های جنس *Entomophthora* به محیط کشت محتوی مواد حیوانی، احتیاج دارند.

[1]. Potato dextrose Agar
[2]. Agar malt extraot

۸. در محیط‌های کشت و یا در روی میزبان‌های خود در شرایط مرطوب به سهولت تولید اسپورهای غیرجنسی می‌نمایند و این اسپورها به آسانی توسط باد، باران و قطرات آب در محیط پراکنده می‌شوند.

۹. بسیاری از قارچها در شرایط نامساعد، اسپورهای جنسی خیلی مقاوم و غیرفعالی را تولید می‌نمایند این اسپورها ممکن است پخش و پس از استقرار در روی حشرات، آن‌ها را آلوده نمایند. همچنین در شرایط مساعد محیطی فرم غیرجنسی تولید می‌کند. ذکر این نکته جالب است که تعدادی از قارچهای پاتوژن حشرات در خاک وجود دارند و به راحتی می‌توان آن ها را جدا و تکثیر نمود (صارمی و زند، ۱۳۸۲، آهون‌منش، ۱۳۷۹)

۲-۲-۵-۲- معایب:

۱. مهمترین عیب مصرف قارچها در سیستم کنترل بیولوژیکی حساسیت اسپورهای قارچی به خشکی محیط و اثر تابش اشعه ماورای بنفش در آنها می‌باشد. این خصوصیات تهیه انواع قابل قبولی از ماده تلقیح برای مصرف در سطح مزرعه را مشکل نموده است. با این حال شواهد زیادی وجود دارد که قارچها در داخل خاک و پس مانده‌های مواد آلی می‌توانند به خوبی دوام بیاورند. لذا بررسی‌های بیشتری بر روی چگونگی بقاء آنها لازم است تا به راه‌های دیگری برای چگونگی مصرف آنها منتهی شود.

۲. شکل‌گیری یک بیماری همه‌گیر قارچی در منطقه‌ای تحت تأثیر زنجیره‌ای از عوامل محیطی قرار دارد، بنابراین پیش‌بینی موفقیت ماده تلقیح (اینوکلوم) در یک محیط مشکل می‌باشد.

۳. بسیاری از قارچهای بیماری‌زای حشرات در مقابل مصرف قارچ‌کش‌های معمولی به منظور کنترل انواع بیماری‌های گیاهی حساس هستند. در صورت امکان می‌توان با عمل تغییرات ژنتیکی

و انتخاب سویه مناسب در محیط آزمایشگاهی بر این مشکل فائق آمد، زیرا بروز مقاومت به قارچ کش‌ها در بین بیمارگرهای گیاهی تقریبا عمومی است و در زمان‌های مختلف اتفاق می‌افتد (آهون‌منش، ۱۳۷۹; باقری، ۱۳۸۱; رحیمیان و بنایان، ۱۳۷۵).

۲-۲-۶- قارچ بیمارگر *M. anisopliae (Metchnikoff) Sorokhin*

قارچ *M. anisopliae* از شاخه Ascomycota، راسته Hypocreales خانواده Claricipitaceae و تاکسون قارچ‌های Anumorphic می‌باشد (Gillespie, 1988; MC. Coy *et al*, 1983).

این قاچ اولین بار در سال ۱۸۷۹ توسط الی‌متچونیکوف از لاروسوسک *Anisopliae austriaca* جمع آوری شد (Claydon and Corove, 1982; Misato and yamaguchi, 1984;).

در سال ۱۸۸۴ اولین استفاده کاربردی از یک میکروارگانیسم قارچی با کاربرد این قارچ علیه آفت چغندرقند[۱] توسط متچونیکوف صورت گرفت. بیماری ایجاد شده توسط این قارچ موسکاردین سبز[۲] نامیده شد زیرا این قارچ در محیط کشت اسپورهای سبز رنگ تولید می‌کند و لاشه‌ی حشره‌ی آلوده به این قارچ، مومیایی شده و به رنگ سبز در می‌آید (Anonymous, 2000; Deconti *et al*, 1980).

متچونیکوف ابتدا این قارچ را *Entomphthora anisopliae* نامید، پس از وی این قارچ توسط دانشمندان به اسامی مختلف نامگذاری گردید تا اینکه در سال ۱۸۷۹ نامگذاری صحیح توسط Sorokin انجام پذیرفت و این میکروارگانیسم *M. anisopliae* نامیده شد(Steinhous, 1949; Tanada and Kaya, 1993).

---

۱. *Cleonus punctriventri*

۲. Green muscardine

۲-۲-۶-۱- ریخت شناسی قارچ

جمعیت قارچ *M. anisopliae* در روی محیط کشت در اوایل رشد به رنگ سفید می‌باشد. اما به مرور با رسیدن کنیدی‌ها، کلنی به رنگ سبز زیتونی متمایل می‌شود. جدایه‌های*M. anisopliae* به رنگ‌های دیگری نیز دیده می‌شوند. در این قارچ کنیدیوفورها، تولید یک لایه اسپورزا می‌نمایند. فیالیدها (سلول‌های مخصوص تولید کنیدی) به صورت انفرادی، دوتایی یا به صورت اجتماعی در اطراف هم تشکیل می‌شوند. کنیدی‌ها (فیالوسپور) به صورت زنجیرهایی که جوان ترین آن در قاعده زنجیر قرار دارد تشکیل می‌شوند (Roberts *et al*, 2002; Hill, 1983). در این قارچ مرحله تولید مثل جنسی دیده نمی‌شود و تولید مثل غیرجنسی به وسیله کنیدی‌هایی که روی کنیدیدفور تشکیل می‌شوند، صورت می‌گیرد. میسلیوم‌ها در داخل و در سطح خارجی بدن میزبان دیده می‌شوند. کنیدی‌ها به صورت مجتمع نبوده و داخل پیکنیدیوم هم تشکیل نمی‌شوند کنیدیوفورهایی که در سطح لاشه میزبان تشکیل می‌شوند به یکدیگر متصل می‌باشند (Deacon, 1983). قارچ *M. anisopliae*یک گونه قارچ متداول در زمین‌های خشک و مراتع می‌باشد، اما جدایه‌های این قارچ عمدتاً در مراتع با تراکم گیاهی بیشتر یافت می‌شوند (Roberts and St. Leger, 2004).

۲-۲-۶-۲- دامنه میزبانی*M. anisopliae*

بیش از ۲۰۴ گونه حشره از راسته‌های مختلف به ویژه راسته Coleoptera و بیش از ۷۰ گونه از سخت‌پوستان به وسیله قارچ *M. anisoplia* آلوده می‌شوند (Vay *et al*, 2001; Goettel *et al*, 2005).

۲-۲-۶-۳- مهمترین فرآورده‌های تجاری قارچ *M. anisopliae*

قارچ *M. anisoplia* دارای ۲ فرآورده با نام تجاری Green Guard و Green Muscle می‌باشد G.M. (Ekesi *et al*, 1999) از *M. anisoplia* var acridium بصورت پودر خشک (حاوی ۵×۱۰^{۷} کیندی در گرم) و فرمولاسیون Oilflowable فرموله می‌شود. آفت هدف این ترکیب قارچی، ملخ‌های Acridoidea می‌باشد این ترکیب به صورت پاتوژن تماسی سیستماتیک عمل کرده، از طریق مکانیکی و ترشح آنزیم در کوتیکول نفوذ می‌کند. بر اساس داده‌های موجود این ترکیب روی اکثر بندپایان اثر دارد ولی بیشترین تاثیر را روی ملخ‌ها می‌گذارد. این ترکیب برای پستانداران بی‌خطر و از نظر اکوتوکسیکولوژی[۱] هیچ اثر منفی روی پرندگان، ماهی‌ها و بندپایان غیر هدف ندارد (Braga *et al*, 2001).

۲-۲-۶-۴- برخی نتایج به دست آمده از تاثیر قارچ *M. anisopliae* روی آفات

تاثیر این قارچ بر آفت کرم طوقه بر (*A.segetum*) در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود مورد بررسی قرار گرفت که در هر آزمایش قارچ توانست این آفت را آلوده کند.

قارچ *M. anisopliae* برای کنترل نوعی زنجره با نام علمی *Mahanarva posticata* در مزارع نیشکر برزیل به کار برده می‌شود، محصول بدست آمده از این قارچ Metaquino نام دارد. همچنین اسپورهای این قارچ را در جزایر تانگو[۲] با توده خاک اره‌ای که مخصوص پرورش لاروهای آفت سوسک کرگدنی[۳] است مخلوط نموده و علیه آن به کار می‌برند (Bidockka and hajek, 1998). قارچ *M. anisopliae* برای کنترل سوسری‌ها استفاده می‌شود. این قارچ در امریکا با نام تجاری Mycotrol – GH و My.GH به ثبت رسیده و مورد استفاده قرار گرفته است (Goettel *et al*. 2005).

---

۱. Ecotoxicology .

۲. Tongo

۳. *Oryctes elegans*.

این قارچ عموما برای ملخ‌ها در مراتع، مزارع یونجه، ذرت، پنبه، آفتابگردان، سویا و چغندر قند استفاده می‌شود (Amiri-Besheli. *et al*,1999).

همچنین در تحقیقاتی تاثیر قارچ *M. anisopliae* در مراحل مختلف رشدی تریپس *Megaluro thrips* مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی حساسیت مراحل رشدی تریپس[1] نسبت به *M. anisoplia* مشاهده شد که مرحله حشره کامل نسبت به مراحل لاروی و شفیرگی بسیار حساس‌تر می‌باشد و میزان مرگ و میر برای مرحله لاروی، شفیره و حشره کامل به ترتیب برابر ۲۶، ۴۶ و ۱۰۰ درصد بود. در این غلظت میزان تغذیه، باروری و زادآوری حشرات کامل بعد از آلودگی کاهش چشمگیری داشته است (Ekesi and Maniania, 2000). در بررسی بیمارگری قارچ‌های *M. anisopliae*، *M. flavoviride*، M. *cordyceps*، *M. paecilomyces* و *B. bassiana* روی تریپس پیاز مشاهده شد جدایه‌های *M. anisopliae* در مقایسه با سایر گونه‌ها آلودگی بالاتری ایجاد کردند در بین گونه‌ها، جنس *M. anisopliae* نسبت به *M. flavoviride* بیمارگری بالاتری ایجاد کرد (Azaizeh *et al*, 2002). در کنترل بیولوژیک تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* در گلخانه‌های خیار با استفاده از قارچ *M. anisopliae* کاهش چشمگیری در کاهش جمعیت تریپس مشاهده شد. لذا این جدایه به عنوان یک جدایه مطلوب با بیمارگری بالا جهت کنترل این آفت در شرایط گلخانه معرفی گردید (Ekesi *et al*, 1998). در مطالعات مزرعه‌ای طی دو سال متوالی میزان آلودگی سن‌های، *Nezara viridula*،*Piezodorus guildini* و *Euohis tusheros* به دو جدایه قارچ *M. anisopliae* و دو جدایه قارچ *B. bassiana* مورد آزمایش قرار گرفت و مشاهده شد که آلودگی قارچی سن‌های *N. viridulai* و *P. guildini* با جدایه‌های هر دو قارچ به ترتیب ۴۸٪ و ۴۰٪ و برای سن‌های *E. tusheros* ۳۳٪ در سال اول بوده و در سال دوم میزان مرگ و میر ناشی از *M. anisopliae* برروی هر ۳ گونه کمتر از سال اول به ترتیب ۱۸، ۱۷ و ۲۰ ٪ بود که این تفاوت به دلیل بالا بودن میزان حرارت و

[1] .*Megaluro thrips*

رطوبت نسبی در سال اول بود (Sosa. Gomes and Moscardi, 1998). میلینگ و ایلنبرگ (2007) گزارش نموده اند که قارچ *M. anisopliae* جداسازی شده از خاک، بیمارگری بالایی روی سن *Clavigrallat mentosicollios* ایجاد می‌کند.

در آزمایش بیمارگری قارچ *M. anisopliae* روی شته ریشه کاهو (*Pemphigus bursurius*) دیده شد که از میان ۲۵ جدایه مورد آزمایش قارچ *M. anisopliae* تنها یک جدایه به نام ۳۹۱/۹۳ این شته را به خوبی کنترل می‌کند (Chandler, 1998). در مطالعات آزمایشگاهی دیده شد که با آلوده سازی موریانه‌های کارگر *Microceroterme. sp* و *coptotermes. sp* با *M. anisopliae var acridum* و *M. anisopliae var anisopliae* موریانه‌ها دو روز بعد از آلوده شدن مردند و هفت روز پس از آلودگی میسیلوم سفید رنگی روی اجساد رشد کرد (Milner *et al*, 1998; Milner and Staples, 1996; Zoberi, 1995). در مطالعه‌ای با بررسی بیمارگری قارچ *M. anisopliae* و *B. bassiana* روی کنه *Tetranychus evansi* مشاهده شد که جدایه‌های هر دو گونه قارچ، بیمارگری بالایی روی کنه ماده بالغ ایجاد می‌کنند (Wekesa *et al*, 2005).

۲-۲-۶-۵- ایمنی زیست‌محیطی قارچ‌های بیمارگر حشرات

بعضی از قارچ‌های بیمارگر حشرات در برخی شرایط متابولیت‌هایی تولید می‌کنند که ممکن است برای موجودات غیر هدف از جمله مهره‌داران سمی باشد. اما نتایج تحقیقات بر روی قارچ *anisopliae M.* تا به امروز چنین اثرات احتمالی را تائید ننموده است. در تحقیقی میزان سمیت و بیمارگری قارچ *M. anisopliae va acridum* روی مارمولک[۱] مورد بررسی قرار گرفت. تراکم این خزنده در نواحی که ملخ‌های مهاجر به وسیله حشره کش‌ها و ترکیب بیولوژیکی muscle green (قارچ *anisopliae M.*) کنترل می‌شدند زیاد بود ولی مشاهده شد که ۳۰ دقیقه بعد از تیمار خزنده با دز $۳/۹ \times ۱۰^{۸}$

[۱] .*Squamataila certidae*

کنیدی در میلی‌لیتر قارچ، هیچ تاثیر سوئی روی پارامترهای زیستی و رفتاری خزنده ایجاد نشد، سپس با آلوده کردن ملخ به قارچ آنها را در اختیار مارمولک قرار دادند و دیدند که تغذیه از اجساد قارچ زده ملخ اثر سوئی روی این خزنده شکارگر نداشت. پژوهشگران از تحقیق خود چنین نتیجه گرفتند که مقدار توصیه شده این قارچ در شرایط مزرعه‌ای برای این مهره‌دار ایمن و بی‌ضرر می‌باشد (Pevelling and Demba, 2003). بر اساس اطلاعات منتشر شده FAO در سال ۲۰۰۱ هیچگونه سمیت و اثرات سوئی از فرمولاسیون‌های تجاری ثبت شده قارچ *M. anisopliae* با نام‌های تجاری Green muscle و Green guard روی پستانداران (خرگوش و موش)، روی پرندگان، ماهی‌ها، سخت‌پوستان، آبزیان و خزندگان گزارش نشده است.

۲-۳- جایگاه سیستماتیک جنس آگروتیس و گونه‌های آن

شب پره‌های آگروتیس متعلق به زیر خانواده Noctuinae، خانواده Noctuidae، زیر گروه شب پره‌های Heterocera و گروه Macrolepidoptera و راسته بالپولکداران (Lepidoptera) می‌باشند. خانواده Noctuidae بزرگترین خانواده راسته بالپولکداران از نظر تعداد گونه است و تا کنون بیش از ۲۷۰۰ گونه از آن شناسایی شده است. حشرات این خانواده بیشتر دارای فعالیت شبانه بوده و اکثر پروانه‌هایی که در هنگام شب جذب تله‌های نوری می‌شوند به این زیر خانواده تعلق دارند. خانواده Noctuidae به زیر خانواده‌های متعددی تقسیم می‌شود که یکی از مهمترین این خانواده‌ها زیر خانواده Noctuinae می‌باشد که شامل تعدادی از مهمترین آفات کشاورزی است. به لارو تعدادی از گونه‌های این زیر خانواده و چند زیر خانواده دیگر طوقه‌بر گفته می‌شود، زیرا از ریشه‌ها و جوانه‌های تازه روییده شده گیاهان علفی تغذیه کرده و باعث قطع شدن گیاهان خشبی از محل طوقه می‌گردند (Borror *et al*, 1981). مهمترین حشرات طوقه‌بر متعلق به جنس‌های Agrotis, Euxoa ,Feltia Nephelodes ,Lacinipslia,و Scotogramma می‌باشند. شب‌پره های طوقه بر در زیستگاه‌هایشان

دارای فعالیت شبانه بوده و در هنگام روز در زیر سنگ‌ها، کلوخه‌ها و بوته‌ها پنهان می‌شوند. جنس آگروتیس از مهمترین حشرات طوقه‌بر بوده و دارای انتشار جهانی می‌باشد. شب‌پره‌های این جنس پلی‌فاژ بوده و روی گیاهان متعدد فعالیت می‌نمایند. در کتاب راهنمای آفات و بیماری‌ها ذرت در جهان و ایران چهار گونه از جنس آگروتیس به عنوان آفت ذرت نام برده میشود (میرهادی، ۱۳۶۷).

۱- *Agrotis segetum*
۲- *A. pronuba*
۳- *A. ipsilon*
۴- *A. c-nigrum*

۲-۳-۱- مشخصات جنس آگروتیس

در این حشرات بال‌های جلویی کمی باریک و بلند برنگ قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره متمایل به سیاه دیده می‌شود و مهمترین علامت ویژگی آن‌ها وجود سه لکه روی هر یک از بال‌های رویی آن‌هاست. بال‌های عقبی نسبتاً پهن‌تر است، شاخک‌ها عموماً مویی و گاهی در نرها پروش است. با توجه به غالب بودن گونه *A. segetum* در منطقه شاهرود و تشابه زیاد گونه‌ها از نظر مرفولوژی و بیولوژی ما در اینجا به شرح مشخصات گونه‌ی فوق اکتفا می‌کنیم (درخشان‌شادمهری، ۱۳۷۸).

۲-۳-۲- مشخصات حشره کامل

حشره کامل، شب پره نسبتاً بزرگی است که عرض آن با بال‌های باز ۴۵ تا ۵۰ میلی‌متر است. رنگ بال‌های جلویی متغیر است و از زرد مایل به قهوه‌ای و خاکستری تا سیاه تغییر می‌کند روی هریک از بال‌های رویی ۳ لکه وجود دارد. لکه اولی گرد (تقریباً در وسط بال) دومی مثلثی یا منقاری شکل (در نزدیکی قاعده بال) و سومی لوبیایی شکل (نزدیک به انتهای بال) می‌باشد. بال‌های عقبی سفید رنگ با رگ‌های خاکستری است و اطراف لبه‌های خارجی آن‌ها روشن است (درخشان‌شادمهری، ۱۳۷۸).

۲-۳-۳- مشخصات لارو

رنگ لاروهای آگروتیس متغیر بوده و از خاکی تا خاکستری و سیاه رنگ دیده می‌شوند. لاروهای کامل قوی و بدنشان ضخیم است و طولشان به ۴۵ تا ۵۰ میلی‌متر می‌رسد. در طول پشت بدن لارو یک نوار باریک روشن وجود دارد که گاهی جریان خون از زیر آن نمایان است. پشت سینه اول یک لکه قهوه‌ای یا سیاه رنگ پهن وجود دارد. در سایر حلقه‌های بدن لارو خال‌های سیاه زگیل مانندی دیده می‌شود که روی هریک از آن‌ها یک مو وجود دارد (درخشان‌شادمهری، ۱۳۷۸).

۲-۳-۴- مشخصات تخم

شکل تخم نیمه کروی و قاعده آنها مسطح است. روی آنها نقش و نگارهای قهوه‌ای بوجود می‌آید و در موقع بازشدن تقریباً سیاه رنگ می‌گردند. تخم‌ها اکثراً بصورت تک تک و گاهی بصورت دسته‌ای در کنار هم که تعداد آنها ۱۴ تا ۱۶ عدد می‌باشد، توسط پروانه‌های ماده ریخته می‌شود (خیری ۱۳۷۰). گونه*A. segetum* تخم‌های خود را روی ساقه‌های علف‌های هرز و گیاهان زراعی گذاشته و گاهی ممکن است روی خاک تخم‌گذاری کند هر حشره ماده بیش از ۱۰۰۰ تخم می‌گذارد (Hill, 1983).

۲-۳-۵- مشخصات شفیره

شفیره‌های *A. segetum* به رنگ قهوه‌ای روشن و حنایی و طول آنها ۱۵ تا ۲۰ میلی‌متر است. در انتهای بدن دارای زوایدی است که دو عدد آنها بزرگ و به شکل قلاب و کاملاً مشخص بوده و بقیه کوچکتر هستند. شفیره‌ها در پای بوته‌ها در عمق چند سانتی‌متری خاک یا زیر بوته‌ها، درون گهواره بیضی شکلی که بوسیله لارو در خاک ساخته می‌شود قرار می‌گیرند (درخشان‌شادمهری، ۱۳۷۸).

۲-۳-۶- میزبان‌های آگروتیس

آگروتیس آفتی پلی‌فاژ بوده و به گیاهان زیادی از خانواده‌های مختلف گیاهی خسارت می‌زند. مدرس (۱۳۷۰) در فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آنها، میزبان‌های آگروتیس را به شرح زیر ذکر می‌نماید. گونه *A. segetum* دارای انتشار عمومی می‌باشد، میزبان‌های آن کلم، پنبه، چغندر قند، هویج، کاهو، تربچه، گوجه‌فرنگی، تنباکو، کنف، سیب‌زمینی، کنجد، مرکبات، سویا، زیتون، ذرت، گندم و دیگر غلات، خیار، کدو، آفتابگردان، انگور و کاج می‌باشد. اسماعیلی و همکاران(۱۳۷۰) سه گونه *A. segetum*، *A. ipsilon* و *A. exclamationis* را تحت عنوان کرم‌های طوقه‌بر معرفی کرده‌اند و میزبان‌های آنها را ذرت، چغندر، پنبه، گوجه‌فرنگی، انواع کدوییان و مو نام برده‌اند و اضافه می‌کنند که خسارت آنها در مناطق مختلف ایران چشمگیر است. *A. segetum* یکی ازآفات مهم در ایران است و خسارت آن در اواسط بهار موقعی که بوته‌های پنبه سر از خاک بیرون آورده‌اند فوق العاده زیاد است (درخشان‌شادمهری، ۱۳۷۸) .در شمال ایران خسارت این آفت روی کنف مشاهده شده و طبق گزارش بهداد (۱۳۶۱) این خسارت روی کنف در شمال ایران فوق العاده زیاده است.

۲-۳-۷- نحوه خسارت آگروتیس

لاروهای جوان آگروتیس از برگ تغذیه کرده و پس از تغییر جلد سوم به قسمت پایین گیاه می‌آیند و در زیر خاک و کنار طوقه زندگی می‌کنند که درنتیجه تغذیه از طوقه باعث قطع بوته میزبان از سطح خاک می‌شوند (مرتضوی، ۱۳۴۰). این شب پره‌ها از برگ، ساقه و طوقه گیاهان مختلف تغذیه می‌کنند در هنگام روز زیر خاک هستند و موقع غروب و شب فعالیت می‌کنند و متناسب با شرایط منطقه و نوع کشت به گیاهان متنوع زراعی از قبیل ذرت، چغندرقند، پنبه، گوجه‌فرنگی و انواع کدوییان تا جوانه‌های نو رسته بوته‌های مو حمله می‌کنند. در بهار چون لاروها درشت هستند خسارت

آنها شدید و چشمگیر است و گاهی یک موستان را عاری از برگ می‌کنند یا یک مزرعه گوجه‌فرنگی را که تازه نشاءکاری شده است یا یک مزرعه پنبه یا چغندرقند یا صیفی را بکلی از بین می‌برد (اسماعیلی، ۱۳۷۰).

۲-۳-۸- زمستان گذرانی

لاروهای کامل نسل سوم *A. segetum* در شرایط آب و هوایی شاهرود تمام طول زمستان را در خاک و در عمق ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متری در حالت دیاپوز بسر می‌برد و در بهار سال آینده پس از گرم شدن خاک، لاروها به عمق ۶ – ۵ سانتی‌متری خاک بالا آمده و لانه‌ای بشکل گهواره ایجاد می‌کنند و به شفیره تبدیل می‌شوند (درخشان شادمهری، ۱۳۷۸).

۲-۴- ورمی‌کمپوست

ورمی از لغت لاتین ورمیس[1] گرفته شده است که به معنی کرم می‌باشد (Cohilarov, 1983 and www.Ecoresources, 2003). بنابراین ورمی‌کمپوست به طوری که پیشوند این اصطلاح اشاره دارد، نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر و تحول و هضم بازمانده‌های آلی در ضمن عبور از دستگاه گوارشی این جانوران به وجود می‌آید (Edwards *et al.* 1995; Tartarini, 1982). لذا ورمی‌کمپوست مجموعه‌ای از فضولات کرم به همراه مواد آلی تجزیه شده و نیز اجساد کرم‌ها بوده که برای گیاه ارزش غذایی فراوانی دارد (سماوات، ۱۳۸۰). این همان ماده‌ای است که چارلز داروین[2] طبیعی‌دان مشهور، از آن به عنوان کود گیاهی نام برده و عنوان اولین کتاب در زمینه بیولوژی خاک که بیش از یک قرن از تدوین آن می‌گذرد را به خود اختصاص داده

[1]. vermis
[2] .Darwin, co, 1881. The formation of vegetable mould through the action of worm

است. چارلز داروین را به خاطر نگارش همین کتاب پدر بیولوژی خاک و به عنوان یکی از بنیان گذاران خاک‌شناسی مدرن شناخته‌اند (Ghilarov, 1983).

ورمی‌تکنولوژی، تکنولوژی استفاده از انواع خاصی از کرم‌های خاکی است که به دلیل توان رشد و تکثیر بسیار سریع و پتانسیل قابل توجه آنها در مصرف انواع مواد آلی زائد، مواد را به یک کود آلی، با کیفیت ممتاز تبدیل می‌کنند. عبور آرام، مداوم و مکرر این مواد از مسیر دستگاه گوارشی کرم خاکی همراه با اعمال خرد کردن، سائیدن، بهم زدن و مخلوط کردن که در بخش‌های مختلف این مسیر انجام می‌شود (Pramanik *et al*, 2007). فرآورده‌ای که ورمی‌کمپوست خوانده می‌شود، از لحاظ کیفی ماده‌ای آلی با pH تعدیل شده، سرشار از مواد هیومیک و عناصر غذایی به فرم قابل جذب برای گیاه، دارای انواع ویتامین‌ها، هورمون‌های محرک رشد گیاه و آنزیم‌های مختلف است و از لحاظ ظاهری، به صورت دانه‌ای شکل با رنگ تیره، بدون بوی نامطبوع و دارای قابلیت عرضه تجاری است (Bouche, 1983).

۲-۴-۱- کودهای آلی

گیاه برای ادامه حیات خود نیازمند عناصر غذایی می‌باشد. این عناصر غذایی به دو گروه عمده عناصر غذایی پرمصرف یا ماکروالمان‌ها مانند ازت، فسفر و پتاسیم و عناصر غذایی کم مصرف یا ریز مغذی‌ها مانند آهن، منگنز و روی تعلق دارد (سالاردینی، ۱۳۷۴). آهن، منگنز و روی در تعدادی از آنزیم‌های حد واسط واکنش‌های گیاهی از جمله دیاستازها نقش موثری ایفا می‌نمایند (زرین کفش، ۱۳۶۸)، با توجه به وسعت تاثیر این عناصر در فعالیت‌های حیاتی، مشخص است که کمبود آنها بایستی صدمات فوق العاده‌ای به زندگی گیاه وارد سازد (سالاردینی، ۱۳۷۴). این چنین به نظر می‌رسد که در خاک‌های آهکی و قلیایی کمبود این عناصر بیشتر است. همچنین در حضور غلظت زیاد فسفر نیز کمبود آهن و روی به چشم می‌خورد (ملکوتی، ۱۳۷۸). در ایران، کمبود عناصر کم

مصرف در مزارع و باغات به دلیل حاکمیت شرایط آهکی، کاهش درصد مواد آلی خاک‌ها، حلالیت کم این عناصر در pH آهکی، وجود یون‌های کربنات و بی‌کربنات در آب‌های آبیاری و مصرف بالای فسفر عمومیت دارد. به دلیل شیوع این کمبودها، عملکرد محصولات کشاورزی عموماً کم بوده و لطمات اقتصادی زیادی متوجه کشور شده است (ملکوتی، ۱۳۷۹). بنابراین تحقیقات در مورد عوامل موثر در افزایش قابلیت انحلال و جذب این عناصر، حائز اهمیت می‌باشد زیرا برای تولید بیشتر دو امکان وجود دارد:۱. افزایش سطح زیر کشت ۲. افزایش عملکرد در واحد سطح.

با توجه به محدودیت منابع آب و خاک، توسعه سطح زیر کشت در ایران با مشکلات فراوانی روبرو می‌باشد، بنابراین بهترین راه جهت تولید بیشتر، افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح می‌باشد (هودچی، ۱۳۷۲). یکی از راه‌های افزایش عملکرد در محصولات کشاورزی در واحد سطح، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی برای گیاه می‌باشد. هودچی (۱۳۷۲)، دلائل فراوانی در رابطه با تاثیر مواد آلی بر قابلیت جذب عناصر ریزمغذی ارائه داده است که مهمترین آنها وجود بعضی از اسیدهای آلی و مواد هیومیکی می‌باشد که از طریق کمپلکس کردن عناصر غذایی سبب افزایش قابلیت استفاده آنها برای گیاه می‌شود. از طرفی افزایش فعالیت میکروبی می‌تواند تا حدی مسئول افزایش قابلیت جذب آنها توسط گیاه نیز باشد (www.Gnv.net, 1998). البته باید این نکته مهم را در نظر داشت که با مصرف این کودهای آلی مقادیری از این عناصر مستقیماً نیز به خاک اضافه می‌شود (Chattopadhyay *et al*, 1992; Gopal reddye and Suryanarayan, 1998).

۲-۴-۱-۱- اثر مواد آلی بر جذب عناصر پرمصرف توسط گیاهان

فساد یا تجزیه مواد آلی عمدتاً یک واکنش اکسیداسیونی ناقص است. در اثر این واکنش مواد آلی تجزیه شده و تبدیل به مواد معدنی قابل جذب گیاه می‌گردند. در اثر تجزیه مواد پروتئینی خاک، مقدار قابل توجه نیتروژن، به صورت آمونیاک آزاد می‌گردد. بخشی از نیتروژن تولیدی، توسط

موجودات ذره بینی خاک مورد استفاده قرار گرفته و آمونیاک باقی مانده، معمولاً تبدیل به نیترات شده و در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد که این مقدار علاوه بر اینکه بستگی به مساعد بودن pH در حد نزدیک به خنثی و مناسب بودن میزان رطوبت دارد، تابعی از مقدار ماده آلی و همچنین بافت خاک نیز می‌باشد. میزان نیتروژن آزاد شده حاصل از تجزیه مواد آلی با افزایش ماده آلی خاک افزایش می‌یابد و این میزان افزایش در خاک‌های سبک که تهویه مناسب‌تری دارند، بیشتر است. در اثر اکسیداسیون و فساد مواد آلی خاک، مقدار قابل توجهی فسفر نیز آزاد می‌شود و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. در خاک‌های زراعی ایران، به علت وفور کلسیم، کودهای فسفر محلول به سرعت تبدیل به دی‌فسفات‌کلسیم با حلالیت کمتر و نهایتاً تری‌کلسیم‌فسفات نامحلول می‌گردند. در این پدیده ابتدا موجودات ذره بینی خاک که در جذب فسفر نامحلول کارائی بیشتری دارند با جذب فسفر، آن را وارد حلقه مواد آلی خاک می‌کنند. با فساد ماده آلی، فسفر آزاد شده و برای گیاه به صورت قابل استفاده در می‌آید. بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد که در خاک‌های آهکی ایران مخلوط کردن کودهای فسفاته با کودهای آلی موجب جذب بهتر فسفر توسط گیاه می‌گردد. این پدیده می‌تواند ناشی از کاهش pH خاک در اثر گاز کربنیک حاصل از فساد مواد آلی و همچنین اثر فسفر آلی باشد (ملکوتی، ۱۳۷۸).

۲-۴-۱-۲- اثر مواد آلی بر جذب عناصر کم مصرف (ریز مغذی) توسط گیاه

مواد آلی اهمیت زیادی در تغذیه عناصر ریز مغذی توسط گیاهان دارند. عناصر ریز مغذی در pHهای معمولی خاک‌های زراعی معمولاً نامحلول و در نتیجه غیر قابل استفاده هستند. اسیدهای هیومیک[1] و فولویک[2] با این کاتیون‌ها کمپلکس‌هایی را ایجاد می‌نمایند که در pHهای معمولی خاک، در آب محلول بوده و قابل استفاده گیاهان می‌باشند (ملکوتی، ۱۳۷۸). از طرفی حل شدن گاز کربنیک در آب اسید کربنیک تولید می‌نماید که سبب کاهش pH خاک می‌شود (Mortved, 1980)

[1] .Humic acid
[2] .Fulvic acid

.بعضی از فلزات سنگین در خاک‌های اسیدی، درحدی محلول می‌شوند که ایجاد مسمومیت می‌کنند، مواد آلی خاک قادر به جذب و در نتیجه غیرفعال نمودن این عناصر سمی می‌باشد. بعضی از مواد آلی خاک مانند اسید هیومیک با ایجاد ترکیبات پیچیده‌تر عناصر ریز مغذی را جذب نموده و این عناصر را به ریشه منتقل می‌نماید.

به طور کلی اثر مواد آلی خاک در رابطه با تغذیه عناصر ریز مغذی از دو دیدگاه قابل بررسی می‌باشد:

۱- مقدار کمی عناصر ریز مغذی حاصل از فساد مواد آلی در خاک

۲- اثر مواد آلی کلاته در حلالیت و تامین عناصر ریز مغذی در خاک (ملکوتی، ۱۳۷۸).

۲-۴-۲- نوع کرم‌های مورد نیاز جهت تولید ورمی‌کمپوست

جنس و گونه‌های عمومی که در تولید ورمی‌کمپوست استفاده می‌شوند شامل موارد زیر می‌باشند:

۱- ایزنیا فتیدا	*Eisenia fetida*
۲- ایزنیا آندری	*Eisenia andr*
۳- لومبریکوس روبلوس	*Lumbricus rubellus*
۴- پریونیکس اکسکاواتوس	*Perionyx excavates*
۵- پلیفرتیما الونگاتا	*Polypheretima elongate*

که هر یک از این گونه‌ها از نظر قدرت تولید مثل، شرایط دمایی و تبدیل مواد آلی به ورمی‌کمپوست با هم متفاوت می‌باشند (www.Drag. Net, 2000). مهمترین گونه مورد استفاده برای تولید ورمی‌کمپوست، ایزنیا فتیدا است که به دلیل سرعت رشد و تکثیر و پتانسیل کافی برای مصرف انواع مواد آلی زائد، بیش از سایر انواع مورد استفاده قرار گرفته است (Edwards and Neuhauser, 1998; Lee, 1985; Satchell, 1983). در هند، تولید ورمی‌کمپوست بیشتر با استفاده از

گونه‌های محلی از جنس‌های متافیر[1] و آمینتس[2] انجام گرفته است (Anon, 1994). بین ایزنیا فتیدا و ایزنیا آندری اختلاف کوچکی وجود دارد. رنگ بدن ایزنیا آندری یکنواخت در حالی که بدن ایزنیا فتیدا توسط خطوطی مرزبندی شده است (www.Vurz. Cz, 1996).

۲-۴-۳- خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک ورمی‌کمپوست

ورمی‌کمپوست ماده‌ای شبیه پیت، به رنگ تیره، بی‌شکل، بی‌بو، دانه‌ای و متخلخل می‌باشد. ساختار متخلخل سبب شده تا ورمی‌کمپوست دارای تهویه و زهکشی و ظرفیت جذب رطوبت بالا باشد و با وجود این خواص فیزیکی مطلوب با بهره‌گیری از آن امکان بهبود شرایط فیزیکی خاک فراهم می‌شود. در اثر فعالیت کرم‌های خاکی در بستر ورمی‌کمپوست، بسیاری از خصوصیات شیمیایی آن تغییر کرد و نسبت به کمپوست معمولی برتری‌های فراوانی را کسب کرده است. با این وجود سهم ورمی‌کمپوست در تامین مواد غذایی کم مصرف گیاهان بیش از عناصر غذایی پر مصرف شامل N، P و K است (علیخانی و ثوابی، ۱۳۸۵). عمرانی و اصغر نیا (۱۳۸۴) نشان می‌دهند که میزان غلظت فلزات سنگین مانند سرب و کادمیوم در آن از ۲۹٪ به ۲۴/۵٪ کاهش یافته است. البته واضح است که میزان غلظت عناصر غذایی و املاح در هر نوع از ورمی‌کمپوست کاملاً وابسته به بستر اولیه و منشا آن می‌باشد. وجود اسید هیومیک بالاتر نسبت به کودهای آلی مشابه مانند کود دامی، کمپوست معمولی و کود سبز نیز منجر به افزایش ظرفیت کاتیونی شده و چنانکه ذکر شد باعث می‌شود تا عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست بیشتر باشد (واحدی و بهشتی‌آل‌اقا، ۱۳۸۵). پژوهش‌ها نشان داده که ورمی‌کمپوست از نظر جذب عناصر غذایی ۱۰ برابر موثر تر از کوددامی است (Hand *et al*, 1988). علاوه بر موارد ذکر شده ورمی‌کمپوست دارای موادی است که غالباً با مصرف کودهای شیمیایی یافت نمی‌شود. این مواد شامل آنزیم‌هایی از قبیل پروتئاز، لیپاز، آمیلاز، سلولاز و کیتاز می‌باشد که این آنزیم‌ها با تجزیه بیولوژیکی مولکول‌های بزرگ و بقایای کشاورزی در خاک فعالیت میکروگانسیم‌ها را

[1] *Metaphire posthuma*.

[2] *Amyothos morrisi*.

تسریع می‌کنند (Garg *et al*, 2006). هارتین و هارتنستین، (1981) اعلام کردند ورمی‌کمپوست از نظر ویتامین‌ها خصوصاً B_{12}، آنتی‌بیوتیک‌ها، هورمون‌ها و تنظیم کننده‌های رشد از قبیل سایتوکنین، جیبرلین و اکسین نیز بسیار غنی است.

پژوهش‌ها بیان می‌کنند فعالیت میکروبی در ورمی‌کمپوست ۱۰ تا ۲۰ برابر بیشتر از خاک و مواد آلی است که توسط کرم بلعیده شده است (Atiyeh *et al*, 2000). بنابراین به نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست کودی است که کلیه جوانب غنی سازی و بهبود خاک را به سهولت و با کمترین هزینه برآورد می‌کند. در واقع ورمی‌کمپوست از یک سو خصوصیات کودهای آلی و از سوی دیگر ویژگی‌های فعال بیولوژیکی دارد. این دسته از خواص ورمی‌کمپوست، آن را به یک کود زیستی مطلوب برای خاک و گیاه تبدیل کرده است.

۲-۴-۴- تاثیر ورمی کمپوست بر خصوصیات بیولوژیکی خاک

میکروفلور خاک‌هایی که به وسیله کرم‌ها ایجاد می‌شوند از لحاظ کمی و کیفی تغییراتی پیدا می‌کند. در ورمی‌کمپوست بعضی از باکتری‌ها مثل باسیلوس سرئوس[۱] از بین می‌روند، تعداد ازتوباکترها کاهش یافته، برعکس گروهی از باکتری‌ها به خصوص هتروتروف‌های تولید کننده ویتامین B_{12} و باکتری‌های تولید کننده آمونیاک و نیترات زیاد می‌شوند (Tartarin, 1982). هوموس موجود در فضولات کرم، سموم، قارچ‌ها، جلبک‌ها و باکتری‌های مضر را در خاک از بین می‌برد. بنابراین قابلیت مبارزه کردن با بیماری‌های گیاهی را دارد (Kale *et al*, 1992).

صالح راستین (۱۳۵۷) اعلام کرد از لحاظ کمی، تعداد کل موجودات ذره بینی به شدت زیاد می‌شود به طوری که در نمونه خاک دارای کرم‌های متعدد، گاهی تعداد میکروارگانیسم ها به ۴ تا ۵ برابر نمونه خاک فاقد این جانوران می‌رسد. ورمی‌کمپوست شامل یک مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از

[۱] .*Bacillus cereus*

باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد به طوری که همچنان عمل تجزیه در خاک ادامه می‌یابد و فعالیت میکروبی پیشرفت می‌کند. در ضمن ورمی‌کمپوست حاوی هورمون‌های رشد، آنزیم‌های مختلف و جمعیت میکروبی غنی می‌باشد (سالاردینی، ۱۳۷۴).

۲-۴-۵- تاثیر ورمی‌کمپوست بر قابلیت جذب عناصر

ورمی‌کمپوست از عناصر ضروری برای ریشه گیاه مثل نیترات، فسفر، منیزیم، پتاسیم و کلسیم تشکیل شده است و همچنین حاوی آهن، منگنز، روی، مس، بور نیز می‌باشد مهمتر از همه این است که همه این عناصر به فرم قابل استفاده برای گیاه و محلول در آب هستند (www.Members, 2002) زیرا هوموس موجود در ورمی‌کمپوست یکی از ترکیبات پیچیده‌ای است که در طول تجزیه مواد آلی تشکیل می‌شود و یکی از ترکیبات آن، اسید هیومیک می‌باشد. این عناصر غذایی در مولکول‌های اسید هیومیک به فرم قابل استفاده برای گیاه جذب می‌شوند و در موقع نیاز گیاه آزاد می‌شوند (Gardner, 2004).

یکی از دلایل دیگری که برای افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست می‌توان ارائه داد این است که ورمی‌کمپوست به دلیل خاصیت تامپونی از تغییرات بیش از حد pH که اختلال در جذب عناصر غذایی از خاک توسط گیاه را به دنبال خواهد داشت، جلوگیری می‌کند (www.Members 2002). در تحقیقی غلظت کلسیم در اثر مصرف ورمی‌کمپوست در گوجه‌فرنگی هشت مرتبه نسبت به شاهد افزایش نشان داد ولی جذب زیاد پتاسیم از ورمی‌کمپوست در گیاه گوجه‌فرنگی موجب بروز علائم کمبود کلسیم در میوه گردید (Haimi and Huhta, 1987). در مقایسه‌ای که بین ورمی‌کمپوست و ۱۵ سانتی‌متر خاک سطحی از جهت قابلیت جذب عناصرنیتروژن،

فسفر و کلسیم انجام شده است، نتایج زیر به دست آمده است. نیتروژن قابل جذب ۵ برابر و فسفر قابل جذب ۷ برابر، نسبت به ۱۵ سانتی‌متر خاک سطحی می‌باشد.

یکی دیگر از مزایای ورمی‌کمپوست کند رها بودن آن است زیرا در عین حال که ماده آلی از میان دستگاه گوارش کرم خاکی عبور می‌کند، یک لایه نازک از چربی بر روی آنها رسوب کرده این لایه در طی دو ماه فاسد شده و خاصیت خود را از دست می‌دهد بنابراین اگر چه عناصر غذایی برای گیاه، فوراً قابل استفاده هستند، آنها در یک مدت طولانی تر به آهستگی آزاد می‌شوند (Kaushik, and Garg, 2004). همچنین ورمی‌کمپوست توانایی تثبیت فلزات سنگین موجود در بقایای آلی را دارد (Ruz-jerez *et al*, 1992).

در یک تحقیق که در مزرعه غلات زمستانه بر روی اثرات کرم خاکی لومبریکوس[1] در چرخه نیتروژن صورت گرفته است، به این نتیجه رسیدند که کرم خاکی نیتروژن معدنی خاک را از طریق تولید فضولات، موکوس و بلع خاک افزایش می‌دهد. در این تحقیق، با استفاده از نیتروژن ۱۵ به این نتیجه رسیدند که کرم خاکی لومبریکوس ۳/۶ – ۲/۹ گرم نیتروژن در مترمربع در سال تولید می‌کند (Kaushik and Garg, 2004). در پی مطالعه و بررسی که بر روی آزاد سازی عناصر غذایی در حضور و غیاب کرم خاکی ایزنیافتیدا صورت گرفته است، نتایج زیر به دست آمده است. مصرف اکسیژن و انتشار دی اکسید کربن به ترتیب ۳۹٪ و ۲۶٪ در حضور این کرم‌های خاکی افزایش یافت. همچنین در خاک‌های حاوی کرم خاکی غلظت نیتروژن معدنی ۵۰٪ بیشتر بود (Carry *et al*, 1995).

۲-۴-۶- تاثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی و گلخانه‌ای

در پژوهشی مبنی بر بررسی تاثیر نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست روی برخی شاخص‌های زراعی گیاه همیشه بهار درصدهای مختلفی از این کود در اختیار گیاه قرار گرفت که بر اساس نتایج به دست

[1] *Lumbricus terrestris*

آمده گلدان‌هایی با نسبت ۴۰٪ ورمی‌کمپوست در محیط کشت بیشترین ارتفاع، تعداد جوانه گلی و تعداد گل در گیاه همیشه بهار را در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد نشان داد. همچنین با افزایش ٪ ورمی‌کمپوست در محیط کشت میزان رشد ریشه افزایش یافت (Atiyeh *et al*, 2000). آستارایی (۱۳۸۵) در تحقیقاتی روی گیاه اسفرزه اطلاعات زیر را به دست آورد. با مصرف ورمی‌کمپوست به میزان ۲۰٪ حجم خاک مشاهده گردید که در گیاهان اسفرزه در مقایسه با شاهد ارتفاع گیاه به میزان ۲۳٪، و تعداد سنبله در بوته به میزان ۲۳/۵٪ افزایش داشته است. همچنین در آزمایشی دیگر مشاهده کردند در محیط‌هایی با ۴۰٪ ورمی‌کمپوست و ۶۰٪ محیط کشت تجاری[۱] وزن میوه فلفل سبز ۴۵٪، تعداد میوه‌ها ۱۷٪ و همچنین عملکرد کل ۱۲/۵٪ نسبت به محیط‌های بدون ورمی‌کمپوست بیشتر بود. همچنین در همین شرایط در گیاهان توت‌فرنگی تعدادگل ۴۰٪، وزن میوه ۳۵٪، عملکرد کل ۳۲/۷٪، سطح برگ ۳۷٪ و زیست توده اندام‌های هوایی ۳۷٪ افزایش می‌یابد (Atiyeh *et al*, 2000). در تحقیقاتی بر رشد و عملکرد اسفناج مشاهده کردند که با افزایش مقادیر ورمی‌کمپوست در خاک، ارتفاع و تعداد برگ به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که با کاهش مصرف ورمی‌کمپوست فاکتورهای فوق نیز کاهش می‌یابد (Peyvast *et al*, 2008).

محققین بیان کردند با کاربرد مخلوط ورمی‌کمپوست با کود گاوی در بستر باقلا، کارایی جوانه‌زنی ۹۳/۳۳٪ بوده است در حالی که این پارامتر در تیمارهای شاهد ۸۴/۱۷٪ بود. همچنین تیمار ورمی‌کمپوست میزان رشد را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد (Karmegan *et al*, 1999).

فرجی(۱۳۸۴) در تحقیق گلخانه‌ای که بر روی ذرت علوفه‌ای رقم ۷۰۴ انجام داد مشاهده کرد که وزن خشک اندام‌های هوایی در تمامی تیمارهای ورمی‌کمپوست بیش از تیمارهای مشابه کمپوست معمولی بود همچنین شاخص سطح برگ نیز در گیاهانی که تحت تیمار ورمی‌کمپوست قرار داشتند

[۱]. METRO MIX,

بیش از تیمارهای کمپوست معمولی بود. با تحقیقی گلخانه‌ای که بر روی برنج انجام شد اعلام کردند استفاده از ورمی‌کمپوست حاصل از کود دامی باعث افزایش وزن خشک، تعداد پنجه و افزایش ارتفاع گیاه نسبت به کاربرد کمپوست می‌شود به نظر می‌رسد در دسترس بودن مقادیر بیشتری از مواد غذایی در مراحل رشد اولیه گیاه موجب این امر شده است (ریگی، ۱۳۸۲). استفاده از ورمی‌کمپوست در زمین‌های آیش سبب بهبود رشد نیشکر در اراضی شور شده و کیفیت شیره نیشکر نیز با این تیمار افزایش یافته است (Zande *et al*, 1998).

در تحقیقاتی اثر درصدهای مختلف صفر، ۱۰ و ۲۰ ٪ حجم خاک گلدان بر حسب پارامترهای رشد مانند جوانه زنی دانه‌ها، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در گیاه گوجه‌فرنگی بررسی شد، در این بررسی با افزایش درصد ورمی‌کمپوست میزان وزن اندام هوایی، وزن خشک و شاخص سطح برگ افزایش بیشتری یافت (Bachman and Metzger, 1998). با مطالعه تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست حاصل از ضایعات شهری بر کاهو، مشخص گردید که بهترین مقدار برای این گیاه تا سقف ۵۰ تن در هکتار است زیرا بیش از این مقدار احتمال تجمع عناصر سمی در گیاه وجود دارد (Mantovani *et al*, 2003).

مصرف ورمی‌کمپوست در خاک‌های آهکی موجب افزایش جذب آهن در اندام‌های هوایی گوجه‌فرنگی گردید که این افزایش در سطح یک درصد معنی‌داری شد، این اختلاف در مقدار جذب آهن دلیل اختلاف معنی‌دار در عملکرد وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه می‌باشد (اکبریان، ۱۳۸۰).

محققین اثر ورمی‌کمپوست را بر روی رشد و عملکرد دو گیاه خیار و شبدر قرمز مورد بررسی قرار دادند، آنها گزارش نمودند که خاک اصلاح شده با۱۰ یا۵۰ ٪ ورمی‌کمپوست به طور معنی داری عملکرد ماده خشک شبدر قرمز و خیار را نسبت به شاهد افزایش داده است (کریمی، ۱۳۸۸). همچنین در یک آزمایش گلخانه‌ای مشاهده شد که استفاده از ورمی‌سول (عصاره ورمی‌کمپوست) حتی به مقدار کم از طریق آب آبیاری پس از گذشت ۳ هفته بعد از نشاء گوجه‌فرنگی عملکرد را

حدود ۷/۳ ٪ افزایش داده است (Lozek and Gracova, 1999). نتایج حاصله از مطالعات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای که توسط محققین دیگر انجام شده است نیز این موضوع را تایید می‌کند که کاربرد ورمی‌کمپوست رشد گیاهان دیگر را نیز افزایش داده است (Curry *et al*, 1995; Edwards and Lofty, 1980). لازم به ذکر است که اکثر پژوهشگران مصرف ترکیبی کمپوست و ورمی‌کمپست را با کودهای معدنی پیشنهاد می‌کنند زیرا:

الف – کمپوست و ورمی‌کمپوست به تنهایی قادر به تامین همه عناصر، درحد بهینه برای افزایش رشد گیاه نمی‌باشد.

ب – بخش قابل ملاحظه‌ای از عناصر محلول موجود در کودهای شیمیایی با اولین آبیاری و بارندگی آب شویی یافته و از دسترس گیاه خارج می‌شود در صورت مصرف ترکیبی این کودها با ورمی‌کمپوست عناصر به تدریج و در طولانی مدت در اثر فعالیت‌های میکروبی و یا در اثر فعالیت اسیدهای آلی آزاد شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرند. (Alison, 1973).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳- مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا گردید. شاهرود با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۳۴۵ متری از سطح دریا قرار دارد.

۳-۱- طرح آزمایش

آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید (نقشه طرح در جدول ضمیمه ۱ آورده شده است). عامل اصلی، ارقام گیاه گوجه‌فرنگی شامل ۲ رقم PS (A_1) و رقم محلی شاهرود (A_2) و عامل‌های فرعی شامل ترکیب ۲ فاکتور قارچ بیمارگر *M. anisopliae* با ۲ سطح S_1 شاهد (عدم مصرف قارچ) و S_2 مصرف قارچ بیمارگر حشرات به همراه ۳ سطح ورمی‌کمپوست شامل C_1 شاهد (عدم مصرف ورمی‌کمپوست)، C_2 مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و C_3، مصرف ۶ تن در هر هکتار ورمی‌کمپوست بود.

۳-۲- آماده سازی نهال‌های گوجه‌فرنگی

در اوایل فروردین سال ۱۳۸۸ با مساعدشدن وضعیت آب و هوا خزانه‌ای برای پرورش نهال‌ها احداث شد، بذرهای هر دو واریته درون سبدهایی که به وسیله خاک استریل شده مزرعه پر شده بود کاشته شد و درون خزانه قرار گرفت در طول دوره رشد نهال‌های گوجه‌فرنگی، رطوبت سبدهای حاوی بذر توسط آبیاری دستی حفظ شد. رشد نهال‌ها برای رسیدن به اندازه مورد نظر تا خرداد ماه به طول انجامید.

۳-۳- آماده‌سازی زمین

در ابتدای خرداد ماه با مساعد شدن شرایط جوی عملیات آماده سازی مزرعه آزمایشی انجام شد. زمین مورد نظر که در سال قبل به صورت آیش قرار داشت تسطیح و سپس شخم و دیسک زده شد. تعداد بوته برای هر دو واریته در واحد سطح با توجه به رقم، شرایط جوی منطقه بافت خاک و سایر عوامل به صورت یکسان تعیین گردید. به این ترتیب تراکم کشت مورد نظر۱۳۸۸۸/۸۸ بوته در هکتار بود. در مجموع ۳۶ کرت آزمایش در نظر گرفته شد که هر کدام شامل ۳ ردیف کاشت و هر ردیف به طول ۶ متر بود. فاصله نشاءها روی ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. با توجه به شرایط خاک، اندازه بوته‌های گوجه‌فرنگی در حالت حداکثر رشد و نوع آبیاری، ردیف‌های یک کرت به فاصله ۱۲۰ سانتی‌متری از هم نشاءکاری شدند، بدین معنی که فاصله‌ی ردیف‌های کشت ۱۲۰ سانتی‌متر و بین هر دو خط کاشت یک خط نکاشت وجود داشت. برای جلوگیری از عمل تداخل و جداسازی کرت‌ها دو خط به صورت نکاشت به عنوان فاصله بین کرت‌های اصلی قرار گرفت.

۳-۴- نشاءکاری

مقاوم سازی نهال‌های گوجه‌فرنگی به شرایط آب و هوایی مزرعه ۵ روز به طول انجامید، که روز اول و دوم تنها ورودی خزانه در هنگام ظهر برداشته شد و در روز پنجم تمام پلاستیک خزانه جمع شد. بعد از مقاوم‌سازی نهال‌ها، سبدهای حاوی نهال‌ها به مزرعه انتقال یافت. پس از عبور آب از کرت‌ها و ایجاد داغ آب جهت تعیین محل کاشت، نشاها روی داغ آب در تاریخ هفتم خرداد ماه نشاءکاری شد.

۳-۵- اعمال تیمارها

دو روز بعد از نشاءکاری و با حصول اطمینان از وجود تعداد بوته مورد نظر تیمارهای قارچ و ورمی‌کمپوست روی بوته‌های گوجه‌فرنگی اعمال گردید. ورمی‌کمپوست با توجه به نقشه طرح به صورت ریختن کود در شیاری که در پای بوته‌های گوجه‌فرنگی ایجاد شده بود اعمال گردید و شیارها با خاک کف جوی‌ها پوشانده شد تا کود ورمی‌کمپوست در دسترس ریشه‌ی گیاه گوجه‌فرنگی قرار گیرد.

مصرف قارچ *M. anisopliae* به صورت مخلوط کردن ۸۰۰ میلی‌لیتر امولسیون حاوی اسپورهای قارچ در تراکم $۱۰^{۱۳}$ اسپور در هکتار با ۲۷ کیلوگرم از خاک الک شده مزرعه و مخلوط کردن ۵۰ گرم از ترکیب درست شده با خاک اطراف هر بوته انجام گرفت برای حصول شرایط یکسان رطوبتی مقدار ۸۰۰ میلی‌لیتر آب خالص با ۲۷ کیلوگرم خاک الک شده مزرعه مخلوط و اطراف بوته‌هایی که تیمار عدم مصرف قارچ را شامل می‌شدند قرار گرفت.

۳-۶- مرحله داشت

در طی فصل رشد برای تامین شرایط مناسب برای رشد گیاه در مزرعه، عملیات داشت شامل کوددهی و آبیاری به طور منظم هر هفته یکبار، خاک دادن پای بوته‌های گوجه فرنگی (جهت گسترش ریشه‌ها) و کنترل علف‌های هرز انجام شد.

۳-۷- نمونه برداری

اولین نمونه برداری بوته‌ها در تاریخ ۲۵ تیر ماه، ۴۹ روز بعد از نشاءکاری مصادف با ۲۰٪ گلدهی بوته‌های گوجه‌فرنگی انجام شد (تمام گلدهی مربوط به رقم PS بود). نمونه برداری‌های بعدی به فاصله ۱۲ روز در ۶ مرحله دیگر و در طی فصل رشد گیاه انجام گرفت. نمونه گیری‌ها به صورت

برداشت یک بوته از طوقه گیاه از ردیف وسط انجام گرفت و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه بوته‌ها به اجزای آن (ساقه، برگ، میوه‌های سبز و میوه‌های رسیده) تفکیک و بعد از اندازه گیری وزن تر آن برای خشک شدن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد تا مرحله رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند. سپس وزن اندام‌های خشک شده گیاه با ترازو (۰/۰۱گرم) اندازه‌گیری شد. برای تعیین سطح برگ بوته‌ها، از کاغذ شطرنجی استفاده شد که در این روش بعد از تعیین سطح برگ یک بوته با استفاده از کاغذ شطرنجی و اندازه گیری وزن برگ‌ها میزان سطح برگ دیگر بوته‌ها از روی وزن برگ‌ها تخمین زده شد. برای تعیین مقدار عملکرد بوته‌ها در هر ردیف یک بوته به صورت تصادفی انتخاب و به عنوان نماینده کرت نشانه‌گذاری شد و در طول دوره رشد تا خشک شدن کامل بوته میوه‌های رسیده در آن برداشت و وزن تر و خشک آن ثبت شد. میوه های گوجه فرنگی در ۴ مرحله برداشت می شوند، مرحله روشن شدن رنگ میوه ها، مرحله ایجاد رگه های صورتی رنگ روی میوه، مرحله صورتی شدن رنگ میوه و مرحله رنگ گیری کامل گوجه فرنگی. در این آزمایش منظور از میوه های رسیده آن دسته از میوه ها می باشد که رنگ گیری در آنها کامل شده است. ازمیزان عملکرد بوته میزان عملکرد گیاه در هکتار تخمین زده شد.

برای تعیین میزان خسارت‌زایی کرم طوقه‌بر از زمان اعمال تیمار قارچ هر ۴ روز یک بار تعداد بوته‌های خسارت دیده با توجه به نحوه خسارت زایی آن که به شکل تغذیه از طوقه گیاه می باشد تا پایان فصل رشد شمارش و ثبت گردید. در هیچ یک از مشاهدات خسارت کامل کرم طوقه بر که شامل قطع بوته از طوقه می شود مشاهده نشد و تمامی خسارت های ثبت شده مربوط می شد به تغذیه کرم طوقه بر از بخش طوقه گیاه. در پایان میزان کل خسارت در کرت‌ها محاسبه شد. با توجه به تعداد بوته های خسارت دیده در هر کرت درصد خسارتزایی کرم طوقه بر روی محصول محاسبه گردید.

۳-۸- تجزیه آماری نتایج

در این تحقیق برای تجزیه واریانس اعداد خام از نرم افزار MSTATC و SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

فصل چهارم

نتایج بحث

۴-۱- نمونه‌گیری اول

نمونه‌گیری اول در تاریخ ۲۵ تیر ماه ۱۳۸۸، ۴۹ روز بعد از نشاءکاری نهال‌های گوجه‌فرنگی همزمان با ۲۰٪ گلدهی مزرعه انجام گرفت. تمام بوته‌های به گل رفته مربوط به رقم ps بود. در این مرحله هیچ‌یک از بوته‌های رقم محلی به مرحله گلدهی نرسیده بود.

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس تاثیر رقم بر هیچ‌یک از صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود (جدول ضمیمه ۲).

همچنین قارچ *M. anisopliae* نتوانست تاثیر معنی‌داری بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ داشته باشد (جدول ضمیمه ۲).

تاثیر فاکتور ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۲)، بطوریکه بیشترین وزن تر ساقه در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و با افزایشی معنی‌داری در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و همچنین در در مقایسه با شاهد مشاهده شد. اختلاف بین وزن تر ساقه در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۴-۱).

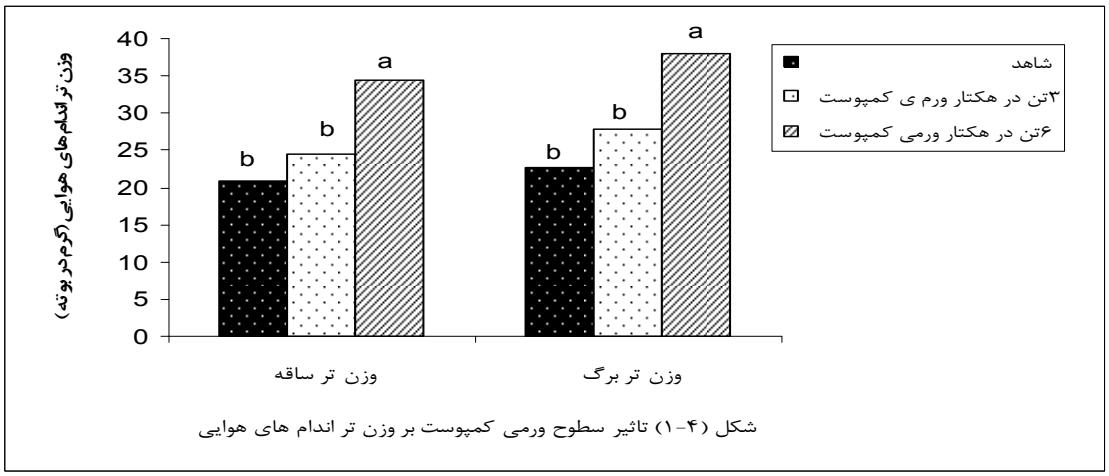
در صفت وزن تر برگ بیشترین میانگین مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود که اختلاف معنی‌داری با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد داشت. اختلاف معنی‌داری بین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد در وزن تر برگ مشاهده نشد (شکل ۴-۱).

بیشترین وزن خشک ساقه با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۴/۴۰۲ گرم در هر بوته و کمترین وزن خشک ساقه در شاهد و میانگین ۲/۶۷۶ گرم در هر بوته به دست آمد. افزایشی به میزان ۳۲/۰۷٪ در وزن خشک ساقه در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست دیده شد. اختلاف معنی‌داری در وزن خشک ساقه بین مصرف ۳ تن در هکتار

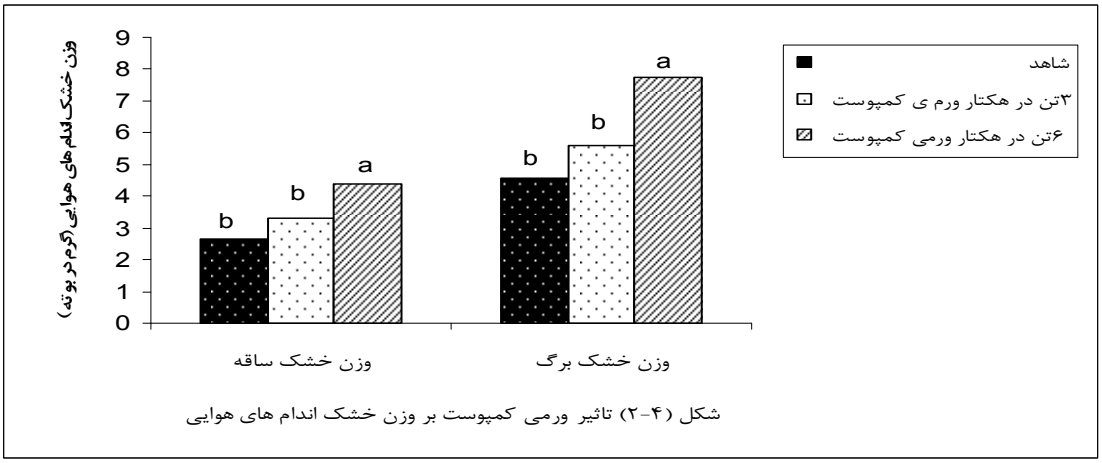
ورمی‌کمپوست و شاهد دیده نشد، هر چند میانگین وزن خشک ساقه در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بیشتر بود (شکل ۴-۲).

بیشترین وزن خشک برگ در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با افزایشی برابر با ۳۸/۱۲٪ نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و به میزان ۶۹/۷۱٪ در مقایسه با شاهد بود. اختلاف معنی‌داری بین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری دیده نشد (شکل ۴-۲).

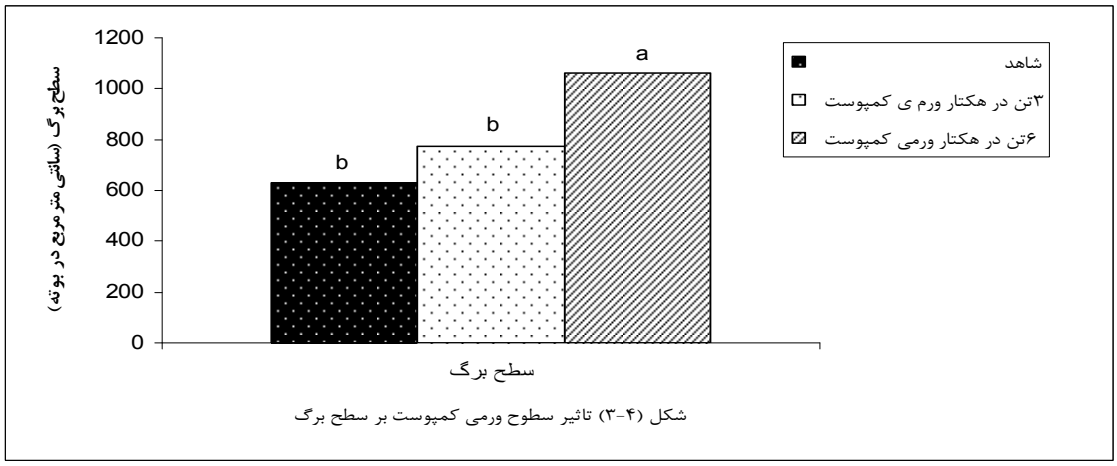
بیشترین سطح برگ در نمونه‌برداری اول مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۱۰۶۵ سانتی‌مترمربع در تک بوته و کمترین سطح برگ مربوط به شاهد با میانگین ۶۲۸/۷ سانتی‌مترمربع در تک بوته بود. افزایشی به میزان ۳۰/۰۷٪ در سطح برگ بین مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد دیده شد. اختلاف معنی‌داری در سطح برگ بین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد دیده نشد (شکل ۴-۳).



شکل (۴-۱) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر اندام های هوایی



شکل (۴-۲) تاثیر ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام های هوایی



شکل (۴-۳) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر سطح برگ

۴-۲- نمونه‌گیری دوم

نمونه‌گیری دوم ۶۱ روز بعد از نشاءکاری نهال‌های گوجه‌فرنگی انجام شد. در جدول ضمیمه ۳ نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم (PS و محلی شاهرود) بر صفات بررسی شده در این نمونه برداری آمده است.

بررسی نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ و سطح برگ به طور معنی‌داری تحت تاثیر فاکتور رقم قرار گرفت ($P<۰/۰۵$) (جدول ضمیمه ۳)، به طوریکه بیشترین وزن تر ساقه و برگ مربوط به رقم محلی به ترتیب با افزایشی برابر با ۵۱/۳۴٪ و ۴۶/۱۲٪ نسبت به رقم PS بود (شکل ۴-۴) همچنین بیشترین وزن خشک برگ و سطح برگ در رقم

محلی به ترتیب با افزایشی برابر با ۴۵/۵۷٪ و ۴۵/۵۶٪ نسبت به رقم PS بود (جدول ضمیمه ۴). تاثیر رقم بر صفت وزن خشک ساقه از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول ضمیمه ۳).

بر اساس نتایج قارچ *M. anisopliae* نتوانست تاثیر معنی داری بر افزایش وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ در نمونه برداری دوم داشته باشد (جدول ضمیمه ۳).

تاثیر سطوح ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۳)، به طوریکه بیشترین وزن تر ساقه با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد که افزایش معنی‌داری نسبت به وزن تر ساقه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد داشت. با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری در وزن تر ساقه دیده شد (شکل ۴-۵).

بیشتری وزن تر برگ در نمونه برداری دوم با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر برگ در شاهد مشاهده شد. افزایشی معنی داری در وزن تر برگ با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد مشاهده شد. اختلاف معنی‌داری در وزن تر برگ بین مصرف ۶ تن و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده نشد (شکل ۴-۵).

بیشترین تاثیر بر میزان وزن خشک ساقه از کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۱۰/۶ گرم در هر بوته به دست آمد که با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست وزن خشک ساقه در مقایسه با شاهد به میزان ۳۵/۶۷٪ افزایش نشان داد. همچنین با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست افزایشی به میزان ۲۴/۳۶٪ در وزن خشک ساقه دیده شد (شکل ۴-۶).

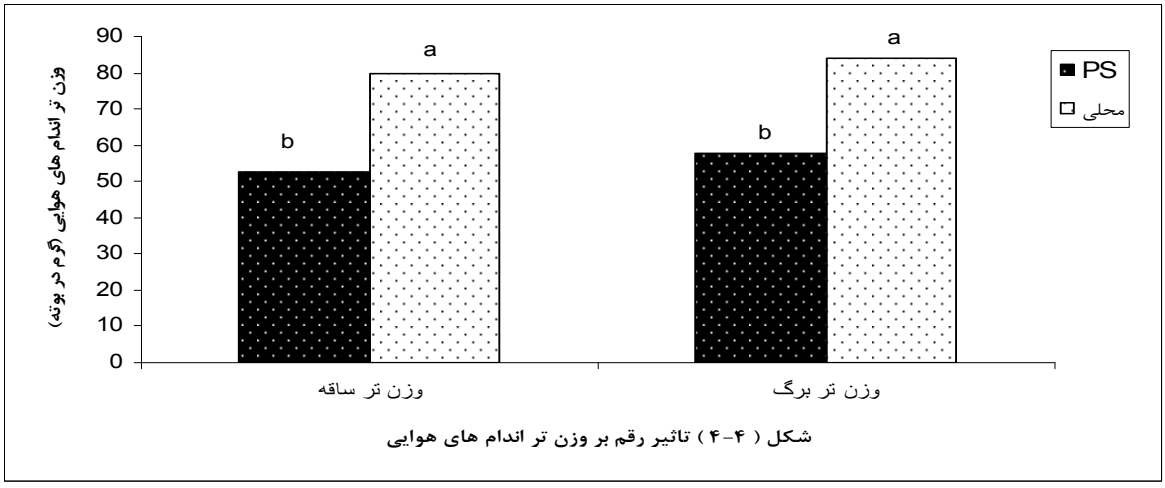
در بررسی وزن خشک برگ در نمونه‌برداری دوم بیشترین وزن خشک برگ مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۱۲/۲۶ گرم در هر بوته و کمترین میزان مربوط به شاهد با میانگین ۸/۹۸۵ گرم در هر بوته بود. افزایش معنی‌داری در وزن خشک برگ به میزان ۲۹/۸۸٪ در مصرف ۳ تن در

هکتار ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد مشاهده شد. اختلاف در وزن خشک برگ بین ۶ تن و ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل ۴-۶).

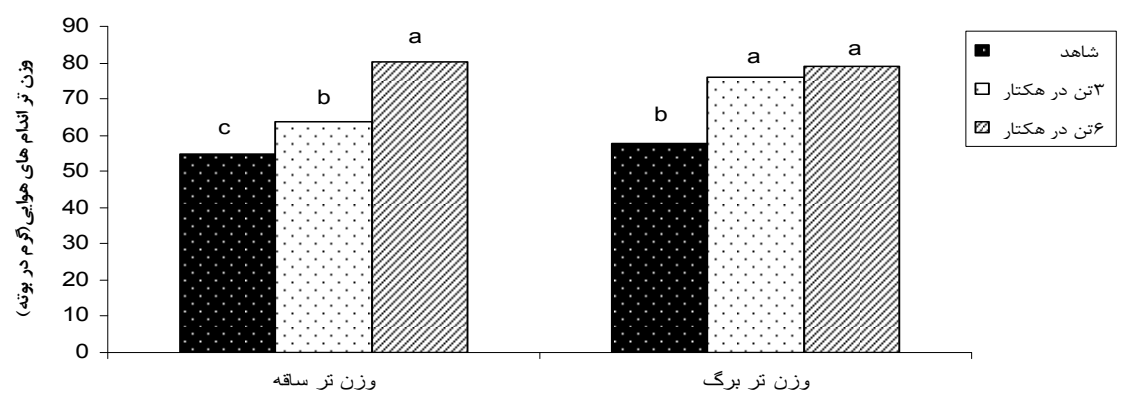
بیشترین سطح برگ مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۱۵۸۹ سانتی‌مترمربع در بوته و کمترین میزان سطح برگ مربوط به شاهد با میانگین ۱۱۶۵ سانتی‌مترمربع در بوته بود. افزایش معنی‌داری در سطح برگ بین سطوح ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد مشاهد شد ولی اختلاف در سطح برگ بین سطوح ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۴-۷).

نتایج این تحقیق بیانگر آن است که اثر متقابل فاکتورهای رقم و ورمی‌کمپوست بر وزن تر ساقه معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$) (جدول ضمیمه ۳).

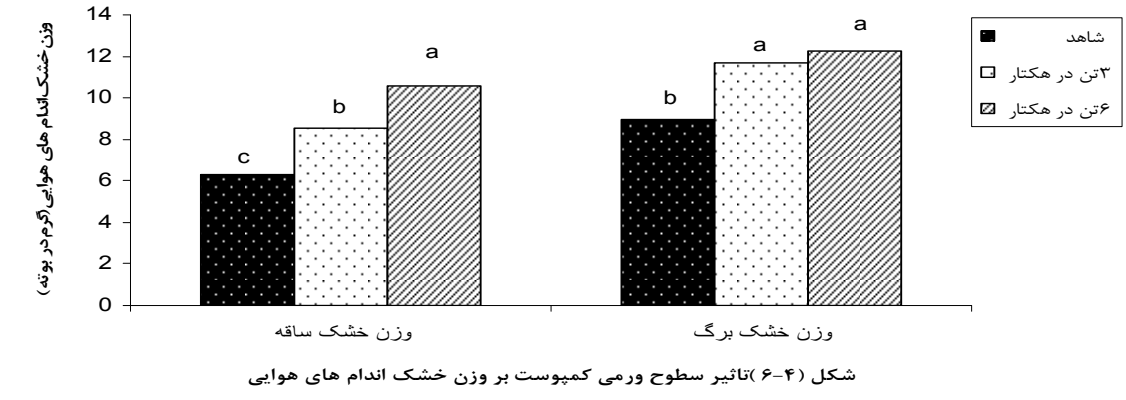
بیشترین وزن تر ساقه در تیمار رقم محلی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۸۶/۲۶ گرم در بوته و کمترین وزن تر ساقه در تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست با میانگین ۳۳/۴۳ گرم در بوته بود (شکل ۴-۸).



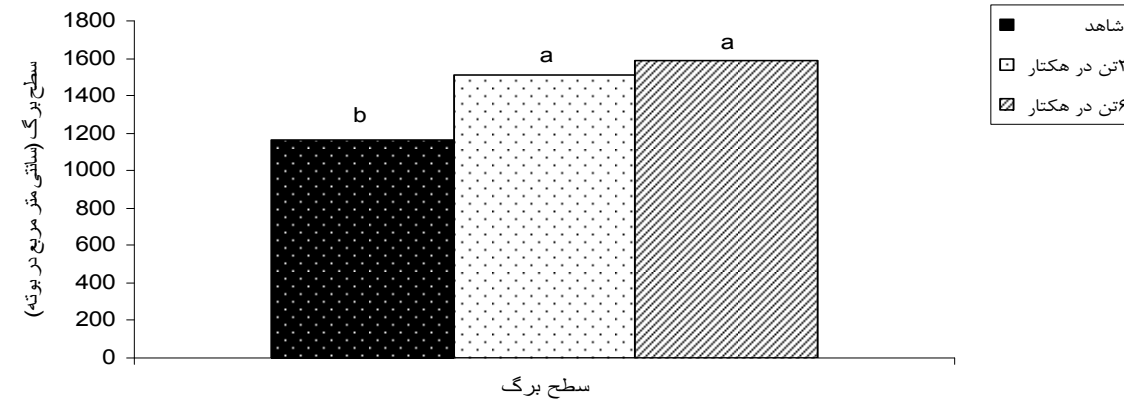
شکل (۴-۴) تاثیر رقم بر وزن تر اندام های هوایی



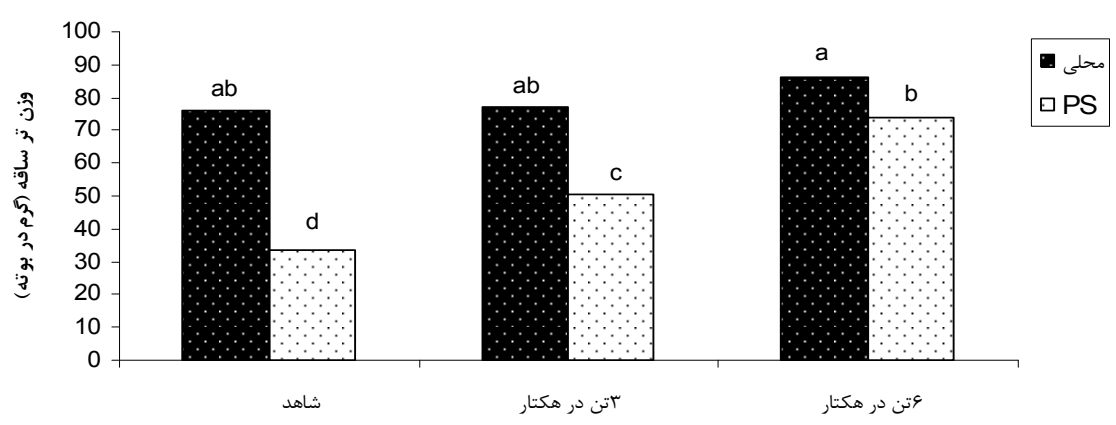
شکل (۴-۵) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر اندام های هوایی



شکل (۴-۶)تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام های هوایی



شکل (۴-۷) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر سطح برگ



شکل (۴ -۸) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه

۴-۳- نمونه برداری سوم

نمونه برداری سوم ۷۳ روز پس از نشاءکاری نهال‌های گوجه‌فرنگی انجام گرفت. در این مرحله از نمونه برداری بوته‌های رقم PS تشکیل میوه سبز دادند. در جدول ضمیمه ۵ نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم (PS و محلی شاهرود) بر صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌برداری سوم آمده است.

اثر فاکتور رقم بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۵ ٪ و بر صفات تعداد میوه سبز، وزن تر میوه سبز و وزن خشک میوه سبز در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۵) به‌طوری‌که بیشترین وزن تر ساقه و برگ مربوط به رقم محلی نسبت به رقم PS بود (شکل ۴-۹).

همچنین بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به رقم محلی با افزایشی برابر با ۳۶/۶۴٪ نسبت به رقم محلی بود (جدول ضمیمه ۶).

میانگین تعداد میوه سبز، وزن تر و وزن خشک میوه سبز برداشت شده از یک بوته در رقم PS به ترتیب برابر با ۱۱/۸۳۳ عدد میوه سبز در بوته، ۲۳۱/۱۵۶ گرم وزن تر میوه سبز در یک بوته و ۱۷/۹۴۴ گرم وزن

خشک میوه سبز در یک بوته بود و در مقابل هیچ یک از بوته‌های رقم محلی برداشت شده در این نمونه برداری میوه تولید نکردند (جدول ضمیمه ۶).

تاثیر رقم بر صفات وزن خشک برگ و سطح برگ معنی‌دار نبود، همچنین قارچ*M. anisopliae* نتوانست تاثیری بر افزایش صفات اندازه گیری شده داشته باشد (جدول ضمیمه ۵).

تاثیر ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۵).

به‌طوری‌که بیشترین وزن تر ساقه در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و در مقایسه با شاهد بود. اختلاف بین وزن تر ساقه در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۴-۱۰).

بیشترین وزن تر برگ مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود که با وزن تر برگ در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. اختلاف بین وزن تر برگ با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل ۴-۱۰).

در بررسی وزن خشک ساقه بیشترین وزن خشک ساقه با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۲۲/۷۵ گرم در هر بوته و کمترین وزن خشک ساقه در شاهد با میانگین ۱۵/۱۱ گرم در هر بوته به دست آمد. افزایش معنی‌داری به میزان ۳۸/۲۱٪ در وزن خشک ساقه در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. بر اساس نتایج اختلاف بین وزن خشک ساقه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۴-۱۱).

بیشترین وزن خشک برگ با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایشی به میزان ۲۴/۴۱٪ در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و به میزان ۳۰/۰۱٪ در مقایسه با شاهد مشاهده شد. بر

اساس نتایج مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نتوانست تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ نسبت به شاهد بگذارد (شکل ۴-۱۱).

بیشترین سطح برگ به دست آمده با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۳۳۷۱ سانتی‌مترمربع در بوته و کمترین سطح برگ مربوط به شاهد و میانگین ۲۵۹۲ سانتی‌مترمربع در بوته بود. افزایش معنی‌داری به میزان ۲۴/۴۳٪ در سطح برگ با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست دیده شد. اختلاف در سطح برگ بین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۴-۱۲).

تاثیر فاکتور ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد میوه سبز، وزن تر میوه سبز و وزن خشک میوه سبز در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۵).

بیشترین تعداد میوه سبز با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۹/۴۱۷ عدد میوه سبز در بوته و کمترین تعداد میوه سبز در شاهد و با میانگین ۳/۶۶۷ عدد میوه سبز در بوته به دست آمد. افزایش معنی‌داری در تعداد میوه سبز به دست آمده با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست وجود داشت. اما مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نتوانست تاثیر معنی‌داری بر تعداد میوه سبز به دست آمده نسبت به شاهد در این نمونه‌برداری داشته باشد (شکل ۴-۱۳).

همچنین بیشترین وزن تر میوه سبز مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و با افزایش معنی‌داری به میزان ۸۳/۴۷٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۳۶/۰۲٪ تسبت به شاهد بود. اختلاف معنی‌داری در وزن تر میوه سبز بین سطوح ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد وجود نداشت (شکل ۴-۱۴).

بیشترین وزن خشک میوه سبز به دست آمده با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۱۲/۹ گرم در هر بوته و کمترین میزان در شاهد و با میانگین ۶/۷۵۶ گرم در هر بوته بود. وزن خشک میوه سبز با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به میزان ۷۷/۶۳٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست افزایش

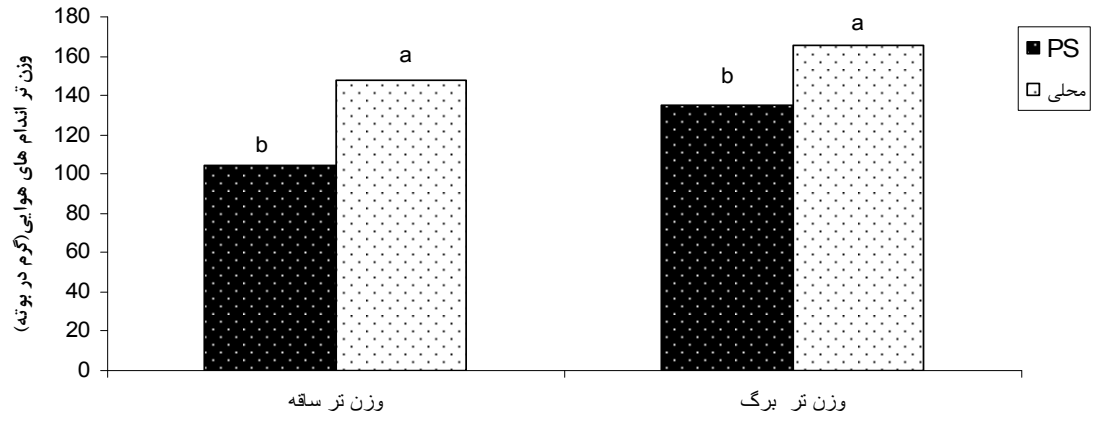
نشان داد اما اختلاف معنی‌داری در وزن خشک میوه سبز بین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد وجود نداشت (شکل ۴-۱۵).

تاثیر توام فاکتورهای رقم و ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد میوه سبز، وزن تر میوه سبز و وزن خشک میوه سبز معنی‌دار بود (جدول ضمیمه۵).

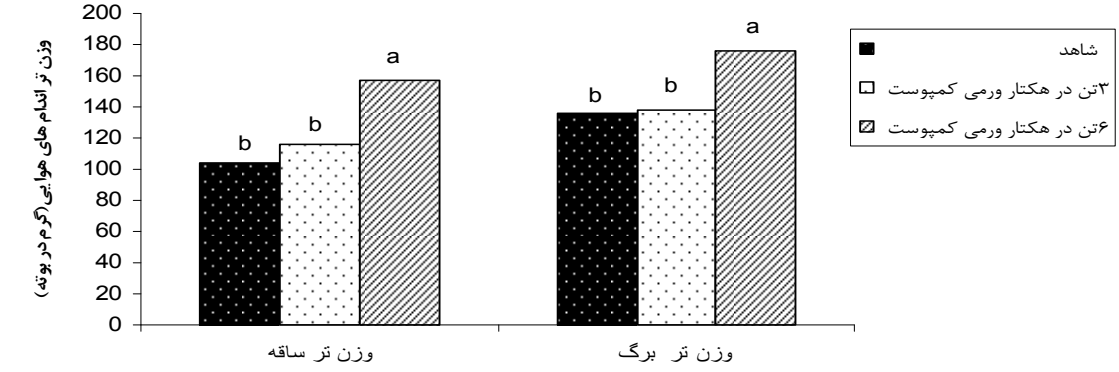
بیشترین تعداد میوه سبز مربوط به تیمار رقم PS به همراه ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود که افزایش معنی‌داری به میزان ۱۰۱/۷۵٪ نسبت به تیمار رقم PS و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۵۶/۷۵٪ در مقایسه با تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست داشت. رقم محلی در هیچ‌یک از سطوح ورمی‌کمپوست میوه تولید نکرد (جدول ضمیمه ۷).

همچنین در بررسی تاثیر هم‌زمان رقم و ورمی‌کمپوست بر وزن تر میوه سبز بیشترین وزن تر با تیمار رقم PS و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۳۵۲/۳ گرم در بوته و کمترین وزن تر میوه سبز مربوط به تیمارهای رقم محلی و سطوح ورمی‌کمپوست بود که میوه تولید نکردند (جدول ضمیمه ۷).

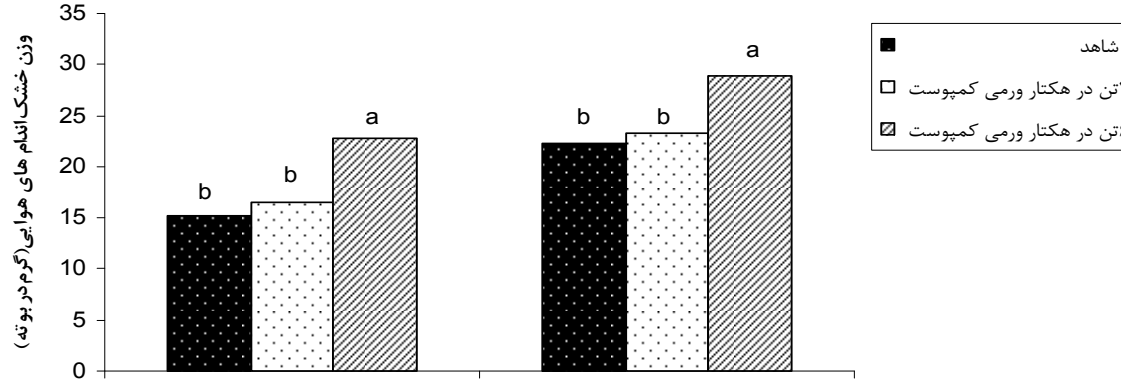
بیشترین وزن خشک میوه رسیده مربوط به تیمار رقم PS با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار رقم PS به همراه ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست همچنین تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست داشت. کمترین وزن خشک مربوط به تیمارهای دارای رقم محلی بود که در هیچ‌یک از سطوح ورمی‌کمپوست میوه تولید نکردند (جدول ضمیمه ۷).



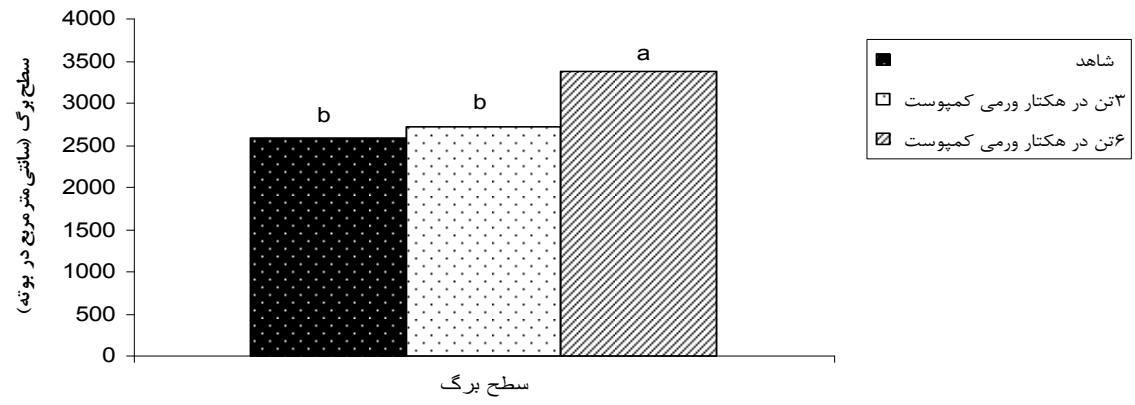
شکل (۴-۹) تاثیر رقم بر وزن تر اندام های هوایی



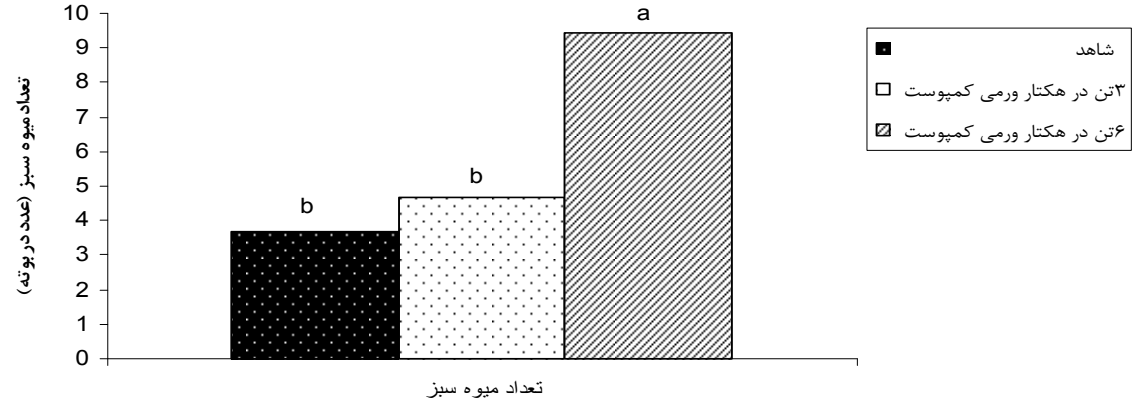
شکل (۴-۱۰) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر اندام های هوایی



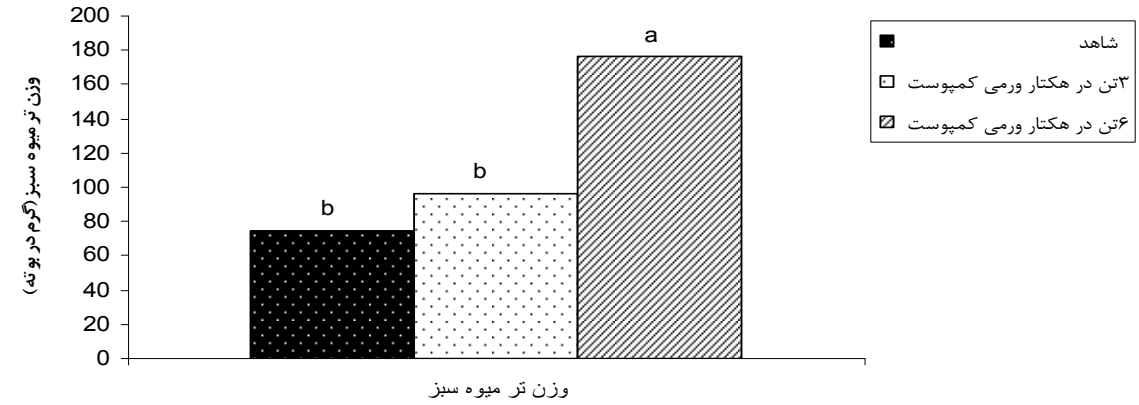
شکل (۴-۱۱) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام های هوایی



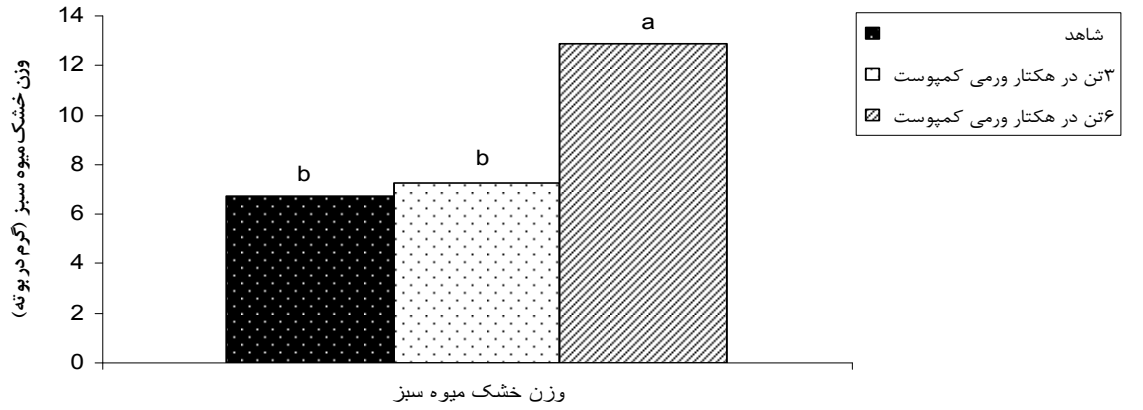
شکل (۴-۱۲) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر سطح برگ



شکل (۴-۱۳) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر تعداد میوه سبز



شکل (۴-۱۴) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر میوه سبز



شکل (۴-۱۵) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک میوه سبز

۴-۴- نمونه برداری چهارم

نمونه‌برداری چهارم ۸۵ روز پس از نشاءکاری نهال‌های گوجه‌فرنگی انجام گرفت. در این مرحله علاوه بر رسیدگی میوه‌های رقم PS، میوه‌دهی در رقم محلی مشاهده شد. در جدول ضمیمه ۸ نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم (PS و محلی شاهرود) بر صفات مورد بررسی در این نمونه‌برداری آمده است. براساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر رقم بر صفات، وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه ، وزن خشک برگ، سطح برگ، تعداد میوه سبز، وزن تر میوه سبز و وزن خشک میوه سبز در سطح احتمال ۵ ٪ و همچنین بر صفات تعداد میوه رسیده، وزن تر میوه رسیده و وزن خشک میوه رسیده در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار شد (جدول ضمیمه ۸).

به طوری که بیشترین وزن تر ساقه و برگ در رقم محلی نسبت به وزن تر ساقه و برگ در رقم PS بود (شکل ۴-۱۶).

همچنین بیشترین وزن خشک ساقه و برگ مربوط به رقم محلی به ترتیب با افزایشی برابر با ۳۲/۳۰٪ و ۳۹/۷۱٪ نسبت به وزن خشک ساقه و برگ و رقم PS بود (شکل ۴-۱۷).

در بررسی سطح برگ، بیشترین سطح برگ مربوط به رقم محلی با میانگین ۴۲۲۶/۰۸۹ سانتی‌مترمربع در بوته نسبت به رقم PS با میانگین ۳۰۲۴/۷۳۶ سانتی‌مترمربع در بوته بود (جدول ضمیمه ۹).

بیشترین تعداد میوه سبز در نمونه برداری چهارم مربوط به رقم PS و افزایشی برابر با ۷۰/۶۵٪ نسبت به رقم محلی بود (جدول ضمیمه ۹).

همچنین بیشترین وزن تر(شکل ۴-۱۸). و خشک میوه سبز(جدول ضمیمه ۹) در رقم PS و به ترتیب با افزایشی برابر با ۶۸/۵۹٪ و ۶۷/۸۲٪ نسبت به رقم محلی بود

صفات تعداد میوه رسیده، وزن تر و وزن خشک میوه رسیده در رقم PS به ترتیب با میانگین تعداد ۱۱/۰۵۶ عدد میوه رسیده در هر بوته، وزن تر ۱۲۳۲/۶۸۴ گرم و وزن خشک، ۱۲۱/۴۱۱ گرم در هر بوته اندازه گیری شد اما میوه رسیده در هیچ‌یک از بوته‌های رقم محلی دیده نشد (جدول ضمیمه ۹).

فاکتور قارچ *M. anisopliae* نتوانست تأثیر معنی‌داری بر هیچ‌یک از صفات اندازه‌گیری شده داشته باشد (جدول ضمیمه ۸).

تأثیر فاکتور ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک ساقه و برگ، سطح برگ، تعداد میوه سبز، وزن تر و خشک میوه سبز، تعداد میوه رسیده، وزن تر و خشک میوه رسیده معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$) (جدول ضمیمه ۸).

بیشترین وزن تر ساقه در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و با افزایش معنی‌داری در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار و همچنین در مقایسه با شاهد مشاهده شد. وزن تر ساقه در شاهد نسبت به ۳ تن که هکتار ورمی‌کمپوست کاهش معنی‌دار نشان داد (شکل ۴-۱۹).

همچنین بیشترین وزن تر برگ با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر برگ در شاهد بود. افزایش معنی‌داری در وزن تر برگ با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. همچنین وزن تر برگ در شاهد نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کاهش معنی داری نشان داد (شکل ۴-۱۹).

بیشترین وزن خشک ساقه با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی‌داری به میزان ۲۵٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۶۶/۴۳٪ در مقایسه با شاهد بود. افزایش معنی‌داری به میزان ۳۳/۱۳٪ در وزن خشک ساقه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد مشاهده شد(شکل ۴-۲۰). در بررسی وزن خشک برگ بیشترین وزن خشک برگ مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۴۰/۵۹ گرم در بوته بود که در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست ۲۸/۸۵٪ و در مقایسه با شاهد ۶۷/۴۵٪ افزایش نشان داد (شکل ۴-۲۰).

در بررسی صفت سطح برگ، بیشترین سطح برگ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۴۵۸۲ سانتی‌مترمربع در بوته بدست آمد. افزایش معنی‌داری به میزان ۲۸/۸۱٪ با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار در سطح برگ بدست آمد همچنین کمترین سطح برگ مربوط به شاهد با کاهش معنی‌داری به میزان ۲۳/۰۵٪ در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۴۰/۲۶٪ نسبت به ۶ تن در هکتار بود (شکل ۴-۲۱).

بیشترین تعداد میوه سبز با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی‌داری برابر با ۲۴/۰۸٪ در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست و به میزان ۶۰/۶٪ در مقایسه با شاهد مشاهده شد. تعداد میوه سبز در شاهد به میزان ۲۴/۱٪ نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۴-۲۲).

در بررسی وزن تر میوه سبز، مقایسه میانگین‌های نتایج بیانگر آن است که بین سطوح ۶ و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست از نظر تأثیر بر وزن تر میوه سبز اختلاف آماری وجود نداشت (به ترتیب با مقادیر ۶۶۳/۷ و ۵۶۴/۱ گرم در بوته) ولی بین سطوح ۶ و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با شاهد اختلاف معنی‌داری به ترتیب به میزان ۵۷/۶۱٪ و ۱۷/۶۵٪ افزایش در وزن تر میوه سبز مشاهده شد (شکل ۴-۲۳).

بیشترین وزن خشک میوه سبز با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۶۳/۲۷ گرم در هر بوته و کمترین وزن خشک میوه سبز مربوط به شاهد با میانگین ۳۹/۸۴ گرم در هر بوته بود. افزایش معنی‌داری

در وزن خشک میوه سبز به میزان ۱۹/۲۸ ٪ در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. همچنین وزن خشک میوه سبز در شاهد به میزان ۲۴/۸۸٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کاهش نشان داد (شکل ۴-۲۴).

تاثیر سطوح ۶ و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد بر تعداد میوه رسیده معنی‌دار بود(جدول ضمیمه ۸)، به ترتیب با افزایشی برابر با ۱۰۰٪ و ۶۲/۷۹٪ نسبت به شاهد. همچنین کاهش معنی‌داری به میزان ۱۸/۶۱٪ با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در تعداد میوه رسیده مشاهده شد (شکل ۴-۲۲).

در بررسی تأثیر سطوح ورمی‌کمپوست بر وزن تر میوه رسیده بیشترین وزن تر میوه رسیده با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایشی به میزان ۲۲/۹۲٪ در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و به میزان ۱۰۰/۴٪ در مقایسه با شاهد مشاهده شد. وزن تر میوه رسیده در شاهد به میزان ۳۸/۶۹٪ نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کاهش نشان داد (شکل ۴-۲۳).

بیشترین وزن خشک میوه رسیده با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و با میانگین ۷۷/۸۷ گرم در بوته و کمترین وزن خشک میوه رسیده با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۳۹/۸۳ گرم در بوته بدست آمد. افزایش معنی داری به میزان ۲۰/۸۹٪ در وزن خشک میوه رسیده با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. همچنین وزن خشک میوه رسیده در شاهد به میزان ۳۸/۱۶٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۴-۲۴). تاثیر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه و برگ در نمونه برداری چهارم معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۸) به‌طوری‌که بیشترین وزن تر ساقه در تیمار رقم محلی به همراه ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر ساقه در تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست مشاهده شد (شکل ۴-۲۵). در بررسی تاثیر توام رقم و ورمی‌کمپوست بر وزن تر برگ نیز بیشترین مقدار مربوط به تیمار رقم محلی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود و کمترین وزن تر برگ مربوط به تیمار رقم PS و عدم مصرف

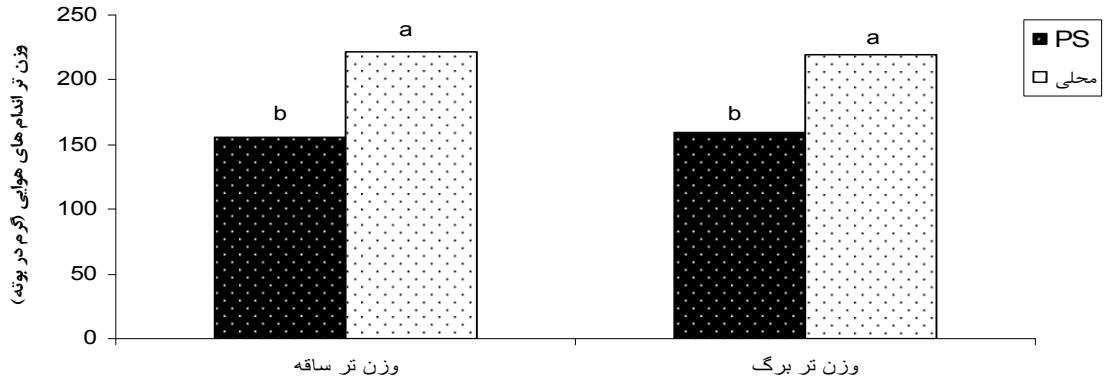
ورمی‌کمپوست بود که با تیمارهای رقم محلی با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و رقم PS با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند (شکل ۴-۲۶).

اثر کاربرد توام رقم و ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ساقه معنی‌دار بود($P<۰/۰۱$) (جدول ضمیمه ۸) بیشترین وزن خشک ساقه از تاثیر توام رقم محلی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین مقدار از تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست به دست آمد (شکل ۴-۲۷).

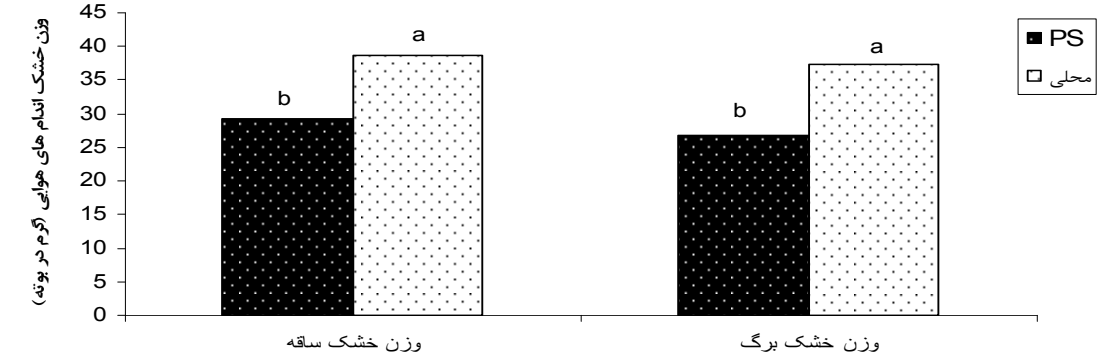
وزن خشک برگ تحت تاثیر هم زمان رقم و ورمی‌کمپوست قرار گرفت (جدول ضمیمه ۸) به طوری‌که بیشترین وزن خشک برگ در تیمار رقم محلی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین میزان وزن خشک برگ مربوط به تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست بود که از لحاظ آماری با تیمارهای رقم محلی و عدم مصرف ورمی‌کمپوست و رقم PS با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۴-۲۸). صفت سطح برگ تحت تاثیر متقابل فاکتورهای رقم و ورمی‌کمپوست قرار گرفت (جدول ضمیمه ۸). بیشترین سطح برگ مربوط به ترکیب فاکتورهای رقم محلی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود. کمترین میزان سطح برگ مربوط به ترکیب فاکتورهای رقم PS با عدم مصرف ورمی‌کمپوست با میانگین ۲۴۲۵ سانتی‌مترمربع در بوته بود (شکل ۴-۲۹).

تأثیر توام رقم و ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد میوه رسیده و وزن تر و خشک میوه رسیده در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۸). بیشترین تعداد میوه رسیده در تیمار رقم PS و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۱۴/۳۳ عدد در هر بوته مشاهده شد. رقم محلی در هیچ‌یک از سطوح ورمی‌کمپوست، میوه رسیده تولید نکرد (جدول ضمیمه ۱۰).

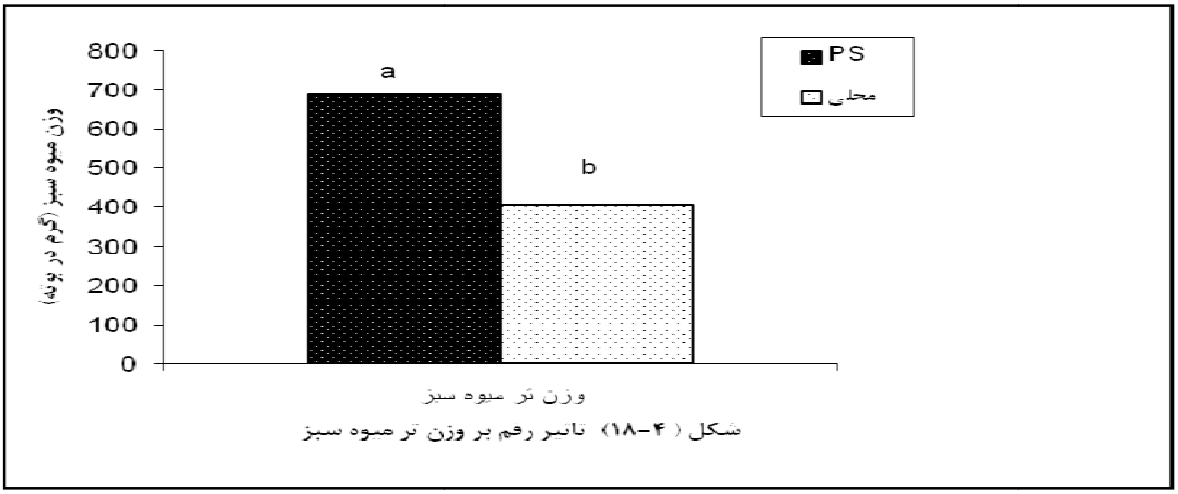
در بررسی تأثیر توام رقم و ورمی‌کمپوست بر وزن تر میوه رسیده بیشترین میانگین مربوط به تیمار رقم PS و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر مربوط به تیمارهای دارای رقم محلی بود که میوه ای تولید نکردند (جدول ضمیمه ۱۰). بیشترین وزن خشک میوه رسیده در تأثیر توام فاکتورهای رقم و ورمی‌کمپوست، مربوط به تیمار PS و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود (جدول ضمیمه ۱۰).



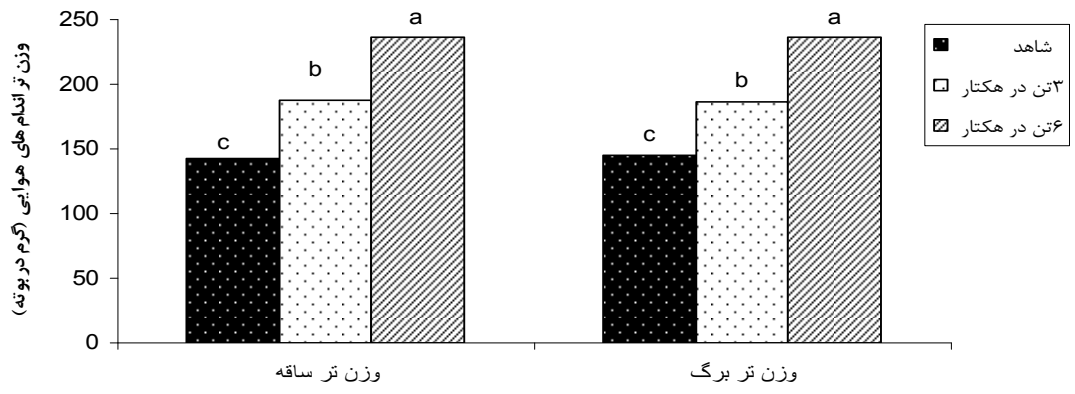
شکل (۴-۱۶) تاثیر رقم بر وزن تر اندام های هوایی



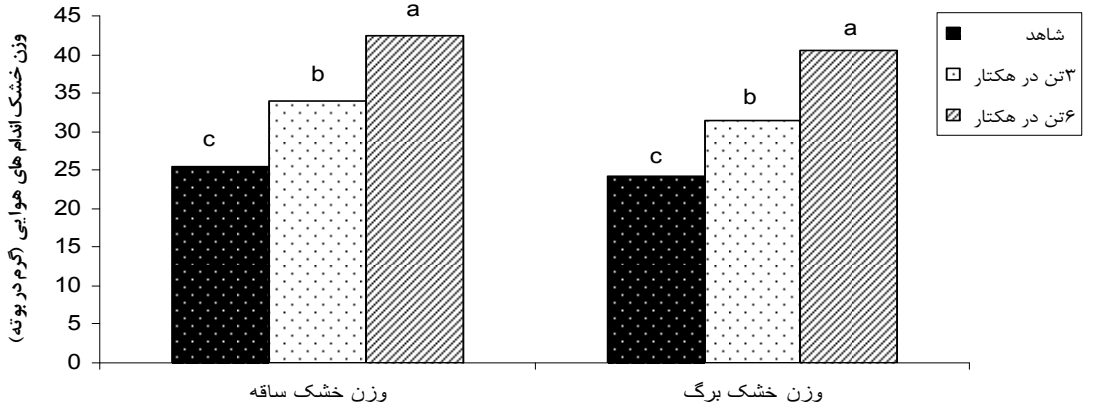
شکل (۴-۱۷) تاثیر رقم بر وزن خشک اندام های هوایی



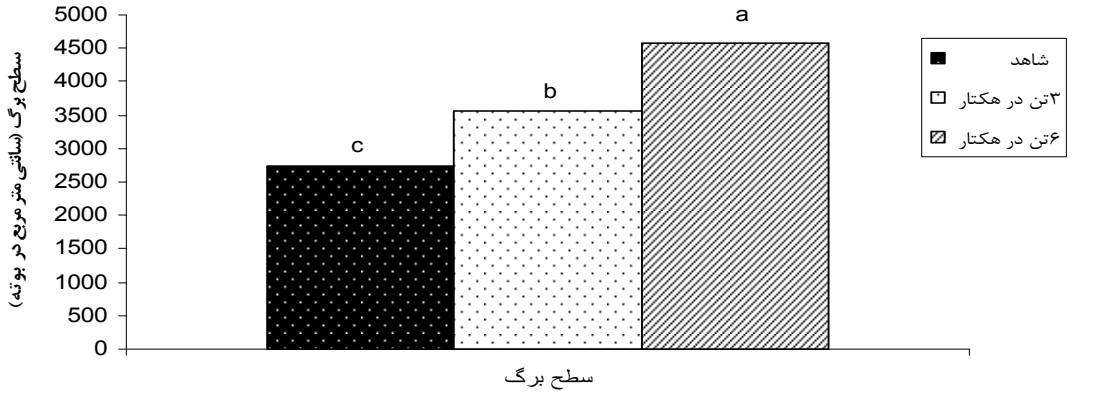
شکل (۴-۱۸) تاثیر رقم بر وزن تر میوه سبز



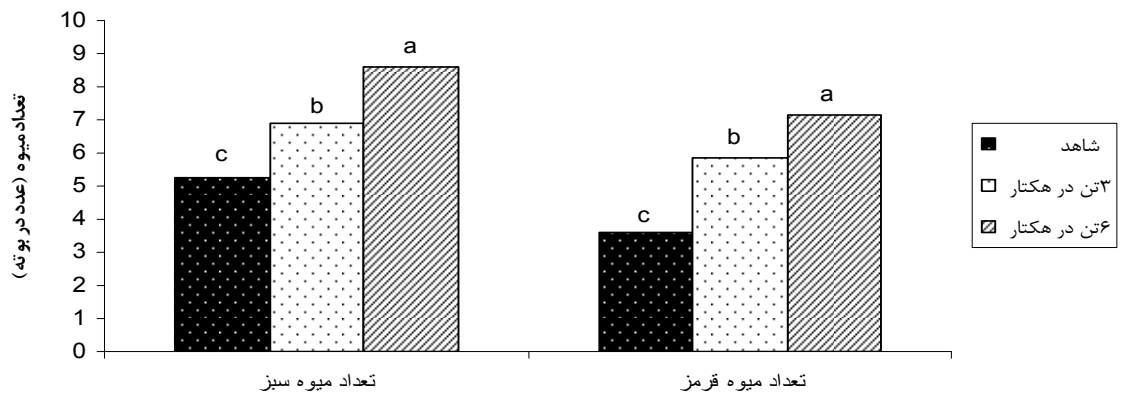
شکل (۴-۱۹) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر اندام های هوایی



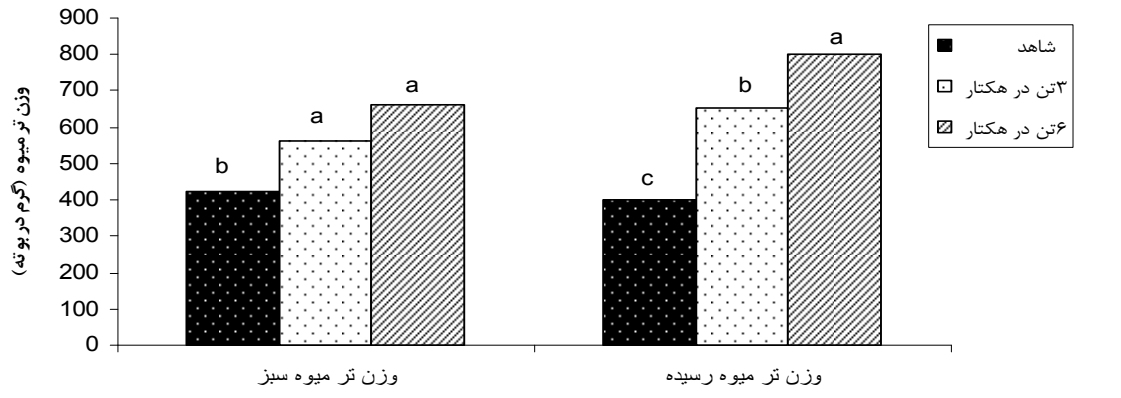
شکل (۴-۲۰) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام های هوایی



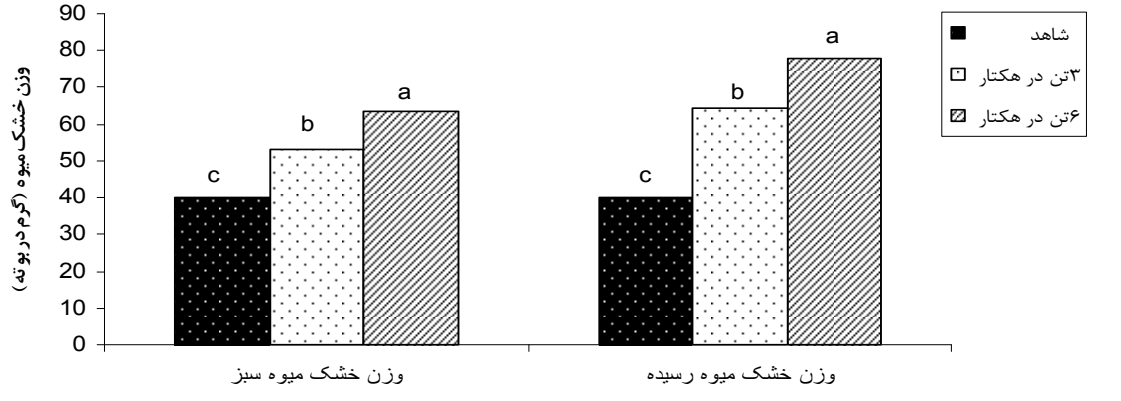
شکل (۴-۲۱) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر سطح برگ



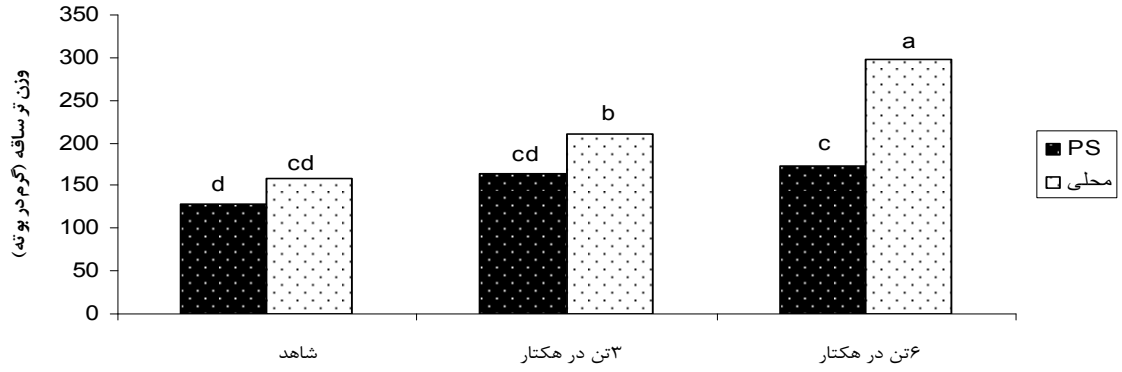
شکل(۴-۲۲) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر تعداد میوه



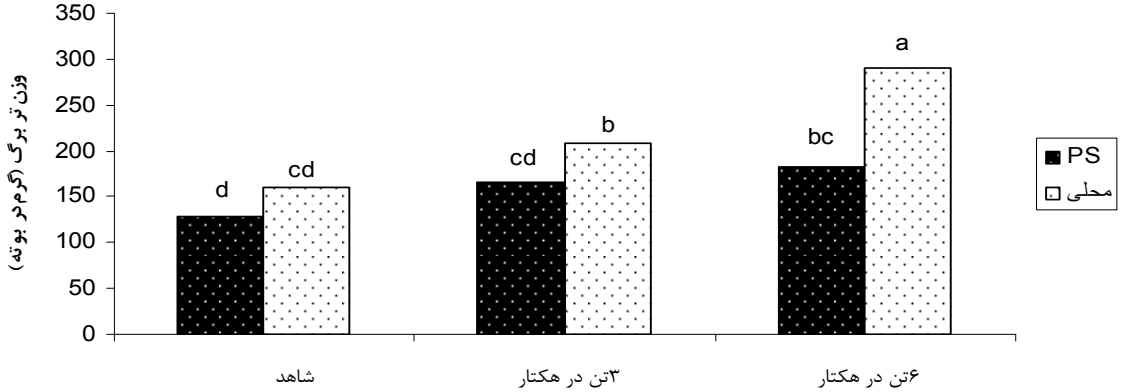
شکل (۴-۲۳) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر میوه



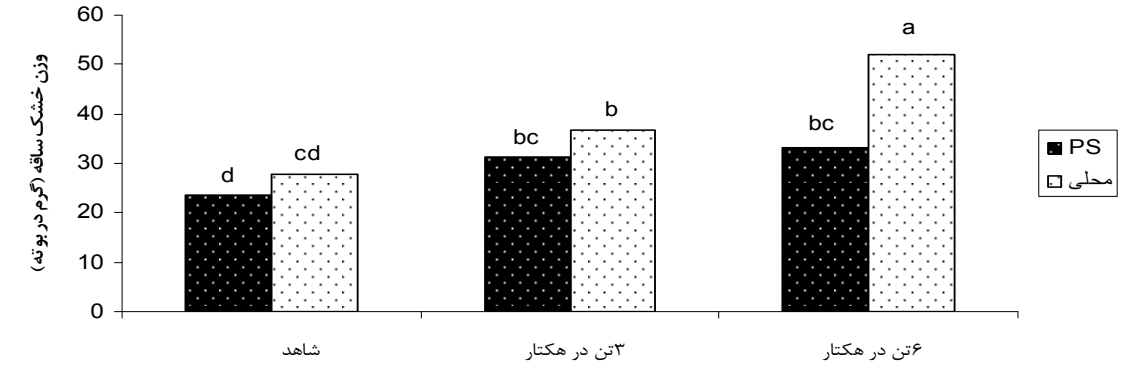
شکل (۴-۲۴) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک میوه



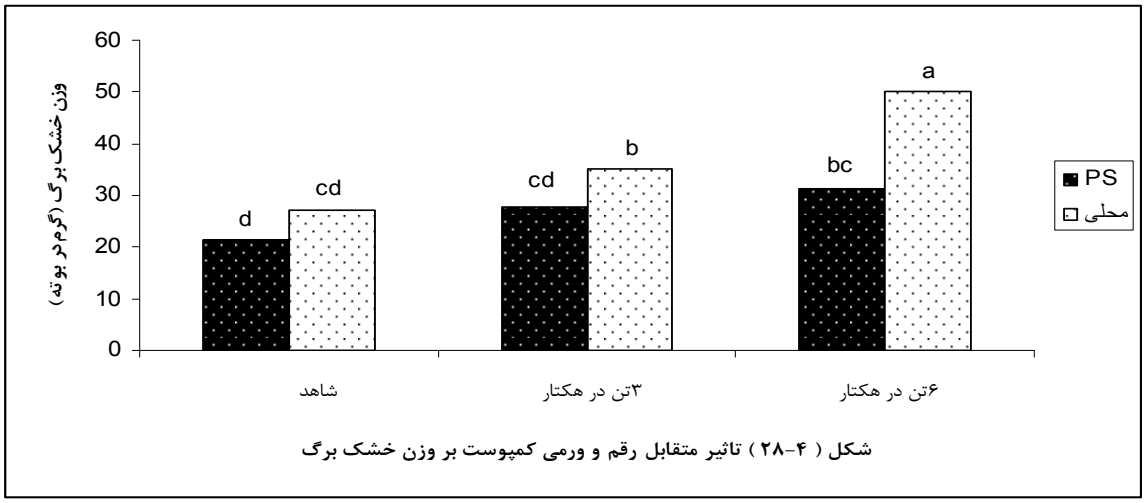
شکل (۴-۲۵) تاثیر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه



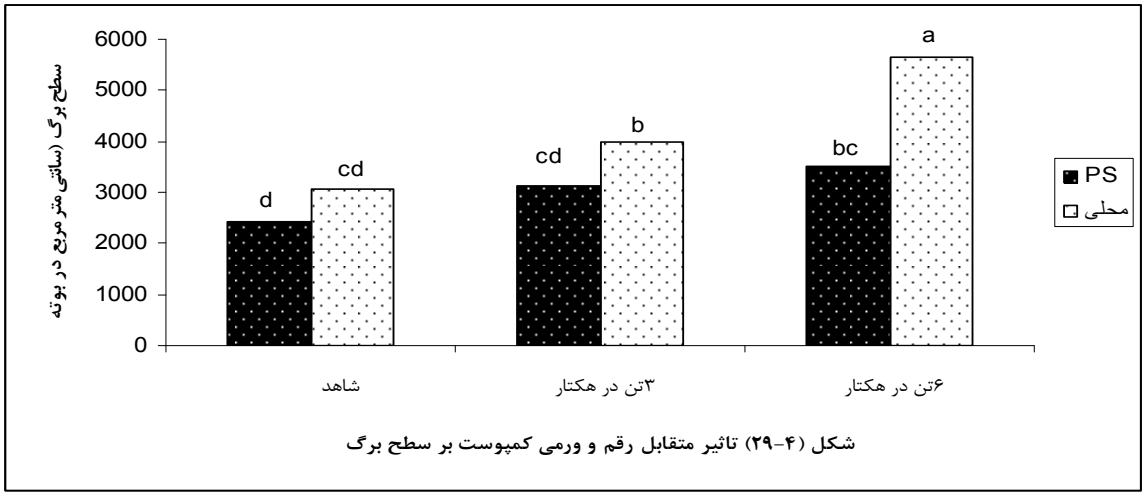
شکل (۴-۲۶) تاثیر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن تر برگ



شکل (۴-۲۷) تاثیر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه



شکل (۴-۲۸) تاثیر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ



شکل (۴-۲۹) تاثیر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر سطح برگ

۴-۵- نمونه‌گیری پنجم

نمونه‌گیری پنجم ۹۷ روز پس از نشاءکاری نهال‌های گوجه‌فرنگی انجام گرفت. در این مرحله بوته‌های رقم محلی تولید میوه رسیده کردند. جدول ضمیمه ۱۱ نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف در این برداشت را نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج اثر رقم بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱۱)، به طوری که بیشترین وزن تر ساقه و برگ

در رقم محلی نسبت به رقم PS بود (شکل ۳-۳۰). همچنین بیشترین وزن خشک ساقه و برگ در رقم محلی به ترتیب با افزایشی برابر با ۷۹/۱۲٪ و ۶۳/۶۴٪ نسبت به رقم PS بود (شکل ۳-۳۱).

بر اساس نتایج بیشترین سطح برگ مربوط به رقم محلی و میانگین ۳۹۰۰/۶۱۸ سانتی‌مترمربع در هر بوته نسبت به رقم PS با میانگین ۲۳۸۳/۵۷۹ سانتی‌مترمربع در هر بوته بود (جدول ضمیمه ۱۲).

اثر رقم بر صفات تعداد میوه سبز، وزن تر میوه سبز، وزن خشک میوه سبز (در سطح احتمال ۱ ٪) و بر صفت تعداد میوه رسیده (در سطح احتمال ۵ ٪) معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱۱). به‌طوری‌که بیشترین تعداد میوه سبز در رقم ps با میانگین ۸/۶۱۱ عدد میوه در هر بوته در مقایسه با رقم محلی با میانگین ۴/۸۸۹ عدد میوه در بوته بود (شکل ۳-۳۲).

بیشترین وزن تر و خشک میوه سبز در رقم ps به ترتیب برابر با ۵۳/۵۱٪ و ۵۴/۹۸٪ افزایش نسبت به رقم محلی بود (جدول ضمیمه ۱۲).

بر اساس نتایج تاثیر رقم باعث افزایش معنی‌دار تعداد میوه رسیده در رقم PS نسبت به رقم محلی به میزان ۴/۲۲۲ عدد میوه در هر بوته گردید (شکل ۳-۳۲).

فاکتور رقم نتوانست تاثیر معنی داری بر صفات وزن تر و خشک میوه رسیده در نمونه برداری پنجم بگذارد (جدول ضمیمه ۱۱). همچنین تاثیر قارچ *M. anisopliae* بر صفات اندازه گیری شده از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول ضمیمه ۱۱).

صفات وزن تر ساقه و برگ، وزن خشک ساقه و برگ و سطح برگ به طور معنی داری تحت تاثیر فاکتور ورمی‌کمپوست قرار گرفتند ($P < ۰/۰۱$) (جدول ضمیمه ۱۱). به‌طوری‌که بیشترین وزن تر ساقه و برگ در ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و با اختلاف معنی‌دار نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد به دست آمد. همچنین اختلاف معنی‌داری بین ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد در صفات وزن تر ساقه و برگ مشاهده شد (شکل ۳-۳۳).

بیشترین وزن خشک برگ با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایشی به میزان ۱۰/۲۲٪ در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و به میزان ۱۵٪ نسبت به شاهد بود. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نتوانست تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ نسبت به شاهد بگذارد (شکل ۴-۳۴).

در بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست بر وزت خشک ساقه بیشترین مقدار مربوط به ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۳۰/۵۵ گرم در هر بوته و کمترین مقدار مربوط به شاهد و میانگین ۲۷/۴۵ گرم در هربوته بود افزایش معنی‌داری در وزن خشک ساقه به میزان ۱۰/۵۶٪ در ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. تاثیر مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ساقه در نمونه برداری پنجم معنی‌دار نبود (شکل ۳-۳۴).

بیشترین سطح برگ مربوط به ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۳۳۹۲ سانتی‌مترمربع در هر بوته و کمترین سطح برگ در شاهد و میانگین ۲۹/۵۲ سانتی‌مترمربع در بوته بود. کاهش معنی داری در سطح برگ به میزان ۹/۲۷٪ در ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست نسبت به ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. اختلاف در سطح برگ بین ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول ضمیمه ۱۲).

تاثیر ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد، وزن و وزن خشک میوه سبز در سطح احتمال ۱ ٪ معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱۱)، به طوری که بیشترین تعداد میوه سبز با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۸/۵۸۳ عدد میوه در بوته و کمترین تعداد میوه سبز با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۵/۳۳۳ عدد میوه سبز در بوته بود. تفاوت معنی‌داری بین ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در تعداد میوه سبز به دست آمده در نمونه گیری پنجم مشاهده شد. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست از لحاظ آماری تاثیر معنی داری بر تعداد میوه رسیده نداشت (شکل ۳-۳۵).

بیشترین وزن تر میوه رسیده مربوط به ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با افزایش معنی‌داری برابر با ۴۰/۱٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۵۰/۵۳٪ در مقایسه با شاهد بود. بین ۳ تن در هکتار

ورمی‌کمپوست و شاهد از نظر تاثیر بر وزن تر میوه سبز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳-۳۶).

همچنین در بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست بر وزن خشک میوه سبز مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست توانست وزن خشک میوه سبز را به میزان ۴۹/۰۵٪ نسبت به شاهد افزایش دهد اما ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تاثیر معنی داری بر افزایش وزن خشک میوه سبز نداشت (شکل ۳-۳۷).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد میوه رسیده، وزن تر میوه رسیده و وزن خشک میوه رسیده معنی دار بود ($P <$ ۰/۰۱) (جدول ضمیمه ۱۱)، به طوری که بیشترین تعداد میوه رسیده با کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین مقدار در شاهد به دست آمد. افزایش معنی داری در تعداد میوه رسیده به میزان ۲۸/۶۸٪ در ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نتوانست تاثیر معنی داری بر تعداد میوه رسیده بگذارد (شکل ۳-۳۵).

بیشترین وزن تر میوه رسیده با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۱۱۶۸ گرم در هر بوته و کمترین وزن تر میوه رسیده در شاهد با میانگین ۸۳۴/۴ گرم در هر بوته به دست آمد. اختلاف معنی‌داری به میزان ۳۳/۵۴٪ افزایش در ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. اختلاف در وزن تر میوه رسیده بین ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳-۳۶).

همچنین بیشترین وزن خشک میوه رسیده با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین مقدار در شاهد به دست آمد. اختلاف معنی‌داری در وزن خشک میوه رسیده به میزان ۳۵/۲۶٪ افزایش در ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نتوانست وزن خشک میوه رسیده را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهد (شکل

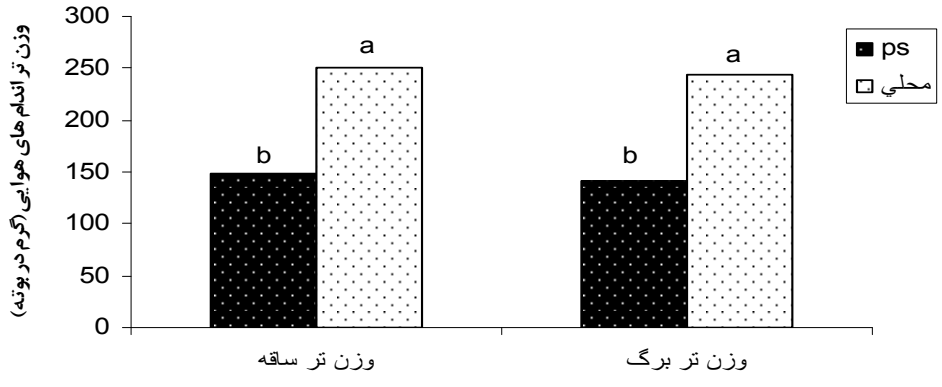
۳-۳۷). اثرات متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه (درسطح احتمال ۵ ٪) و وزن خشک برگ و سطح برگ معنی دار بود ($P <$ ۰/۰۱) (جدول ضمیمه ۱۱).

بیشترین وزن تر ساقه در تیمار رقم محلی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۲۶۲/۶ گرم در هر بوته و کمترین وزن تر ساقه مربوط به تیمار رقم PS با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۱۳۱/۱ گرم در هر بوته بود (شکل ۳-۳۸). همچنین در بررسی اثرات متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر وزن تر برگ بیشترین وزن تر برگ مربوط به تیمار رقم محلی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر برگ مربوط به تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست مشاهده شد (شکل ۳-۳۹). بیشترین وزن خشک ساقه مربوط به تیمار رقم محلی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن خشک ساقه مربط به تیمار رقم PS با عدم مصرف ورمی‌کمپوست بود (شکل ۳-۴۰).

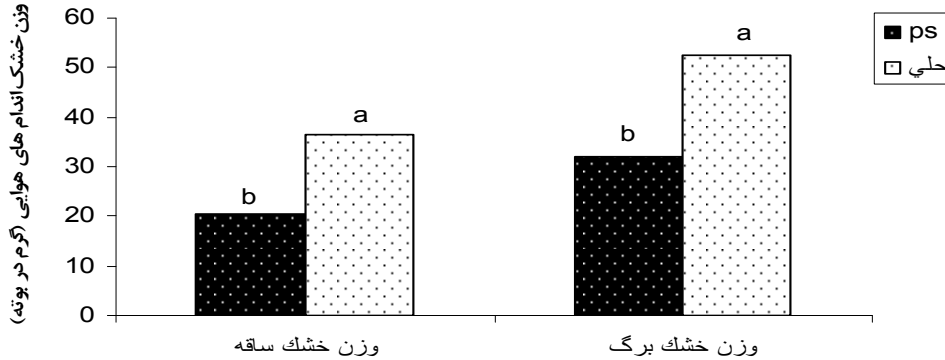
همچنین بیشترین وزن خشک برگ مربوط به تیمار رقم محلی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن خشک برگ مربوط یه تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست بود (شکل ۳-۴۱).

در بررسی اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر سطح برگ بیشترین میانگین مربوط به تیمار رقم محلی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی کمپوست بود (شکل ۳-۴۲).

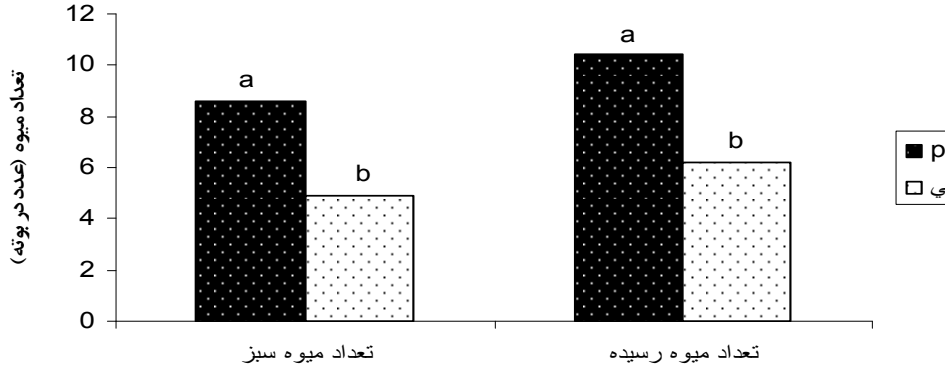
اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر صفت تعداد میوه رسیده در نمونه برداری پنجم در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۱) به طوری که بیشترین تعداد میوه رسیده در تیمار رقم PS با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۱۲/۸۳ عدد میوه رسیده در هر بوته و کمترین تعداد میوه در تیمار رقم محلی با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۵ عدد میوه رسیده در بوته بود (شکل ۴-۴۳).



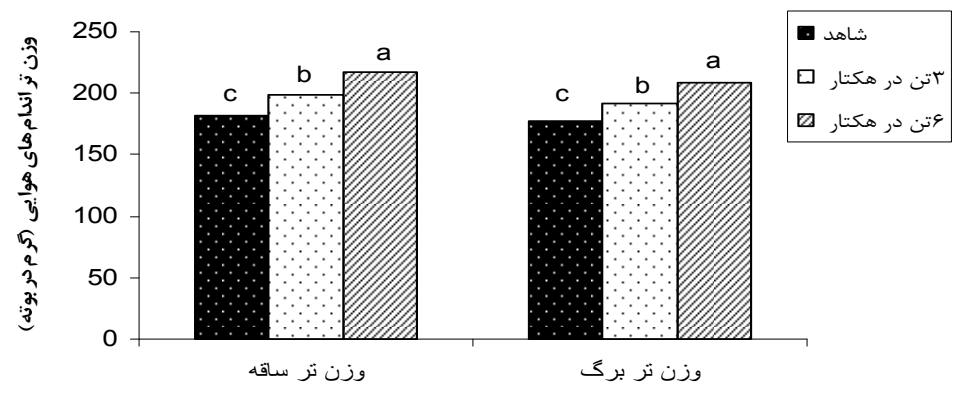
شکل شماره (۳-۳۰) تاثیر رقم بر وزن تر اندام های هوایی



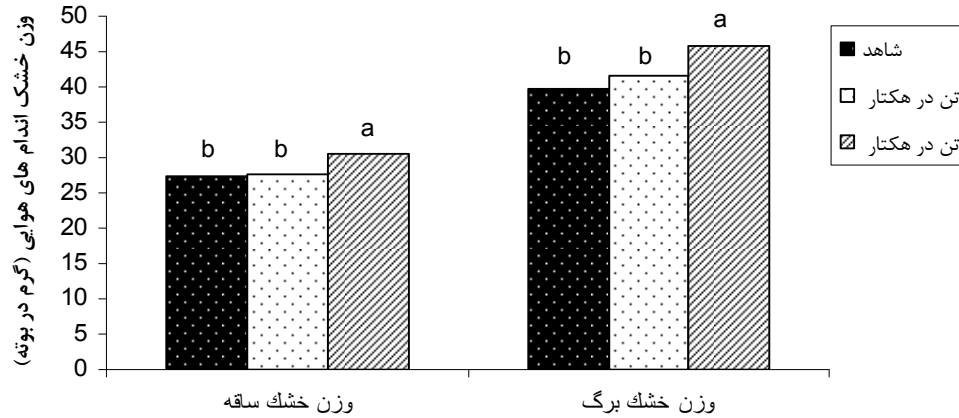
شکل (۳-۳۱) تاثیر رقم بر وزن خشک اندام های هوایی



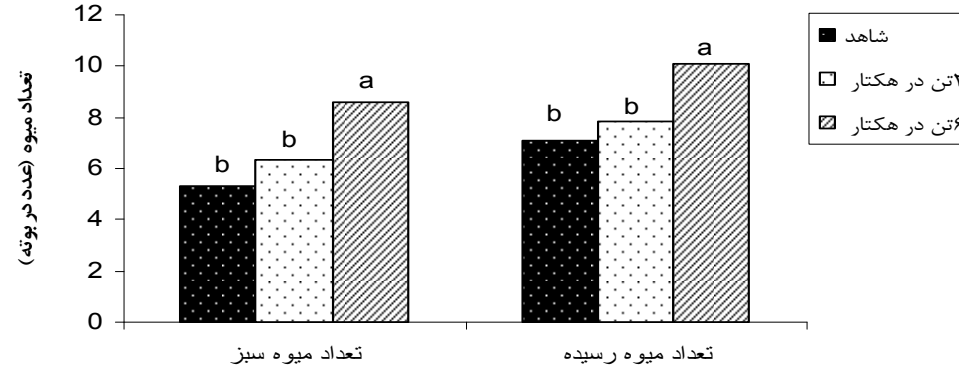
شکل (۳-۳۲) تاثیر رقم بر تعداد میوه



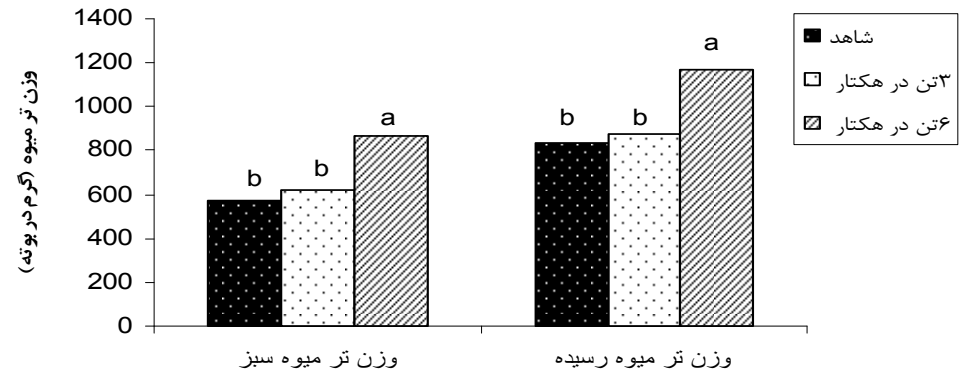
شکل (۳-۳۳) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر اندام های هوایی



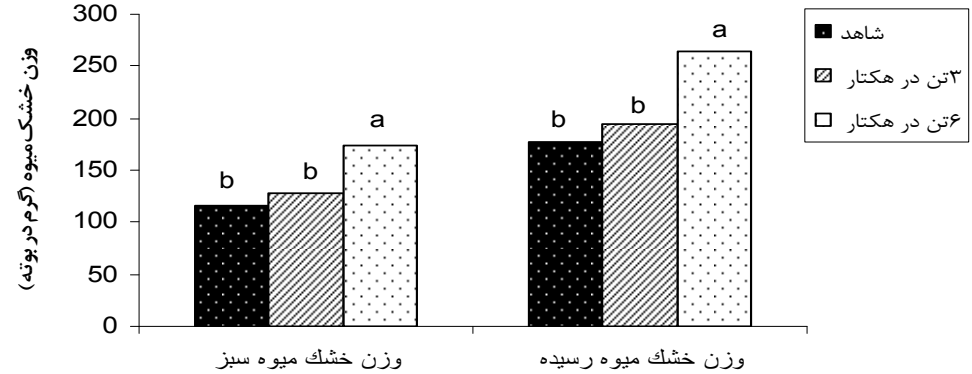
شکل (۳-۳۴) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام های هوایی



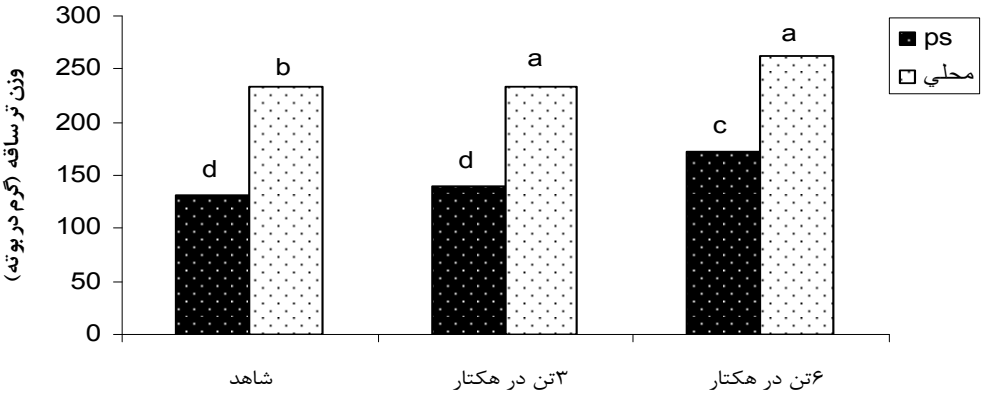
شکل (۳-۳۵) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر تعداد میوه



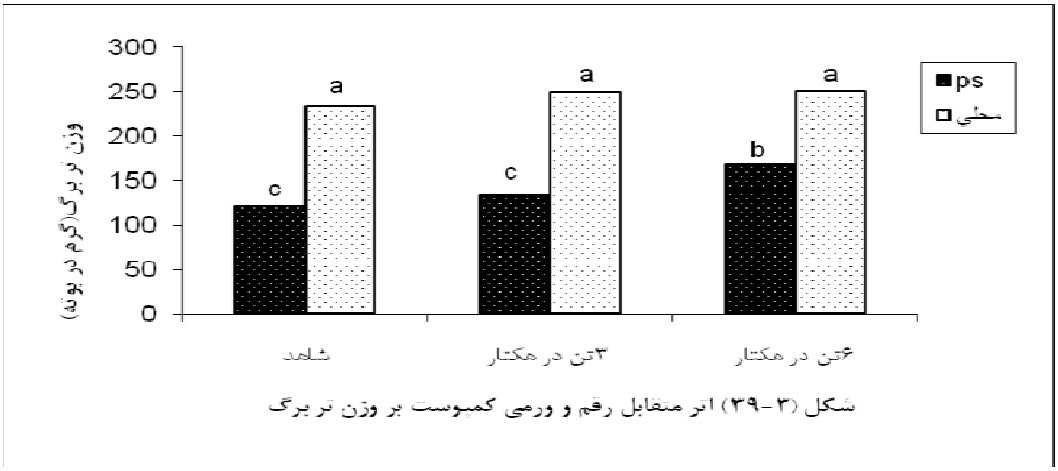
شکل (۳-۳۶) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر میوه



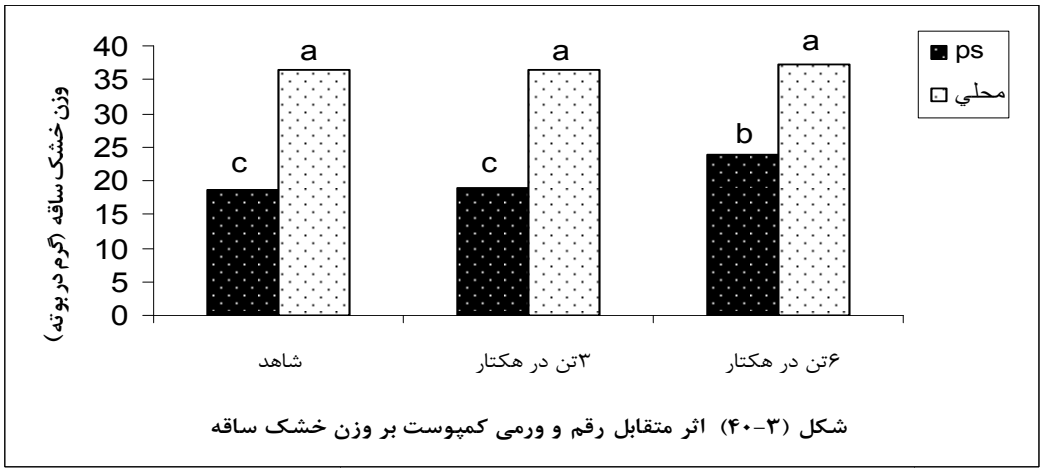
شکل (۳-۳۷) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک میوه



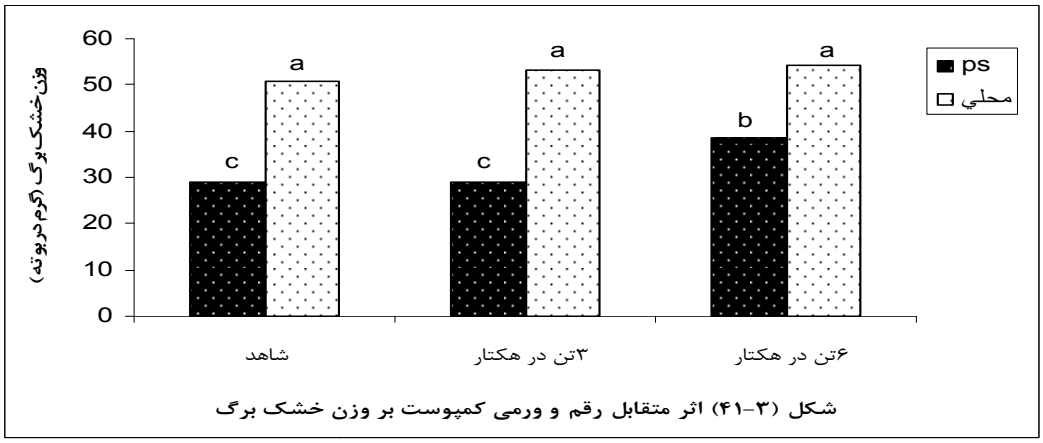
شکل (۳-۳۸) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه



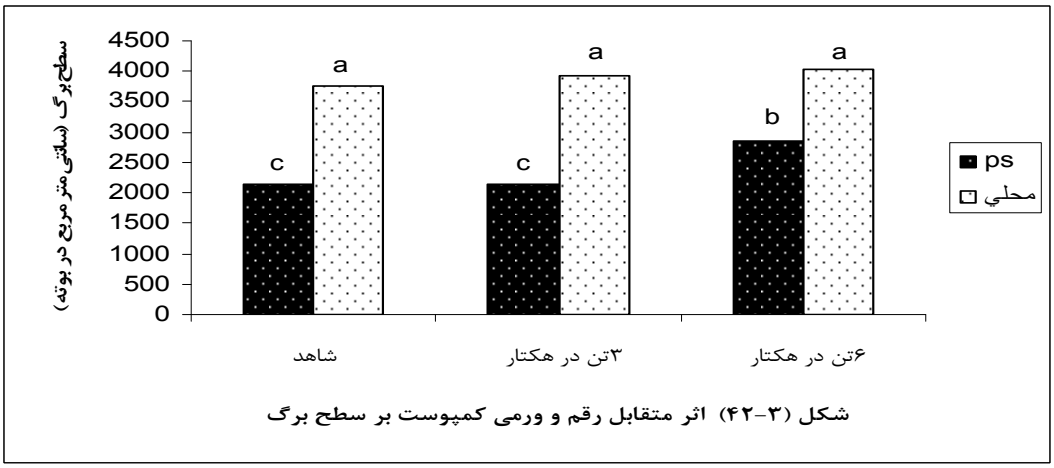
شکل (۳-۳۹) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن تر برگ



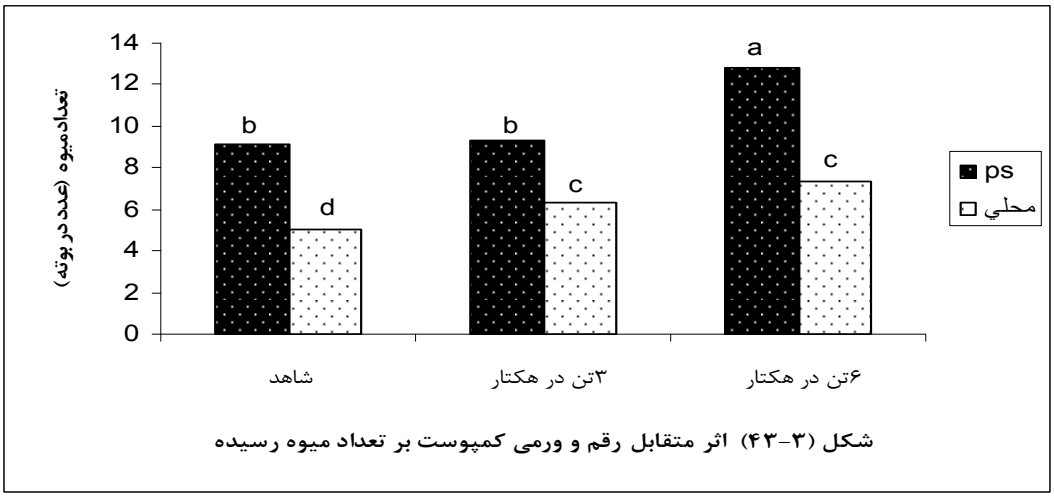
شکل (۳-۴۰) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه



شکل (۳-۴۱) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ



شکل (۳-۴۲) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر سطح برگ



شکل (۳-۴۳) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر تعداد میوه رسیده

۴-۶- نمونه گیری ششم

نمونه گیری ششم ۱۰۹ روز پس از نشاءکاری نهال‌های گوجه‌فرنگی انجام گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر رقم بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ و وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۱ ٪ و بر صفات وزن خشک برگ و سطح برگ در سطح احتمال ۵ ٪ معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱۳)، به طوری که بیشترین وزن تر ساقه و برگ مربوط به رقم محلی نسبت به رقم PS بود (شکل ۳-۴۴). همچنین بیشترین وزن خشک ساقه و برگ مربوط به رقم محلی به ترتیب با افزایشی برابر با

۳۱/۹۸ گرم در هر بوته و ۲۴/۳۴ گرم در هر بوته نسبت به وزن خشک ساقه و برگ در رقم PS بود (شکل ۳-۴۵).

بر اساس نتایج بیشترین سطح برگ مربوط به رقم محلی با میانگین ۳۹۰۰/۴ سانتی‌مترمربع در بوته در مقایسه با رقم PS با میانگین ۲۱۹۴/۱۸۹ سانتی‌مترمربع در بوته بود (جدول ضمیمه ۱۴).

تاثیر رقم بر تعداد میوه سبز و وزن تر میوه سبز در سطح احتمال ۵ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۳) به طوری که بیشترین تعداد میوه سبز در رقم PS با میانگین ۸/۶۶۸ عدد در بوته نسبت به رقم محلی با میانگین ۴/۷۷۸ عدد در بوته بود (جدول ضمیمه ۱۴). همچنین وزن تر میوه سبز در بوته‌های PS به میزان ۳۹/۴۷٪ افزایش را نسبت به وزن تر میوه سبز در رقم محلی نشان داد (جدول ضمیمه ۱۴).

بر اساس نتایج افزایش معنی‌داری به میزان ۶۴/۳۷۹ گرم وزن خشک میوه رسیده در رقم محلی نسبت به رقم PS مشاهده شد (جدول ضمیمه ۱۴).

فاکتور رقم نتوانست تاثیر معنی‌داری بر صفات وزن خشک میوه سبز، تعداد میوه قرمز و وزن تر میوه قرمز بگذارد. همچنین قارچ *M. anisopliae* نتوانست تاثیر معنی‌داری بر صفات مورد بررسی داشته باشد (جدول ضمیمه ۱۳).

بر اساس جدول تجزیه واریانس تاثیر ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۳)، به طوری که بیشترین وزن تر ساقه با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر ساقه با عدم مصرف ورمی‌کمپوست به دست آمد(شکل ۳-۴۶)، همچنین بیشترین وزن تر برگ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی‌داری نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و همچنین در مقایسه با شاهد بود (شکل ۳-۴۶).

بر اساس نتایج بیشترین وزن خشک ساقه با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۶۲/۴۵ گرم در بوته و کمترین وزن خشک ساقه با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۴۱/۲۴ گرم در بوته به دست آمد.

افزایش معنی داری به میزان ۱۹/۶۵٪ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در وزن خشک ساقه مشاهده شد. همچنین کاهشی به میزان ۲۰/۹۸٪ با عدم مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به وجود آمد (شکل۳-۴۷).

همچنین بیشترین وزن خشک برگ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی‌داری برابر با ۲۱/۳۸٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی-کمپوست و ۴۶/۰۷٪ در مقایسه با شاهد بود. همچنین کاهش معنی‌داری به میزان ۱۶/۹٪ با عدم مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد (شکل۳-۴۷).

بیشترین سطح برگ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۳۶۴۵ سانتی‌مترمربع در بوته و کمترین سطح برگ با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۲۴۹۵ سانتی‌مترمربع در بوته بود. افزایش معنی‌داری به میزان ۲۱/۴۱٪ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد، همچنین اختلاف سطح برگ بین ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (شکل۳-۴۸).

تاثیر فاکتور ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد میوه سبز، وزن تر میوه سبز و وزن خشک میوه سبز در سطح احتمال ۱ ٪ معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱۳)، به طوری که بیشترین تعداد میوه سبز با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین تعداد میوه سبز با عدم مصرف ورمی‌کمپوست به دست آمد. افزایش معنی داری به میزان ۲۷/۹٪ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد همچنین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست توانست تعداد میوه سبز را به میزان ۳۳/۳۴٪ نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل۳-۴۹).

بیشترین وزن تر میوه سبز با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی‌داری به میزان ۳۵/۱۱٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۶۴/۵۹٪ در مقایسه با شاهد بود. اختلاف بین میانگین وزن تر میوه سبز بین ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل۳-۵۰).

بیشترین وزن خشک میوه سبز با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی‌داری در وزن خشک میوه سبز در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد بود، ولی مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تاثیری بر افزایش وزن خشک میوه سبز نسبت به شاهد نداشت (شکل۳-۵۱).

بر اساس نتایج به دست آمده تاثیر ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد میوه رسیده، وزن تر میوه رسیده و وزن خشک میوه رسیده در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۳). به طوری که بیشترین تعداد میوه رسیده در ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی داری به میزان ۵۲/۵٪ در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۶۰/۴۹٪ نسبت به شاهد بود. اما مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نتوانست تعداد میوه رسیده را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل۳-۴۹).

بیشترین وزن تر میوه رسیده با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۶۴۲/۴ گرم در بوته و کمترین وزن تر میوه رسیده با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و ۳۸۷/۲ گرم در بوته بود. افزایش معنی داری در وزن تر میوه رسیده به میزان ۵۴/۷۵٪ با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. اما تاثیر ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بر وزن تر میوه رسیده از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل۳-۵۰).

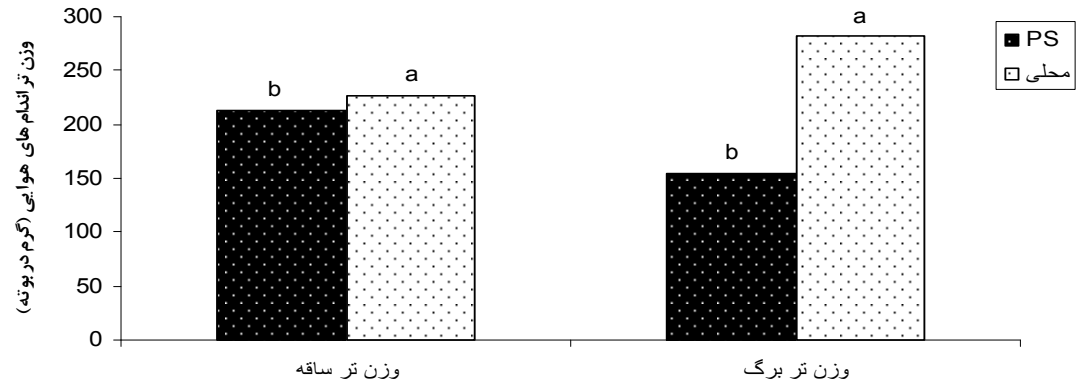
همچنین بیشترین وزن خشک میوه رسیده با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی داری به میزان ۴۹/۳۵٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۵۶/۵۲٪ در مقایسه با شاهد بود. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تاثیر معنی داری بر وزن خشک میوه رسیده نداشت (شکل۳-۵۱).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر صفات وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ معنی دار بود (جدول ضمیمه ۱۳). به طوری که بیشترین وزن تر ساقه در تیمار رقم محلی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین وزن تر ساقه در تیمار رقم محلی با عدم مصرف ورمی‌کمپوست بود (شکل۳-۵۲).

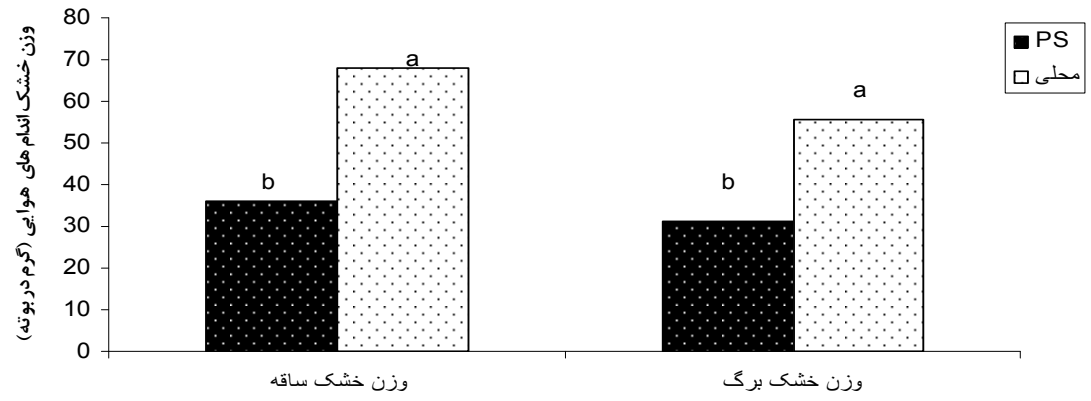
در بررسی اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر وزن خشک ساقه بیشترین وزن خشک ساقه در تیمار رقم محلی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۶۱/۳۴ گرم در هر بوته و کمترین وزن خشک ساقه در تیمار رقم PS با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۲۳/۱۸ گرم در بوته بود (شکل۳-۵۳).

بیشترین وزن خشک برگ در تیمار رقم محلی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۶۱/۳۴ گرم در بوته و کمترین وزن خشک برگ در تیمار رقم PS و عدم مصرف ورمی‌کمپوست با میانگین ۲۳/۱۸ گرم در بوته بود (شکل۳-۵۴).

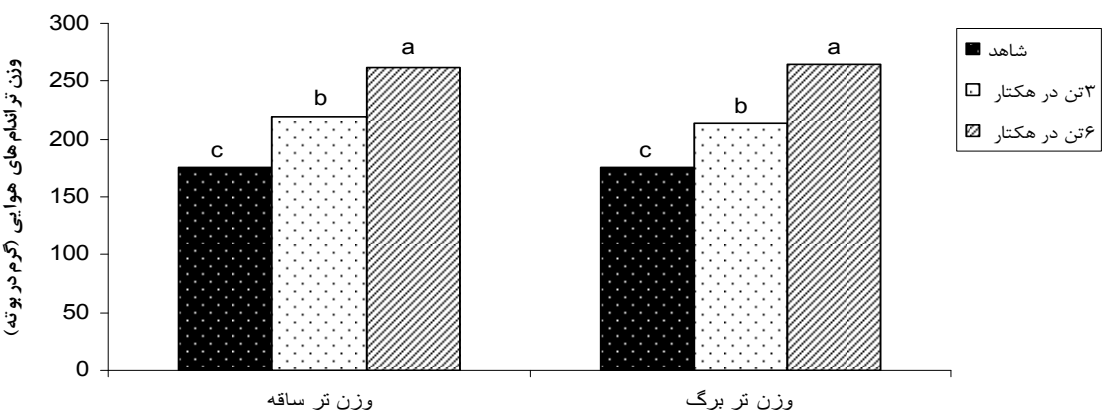
بر اساس نتایج در بررسی اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر سطح برگ، تیمار رقم محلی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست توانست بیشترین سطح برگ و تیمار رقم PS با عدم مصرف ورمی‌کمپوست کمترین مقدار را ایجاد کرد (شکل۳-۵۵). اثر متقابل رقم و قارچ *M. anisopliae* بر صفت وزن خشک میوه سبز در سطح احتمال ۵ ٪ معنی دار بود به طوری که بیشترین وزن خشک میوه سبز در رقم PS با مصرف قارچ *M. anisopliae* با میانگین ۱۶۰/۵ گرم در بوته و کمترین مقدار در تیمار رقم محلی و عدم مصرف قارچ با میانگین ۱۱۴/۳ گرم در بوته به دست آمد (شکل۳-۵۶).



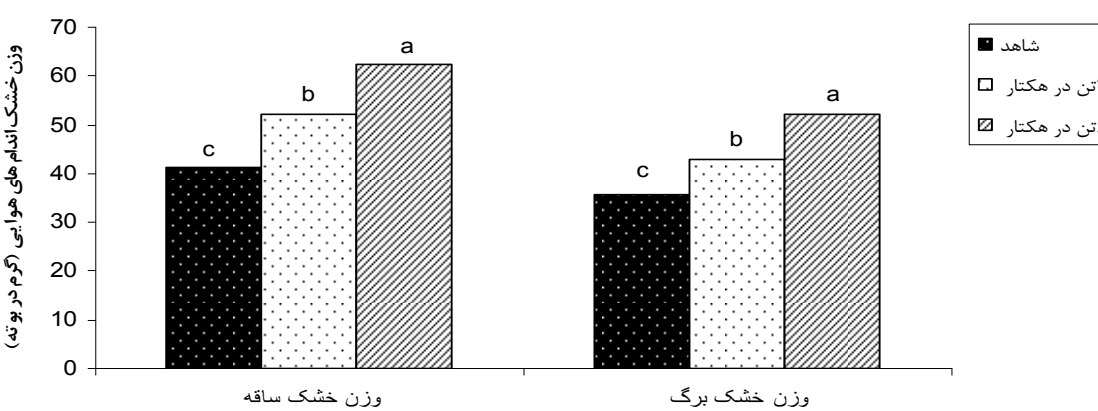
شکل (۳-۴۴) تاثیر رقم بر وزن تر اندام های هوایی



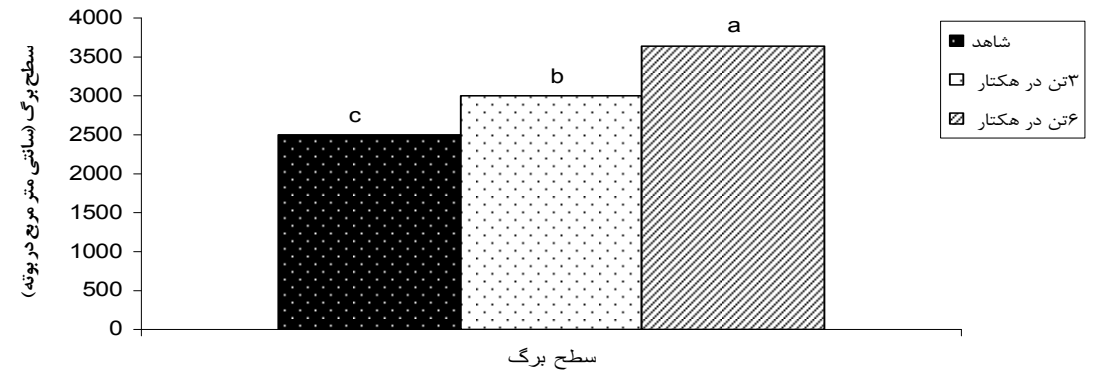
شکل (۳-۴۵) تاثیر رقم بر وزن خشک اندام های هوایی



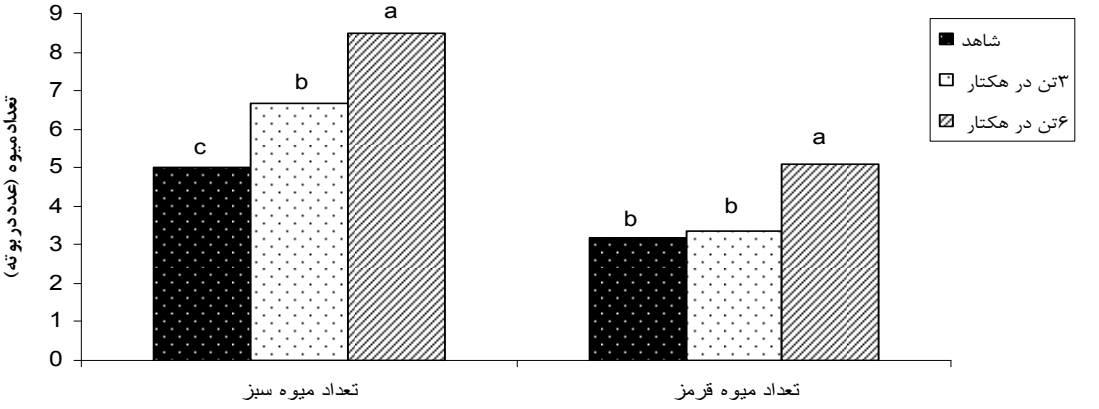
شکل (۳-۴۶) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر اندام های هوایی



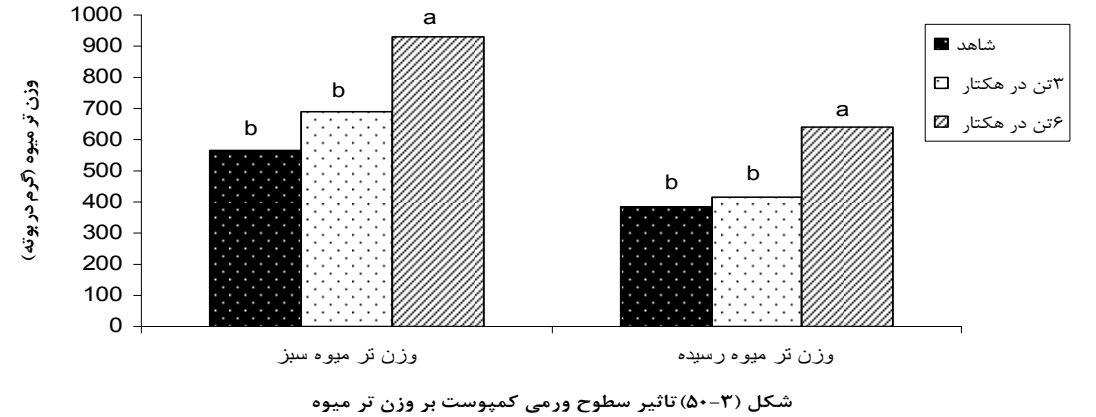
شکل (۳-۴۷) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام های هوایی



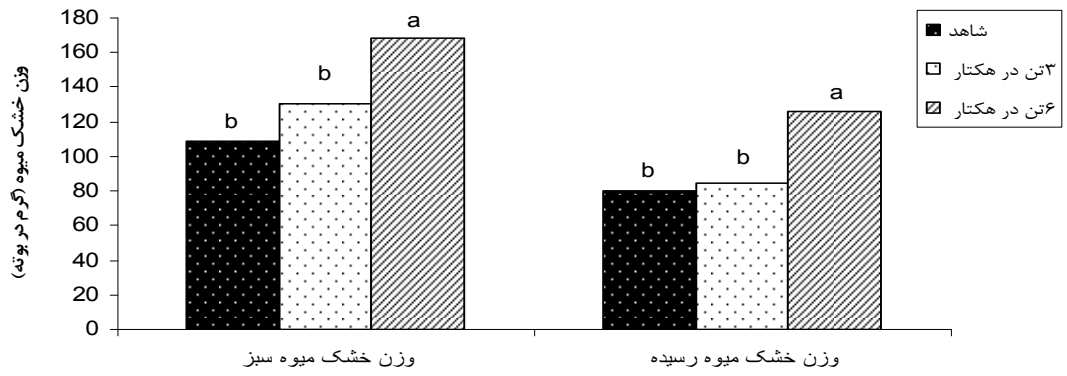
شکل (۳-۴۸) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر سطح برگ



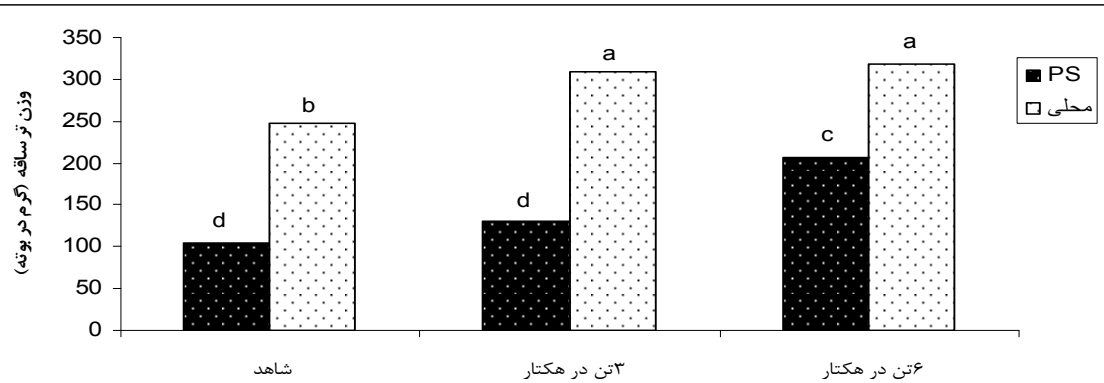
شکل (۳-۴۹) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر تعداد میوه



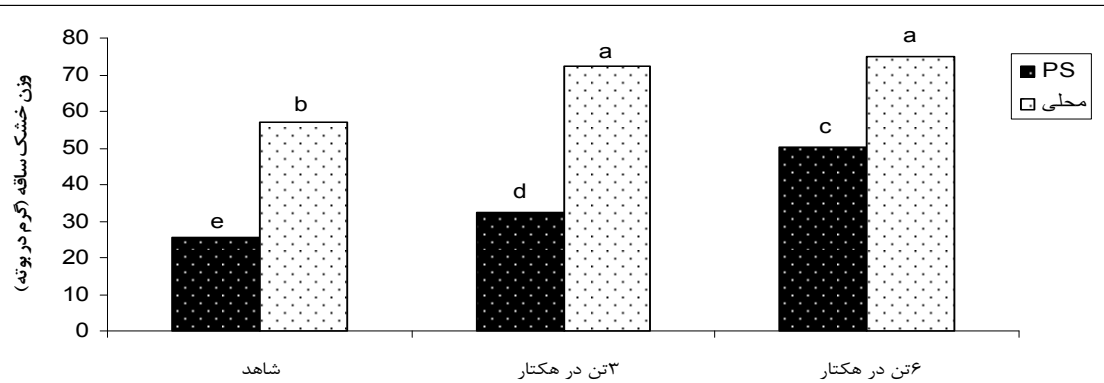
شکل (۳-۵۰) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر میوه



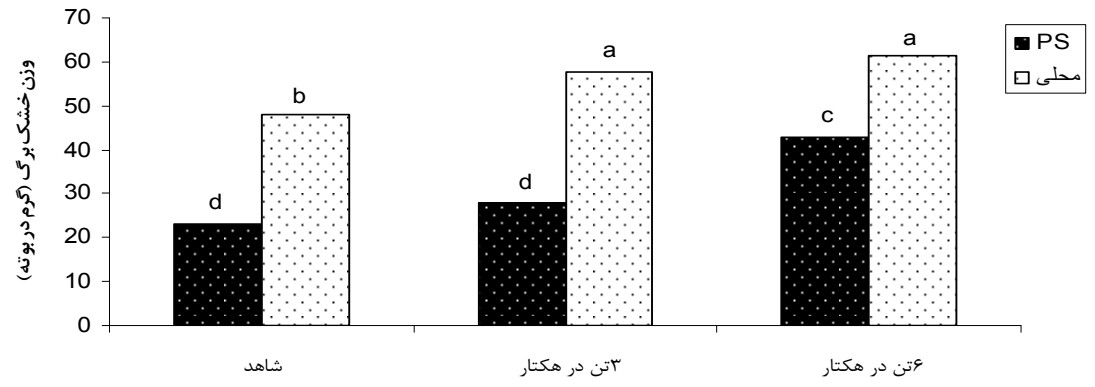
شکل (۳-۵۱) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک میوه



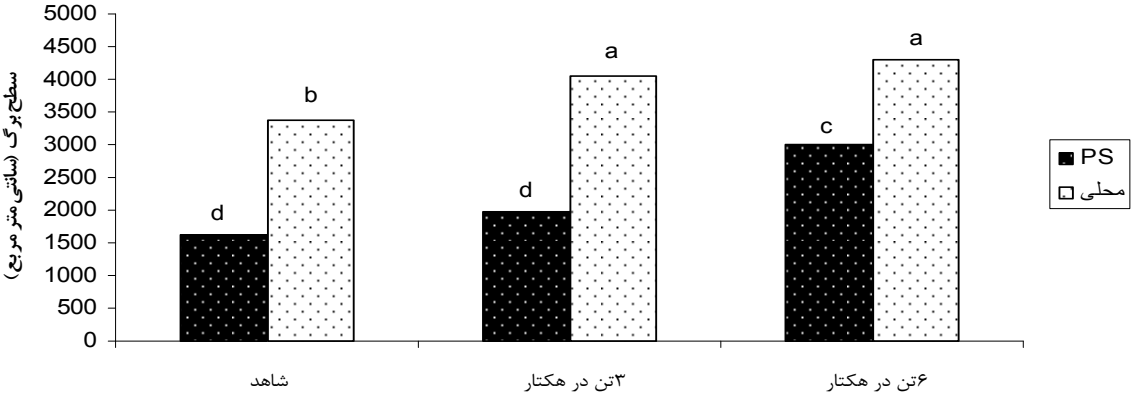
شکل (۳-۵۲) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن تر ساقه



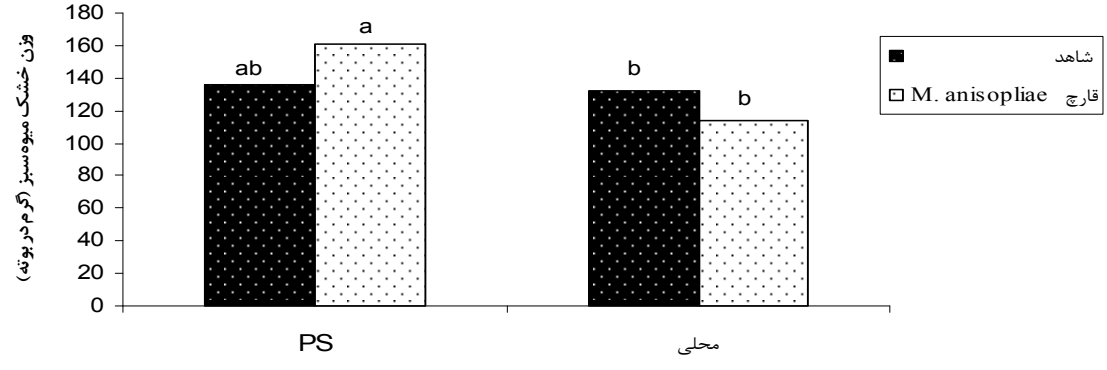
شکل (۳-۵۳) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن خشک ساقه



شکل (۳-۵۴) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر وزن خشک برگ



شکل (۳-۵۵) اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر سطح برگ



شکل (۳-۵۶) اثر متقابل رقم و قارچ بر وزن خشک میوه سبز

۴-۷- نمونه‌برداری هفتم

نمونه‌برداری هفتم ۱۲۱ روز پس از نشاءکاری نهال‌های گوجه‌فرنگی انجام شد. در جدول ضمیمه ۱۵ نتایج تجزیه واریانس تاثیر رقم (PS و محلی شاهرود) بر صفات مورد بررسی در این نمونه‌برداری آمده است.

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر رقم بر صفات تعداد میوه سبز و وزن تر میوه سبز در سطح احتمال ۵ ٪ وبر صفت وزن خشک میوه سبز در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۵)، به طوری‌که بیشترین تعداد میوه سبز در رقم محلی با میانگین ۴/۸۳۳ میوه در بوته در مقایسه با رقم PS با میانگین ۴/۰۵۶ میوه در بوته بود (شکل ۳-۵۷).

در بررسی وزن تر میوه سبز بیشترین میزان مربوط به وزن تر میوه سبز در رقم محلی با ۲۳/۷۳٪ افزایش نسبت به رقم ps بود (شکل۳-۵۸). همچنین بیشترین وزن خشک میوه سبز در رقم محلی با افزایش معنی‌داری برابر با ۲۱/۱۸٪ نسبت به رقم PS مشاهده شد (شکل ۳-۵۸).

در بررسی تعداد میوه رسیده به دست آمده از بوته‌های برداشت شده در نمونه‌گیری هفتم فاکتور رقم تاثیر معنی‌داری بر این صفت داشت (جدول ضمیمه ۱۵). بیشترین تعداد میوه رسیده در رقم PS با میانگین ۶/۷۲۲ میوه در بوته در مقایسه با رقم محلی با میانگین ۳/۶۶۷ میوه در بوته بود (شکل ۳-۵۷). تاثیر رقم بر وزن تر و خشک میوه رسیده در نمونه‌گیری هفتم معنی‌دار نبود (جدول ضمیمه ۱۵).

همچنین تاثیر رقم بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و سطح برگ معنی‌دار نبود (جدول ضمیمه ۱۵). در جدول ضمیمه ۱۵ نتایج تجزیه واریانس اثر مصرف و عدم مصرف قارچ *M. anisopliae* بر صفات مورد بررسی در نمونه‌برداری هفتم آمده است. بر اساس این نتایج مشخص گردید اثر کاربرد قارچ برای کنترل کرم طوقه بر تاثیر معنی داری بر صفات مورد بررسی نداشت. بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس، اثر ورمی‌کمپوست بر وزن تر ساقه، و برگ، وزن خشک ساقه و برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۵). بیشترین تاثیر بر میزان وزن تر ساقه از کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد که با شاهد (عدم مصرف ورمی‌کمپوست) اختلاف

معنی‌داری داشت. در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست وزن تر ساقه در مقایسه با شاهد به طور معنی داری افزایش یافت همچنین با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار افزایشی معنی داری در وزن تر ساقه دیده شد (شکل ۳-۵۹).

میانگین نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین وزن تر برگ در بوته‌هایی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایش معنی داری نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و در مقایسه با شاهد بود. همچنین اختلاف معنی داری در وزن تر برگ بین ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد مشاهده شد (شکل ۳-۵۹). بیشترین وزن خشک ساقه در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و با میانگین ۵۲/۴ گرم در هر بوته و کمترین وزن خشک ساقه مربوط به شاهد با میانگین ۳۸/۳۷٪ بود. افزایش معنی‌داری به میزان ۱۹/۷۹٪ در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. همچنین کاهش وزن خشک ساقه به میزان ۵/۳۷ گرم در هر بوته در شاهد نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست اندازه‌گیری شد (شکل۳-۶۰).

بیشترین وزن خشک برگ در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و با افزایشی به میزان ۱۷/۳۴٪ در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار و به میزان ۳۵/۵۲٪ در مقایسه با شاهد مشاهده شد. وزن خشک برگ در شاهد به میزان ۱۳/۴۱٪ نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کاهش نشان داد (شکل ۳-۶۰).

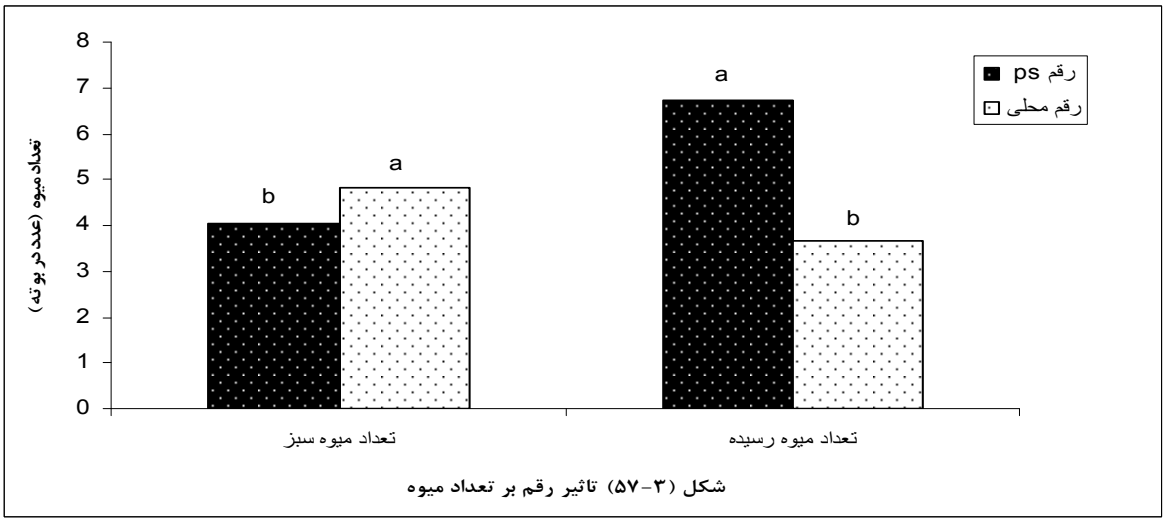
اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر سطح برگ در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۵). مقایسات میانگین نشان داد که مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بیشترین و شاهد کمترین میزان سطح برگ را تولید کرد (به ترتیب با میانگین ۴۷۷۵ و ۳۵۲۴ سانتیمترمربع در بوته). مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث افزایش ۱/۱۷ برابری سطح برگ نسبت به ۳ تن در هکتار و افزایشی ۱/۳۵ برابری نسبت به شاهد شد (جدول ضمیمه ۱۶).

تاثیر ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد، وزن تر و وزن خشک میوه سبز در نمونه‌برداری هفتم معنی‌دار بود ($P<0/01$) (جدول ضمیمه ۱۵). بیشترین تعداد میوه سبز از بوته‌هایی با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و

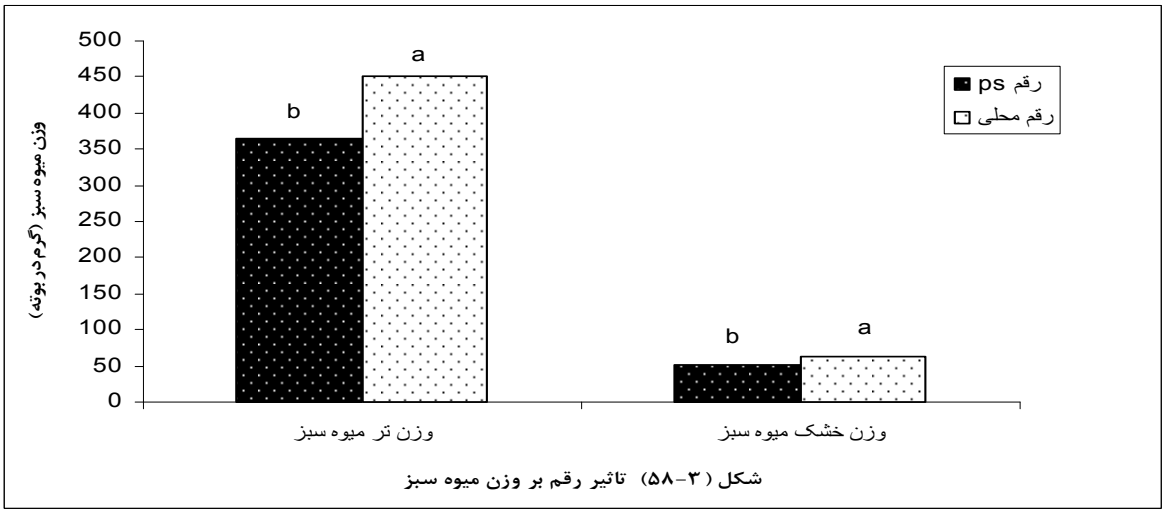
میانگین ۵/۳۳ عدد میوه در هر بوته به دست آمد که با تعداد میوه سبز در شاهد (میانگین ۳/۵ عدد میوه در هر بوته) تفاوت معنی‌داری داشت. بین سطوح ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست از نظر تاثیر بر تعداد میوه سبز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری دیده نشد (شکل ۳-۶۱).

در بررسی وزن تر میوه سبز بیشترین وزن تر مربوط به تیمار ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود که با وزن تر میوه سبز در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین وزن تر میوه سبز مربوط به شاهد با کاهشی به میزان ۲۲/۵۵٪ نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۳۲/۳۸٪ کاهش نسبت به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود (شکل ۳-۶۲). بیشترین وزن خشک میوه سبز در نمونه‌برداری هفتم از مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با وزن خشک میوه سبز در ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نداشت. در مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست وزن خشک میوه سبز در مقایسه با شاهد به میزان ۴۵/۵۶٪ افزایش را نشان داد همچنین با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد افزایشی به میزان ۳۱/۶۰٪ در وزن خشک میوه سبز دیده شد (شکل ۳-۶۳). تاثیر ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد میوه ، وزن تر و وزن خشک میوه رسیده در نمونه‌برداری هفتم در سطح احتمال ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۵). بیشترین تعداد میوه رسیده از مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۶/۵ عدد در هر بوته به دست آمد که در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تعداد میوه رسیده را ۴۱/۸۲٪ و در مقایسه با شاهد تعداد میوه رسیده را ۴۴/۴۴٪ افزایش داد. اختلاف در تعداد میوه رسیده بین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳-۶۱). بیشترین وزن تر میوه رسیده با مصرف ۶تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۷۱۳/۴ گرم در هر بوته به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تعداد میوه رسیده در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۵۱۴/۸ گرم در هر بوته و شاهد با میانگین ۵۰۶/۴ گرم در هر بوته داشت. بین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و عدم مصرف آن در تاثیر بر وزن تر میوه رسیده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳-۶۲).

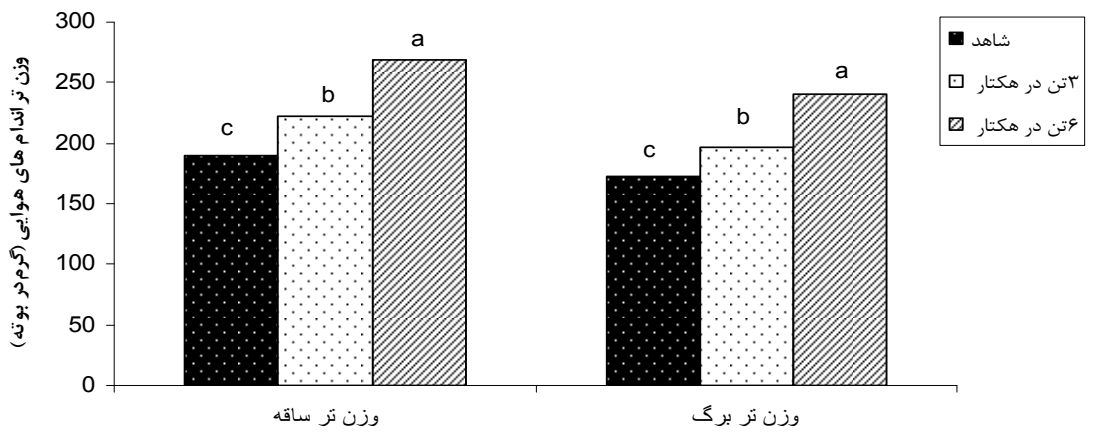
بیشترین وزن خشک میوه رسیده در نمونه‌برداری هفتم با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و شاهد داشت. تاثر ورمی‌کمپوست بر وزن خشک میوه رسیده در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳-۶۳).



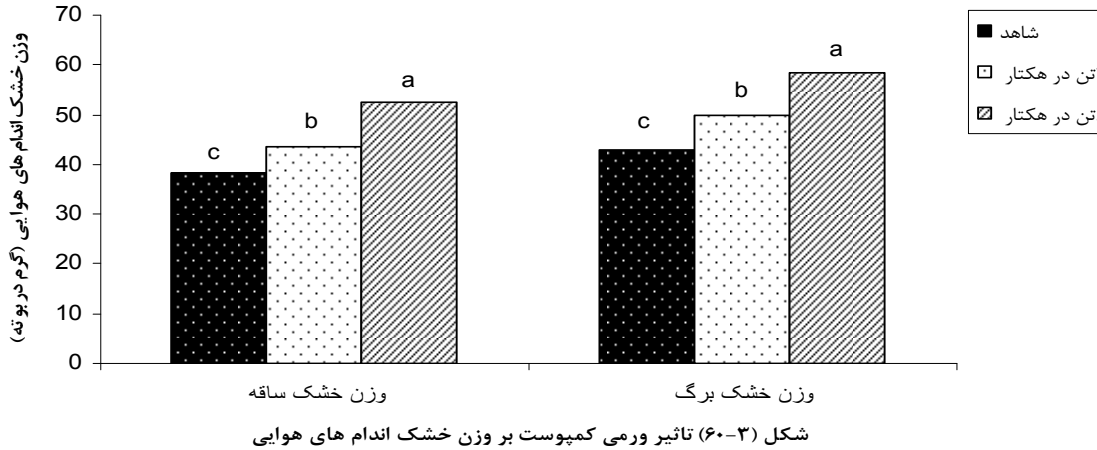
شکل (۳-۵۷) تاثیر رقم بر تعداد میوه



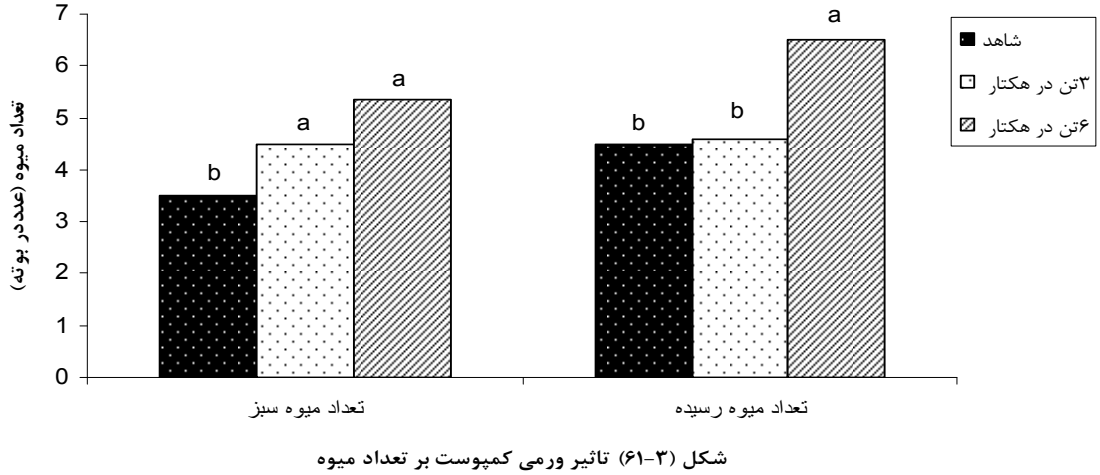
شکل (۳-۵۸) تاثیر رقم بر وزن میوه سبز



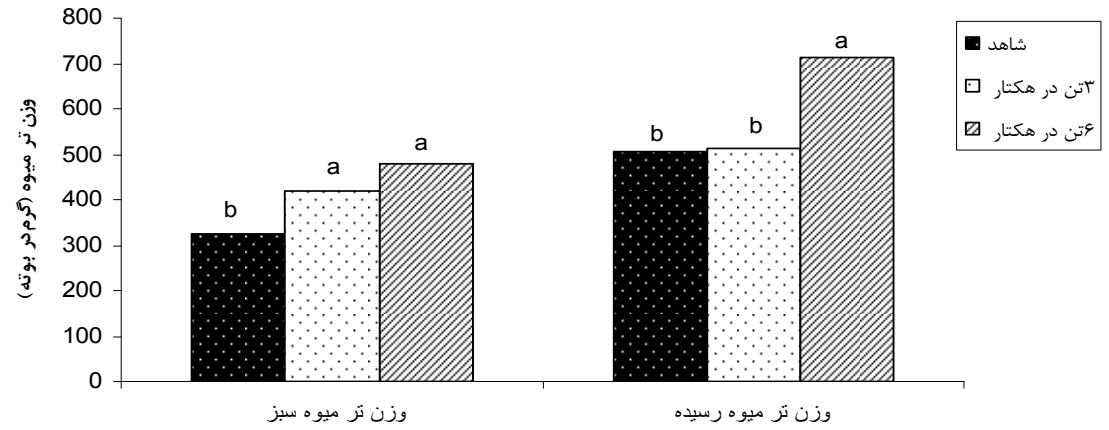
شکل (۳-۵۹) تاثیر ورمی کمپوست بر وزن تر اندام های هوایی



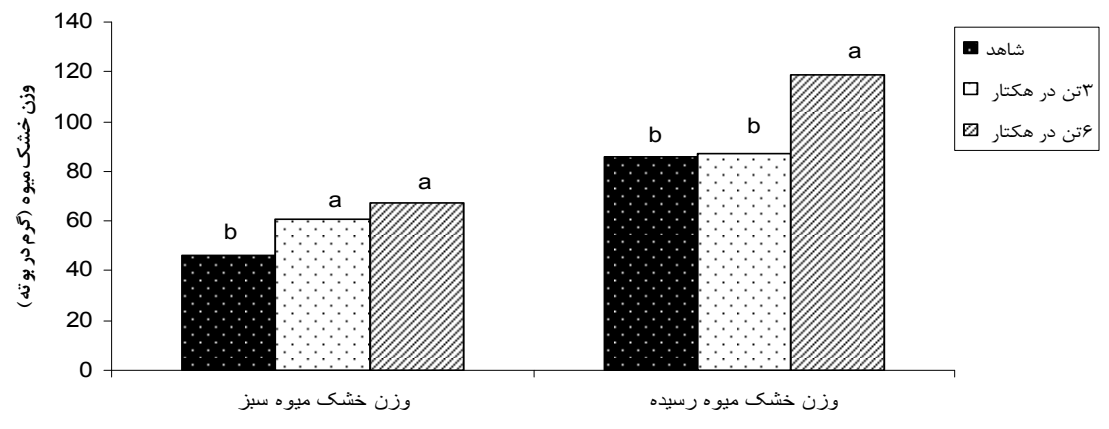
شکل (۳-۶۰) تاثیر ورمی کمپوست بر وزن خشک اندام های هوایی



شکل (۳-۶۱) تاثیر ورمی کمپوست بر تعداد میوه



شکل (۳-۶۲) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر میوه



شکل (۳-۶۳) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک میوه

۴-۸- نمونه برداری از عملکرد گیاه در طول دوره رشد

بررسی عملکرد با نمونه‌برداری در طول دوره میوه‌دهی از میوه‌های رسیده در بوته‌هایی که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند صورت گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر رقم بر تعداد، وزن تر و وزن خشک میوه رسیده در تک بوته معنی‌دار بود ($P<0/05$) (جدول ضمیمه ۱۷). به طوریکه تعداد میوه رسیده در رقم PS (با میانگین ۲۳/۹۴۴ عدد در بوته) افزایش معنی داری نسبت به تعداد میوه در رقم محلی (با میانگین ۱۳/۶۱۱ عدد میوه در بوته) نشان داد (جدول ضمیمه ۱۸).

همچنین بیشترین وزن تر میوه در رقم PS با افزایش معنی داری به میزان ۴۹/۱۴٪ در مقایسه با رقم محلی بود (شکل ۳-۶۴). بر اساس نتایج مقایسات میانگین بیشترین وزن خشک میوه رسیده در یک بوته در رقم PS با افزایش معنی داری به میزان ۵۱/۳۰٪ در مقایسه با رقم محلی بود (شکل ۳-۶۴).

در بررسی تاثیر رقم بر عملکرد میوه گوجه‌فرنگی مشخص شد بیشترین عملکرد مربوط به رقم PS با میانگین عملکرد ۳۷/۳۵ تن در هکتار در مقایسه با رقم محلی با میانگین عملکرد ۲۵/۰۴۴ تن در هکتار بود (جدول ضمیمه ۱۸). بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس تاثیر قارچ *M. anisopliae* بر هیچ‌یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود و مصرف این قارچ نتوانست از لحاظ آماری تاثیر معنی‌داری بر عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی بگذارد (جدول ضمیمه ۱۷).

سطوح مصرف ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد، وزن تر و وزن خشک میوه رسیده در تک بوته همچنین عملکرد میوه در هکتار معنی‌دار بود (جدول ضمیمه ۱۷).

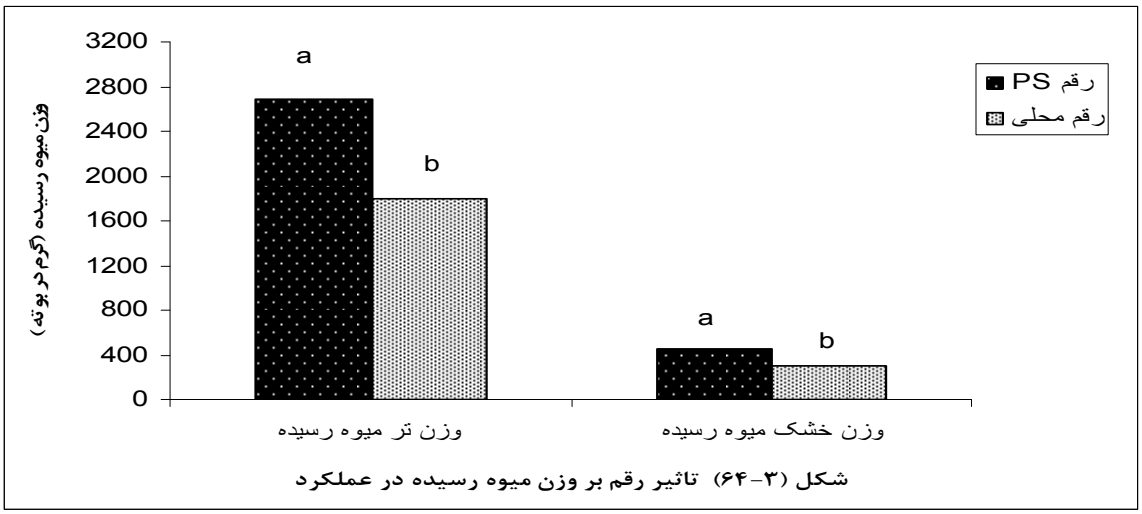
بیشترین تاثیر بر تعداد میوه به دست آمده از یک بوته از کاربرد ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۲۲/۲۵ عدد در هر بوته حاصل شد که با ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری داشت. در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تعداد میوه رسیده در مقایسه با شاهد به میزان ۱۷/۵۴٪ افزایش نشان داد. همچنین با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با شاهد افزایشی به میزان ۴۱/۹۹٪ در تعداد میوه رسیده در تک بوته دیده شد (جدول ضمیمه ۱۸).

میانگین نتایج به دست آمده نشان داد که وزن تر میوه رسیده جمع آوری شده از تک بوته در طول دوره رشد گیاه در بوته‌هایی که ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست دریافت کرده‌اند اختلاف معنی‌داری با شاهد داشته و تعداد میوه را در مقایسه با شاهد به میزان ۴۰/۸۸٪ افزایش داد. همچنین با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست افزایشی به میزان ۲۰/۰۱٪ در وزن تر میوه رسیده دیده شد. در مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست افزایشی به میزان ۱۷/۳۸٪ در مقایسه با شاهد مشاهده شد (شکل ۳-۶۵).

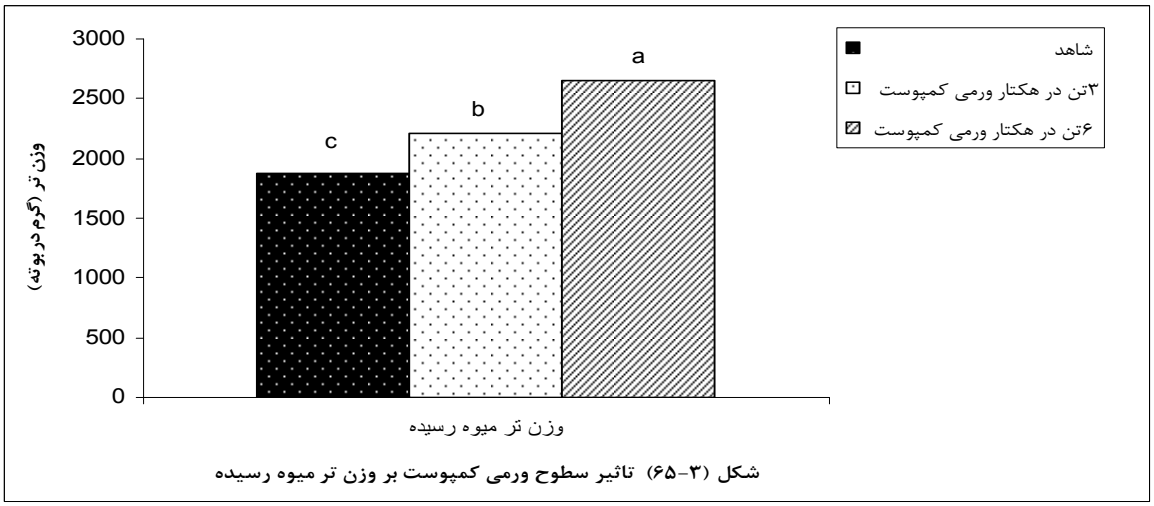
براساس نتایج به دست آمده بیشترین وزن خشک میوه رسیده با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایشی به میزان ۲۰/۱۵٪ در مقایسه با مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و به میزان ۴۱/۳۴٪ در مقایسه با شاهد مشاهده شد. وزن خشک میوه رسیده در شاهد به میزان ۱۴/۹۸٪ نسبت به مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست کاهش نشان داد (شکل ۳-۶۶). در بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد گوجه‌فرنگی بیشترین مقدار مربوط به مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با میانگین ۳۶/۸۱ تن در هکتار و کمترین عملکرد مربوط به شاهد با میانگین ۲۶/۱۲ تن در هکتار گوجه‌فرنگی بود. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بر عملکرد گوجه‌فرنگی کاهشی به میزان ۱۶/۶۸٪ در مقایسه با مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و افزایشی به میزان ۱۷/۴۱٪ در مقایسه با شاهد نشان داد (شکل ۳-۶۷).

بررسی نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن است که اثر متقابل فاکتورهای رقم و ورمی‌کمپوست بر تعداد میوه به دست آمده از یک بوته معنی‌دار بود ($P<0/05$) (جدول ضمیمه ۱۷).

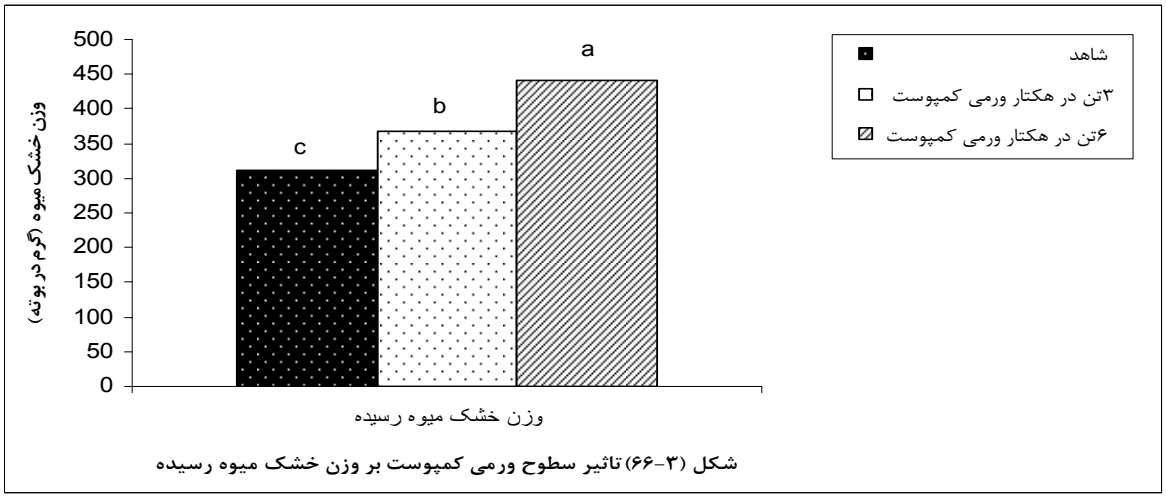
بیشترین تعداد میوه رسیده در تیمار رقم PS با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و میانگین ۲۸/۶۷ عدد میوه رسیده در هر بوته و کمترین تعداد میوه رسیده در تیمار رقم محلی با عدم مصرف ورمی‌کمپوست و میانگین ۱۱/۸۳ عدد میوه رسیده در بوته دیده شد (شکل ۳-۶۸).



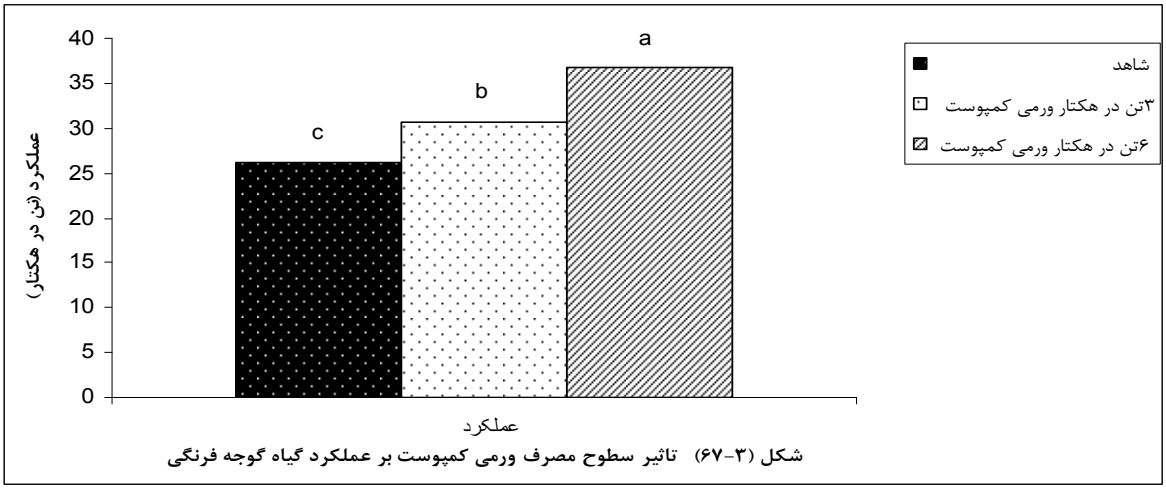
شکل (۳-۶۴) تاثیر رقم بر وزن میوه رسیده در عملکرد



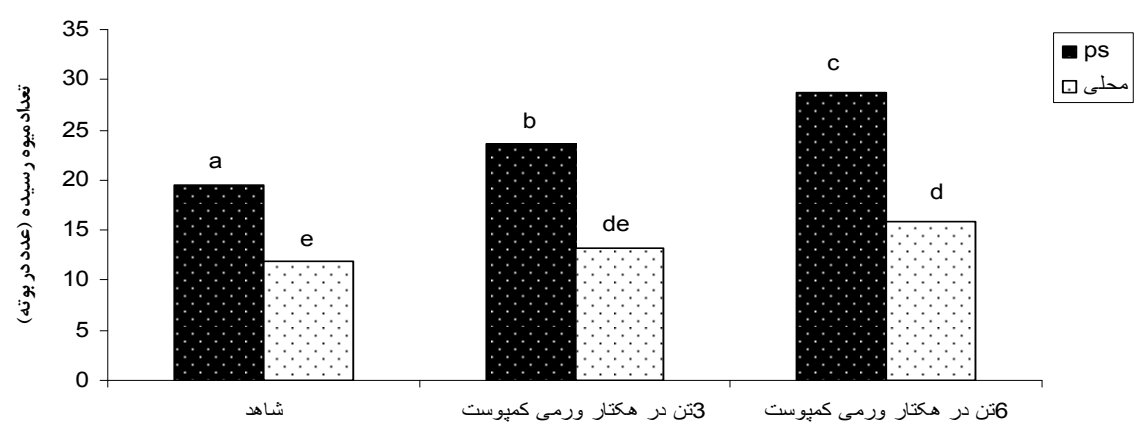
شکل (۳-۶۵) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن تر میوه رسیده



شکل (۳-۶۶) تاثیر سطوح ورمی کمپوست بر وزن خشک میوه رسیده



شکل (۳-۶۷) تاثیر سطوح مصرف ورمی کمپوست بر عملکرد گیاه گوجه فرنگی



شکل (۳-۶۸)اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر تعداد میوه رسیده

۴-۹- بررسی تغذیه کرم طوقه‌بر

نمونه‌گیری از میزان تغذیه کرم طوقه‌بر در طول دوره رشد انجام گرفت. کرم طوقه‌بر نتوانست در تمام تیمارها هیچگونه خسارت کاملی که سبب قطع بوته از طوقه شود بر جای گذارد.

۱۱/۳۸٪ از بوته‌های گوجه‌فرنگی در مزرعه مورد تغذیه کرم طوقه بر قرار گرفتند و آثار تغذیه این کرم در آنها مشاهده شد. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس تاثیر قارچ *M. anisopliae* بر کاهش تغذیه این آفت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همچنین هیچ‌یک از فاکتورها تاثیری بر میزان تغذیه کرم طوقه بر نداشت (جدول ضمیمه ۱۹).

۴-۱۰- بحث

بیشترین میزان رشد رویشی در بوته های رقم محلی نسبت به رقم PS و بیشترین عملکرد در درقم PS نسبت به رقم محلی دیده شد. شروع میوه دهی در رقم PS کمتر از ۶۵ روز پس از نشاءکاری و در رقم محلی تا ۸۳ روز پس از نشاءکاری به طول انجامید. همچنین بیشترین مقدار برداشت میوه در طول فصل

رشد مربوط به رقم PS بود و تنها پس از برداشت ۳ چین از میوه های رقم محلی بوته های گوجه فرنگی در حالی که مقدار زیادی میوه سبز نارس داشتند شروع به خشک شدن کردند.

قارچ *M. anisopliae* به دلیل آلودگی شدیدی که در آفات میزبان ایجاد می‌کند یکی از بهترین گزینه‌ها برای کنترل بیولوژیک آفات است. این قارچ علیه بسیاری از آفات همچون کرم ساقه خوار برنج، ملخ‌ها و... به کار برده شده و تاثیرات مثبتی در کنترل آن داشته است (Amiri-Besheli. *et al*,2000) اما به دلیل جمعیت بسیار کم کرم طوقه بر و با توجه به افزایش دما تا ۳۹ درجه سانتی گراد و کاهش رطوبت تا ۱۲٪ در تیر ماه و ایجاد شرایط نامناسب برای فعالیت قارچ، تیمار *M. anisopliae* با توجه به اثر بخش بودن روی این آفت در شرایط آزمایشگاه نتوانست تاثیر معنی داری بر کاهش تغذیه کرم طوقه بر در شرایط مزرعه در منطقه بسطام داشته باشد.

پژوهش‌های متعدد در شرایط اقلیمی و محیطی متفاوت، مؤید این قضیه بوده‌اند که در اغلب موارد، استفاده از ورمی‌کمپوست اثرات مثبت و مفیدی در جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گیاهان زراعی، و باغی دارد. در واقع ویژگی‌های منحصر به فرد ذکر شده که در اثر فعالیت کرم‌های خاکی در بستری از مواد آلی، در محصول نهایی ورمی‌کمپوست وجود دارد عامل این بهبود معنی‌دار در گیاهان می‌باشد (Atiyeh *et al*, 2000). لذا در ادامه به بیان برخی نتایج بدست آمده از این تحقیقات بر گیاهان زراعی وگلخانه‌ای خواهیم پرداخت.

اسکندری و آستاریی (۱۳۸۶) اظهار داشتند کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک می‌شود. آنها دلیل این افزایش را فراهمی عناصر غذایی مانند N, C, P, K, Ca, Mg و همچنین اثرات مثبت بین آزاد سازی تدریجی عناصر از ورمی‌کمپوست و جذب تدریجی عناصر توسط گیاه دانستند این مواد هنگام عبور از بدن کرم آغشته به مخاط دستگاه گوارش (موکوس)، ترشحات موکوییدی دیواره روده، میکروب ها، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها شده که در نهایت به عنوان یک کود آلی غنی شده و بسیار مفید برای بهبود عناصر غذایی و ساختمان خاک، تولید و مورد مصرف واقع می‌گردد

عملکرد ماده خشک گیاه گوجه در تیمارها ۵ ،۱۰ و۲۰ ٪ ورمی‌کمپوست به ترتیب به میزان ۱/۲ و ۱/۱ و ۱/۵ برابر نسبت به کمپوست بیشتر بود (کریمی، ۱۳۸۸) این محقق دلیل افزایش ماده خشک گوجه فرنگی در این آزمایش را علاوه بر توانایی ورمی کمپوست در فراهم نمودن عناصر غذایی آزادسازی تدریجی آنها توسط این کود نیز دانست.

مارینرایی و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند ورمی‌کمپوست خلل و فرج درشت خاک را به میزان ۵۰ تا ۵۰۰ میکرومتر افزایش داده در نتیجه آب و اکسیژن در دسترس گیاه افزایش می یابد. کاربرد کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست اثرات مطلوبی بر pH، جمعیت میکروبی و فعالیت خاک داشته است

عناصر غذایی ماکرو و میکرو در ورمی‌کمپوست نسبت به دیگر کمپوست‌ها بیشتر است. مطالعات نشان داده است که ورمی‌کمپوست، عناصر غذایی ریز مغذی را به مراتب بیشتر از عناصر ماکرو برای گیاه تامین می‌کند. ترشحات کرم و میکروب‌های مخلوط شده با آن اثر تحریک کننده بر جذب عناصر غذایی توسط گیاهان دارد. اسیدهای آلی دفع شده از فضولات کرم به عنوان تحریک کننده رشد گیاه عمل می‌کند. بطوریکه نتایج مثبتی بر درصد جوانه‌زنی بذر، ریشه‌دار شدن قلمه‌ها و استحکام نسوج گیاهان دارد (کیل، ۱۹۹۲).

علت افزایش غلظت و مقدار جذب کل منگنز در گیاه گوجه‌فرنگی در اثر مصرف کمپوست و ورمی‌کمپوست که موجبات افزایش عملکرد است را می‌تواند احتمالاً به علت افزایش مستقیم این عنصر به خاک، آزاد سازی تدریجی این عنصر در اثر معدنی شدن کودهای آلی با توجه به نسبت کربن به نیتروژن پایین کمپوست و ورمی‌کمپوست به ترتیب ۹/۶ و ۱۳/۵، کاهش pH در اثر اسیدهای آلی موجود در کمپوست و ورمی‌کمپوست و همچنین خاصیت کمپلکس کننده ماده آلی و اسید هیومیک موجود در کمپوست با منگنز نسبت داد. این کلات‌های آلی دارای حلالیت بیشتر بوده و در نتیجه میزان تثبیت و رسوب آنها در خاک کاهش می‌یابد. محققین دیگر نیز نتایج مشابهی گزارش نمودند (Gopal and Suryanarayan, 1998). ورمی‌کمپوست با افزایش تخلخل و پوکی خاک، دسترسی ریشه گیاه را به

اکسیژن بیشتر نموده، در نتیجه قابلیت جذب عناصر غذایی به خصوص عناصر ریز مغذی که جذب آنها از نوع فعال می‌باشد، افزایش می‌یابد (Nelson *et al*, 1975).

در یک آزمایش گلخانه‌ای به منظور بررسی اثر فرم‌های مختلف نیتروژن بر روی عملکرد گوجه‌فرنگی و کاهو از ۳ تیمار، ورمی‌کمپوست، خاک برگ و نیترات آمونیوم استفاده شده، ورمی‌کمپوست و خاک برگ در مقایسه با تیمار کنترل که هیچ گونه کودی دریافت نکرده است، عملکرد گوجه‌فرنگی و کاهو را افزایش دادند و نیترات آمونیوم به غیر از کمترین سطح استفاده شده، عملکرد هر دو محصول را کاهش داد. همچنین در این تحقیق نتیجه‌گیری کردند که فرم‌های نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر روی مقدار پتاسیم، کلسیم و منیزیم در گیاه گوجه‌فرنگی دارد (Kalembasa *et al*, 1998). سرین واس و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشت ورمی کمپوست مواد غذایی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار می‌هد. بنابراین جذب مواد غذایی در گیاه افزایش می‌یابد. استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار همراه با کود نیتروژن قابلیت جذب نیتروژن در کدو را به طور معناداری افزایش می‌دهد. همچنین استفاده از ورمی‌کمپوست و میزان توصیه شده کودهای شیمیایی در برنج علاوه بر افزایش جذب نیتروژن جذب عناصر فسفات، پتاسیم و منگنز را افزایش می‌دهد (جادهوا و همکاران ۱۹۹۷).

گزارشات فراوانی وجود دارد که نشان دهنده بالا بودن غلظت کاتیون‌های قابل تبادل مثل K, Ca , P, Mg, Na قابل جذب و Mo در ورمی‌کمپوست است (شایند و همکاران، ۱۹۹۲). شارما (۲۰۰۲) گزارش کردند که میزان نیتروژن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، در ورمی‌کمپوست به ترتیب ۵، ۱۴، ۳و ۱۱برابر خاک زراعی است. آذرمی و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در مزرعه گوجه فرنگی بیان داشتند که کاربرد ۱۵ تن درهکتار ورمی‌کمپوست باعث افزایش کربن آلی، نیتروژن، فسفر، کلسیم، آهن، منگنز و کاهش pH خاک می‌شود. با کاربرد ورمی‌کمپوست خواص فیزیکی خاک مانند وزن مخصوص ظاهری و تخلخل بهبود می‌یابد.

ورمی‌کمپوست دارای EC بسیار اندک است، بطوریکه هیچ گونه محدودیتی برای گیاهان ایجاد نمی‌کند. یکی از دلایل دیگری که برای افزایش قابلیت جذب عناصر در ورمی‌کمپوست می‌توان اشاره کرد این است، که ورمی‌کمپوست pH خاک را تعدیل می‌کند و با خاصیت تامپونی از تغییرات بیش از حد pH و در نتیجه نوسانات شدید در مقدار جذب عناصر غذایی جلوگیری می‌کند. یکی دیگر از مزایای ورمی‌کمپوست کند رها بودن این کود است. زیرا در هنگام عبور مواد آلی از دستگاه گوارش کرم، لایه نازکی از چربی این مواد را احاطه می‌کند که این لایه طی دو ماه تجزیه می‌شود. در نتیجه عناصر غذایی به کندی رها می‌شوند و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند از سوی دیگر مواد شیمیایی محلول در آب که باعث آلودگی محیط می‌شوند کاهش می‌یابد (میشل و ادوارد، ۱۹۹۷. اتیه و همکاران، ۲۰۰۲). ورمی‌کمپوست باعث افزایش اکسیداسیون و قابلیت احیا و افزایش CEC[1]، می‌شود (علیخانی، ۱۳۸۵). راسل (۱۹۹۰) گزارش داد ورمی‌کمپوست با افزایش نیتریفکاسیون باعث افزایش محصول می‌شود و مقدار نیتروژن نیتراتی در ورمی‌کمپوست بیشتر از خاک زراعی است. ورمی‌کمپوست از ظرفیت تبادلی بالایی برای عناصر بر خوردار است. کرم زاده (۱۳۸۹) اعلام کرد که استفاده از ورمی‌کمپوست باعث بهبود خصوصیات فیزیکی نظیر نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب شده، و همچنین میزان عناصر غذایی در آن بیشتر از کود دامی می باشد و در صورت استفاد از کود ورمی‌کمپوست تنها نیاز به چند نوبت کود ازته به صورت سرک بر اساس C/N توده ماده آلی خواهد بود.

ورمی‌کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید بیوماس تاثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع بوته می‌گردد. این موضوع در نتایج تحقیقات درزی و همکاران (۱۳۸۷) بر روی رازیانه نیز تأیید شده است. در بررسی‌های ارکلو و همکاران (۲۰۰۶) بر روی گیاه دارویی سیر مشخص گردید استفاده از ورمی‌کمپوست موجب افزایش چشمگیر در ارتفاع بوته می‌شود. این تاثیر مثبت نیز به تحریک فعالیت‌های میکروبی توسط

[1] ظرفیت تبادل کاتیونی

ورمی‌کمپوست و توانایی آن در افزایش جذب عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف توسط گیاه و نهایتا تسریع فرآیند فتوسنتز نسبت داده شد.

اسکندری و آستارایی (۱۳۸۶) در بررسی تاثیر مواد آلی مختلف بر خصوصیات رشدی، وزن کل زیست توده و دانه نخود اظهار داشتند که میانگین وزن خشک غلاف در بوته تیمار شده با ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر تیمارها حداکثر شد. این افزایش نسبت به شاهد معادل ۴۲ درصد بود. دلیل این افزایش می‌تواند ناشی از فراهمی مواد غذایی موجود در ورمی‌کمپوست می‌باشد. همچنین چنین بیان میشود این افزایش به دلیل بهبود حاصلخیزی خاک و مواد غذایی است. آستارایی (۱۳۸۵) در بررسی تاثیر کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه اسفرزه اظهار داشت که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش وزن هزار دانه اسفرزه می‌گردد. وی دلیل این امر را فراهمی مناسب و بیشتر عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای گیاه اسفرزه دانست که بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه تاثیر گذار می‌باشد

انصاری (۲۰۰۸) در بررسی دیگری تحت عنوان اثر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر گیاهان پیاز، سیب‌زمینی و اسفناج به این نتیجه رسید که عملکرد هر سه گیاه با کاربرد ورمی‌کمپوست به طور معناداری افزایش پیدا می‌کند. وی اظهار داشت مواد آلی مانند ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش هوموسی شدن و فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی را در خاک افزایش می‌دهند که خود موجب پایداری و نفوذ پذیری بیشتر خاک می‌شود. همچنین مواد آلی پیوستگی ذرات معدنی مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم را در کلوئیدهای هوموس و رس را افزایش می‌دهد، که در نتیجه پایداری و تخلخل خاک و در نهایت رشد گیاه را بیشتر می‌شود. آلم و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی اثر ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی برعملکرد سیب‌زمینی، بالاترین مقدار عملکرد غده (۲۵/۵۶ تن) را با کار برد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست همراه با ۱۰۰٪ مقدار توصیه شده کودهای NPK بدست آوردند. آنها دلیل این افزایش تولید را عرضه بهتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه

با مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی و همچنین تاثیر مواد هورمونی موجود در ورمی‌کمپوست در نتیجه فعالیت کرم‌های خاکی و اثر آن بر رشد و عملکرد گیاه دانستند.

اسکندری و آستارایی (۱۳۸۶) در بررسی تاثیر مواد آلی مختلف بر خصوصیات رشدی، وزن کل زیست توده و دانه نخود اظهار داشتند که میانگین وزن خشک غلاف در بوته تیمار شده با ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر تیمارها حداکثر شد. این افزایش نسبت به شاهد معادل ۴۲ درصد بود. دلیل این افزایش می‌تواند ناشی از فراهمی مواد غذایی موجود در ورمی‌کمپوست می‌باشد.

این افزایش به دلیل بهبود حاصلخیزی خاک و مواد غذایی است. ساینز و همکاران (۱۹۹۸) در پژوهش خود روی گیاهان شبدر قرمز و خیار گزارش کردند که مصرف ورمی کمپوست حاصل از ضایعات آلی شهری، موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد. آنها اظهار داشتند که فضولات کرم های خاکی حاوی عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف قابل استفاده فراوانی بوده که موجب تغذیه مستقیم گیاهان مذکور شده و از طریق بهبود رشد و نمو، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد. دلیل این عمر می‌تواند مربوط به دسترسی بیشتر به مواد غذایی و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در مصرف ورمی‌کمپوست باشد.

آغشته کردن این مواد به انواع ترشحات سیستم گوارشی مانند ذرات کربنات‌کلسیم، آنزیم‌ها، مواد مخاطی، فرآورده‌های مختلف میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارشی و بالاخره ایجاد شرایط مناسب برای ساخت اسیدهای هیومیک، در مجموع مخلوطی را تولید می‌کند که خصوصیاتی کاملاً متفاوت با مواد اولیه، پیدا کرده است (Pramanik *et al*, 2007).

هودچی (۱۳۷۲)، دلائل فراوانی در رابطه با تاثیر مواد آلی بر قابلیت جذب عناصر ریزمغذی ارائه داده است که مهمترین آنها وجود بعضی از اسیدهای آلی و مواد هیومیکی می‌باشد که از طریق کمپلکس کردن عناصر غذایی سبب افزایش قابلیت استفاده آنها برای گیاه می‌شود. از طرفی افزایش فعالیت میکروبی می‌تواند تا حدی مسئول افزایش قابلیت جذب آنها توسط گیاه نیز باشد (www.Gnv.net, 1998). البته

باید این نکته مهم را در نظر داشت که با مصرف این کودهای آلی مقادیری از این عناصر مستقیماً نیز به خاک اضافه می‌شود (Chattopadhyay *et al*, 1992; Gopal reddye and Suryanarayan, 1998).

همچنین درتحقیق دیگری که به منظور کاهش استفاده از کودهای شیمیایی به وسیله استفاده از ورمی‌کمپوست به عنوان کود آلی در یک شالیزار انجام شده است، قطعه‌های شاهد، کود شیمیایی و قطعه‌های آزمایشی، نیمی از کود شیمیایی پیشنهادی را به علاوه ورمی‌کمپوست دریافت کرده اند، سپس در زمان به خوشه رفتن و دو ماه بعد از برداشت محصول، نمونه‌های خاک از نظر تشکیل کلنی مایکوریزا و تثبیت نیتروژن مورد بررسی قرار گرفت. همزیستی مایکوریزا در ریشه‌ها اختلاف قابل ملاحظه‌ای را نشان داد به طوریکه ۱۰٪ آلودگی ریشه به مایکوریزا در قطعه‌های آزمایشی در مقایسه با ۲/۸۵٪ در قطعه‌های شاهد مشاهده شد. همچنین نیتروژن کل در قطعه‌های آزمایشی بیش از قطعه‌های شاهد برآورده شده است. این ممکن است به علت تثبیت نیتروژن بیشتر در این قطعه‌ها باشد (Madan, 1993).

ورمی‌کمپوست حاوی ازت قابل جذب بیشتری است، زیرا بقایای آلی گیاهی معمولاً نسبت کربن به ازت بیش از ۱ : ۳۰ دارند، به علت همین نسبت تقریباً بالا، نیتروژن غیر قابل جذب برای گیاه می‌باشد. در اثر خوردن بقایای گیاهی توسط کرم‌ها، این نسبت کاهش یافته و به حدود ۱ : ۱۱ تا ۱ : ۲۵ تنزل می‌یابد دستگاه گوارشی کرم خاکی کربن و نیتروژن را جدا می‌کند و نیتروژن را در فضولات کرم به صورت اوره نگهداری می‌کند (Hidalgo *et al*, 2006).

در تحقیقاتی دیگری که به منظور بررسی میزان تاثیر ورمی‌کمپوست در خزانه گوجه‌فرنگی انجام گرفت محققین دریافتند با افزودن ۱۰ تا ۵۰ ٪ ورمی‌کمپوست با منشاء فضولات دامی به محیط کشت، وزن خشک نهال‌های گوجه‌فرنگی گاهی به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد اما همیشه افزایش ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک نهال‌های گوجه‌فرنگی نشد، بنابراین اقتصادی‌ترین سطح از مصرف کود ۲۰ تا ۳۰ ٪ خاک گلدان اعلام شد (Atiyeh *et al*, 2000).

به طور کلی، افزایش عملکرد بر اثر ورمی‌کمپوست می‌تواند مربوط به بهبود خواص فیزیکی خاک و در نتیجه افزایش جذب وفراهم نمودن شرایط متعادل برای رشد از نظر در دسترس بودن عناصر غذایی باشد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲). آرانکون و همکاران (۲۰۰۵) در طی بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر گیاه فلفل بیان داشتند که عملکرد فلفل در تمام تیمارهای ورمی‌کمپوست به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر از تیمار شاهد بود. در تفسیر نتایج حاصله چنین بیان کردند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود خواص بیولوژیکی خاک مانند افزایش بیوماس میکروبی و عرضه پایدار عناصر غذایی پرمصرف نظیر نیتروژن، فسفر و نیز وجود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی همچون هورمون‌های رشد (اکسین، جیبرلین و سیتوکنین) موجود در ورمی‌کمپوست می‌تواند موجب رشد، نمو و عملکرد گیاه فلفل گردد. انصاری (۲۰۰۸) در بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر گیاهان سیب زمینی، شلغم و اسفناج بیان داشت که کاربرد ۶ و ۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به ترتیب برای گیاهان غده‌ای و برگی باعث افزایش عملکرد می‌شود. وی دلیل این افزایش عملکرد را قابلیت دسترسی بیشتر به مواد غذایی در ورمی‌کمپوست اعلام داشت. درزی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیاه دارویی رازیانه اظهار داشتند که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افرایش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک می‌شود. افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی نظیر ارتفاع و تعداد چتر در بوته و متعاقب آن تولید ماده خشک را نیز فراهم می‌کند. در همین رابطه در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی کمپوست روی گیاه دارویی ریحان توسط انور و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت، نشان داده شد که مصرف پنج تن در هکتار ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی (NPK به میزان ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار) برتری محسوسی از نظر عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد دارد. آنها اظهار داشتند که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک با بهبود بخشیدن شرایط بیولوژیکی خاک، ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد رویشی و

تولید بیوماس می‌گردد. یافته‌های کوماوات و همکاران(۲۰۰۶) نیز مؤید آن بود که استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه جو، موجب بهبود چشمگیر عملکرد بیولوژیک گردید، آنها این تأثیر مثبت را به قابلیت تحریک کنندگی فعالیت میکروب های مفید خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در بهبود جذب عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف نسبت دادند. به عنوان مثال آهن در ساخت کلروفیل، تولید کربوهیدارت‌ها، تنفس، احیاء شیمیایی نیترات و سولفات نقش مهمی ایفا می‌نماید. منگنز در واکنش‌های انتقال الکترون و تولید کلروفیل در گیاه دخالت دارد و روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه و در ساخت پروتئین و اکسین نقش دارد (ملکوتی، ۱۳۷۹).

در تحقیقاتی دیگر محققین تاثیر کودهای آلی (ورمی‌کمپوست، کود مرغی و کود دامی) را در ترکیب با سطوح مختلف کود ازته بر روی قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک در یک سیستم زراعی ذرت_سویا مورد بررسی قرار دادند، آنها مشاهده نمودند که در همه نوع کودهای آلی تیمار۱۰۰ ٪، بیشترین قابلیت جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز و روی را نشان داده است و از بین همه تیمارها، بیشترین قابلیت جذب عناصر نامبرده مربوط به تیمار۱۰۰ ٪ ورمی‌کمپوست می‌باشد (Gopal and Suryanarayan, 1998). همچنین اعلام کردند عامل افزایش قابلیت جذب عناصر ریز مغذی از جمله آهن در اثر استفاده از ورمی‌کمپوست، احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت میکروبی در ورمی‌کمپوست می‌باشد.

محققین بیان داشتند افزایش فعالیت میکروبی در ورمی‌کمپوست باعث می‌شود، تولید گاز کربنیک نیز فزونی یافته که با حل شدن آن در آب تولید اسید کربنیک می‌نماید. این امر کاهش pH و تغذیه بهتر عناصر غذایی را به دنبال خواهد داشت (Mortved, 1980).

در تحقیقاتی که جهت بررسی تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی انجام گرفت محققین دریافتند که مصرف ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد ماده خشک اندام هوایی مانند ساقه وبرگ گیاه گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد می گردد. محققین افزایش وزن قسمت‌های

هوایی گیاه را به دلیل قابلیت بالای ورمی‌کمپوست در نگهداری آب و سهولت در جذب مواد غذایی دانسته‌اند (اکبریان، ۱۳۸۰).

در تحقیقاتی که به منظور بررسی عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی با مصرف ورمی‌کمپوست به میزان ۵۰٪ و ۱۰۰٪ حجم خاک گلدان و عدم مصرف این کود انجام گرفت افزایش ۳ برابری وزن میوه قابل فروش در اثر کاربرد ۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست در خاک گلدان گزارش شده است (سماوات، ۱۳۸۰). محققین در بررسی چگونگی تاثیر ورمی‌کمپوست در افزایش رشد گیاهان، آزاد سازی تدریجی مواد غذایی در اثر مصرف ورمی‌کمپوست را گزارش نمودند (Chattopsdhyay *et al*, 1992).

در آزمایشی که به منظور بررسی تاثیر کود ورمی‌کمپوست در گیاه گوجه‌فرنگی انجام گرفت، در تیمارهای۱۰۰٪ ورمی‌کمپوست وزن میوه ۳ برابر، تعداد میوه ۵ برابر، وزن اندام‌های هوایی ۵ برابر و وزن ریشه ۹ برابر نسبت به تیمار بدون ورمی‌کمپوست افزایش یافت و عملکرد از ۶ تن در هکتار در شاهد به ۹ تن در تیمار ورمی‌کمپوست افزایش یافت (سماوات، ۱۳۸۰).

در بررسی دیگر اثر درصدهای مختلف ۱۰٪ تا ۲۰٪ ورمی‌کمپوست را روی توسعه و رشد ریشه خیار گلخانه‌ای بررسی کردند، نتایج نشان داد تیمارهای دارای ۱۰٪ ورمی‌کمپوست پس از ۲ هفته باعث افزایش ۱۹٪ در وزن تر نهال‌های جوان شد (Wright *et al*, 2004).

در پژوهشی دیگر مبنی بر تاثیر ورمی‌کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی هنگام استفاده از درصدهای مختلف ورمی‌کمپوست حداکثر افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی را برای کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰٪ حجم خاک گزارش نمودند (اکبریان، ۱۳۸۰).

در آزمایشی با استفاده از ۲/۵ تن ورمی‌کمپوست به همراه نیمی از میزان معمول پیشنهادی کودهاي N, P و K در زمان بذر پاشی، عملکرد گندم را حفظ کردند، یعنی میزان استفاده از کودهای شیمیایی را تا ۵۰٪ کاهش دادند بدون آن که مقدار محصول کاهش یابد (الله‌دادی و همکاران، ۱۳۸۶).

یقطین (۱۳۸۵) بر اساس تحقیقاتی گلخانه‌ای بیان داشت در گیاه گوجه‌فرنگی و در برابر مصرف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست این کود موجب افزایش غلظت آهن، منگنز و روی در اندام هوایی نسبت به شاهد گردید. با افزایش درصد ورمی‌کمپوست تا سطح۱۰٪ غلظت آهن نیز در گیاه فزونی یافت ولی در سطوح بالاتر مصرف ورمی‌کمپوست غلظت آهن کاهش نشان داد که این امر موجبات کاهش عملکرد گیاه را فراهم می‌سازد. ورمی‌کمپوست وزن مخصوص ظاهری کم دارد و با سطح ویژه بسیار مطلوب (بیش از ۵۰ میلی‌اکی‌والان در یک صد گرم) قابلیت نگهداری بالای عناصر غذایی را داشته و باعث افزایش حاصلخیزی اراضی می‌شود (الله‌دادی و همکاران، ۱۳۸۶).

پژوهش‌های عمرانی و اصغرنیا (۱۳۸۴) نشان می‌دهد که در فرایند تولید ورمی‌کمپوست به علت افزایش سرعت معدنی شدن، نسبت C/N در مقایسه با ماده آلی اولیه کاهش می‌یابد همچنین در طی این فرآیند میزان عناصر پر مصرف و کم مصرف افزایش می‌یابد به طوری که حاوی ۵ برابر نیتروژن، ۷ برابر فسفر، ۱۱ برابر پتاسیم و ۲ برابر منیزیم و کلسیم تبادلی بیشتر از کود دامی است

همچنین به دلیل وجود آنزیم فسفاتاز در مدفوع کرم خاکی علاوه بر افزایش فعالیت‌های میکروبی، فسفر به صورت قابل دسترس برای گیاه در خاک به وجود می‌آید، از سوی دیگر ورمی‌کمپوست از لحاظ جمعیت میکروبی تنوع فعالیت آن‌ها نسبت به سایر کودهای آلی، بسیار غنی تر بوده بخصوص دارای مقادیر زیادی از قارچ‌ها، اکتیومیست‌ها، باکتری‌ها و جلبک‌ها می‌باشد.

استفاده مستقیم از این کود سبب افزایش فعالیت و جمعیت میکروگانیسم‌های مفید خاک خصوصا باکتری‌هایی همچون هتروتروف‌های تولید کننده ویتامین B_{12} باکتری‌های تولید کننده نیتریت و نیترات مانند آزوسپریلیوم همچنین باکتری‌ها و قارچ‌های حل کننده فسفات مانند میکوریزا می‌شود که این مسئله افزایش حاصلخیزی خاک را به همراه دارد. در نتیجه می‌توان بیان نمود که مسائل فوق سبب برتری ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست معمولی و کودهای دامی می‌گردد (Binet and Trehen, 1992).

در آزمایشی اثر درصدهای مختلف صفر، ۱۰ و ۲۰ ٪ ورمی‌کمپوست در حجم خاک گلدان بر پارامترهای رشد مانند جوانه‌زنی بذور، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه در گیاه گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی با افزایش درصد ورمی‌کمپوست وزن اندام هوایی، وزن خشک و شاخص سطح برگ افزایش یافت بطوریکه بیشترین وزن خشک اندام‌های هوایی مربوط به مصرف میزان ۲۰٪ورمی‌کمپوست در حجم خاک گلدان‌ها بود (Bachman and Metzger, 1998).

در پژوهشی برای بررسی میزان تاثیر مصرف ورمی‌کمپوست بر میزان میوه‌دهی در گیاه گوجه‌فرنگی نشان داده شد که در کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰۰٪ در کاشت گیاه، تعداد میوه ۵ برابر نسبت به عدم مصرف ورمی‌کمپوست افزایش یافت (سماوات، ۱۳۸۰). مواد آلی در خاک از راه ایجاد ساختمان مناسب موجب نفوذ و نگهداری بیشتر آب در خاک شده و در نتیجه خاک را در مقابل فرسایش حفظ کرده (Foth and Trak, 1984; www.Members.com 2002) و علاوه بر کاهش تراکم خاک و تهویه بهتر موجب افزایش ظرفیت نگهداری کاتیون‌ها و افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (Gupta *et al*, 2007). وجود مواد آلی در خاک موجب اصلاح ساختمان آن می‌شود، بدین معنی که مواد آلی به صورت یک عامل چسباننده، ذرات خاک را بهم پیوند داده، بستری نرم و متخلخل برای رشد گیاه آماده می‌سازد. در این صورت از طریق پراکنش بیشتر ریشه گیاهان، افزایش قابلیت نگهداری آب در زمین‌های شنی و اصلاح حالت فیزیکی خاک‌های رسی موجب افزایش آب قابل دسترس گیاه می‌شود (ملکوتی، ۱۳۷۸).

از دیگر ویژگی‌های مهم کودهای آلی تاثیر آنها در اسیدی کردن خاک است. این مواد موجب کاهش pH و در نتیجه اسیدی شدن خاک می‌شوند. عمل مزبور در جذب برخی از عناصر کم مصرف، نظیر آهن، منگنز و روی، که در حالت اسیدی بیشتر قابل جذب می‌باشند، مفید می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۸). هوموس در خاک باعث تشدید فعالیت‌های دیاستازی مانند عمل گلیکولیز می‌گردد و تولید اسید پیروئیک را مساعد می‌سازد، این دو ترکیب در عمل قندسازی گیاهان نقش مثبتی ایفا می‌نمایند (زرین‌کفش، ۱۳۶۸).

۴-۱۱- نتیجه گیری

نتایج آزمایش نشان داد بیشترین عملکرد مربوط به رقم PS با میانگین عملکرد ۳۷/۳۵ تن در هکتار در مقایسه با رقم محلی با میانگین عملکرد ۲۵/۰۴۴ تن در هکتار بود. بیشترین رشد رویشی اندام‌های هوایی در رقم محلی مشاهده شد. بوته‌های گوجه‌فرنگی در رقم PS ۴۹ روز پس از نشاءکاری ۲۰ ٪ گلدهی داشتند و این در حالی بود که در رقم محلی این مرحله تا بیش از ۷۰ روز پس از نشاءکاری به طول انجامید و پس از برداشت ۳ چین از محصول، بوته‌ها به علت سرما و در حالی که هنوز تعدادی زیادی میوه نارس داشتند شروع به خشک شدن کردند.

با ۱۱/۳۸٪ تغذیه کرم طوقه بر روی بوته‌ها استفاده از قارچ *M. anisopliae* به علت کم بودن تعداد آفت نتوانست تاثیر معنی‌داری بر کاهش تغذیه آفت داشته باشد.

قارچ‌ها در دمای بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت بالا بهترین فعالیت را نشان می‌دهند و این در حالی است که در تیر ماه دما تا ۳۹ درجه سانتی گراد بالا رفت و معدل حداکثر درجه حرارت در تیر ماه برابر با ۳۴/۲ درجه سانتی‌گراد بود همچنین در این ماه رطوبت تا ۱۲٪ کاهش پیدا کرد. بنابراین فعالیت قارچ در این شرایط بسیار محدود است.

سطوح ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر رشد اندام‌های هوایی و افزایش عملکرد در گیاه گوجه‌فرنگی داشت. به طوری که عملکرد میوه در هکتار با ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به میزان ۲۰/۰۱٪ نسبت به ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و۴۰/۹۲٪در مقایسه با شاهد افزایش یافت. همچنین مصرف ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست عملکرد گوجه‌فرنگی را به میزان ۱۷/۴۱٪ در مقایسه با شاهد افزایش داد. تاثیر سطوح ورمی‌کمپوست بر وزن خشک اندام‌های هوایی نیز مثبت بود به طوری که وزن خشک اندام‌های هوایی در هر دو رقم با افزایش میزان مصرف ورمی‌کمپوست افزایش یافت. در اکثر برداشت‌ها تفاوت معنی‌داری در وزن میوه برداشت شده بین سطوح صفر و ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده نشد و تفاوت در عملکرد

نهایی بین این ۲ سطح نشان دهنده دوره بیشتر میوه‌دهی در بوته‌هایی بود که ۳ تن در هکتار ورمی‌کمپوست دریافت کرده‌اند.

همچنین معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست در بیشتر نمونه گیری‌ها در صفات وزن خشک اندام‌های هوایی نشان دهنده تاثیر بیشتر سطوح ورمی‌کمپوست بر افزایش وزن اندام‌های هوایی در رقم محلی بود. در حالی که بیشترین اثر متقابل رقم و ورمی‌کمپوست بر تعداد و وزن میوه به دست آمده در رقم PS مشاهده شد.

۴-۱۲- توصیه‌ها و پیشنهادات

با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش استفاده از ورمی‌کمپوست تا ۶ تن در هکتار برای پرورش گیاه گوجه‌فرنگی تاثیر مثبتی بر عملکرد گیاه داشته است.

برای پیشنهاد مصرف ورمی‌کمپوست توصیه می‌شود آزمایشاتی درباره تاثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی در شرایط آبیاری منطقه انجام گیرد تا مشخص گردد با افزایش آبیاری تغییری در عملکرد صورت می‌گیرد یا تمام افزایش محصول به دلیل قابلیت جذب بالای آب در ورمی‌کمپوست بوده است.

ضمائم

جدول ضمیمه ۱- نقشه طرح

$A_1S_1C_1$	$A_1S_2C_2$	$A_1S_1C_3$	$A_1S_2C_1$	$A_1S_1C_2$	$A_1S_2C_3$	$A_2S_1C_2$	$A_2S_2C_1$	$A_2S_1C_3$	$A_2S_2C_2$	$A_2S_2C_3$	$A_2S_1C_1$
$A_1S_2C_2$	$A_1S_1C_3$	$A_1S_2C_3$	$A_1S_1C_1$	$A_1S_2C_1$	$A_1S_1C_2$	$A_2S_2C_1$	$A_2S_1C_2$	$A_2S_1C_3$	$A_2S_2C_3$	$A_2S_2C_2$	$A_2S_1C_1$
$A_2S_1C_3$	$A_2S_2C_1$	$A_2S_2C_3$	$A_2S_1C_1$	$A_2S_1C_2$	$A_2S_2C_2$	$A_1S_1C_2$	$A_1S_2C_3$	$A_1S_2C_2$	$A_1S_2C_1$	$A_1S_1C_1$	$A_1S_1C_3$

A_1. رقم PS

A_2. رقم محلی

S_1. عدم مصرف قارچ

S_2. مصرف قارچ *M. anisopliae*

C_1. عدم مصرف ورمیکمپوست

C_2. ۳ تن در هکتار ورمیکمپوست

C_3. ۶ تن در هکتار ورمیکمپوست

جدول ضمیمه ۲- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجهفرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمیکمپوست در نمونه گیری اول.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگینمربع				
		وزن تر ساقه (گرم در بوته)	وزن تر برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)
بلوک	۲	۱۲۹/۱۵۱	۱۷۹/۲۱۷	۳/۹۲۴	۶/۸۱۲	۱۲۸۳۰۷/۵۶۱
ر قم	۱	۴/۸۲۵	۰/۱۶۹	۰/۳۰۸	۰/۸۳۷	۱۵۷۴۶/۴۸۴
خطای اول	۲	۳۸/۲۶۲	۶۷/۸۷۸	۰/۹۳۲	۴/۰۰۱	۷۵۳۳۶/۳۹۵
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۱/۴۱۶	۰/۰۵۱	۰/۲۱۰	۴/۱۰۱	۷۷۱۹۲/۲۸۲
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۸/۱۹۹	۳/۸۷۴	۰/۰۰۲	۰/۰۸۷	۱۶۴۷/۶۸۳
ورمی کمپوست	۲	۵۹۴/۳۳۵**	۷۳۸/۳۳۱**	۹/۱۰۴**	۳۱/۵۵۵**	۵۹۴۵۷۳/۳۷۸**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۳۱/۲۱۲	۳۱/۲۲۰	۰/۵۰۹	۱/۵۴۲	۲۹۰۸۹/۲
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۱۰۷/۳۷۵	۸۲/۴۶۵	۱/۵۴۲	۴/۴۲۶	۸۳۴۱۴/۹۵۳
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۵۸/۹۶۲	۶۱/۰۶۱	۰/۰۸۸	۳/۳۵۶	۶۳۱۶۴/۳۷۱
خطای دوم	۲۰	۴۷/۳۹۸	۵۳/۹۹۵	۰/۸۰۱	۲/۴۸۶	۴۶۸۳۲/۸۷۵
ضریب تغییرات (درصد)		**۲۵/۹۲**	**۲۴/۹۱**	**۲۵/۷۹**	**۲۶/۳۳**	**۲۶/۳۴**

*و ** به ترتیب معنیدار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۳-میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجهفرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمیکمپوست در نمونه برداری دوم.

		میانگین مربعات				
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر ساقه (گرم در بوته)	وزن تر برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع در بوته)
بلوک	۲	۲۵۳/۵۴۴	۲۹۵/۰۲۷	۰/۸۳۶	۶/۸۸۵	۱۱۵۶۷۵/۲۱۲
ر قم	۱	۶۵۷۷/۴۸۱ *	۶۳۴۳/۳۲۶*	۶۷/۲۱۳	۱۴۹/۱۶۶ *	۲۵۰۶۶۸۶/۲۶۴*
خطای اول	۲	۳۱۷/۱۱	۲۹۲/۰۱۷	۵/۹۰۴	۷/۷۸۲	۱۳۰۷۶۵/۶۰۶
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۵۶/۵۷۵	۱۱۱/۸۳۱	۱/۵۵	۴/۰۹۴	۶۸۸۱۷/۸۱۲
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۶۴/۰۸	۲۰۹/۹۱۲	۳/۴۴۱	۱/۸۵۹	۳۱۲۱۶/۴۷۸
ورمی کمپوست	۲	۲۰۱۷/۵۶۵ **	۱۵۸۶/۴۱ **	۵۵/۹۹۲ **	۳۶/۴۸۹ **	۶۱۳۱۲۴/۸۹۰**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۶۸۸/۱۹۱ **	۵۷۸/۷۶۲	۳/۲۷۹	۱۴/۶۰۹	۲۴۵۴۴۰/۳۰۱
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۱۷۰/۸۵۶	۱۲۷/۳۰۷	۳/۳۹۹	۲/۸۶۶	۴۸۱۸۲/۹۲۵
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۹۳/۲۱۳	۱۴۸/۶۲۰	۱/۲۷۴	۴/۲۷۲	۷۱۷۷۲/۵۴۹
خطای دوم	۲۰	۹۵/۳۳۳	۱۷۹/۰۴۷	۱/۰۶۸	۴/۶۱۴	۷۷۵۴۷/۰۴۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۴/۷۶	۱۸/۸۹	۱۲/۲	۱۹/۵۸	۱۹/۵۸

*و ** به ترتیب معنیدار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۴- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجهفرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمیکمپوست در نمونهگیری دوم.

تیمار	وزن تر ساقه (گرم در بوته)	وزن تر برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	سطح برگ (سانتی‌مترمربع در بوته)
رقم					
PS	۵۲/۶۵۲ b	۵۷/۵۶۲ b	۷/۱۰۳ a	۸/۹۳۴ b	۱۱۵۸/۱۴۹b
محلی شاهرود	۷۹/۶۸۶ a	۸۴/۱۱۱ a	۹/۸۳۶ a	۱۳/۰۰۶ a	۱۶۸۵/۹a
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا					
شاهد	۶۴/۹۱۵ a	۶۹/۰۷۴ a	۸/۲۶۲ a	۱۰/۶۳۳ a	۱۳۷۸/۳۰۳a
مصرف قارچ	۶۷/۴۲۲ a	۷۲/۵۹۹ a	۸/۶۷۷ a	۱۱/۳۰۷ a	۱۴۶۵/۷۴۷a
ورمی کمپوست					
شاهد	۵۴/۶۳۰ c	۵۷/۶۶۵ b	۶/۲۸۳ c	۸/۹۸۵ b	۱۱۶۴/۷۱۸b
۳ تن در هکتار	۶۳/۶۷۵b	۷۵/۹۷۷ a	۸/۵۲۳ b	۱۱/۶۷۰ a	۱۵۱۲/۷۵۱a
۶ تن در هکتار	۸۰/۲۰۱ a	۷۸/۸۶۷ a	۱۰/۶۰۲ a	۱۲/۲۵۵ a	۱۵۸۸/۶۰۶a

جدول ضمیمه ۵- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجهفرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمیکمپوست در نمونهگیری سوم.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز
بلوک	۲	۱۳۶۰/۲۴۹	۱۱۶۷/۵	۲/۵۲۱	۲۳/۱۴۶	۳۱۵۰۴۲/۴۱۳	۲/۳۳۳
ر قم	۱	۱۶۹۰۵/۴۵۹ *	۸۵۱۴/۹۸۲ *	۲۸۳/۰۲۵ *	۲۱۹/۸۳۰	۲۹۹۲۱۳۸/۹۵۰	۱۲۶۰/۲۵۰ **
خطای اول	۲	۳۴۹/۳۱۲	۲۶۷/۶۷۳	۶/۶۴۳	۲۶/۳۹۶	۳۵۹۲۷۱/۶۶۵	۲/۳۳۳
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۳۴۰/۵۶۲	۵۱۱/۲۱۲	۰/۰۰۸	۲۱/۸۷۱	۲۹۷۶۹۰/۲۱۲	۰/۶۹۴
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۵۵/۴۸۸	۱۶۹/۸۶۸	۱۴/۸۴۸	۴/۱۰۷	۵۵۹۰۲/۲۶۸	۰/۶۹۴
ورمی کمپوست	۲	۹۴۴۱/۸۹۵ **	۶۰۹۴/۲۲۹ **	۱۹۹/۸۱۱ **	۱۵۵/۵۲۸ **	۲۱۱۶۹۱۱/۶۰۸ **	۱۱۳/۲۵ **
رقم*ورمی کمپوست	۲	۳۴۷/۳۰۷	۲۴۷/۳۹۷	۱۵/۴۸۷	۱۰/۹۱۴	۱۴۸۵۵۶/۱۵۵	۱۱۳/۲۵**
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۸۰/۳۲۹	۲۳۳/۶۱۲	۳/۷۹۷	۲/۵۵۷	۳۴۸۰۱/۰۱۹	۰/۵۲۸
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۲۸۴/۹۱۱	۱۸۲/۹۶۷	۶/۱۸۰	۲/۱۸۸	۲۹۷۷۸/۹۲۹	۰/۵۲۸
خطای دوم	۲۰	۳۱۱/۶۳۷	۳۷۲/۴۲۸	۵/۳۶۲	۷/۷۹۷	۱۰۶۱۲۴/۰۷۴	۱/۶۳۳
ضریب تغییرات (درصد)		**۱۴/۰۵**	**۱۲/۸۶**	**۱۲/۷۹**	**۱۱/۲۷**	**۱۱/۲۷**	**۲۱/۶**

*و ** به ترتیب معنیدار در سطح ۵٪و۱٪

ادامه جدول ضمیمه ۵- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری سوم.

منابع تغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز
بلوک	۲	۹۱۳/۵۴۶	۴/۲۴۳
ر قم	۱	۴۸۰۸۹۸/۳۲۷ **	۲۸۹۷/۸۴۸ **
خطای اول	۲	۹۱۳/۵۴۶	۴/۲۴۳
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۴۶۶/۷۷۶	۸/۹۳۰
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۴۶۶/۷۷۶	۸/۹۳۰
ورمی کمپوست	۲	۳۴۳۸۱/۰۵۴ **	۱۳۹/۵۱۶ **
رقم*ورمی کمپوست	۲	۳۴۳۸۱/۰۵۴**	۱۳۹/۵۱۶**
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۴/۹۸	۸/۲۴۹
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۴/۹۸	۸/۲۴۹
خطای دوم	۲۰	۸۵۷/۴۹۷	۴/۷۲۱
ضریب تغییرات (درصد)		**۲۵/۳۴**	**۲۴/۲۲**

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۶- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری سوم.

تیمار	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز
رقم								
PS	۱۰۴/۰۱۶b	۱۳۴/۶۸۴b	۱۵/۳۰۲b	۲۲/۳۰۶a	۲۶۰۲/۳۷۶a	۱۱/۸۳۳a	۲۳۱/۱۵۶a	۱۷/۹۴۴a
محلی شاهرود	۱۴۷/۳۵۶a	۱۶۵/۴۴۳a	۲۰/۹۱۰a	۲۷/۲۴۸a	۳۱۷۸/۹۶۹a	۰/۰۰b	۰/۰۰b	۰/۰۰b
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا								
شاهد	۱۲۲/۶۱۰a	۱۴۶/۲۹۵a	۱۸/۰۹۲a	۲۳/۹۹۸a	۲۷۹۹/۷۳۷a	۵/۷۷۸a	۱۱۱/۰۷۷a	۸/۴۷۴a
مصرف قارچ	۱۲۸/۷۶۲a	۱۵۳/۸۳۲a	۱۸/۱۲۱a	۲۵/۵۵۷a	۲۹۸۱/۶۰۷a	۶/۰۵۶a	۱۱۹/۱۷۹a	۹/۴۷a
ورمی کمپوست								
شاهد	۱۰۳/۹۱۴b	۱۳۵/۷۲۴b	۱۵/۱۰۹b	۲۲/۲۲b	۲۵۹۲/۳۲۹b	۳/۶۶۷b	۷۴/۶۱۳b	۶/۷۵۶b
۳ تن در هکتار	۱۱۵/۸۰۴b	۱۳۸/۴۲۷b	۱۶/۴۵۶b	۲۳/۲۱۷b	۲۷۰۸/۷۰۵b	۴/۶۶۷b	۹۵/۹۷۹b	۷/۲۶۲b
۶ تن در هکتار	۱۵۷/۳۴۰a	۱۷۶/۰۳۸a	۲۲/۷۵۳a	۲۸/۸۹۴a	۳۳۷۰/۹۸۲a	۹/۴۱۷a	۱۷۶/۱۴۲a	۱۲/۸۹۸a

جدول ضمیمه ۷- اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر صفات اندازه گیری شده در نمونه گیری سوم.

رقم	ورمی کمپوست	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز
PS	C1	۸۱/۳۶۵	۱۱۹/۸۴۲	۱۲/۰۲۸	۱۹/۲۳۸	۲۲۴۴/۴۶۸	۷/۳۳۳c	۱۴۹/۲۲۷c	۱۳/۵۱۲b
	C2	۸۹/۲۴۷	۱۱۸/۷۸	۱۲/۶۸	۲۰/۱۵۷	۲۳۵۱/۶۰۷	۹/۳۳۳b	۱۹۱/۹۵۸b	۱۴/۵۲۳b
	C3	۱۴۱/۴۳۵	۱۶۵/۴۳	۲۱/۱۹۸	۲۷/۵۲۳	۳۲۱۱/۰۵۲	۱۸/۸۳۳a	۳۵۲/۲۸۳a	۲۵/۷۹۷a
محلی	C1	۱۲۶/۴۶۳	۱۵۱/۶۰۷	۱۸/۱۹	۲۵/۲۰۲	۲۹۴۰/۱۹	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰c
	C2	۱۴۲/۳۶	۱۵۸/۰۷۵	۲۰/۲۳۲	۲۶/۲۷۸	۳۰۶۵/۸۰۳	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰c
	C3	۱۷۳/۲۴۵	۱۸۶/۶۴۷	۲۴/۳۰۸	۳۰/۲۶۵	۳۵۳۰/۹۱۳	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰c

C1. عدم مصرف ورمی کمپوست

C2. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست

C3. مصرف ۶ تن در هکار ورمی کمپوست

جدول ضمیمه ۸- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری چهارم.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز
بلوک	۲	۴۳۹۰/۶۵۷	۲۷۰۵/۷۹۳	۱۶۳/۵۳۳	۷۳/۶۹	۹۳۹۳۲۵/۰۸۸	۱/۰۸۳	۷۲۸۵/۷۶۲
ر قم	۱	۴۰۴۱۲/۳۹۴*	۳۳۸۰۰/۸۲*	۸۰۶/۹۳۹*	۱۰۱۸/۹۹۳*	۱۲۹۸۹۲۵۰/۳۷۲*	۱۱۷/۳۶۱*	۷۰۹۲۸۱/۱۶*
خطای اول	۲	۵۸۲/۳۴۱	۴۶۱/۲۳۷	۱۲/۵۳۲	۱۴/۵۷۳	۱۸۵۷۷۰/۰۱۹	۳/۶۹۴	۲۰۹۲۸/۸۵۱
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۰/۴۲۹	۲۲۹/۴۲۱	۰/۳۰۳	۶/۰۶	۷۷۲۴۴/۹۷۹	۱/۳۶۱	۷۹۲۷/۸۲۵
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۱۱۱/۶۱۹	۵۲/۰۸	۱۶	۲/۴۰۸	۳۰۶۹۱/۵۳	۰/۲۵	۳۰۲۳/۳۵۲
ورمی کمپوست	۲	۲۶۰۲۱/۶۸۸**	۲۵۳۰۷/۲۶۵**	۸۶۵/۵۵۷**	۸۰۴/۴۸۱**	۱۰۲۵۴۸۳۶/۲۰۴**	۳۳/۳۳۳**	۱۷۸۴۵۳/۷۳۸**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۷۶۶۴/۹۸۶**	۵۱۵۶/۲۳۱*	۱۹۱/۸۷۳**	۱۵۶/۶۱۴*	۱۹۹۶۳۸۲/۶۲۲*	۱/۴۴۴	۶۸۱۷/۸۹۷
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۲۹/۴۹۷	۱۵۲/۴۵۹	۲/۰۶۶	۴/۶۴۹	۵۹۲۵۹/۹۸۸	۴/۷۷۸	۳۳۱۱۹/۱۱۸
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۱۵۲/۱۴۴	۴۵/۲۹۵	۵/۳۴۶	۰/۶۱۱	۷۷۸۹/۱۸۴	۱/۳۳۳	۹۶۸۱/۳۵۹
خطای دوم	۲۰	۸۹۶/۹۳۲	۱۰۰۴/۴۶۷	۲۵/۰۵۱	۲۷/۸۵۵	۳۵۵۰۶۹/۶۱۲	۳/۱۲۲	۱۶۴۷۲/۳۴
ضریب تغییرات (درصد)		**۱۵/۸۸**	**۱۶/۷۴**	**۱۴/۷**	**۱۶/۴۴**	**۱۶/۴۴**	**۲۵/۵۵**	**۲۳/۳۵**

*و ** به ترتیب معنیدار در سطح ۵٪و۱٪

ادامه جدول ضمیمه ۸- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری چهارم.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
بلوک	۲	۵۵/۲۰۲	۷/۸۶۱	۱۰۱۷۸۴/۸۲۱	۱۱۷۵/۴۸۵
ر قم	۱	۶۲۵۴/۷۰۱*	۱۱۰۰/۰۲۸**	۱۳۶۷۵۵۸۶/۰۵۱**	۱۳۲۶۶۵/۹۲۴**
خطای اول	۲	۱۷۹/۵۲۶	۷/۸۶۱	۱۰۱۷۸۴/۸۲۱	۱۱۷۵/۴۸۵
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۱۸/۲۶۱	۰/۲۵	۱۸۱۰/۰۸۱	۲۸/۶۵۸
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۲۱/۶۲۲	۰/۲۵	۱۸۱۰/۰۸۱	۲۸/۶۵۸
ورمی کمپوست	۲	۱۶۵۵/۵۹۴**	۳۹/۳۶۱**	۴۹۲۰۴۷/۷۳۲**	۴۴۶۵/۸۶۰**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۸۶/۳۸۵	۳۹/۳۶۱**	۴۹۲۰۴۷/۷۳۲**	۴۴۶۵/۸۶۰**
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۲۶۱/۰۱۶	۳/۲۵	۴۱۶۱۱/۰۲۶	۴۵۵/۹۶۷
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۷۰/۸۰۲	۳/۲۵	۴۱۶۱۱/۰۲۶	۴۵۵/۹۶۷
خطای دوم	۲۰	۱۴۳/۱۷۲	۱/۸۲۸	۲۲۹۸۴/۰۴۳	۲۰۵/۴۱۳
ضریب تغییرات (درصد)		**۲۲/۹۹**	**۲۴/۴۶**	**۲۴/۶**	**۲۳/۶۱**

*و ** به ترتیب معنیدار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۹- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری چهارم.

تیمار	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
رقم											
PS	۱۵۵/۱۰۳b	۱۵۸/۶۳۹b	۲۹/۳۰۸b	۲۶/۷۹۱b	۳۰۲۴/۷۳۶b	۸/۷۲۲a	۶۹۰/۰۰۲a	۶۵/۲۲۷a	۱۱/۰۵۶a	۱۲۳۲/۶۸۴a	۱۲۱/۴۱۱a
محلی شاهرود	۲۲۲/۱۱۳a	۲۱۹/۹۲۳a	۳۸/۷۷۷a	۳۷/۴۳۱a	۴۲۲۶/۰۸۹a	۵/۱۱۱b	۴۰۹/۲۷۲b	۳۸/۸۶۵b	۰/۰۰b	۰/۰۰b	۰/۰۰b
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا											
شاهد	۱۸۸/۷۱۷a	۱۸۶/۷۵۷a	۳۴/۱۳۴a	۳۱/۷۰۱a	۳۵۷۹/۰۹۱a	۶/۷۲۲a	۵۳۴/۷۹۷a	۵۱/۳۳۴a	۵/۴۴۴a	۶۹/۲۵۱a	۵۹/۸۱۳a
مصرف قارچ	۱۸۸/۴۹۹a	۱۹۱/۸۰۶a	۳۳/۹۵۱a	۳۲/۵۲۱a	۳۶۷۱/۷۳۴a	۷/۱۱۱a	۵۶۴/۴۷۷a	۵۲/۷۵۸a	۵/۶۱۱ a	۶۲۳/۴۳۳a	۶۱/۵۹۸a
ورمی کمپوست											
شاهد	۱۴۲/۹۲۸c	۱۴۴/۶۳۲c	۲۵/۵۵۶c	۲۴/۲۴۴c	۲۷۳۷/۲۴c	۵/۲۵c	۴۲۱/۱۱۳b	۳۹/۸۳۷c	۳/۵۸۳c	۳۹۸/۹۵۳c	۳۹/۸۲۹c
۳ تن در هکتار	۱۸۶/۸۸۳b	۱۸۶/۸۳۲b	۳۴/۰۳۱b	۳۱/۵۰۲b	۳۵۵۶/۷۲۹b	۶/۹۱۷b	۵۶۴/۰۷۵a	۵۳/۰۳۶b	۵/۸۳۳b	۶۵۰/۴۶۷b	۶۴/۴۱۴b
۶ تن در هکتار	۲۳۶/۰۱۳a	۲۳۶/۳۸a	۴۲/۵۴۲a	۴۰/۵۸۶a	۴۵۸۲/۲۶۸a	۸/۵۸۳a	۶۶۳/۷۲۲a	۶۳/۲۶۶a	۷/۱۶۷a	۷۹۹/۶۰۶a	۷۷/۸۷۳a

جدول ضمیمه ۱۰ اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر صفات اندازه گیری شده در نمونه گیری چهارم.

رقم	ورمیکمپوست	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز
PS	C1	۱۲۸/۴۲۸d	۱۲۸/۴۴۲d	۲۳/۴۶۲d	۲۱/۴۷۵d	۲۴۲۴/۵۹۲d	۶/۶۶۷	۵۳۴/۰۲۲
	C2	۱۶۳/۰۵cd	۱۶۵/۴۸۸cd	۳۱/۲cd	۲۷/۷۶۵cd	۳۱۳۴/۷۵۳cd	۸/۸۳۳	۷۱۹/۸۳۲
	C3	۱۷۳/۸۲۷c	۱۸۱/۹۸۸bc	۳۳/۲۰۷bc	۳۱/۱۳۲bc	۳۵۱۴/۸۶۲bc	۱۰/۶۶۷	۸۱۹/۱۵۲
محلی	C1	۱۵۷/۴۲cd	۱۶۰/۸۲۲cd	۲۷/۶۵cd	۲۷/۰۱۳cd	۳۰۴۹/۸۸۸cd	۳/۸۳۳	۳۰۸/۲۰۵
	C2	۲۱۰/۷۱۲b	۲۰۸/۱۷۵b	۳۶/۸۰۵b	۳۵/۲۴b	۳۹۷۸/۷۰۵b	۵	۴۰۸/۳۱۸
	C3	۲۹۸/۲a	۲۹۰/۷۷۲a	۵۱/۸۷۷a	۵۰/۰۴a	۵۶۴۹/۶۷۳a	۶/۵	۵۱۱/۲۹۳

C1. عدم مصرف ورمی کمپوست

C2. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست

C3. مصرف ۶ تن در هکار ورمی کمپوست

ادامه جدول ضمیمه ۱۰- اثر متقابل رقم و ورمی کمپوست بر صفات اندازه گیری شده در نمونه گیری چهارم.

رقم	ورمی کمپوست	وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
PS	C1	۴۹/۹۳۵	۷/۱۶۷c	۷۹۷/۹۰۷c	۷۹/۶۵۸c
	C2	۶۸/۰۲۵	۱۱/۶۶۷b	۱۳۰۰/۹۳۳b	۱۲۸/۸۲۸b
	C3	۷۷/۷۲۲	۱۴/۳۳۳a	۱۵۹۹/۲۱۲a	۱۵۵/۷۴۷a
محلی	C1	۲۹/۷۳۸	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d
	C2	۳۸/۰۴۷	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d
	C3	۴۸/۸۱۰	۰/۰۰d	۰/۰۰d	۰/۰۰d

C1. عدم مصرف ورمی کمپوست

C2. مصرف ۳ تن در هکتار ورمی کمپوست

C3. مصرف ۶ تن در هکار ورمی کمپوست

جدول ضمیمه ۱۱- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری پنجم.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز
بلوک	۲	۵۰۵/۱۷۹	۳۴۷/۷۵۸	۱۲/۳۸۷	۱۳/۸۸۶	۷۶۱۹۶/۰۲۴	۴/۳۳۳
ر قم	۱	۹۵۸۲۸/۴۲۳**	۹۶۲۶۱/۲۷۱**	۲۳۴۰/۶۲۴**	۳۷۷۴/۸۷۴**	۲۰۷۱۲۶۷۶/۵۴۳**	۱۲۴/۶۹۴**
خطای اول	۲	۴۵۵/۳۱۲	۴۲۵/۶۷۸	۶/۸۸	۲۲/۳۳۳	۱۲۲۵۳۹/۱۳۱	۰/۴۴۴
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۶/۲۷۵	۲۶/۱۸	۱/۱۳۱	۷/۸۰۳	۴۲۸۱۲/۴۵۳	۰/۲۵
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۱/۱۲	۴۰/۸۳۲	۰	۲/۲۶	۱۲۳۹۹/۹۳۲	۰/۰۲۸
ورمی کمپوست	۲	۳۷۴۳/۵۲۸**	۳۱۷۱/۷۲۸**	۳۶/۲۹۶**	۱۱۳/۴۴۳**	۶۲۲۴۵۶/۴۷۶**	۳۳/۲۵**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۵۵۵/۰۰۶*	۱۰۴۸/۵۶۲*	۱۸/۷۵۱*	۸۹/۴۷**	۴۹۰۹۱۹/۹۲**	۲/۸۶۱
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۷۱/۰۲۵	۱۰۳/۷۶۴	۶/۶۹۸	۴/۰۹۷	۲۲۴۸۱/۷۲۴	۱/۰۸۳
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۲۶۸/۴۹۹	۴۱	۰/۰۰۲	۴/۳۳۵	۲۳۷۸۵/۳۴	۰/۰۲۸
خطای دوم	۲۰	۱۵۳/۵۹۷	۲۱۴/۵۹۷	۵/۳۵۸	۱۲/۲۸	۶۷۳۸۱/۰۷۸	۲/۶۸۹
ضریب تغییرات (درصد)		**۶/۲۱**	**۷/۶۱**	**۸/۱۱**	**۸/۲۶**	**۸/۲۶**	**۲۴/۲۹**

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪و۱٪

ادامه جدول ضمیمه ۱۱- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری پنجم.

منابع تغییر	درجهآزادی	میانگین مربعات				
		وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
بلوک	۲	۸۵۶۷۶/۹۳۳	۲۵۶۴/۶۴۶	۱/۰۸۳	۵۷۲۰۲/۵۳۹	۲۴۲۸/۴۷۶
ر قم	۱	۷۵۲۲۴۳/۹۸۶**	۳۲۳۱۰/۳۰۲**	۱۶۰/۴۴۴*	۶۷۴۳۰۶/۴۶۶	۳۰۱۸۳/۸۵۲
خطای اول	۲	۳۸۴۳/۷۴۶	۲۷۷/۴۰۲	۴/۳۶۱	۱۱۷۸۷۵/۰۲۹	۶۴۵۹/۲۲
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۱۸۸۷۲/۳۴۸	۱۴۹۶/۳۴۹	۱	۱۵۵۲/۲۳	۶/۱۰۹
رقم*قار متارایزیوم	۱	۴/۸۱۱	۴۲/۵۱۹	۰/۱۱۱	۸۹۰/۱۲۹	۱۷۶/۸۴۶
ورمی کمپوست	۲	۲۹۴۰۹۷/۸۳۱**	۱۰۹۶۲/۸۰۹**	۲۹/۲۵**	۳۹۷۶۷۲/۳۲۶**	۲۵۰۳۱/۳۷**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۸۱۱۱۹/۱۷۷	۳۲۱۵/۸۳۲	۴/۶۹۴*	۱۵۸۱۳/۱۱۸	۱۰۳۷/۸۸۲
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۳۲۳۲۲/۵۳۵	۵۹۵/۳۳۷	۱/۰۸۳	۶۰۹۴۸/۷۴۵	۲۷۳۶/۱۹۶
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۴۸۹۵/۱۴۹	۹۶/۶۱۰	۱/۸۶۱	۱۰۵۲۵/۱۶۶	۳۶۲/۶۱۸
خطای دوم	۲۰	۴۰۹۶۱/۵۹۴	۱۱۶۳/۷۳۵	۱/۱۸۹	۱۸۹۹۷/۳۲۷	۱۲۲۴/۲۳۴
ضریب تغییرات (درصد)		**۲۹/۵۶**	**۲۴/۵۶**	**۱۳/۰۸**	**۱۴/۳۷**	**۱۶/۴۹**

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۱۲- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری پنجم.

تیمار	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
رقم											
PS	۱۴۸/۰۵۴b	۱۴۰/۷۶۲b	۲۰/۴۸۳b	۳۲/۱۷۸b	۲۳۸۲/۵۷۹b	۸/۶۱۱a	۸۲۹/۳۳۳a	۱۶۸/۸۷۹a	۱۰/۴۴۴a	۱۰۹۵/۸۴۴a	۲۴۱/۱۰۲a
محلی شاهرود	۲۵۱/۲۴۱a	۲۴۴/۱۸۲a	۳۶/۶۰۹a	۵۲/۶۵۸a	۳۹۰۰/۶۱۸a	۴/۸۸۹b	۵۴۰/۲۲۶b	۱۰۸/۹۶۳b	۶/۲۲۲b	۸۲۲/۱۲۳a	۱۸۳/۱۹a
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا											
شاهد	۱۹۹/۲۳a	۱۹۱/۶۱۹a	۲۸/۳۶۹a	۴۱/۹۵۳a	۳۱۰۷/۶۱۳a	۶/۸۳۳a	۷۰۷/۶۷۶a	۱۴۵/۳۶۸a	۸/۱۶۷a	۹۶۵/۵۵a	۲۱۱/۷۳۴a
مصرف قارچ	۲۰۰/۰۶۵a	۱۹۳/۳۲۵a	۲۸/۷۲۳a	۴۲/۸۸۴a	۳۱۷۶/۵۸۴a	۶/۶۶۷a	۶۶۱/۸۸۳a	۱۳۲/۴۷۴a	۸/۵a	۹۵۲/۴۱۷a	۲۱۲/۵۵۸a
ورمی کمپوست											
شاهد	۱۸۲/۲۴۱c	۱۷۶/۸۵۴c	۲۷/۴۵۴b	۳۹/۸۵۳b	۲۹۵۲/۰۹۹b	۵/۳۳۳b	۵۷۳/۸۵۷b	۱۱۶/۱۹۸b	۷/۰۸۳b	۸۳۴/۴۱۸b	۱۷۷/۴۶b
۳ تن در هکتار	۱۹۹/۱۴۷b	۱۹۱/۲۶۱b	۲۷/۶۳۲b	۴۱/۵۷۵b	۳۰۷۹/۶۲۹b	۶/۳۳۳b	۶۱۶/۶۲۷b	۱۲۷/۳۴b	۷/۸۳۳b	۸۷۴/۶۳۲b	۱۹۵/۰۸۵b
۶ تن در هکتار	۲۱۷/۵۵۵a	۲۰۹/۳۰۲a	۳۰/۵۵۲a	۴۵/۸۲۷a	۳۳۹۴/۵۶۷a	۸/۵۸۳a	۸۶۳/۸۵۴a	۱۷۳/۲۲۴a	۱۰/۰۸۳a	۱۱۶۷/۹۰۲a	۲۶۳/۸۹۲a

جدول ضمیمه ۱۳- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری ششم.

منابع تغییر	درجه آزادی	مربعات میانگین					
		وزن تر ساقه (گرم در بوته)	وزن تر برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	تعداد میوه سبز (عدد در بوته)
بلوک	۲	۶۲۳/۴۸۸	۸۸۸/۵۳۳	۵۹/۶۹۳	۴۶/۲۴۴	۲۲۶۵۹۳/۷۸۳	۵.۸۶۱
ر قم	۱	۱۸۸۳۲۷/۰۶۷**	۱۴۵۱۱۲/۷۴۵**	۹۲۰۴/۸۰۳**	۵۳۴۷/۰۲۲*	۲۶۲۰۰۴۰۷/۲۸۴*	۱۳۶/۱۱۱*
خطای اول	۲	۱۲۳۴/۸۲۷	۱۲۵۱/۷۱۲	۲۹/۹۹۷	۷۵/۸۲۵	۳۷۱۵۴۴/۸۹۴	۳/۸۶۱
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۱۵۹۸/۴	۱۴۲۴/۵۵۹	۶۴/۴۰۱	۱۵/۷۳۴	۷۷۰۹۸/۸	۰/۱۱۱
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۱۶۰/۶۹۸	۳۲/۰۳۶	۱۴/۶۵۶	۲/۷۵۶	۱۳۵۰۲/۴۱۹	۵/۴۴۴
ورمی کمپوست	۲	۴۴۶۳۳/۰۲۸**	۲۳۴۲۴/۶۰۷**	۱۳۵۰/۶۰۷**	۸۱۲/۸۰۴**	۳۹۸۲۷۴۱/۲۵۵**	۳۶/۷۷۸**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۶۹۰۷/۶۶۲*	۱۶۶۶/۷۹۲	۱۶۹/۹۵۷**	۹۳/۲۳۷*	۴۵۶۸۵۹/۲۲۱*	۰/۴۴۴
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۳۴۶/۹۱۸	۵۸۹/۷۰۲	۳۰/۴۵۶	۲۱/۰۶	۱۰۳۱۹۱/۶۲۵	۲/۱۱۱
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۱۹۷۲/۳۵۶	۱۰۰۸/۸۴	۶۰/۵۱۹	۲۲/۸۴۶	۱۱۱۹۴۳/۸۵۳	۰/۴۴۴
خطای دوم	۲۰	۱۲۱۷۶/۳۹۴	۵۸۹/۳۱۱	۲۶/۶۱۲	۱۹/۲۴۵	۹۴۳۰۲/۷۳۹	۱/۷۲۸
ضریب تغییرات (درصد)		**۱۱/۲۴**	**۱۱/۱۵**	**۹/۹۳**	**۱۰/۰۸**	**۱۰/۰۸**	**۱۹/۵۵**

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪و۱٪

ادامه جدول ضمیمه ۱۳-میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری ششم.

منابع تغییر	درجه آزادی	مربعات میانگین				
		وزن تر میوه سبز (گرم در بوته)	وزن خشک میوه سبز (گرم در بوته)	تعداد میوه رسیده (عدد در بوته)	وزن تر میوه رسیده (گرم در بوته)	وزن خشک میوه رسیده (گرم در بوته)
بلوک	۲	۱۰۱۷۸۵/۵۲۵	۴۶۲۵/۳۹۲	۰/۰۲۸	۵۹۳۸/۴۹۷	۵۱۰/۱۵۵
ر قم	۱	۵۲۳۲۴۴/۸۸۲*	۵۵۸۱/۵۸۴	۰/۶۹۴	۳۲۴۱۶۱/۳۱۵	۳۷۳۰۴/۳۴۹*
خطای اول	۲	۱۵۲۴۵/۹۹۴	۱۱۴۸/۷۰۲	۰/۸۶۱	۱۸۴۲۸/۱۰۱	۷۵۶/۳۸۸
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۳۰۶۵/۸۳۷	۸۸/۹۲۵	۰/۲۵	۴۸۰/۴۱۴	۱۶/۵۹۲
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۸۹۴۷۶/۷۵۳	۴۰۸۳/۶۳۷*	۰/۲۵	۷۳۱۶/۸۰۵	۲۰۵/۲۵۳
ورمی کمپوست	۲	۴۱۳۰۰۱/۴۹۹**	۱۰۷۱۶/۳۴۸**	۱۳/۵۲۸**	۲۳۴۹۸۲/۳۶۴**	۷۶۲۴/۹۳۷**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۲۷۲۳۶/۵۹۳	۱۹۵/۲۶۲	۰/۰۲۸	۱۳۹۳۴/۸۱۶	۴۵۴/۲۲۱
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۴۲۱۶۶/۴۵	۱۳۸۱/۷۱۳	۱/۰۸۳	۷۰۰۵/۹۷	۱۶۱/۴۵۷
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۹۰۳/۴	۶۷/۴۴۳	۰/۵۸۳	۸۹۴۲/۰۶۶	۳۳۴/۸۸۳
خطای دوم	۲۰	۳۶۹۸۴/۱۶۵	۷۳۷/۴۴۱	۰/۶۴۴	۸۸۶۴/۰۸۶	۳۱۶/۲۸۱
ضریب تغییرات (درصد)		**۲۶/۴۴**	**۱۹/۹۹**	**۲۰/۷۹**	**۱۹/۵۵**	**۱۸/۳۷**

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۱۴- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری ششم.

تیمار	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
رقم											
PS	۱۴۷/۱۱۳b	۱۵۴/۲۸۷b	۳۵/۹۷۱b	۳۱/۳۴۶b	۲۱۹۴/۱۸۹b	۸/۶۶۷a	۸۴۷/۸۰۵a	۱۴۸/۲۶۸a	۳/۷۲۲a	۳۸۶/۶۷۹a	۶۴/۶۲۱b
محلی شاهرود	۲۹۱/۷۶۵a	۲۸۱/۲۶۶a	۶۷/۹۵۲a	۵۵/۷۲a	۳۹۰۰/۴a	۴/۷۷۸b	۶۰۶/۶۸۶b	۱۲۳/۶۳۴a	۴a	۵۷۶/۴۶۳a	۱۲۹/۰۰۲a
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا											
شاهد	۲۱۲/۷۷۷a	۲۱۱/۴۸۶a	۵۰/۶۲۴a	۴۲/۸۷۲a	۳۰۰۱/۰۱۷a	۶/۶۶۷a	۷۱۸/۰۱۷a	۱۳۴/۲۴۴a	۳/۷۷۸a	۴۸۵/۲۲۴a	۹۷/۴۹۱a
مصرف قارچ	۲۲۶/۱۰۴a	۲۲۴/۰۶۷a	۵۳/۲۹۹a	۴۴/۱۹۴a	۳۰۹۳/۵۷۲a	۶/۷۷۸a	۷۳۶/۴۷۴a	۱۳۷/۳۸۸a	۳/۹۴۴a	۴۷۷/۹۱۸a	۹۶/۱۳۳a
ورمی کمپوست											
شاهد	۱۷۶/۰۸۷c	۱۷۵/۹۱۳c	۴۱/۲۳۸c	۳۵/۶۴۳c	۲۴۹۴/۹۷۵c	۵c	۵۶۴/۶۱۲b	۱۰۹/۰۳۹b	۳/۱۶۷b	۳۸۷/۲۴۵b	۸۰/۳۷۲b
۳ تن در هکتار	۲۱۹/۹۰۲b	۲۱۳/۴۵۷b	۵۲/۱۹۳b	۴۲/۸۹۱b	۳۰۰۲/۳۵۸b	۶/۶۶۷b	۶۸۷/۸۱۶b	۱۳۰/۳۵۶b	۳/۳۳۳b	۴۱۵/۱۱۷b	۸۴/۲۲۹b
۶ تن در هکتار	۲۶۲/۳۳۲a	۲۶۳/۹۶a	۶۲/۴۵۳a	۵۲/۰۶۵a	۳۶۴۴/۵۵a	۸/۵a	۹۲۹/۳۰۸a	۱۶۸/۰۵۳a	۵/۰۸۳a	۶۴۲/۳۵۲a	۱۲۴/۸۳۳a

جدول ضمیمه ۱۵-میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری هفتم.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر ساقه	وزن تربرگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز
بلوک	۲	۱۰۹/۵۷۹	۲۰۴/۱۱۱	۱۰/۳۵۶	۶/۰۹۶	۴۰۸۶۱/۳۳۹	۱/۱۹۴	۱۰۵۱۸/۹۷۴
ر قم	۱	۱۶۳۳۶۰/۱۲۸	۱۶۸۰۶۳/۰۹۶	۸۶۱۳/۶۹۶	۱۱۴۸۲/۹۰۸	۷۶۹۶۸۹۱۹/۵۷۹	۵/۴۴۴ *	۶۷۳۴۴/۵۷۴ *
خطای اول	۲	۱۳۱۷۹/۱۹۶	۱۱۷۱۰/۶۹۶	۵۰۱/۴۱۰	۷۲۶/۸۳۲	۴۸۷۱۸۸۹/۳۴۶	۰/۱۹۴	۱۶۲۶/۳۲۰
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۱۳۲/۸۲۶	۰/۵۴۵	۱/۹۲۳	۲/۰۸۸	۱۳۹۹۵/۶۱۴	۴	۲۶۶۰۲/۱۵۱
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۲۹/۶۱۲	۰/۸۹۳	۰/۰۲۷	۱/۶۳۴	۱۰۹۵۲/۹۹۹	۰/۱۱۱	۵۶۷/۴۷۲
ورمی کمپوست	۲	۱۹۱۵۵/۱۶۹**	۱۳۸۷۳/۰۸۰ **	۶۰۱/۵۰۹ **	۷۰۴/۹۶۹ **	۴۷۲۵۳۶۵/۸۵۶ **	۱۰/۱۱۱ **	۷۳۵۷۳/۰۷۰ **
رقم*ورمی کمپوست	۲	۱۶۱۸/۹۰۲	۱۴۹۸/۶۵۱	۴۴/۷۱۸	۵۸/۳۹۰	۳۹۱۳۸۲/۴۴۳	۰/۱۱۱	۶۴۸۷/۰۶۳
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۳۱/۷۲۵	۲۸۸/۳۰۱	۶/۱۵۴	۱۴/۷۷۰	۹۸۹۹۹/۴۲۹	۲/۳۳۳	۳۵۳۹۰/۹۸۸
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۴۲۳/۵۴۰	۱۱۰۴/۶۷۵	۳۱/۶۰۵	۷۶/۷۸۳	۵۱۴۶۶۶/۸۴۱	۰/۱۱۱	۴۷۷۴/۵۵۴
خطای دوم	۲۰	۷۴۳/۴۸۵	۶۸۰/۹۲۱	۲۴/۷۳۴	۳۱/۲۴۷	۲۰۹۴۴۹/۰۳۵	۰/۹۶۱	۱۷۸۶۱۳/۵۸۳
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۰۲	۱۲/۸۳	۱۱/۰۹	۱۱/۱۰	۱۱/۱۰	۲۲/۰۶	۲۳/۱۸

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪و۱٪

ادامه جدول ضمیمه ۱۵- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری هفتم.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
بلوک	۲	۲۶۸/۸۱۰	۳/۶۹۴	۳۸۹۴۲/۴۵۲	۹۰۵/۰۶۶
ر قم	۱	۱۱۱۴/۴۴۷**	۸۴/۰۲۸*	۸۸۳۵۹۳/۷۶۵	۲۳۷۳۶/۵۳۸
خطای اول	۲	۱۰/۸۳۸	۳/۶۹۴	۵۵۲۰۱۰/۰۸۲	۱۵۰۹/۸۲۸
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۲۴۴/۷۱۴	۲/۲۵۰	۲۳۸۸۰/۵۵۵	۵۲۲/۱۲۲
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۱/۳۹۲	۰/۰۲۸	۱۸۷/۲۳۳	۱۱/۷۶۵
ورمی کمپوست	۲	۱۳۹۶/۲۷۰**	۱۵/۳۶۱**	۱۶۴۶۷۲/۲۷۷**	۴۱۹۹/۳۳۰**
رقم*ورمی کمپوست	۲	۱۰۲/۷۸۵	۵/۳۶۱	۶۴۰۷۱/۷۹۴	۱۲۱۵/۷۸۲
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۲۴۳/۲۴۸	۰/۰۸۳	۱۰۸۱/۵۴۱	۲۹/۶۰۲
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۷۰/۸۹۱	۰/۱۹۴	۳۶۰۱/۵۴۰	۵۲/۹۶۱
خطای دوم	۲۰	۲۱۴/۵۸۰	۲/۳۲۸	۲۴۵۶۴/۳۶۷	۵۷۳/۱۳۲
ضریب تغییرات (درصد)		۲۵/۲۲	۲۹/۳۷	۲۷/۱۱	۲۴/۵۸

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۱۶-مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری هفتم.

تیمار	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد میوه سبز	وزن تر میوه سبز	وزن خشک میوه سبز	تعداد میوه رسیده	وزن تر میوه رسیده	وزن خشک میوه رسیده
رقم											
PS	۱۵۹/۴۰۶ a	۱۳۵/۰۰۱ a	۲۹/۳۶۹ a	۳۲/۵ a	۲۶۶۰/۸۱۴ a	۴/۰۵۶b	۳۶۴/۴۵۱b	۵۲/۵۱۸b	۶/۷۲۲a	۷۳۴/۸۵۴a	۱۲۳/۰۹۴a
محلی شاهرود	۲۹۴/۱۳۲ a	۲۷۱/۶۵۲ a	۶۰/۳۰۶ a	۶۸/۲۱۹ a	۵۵۸۵/۲۱۲ a	۴/۸۳۳a	۴۵۰/۹۵۳a	۶۳/۶۴۶a	۳/۶۶۷b	۴۲۱/۵۲۲a	۷۱/۷۳۹a
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا											
شاهد	۲۲۴/۸۴۸ a	۲۰۳/۴۴۹ a	۴۴/۶۰۷ a	۵۰/۱۱۹ b	۴۱۰۳/۲۹۶ a	۴/۱۱۱a	۳۸۰/۵۱۸a	۵۵/۴۷۵a	۵/۴۴۴a	۶۰۳/۹۴۳a	۱۰۱/۲۲۵a
مصرف قارچ	۲۲۸/۶۹۰ a	۲۰۳/۲۰۳ a	۴۵/۰۶۹ a	۵۰/۶۰۱ a	۴۱۴۲/۷۳۰a	۴/۷۷۸a	۴۳۴/۸۸۶a	۶۰/۶۸۶a	۴/۹۴۴a	۵۵۲/۴۳۲a	۹۳/۶۰۸a
ورمی کمپوست											
شاهد	۱۸۹/۲۴۷ c	۱۷۲/۶۷۴ c	۳۸/۳۷۱ c	۴۳/۰۳۹ c	۳۵۲۳/۶۶۸ c	۳/۵a	۳۲۴/۴b	۴۶/۲b	۴/۵b	۵۰۶/۳۹۲b	۸۶/۱۳b
۳ تن در هکتار	۲۲۲/۲۸۶ b	۱۹۷/۴۰۶ b	۴۳/۷۴۰ b	۴۹/۷۱۲ b	۴۰۷۰/۰۲۵ b	۴/۵a	۴۱۸/۹a	۶۰/۸a	۴/۵۸۳b	۵۱۴/۸۰۴b	۸۷/۱۱b
۶ تن در هکتار	۲۶۸/۷۷۵ a	۲۳۹/۸۹۹ a	۵۲/۴۰۲ a	۵۸/۳۲۷ a	۴۷۷۵/۳۴۷ a	۵/۳۳۳a	۴۷۹/۸a	۶۷/۲۵۰a	۶/۵۰a	۷۱۳/۳۶۷a	۱۱۹/۰۱a

جدول ضمیمه ۱۷- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در عملکرد.

منابع تغییر	درجه آزادی	مربعات میانگین			
		تعداد میوه رسیده (تک بوته)	وزن تر میوه رسیده (تک بوته)	وزن خشک میوه رسیده (تک بوته)	عملکرد (تن در هکتار)
بلوک	۲	۱۲/۸۶۱	۲۱۱۹۸۹/۹۹۳	۵۵۷۱/۵۳۴	۴۰/۹۱۱
ر قم	۱	۹۶۱*	۷۰۶۹۷۰۴/۶۵۷*	۲۰۹۷۸۲/۳۳۶*	۱۳۶۲/۸۶۲ *
خطای اول	۲	۱۶/۵۸۳	۳۴۱۰۶۹/۸۳۲	۱۰۶۹۸/۵۴۴	۶۵/۸۰۷
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۱	۴۰۱۹/۳۴۴	۲۲/۴۰۴	۰/۷۷۳
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۴	۶۲۸۳۹/۶۰۲	۱۹۸۱/۷۳۲	۱۲/۱۲۸
ورمی کمپوست	۲	۱۳۱/۱۹۴**	۱۷۹۰۲۲۸/۲۱۴ **	۵۰۵۰۱/۶۱۹ **	۳۴۵/۲۹۲ **
رقم*ورمی کمپوست	۲	۲۰/۰۸۳ *	۱۷۶۵۵۳/۹۸۳	۵۷۹۲/۱۷۶	۳۴/۰۷۱
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۶/۰۸۳	۸۷۴۹۷/۲۷۳	۱۶۸۴/۴۲۷	۱۶/۸۸۷
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۲/۰۸۳	۱۴۶۵۰/۷۸۸	۴۹۲/۱۶۰	۲/۸۲۳
خطای دوم	۲۰	۵/۳۲۲	۷۱۶۷۲/۶۵۱	۱۹۶۹/۰۱۷	۱۳/۸۲۹
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۲۹	۱۱/۹۲	۱۱/۸۷	۱۱/۹۲

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪و۱٪

جدول ضمیمه ۱۸- مقایسه میانگین برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در عملکرد.

تیمار	تعداد میوه رسیده (تک بوته)	وزن تر میوه رسیده (تک بوته)	وزن خشک میوه رسیده (تک بوته)	عملکرد (تن در هکتار)
رقم				
PS	۲۳/۹۴۴ a	۲۶۸۹/۵۷۲ a	۴۵۰/۲۷۹ a	۳۷/۳۵۵ a
محلی شاهرود	۱۳/۶۱۱ b	۱۸۰۳/۲۷۴ b	۲۹۷/۶۰۶ b	۳۲/۰۴۴ b
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا				
شاهد	۱۸/۶۱۱ a	۲۲۳۵/۸۵۷ a	۳۷۳/۱۵۴ a	۳۱/۰۵۳ a
مصرف قارچ	۱۸/۹۴۴ a	۲۲۵۶/۹۸۹ a	۳۷۴/۷۳۲ a	۳۱/۳۴۶ a
ورمی کمپوست				
شاهد	۱۵/۷۶۶ c	۱۸۸۰/۸۶۱ c	۳۱۲/۴۶۶ c	۲۶/۱۲۳ c
۳ تن در هکتار	۱۸/۴۱۷ b	۲۲۰۷/۹۲۷ b	۳۶۷/۶۱۵ b	۳۰/۶۶۵ b
۶ تن در هکتار	۲۲/۲۵ a	۲۶۵۰/۴۷۵ a	۴۴۱/۷۴۸ a	۳۶/۸۱۱ a

جدول ضمیمه ۱۹- میانگین مربعات برخی از خصوصیات دو رقم گوجه فرنگی همراه تیمارهای قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا و ورمی کمپوست در نمونه گیری از تغذیه کرم طوقه بر.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات تعداد بوته خسارت دیده (عدد در کرت)
بلوک	۲	۰/۱۹۴
ر قم	۱	۰/۲۵
خطای اول	۲	۰/۰۸۳
قارچ متارایزیوم آنیسوپلیا	۱	۰/۰۲۸
رقم*قارچ متارایزیوم	۱	۰/۰۲۸
ورمی کمپوست	۲	۰/۰۲۸
رقم*ورمی کمپوست	۲	۰/۰۸۳
قارچ*ورمی کمپوست	۲	۰/۱۹۴
رقم*قارچ*ورمی کمپوست	۲	۰/۰۲۸
خطای دوم	۲۰	۰/۱۳۹
ضریب تغییرات (درصد)		**۳۲/۷۲**

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪و۱٪

منابع

مراجع مورد استفاده

۱. آستارایی ع ،(۱۳۸۵) "تأثیر کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر اجزای عملکرد اسفرزه" **تحقیقات گیاهان دارویی، معطر ایران**: ۲۲ (۳) :ص ۱۸۰-۱۸۷

۲. اسکندری، م. و آستارایی، ع. ۱۳۸۶. تاثیر مواد آلی مختلف بر خصوصیات رشدی و وزن کل زیست توده و دانه نخود. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد۵، شماره ۱.

۳. اسماعیلی م ،(۱۳۷۰)'' **حشره شناسی کشاورزی**'' انتشارات دانشگاه تهران.

۴. اکبریان م ،(۱۳۸۰) "برررسی اثر ورمی کمپوست کاه و کلش بر قابلیت جذب آهن، روی و مس در خاکهای آهکی" پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۵. الله دادی الف، اکبری غ و قهرمانی ر ،(۱۳۸۶) **"تولید ورمی کمپوست و فرآورده های جانبی"** چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

۶. آهون منش ع ،(۱۳۷۹) **"اصول مبارزه با بیماری های گیاهی"** مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. باقری الف ،(۱۳۸۱) **"قارچ علیه آفت"** گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان، ۳۳ صفحه

۸. بهداد الف ،(۱۳۶۱)" **آفات گیاهان زراعی ایران"** انتشارات نشاط اصفهان.

۹. حجازی ی ،(۱۳۶۳) **"پرورش گوجه فرنگی"**انتشارات حجازی.

۱۰. خیری م، (۱۳۷۰) "آفات مهم چغندرقند و طرق مبارزه با آنها" **انتشارات سازمان کشاورزی.**

۱۱. داماد زاده ع. و کمیلی ع (۱۳۶۴) **"مبارزه با آفات و رابطه آن با محیط زیست"** (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی.

۱۲. درخشان شادمهری ع،(۱۳۷۸) "بررسی آفات آگروتیس و روش‌های مبارزه بـا آن در شـاهرود" طرح پژوهشی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۱۳. درزی، م ت. قلاوند، ا. رجالی، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکـوریزا، ورمـی کمپوسـت و کـود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیـاه دارویـی رازیانـه مجلـه علوم زراعی ایران جلد دهم، شماره

۱۴. رحیمیان ح. و بنایان م ، (۱۳۷۵) **"کنترل بیولوژی علف های هرز"** انتشارات دانشگاه تهران.

۱۵. ریگی م، (۱۳۸۲) "ارزیابی گلخانه ای تأیید سه نوع ورمی کمپوست و کود نیتروژن بـر رشـد و ترکیب شیمیایی ذرت و برنج" پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشگاه شیراز.

۱۶. زرین‌کفش م ،(۱۳۶۸)، **"حاصلخیزی خاک و تولید"** انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۹۴ تا ۱۸۲.

۱۷. سالاردینی ع ،(۱۳۷۴) **"حاصلخیزی خاک"** انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۳۷۸ تا ۳۹۳.

۱۸. سماوات س ،(۱۳۸۰) **"مدیریت استفاده از ضایعات کشاورزی به منظور تولید کمپوست"**، موسسه تحقیقات آب و خاک، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی وزارت کشاورزی، نشریه فنی ۲۰۱.

۱۹. صارمی ح، پیغامی الف، و پژوهنده م ،(۱۳۸۱) **"اصول قارچ شناسی"**ویرایش چهارم،(ترجمه)، جهاد دانشگاهی مشهد. ۶۹۶ صفحه.

۲۰. صارمی ح و زند الف ،(۱۳۸۲)**"قارچ ها و کنترل بیولوژیک آفات،بیماری ها و علف های هرز"** انتشارات دانشگاه زنجان. ۱۴۰ صفحه.

۲۱. صالح‌راستین ن ،(۱۳۵۷) **"ویژه‌نامه کودهای بیولوژیک"** موسسه تحقیقات آب و خاک سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی وزارت کشاورزی، نشریه شماره ۳، جلد ۱۲، صفحه ۲۱- ۳۵.

۲۲. علیخانی، ح، ثوابقی، غ. (۱۳۸۵) **"تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار"**. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.

۲۳. عمرانی ع. و اصغر نیا ح ،(۱۳۸۴) "قابلیت تهیه کمپوست از زباله های خانگی با استفاده از کرم خاکی ایزنیا فتیدا"، **مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی** علوم پزشکی تهران، شماره ۳. جلد ۲. صفحات ۵۹ تا ۶۶.

۲۴. فرجی ذ ،(۱۳۸۴) "ارزیابی توانایی کرمهای اپی ژیک بومی از خاکهای شمال ایران در صنعت ورمی کمپوست" پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲۵. کاشی ع، (۱۳۷۶)، **"سبزیکاری خصوصی"** انتشارات دانشکده کشاورزی کرج.

۲۶. کریمی ه، (۱۳۸۸) "اثر ورمی‌کمپوست و کمپوست معمولی بر عملکرد دانه و کاهش مصرف کود شیمیایی در گیاه ذرت (Zea mays)" پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲۷. کرم زاده ع، (۱۳۸۹)، **" تأثیر متقابل کود زیستی ورمی کمپوست و خشکی بر نخود"** پایان نامه کارشناسی ارشد آگرو اکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

۲۸. لامیکس ن، (۱۳۷۶) **"کشاورزی ارگانیک"** ترجمه کوچکی ع، یخ فروش ع، ظریف کتابی ح، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۱۷ ، صفحه ۹۰ تا ۹۷.

۲۹. مدرس الف، (۱۳۷۰) **"فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آنها"** انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

۳۰. مرتضوی ک ،(۱۳۴۰)، شب پره زمستانی،پایان نامه فوق لیسانس گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی تهران.

۳۱. ملکوتی م. ج ،(۱۳۷۸) **"کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران"** نشر آموزش کشاورزی کرج، صفحه ۱۹ تا ۱۷.

۳۲. ملکوتی م.ج و لطفالهی م ،(۱۳۷۹) "نقش روی در افزایش تولید و کاهش نسبت مولی اسید فیتیک به روی (PA/ZN) در دانه و سبوس گندم در چند استان کشور" **مجله علوم خاک و آب**، جلد ۱۴، شماره ۱. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۳۳. میرهادی ج، (۱۳۶۷)،**"راهنمای آفات وبیماریهای ذرت، در جهان و ایران"** مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی.

۳۴. هودچی م ،(۱۳۷۲)، پایان نامه کارشناسی ارشد: "بررسی تاثیر همزمان کود آلی کمپوست و گوگرد بر قابلیت جذب فسفر در خاک های آهکی استان اصفهان"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۳۵. یقطین ش ،(۱۳۸۵) " بررسی قابلیت استفاده از ورمی کمپوست زباله شهری بعنوان روشی موثر در کاهش آلودگی و افزایش عملکرد گیاه ذرت" پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده آب و خاک دانشگاه تهران.

36. Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Ashraf, A., and Islam, 1M.K. 2007 Effect of Vermicompost and Chemical Fertilizers on Growth, Yield and Yield Components of Potato in Barind Soils of Bangladesh Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 1879-1888.
37. Allison F.E. (1973). “Soil Organic Matter and its Role in Crop Production”. **Elsevier, Amsterdam**, 637 pp.
38. Amiri Besheli B ,.Khambay B., Cameron s ,.Deadman M. L. and Butt T. M. (2000). “Inter and intra-specific Varration in destruxin production by the insect pathogenic Metarhizium ,and its significance to pathogesis” **Mycological Research** 104, 447-452.
39. Amiri Besheli B., Ibrohim L and Butt T.M, (1999). "Antifeeding properties of destruxins and their potential use with the entomogenous fungus *Metarhizium*

anisopliae for improved control of crucifer pests "***Biocontr. Sci. Technol***. **4**, pp. 487–498.

40. Anon V, (1994) “vermiculture in the center for rural development and technology” **IIT Dehli –Academic News** . 4(1) . p 6
41. Anonymous L. (2002). Text of Press Conference on May 6, 2002 by Prof.Dr. Hüsnü Ziya Gökalp, former Minister of Agriculture and Rural Affairs “Hormone and disinfectant use on Agricultural Products”.
42. Ansari, A.A., 2008. Effect of Vermicompost on the Productivity Spinach (*Spinacia oleracea*), Onion (*Allium cepa*) and Potato (*Solanum tuberosum*) World Journal of Agricultural Sciences 4 (5): 554-557.
43. Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and. Khanuja, S.P.S., 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: 1737-1746.
44. Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Matzger, I.D. 2005. Effect of vermicompost produced from cattle manure food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia 49(4):279-306
45. Atiyeh R.M., Arancon N.Q., Edwards C.A., and. Metzger J.D. (2000)a. “Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes”. **Bioresource Technology**, 75, 175-180.
46. Atiyed R.M; Arancon N ;Edwards C.A;Metzger J.D.(2000)b “in fluence of earth worm processed pig man ure on the growth and yield of greenhouse tomatoes” **Bioresource Technology** , 75 (3) , pp: 157-18
47. Atiyeh R.M, Dominguez J., Subler, S., Edwards C.A. (2002). “Changes in biochemical properties of cow manure processed by earthworms (*Eisenia andreii*) and their effects on plant-growth”. **Pedobiologia.** 44, 709-724.
48. Azaizeh H., Gindin G., Said O. and Barash I., (2002). “Biological control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* in cucumber using the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae”*. **Phytoparasitica,** 30 (1):PP: 18-24.

49. Azarmi, R., Mousa, T.G., and Rahim, D., Taleshmikail. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field African Journal of Biotechnology Vol. 7 (14), pp. 2397-2401.

50. Barlett M.C. and Jaronski S.T. (1988)."Mass production of entomogenous fungi for biological control of insects," **Burge. Fungi in Biological Control Systems**, pp. 61-85

51. Bidochka M.J., and Hajek A.E. (1998). "A non-permissive entomophthoralean fungal infection increases activation of insect prophenoloxidase". **J. Invertebr. Pathol**. 72: 231-238.

52. Binet F,.Trehen P.(1992)."Expermental microcosm study of role of *lumbricus terrestris* on nitrogen dynamics in cultivated soils". **Soil Bio.Biochem**. 24:1501-1506

53. Borror J.D.,Delong M.D.,Triple C.A.,(1981)."**An introduction of the study of insects.sauders**" college publishing.

54. Bouche M. (1983). "**Lesvers de terre Les Lombriciens LaReacherche'** 15(156),pp:796 – 804 .

55. Braga G. U. L., Flint S. D, Miller C. D, Anderson A. J and Roberts D. W.. (2001). "Both solar UVA and UVB radiation impair conidial culturability and delay germination in the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*" **Photochemistry and Photobiology** 74:734-739.

56. Buchanan M.A. Metezger S.D.(1998)."chemical characterization and nitrogen mineralization potenfials of vermicomposts derived from differing orgnmic wastes" , **The Hague: SPB A cademic Publishing** , PP: 231-239.

57. Butt T. M. and Copping L. (2000). "Fungal Biological Control Agents. Pesticide" **Outlook**. 11: 186-191

58. Carrothers R.I. and. Soper R.S. (1987). "In: Epizootology of Insect Diseases". **Fungal Diseases**. Pages 537-416.

59. Cerenius L.,Liang Z.,Duvic B.,Keyser P.,Hellman U.,Palva T.,Iwanaga S., and Söderhäll K. (1994). "Structure and biological activity of a beta-1,3-glucan binding protein in crustacean blood'. **J.Biol. Chemistry**. 269 : 29462-29467

60. Chandler D.(1998). “selection of an isolate of the insect pathogenic fungus *metarhizium anisopliae* vivulent to the lettuce root aphid, pemphigus bursarius”.**Biocontrol Sci.Tech**,7.95-104.

61. Chattopadhyay N. Gupta M.D and. Gupta S.K. (1992). “Effect of city waste compost and fertilizers on the growth, nutrient uptake and yield of rice**” J Indian Soc. Soil. Sci.**, 40: 464-468.

62. Claydon N and Grove J; (1982), “Insecticidal secondary metabolic products from the entomogenous fungus *Verticillium lecanii* Invertebrate”

Pathology PP: 413-418

63. Cohilarov M.S.(1983). “Darmwin's formation of vegetable mould,its philosophical basis in Earthworm Ecolog. From Darwin to vermiculture”. Satchall.J.E.(Ed) , cham panand Hall,London.pp:1-4

64. Curry J.P., Byrne D. & Boyle K.E. (1995). “The earthworm population of awinter cereal field and its effects on soil and nitrogen turnover”**, Biology &Fertility of Soils**, 19, 166-172.

65. Deacon J, (1983).” Microbial control of plant pest and diseases”.**Van Co. Ltd**. 89 p

66. De-Conti C.L. Messias H.L., Souza M and Azevedo J.L, (1980) “Electrophoretic variation in esterases and phosphatase in eleven wild-type strains of *Metarhizium anisopliae*.” **Experientia Biol** 25, pp. 426-429.

67. Dumas C, Matha V, Quiot J.M, Vey A (1996) “Effects of destruxins, cyclic depsipeptide mycotoxins, on calcium balance and phosphorylation of intracellular proteins in lepidopteran” **cell lines. Comp Biochem Physiol** V 114:PP: 213–219

68. Edwards C.A., Bierman P., Welch C. and. Metzger J.D (1995). “Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields” **Bioresource Technology**.Volume 93, Issue 2

69. Edwards C.A. and Bohlen P.J., (1996). “Biology and Ecology of Earthworm”. **3rd Edn., Chapman and Hall, London**, pp: 426

70. ***Edwards*** C. A., and ***Lofty*** J. R.. (***1980)*** “Nitrogenous fertilizers and earthworm populations in agricultural soils”, **soil bio and biochemidtry**, 14:515-521.

71. Edwards C.A; .Neuhauser E.F (Eds) .(1998). «Earth worms in waste and Environmental management» **SPB Academic publishing bv, the Netherland** , 391 P.

72. Ekesi S., Maniania N.K, (2000), "Susceptibility of *Megalurothrips sjostedti* developmental stages to *Metarhizium anisopliae* and the effects of infection on feeding, adult fecundity, egg fertility and longevity Entomol", **Exper. Appl**. 94. 229-236.

73. Ekesi S., Maniania N.K**.**, Ampong-Nyarko K., and Onu I. (1999). "Effect of intercropping cowpea with maize on the performance of *Metarhizium anisopliae* against the legume flower thrips, *Megalurothrips sjostedti*, and some predators". **Environmental Entomology**.28, 1154-1161

74. Ekesi S., Maniania N.K**.**, Ampong-Nyarko K., and Onu I. (1998). "Potential of the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin for control of the legume flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) on cowpea in Kenya" **Crop Protection**. 17, 661-668.

75. Foth H.D ;Truk L.M. (1984). "Fundamentals of soil" science.John wileg and sons

76. Gardner D.S. (2004). "Use of vermicomposted waste materials as a turfgrass fertilizer". **Horttechnology** 14(3):372-375

77. Garg V.K., Kaushik P., and Dilbaghi N. (2006). "Vermiconversion of wastewater sludge from textile mill mixed with anaerobically digested biogas plant slurry employing Eisenia foetida". **Ecotoxicology and Environmental Safety** 65(3):412-419.

78. Ghilarov M. S. (1983). Darwin's "**Formation of Vegetable Mould**"—its philosophical basis. In Satchell, J. E. (ed.), Earthworm Ecology from Darwin to Vermiculture. Chapman and Hall, London, p. 1-4.

79. Goettel MS, Eilenberg J, Glare TR (2005) "Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. In: Gilbert LI, Latrou K, Gill S (eds) Comprehensive molecular insect science", **Elsevier, Oxford** vol 6., pp 361–406

80. Gopal Reddy L. M .suryanarayan Reddy B. M. (1998). "Effectof organic manyres and nitrogen levels on soil availablenutrients status in maize – soybeen cropping system", **J.indian Soc.soilsci**.46(3) , pp:474-476.

81. Gupta R., Mutiyar P.K, Rawat N.K., Saini M.S., and Garg V.K. (2007). "Development of a water hyacinth based vermireactor using an epigeic earthworm Eisenia foetida". **Bioresource Technology** 98(13):2605-10.

82. Haimi J; Huhta v.(1987)."comparvison of compost prucod from inentical wasteshy vermistabilization and conventional composyting" ,**Pedobiologia** , 30 (2) , PP: 137-144

83. Hand P., Hayes W.A., Frankland J.C. and. Satchell J.E (1988). "The Vermicomposting of cow slurry". **Pedobiologia**, 31: 199-209

84. Hartin R,. Hartenstein F.(1981)."physiocochemica changes effected activated by arthworms *Eisenai fetida"*. 1.**Environ.Quality** 10(3):63-65.

85. Hidalgo P.R., Matta F.B., and Harkess R.L. (2006). "Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth'**. Hortscience** 41(6):1474-1476.

86. Hill D,(1983):"**Agricul tural insect pests of the tropice and their control**". Combridge university press.358-363.

87. Jadhav, AD., Talashilkar, S.C. and Pawar, A.G. 1997. Influence of the conjunctive use of FYM, vermicompost and urea on growth and nutrient uptake in rice. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 22(2):249–250.

88. kale R. D; Mallesh B.C;.Nano k; Bagyaraj D.j (1992)."In fluence of vermicompost application on the available macronutrients and selected micvobial population in a paddy field" **soil-Biol-Biochem**,24(12).pp: 1317-1320 .

89. Kalembasa S., Deska J., and. Fiedorow Z. (1998). "The possibility of utilizing vermicomposts in the cultiva- tion of radish and paprika (in Polish)". **Ann. Agr.Acad. Poznan** 27:131-136.

90. Karmegan N.,Alagumalai K,.Daniel. T (1999). "Effect of vermicompost on the growth and yield of green gram" **Trop.Agri**.76:143-146.

91. Kaushik P., and Garg V.K. (2004). "Dynamics of biological and chemical parameters during vermicomposting of solid textile mill sludge mixed with cow dung and agricultural residues". **Bioresource Technology** 94(2):203-209.

92. Lee E.(1985). "Earthworms, their erology and relation ship with soils and landuse". **Academic press, London** , 411P.

93. Lozek O.; Coracova A..(1999) “the in fluence of vermisol on the yield and quality of tomafoes”, **Acta-Horticultaral-Regiotecturae** , 2(1), PP: 17-19 .

94. Madan M (1993)."organic wate recycling with earth worm potential source for energy conservodion conservationin" **indian lnstitute of Technology. New Dehli**. pp:83-92.

95. Mantovani J.R,.Ferreira M.E,.Possoa M.C, cruz du,(2003): “limiting and urban vaste vemicompost effects on production and heavymetals concentration of lettuce”.**Hotic.Brus**.21(3):215-253.

96. Marinari. S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., and Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soilbiological and physical properties. Bioresource Technology 72(1):9–17.

97. McCoy C.W., Samson R.A., Boucias D.G., (1988). “Entomogenous fungi”. In: Ignoffo, C., Mandava, N.B. (Eds.), CRC Handbook of Natural Pesticides, vol. 5, Microbial Insecticides, Part A, Entomogenous Protozoa and Fungi. CRC Press, **Boca Raton, FL**, pp. 151–234.

98. Meyling N.V.; Eilenberg J. (2007) “Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems potential for conservation biological control. **Biological Control** 43: 145-155

99. Milner R.J., Staples J.A., (1996). “Biological control of termites: results and experiences within a CSIRO project in Australia”. **Biocontrol Sci. Technol**. 6,PP: 3–9.

100. Milner R.J., Staples J.A. and Lutton G.G. (1998). “The selection of an isolate of the hyphomycete fungus, *Metarhizium anisopliae*, for control of termites in Australia”. **Biol. Control**. 11: 240-247.

101. Misato T; Yamaguchi I. (1984) “Pesticides of microbial origin”. Outlook Agric Vol. 13, no. 3, pp. 136-139.

102. Mitchell, A., and Edwards, C.A. 1997. The production of vermicompost using *Eisenia fetida* from cattle manure.Soil Biology and Biochemistry 29:3–4.

103. Mortved J.J.(1980) “Iron source and management practices for correctingiron chlorosis problems” **Plant Nutr** . , No. pp: 961-976 .

104. Nelson M, Werner L, Samuel L. Tisdale. (1975), **"Soil fertility and fertilizers"**, pp: 301-330.

105. Peveling, R. and S.A. Demba. (2003). "Toxicity and pathogenicity of *Metarhizium anisopliae var.acridum* (Deuteromycotina, Hyphomycetes) and fipronil to the fringe-toed lizard Acanthodactylusdumerili**" Environ. Toxicol. Chem.** 22:1437-1447.

106. Peyvast G.,olfaty J,.Madani s,.Forghany A.(2008). "Effect of vermicom post on the Corowth and field of Spinach(Spinacia olevaceal)". **J.offo.,Agri.and Environ**.6(1):PP:102-106.

107. Pramanik P., Ghosh G.K., Ghosal P.K., and Banik, P. (2007). "Changes in organic C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants". **Bioresource technology** 98(13):2485-94.

108. Roberts D. W, Fuxa J. R,. Gaugler R, Goettel M, Jaques R., and Maddox J. (2002). "Use of pathogens in insect control". **Handbook of Pest Management in Agriculture***,* Vol. 2 (Edited by D. Pimentel), pp. 243–278.

109. Roberts D.W. and. St. Leger R.J. (2004). "*Metarhizium* spp., Cosmopolitan Insect-Pathogenic Fungi: Mycological Aspects.Advances" . **Applied Microbiology** 54 (In press)

110. Russel, B.J.1990. The effect of earthworm on soil productiveness.J. Agricsci .(England): 3(11): 246-257.

111. Ruz-Jerez B.E., Ball P.R and. Tillman R.W, (1992). "Laboratory assessment of nutrient release from a pastures oi lreceiving grass or clover residues, in the presence or absence of *Lumbricus rubellus* or *Eisenia fetida"*. **Soil Biol. Biochem**., 24: 1529-1534.

112. Satchell E(ED). (1983). "Earthwovm . ecology from Darwin to vermiculture. Chapman and Hall"**Ltd. London**, 495 P

113. Sharma, A. K., 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. 407 pp.

114. Shinde, P. H., Naik, R.L., Nazikar, R.B., Kadam, S.C., and khaire, V.M. 1992. evaluation of vermicompost. Proc. Of national seminar on organic farming held at Colleg of agriculture, Pune form April, 18-19,1992, pp.54-55

115. Sosa-Gómez D.R and Moscardi F (1998), "Laboratory and field studies on the Infection of stink bugs, Nezara viridula, Piezodorus guildinii, and Euschistos heros (Hemiptera: Pentatomidae) with *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Brazil", **in Journal of Invertebrate Pathology**, vol 71, pp. 115-120.

116. Sreenivas, C., Muralidhar, S., and Rao, M.S., 2000. Vermicompost, a viable component of IPNSS in nitrogen nutrition of ridge gourd. Annals of Agricultural Research 21(1):108–113.

117. Steinhous E.A. (1949). "Principles of insect pathology", **NewmYork, USA: McGraw-Hil** p. 460.

118. St.Leger R.J.(1991),"**Integument as a barrier to microbial infections in physiology of the Insect Epidermis** (K.Binnington & A.Retnakaran, eds.),pp.284-306.

119. St.Leger R.J. and Roberts D.W.(1997)."Engineering improved mycoinsecticides" **Biotechnology** 15,PP: 83-85.

120. Tanada Y., and Kaya H. K.. (1993). "Insect Pathology". Academic Press, New York, NY.14-S. Vestergaard, A.T. Gillespie, T.M. Butt, G. Schreiter and J. Eilenberg, Pathogenicity of the Hyphomycete fungi Verticillium lecanii and Metarhizium anisopliae to the western flower thrips, Frankliniella occidentalis, **Biocontrol Sci. Technol**. 5, pp. 185–192

121. tartarini M. (1982). "ln troductory remarks and properties of lumbrical , the fertilizer produced by dueemme". **Dueemme. Lumbricocolture, ltaly**, Pp:112-132.

122. Vey A, Hoagland R. E, and. Butt T. M. (2001). "Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. In Fungi as biocontrol". **Wallingford, U.K.: CABI Publishing**,PP: 311–346

123. Wekesa V.W., Maniania N.K., Knapp M. and Boga H.I. (2005) "Pathogenicity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* to the tobacco spider mite *Tetranychus evansi*" **Experiment. Appl. Acarol**. 36, PP: 41-50

124. Wright s,.Harker T,.Miller L,.welch A.(2004)."Evaluation of food waste Vermicompost seedling green house cucumber growth" **Bio.and ferti Fsoil**.22:PP: 122-126

125. wwwww.Dragnet.com.au/~lindah/awga/membership.htm,Australian worm growers association vermiculturelnc (2000).

126. www.Ecoresources. net/main-text.htm,"Erthworms are our friends" , Ecoresource mission statement (2003).

127. www.Gnv.fdt.net/~windle/refrence/july1998.htm,comparing vermicomposts and composts.

128. www.Members,tripod.com/~wormigrow/, if you are looking for worms , you are athe right placd (2002).

129. www.Vurv.Cz/czbiom/clen/as/eng l-verm.html.vermicomposting of wastes from paper pulp industry (1996).

130. www.wikipedia.org/wiki/%DA%AF%D9%88%D8%AC%D9%87_%D9%81%D8%B1%D9%86%DA%AF%DB%8C

131. Zande G.K., Ruikar S.K.,.Joshio S.N (1998).”Effect of application of vermicompost along with chemical fertilizers on sugarcane yield and juice quality”.**j.Indi.sugar**.48:357-369.

132. Zoberi M.H., (1995). “*Metarhizium anisopliae*, a fungal pathogen of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae)”. **Mycol**., 87: 354–359

Abstract

sustainable agriculture is a biological phenomenon that is trying to do the key features of a natural ecosystem. The aim on this research is improving and increasing fertility of the soil, biological control of the pests and decreasing of the chemical fertilizers use. In this way, an experiment was done in accordance with the effect of the 0, 3 and 6 ton in hectare vermicompost in some of the quantitative characteristics of two types of tomatoes and also the effect of Entomopathogenic fungus, (*Metarhizium anisopliae*) on tomato cutworm (*Agrotis segatum*). The experiment was conducted in Shahrood University Research farm as a split plot factorial based on completely randomized blocks design in 3 replications in 1388. The main factor was tomato types including 2 types (al) PS and local type of shahrood (a2) and the sub factor contained composition 2 factors of *M.anisopliae* with two levels of s1, control (not using the fungi) and s2 the use of Entomopathogenic fungi with 3 levels of the vermicompost including c1, control (not using the vermicompost) c2 using 3 tons each hectare and c3 the use of 6 tons in each hectare. The characteristics that are related to the growth and function like shoot dry weight, tomato's function and also the amount of damage of the named pestilence on the tomato plants were recorded. The results of this study showed that the most amount of shoot dry weight relating to the local variety and the most function was observed in the PS variete. The fungus treatment had no significant effect on the decrease of the damage of cutworm . The use of the vermicompost levels has effect on the improving the plant growth in the life time growth of the plant. Vermicompost in the final harvest resulted increase of the fruit function in contrast with the experiment in two varieties. The most effect on the fruit function of tomato has been achieved from using 6 tons in hectare vermicompost.

Key words:

tomato varieties , *M.anisopliae*, vermicompost

.

Shahrood University Of Technology

Faculty Of Agronomy Science

Thesis M. Sc

Evaluation of effect different levels vermicompost and *metarhizium anisopliae* fungi on reduction damnify Cutworms (*Agrotis segatum*) and some quantity yeld on two varieties of tomato

Zahra Sadat Mirebrahimi

Supervisor

Dr. A. Gholami Dr. M. Gholipor

Advisors

Dr. A. Derakhshan Shadmehri Dr. H. Abasdokht

February 2011

.