تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۰ -۱۱(۱): ۳۱-۴۲

علمی پژوهشی

تاثیر تیمارهای کودی مختلف بر چرخه‌ی زندگی و پارامترهای رشد جمعیت مگس مینوز سبزی و صیفی، *Liriomyza sativae* Blanchard، روی گیاه خیار

فروغ افشاری[۱]، جبرائیل رزمجو[۱]*، لیلا متقی‌نیا[۱]، هوشنگ رفیعی دستجردی[۱]، علی گلی‌زاده[۱] و عسگر عباداللهی[۲]

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، ۲- گروه علوم گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۰)

چکیده

مگس مینوز سبزی و صیفی، *Liriomyza sativae* Blanchard، یکی از آفات مهم خیار به‌ویژه در گلخانه‌ها می‌باشد. در تحقیق حاضر، اثر تیمارهای مختلف کودی شامل ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک، نیتروژن، مخلوط ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک و مخلوط ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک-نیتروژن بر ویژگی‌های زیستی مگس مینوز سبزی و صیفی و برخی شاخص‌های رشدی گیاه خیار شامل ارتفاع بوته و کلروفیل برگ مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در اتاقک رشد و در دمای ۲ ± ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، طول دوره‌ی نابالغ و طول عمر حشرات کامل در تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری متفاوت بود. بیشترین طول دوره‌ی قبل از بلوغ در تیمار اسید هیومیک (۳/۳۶ روز) و کمترین طول این دوره در تیمار شاهد (۳/۱۳ روز) به دست آمد. هم‌چنین، کمترین طول عمر و طول چرخه‌ی زیستی حشرات کامل در تیمار اسید هیومیک (به ترتیب ۶/۵۷ و ۲۷/۳۷روز) و بیشترین مقدار آنها در تیمار نیتروژن (به ترتیب ۱۱/۱۴ و ۳۰/۲۹ روز) مشاهده شد. بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) (۰/۱۶۴۰ بر روز) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) (۷/۵۲ تخم/ماده) مگس مینوز سبزی و صیفی در تیمار نیتروژن و کمترین مقدار این پارامترها در تیمار اسید هیومیک (به ترتیب ۰/۰۸۸۸ بر روز و ۹/۶۷ تخم/ماده) به دست آمد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاربرد اسید هیومیک می‌تواند در مدیریت تلفیقی مگس مینوز سبزی و صیفی در کشت خیار مفید واقع شود.

واژه‌های کلیدی: مگس مینوز سبزی و صیفی، خیار، ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک، نیتروژن

* نویسنده مسئول: razmjou@uma.ac.ir

مقدمه

مگس مینوز سبزی و صیفی، *Liriomyza sativae* Blanchard، گونه‌ای چندین‌خوار و همه‌جازی است که باعث ایجاد خسارت به سبزیجات و محصولات باغی می‌شود. حشرات ماده سطح رویی برگ را به منظور تغذیه و تخم‌گذاری سوراخ می‌کنند و لاروها نیز از بافت مزوفیل برگ تغذیه کرده و ظرفیت فتوسنتز برگ‌ها را کاهش می‌دهند (Johnson *et al*., 1983). بیشتر لاروهای این آفت دالان‌هایی ایجاد می‌کنند که در ابتدا بسیار باریک بوده و به‌تدریج بزرگ می‌شوند. این آفت به دلیل انتقال عوامل بیماری‌زا، تخریب جوانه‌های جوان، کاهش فتوسنتز و عملکرد محصول باعث خسارت در گیاهان میزبان می‌شوند. کنترل حشرات بالغ به وسیله‌ی حشره‌کش‌های تماسی به دلیل تحرک آن‌ها تقریباً غیرممکن است (Le Strange *et al*., 1999). هم‌چنین، به علت فعالیت لاروها در درون برگ، نشوونمای سریع لاروی و هم‌چنین باروری بالا، کنترل شیمیایی این آفت با دشواری‌های زیادی همراه است (Robb and Parrella, 1985). در بیشتر کشورهای جهان و به‌ویژه کشورهای در حال توسعه، کنترل شیمیایی برای حفاظت گیاهان نقش اصلی را ایفا می‌کند؛ به‌طوری‌که این روش به مراتب بیشتر از سایر روش‌های مبارزه مورد استفاده قرار گرفته و اغلب به دلیل عدم آشنایی کافی مصرف‌کنندگان به اصول صحیح کنترل شیمیایی، این کار به‌طور بی‌رویه‌ای انجام می‌گیرد. امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست‌محیطی توجه بیشتری به روش‌های زراعی به‌ویژه استفاده از کودهای مناسب شده است. از آنجا که به کارگیری اصول و روش‌های کشاورزی پایدار از اهداف اصلی متخصصان کشاورزی به شمار می‌رود، بنابراین برای رسیدن به این هدف و اقتصادی کردن امر تولید، استفاده از کودهای آلی به دلیل مزایای نسبی این کودها به‌ویژه از نظر افزایش موادآلی خاک و حفاظت از محیط-زیست رواج پیدا کرده است (Pirasteh Anousheh *et al*., 2010). کودها همیشه به عنوان انرژی ورودی با ارزش در خاک محسوب می‌شوند. درک مفهوم کلی مدیریت کودی با کاربرد مناسب کودهای آلی و شیمیایی بر اساس توانایی و اهداف کشت که کیفیت خاک و مقدار مواد غذایی گیاه را افزایش می‌دهد، متناسب است.

ورمی‌کمپوست به عنوان یکی از مهم‌ترین کودهای آلی، محرک رشد گیاه بوده و از تجزیه‌ی مواد آلی طی یک فرآیند غیر حرارتی تولید می‌شود (Tahami Zarandi *et al*., 2009). ورمی‌کمپوست در درازمدت و بر اثر استفاده‌ی مکرر باعث بهبود خواص بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک و هم‌چنین افزایش رشد گیاه می-شود (Darzi *et al*., 2009). میزان تجزیه‌ی آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها در خاک اصلاح شده با ورمی‌کمپوست افزایش می‌یابد. همچنین، استفاده از ورمی‌کمپوست یک روش سازگار با محیط زیست برای مقابله با بیماری‌های گیاهی است (Verdenelli *et al*., 2012). تؤونیسن و همکاران (Theunissen *et al*., 2010) با بررسی توانایی ورمی‌کمپوست تولید شده از بقایای گیاهی روی رشد و وضعیت مواد غذایی سبزیجات نشان دادند که ورمی-کمپوست دارای مواد غذایی مورد نیاز گیاهان شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، منگنز، روی، مس و بور می‌باشد که این عناصر غذایی به راحتی جذب گیاه شده و با افزایش تقویت گیاه، فتوسنتز و حجم کلروفیل برگ، حجم مواد غذایی را در بخش‌های مختلف گیاه (ریشه‌ها، ساقه‌ها و میوه‌ها) بالا می‌برد. ادواردز و آرانکون (Edwards and Arancon, 2009) نشان دادند که استفاده از عصاره‌ی ورمی‌کمپوست روی شته‌ی سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer)، شپشک مرکبات، *Planococcus citri* Risso و کنه‌ی تارتن دو لکه‌ای، *Tetranychus urticae* (Koch) در خیار و گوجه-فرنگی، علاوه بر کاهش استقرار، تولیدمثل و زنده‌مانی هر سه گونه آفت مذکور، سبب مرگ آن‌ها طی چهارده روز پس از تیمار گیاهان می‌شود.

از انواع دیگر کودهای آلی که امروزه در سراسر جهان توسط کشاورزان استفاده می‌شود، اسید هیومیک می‌باشد. اسید هیومیک یک ترکیب پلی‌مری طبیعی آلی است که اثرات مستقیم آن در رشد گیاهان از طریق افزایش مقدار

کلروفیل، سرعت دادن روند تنفس، پاسخ هورمون‌های رشد، افزایش نفوذ مواد به غشای گیاه، تأثیر در تولید ماده‌ی خشک و جذب مواد مغذی توسط گیاهان است (Mallikarjuna *et al*., 1987). ورونیکا و همکاران (Veronica *et al*., 2010) گزارش کردند که اسید هیومیک موجب رشد ریشه، ساقه و برگ، تحریک جوانه-زنی بذور و افزایش ویتامین‌ها در گیاهان می‌شود. هم‌چنین، چن و آویاد (Chen and Aviad, 2004) اظهار کردند که اسید هیومیک باعث بهبود رشد گیاه از طریق مواد مغذی قابل دسترس مانند آهن و روی می‌شود. استفاده از این مواد در خاک‌های رسی و خاک‌های فشرده می‌تواند در انتقال ریز مغذی‌ها از خاک به گیاه و افزایش نگهداری آب کمک کند و در افزایش سرعت جوانه‌زنی، بهبود جذب مواد مغذی، رشد گیاهان و تحریک توسعه ریز موجودات نقش داشته باشد.

نیتروژن از عناصر پرمصرف در گیاهان است و فرآیندهای متابولیک آنها به طور عمده به تامین نیتروژن کافی وابسته است (van Wijen and Bakker, 1999). نیتروژن عنصری ضروری است که نقش بسیار مهمی در عملکرد گیاهان دارد و کمبود آن به عنوان یکی از عوامل محدودکننده‌ی اصلی تولید برای گیاهان به شمار می‌رود (Ahmad, 2000). نیتروژن پس از جذب و فرآوری در درون گیاه به پروتئین تبدیل می‌شود. بنابراین، اندوخته‌ی نیتروژن گیاه روی مقدار پروتئین و پروتوپلاسم تشکیل شده اثرگذار است (Moradi Telavat *et al*., 2007). مطهری و همکاران (Motahari *et al*., 2014) با بررسی تأثیر نیتروژن بر زیست‌شناسی و پارامترهای جدول زندگی کنه‌ی تارتن دولکه‌ای در گیاه خیار دریافتند که طول دوره‌ی پیش از بلوغ کنه‌های ماده با افزایش سطح نیتروژن کاهش یافت، اما تفاوت معنی‌داری در پارامترهای جدول زادآوری آن ایجاد نشد. فاکنات و لالجی (Facknath and Lalljee, 2005) تأثیر کاربرد مخلوطی از کودهای شیمیایی را روی برهم‌کنش‌های مگس *L. trifolii* و گیاه سیب‌زمینی بررسی کردند و دریافتند که افزایش نیتروژن در برگ‌های سیب زمینی، زنده‌مانی لاروها و شفیره‌ها و هم‌چنین طول و وزن بدن شفیره‌ها و حشرات کامل را افزایش داد. افزایش زنده-مانی و زادآوری آفات در گیاهان کوددهی شده با نیتروژن می‌تواند به دلیل افزایش سطح آمینواسیدهای آزاد و پروتئین‌ها باشد که موجب کاهش مقاومت گیاه به آفات می‌شود (Wang *et al*., 2006). هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر برخی کودهای زیستی و غیر زیستی بر پارامترهای رشد جمعیت مگس مینوز سبزی و صیفی *L. sativae* بود.

مواد و روش‌ها

پرورش حشره

لاروهای مگس مینوز سبزی و صیفی از گلخانه‌های اطراف شهرستان اردبیل با جمع‌آوری برگ‌های آلوده خیار تهیه شد. این برگ‌ها به ظروف پلاستیکی با قطر ۱۹ و ارتفاع هفت سانتی‌متر انتقال داده شد. روی درپوش ظروف سوراخی با قطر پنج سانتی‌متر به منظور تهویه ایجاد و با پارچه‌ی توری ظریف پوشانده شد. برای تأمین رطوبت برگ‌ها از پنبه‌ی مرطوب استفاده شد. حشرات کامل ظاهر شده برای آلوده‌سازی گیاهان خیار (رقم ناگین) روی آنها رهاسازی شدند. این گیاهان در گلدان‌هایی با قطر دهانه‌ی ۱۹ و ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر حاوی مخلوط خاک زراعی، ماسه و کود دامی (به نسبت ۱:۱:۲) بودند. برای جلوگیری از پراکندگی حشرات کامل در گلخانه اطراف گیاهان با توری ظریف محصور شد. مگس‌ها قبل از شروع آزمایش به مدت یک نسل روی این گیاهان پرورش داده شدند. پرورش مگس مینوز سبزی و صیفی در گلخانه در دمای ۳±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری طبیعی انجام شد.

پرورش گیاه میزبان

در این بررسی از گیاه خیار رقم تالسیا برای انجام آزمایش‌های اصلی و رقم ناگین برای پرورش کلنی مگس مینوز سبزی و صیفی استفاده شد. بذر خیار رقم تالسیا از شرکت پاکان بذر اصفهان و رقم ناگین از شرکت برگزیدگان بذر مغان اردبیل تهیه شد. برای تهیه‌ی مخلوط

خاک، از ترکیب ۱:۲ خاک با شن و ماسه استفاده شد. بذور پس از جوانه‌زنی در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه‌ی ۱۹ و ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر در مخلوط خاک و کودهای مختلف برای آزمایش‌های اصلی و در مخلوط خاک و کود دامی برای پرورش کلنی کاشته شدند. در این بررسی از شش تیمار مختلف کودی شامل خاک زراعی بدون کود (شاهد)، ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک (۰/۲۵ گرم برای هرگلدان)، نیتروژن (۰/۲۵ گرم برای هرگلدان)، مخلوط ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک و مخلوط ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک-نیتروژن برای آزمایش‌های اصلی استفاده شد. کود ورمی‌کمپوست (حاوی عناصر میکرو، عناصر ماکرو، ویتامین B12 و اکسین) از شرکت انوشه آراب، کود اسید هیومیک (حاوی ۷۰ تا ۸۰ درصد اسید هیومیک و اسید فولویک) از شرکت پارس هیومیک و کود اوره ۴۶ درصد از شرکت خدماتی و حمایتی کشاورزان تهیه شد. برای تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست از نسبت ۳۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست (۷۰ درصد خاک و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست) استفاده شد. برای تیمار اسید هیومیک و نیتروژن از مقدار توصیه شده‌ی مزرعه‌ای این کودها (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) با در نظر گرفتن وزن مخصوص ظاهری خاک استفاده شد (McKeague, 1978). گیاهان پرورش‌یافته در مرحله‌ی چهار برگی برای انجام آزمایش‌های اصلی مورد استفاده قرار گرفتند.

تعیین پارامترهای زیستی و رشد جمعیت مگس مینوز سبزی و صیفی

برای بررسی زیست‌شناسی مگس مینوز سبزی و صیفی روی گیاهان خیار رشد یافته در تیمارهای کودی مورد آزمایش، گیاه کامل خیار مربوط به هر تیمار آزمایشی داخل اتاقک رشد با توری ظریف محصور شد. برای تهیه‌ی تخم‌های هم‌سن، تعدادی مگس نر و ماده به داخل هر قفس رهاسازی شد. پس از ۲۴ ساعت، مگس‌های کامل از داخل قفس حذف و گیاهان آلوده شده روزانه مورد بررسی قرار گرفتند. پس از گذشت سه روز، اولین دالان‌های لاروی مشاهده شد. تعداد ۵۰ عدد دالان برای هر تیمار در نظر گرفته شد. بر اساس روش پارکمن و همکاران (Parkman *et al.*, 1989) تعداد تونل‌های سن اول لاروی در روز سوم آزمایش، معادل تعداد تخم‌های گذاشته شده در روز اول آزمایش در نظر گرفته شد، زیرا مشاهده‌ی تخم در بافت برگ فقط با روش رنگ‌آمیزی امکان‌پذیر است. طول دوره‌ی لاروی در تیمارهای مختلف ثبت شد. پیش از وارد شدن لاروهای مگس به مرحله‌ی شفیرگی، برگ‌های آلوده از گیاهان مربوطه جدا و به ظروف پلاستیکی با قطر ۱۹ و ارتفاع هفت سانتی‌متر منتقل شدند. به محض تشکیل شفیره، هر شفیره به‌طور جداگانه به ظروف پتری (شش سانتی‌متری) منتقل شد. طول دوره‌ی شفیرگی آفت در تیمارهای مختلف ثبت شد. پس از ظهور حشرات کامل، یک جفت حشره‌ی کامل نر و ماده به‌طور جداگانه به داخل ظروف پتری (با قطر شش سانتی‌متر) رهاسازی شد. در کف هر ظرف پتری، دیسک‌های برگی با قطر پنج سانتی‌متر (تهیه شده از تیمارهای آزمایشی) روی یک لایه پنبه‌ی مرطوب قرار داده شده بود. برای تأمین تهویه‌ی این ظروف، سوراخی با قطر دو سانتی‌متر در سرپوش هر ظرف ایجاد و با پارچه‌ی توری ظریف پوشانده شد. پس از ۲۴ ساعت، مگس‌ها از داخل هر ظرف پتری خارج و به ظرف دیگری با شرایط گفته شده منتقل می‌شدند. این کار به‌طور روزانه تا زمان مرگ مگس‌های ماده ادامه پیدا کرد. برگ‌های تخم‌گذاری شده توسط حشرات ماده به داخل اتاقک رشد منتقل و تا زمان ظهور دالان‌های لاروی در اتاقک رشد نگه‌داری شدند. آزمایش‌ها در دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در اتاقک رشد انجام گرفت.

بررسی ارتفاع گیاه و میزان کلروفیل برگ

به منظور تعیین اثر تیمارهای کودی مختلف روی گیاهان تیمار شده، ارتفاع گیاهان در مرحله‌ی هشت تا ۱۰ برگی از محل یقه در هفت تکرار، اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل گیاهان رشدیافته در بسترهای کودی مورد آزمایش، سه برگ از هر بوته از قسمت‌های پایینی، میانی و بالایی گیاه انتخاب و به وسیله‌ی دستگاه کلروفیل‌سنج مدل SPAD-502، مقدار کلروفیل

سه برگ از هر بوته اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به دست آمد. این بررسی برای هفت بوته از هر تیمار آزمایشی تکرار شد.

تجزیه‌ی داده‌ها

قبل از تجزیه‌ی داده‌ها، توزیع نرمال آن‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف در نرم‌افزار SPSS ارزیابی شد و در صورت نیاز، داده‌ها با استفاده از تبدیل لگاریتمی نرمال شدند. داده‌های مربوط به پارامترهای زیستی از قبیل دوره‌ی نشو و نمای مرحله‌ی نابالغ، طول دوره‌ی لاروی و شفیرگی، زنده‌مانی، زادآوری و طول عمر حشرات کامل با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA, one way) در نرم‌افزار SPSS تجزیه شدند. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون استیودنت-نیومن-کلز (SNK) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای تعیین واریانس و مقایسه آماری پارامترهای رشد جمعیت از روش جک نایف استفاده شد (Meyer *et al*., 1986). داده‌های مربوط به این پارامترها نیز با استفاده از واریانس یک‌طرفه تجزیه و مقایسه میانگین آنها با آزمون SNK انجام شد.

نتایج

میانگین طول دوره‌ی نشو و نمای مراحل نابالغ مگس مینوز سبزی و صیفی در تیمارهای مختلف کودی در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، طول دوره‌ی جنینی مگس روی گیاهان پرورش یافته در بستر کشت حاوی کودهای مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت (F = ۰/۷۷۳ ؛df = ۵، ۲۱۴ ؛P = ۰/۵۷۰). با این حال، اختلاف معنی‌داری در طول دوره‌ی لاروی آفت روی تیمارهای آزمایشی مشاهده شد (P < ۰/۰۰۰۱ ؛df = ۵، ۲۱۴ ؛F = ۳۷/۷۰). طول این دوره در تیمار اسید هیومیک بیشترین و در تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت (جدول ۱). بیشترین طول دوره‌ی شفیرگی مربوط به تیمار اسید هیومیک و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای شاهد و نیتروژن بود (P < ۰/۰۰۰۱ ؛df = ۵، ۲۱۴ ؛F = ۳۷/۶۱). هم‌چنین، براساس نتایج به‌دست آمده، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از نظر طول دوره‌ی قبل از بلوغ مگس مینوز سبزی و صیفی به دست آمد (P < ۰/۰۰۰۱ ؛df = ۵، ۲۱۴ ؛F = ۴۷/۹۴). کمترین طول این دوره در تیمار نیتروژن و شاهد و بیشترین مقدار آن در تیمار اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱- مراحل نابالغ (میانگین ± خطای معیار) *Liriomyza sativae* روی گیاهان خیار تیمار شده با کودهای مختلف

Table 1. Immature stages (Mean ± SE) of *Liriomyza sativae* on the cucumber plant treated with different fertilizers

Treatment	Incubation period (day)	Larval period (day)	Pupal period (day)	Pre-adult period (day)
Control	3.13 ± 0.06^{a}	6.09 ± 0.04^{c}	9.20 ± 0.05^{c}	18.20 ± 0.07^{d}
Vermicompost	3.36 ± 0.12^{a}	6.19 ± 0.07b^{c}	9.47 ± 0.12^{b}	18.68 ± 0.12^{c}
Vermicompost + Humic acid	3.25 ± 0.10^{a}	6.38 ± 0.09^{b}	9.66 ± 1.00^{b}	19.16 ± 0.14^{b}
Vermicompost + Humic acid + Nitrogen	3.25 ± 0.11^{a}	6.28 ± 0.08^{bc}	9.60 ± 0.13^{b}	18.86 ± 0.14^{bc}
Humic acid	3.36 ± 0.12^{a}	7.36 ± 0.11^{a}	10.49 ± 0.09^{a}	20.89 ± 0.16^{a}
Nitrogen	3.26 ± 0.08^{a}	6.20 ± 0.06^{bc}	9.10 ± 0.04^{c}	18.26 ± 0.08^{d}

Means followed by different letters in each column are significantly different (P < 0.05, SNK test).

نتایج بررسی طول عمر و چرخه زیستی حشرات کامل مگس مینوز سبزی و صیفی روی گیاهان خیار تیمار شده با کودهای مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. بین تیمارهای مورد مطالعه از نظر طول عمر (P < ۰/۰۰۰۱ ؛df = ۹۸،۵ ؛F = ۳۲/۹۸) و طول چرخه‌ی زیستی (۰/۰۰۳ =P ؛df = ۵،۹۸ ؛F = ۳/۹۰) حشرات کامل نر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. طول عمر حشرات نر در تیمارهای شاهد و نیتروژن بیشترین و در تیمار اسید هیومیک کمترین بود. بیشترین طول چرخه زیستی حشرات نر در تیمار نیتروژن و کمترین این دوره در تیمار ورمی‌کمپوست بود. بر

اساس نتایج حاصل طول عمر حشرات کامل ماده هم روی تیمارهای مختلف کودی متفاوت بود ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۱۱۰؛ $F = ۵۶/۵۰$). طول عمر ماده‌ها در تیمارهای نیتروژن و شاهد بیشترین و در تیمار اسید هیومیک کمترین مقدار را داشت. بر اساس نتایج به دست آمده، تفاوت معنی‌داری از نظر طول چرخه‌ی زیستی حشرات ماده ثبت شد ($P = ۰/۰۴۶$؛ $df = ۵$، ۱۱۰؛ $F = ۱۱/۵۹$) و کوتاه‌ترین طول این چرخه مربوط به تیمار اسید هیومیک بود (جدول ۲).

جدول ۲- طول عمر و چرخه زیستی حشرات کامل (میانگین ± خطای معیار) *Liriomyza sativae* روی گیاهان خیار تیمار شده با کودهای مختلف

Table 2. Adults' longevity and life span (Mean ± SE) of *Liriomyza sativae* on the cucumber plants treated with different fertilizers

Treatment	Male		Female	
	Longevity (day)	Life span (day)	Longevity (day)	Life span (day)
Control	8.00 ± 0.14^{a}	26.15 ± 0.18^{abc}	10.92 ± 0.19^{a}	29.24 ± 0.19^{a}
Vermicompost	7.50 ± 0.12^{b}	25.89 ± 0.18^{c}	10.05 ± 0.22^{b}	29.05 ± 0.26^{a}
Vermicompost + Humic acid	6.87 ± 0.18^{c}	26.19 ± 0.26^{abc}	9.20 ± 0.20^{c}	28.20 ± 0.30^{b}
Vermicompost + Humic acid + Nitrogen	7.20 ± 0.17^{bc}	26.07 ± 0.21^{bc}	10.59 ± 0.29^{ab}	29.47 ± 0.33^{a}
Humic acid	5.75 ± 0.19^{d}	26.94 ± 0.28^{ab}	6.57 ± 0.27^{d}	27.21 ± 0.37^{c}
Nitrogen	8.26 ± 0.13^{a}	27.05 ± 0.34^{a}	11.14 ± 0.14^{a}	30.11 ± 0.29^{a}

Means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, SNK test).

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس، اثر تیمارهای کودی بر طول دوره‌ی قبل از تخم‌گذاری افراد ماده‌ی مگس *L. sativae* غیر معنی‌دار بود ($P = ۰/۹۴۵$؛ $df = ۵$، ۱۱۰؛ $F = ۰/۸۶$). از نظر طول دوره‌ی تخم‌گذاری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۱۱۰؛ $F = ۵۷/۷۵$)؛ به طوری که کوتاه‌ترین طول این دوره مربوط به تیمار اسید هیومیک و طولانی‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد و نیتروژن بود (جدول ۳). نتایج مربوط به طول دوره‌ی بعد از تخم‌گذاری حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف بود ($P = ۰/۹۴۸$؛ $df = ۵$، ۱۱۰؛ $F = ۰/۹۷$).

جدول ۳- پارامترهای تولیدمثلی (میانگین ± خطای معیار) حشرات ماده *Liriomyza sativae* روی گیاه خیار تیمار شده با کودهای مختلف

Table 3. Reproductive characteristics (Mean ± SE) of *Liriomyza sativae* on the cucumber plant treated with different fertilizers

Treatment	Pre-oviposition Period (day)	Oviposition Period (day)	Post-oviposition Period (day)
control	1.00 ± 0.00^{a}	10.84 ± 0.17^{a}	0.08 ± 0.05^{a}
Vermicompost	1.00 ± 0.00^{a}	9.94 ± 0.22^{b}	0.11 ± 0.07^{a}
Vermicompost + Humic acid	1.00 ± 0.00^{a}	9.20 ± 0.20^{c}	0.00 ± 0.00^{a}
Vermicompost + Humic acid + Nitrogen	1.00 ± 0.00^{a}	10.35 ± 0.28^{ab}	0.24 ± 0.14^{a}
Humic acid	1.00 ± 0.00^{a}	6.36 ± 0.27^{d}	0.21 ± 0.11^{a}
Nitrogen	1.00 ± 0.00^{a}	11.03 ± 0.16^{a}	0.11 ± 0.06^{a}

Means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, SNK test).

نرخ خالص تولید مثل (R_0) آفت در تیمارهای مختلف کودی دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۹۸؛ $F = ۱۳۶۰/۶۶$)؛ به طوری که کمترین مقدار آن در تیمار اسید هیومیک و بیشترین مقدار آن در تیمار نیتروژن به دست آمد (جدول ۴). همچنین، اختلاف در نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) هم در تیمارهای مختلف معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۹۸؛ $F = ۵۹۲/۳۵$). کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت مگس مینوز سبزی و صیفی در تیمار اسید هیومیک و بیشترین مقدار آن در تیمار نیتروژن مشاهده شد (جدول ۴). هم‌چنین، اختلاف معنی‌داری بین نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) آفت در بین تیمارهای مورد آزمایش وجود داشت ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۹۸؛ $F = ۶۰۳/۲۰$). کمترین مقدار این پارامتر در تیمار اسید هیومیک و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار نیتروژن بود (جدول ۴). در تحقیق حاضر بین تیمارهای مورد بررسی از نظر مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۹۸؛ $F = ۳۲۲/۴۸$). این پارامتر در تیمار نیتروژن کمترین و در تیمار اسید هیومیک بیشترین بود (جدول ۴). میانگین مدت زمان یک نسل (T) نیز در تیمارهای مورد بررسی به طور معنی‌داری متفاوت بود ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۹۸؛ $F = ۱۱/۳۵$). کمترین و بیشترین مقدار این پارامتر به‌ترتیب در تیمارهای نیتروژن و اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- پارامترهای رشد جمعیت (میانگین ± خطای معیار) *Liriomyza sativae* روی گیاه خیار تیمار شده با کودهای مختلف

Table 4. Population growth parameters (Mean ± SE) of *Liriomyza sativae* on the cucumber plant treated with different fertilizers

Treatment	R_0 (females/female/generation)	r (day $^{-1}$)	λ (day $^{-1}$)	DT (day)	T (day)
Control	44.63 ± 0.52^{b}	0.1547 ± 0.0009^{b}	1.1673 ± 0.0011^{b}	4.48 ± 0.02^{e}	24.55 ± 0.09^{cd}
Vermicompost	29.94 ± 0.32^{c}	0.1359 ± 0.0010^{c}	1.1455 ± 0.0012^{c}	5.10 ± 0.03^{d}	25.01 ± 0.13^{bc}
Vermicompost + Humic acid	17.98 ± 0.28^{d}	0.1162 ± 0.0013^{d}	1.1232 ± 0.0015^{d}	5.96 ± 0.06^{c}	24.87 ± 0.17^{bc}
Vermicompost + Humic acid + Nitrogen	15.68 ± 0.25^{e}	0.1095 ± 0.0012^{e}	1.1157 ± 0.0013^{e}	6.32 ± 0.06^{b}	25.13 ± 0.16^{b}
Humic acid	9.67 ± 0.32^{f}	0.0888 ± 0.0020^{f}	1.0929 ± 0.0021^{f}	7.80 ± 0.17^{a}	25.55 ± 0.23^{a}
Nitrogen	52.70 ± 0.69^{a}	0.1640 ± 0.0005^{a}	1.1782 ± 0.0005^{a}	4.22 ± 0.01^{f}	24.18 ± 0.06^{d}

Means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, SNK test).

بر اساس نتایج به دست آمده، ارتفاع گیاه خیار به‌صورت معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت ($P < ۰/۰۰۰۱$؛ $df = ۵$، ۳۶؛ $F = ۱۹۴/۲۵۲$). به طوری که بیشترین افزایش ارتفاع در تیمارهای ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک-نیتروژن و کمترین افزایش ارتفاع در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). هم‌چنین، نتایج حاصل از بررسی تأثیر تیمارهای مختلف روی کلروفیل برگ حاکی از اثر معنی‌دار افزایش کودها در محتوای کلروفیلی برگ‌های گیاه بود ($P= ۰/۰۲۵$؛ $df = ۵$، ۳۶؛ $F = ۲/۹۴۱$). بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ورمی‌کمپوست و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد بود (جدول ۵).

جدول ۵- تاثیر کودهای مختلف بر ارتفاع گیاه خیار و میزان کلروفیل برگ‌های آن (میانگین ± خطای معیار)

Table 5. Effect of different fertilizers on height and Chlorophyll content of cucumber plant (Mean ± SE)

Treatment	Height	Chlorophyll
Control	45.42 ± 0.84^{d}	37.05 ± 1.55^{b}
Vermicompost	77.28 ± 0.99^{b}	41.54 ± 0.40^{a}
Vermicompost + Humic acid	89.57 ± 0.24^{a}	37.78 ± 1.52^{ab}
Vermicompost + Humic acid + Nitrogen	85.85 ± 1.16^{a}	40.82 ± 0.63^{ab}
Humic acid	52.58 ± 1.03^{c}	38.82 ± 0.55^{ab}
Nitrogen	54.28 ± 1.39^{c}	39.28 ± 0.66^{ab}

Means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, SNK test).

بحث

کیفیت غذایی گیاهان نقش مهمی در انتخاب آنها توسط حشره‌خواران دارد (Price, 1991). بنابراین، کوددهی گیاهان با انواع کودهای آلی و شیمیایی با تأثیر روی کیفیت تغذیه‌ای آنها می‌تواند نشو و نما، تولید مثل و رشد جمعیت حشرات تغذیه‌کننده را تحت تأثیر قرار دهد (Razmjou *et al*., 2011). تعادل تغذیه‌ای مناسب در گیاه انرژی سلولی را افزایش داده، موجب تنظیم متابولیسم گیاه برای ممانعت از تجمع ترکیبات نیترات در آن شده و افزایش مقاومت نسبت به آفات و بیماری‌ها و تقویت میزان تحمل گیاه نسبت به عوامل فیزیکی مانند استرس دمایی را در پی خواهد داشت (Jackson, 1993; Pourya *et al*., 2020). از طرفی تاثیر منفی کودهای آلی روی پارامترهای زیستی و جمعیتی برخی از حشرات آفت در پژوهش‌های اخیر اثبات شده است (Chatterjee *et al*., 2013; Mottaghinia and Razmjou, 2018; Naeem *et al*., 2018; Jindo *et al*., 2020). برای مثال، استفاده از کود ورمی‌کمپوست در بستر کشت خیار جمعیت حشرات کامل سوسک نواری خیار، *Acalymma vittatum* F. و در بستر کشت گوجه فرنگی جمعیت لاروهای کرم شاخ‌دار گوجه فرنگی، *Manduca quinquemaculata* (Haworth)، را کاهش داده است (Yardim *et al*., 2006). در تحقیقی دیگر، طول عمر حشرات کامل و طول دوره‌های رشد و نمو پوره‌های شته سبز هلو، *Myzus persicae* (Sulzer)، روی فلفل دلمه‌ای تیمار شده با کود ورمی‌کمپوست به‌صورت معنی‌داری کاهش و میزان مرگ و میر پوره‌ها افزایش یافته است (Mardani-Talaee *et al*., 2017).

نتایج به‌دست آمده از مطالعه‌ی حاضر نشان داد که بین تیمارهای مختلف کودی از نظر طول دوره‌ی لاروی و طول دوره‌ی شفیرگی مگس مینوز سبزی و صیفی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین طول عمر حشرات کامل نر و ماده و طول دوره‌ی تخم‌گذاری ماده‌ها به‌طور معنی‌داری متفاوت بود، ولی طول دوره‌ی جنینی تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت. طول دوره‌ی مراحل نابالغ مگس مینوز سبزی و صیفی در تیمار اسید هیومیک بیشترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها داشته که نشان می‌دهد در گیاهان تیمارشده با این کود، آفت به زمان بیشتری برای تکمیل این دوره نیاز دارد. در تحقیقی دیگر، متقی‌نیا و رزمجو (Mottaghinia and Razmjou, 2018) هم نشان دادند که طول دوره‌ی نابالغ بید سیب‌زمینی از ۲۴/۶۵ تا ۲۸/۱۰ روز در تیمار اسید هیومیک بیشترین و در تیمار شاهد کمترین مقدار را داشت. همچنین، در بررسی حاضر طول عمر حشرات کامل در تیمار اسید هیومیک کمترین مقدار را داشت که مشابه با نتایج متقی‌نیا و رزمجو (Mottaghinia and Razmjou, 2018) می‌باشد. مقایسه‌ی طول دوره‌ی لاروی آفت روی تیمارهای مختلف نشان داد که کودهای آلی استفاده شده، سبب طولانی شدن طول دوره‌ی لاروی آفت نسبت به تیمار شاهد شده است. بسیج و همکاران (Basij *et al*., 2011) طول دوره‌ی لاروی مگس مینوز سبزی و صیفی روی ارقام مختلف خیار را بین ۴/۳۶ تا ۵/۵۳ روز به دست آوردند؛ در حالی‌که در

بررسی حاضر طول دوره‌ی لاروی آفت تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی بیشتر و بین ۶/۱۹ تا ۷/۳۶ روز برآورد شد.

با توجه به اینکه ویژگی‌های جمعیتی حشرات مانند نشو و نما، میزان تولیدمثل، طول مراحل مختلف زیستی و زنده‌مانی به نوع و کیفیت غذای خورده شده بستگی دارند، تغییر کیفیت گیاهان از طریق کوددهی می‌تواند جنبه‌های مختلفی از ویژگی‌های زیستی سطوح غذایی بالاتر را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که کوددهی تأثیر معنی‌داری روی پارامترهای رشد جمعیت مگس مینوز سبزی و صیفی داشت؛ به‌طوری‌که کمترین مقدار نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و بیشترین مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) و مدت زمان یک نسل آفت (T) در تیمار اسید هیومیک به‌دست آمد. محمدی و همکاران (Mohamadi *et al*., 2017a) نشان دادند که تیمار گیاه گوجه فرنگی با غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست پارامترهای جمعیتی مینوز گوجه فرنگی (*Tuta absoluta* Meyrick) را به‌صورت معنی‌داری تحت تاثیر قرار می‌دهد؛ به‌طوری‌که کمترین مقدار مربوط به نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و بیشترین مدت زمان دو برابر شدن جمعیت و مدت زمان یک نسل آفت، همانند تحقیق حاضر، روی گیاهان تیمار شده با اسید هیومیک ثبت شد. پایین‌تر بودن نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) آفت و کمتر بودن طول عمر و طول چرخه‌ی زیستی افراد نر و ماده روی نمونه‌های گیاهی تیمار شده با اسید هیومیک توانایی بالای این کود را برای کاهش جمعیت مگس مینوز سبزی و صیفی نشان می‌دهد. علاوه بر آن، وجود مواد هیومیکی ناشی از مصرف این کود در گیاه می‌تواند باعث افزایش مقاومت آن به تنش‌های محیطی و هم‌چنین هجوم سایر حشرات شود (Jackson, 1993).

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، ارتفاع و محتوای کلروفیلی گیاه خیار تحت تاثیر تیمار کودهای ورمی-کمپوست و اسید هیومیک قرار گرفت. بیشترین افزایش ارتفاع در تیمارهای ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست-اسید هیومیک-نیتروژن و بیشترین میزان کلروفیل در تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. محمدی و همکاران (Mohamadi *et al*., 2017a) هم نشان دادند که پارامترهای رشدی گیاه گوجه فرنگی شامل ارتفاع، وزن تر و وزن خشک تحت تاثیر تیمار کودهای ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک نسبت به گروه شاهد به‌صورت معنی‌داری افزایش می‌یابد. به‌عبارتی، استفاده از کودهای اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست علاوه بر داشتن تاثیر مثبت در رشد و مقدار کلروفیل گیاه میزبان، اثرات منفی روی آفات تغذیه‌کننده از گیاهان تیمار شده دارد. همچنین، اثرات مثبت کاربرد کودهای مذکور روی پارامترهای زیستی و جمعیتی حشرات مفیدی مانند زنبور پارازیتوئید تریکوگراما گزارش شده است (Mohamadi *et al*., 2017b). با توجه به نتایج به دست آمده در بین تیمارهای کودی مورد استفاده، اسید هیومیک باعث افزایش مقاومت گیاه خیار نسبت به مگس مینوز سبزی و صیفی شده و توانایی بالایی در کاهش پارامترهای زیستی و جمعیتی این آفت داشته است، بنابراین می‌توان از آن در مدیریت تلفیقی این آفت استفاده نمود. با این حال، مطالعه‌ی تأثیر تیمارهای مورد بررسی روی ترکیبات شیمیایی اولیه و ثانویه‌ی گیاه میزبان و یا روی ویژگی‌های فیزیولوژیک مگس مینوز سبزی و صیفی می‌تواند در کنترل بهتر این آفت کمک کند.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است که به این وسیله تشکر و قدردانی می شود.

References

Ahmad, N. 2000. Fertilizer scenario in Pakistan policies and development. In: Proceedings of the Conference Agriculture and Fertilizer Use, ed. Islamabad, Pakistan: Planning and Development Division, Government of Pakistan, pp. 15-21.

Basij, M., Askarianzaeh, A. R., Asgari, Sh., Moharramipou, S. and Rafezi, R. 2011. Evaluation of resistance of cucumber cultivars to the vegetable leafminer *Liriomyza sativae* in greenhouse. **Chilean Journal of Agricultural Research** 71: 395-400.

Chatterjee, R., Choudhuri, P. and Laskar, N. 2013 Influence of nutrient management practices for minimizing whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) population in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **International Journal of Science, Environment and Technology** 2: 956-962.

Chen, Y. and Aviad, T. 2004. Effects of humic substances on plant growth. In: *Humic substances in soil and crop science*. MacCarthy, P., Clapp, C., Malcolm, R. and Bloom, P. (eds.). Selected reading. ASA and SSSA. Madison. WI, pp. 161-186.

Darzi, M. T., Ghalavand, A. and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application N, P, K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgar* Mill). **Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants** 25: 1-19. (in Farsi)

Edwards, C. A., Arancon N. Q., Vasko-Bennett, M., Askar, A. and Keeney, G. 2009. Effect of aqueous extracts from vermicomposts on attacks by cucumber beetles (*Acalymna vittatum*) (Fabr.) on cucumbers and tobacco hornworm (*Manduca sexta*) on tomatoes. **Pedobiologia** 53: 141-148.

Facknath, S. and Lalljee, B. 2005. Effect of soil-applied complex fertiliserfertilizer on an insect–host plant relationship: *Liriomyza trifolii* on *Solanum tuberosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 115: 67-77.

Jackson, W. R. 1993. *Humic, fulvic and microbial balance*: Organic soil conditioning (an agricultural text and reference book). Jackson Research Center, 958 p.

Jindo, K., Olivares, F. L., Malcher, D. J. D. P., Sánchez-Monedero, M. A., Kempenaar, C. and Canellas, L. P. 2020. From lab to field: role of humic substances under open-field and greenhouse conditions as biostimulant and biocontrol agent. **Frontiers in Plant Science** 12: 426.

Johnson, M. W., Welter, S. C., Toscano, N. C., Ting, I. P. and Trumble, J. T. 1983. Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology** 76: 1061–1063.

Le Strange, M., Koike, S., Valencia, J. and Chaney, W. 1999. *Spinach production in California*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication 7212. pp. 3–4.

Mallikarjuna, M., Govindasamy, R. and Chandrasekaran, S. 1987. Effect of humic acid on *Sorghum vulgare* var. CSH-9. **Current Sciences** 56: 1273-1276.

Mardani-Talaee, M., Razmjou, J., Nouri-Ganbalani, G., Hassanpour, M. and Naseri, B. 2017. Impact of chemical, organic and bio-fertilizers application on bell pepper, *Capsicum annuum* L. and biological parameters of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hem.: Aphididae). **Neotropical Entomology** 46: 578-586.

McKeague, J. A. 1978. *Manual on soil sampling and methods of analysis*. Second edition, Canadian Society of Soil Science, pp.189-204.

Meyer, J. S., Ingersol, C. G., McDonald, L. L. and Boyce, M. S. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. **Ecology** 67: 1156-1166.

Mohamadi, P., Razmjou, J., Naseri, B. and Hassanpour, M. 2017a. Population growth parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant using organic substrate and biofertilizers. **Journal of Insect Science** 17: 36.

Mohamadi, P., Razmjou, J., Naseri, B. and Hassanpour, M. 2017b. Humic fertilizer and vermicompost applied to the soil can positively affect population growth parameters of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** 46: 678-684.

Moradi Telavat, M. R., Siadat, S. A., Nadian, H. and Fathi, G. 2007. Response of canola grain and oil yields, oil and protein contents to different levels of nitrogen and boron fertilizers in Ahwaz region. **Iranian Journal of Crop Sciences** 9: 213-224. (in Farsi)

Motahari, M., Kheradmand, K., Roustaee, A. M. and Talebi, A. A. 2014. The impact of cucumber nitrogen nutrition on life history traits of *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). **Acarologia** 54: 443-452.

Mottaghinia, L. and Razmjou, J. 2018. Effect of application of organic fertilizers in growing medium of potato plants on biological characteristics of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Entomological Society of Iran** 38: 15-30. (in Farsi)

Naeem, M., Aslam, Z., Khaliq, A., Ahmed, J. N., Nawaz, A. and Hussain, M. 2018. Plant growth promoting Rhizobacteria reduce aphid population and enhance the productivity of bread wheat. **Brazilian Journal of Microbiology** 49: 9-14.

Parkman, P., Dusky, J. A. and Waddill V. H. 1989**.** Biological studies of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on castor bean. **Environmental Entomology** 18: 768–772.

Pirasteh Anousheh, H., Emam, Y. and Jamali Ramin, F. 2010. Comparison of the chemical fertilizers on growth, yield and percentage of sunflower (*Helianthus annuss* L.) oil at different levels of drought stress. **Journal of Agroecology** 12: 492-501. (in Farsi)

Pourya, M., Shakarami, J., Mardani-Talaee, M. and Serrão J. E. 2020. Induced resistance in wheat *Triticum aestivum* L. by chemical- and bio- fertilizers against English aphid *Sitobion avenae* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse. **International Journal of Tropical Insect Science** 40: 1043-1052.

Price, P. W. 1991. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. **Oikos** 62: 244-251.

Razmjou, J., Mohammadi, M. and Hassanpour, M. 2011. Effect of vermicompost and cucumber cultivar on population growth attributes of the melon aphid (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology** 104: 1379-1383.

Robb, K. L. and Parrella, M. P. 1985. Antifeeding and oviposition deterring effects of insecticides on adult *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology** 78: 709-713.

Tahami Zarandi, S., Rezvani Moghadam. P. and Jahan. M. 2009. Effects of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil herbs. **Journal of Agroecology** 34, 82-70.

Theunissen, J., Ndakidemi, P. A. and Laubscher, C. P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. **International Journal of Physical Sciences** 5: 1964-1973.

van Wijen, H. J. and Bakker, J. P. 1999. Nitrogen and phosphorus limitation in a coastal barrier salt marsh: the implications for vegetation succession. **Journal of Ecology** 87: 265-272.

Verdenelli, R. A., Lamarque, A. L. and Meriles, J. M. 2012. Short-term effects of combined iprodione and vermicompost applications on soil microbial community structure. **Science of the Total Environment** 414: 210-219.

Veronica, M., Eva, B., Angel-Maria, Z., Elena, G., Marta, F. and Jose Maria, G. M. 2010. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. **Journal of Plant Physiology** 167: 633-642.

Wang, J. J., Tsai, J. H. and Broschat, T. K. 2006. Effect of nitrogen fertilization of corn on the development, survivorship, fecundity and body weight of *Peregrinus maidis* (Hom., Delphacidae). **Journal of Applied Entomology** 130: 20-25.

Y**ardim, E. N., Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Oliver, T. J. and Byrne. R. J.** 2006. Suppression of tomato hornworm (*Manduca quinquemaculata*) and cucumber beetles (*Acalymma vittatum* and *Diabotrica undecimpunctata*) populations and damage by vermicomposts. **Pedobiologia** 50: 23-29.

Plant Pest Research
2021- 11 (1): 31-42

Research paper

Effect of different fertilizer treatments on the life history of vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard, on cucumber

F. Afshari[1], J. Razmjou[1]*, L. Mottaghinia[1], H. Rafei Dastjerdi[1], A. Golizadeh[1] and A. Ebadollahi[2]

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, 2. Department of Plant Sciences, Moghan College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

(Received: July 29, 2020- Accepted: May 10, 2021)

Abstract

Vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard, is one of the most important pests of cucumber, especially in greenhouses. In this study, effect of different fertilizer treatments, including vermicompost, humic acid, nitrogen, vermicompost-humic acid and vermicompost-humic acid-nitrogen mixture, were investigated on biological parameters of vegetable leafminer along with some growth indices of cucumber plant including plant height and chlorophyll content. The experiments were carried out in a growth chamber at 25 ± 2˚C, relative humidity of 65 ± 5 %, and a photoperiod of 16 L: 8 D. Based on the results, the duration of immature stages and longevity of adults were significantly different on the tested treatments. Duration of immature stages was highest on humic acid treatment (3.36 d) and lowest on control (3.13 ± 0.06). Furthermore, the lowest values of longevity and life span of adults were recorded on humic acid (6.57 and 27.21 d, respectively) and the highest values of these parameters were on nitrogen treatment (11.14 and 30.11 d, respectively). The tested treatments had significant effects on population growth parameters of the pest. The highest values of intrinsic rate of natural increase (r) and net reproductive rate (R_0) of the vegetable leafminer were on nitrogen treatment (0.1640 d^{-1} and 52.70 offspring/female, respectively) and the lowest values of these parameters were on humic acid treatment (0.0888 d^{-1} and 9.67 offspring/female, respectively). The results of the present study showed that humic acid can be used in integrated management of the vegetable leafminer in cucumber growing area.

Key words: Leafminer, cucumber, vermocompost, humic acid, nitrogen

*Corresponding author, E-mail: razmjou@uma.ac.ir