Archive of SID

JESI

DOI: 10.22117/JESI.2018.116221.1157

نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۳۰-۱۵،(۱)۳۸ ،۱۳۹۷

JOURNAL OF ENTOMOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
2018, 38 (1),15-30

تاثیر کاربرد کودهای آلی در بستر کشت گیاه سیب‌زمینی بر ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae)

لیلا متقی‌نیا* و جبرائیل رزمجو

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mottaghinia.l@uma.ac.ir

چکیده

بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* Zeller از مهم‌ترین آفات سیب‌زمینی است که با تغذیه از برگ، ساقه و غده سیب‌زمینی سبب ایجاد خسارت می‌شود. نوع کود مصرفی ممکن است جمعیت آفات تغذیه کننده از گیاه را تحت تاثیر قرار دهد. در این تحقیق تاثیر کاربرد کودهای آلی شامل ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک، مخلوط ورمی‌کمپوست و اسیدهیومیک ونانوکامپوزیت بیوارگانیک روی ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها روی برگ سیب‌زمینی رقم اگریا و در اتاقک رشد انجام شد. بر اساس نتایج به دست آمده، اغلب پارامترهای زیستی بید سیب‌زمینی به طور معنی‌داری تحت تاثیر کوددهی قرار گرفت. کم‌ترین طول دوره لاروی بید سیب‌زمینی در تیمار شاهد و بیش‌ترین طول آن در تیمارهای اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به دست آمد. طول عمر حشرات کامل نر از ۱۰/۲۱ تا ۱۸/٦۸ روز و طول عمر ماده‌ها از ۱۲/۹٤ تا ۲۳/۲۰ روز در تیمارهای مختلف متغیر بود. ماده‌های این آفت کم‌ترین زادآوری کل را در تیمار اسید هیومیک داشتند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) بید سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف بین ۰/۰۹٦ تا ۰/۱۱۹ برروز در نوسان بود. اندازه‌گیری تعداد تریکوم برگ تیمارهای مختلف نشان داد که بیش‌ترین تراکم تریکوم‌ها مربوط به تیمار اسید هیومیک بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اسید هیومیک توانایی بیش‌تری برای کاهش جمعیت بید سیب‌زمینی دارد و می‌توان از آن در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت مهم استفاده کرد.

واژگان کلیدی: بید سیب‌زمینی، ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک، نانوکامپوزیت بیوارگانیک، ویژگی‌های زیستی

Effect of application of organic fertilizers in growing medium of potato plants on biological characteristics of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae)

Leila Mottaghinia* & Jabraeil Razmjou

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

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

Abstract

Potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zeller, is one of the important pests of potato, causing damage on leaves, stem, and tubers. Type of fertilizer may affect the population of the pests feeding on the plant. In this study, the effect of some organic fertilizers including vermicompost, humic acid, a mixture of vermicompost and humic acid, and nanocomposites bio-organic was investigated on biological traits of potato tuber moth. The experiments were carried out on potato leaves, cv. Agria in a growth chamber. Results showed that nearly all the biological parameters of potato tuber moth were significantly affected by fertilization. The shortest larval period was in the control and the longest one was on humic acid and nanocomposites bio-organic. The longevity of the males ranged from 10.21 to 18.68 days and that of females varied from 12.94 to 23.20 days on different treatments. The females of the pest had the least total fecundity on humic acid. The intrinsic rate of natural increase (r_m) of the potato tuber moth ranged from 0.096 to 0.119 day^{-1} on different treatments. Counting the number of trichomes of the leaves of different treatments showed that the highest density of trichomes was on humic acid. The results of this study showed that humic acid has better potential for decreasing the population of the pest and it can be used in the IPM programs.

دریافت: ۱۳۹٦/۰۸/۲۳، پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۰.

دبیر تخصصی: جعفر محقق‌نیشابوری

www.SID.ir

Archive of SID

Keywords: Potato tuber moth, vermicompost, humic acid, nanocomposites bio-organic, biological traits
Received: 14 November 2017, *Accepted*: 9 April 2018

مقدمه

کودها از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی هستند که نقش مهمی در افزایش عملکرد گیاهان دارند. نوع کود مصرفی می‌تواند جمعیت آفات را در اکوسیستم‌های کشاورزی تحت تاثیر قرار دهد. به طوری که تحقیقات مختلف نشان داده است که کودهای شیمیایی با کاهش مقاومت گیاه به حشرات موجب افزایش جمعیت آن‌ها شده و نیاز به استفاده از سموم را افزایش می‌دهند (Altieri & Nicholls, 2003; Hosseini *et al*., 2010; Zarghami *et al*., 2010). افزایش جمعیت آفات اغلب ممکن است به دلیل بهبود کیفیت تغذیه‌ای گیاه و کاهش غلظت مواد شیمیایی ثانویه باشد (Herms, 2002). به عنوان مثال، Hsu *et al*. (2009) گزارش کردند که در گیاهان کلم کوددهی شده با کودهای شیمیایی پروانه سفیده کوچک کلم، *Pieris rapae* L. تخم‌گذاری بیش‌تری دارد و نشوونمای لاروهای این آفت روی گیاهان کوددهی شده سریع‌تر صورت می‌گیرد. Hosseini *et a*l. (2011) نیز نشان دادند که کاهش مقادیر کودهای نیتروژن و پتاسیم در گیاه لوبیا می‌تواند موجب کاهش توانایی‌های زیستی شته سیاه باقلا، *Aphis fabae* Scoli. شود.

مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از کودهای آلی حاکی از آن است که این کودها بر خلاف کودهای شیمیایی نقش موثری در کاهش جمعیت آفات دارند. ورمی‌کمپوست نوعی کود آلی است که محصول هضم کرم‌های خاکی بوده و در فرایند تولید آن ماده آلی از طریق تعاملات بین کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های مختلف مورد تجزیه قرار می‌گیرد (Edwards & Fletcher, 1988). افزودن این کود به خاک موجب تسریع جوانه‌زنی بذور، افزایش رشد گیاه و عملکرد محصول می‌شود (Atiyeh *et al*., 2000; Arancon *et al*., 2005; Gutierrez-Miceli *et al*., 2007). تحقیقات اخیر نشان داده است که استفاده از ورمی‌کمپوست باعث کاهش جمعیت آفات می‌شود. چنان که استفاده از ورمی‌کمپوست در بستر کشت گیاه خیار جمعیت آفاتی مانند سوسک‌های *Acalymma vittatum* Fab.، *Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber، کنه *Tetranychus urticae* Koch و شته *Aphis gossypii* Glover، در گیاه گوجه‌فرنگی انبوهی آفاتی مانند پروانه *Manduca quinquemaculata* Haworth و شب‌پره *Tuta absoluta* Meyrick، در گیاه سیب‌زمینی فراوانی مگس مینوز *Liriomyza huidobrensis* Blanchard و در گیاه فلفل جمعیت شته *Myzus persicae* Sulzer را کاهش داده است (Yardim *et al*., 2006; Suryawan & Reyes, 2006; Razmjou *et al*., 2011, 2012; Mottaghinia *et al*., 2015; Mardani-Talaee *et al*., 2016; Mohammadi *et al*., 2016).

در سال‌های اخیر کاربرد اسید هیومیک، به عنوان یکی دیگر از کودهای آلی، در سراسر جهان توسط کشاورزان رو به افزایش است. اسید هیومیک یکی از اجزای اصلی هوموس می‌باشد. این ماده موثرترین بخش آلی خاک است که حاوی اسید هیومیک فراوان و سایر مواد مورد نیاز برای رشد گیاه است و نقش مهمی در حاصل‌خیزی خاک و بهبود رشد گیاه دارد. مواد هیومیکی نقش مهمی در توازن و افزایش جذب عناصر، بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک، تنظیم PH و تثبیت دمای خاک دارند. هم‌چنین، این مواد باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی و هجوم حشرات می‌شوند (Jackson, 1993; Nardi *et al*., 2002). کاربرد اسید هیومیک در زراعت سیب‌زمینی موجب افزایش رشد و وزن خشک گیاه، افزایش عملکرد و جذب بهتر عناصر توسط غده‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود (Radwan & El-Shal, 2011). گزارش‌های اندکی در زمینه تاثیر اسید هیومیک روی جمعیت حشرات وجود دارد. به عنوان مثال، Mohammadi *et al*. (2016) گزارش کردند که کاربرد اسید هیومیک در بستر کشت گوجه‌فرنگی تاثیر منفی روی اغلب پارامترهای رشد جمعیت شب‌پره *T. absulata* داشت.

به طور معمول برای افزایش حاصل‌خیزی خاک و عملکرد بهتر محصول، کودهای شیمیایی به دفعات در خاک استفاده می‌شوند. این امر موجب جبران مشکلاتی مانند آبشویی و حرکت عناصر به دور از مناطق هدف می‌شود اما ممکن است آلودگی شدید محیط زیست را در پی داشته باشد. به همین دلیل، طی سال‌های اخیر برای به حداقل رساندن مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای نانو با تکیه بر فناوری نانو رواج یافته است. در فرمولاسیون این کودها از طریق سازوکارهایی مانند رسانش هدفمند و رهاسازی کنترل‌شده، این امکان برای کود فراهم می‌شود که عناصر غذایی خود را در پاسخ به محرک‌های محیطی و نیازهای زیستی با دقت بسیار بالا در خاک آزاد سازد (Morales-Díaz *et al*., 2017). یکی از این کودها، نانوکامپوزیت بیوارگانیک می‌باشد که نوعی کود آلی کامل است که در ساختار آن مواد آلی مختلف و نانو ذرات وجود دارد. طبق یافته‌های Janmohammadi *et al*. (2016) استفاده از کودهای نانو موجب رشد بهتر گیاه و افزایش عملکرد آن می‌شود. در زمینه تاثیر استفاده از کودهای نانو روی جمعیت حشرات تاکنون مطالعه‌ای انجام نگرفته است؛ اما گزارش شده است که به کارگیری ذرات نانو در فرمولاسیون سموم شیمیایی می‌تواند کنترل بهتری روی جمعیت حشرات آفت ایجاد کند (Hua *et al*., 2015).

بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) یکی از حشرات الیگوفاژ و همه‌جایی می‌باشد که اغلب در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری پراکنش بیش‌تری دارد. تغذیه این حشره اغلب روی گیاهان تیره Solanaceae به ویژه سیب‌زمینی می‌باشد (Fenemore, 1988). حشرات کامل ماده تخم‌های خود را در سطح زیرین برگ‌های سیب‌زمینی یا روی غده‌های آن می‌گذارند و لارو آن با تغذیه از برگ، ساقه و غده سیب‌زمینی سبب ایجاد خسارت چشمگیر در مزرعه و انبار می‌شود (Foot, 1979). لارو این آفت دارای چهار سن لاروی است که طی تغذیه خود روی برگ‌ها، با ایجاد دالانی بین اپیدرم رویی و زیری آن و تغذیه از بافت پارانشیم موجب کاهش سطح فتوسنتز و ایجاد خسارت می‌شود. هم‌چنین، حفر تونل تغذیه‌ای در دمبرگ و ساقه سیب‌زمینی توسط لاروها موجب سیاه شدگی و ضعف این قسمت‌ها و در نهایت پژمردگی و از بین رفتن برگ یا قسمت انتهایی ساقه می‌شود. در اواخر مراحل رشدی سیب‌زمینی و با شروع از بین رفتن بوته، لاروها اغلب به سمت غده‌ها حرکت کرده و شروع به تغذیه از آن‌ها می‌کنند. خسارت این حشره با ایجاد دالان‌های تغذیه‌ای داخل غده‌های سیب‌زمینی و انتقال آن به انبارها تشدید می‌شود (Foot, 1979; Tsedaley, 2015). به طور معمول کنترل این آفت اغلب توسط حشره‌کش‌ها انجام می‌گیرد؛ اما علیرغم استفاده از حشره‌کش‌ها، خسارت این آفت روی بوته‌های سیب‌زمینی و به ویژه برگ‌ها افزایش یافته که حاکی از بروز مقاومت آن به حشره‌کش‌ها می‌باشد (Doğramacı & Tingey, 2008). بنابراین، روش‌های مدیریتی موثری که متکی بر آفت‌کش‌ها نباشد باید برای کنترل این آفت مهم به کار گرفته شود. یکی از این روش‌ها، مدیریت تغذیه‌ای گیاه به ویژه از طریق کودهای آلی می‌باشد؛ زیرا ثابت شده است که این کودها با تاثیر بر خصوصیات جمعیتی حشرات گیاه‌خوار، می‌توانند نقش موثری در کاهش انبوهی جمعیت اغلب آفات داشته باشند. لذا، این تحقیق به منظور مطالعه تاثیر کودهای آلی روی ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی صورت گرفت. نتایج این بررسی می‌تواند در توصیه کودی مورد نیاز برای مدیریت تلفیقی این آفت مهم در گیاه سیب‌زمینی مورد استفاده قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

پرورش حشره

جمعیت اولیه بید سیب‌زمینی به صورت تخم از یک کلنی آزمایشگاهی موجود در گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی تهیه شد. صفحه کاغذی حاوی تخم روی غده‌های سالم و با اندازه متوسط سیب‌زمینی (رقم ساوالان) داخل ظروف پلاستیکی شفاف قرار داده شد تا لاروهای سن اول بلافاصله پس از خروج از تخم، وارد غده‌ها شوند. این ظروف به قطر دهانه ۱۸ و ارتفاع هفت سانتی‌متر بودند که به منظور تهویه سوراخی به قطر ۱۲ سانتی‌متر روی درپوش آن ایجاد و با توری بسیار ظریف پوشانده شد. به منظور تامین بستر مناسب برای تشکیل شفیره یک لایه نازک از خاک داخل ظروف استفاده شد. طی پرورش، غده‌های سیب‌زمینی در صورت مصرف شدن و یا از بین رفتن توسط لاروهای آفت با غده‌های تازه جایگزین می‌شدند. حشرات کامل پس از ظهور به ظروف تخم‌گیری منتقل شدند. ظروف تخم‌گیری ظروف پلاستیکی شفاف استوانه‌ای به قطر دهانه ١٤ و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر بودند که قسمت دهانه آن با توری پوشانده شده بود. روی توری مذکور، صفحه کاغذی به همان قطر ظرف و نیز به منظور تحریک تخم‌گذاری شب‌پره‌های ماده برش‌های نازکی از غده سیب‌زمینی روی این صفحه استفاده شد. شب‌پره‌های کلنی با محلول آب عسل ۱۰ درصد تغذیه شدند. پرورش بید سیب‌زمینی به مدت سه نسل متوالی در اتاقک رشد در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ٦٥ درصد و دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام گرفت.

پرورش گیاه میزبان

غده‌های رقم اگریا (یکی از ارقام متداول در استان اردبیل) از ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل تهیه شد. این غده‌ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۰ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر که خاک آن با پنج تیمار مختلف کودی تیمار شده بود کاشته شدند. این تیمارها شامل: ۱) شاهد (خاک مزرعه)، ۲) ورمی‌کمپوست، ۳) اسید هیومیک، ٤) مخلوط ورمی‌کمپوست و اسیدهیومیک، و ۵) کود نانوکامپوزیت بیوارگانیک بودند. ورمی‌کمپوست مورد استفاده با نام تجاری ورمی‌کمپوست گیلدا (دارای ٥٦/٨ درصد ماده آلی، ۳۲/۹ درصد کربن آلی، ۱/٥٥درصد نیتروژن، ۰/٤ درصد فسفر و ۰/٤ درصد پتاسیم) از شرکت انوشه آراب، اسید هیومیک با نام تجاری پارس هیومیک (دارای ۸۰-۷۰ درصد اسید هیومیک و اسید فولویک، ٤-۲ درصد نیتروژن، یک درصد فسفر و یک درصد پتاسیم) از شرکت گلسنگ کویر یزد و نانوکامپوزیت بیوارگانیک (دارای میکروارگانیسم‌های تثبیت کننده ازت و حل کننده فسفات، مواد آلی مانند اسید هیومیک، اسید فولویک و ورمی‌کمپوست، نانو ذرات آهن و روی، انواع اسیدهای آمینه و ریزمغذی‌هایی مانند آهن و روی) از شرکت فناور نانو پژوهش بیوزر تهیه شدند. برای تیمار ورمی‌کمپوست از نسبت حجمی ۳۰ درصد آن (٪۳۰ ورمی‌کمپوست و ۷۰ درصد خاک) و برای اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک از مقدار توصیه شده مزرعه‌ای (به ترتیب ۲۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) این کودها در هر گلدان استفاده شد. گیاهان در شرایط گلخانه‌ای در دمای روزانه ۳ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ٦۰ درصد و دوره نوری طبیعی پرورش یافتند. برگ گیاهان سیب‌زمینی مورد بررسی ٤۰ روز پس از کاشت برای انجام آزمایش‌ها استفاده شدند. هم‌چنین قبل از شروع آزمایش‌ها، بید سیب‌زمینی به مدت یک نسل روی برگ تیمارهای مختلف پرورش داده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی

برای تهیه تخم‌های هم سن بید سیب‌زمینی، تعدادی برگ مرکب کامل از تیمارهای مختلف تهیه شد. برای حفظ شادابی برگ، انتهای دمبرگ داخل شیشه پنی‌سیلین حاوی آب قرار داده شد و دهانه آن برای جلوگیری از نفوذ شب‌پره‌ها با پنبه مسدود شد. برگ‌ها به مدت کمتر از ٢٤ ساعت داخل ظروف تخم‌گیری حاوی ۳۰ تا ٤٠ جفت شب‌پره نر و ماده مربوط به هر تیمار قرار گرفتند تا تخم‌گذاری شب‌پره‌ها (پرورش یافته روی گیاهان آزمایشی) روی آن‌ها صورت گیرد. تعداد ۵۰ عدد تخم برای تیمارهای مختلف در نظر گرفته شد. پس از ظهور لاروهای سن اول و شروع خسارت، این لاروها با استفاده از قلم مو داخل ظروف پلاستیکی شفاف به ابعاد ٤ × ٧ × ٨ سانتی‌متر به صورت مجزا منتقل شدند. برای تامین تهویه این ظروف سوراخی به ابعاد ۲ × ۳ سانتی‌متر در درپوش هر ظرف ایجاد و با پارچه توری ظریف پوشانده شد. داخل هر ظرف از یک برگ مرکب کامل سیب‌زمینی که دمبرگ آن داخل پنبه مرطوب قرار داده شده بود استفاده شد. برگ‌های مرکب طی آزمایش در صورت نیاز هر دو روز یک بار با برگ‌های جدید تعویض می‌شدند. این ظروف روزانه بررسی و زمان تشکیل شفیره درون هر ظرف و نیز زمان ظهور حشرات کامل در تیمارهای مختلف ثبت شد. از داده‌های حاصله برای تعیین طول دوره جنینی، طول دوره لاروی، شفیرگی و بقای ویژه سنی استفاده شد.

پس از ظهور حشرات کامل، یک جفت نر و ماده (۲۰ تکرار برای تیمارهای مختلف) به داخل ظروف شفاف منتقل شد. حشرات نر بید سیب‌زمینی از نظر جثه کوچک‌تر از ماده‌ها بوده و روی هر یک از بال‌ها دو تا سه عدد لکه تیره دارند. این لکه‌ها در حشرات ماده با داشتن گستردگی بیشتر، به شکل علامت X مشاهده می‌شود (Chauhan & Verma, 1991). ظروف مذکور به قطر هفت و نیم و ارتفاع هشت سانتی‌متر بودند که دهانه آن با توری پوشانده شده بود و روی توری، صفحه کاغذی به همان قطر ظرف و روی این صفحه یک عدد برگچه سیب‌زمینی (به منظور تحریک تخم‌گذاری) و پنبه آغشته به آب عسل ۱۰ درصد (برای تغذیه شب پره‌ها) استفاده شد. تعداد تخم‌های گذاشته شده در سطح زیرین کاغذ در تیمارهای مختلف به صورت روزانه شمارش و سپس با صفحه کاغذی جدید جایگزین شد. در صورت مشاهده تخم روی پارچه توری یا دیواره داخلی ظروف در طی بررسی‌های روزانه، پس از شمارش به وسیله قلم مو حذف می‌شد. آزمایش تا زمان مرگ آخرین شب‌پره بالغ ادامه پیدا کرد. بدین ترتیب، بقاء، طول عمر حشرات کامل نر و ماده، طول دوره تخم‌گذاری و زادآوری آن‌ها روی تیمارهای مختلف محاسبه شد. آزمایش‌ها در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ٦٠ درصد و دوره نوری ١٤ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی در داخل اتاقک رشد انجام گرفت.

تعیین برخی ویژگی‌های گیاه و خاک کوددهی شده

٤٠ روز پس از کاشت غده‌های سیب‌زمینی در بسترهای کودی مورد آزمایش، ویژگی‌هایی مانند ارتفاع گیاه و تراکم تریکوم‌ها در یک میلی‌متر مربع از سطح زیرین برگ تیمارهای مختلف (با استفاده از استریومیکروسکوپ (Olympus SZX16)) در ۱۰ تکرار اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، اندازگیری مقدار نیتروژن موجود در خاک به روش کجلدال انجام شد.

تجزیه داده‌ها

پیش از تجزیه داده‌ها، توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگوروف- اسمیرنوف در نرم‌افزار SPSS ارزیابی شد و در صورت نیاز، داده‌ها با استفاده از تبدیل لگاریتمی نرمال شدند. تجزیه داده‌ها با آزمون تجزیه

www.SID.ir

Archive of SID

واریانس (ANOVA) و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. پارامترهای رشد جمعیت با استفاده از فرمول‌های Carey (1993) محاسبه شدند. مقایسه میانگین‌های مربوط به ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای SNK (Student-Newman-Keuls) و مقایسه ویژگی‌های گیاه (ارتفاع گیاه و تراکم تریکوم‌ها) با استفاده از آزمون توکی (Tukey's test) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج

ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تاثیر کودهای آلی مختلف بر طول دوره جنینی بید سیب‌زمینی معنی‌دار بود ($F_{۴،۲۲۲}$ = ۳٤/۸٦۰ ; P < ۰/۰۰۰۱). بیش‌ترین طول دوره جنینی در تیمار کودی نانوکامپوزیت بیوارگانیک بود (جدول ۱). طول دوره لاروی بید سیب‌زمینی به طور معنی‌داری تحت تاثیر کودهای آلی قرار گرفت ($F_{۴،۲۲۲}$ = ۲۳/۵۰۳ ; P < ۰/۰۰۰۱). طول دوره لاروی بید سیب‌زمینی بین ۱۱/۵۱ تا ۱۳/٦۷ روز در تیمارهای مختلف در نوسان بود. کم‌ترین طول این دوره در تیمار شاهد و بیش‌ترین طول آن در تیمارهای اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به دست آمد (جدول ۱). هم‌چنین بر اساس نتایج به دست آمده، درصد زنده‌مانی لاروها در تیمارهای شاهد، ورمی‌کمپوست، مخلوط ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به ترتیب ۹۲/٤۵، ۸٤/٦۱، ۹۰/۵۷، ۸۰ و ۸۲/۳۵ درصد تخمین زده شد. تجزیه واریانس اثر کودهای آلی بر طول دوره شفیرگی ($F_{۴،۲۲۲}$ = ۲/۹۳۸ ; P < ۰/۰۰۰۱) معنی‌دار به دست آمد. بیش‌ترین طول دوره شفیرگی در تیمارهای اسید هیومیک و مخلوط ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک و کم‌ترین طول این دوره در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس طول دوره نابالغی آفت نیز بیانگر اثر معنی‌دار تیمارهای مختلف بر طول این دوره بود ($F_{۴،۲۲۲}$ = ۲۲/٦۵٦ ; P < ۰/۰۰۰۱)؛ به طوری که بید سیب‌زمینی روی برگ‌های سیب‌زمینی کوددهی شده با اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک بیش‌ترین طول دوره نابالغی را داشت (جدول ۱).

جدول ۱- طول دوره مراحل نابالغ (میانگین ± خطای معیار) *Phthorimaea operculella* روی برگ گیاهان سیب‌زمینی (رقم آگریا) تیمار شده با کودهای آلی.

Table 1. Period of immature stages (Mean ± SE) of *Phthorimaea operculella* on the leaves of potato plants (cv. Agria) treated with organic fertilizers.

Organic fertilizers	Incubation period	Larval period	Pupal period	Pre-adult period
Control	4.92 ± 0.09^{c}	11.51 ± 0.20^{c}	8.22 ± 0.10^{b}	24.65 ± 0.24^{b}
Vermicompost	4.95 ± 0.05^{c}	12.27 ± 0.16^{b}	8.91 ± 0.24^{ab}	26.14 ± 0.24^{b}
Vermicompost + Humic acid	5.44 ± 0.07^{b}	12.19 ± 0.19^{b}	9.14 ± 0.28^{a}	26.77 ± 0.30^{b}
Humic acid	5.12 ± 0.05^{c}	13.67 ± 0.15^{a}	9.30 ± 0.32^{a}	28.10 ± 0.38^{a}
Nanocomposites Bio-organic	5.88 ± 0.05^{a}	13.33 ± 0.19^{a}	8.67 ± 0.29^{ab}	27.88 ± 0.33^{a}

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

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، تاثیر تیمارهای مختلف بر طول دوره پیش از تخم‌گذاری ($F_{۴،۹٦}$ = ۱/٤۹۱ ; P = ۰/۲۱۱) بید سیب‌زمینی غیرمعنی‌دار و بر طول دوره‌های تخم‌گذاری

www.SID.ir

Archive of SID

($F_{۴،۹۶}$ = ۸/۲۸۷ ; P < ۰/۰۰۰۱) و پس از تخم‌گذاری ($F_{۴،۹۶}$ = ۲/۶۹۹ ; P = ۰/۰۳۵) آن معنی‌دار بود. کم‌ترین طول دوره تخم‌گذاری این آفت در تیمارهای اسید هیومیک، نانوکامپوزیت بیوارگانیک و ورمی‌کمپوست بود (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین طول دوره پس از تخم‌گذاری نیز به ترتیب در تیمارهای شاهد و اسید هیومیک به دست آمد (جدول ۲). تجزیه واریانس زادآوری روزانه و زادآوری کل بید سیب‌زمینی نشان داد که اثر کودهای آلی روی این پارامترها معنی‌دار بود (به ترتیب P = ۰/۰۰۳ ; $F_{۴،۹۶}$ = ٤/٤۰۲ و P = ۰/۰۰۱ ; $F_{۴،۹۶}$ = ٤/۸۰۲) زادآوری روزانه بید سیب‌زمینی از ۱/۵۰ تا ۲/۳۳ تخم بر ماده و زادآوری کل آن از ۷۳/۱۸ تا ۱۲۷/۸۰ تخم بر ماده در تیمارهای مختلف متغیر بود. کم‌ترین مقدار این پارامترها در تیمار اسید هیومیک به دست آمد (جدول ۲).

جدول ۲- ویژگی‌های تولیدمثلی (میانگین ± خطای معیار) *Phthorimaea operculella* روی برگ گیاهان سیب‌زمینی (رقم آگریا) تیمار شده با کودهای آلی.

Table 2. Reproductive characteristics (Mean ± SE) of *Phthorimaea operculella* on the leaves of potato plants (cv. Agria) treated with organic fertilizers.

Organic fertilizers	Pre-oviposition period	Oviposition period	Post oviposition period	Daily fecundity	Total fecundity
Control	1.55 ± 0.30^{a}	12.90 ± 0.88^{a}	8.75 ± 0.67^{a}	2.28 ± 0.12^{ab}	127.80 ± 6.54^{a}
Vermicompost	1.15 ± 0.11^{a}	8.70 ± 0.95^{b}	5.25 ± 0.92^{ab}	1.62 ± 0.19^{bc}	89.20 ± 10.83^{bc}
Vermicompost + Humic acid	1.75 ± 0.29^{a}	11.20 ± 0.99^{a}	7.65 ± 1.02^{ab}	1.89 ± 0.16^{abc}	105.40 ± 9.32^{abc}
Humic acid	2.00 ± 0.24^{a}	6.71 ± 0.63^{b}	4.23 ± 0.76^{b}	1.50 ± 0.13^{c}	73.18 ± 6.22^{c}
Nanocomposites Bio-organic	1.85 ± 0.33^{a}	8.00 ± 0.75^{b}	6.50 ± 1.66^{ab}	2.33 ± 0.24^{a}	110.25 ± 11.51^{ab}

Means followed by the same letters in each column are not significantly different (P < 0.05, SNK test).

طول عمر حشرات کامل بید سیب‌زمینی به طور معنی‌داری متاثر از نوع کود آلی استفاده شده در بستر کشت سیب‌زمینی قرار گرفت ($F_{۴،۹۶}$ = ۸/۵۱٦ ; P < ۰/۰۰۰۱ برای نرها و $F_{۴،۹۶}$ = ۸/۵۵۵ ; P < ۰/۰۰۰۱ برای ماده‌ها). بیش‌ترین و کم‌ترین طول عمر نرها به ترتیب در تیمارهای شاهد و اسید هیومیک مشاهده شد (جدول ۳). ماده‌های بید سیب‌زمینی در تیمارهای اسید هیومیک، ورمی‌کمپوست و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به ترتیب با دارا بودن ۱۲/۹٤، ۱۵/۱۰ و ۱٦/۳۵ روز طول عمر، نسبت به سایر تیمارها طول عمر کوتاه‌تری داشتند (جدول ۳). هم‌چنین بر اساس نتایج به دست آمده، بیش‌ترین و کم‌ترین طول چرخه زندگی نرها به ترتیب در تیمارهای شاهد و اسید هیومیک بود. طول چرخه زیستی ماده‌ها نیز در تیمارهای اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست کم‌تر از سایر تیمارها محاسبه شد (جدول ۳).

جدول ۳- طول عمر و چرخه زندگی (میانگین ± خطای معیار) حشرات کامل *Phthorimaea operculella* روی برگ گیاهان سیب‌زمینی (رقم آگریا) تیمار شده با کودهای آلی.

Table 3. Adults' longevity and life span (Mean ± SE) of *Phthorimaea operculella* on the leaves of potato plants (cv. Agria) treated with organic fertilizers.

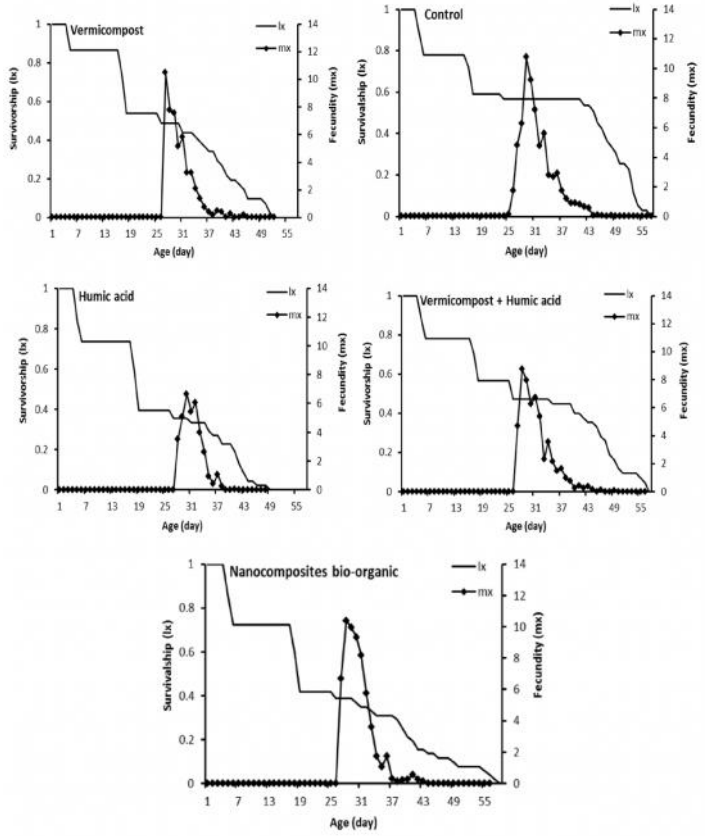
Organic fertilizers	Male		Female	
	Longevity	Life span	Longevity	Life span
Control	18.68 ± 1.24^{a}	43.95 ± 1.20^{a}	23.20 ± 0.86^{a}	47.35 ± 0.85^{a}
Vermicompost	14.47 ± 1.24^{b}	40.79 ± 1.30^{ab}	15.10 ± 1.43^{b}	41.00 ± 1.46^{b}
Vermicompost + Humic acid	15.05 ± 1.15^{b}	41.95 ± 1.27^{ab}	20.60 ± 1.37^{a}	46.90 ± 1.44^{a}
Humic acid	10.21 ± 0.61^{c}	38.26 ± 0.84^{b}	12.94 ± 1.06^{b}	41.06 ± 1.11^{b}
Nanocomposites Bio-organic	12.79 ± 0.96^{bc}	40.68 ± 0.94^{ab}	16.35 ± 1.98^{b}	44.35 ± 2.00^{ab}

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

www.SID.ir

Archive of SID

بقای ویژه سنی (l_x) بید سیب‌زمینی روی تیمارهای مختلف با گذشت زمان و افزایش طول عمر سیر نزولی پیدا کرد. منحنی‌های بقای ویژه سنی نشان داد که فاصله زمانی بین مرحله تخم تا مرگ آخرین فرد ماده در تیمارهای شاهد، ورمی‌کمپوست، مخلوط ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به ترتیب ٥٦، ٥١، ٥٦، ٤٨ و ٥٧ روز بود (شکل ١). هم‌چنین، بیش‌ترین باروری ویژه سنی (m_x) روی تیمارهای مذکور به ترتیب در روزهای ٢٨، ٢٦، ٢٧، ٢٩ و ٢٧ چرخه زیستی آفت اتفاق افتاد (شکل ١).



شکل ١- بقای ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی (m_x) *Phthorimaea operculella* روی برگ گیاهان سیب‌زمینی (رقم آگریا) تیمار شده با کودهای آلی.

Fig. 1. Age-specific survivorship (l_x) and age-specific fecundity (m_x) of *Phthorimaea operculella* on the leaves of potato plants (cv. Agria) treated with organic fertilizers.

بر اساس نتایج به دست آمده، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) بید سیب‌زمینی بین ١٨/٢٣ (در تیمار اسید هیومیک) تا ٣٦/٨٣ (در تیمار شاهد) ماده /ماده/ نسل به دست آمد (جدول ٤). نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) بید سیب‌زمینی در تیمارهای شاهد، ورمی‌کمپوست، مخلوط ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به ترتیب ٠/١١٩، ٠/١٠٤، ٠/١١٤، ٠/٠٩٦ و ٠/١١٨ برروز بود؛ به طوری که مقدار آن در تیمار اسید هیومیک کم‌تر از سایر تیمارها بود (جدول ٤). نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) آفت در تیمارهای مختلف کودی نیز بین ١/١٠ تا ١/١٣ برروز به دست آمد. هم‌چنین، زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) و میانگین مدت زمان یک نسل (T) بید سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف به ترتیب بین ٥/٨٠ تا ٧/٢٤ و ٢٨/٩٣ تا ٣٠/٤١ روز محاسبه شد (جدول ٤).

www.SID.ir

Archive of SID

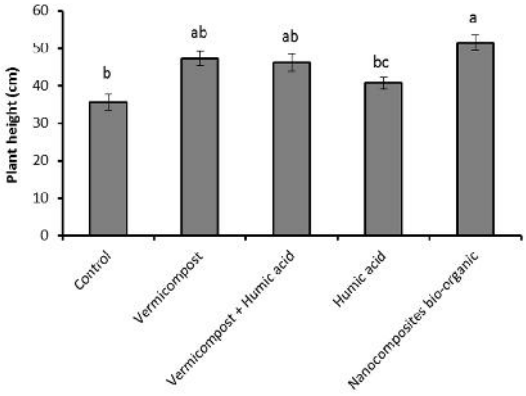
جدول ٤- پارامترهای رشد جمعیت *Phthorimaea operculella* روی برگ گیاهان سیب‌زمینی (رقم آگریا) تیمار شده با کودهای آلی.

Table 4. Population growth parameters of *Phthorimaea operculella* on the leaves of potato plants
(cv. Agria) treated with organic fertilizers.

Organic fertilizers	Net reproductive rate (R_0)	Intrinsic rate of natural increase (r_m)	Finite rate of increase (λ)	Doubling time(DT)	Mean generation time (T)
Control	36.83	0.119	1.13	5.80	30.20
Vermicompost	20.03	0.104	1.11	6.66	28.93
Vermicompost + Humic acid	30.39	0.114	1.12	6.08	29.99
Humic acid	18.23	0.096	1.10	7.24	30.41
Nanocomposites Bio-organic	31.77	0.118	1.12	5.87	29.38

ویژگی‌های گیاه و خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که کوددهی اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاهان سیب‌زمینی داشت ($F_{٤,٤٩}$ = ۹/٦٤٧ ; P < ۰/۰۰۰۱). ارتفاع گیاهان در تیمارهای مختلف بین ۳۵/٦۰ تا ۵۱/٤۰ سانتی‌متر متغیر بود که بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع به ترتیب در تیمارهای نانوکامپوزیت بیوارگانیک و شاهد مشاهده شد (شکل ۲).



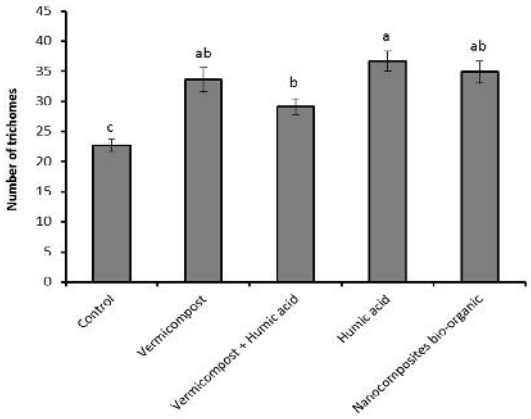
شکل ۲- ارتفاع گیاهان سیب‌زمینی (رقم آگریا) تیمار شده با کودهای آلی. حروف کوچک متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (آزمون توکی، P < ۰/۰۵).

Fig. 2. Height of potato plants (cv. Agria) treated with organic fertilizers. Means with different lower-case letters indicate significant difference (P < 0.05, Tukey's test).

هم‌چنین بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر کودهای آلی بر تراکم تریکوم‌ها معنی‌دار بود ($F_{٤,٤٩}$=۱۲/٥۳٤ ; P < ۰/۰۰۰۱). به طوری که افزودن کودهای آلی، تراکم تریکوم‌های برگ را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. میانگین تریکوم‌ها از ۰/۹۹ ± ۲۲/۷۰ عدد برای تیمار شاهد تا ۱/٦۱ ± ۳٦/۷۰ عدد برای تیمار اسید هیومیک متغیر بود. در تیمارهای مخلوط ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، ورمی‌کمپوست و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به ترتیب ۱/۲۹ ± ۲۹/۱۰، ۲/۰۱ ± ۳۳/٦۰ و ۱/۸۲ ± ۳٤/۹۰ عدد تریکوم در سطح زیرین برگ شمارش شد (شکل ۳). اندازه‌گیری درصد نیتروژن کل در خاک نشان داد که مقدار این عنصر در خاک تیمارهای شاهد، ورمی‌کمپوست، مخلوط ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به ترتیب ۰/۱۷، ۰/٦۲، ۰/٦۲، ۰/۱٤ و ۰/۱۳ درصد بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تعداد تریکوم‌ها در یک میلی‌متر مربع از برگ‌های گیاهان سیب‌زمینی (رقم آگریا) تیمار شده با کودهای آلی. حروف کوچک متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (آزمون توکی، $P < ۰/۰۵$).

Fig. 3. Number of trichomes per one mm^2 of the leaves of potato plants (cv. Agria) treated with organic fertilizers. Means with different lowercase letters indicate significant difference ($P < 0.05$, Tukey's test).

بحث

یکی از عواملی که پویایی جمعیت آفات را تحت تاثیر قرار می‌دهد کیفیت گیاه میزبان است. کیفیت غذایی بافت‌های گیاهی نقش مهمی در انتخاب گیاهان میزبان توسط گیاه‌خواران دارد (Price, 1991). پژوهش‌ها (Hosseini *et al*., 2010; Razmjou *et al*., 2011) نشان می‌دهد که کوددهی گیاهان با انواع کودهای آلی و شیمیایی با تاثیر بارزی که روی کیفیت تغذیه‌ای گیاه به ویژه عناصر دریافت شده توسط گیاه می‌گذارد می‌تواند نشوونما، تولیدمثل و رشد جمعیت حشرات تغذیه کننده روی این گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد. تحقیقات مختلف نشان داده است که کودهای آلی در بیش‌تر موارد تاثیر منفی روی جمعیت آفات دارند (Razmjou *et al*., 2011; Chatterjee *et al*., 2013; Mottaghinia *et al*., 2015; Mohammadi *et al*., 2016). بنابراین، جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی از دیدگاه مدیریت تلفیقی آفات، ضمن آلودگی کم‌تر محیط زیست می‌تواند نقش مهمی در کاهش انبوهی جمعیت گونه‌های خسارت‌زای حشرات داشته باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، کودهای آلی استفاده شده اغلب ویژگی‌های زیستی بید سیب‌زمینی را تحت تاثیر قرار دادند. در این بررسی طول دوره نابالغی بید سیب‌زمینی در تیمارهای مختلف بین ۲٤/٦٥ تا ۲۸/۱۰ روز بود؛ به طوری که مراحل نابالغ بید سیب‌زمینی در گیاهان کوددهی شده با اسید هیومیک و نانوکامپوزیت بیوارگانیک به زمان بیش‌تری برای تکمیل این دوره نیاز داشتند. Mansouri *et al*. (2013) طول مراحل نابالغی بید سیب‌زمینی را روی غده تعدادی از ژرم پلاسم‌های سیب‌زمینی به ترتیب بین ۲٦/۱ تا ۲۹/۰ روز گزارش کردند. Esmaeili *et al*. (2013) نیز گزارش کردند که طول مراحل نابالغی بید سیب‌زمینی روی برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی بین ۲٦/٥٥ تا ۲۹/٤۷روز بود. نتایج به دست آمده از طول مراحل نابالغ بید سیب‌زمینی در بررسی حاضر تا حدودی مشابه نتایج به دست آمده از نتایج پژوهش‌های محققین مذکور می‌باشد. هم‌چنین، مقایسه طول دوره لاروی آفت روی تیمارهای مختلف نشان داد که کوددهای آلی استفاده شده نه تنها سبب طولانی شدن طول دوره لاروی آفت نسبت به تیمار شاهد شد بلکه درصد زنده‌مانی آن‌ها را نیز کاهش داد؛ به طوری که حداقل مقدار این پارامترها در تیمار اسید هیومیک مشاهده شد. در بررسی انجام شده توسط Mohammadi *et al*. (2016) نیز استفاده از کودهای آلی باعث طولانی شدن طول دوره لاروی شب‌پره *T. absoluta*

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت به تیمار شاهد شد. کاهش زنده‌مانی لاروهای بید سیب‌زمینی ممکن است به دلیل افزایش تراکم تریکوم‌های برگ باشد؛ زیرا بر اساس نتایج به دست آمده، افزودن کودهای آلی تراکم تریکوم‌های برگ را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد؛ به طوری که بیش‌ترین تراکم تریکوم مربوط به تیمار اسید هیومیک بود. تریکوم‌ها جزئی از ویژگی‌های ریخت‌شناسی گیاهان میزبان می‌باشند و تراکم بیش‌تر آن‌ها می‌تواند در مقاومت گیاه به حشرات گیاه‌خوار موثر باشد، زیرا به طور مستقیم ممکن است نشوونما، زنده‌مانی و زادآوری حشرات را تحت تاثیر قرار دهد (Dalin *et al*., 2008).

بر اساس نتایج به دست آمده، تیمار سیب‌زمینی با کودهای مختلف آلی طول عمر حشرات کامل بید سیب‌زمینی را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد؛ به طوری که طول عمر حشرات کامل در این تیمارها نسبت به تیمار شاهد کم‌تر بود و در بین تیمارهای کودی نیز کم‌ترین مقدار عددی طول عمر حشرات کامل مربوط به تیمار اسید هیومیک بود. طول عمر حشرات کامل بید سیب‌زمینی در پژوهش حاضر (طول عمر حشرات کامل نر بین ۱۰/۲۱ تا ۱۸/٦۸ روز و طول عمر ماده‌ها بین ۱۲/۹٤ تا ۲۳/۲۰ روز) بیش‌تر از یافته‌های Esmaeili *et al*. (2013) (طول عمر نرها بین ۵/۱۷ تا ۸/۳۸ روز و طول عمر ماده‌ها بین ٦/٦۷ تا ۹/٤۷ روز) و Mansouri *et al*. (2013) (طول عمر نرها بین ٤/۹۰ تا ٦/۳۰ روز و طول عمر ماده‌ها بین ٦/٤۰ تا ۸/۲۰ روز) می‌باشد. این امر نه تنها ممکن است ناشی از اختلاف ژنتیکی جمعیت‌های مورد مطالعه بید سیب‌زمینی و یا تفاوت کیفیت گیاهان میزبان باشد بلکه تغذیه حشرات کامل (در بررسی حاضر) می‌تواند عاملی برای طولانی شدن طول عمر آن‌ها باشد. چنان که Stevens *et al*. (2010) در بررسی‌های خود نشان دادند که طول عمر و زادآوری شب‌پره *Ctenopseustis obliquana* (Walker) (Lepidoptera: Tortricidae) با تغذیه از آب و عسل افزایش یافت.

تغییر کیفیت گیاه سیب‌زمینی با افزودن کودهای آلی در بستر کشت آن زادآوری بید سیب‌زمینی را نسبت به تیمار شاهد به طور منفی تحت تاثیر قرار داد. چنان که تعداد کل تخم‌های گذاشته شده توسط حشرات کامل ماده بید سیب‌زمینی در تیمار شاهد از ۱۲۷/۸۰ تخم بر ماده به ۷۳/۱۸ تخم بر ماده در تیمار اسید هیومیک کاهش یافت. با کاربرد کودهای آلی برخی ترکیبات شیمیایی ثانویه در گیاه افزایش می‌یابد که ممکن است تاثیر منفی روی زادآوری حشرات داشته باشد(Mardani-Talaee *et al*., 2016). به نظر می‌رسد این تاثیر منفی در تیمار هیومیک در مقایسه با سایر تیمارها بیش‌تر بود. به طور مشابه، کاربرد کودهای آلی در بستر کشت گیاه گوجه‌فرنگی زادآوری شب‌پره *T. absoluta* (Mohammadi *et al*., 2016) و در گیاه فلفل تولیدمثل شته *M. persicae* (Mardani-Talaee *et al*., 2016) را نسبت به گیاهان کوددهی نشده به طور معنی‌داری کاهش داد.

در مطالعه حاضر، مقدار عددی کم‌تر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) بید سیب‌زمینی در تیمار اسید هیومیک به دست آمد. Golizadeh *et al*. (2014) مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت بید سیب‌زمینی را روی برگ ارقام مختلف سیب‌زمینی بین ۰/۰۸۰ تا ۰/۱۰۷ برروز به دست آوردند. این مقادیر به طور تقریبی نزدیک به محدوده به دست آمده از بررسی حاضر می‌باشد. Mansouri *et al*. (2013) نرخ ذاتی افزایش جمعیت بید سیب‌زمینی را روی غده تعدادی از ژرم‌پلاسم‌های سیب‌زمینی بررسی و مقدار آن را بین ۰/۱۳۵ تا ۰/۲۰۵ برروز برآورد کردند که بیش‌تر از مقادیر محاسبه شده در بررسی حاضر است. این اختلاف را می‌توان به متفاوت بودن نوع گیاه میزبان و به ویژه ارقام مورد آزمایش، تفاوت بستر کشت گیاهان، اختلاف احتمالی در ارزش و ترکیبات غذایی موجود در غده و برگ گیاه و اختلاف شرایط فیزیکی انجام آزمایش نسبت داد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت نشان دهنده پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه می‌باشد و یکی از شاخص های مهم برای ارزیابی رشد جمعیت آفات به

www.SID.ir

Archive of SID

حساب می‌آید (Carey, 1993). مقدار زیاد این پارامتر حاکی از مناسب بودن میزبان گیاهی و مقدار پایین آن نشان دهنده نامناسب بودن میزبان برای رشد آفت می‌باشد (Hosseini *et al*., 2010; Mottaghinia *et al*., 2011). پایین بودن مقدار این پارامتر در تیمار اسید هیومیک نشان داد که افزودن این کود به خاک سبب ایجاد شرایط نامناسب در گیاه برای تولیدمثل بید سیب‌زمینی شد. هم‌چنین، مقدار بیش‌تر زمان دو برابر شدن جمعیت (*DT*) آفت در تیمار اسید هیومیک نشان داد که بید سیب‌زمینی در این تیمار از سرعت افزایش جمعیت کم‌تری برخوردار است که بیانگر نامناسب بودن این تیمار برای رشد بید سیب‌زمینی می‌باشد. همسو با نتایج بررسی حاضر Mohammadi *et al*. (2016) پارامترهای رشد جمعیت شب‌پره *T. absoluta* را در گیاه گوجه‌فرنگی کوددهی شده با کودهای آلی بررسی و گزارش کردند که تیمار اسید هیومیک موجب کاهش پارامترهایی مانند نرخ متناهی و نرخ ذاتی افزایش جمعیت و افزایش زمان دو برابر شدن جمعیت *T. absoluta* شد.

بر اساس نتایج به دست آمده، کاربرد کودهای آلی در بستر کشت گیاه سیب‌زمینی ارتفاع گیاهان کوددهی شده را نسبت به تیمار کوددهی نشده (شاهد) افزایش داد؛ به طوری که بیش‌ترین ارتفاع گیاهان مربوط به تیمار نانوکامپوزیت بیوارگانیک بود. همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، Azarmi *et al*. (2009) گزارش کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه خیار موجب افزایش رشد، ارتفاع و تعداد برگ‌های آن می‌شود. Mohammadi *et al*. (2016) نیز نشان دادند که ارتفاع و وزن خشک و تر گیاه گوجه‌فرنگی در اثر استفاده از کودهای آلی افزایش یافت. اندازه‌گیری مقدار نیتروژن موجود در خاک تیمارهای مختلف در بررسی حاضر نشان داد که دو تیمار ورمی‌کمپوست و مخلوط ورمی‌کمپوست با اسید هیومیک بیش‌ترین مقدار نیتروژن را داشتند. انتظار می‌رود که وجود مقدار زیاد نیتروژن در خاک تیمارهای ورمی‌کمپوست و مخلوط ورمی‌کمپوست با اسید هیومیک ضمن افزایش رشد گیاه باعث افزایش کارایی آفت و رشد جمعیت آن شود؛ اما همانطور که پیش‌تر اشاره شد طبق بررسی‌های انجام شده استفاده از ورمی‌کمپوست و سایر کودهای آلی با کاهش جمعیت آفات مختلف در ارتباط است. علت این تناقض را می‌توان در نتایج بررسی‌های محققینی مانند Altieri *et al*. (1998)، Altieri & Nicholls (2003) و Murmu *et al*. (2013) جستجو کرد. ایشان معتقد هستند که در گیاهان کوددهی شده با کودهای آلی دریافت تدریجی عناصر غذایی و به ویژه پایین بودن مقدار نیتروژن آزاد در بافت‌های آن‌ها مانع از آن می‌شود که رشد چشمگیر جمعیت آفات اتفاق بیافتد. از طرف دیگر، علت افزایش مقاومت گیاهان کوددهی شده با کودهای آلی به گیاه‌خواران را می‌توان در توجیه ارائه شده توسط Kogan (1982) جستجو کرد. ایشان معتقد است که عملیات زراعی مانند کوددهی، پویایی جمعیت آفات را از طریق ایجاد نوعی از مقاومت به نام مقاومت القایی تحت تاثیر قرار می‌دهد. استفاده از کود ممکن است خواص ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی گیاه را تاثیر قرار دهد. در بررسی حاضر، ریخت‌شناسی برگ در گیاهان کوددهی شده تغییر یافت؛ به طوری که تراکم تریکوم‌های برگ در گیاهان تیمار شده نسبت به تیمار شاهد بیش‌تر بود. در بررسی مشابه، Guang-hui *et al*. (2007) ثابت کردند که استفاده از کودهای آلی موجب افزایش تعداد تریکوم‌ها در برگ‌های توتون شد. هم‌چنین، کوددهی با تاثیر بر خواص شیمیایی گیاه ممکن است موجب تغییر در مقدار عناصر و غلظت متابولیت‌های گیاهی شود و این تغییر ممکن است در نهایت کارایی آفات را متاثر کند. طبق گزارش Mardani-Talaee *et al*. (2016) استفاده از ورمی‌کمپوست موجب افزایش میزان برخی متابولیت‌های ثانویه مانند فنل کل و آنتوسیانین در گیاه فلفل شد. Arancon *et al*. (2005, 2007) نیز معتقد هستند افزایش جمعیت عوامل میکروبی، ممکن است موجب افزایش مقاومت گیاهان به آفات شود. در کل، اظهار نظر قطعی در زمینه علت کاهش جمعیت آفات در گیاهان دریافت کننده کودهای آلی نیازمند بررسی‌های بیوشیمیایی بیش‌تر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج به دست آمده، از بین تیمارهای کودی استفاده شده در این تحقیق، کاربرد اسید هیومیک ممکن است موجب افزایش مقاومت گیاه سیب‌زمینی به بید سیب‌زمینی شود. طولانی بودن طول دوره‌های لاروی و شفیرگی آفت، زنده‌مانی کم‌تر لاروها، طول عمر و زادآوری کم‌تر حشرات کامل و به ویژه پایین بودن نرخ ذاتی افزایش جمعیت بید سیب‌زمینی در این تیمار می‌تواند بیانگر تاثیر منفی آن روی آفت باشد. ضمن این که خصوصیات فیزیکی گیاه از جمله زیاد بودن تراکم تریکوم‌ها در این تیمار ممکن است نقش اساسی در بروز مقاومت آن داشته باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی برای القای مقاومت گیاه سیب‌زمینی به بید سیب‌زمینی (از طریق افزودن اسید هیومیک به خاک) موثر باشد. البته مطالعات تکمیلی برای بررسی تاثیر میزان آلودگی غده‌های پرورش یافته با کودهای آلی به ویژه اسید هیومیک نسبت به بید سیب‌زمینی و نیز قابلیت انبارمانی غده‌ها در شرایط انباری باید انجام شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد که بدین وسیله قدردانی می‌شود.

References

Altieri, M. A. & Nicholls, C. I. (2003) Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research* 72, 203-211.

Altieri, M. A., Schmidt, L. L. & Montalba, R. (1998) Assessing the effects of agroecological soil management practices on broccoli insect pest populations. *Biodynamics* 218, 23-26.

Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Yardim, E. N., Oliver, T. J., Byrne, R. J. & Keeney, G. (2007) Suppression of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), mealy bug (*Pseudococcus* sp.) and aphid (*Myzus persicae*) populations and damage by vermicomposts. *Crop Protection* 26, 29-39.

Arancon, N. Q., Galvis, P. A. & Edwards, C.A. (2005) Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermicomposts. *Bioresource Technology* 96, 1137-1142.

Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A. & Metzger, J. (2000) Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicomposts. *Pedobiologia* 43, 724-728.

Azarmi, R., Torabi Giglou, M. & Hajieghrari, B. (2009) The effect of sheep-manure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in the greenhouse. *African Journal of Biotechnology* 8, 4953-4957.

Carey, J. R. (1993) *Applied demography for biologists with special emphasis on insects.* 206 pp. Oxford University Press, Inc. New York.

Chatterjee, R., Choudhuri, P. & 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.

www.SID.ir

Archive of SID

Chauhan, U. & Verma, L. R. (1991) Biology of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller with special reference to pupal eye pigmentation and adult sexual dimorphism. *Journal of Economic Entomology* 16, 63-67.

Dalin, P., Agren, J., Bjorkman, C., Huttunen, P. & Karkkainen, K. (2008) Leaf trichome formation and plant resistance to herbivory. pp. 89-105 in Schaller, A. (Ed.) *Induced plant resistance to herbivory*. Springer, Stuttgart.

Doğramacı, M. & Tingey, W. M. (2008) Comparison of insecticide resistance in a North American field population and a laboratory colony of potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Pest Science* 81, 17-22.

Edwards, C. A. & Fletcher, K. E. (1988) Interaction between earthworms and microorganisms in organic matter breakdown. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 24, 235-247.

Esmaeili, N., Golizadeh, A., Rafiee Dastjerdi, H. & Razmjou, J. (2013). Biology of potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), on the leaves of ten potato cultivars under laboratory conditions. *Journal of Plant Protection* 27, 55-63.

Fenemore, P. G. (1988) Host-plant location and selection by adult potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae): A review. *Journal of Insect Physiology* 34,175-177.

Foot, M. (1979) Bionomics of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Gelechiidae), at Pukekohe. *New Zealand Journal of Zoology* 6, 623-636.

Golizadeh, A., Esmaeili, N., Razmjou, J. & Rafiee-Dastjerdi, H. (2014) Comparative life tables of the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella*, on leaves and tubers of different potato cultivars. *Journal of Insect Science* 14, 1-11.

Guang-hui, K., Zhao-li, X., Wei, W. & Tian-fu, L. (2007) Effect of fertilizer on glandular trichome density and exudates accumulation in middle leaf of "Honhuadajinyuan". *Acta Tabacaria Sinica* 4, 41-44.

Gutierrez-Miceli, F. A., Santiago-Borraz, J., Molina, J. A. M., Nafate, C. C., Abud-Archila, M., Llaven, M. A. O., Rincon-Rosales, R. & Luc Dendooven, L. (2007) Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology* 98, 2781-2786.

Herms, D. A. (2002) Effects of fertilization on insect resistance of woody ornamental plants: Reassessing an entrenched paradigm. *Environmental Entomology* 31, 923-933.

Hosseini, M., Ashouri, A., Enkegaard, A., Goldansaz, SH., Nassiri Mahalati, M., Hosseininaveh, V. (2010). Performance and population growth rate of the cotton aphid, and associated yield losses in cucumber, under different nitrogen fertilization regimes. *International Journal of Pest Management* 56, 127-135.

Hosseini, S. A., Modares Aval, M., Hosseini, M., Astaraei, A. & Hatefi, S. (2011). Comparison of *Aphis fabae* performance on bean plant under different fertilization regimes of N/K. *Iranian Journal of Plant Protection Science* 42, 43-49.

Hsu, Y. T., Shen, T. C. & Hwang, S. Y. (2009) Soil fertility management and pest responses: a comparison of organic and synthetic fertilization. *Journal of Economic Entomology* 102,160-9.

Hua, K-H., Wang, H-C., Chung, R-S. & Hsu, J-C. (2015) Calcium carbonate nanoparticles can enhance plant nutrition and insect pest tolerance. *Journal of Pesticide Science* 40, 208-213.

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

www.SID.ir

Archive of SID

Janmohammadi, M., Navid, A., Ebadi Segherloo, A. & Sabaghnia, N. (2016) Impact of nano-chelated micronutrients and biological fertilizers on growth performance and grain yield of maize under deficit irrigation condition. *Biologija* 62, 134-147.

Kogan, M. (1982) Plant resistance in pest management. pp 93-134 in Kogan, M. (Ed.) *Ecological theory and integrated pest management*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Maia, A. H. N., Luiz, A. J. B. & Campanhola, C. (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93, 511-518.

Mansouri, S. M., Nouri-Ganbalani, G., Fathi, S. A. A., Razmjou, J. & Naseri, B. (2013) Life history parameters of *Phthorimaea operculella* (Lep.: Gelechiidae) on tuber of some potato germplasms. *Journal of Entomological Society of Iran* 32, 105-125.

Mardani-Talaee, M., Nouri-Ganblani, G., Razmjou, J., Hassanpour, M., Naseri, B. & Asgharzadeh, A. (2016) Effects of chemical, organic and bio-fertilizers on some secondary metabolites in the leaves of bell pepper (*Capsicum annuum*) and their impact on life table parameters of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 109, 1231-1240.

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

Mohamadi, P., Razmjou, J., Naseri, B. & Hassanpour, M. (2016) Population growth parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant using organic substrate and biofertilizers. *Journal of Insect Science* 17, 1-7.

Morales-Díaz, A. B., Ortega-Ortíz, H., Juárez-Maldonado, A., Cadenas-Pliego, G., González-Morales, S. & Benavides-Mendoza, A. (2017) Application of nanoelements in plant nutrition and its impact in ecosystems. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology* 8, 1-13.

Mottaghinia, L., Razmjou, J., Hassanpour, M., Mardani-Talaei, M. & Tajmiri, P. (2015) Biological and population growth parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on cucumber: effect of different vermicompost: soil ratios. *Plant Pests Research* 5, 31-44.

Mottaghinia, L., Razmjou, J., Nouri-Ganbalani, G. & Rafiee-Dastjerdi, H. (2011) Antibiosis and antixenosis of six commonly produced potato cultivars to the green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera, Aphididae). *Neotropical Entomology* 40, 380-386.

Murmu, K., Swain, D. K. & Ghosh, B. C. (2013) Comparative assessment of conventional and organic nutrient management on crop growth and yield and soil fertility in tomato-sweet corn production system. *Australian Journal of Crop Science* 7, 1617-1626.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. & Vianello, A. (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34, 1527-1536.

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

Radwan, E. A. & El-Shal, Z. S. A. (2011) Effect of potassium fertilization and humic acid application on plant growth and productivity of potato plants under clay soil. *Mansoura Journal of Plant Production* 2, 877-890.

Razmjou, J., Mohammadi, M. & 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.

www.SID.ir

Archive of SID

Razmjou, J., Vorburger, C., Mohammadi, M. & Hassanpour, M. (2012) Influence of vermicompost and cucumber cultivar on population growth of *Aphis gossypii* Glover. *Journal of Applied Entomology* 136, 568-575.

Stevens, P., Froud, K. & Jamieson, L. (2010) Effects of adult feeding on longevity and fecundity of *Ctenopseustis obliquana* (Lepidoptera: Tortricidae). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 30, 220-234.

Suryawan, I. B. G. & Reyes, S. G. (2006) The influence of cultural practice on population of pea leaf miner (*Liriomyza huidobrensis*) and its parasitoids in potato. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 7, 35-42.

Tsedaley, B. (2015) Integrated management of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*) (Zeller) in field and storage. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 5, 134-144.

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

Zarghami, S., Allahyari, H., Bagheri, M. R. & Saboori, A. (2010) Effect of nitrogen fertilization on life table parameters and population growth of *Brevicoryne brassicae*. *Bulletin of Insectology* 63, 39-43.

www.SID.ir