Journal of Entomological Society of Iran

https://jesi.areeo.ac.ir

Entomological Society of Iran
2023, 43 (3), 275–288

Research Article
https://doi.org.10.61186/jesi.43.3.7

pISSN: 0259-9996
eISSN: 2783-3968

OPEN ACCESS

فراسنجه‌های زیستی مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) روی گیاهان میزبان مختلف

بهرام ناصری[۱]، عباس رحیمی آشجردی[۱] و فاطمه حمزه‌وی[۲]

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

https://orcid.org/0000-0001-5821-0957 ✉ bnaseri@uma.ac.ir

https://orcid.org/0009-0002-7470-955X ✉ rahimiabbas1990@gmail.com

۲- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، سیستان و بلوچستان، ایران

https://orcid.org/0000-0001-9933-4155 ✉ fhamze@uma.ac.ir

چکیده: شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) یکی از مخرب‌ترین آفات گوجه‌فرنگی در مزرعه و گلخانه است. فراسنجه‌های زیستی این شب‌پره روی سه میزبان گیاهی از تیره بادنجانیان شامل چهار رقم گوجه فرنگی (وسترن رد، متین، سرین و ریوگراند)، سه رقم بادنجان (کاسپر سفید، راویا و مروارید گرد) و سه رقم فلفل (باچاتا، لورکا و نیروین) بررسی شد. طول دوره مراحل نابالغ، نرخ بقاء هر مرحله، طول عمر حشرات کامل نر و ماده و میزان زادآوری آفت روی برگ ارقام مورد آزمایش بررسی شد. آزمایش‌ها در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. نتایج مقایسه آماری ارقام مربوط به هر میزبان گیاهی نشان داد که تمامی پارامترهای جدول زندگی محاسبه شده حشره روی ارقام گوجه‌فرنگی و ارقام بادنجان اختلاف معنی‌داری نداشتند. با این حال، در بین ارقام فلفل، نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت در رقم لورکا بیشتر از ارقام نیروین و باچاتا بود. نتایج مقایسه بین ارقام میزبان‌های مختلف نشان داد که بیش‌ترین درصد بقای مراحل نابالغ روی گوجه‌فرنگی رقم‌های سرین و متین و کمترین درصد بقاء روی فلفل رقم‌های لورکا و نیروین بود. طولانی‌ترین دوره مراحل نابالغ روی فلفل ارقام باچاتا و نیروین به‌دست آمد. کمترین زادآوری روی ارقام فلفل باچاتا و نیروین مشاهده شد. کم‌ترین نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت برای ارقام باچاتا و نیروین فلفل ثبت شد. به طور کلی، ارقام گوجه‌فرنگی، حساس به آفت بوده و رقم کاسپر سفید بادنجان به همراه ارقام باچاتا و نیروین فلفل از مقاومت نسبی بالاتری در برابر این آفت برخوردار بودند. اطلاعات حاصل از این پژوهش امکان استفاده از قابلیت‌های ارقام مقاوم را به منظور مدیریت جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در زمان طغیان آن فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: زادآوری، ارقام مقاوم، رشد جمعیت، بادنجانیان

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۱
دبیر تخصصی: یعقوب فتحی پور

Citation: Naseri, B., Rahimi Ashjerdi, A. & Hamzavi, F. (2023) Life history parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on various host plants. *J. Entomol. Soc. Iran* 43 (3), 275-288.

مقدمه

شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) از آفات کلیدی و خسارت‌زای گوجه‌فرنگی در مزرعه و گلخانه است (Desneux *et al.*, 2011; Ghorbani *et al.*, 2016). علی‌رغم اینکه گیاه گوجه‌فرنگی میزبان مرجح این آفت است، اما قادر است به گونه‌های دیگر گیاهان تیره بادنجانیان (Solanaceae) از جمله بادنجان (*Solanum melongena* L.)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)، فلفل (*Capsicum annum* L.)، تنباکو (*Nicotiana tabacum* L.) و داتوره (*Datura stromonium* L.) نیز خسارت اقتصادی وارد سازد (Irannejad-Parizi *et al.*, 2015; Abbes *et al.*, 2016؛ Desneux *et al.*, 2011). طیف میزبانی وسیع این آفت، یکی از دلایل اصلی موفقیت آن گزارش شده است. نتایج تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که انتخاب گونه‌ی گیاهان تیره بادنجانیان برای کشت، تأثیر مستقیمی بر ویژگی‌های زیستی، زنده‌مانی، پراکنش و استقرار مینوز گوجه‌فرنگی در مکان‌های جدید دارد (Silva *et al.*, 2021؛ Tamoli Torfi *et al.*, 2015).

Corresponding author: Bahram Naseri (E-mail: bnaseri@uma.ac.ir)

© 2023 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

مینوز گوجه فرنگی، آفت بومی پرو در جنوب غربی آمریکا است و خسارت اقتصادی زیادی به دلیل چرخه زندگی کوتاه و تعداد نسل زیاد (۱۲ نسل در سال) وارد می‌کند، به طوری که قادر است ۸۰ تا ۱۰۰ درصد محصول را از بین ببرد. مدل‌های جغرافیایی نشان می‌دهند که مینوز گوجه فرنگی سالانه حدود ۸۰۰ کیلومتر گسترش می‌یابد (Campos *et al.*, 2017). این حشره در ایران ابتدا در سال ۱۳۸۹ از ارومیه و سپس در سال ۱۳۹۰ از استان فارس گزارش شد، اما بعد از گذشت حدود یک سال، حضور و خسارت آفت از تمامی استان‌های کشور گزارش شد (Zakeri *et al.*, 2015).

حشرات ماده مینوز گوجه‌فرنگی به صورت انفرادی در قسمت‌های بالایی گیاه روی برگ‌ها، ساقه‌ها یا کاسبرگ‌های جوان تخم‌گذاری می‌کنند (Cock *et al.*, 2015). لاروها پس از تفریخ از تخم، به برگ‌ها، جوانه‌ها، ساقه‌ها و میوه‌های گوجه‌فرنگی حمله کرده و ضمن تغذیه، دالان‌های متعددی را در قسمت‌های مختلف گیاه ایجاد می‌کنند (Desneux *et al.*, 2011). رفتار تغذیه‌ای پنهان این آفت، تشخیص حضور آن را در اوایل دوره‌ی آلودگی دشوار کرده و در نتیجه، آسیب شدیدی به گیاهان جوان وارد می‌شود. در موارد پیشرفته‌تر، فعالیت تغذیه‌ای آفت می‌تواند بر میوه‌ها و گل‌ها نیز تأثیر بگذارد (Biondi *et al.*, 2018).

کنترل مینوز گوجه‌فرنگی به طور عمده متکی به استفاده‌ی مکرر از آفت‌کش‌های شیمیایی است که منجر به توسعه‌ی سریع مقاومت آفت در برابر این آفت‌کش‌ها شده است. علاوه بر این، استفاده‌ی بیش از حد از آفت‌کش‌های شیمیایی در زیست‌بوم‌های کشاورزی، عوارض جانبی نامطلوبی را بر زندگی انسان و زیست‌بوم تحمیل کرده است (Grieshop *et al.*, 2006). به عنوان مثال، کارایی گرده‌افشان‌ها و عوامل کنترل بیولوژیک تحت تاثیر آفت‌کش‌ها به شدت کاهش پیدا کرده است (Tome *et al.*, 2015؛ Barbosa *et al.*, 2015). بنابراین، جایگزینی آفت‌کش‌های شیمیایی با روش‌های غیرشیمیایی و سازگار با محیط‌زیست در برنامه‌های کنترل آفات ضرورت دارد. یکی از روش‌های ایمن در مدیریت آفات، استفاده از ارقام گیاهی مقاوم به آفات می‌باشد. ارقام مقاوم با تأثیر روی تغذیه و چرخه‌ی زیستی آفت و یا روابط متقابل رقم–آفت، می‌توانند از شدت خسارت آفات بکاهند (Panda & Khush,1995). استفاده از ارقام مقاوم یکی از ایمن‌ترین و باصرفه‌ترین رویکردها در کنترل جمعیت حشرات آفت و از ابزارهای قوی مدیریت تلفیقی آفات است (Sharma & Ortiz, 2002؛ Smith & Clement, 2012). مقاومت گیاهان به آفات ناشی از وجود ساختارهای فیزیکی گیاهان مانند کرک‌ها، کوتیکول‌های مومی، لبه‌های ضخیم برگ و یا متابولیت‌های ثانوی گیاهان است که می‌توانند برای گیاهخواران سمی و یا دورکننده باشند و در نهایت ممکن است گیاهان با انتشار مواد فرار، به صورت غیرمستقیم با جلب شکارچیان و انگل‌ها از خود دفاع کنند (Sharma & Ortiz, 2002؛ Mumm & Hilker, 2006؛ De Backer *et al.*, 2015). معرفی ارقام مقاوم، علاوه برسازگاری اکولوژیکی و ایمنی برای مصرف‌کنندگان، منجر به مدیریت مؤثر آفت با صرف هزینه کم‌تر می‌شود (Anderson *et al.*, 2019).

یکی از شاخص‌های بسیار مهم در ارزیابی میزان مقاومت ارقام گیاهی مختلف نسبت به آفات، بررسی زیست‌شناسی و فراسنجه‌های جدول زندگی (رشد جمعیت) حشرات آفت می‌باشد (Price *et al.*, 1980). این فراسنجه‌ها نقش مهمی در اکولوژی و مدیریت یکپارچه‌ی آفات ایفا می‌کنند (Price *et al.*, 2011). همچنین، این مطالعات برای توصیف پویایی جمعیت و درک تأثیر عوامل مختلف غیرزیستی و زیستی بر رشد جمعیت آفات مفید هستند (Bacci *et al.*, 2019؛ Carey, 2001). بررسی زیست‌شناسی و جدول زندگی حشرات آفت روی ارقام گیاهی مختلف می‌تواند در جهت توسعه‌ی راهکارهای کنترلی ایمن‌تر برای انسان و سایر جانوران غیرهدف در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات مفید باشند (Mahmoudi *et al.*, 2021؛ Asadi, 2021).

مطالعات انجام گرفته در مورد تأثیر میزبان‌های گیاهی مختلف روی زیست‌شناسی و فراسنجه‌های رشد جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی نشان داده است که گیاه میزبان، تأثیر معنی‌داری بر رشد جمعیت آفت دارد؛ به‌طوریکه بیشترین نرخ رشد جمعیت در برگ‌های گوجه‌فرنگی و کمترین آن در سیب‌زمینی گزارش شده است (Shiri *et al.*, 2015؛ Negi *et al.*, 2018؛ Younes *et al.*, 2019؛ Gharekhani & Salekebrahimi, 2022). فراسنجه‌های جدول زندگی مینوز گوجه‌فرنگی روی ۱۹ ژنوتیپ مختلف گوجه‌فرنگی توسط Megha *et al.* (2023) بررسی و گزارش شد که کمترین نرخ رشد جمعیت آفت روی ژنوتیپ‌های LA 1777 و EC-620343 بود. در بررسی‌های انجام‌یافته توسط Silva *et al.* (2021) درباره فراسنجه‌های زیستی و ترجیح تخم‌گذاری *T. absoluta* روی طیف وسیعی از گیاهان تیره Solanaceae، بیشترین میزان تخم‌گذاری آفت به ترتیب روی گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی وحشی گزارش شد. یافته‌های به دست آمده از بررسی فراسنجه‌های جدول زندگی مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی نشان داده است که رقم مبیل نسبت به ریوگراند حساس‌تر بوده و خسارت بیشتری می‌بینند (Ghorbani *et al.*, 2016). در بررسی صورت گرفته روی فراسنجه‌های جدول زندگی *T. absoluta* روی ۱۲ رقم مختلف گوجه فرنگی، ارقام مبیل، ریوگرند و کال‌جی‌ان۳ به عنوان میزبان‌های مقاوم در برابر این آفت معرفی شدند (Irannejad-Parizi *et al.*, 2015).

در پژوهش حاضر، زیست‌شناسی و فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام مختلف سه میزبان مختلف آفت شامل گوجه–فرنگی، بادنجان و فلفل بررسی شد. با توجه به توانایی بالای رشد جمعیت و خسارت شدید مینوز گوجه‌فرنگی روی گیاهان تیره‌ی Solanacea، با شناسایی ارقامی که تاثیر منفی بیش‌تری روی رشد جمعیت آفت دارند، می‌توان در برنامه‌های مدیریتی آفت با کشت ارقام با مقاومت نسبی بالاتر، سرعت رشد جمعیت و خسارت آفت را کاهش داد.

مواد و روش‌ها

تهیه و کاشت میزبان‌های مورد آزمایش. در این تحقیق، بذر سه رقم فلفل (باچاتا، نیروین و لورکا)، سه رقم بادنجان (راویا، کاسپر سفید و مروارید گرد (Pearl-Round)) و چهار رقم گوجه‌فرنگی (سرین، وسترن رد (Western-Red)، ریوگراند و متین) از شرکت فردین کشت و مرسین کشت (استان البرز، کرج) تهیه شدند. ابتدا بذرها به مدت ۲۴ ساعت درآب خیسانده شدند، سپس در داخل گلدان‌هایی به ارتفاع ۱۹و قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر کشت شدند. به منظور اجرای آزمایش، هر هفته ۲۰ عدد گلدان کشت شدند. هنگامی‌که بوته‌ها به مرحله‌ی شش تا هشت برگی رسیدند، از برگ‌های آن‌ها برای انجام آزمایش استفاده شد.

گیاهان کشت‌شده، درمحیط گلخانه با دمای ۵ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۵۵ درصد و دوره نوری طبیعی روی سکوهای مجزا نگهداری شدند. برای حفاظت از حمله‌ی آفات دیگر، سکوهای حاوی گلدان‌ها با توری ظریف پوشانده شدند.

جمع‌آوری و پرورش مینوز گوجه‌فرنگی. جمعیت اولیه آفت از گلخانه‌های گوجه‌فرنگی آلوده در اطراف شهرستان تیران و کرون (استان اصفهان) جمع‌آوری شده و در گلخانه با شرایط ذکرشده در بالا روی هر یک از ارقام مورد آزمایش پرورش داده شدند. به منظور حفظ کلنی در گلخانه، هر چند روز یکبار، گیاهان آلوده با گیاهان تازه جایگزین شدند. پرورش کلنی مینوز گوجه‌فرنگی در اتاقک پرورش با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

بررسی زیست‌شناسی مینوز گوجه‌فرنگی. قبل از شروع آزمایش، مینوز گوجه‌فرنگی روی هر یک از ارقام مورد بررسی، به مدت سه نسل پرورش داده شد. سپس حشرات کامل نر و ماده حاصل از نسل سوم، برای جفت‌گیری و تخم‌گذاری روی گیاهان تازه از هر رقم رهاسازی شدند. بعد از تخم‌گذاری، تعداد ۵۰ تخم (حداکثر ۲۴ ساعته) روی برگ‌ها حفظ و بقیه تخم‌ها حذف شدند. این تخم‌ها بصورت انفرادی به ظروف پتری ۹ سانتی‌متری حاوی برگ بریده از همان رقم انتقال داده شدند. برای حفظ رطوبت برگ‌ها، پنبه‌ی مرطوب در قسمت دمبرگ قرار داده شد. طول دوره‌ی نشوونما و مرگ‌ومیر حشره از مرحله تخم تا ظهور حشره کامل به طور روزانه بازدید و یادداشت شد. بعد از تکمیل دوره‌ی لاروی و تشکیل شفیره در درون دالان‌های برگی یا روی برگ‌ها، شفیره‌ها به صورت جداگانه به ظروف پتری ۶ سانتی‌متری منتقل و تا زمان ظهور حشره‌ی کامل درون این ظروف نگه‌داری شدند. پس از ظهور حشره کامل، افراد نر و ماده داخل ظروف پتری ۹ سانتی‌متری حاوی برگ رقم مربوطه (به عنوان بستر تخم‌گذاری) جفت شده و تعداد تخم‌های گذاشته شده در هر روز و در طول دوره تخم‌گذاری یادداشت شد. برگ‌های حاوی تخم به‌صورت روزانه با برگ‌های تازه جایگزین شدند. تمامی آزمایش‌ها در شرایط دمایی ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

بررسی جدول زندگی دو جنسی سن–مرحله (فراسنجه‌های رشد جمعیت). فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی بر اساس روش جدول زندگی دوجنسی سن– مرحله رشد با استفاده از برنامه کامپیوتری (TWOSEX-MSChart) محاسبه شدند (Chi, 2020). داده‌های خام فراسنجه‌های زیستی (برای حشرات نر و ماده) شامل زمان رشد مراحل نابالغ، طول دوره نابالغ، طول عمر بالغ همه افراد و زادآوری روزانه (تعداد تخم‌های گذاشته شده) وارد نرم افزار شد.

نرخ بقای ویژه‌ی سن–مرحله رشد (s_{xj}) نشان‌دهنده‌ی احتمال بقاء افراد تا سن x است، درحالی‌که در مرحله رشدی j می‌باشند. این فراسنجه علاوه بر توصیفی از بقاء، انتقال از یک مرحله زیستی به مرحله زیستی دیگر را توصیف می‌کند. زادآوری ویژه‌ی سن–مرحله رشد (f_{xj}) نیز تعداد نتاج تولید شده توسط هر فرد ماده را در سن i و مرحله رشدی j نشان می‌دهد. براساس روش Chi & Su (2006) ، نرخ بقای ویژه سنی (l_x) شامل هر دو جنس و زادآوری ویژه سنی (m_x) با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه شد:

$$l_x = \sum_{j=1}^{K} s_{xj}$$

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{k} s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{k} s_{xj}}$$

در فرمول بالا k نشان‌دهنده‌ی تعداد مراحل سنی می‌باشد.

فراسنجه‌های رشد جمعیت آفت با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه شدند (Carey, 1993؛ Chi & Su, 2006):

نرخ خالص تولیدمثل (Net reproductive rate = R_0)

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} \sum_{j=1}^{m} s_{xj} f_{xj}$$

نرخ ناخالص تولیدمثل (Gross reproductive rate = GRR)

$$GRR = \sum_{x=\alpha}^{\beta} m_x$$

نرخ ذاتی افزایش جمعیت (Intrinsic rate of increase = r)

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

نرخ متناهی افزایش جمعیت (Finite rate of increase = λ)

$$\lambda = e^{r}$$

میانگین مدت زمان یک نسل (Mean generation time = T)

$$T = \frac{\ln R_0}{r}$$

مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (Doubling time = DT)

$$DT = \frac{\ln 2}{r}$$

تجزیه آماری داده‌ها. داده‌های اولیه به‌دست آمده از مراحل زیستی مینوز گوجه‌فرنگی روی تیمارهای مورد مطالعه با جدول زندگی دوجنسی سن–مرحله رشد (Chi & Liu, 1985) طبق روش ارائه‌شده توسط Chi (1988) با استفاده از نرم‌افزار TWOSEX-MSChart تجزیه شدند (Chi, 2020). اختلاف آماری بین فراسنجه‌های زیستی و جدول زندگی با استفاده از آزمون بوت‌استرپ جفت‌شده توسط همین نرم افزار در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند (Huang & Chi, 2013, 2011).

نتایج

زیست‌شناسی مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف. نتایج زیست‌شناسی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف در جدول ۱ آورده شده است. مقایسه‌ی آماری که به طور جداگانه در ارقام مربوط به هر میزبان گیاهی انجام شد، نشان داد که ارقام فلفل روی درصد بقای حشره اثر متفاوت معنی‌داری نداشتند، اما سایر فراسنجه‌های آفت روی این ارقام تفاوت معنی‌دار نشان دادند. به طوری که طول مدت رشد و نمو مراحل نابالغ در رقم لورکا کوتاه‌تر از ارقام نیروین و باچاتا بود. زادآوری حشره روی رقم لورکا بیشترین و روی رقم های باچاتا و نیروین کمترین بود. دوره تخم‌گذاری و طول عمر حشرات کامل (ماده و نر) روی رقم لورکا طولانی‌تر از دو رقم باچاتا و نیروین بود. کل دوره پیش از تخم‌گذاری در رقم لورکا کوتاه‌تر از ارقام باچاتا و نیروین بود. طبق نتایج به دست آمده، ارقام بادنجان روی بقای حشره اثر متفاوت معنی‌داری نداشتند، اما روی زمان نمو مراحل نابالغ، زادآوری، طول دوره تخم–گذاری، طول عمر حشرات ماده و نر و کل دوره پیش از تخم‌گذاری اثر معنی‌داری داشتند. به طوری که طول دوره مراحل نابالغ در رقم کاسپر سفید طولانی‌تر از ارقام راویا و مروارید گرد بود. زادآوری شب‌پره روی رقم مروارید گرد بیشترین و روی رقم‌های کاسپر سفید و راویا کمترین بود. دوره تخم‌گذاری در رقم مروارید گرد طولانی تر از ارقام راویا و کاسپر سفید به‌دست آمد. طول عمر حشرات ماده و نر در رقم مروارید گرد از رقم کاسپر سفید بیشتر بود. کل دوره پیش از تخم–گذاری حشره روی رقم کاسپر سفید طولانی‌تر از رقم مروارید گرد به دست آمد. نتایج حاصل از مقایسه بین ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف نشان داد که درصد بقای مراحل نابالغ، طول دوره نابالغ، دوره‌ی تخم‌گذاری، زادآوری، طول عمر حشرات کامل (نر و ماده) و دوره قبل از تخم‌گذاری شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به طور معنی‌داری روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی، بادنجان و فلفل متفاوت بود. بیش‌ترین درصد بقای مراحل نابالغ روی رقم‌های سرین و متین گوجه‌فرنگی (۹۴ درصد) و کمترین آن روی رقم های لورکا و نیروین فلفل (۶۶ درصد) مشاهده شد. طولانی‌ترین دوره مراحل نابالغ برای رقم‌های باچاتا (۳۰/۲۹ روز) و نیروین (۲۹/۸۴ روز) فلفل به‌دست آمد و بقیه رقم‌ها (به جز رقم بادنجان کاسپر سفید) اختلاف معنی‌دار نداشتند. بیشترین زادآوری مربوط به رقم لورکای فلفل (۱۲۳/۱۱ تخم)، بادنجان مروارید گرد (۱۲۰/۳۱ تخم)، گوجه‌فرنگی ارقام ریوگراند (۱۱۹/۵۶ تخم)، وسترن رد (۱۱۹/۳۹ تخم)، سرین (۱۱۸/۵۸ تخم) و متین (۱۱۵/۷۹ تخم) و کمترین آن مربوط به ارقام فلفل باچاتا (۵۶/۰۵ تخم) و نیروین (۶۱/۵۲ تخم) بود. کوتاه‌ترین دوره تخم‌گذاری روی ارقام فلفل باچاتا (۵/۴۱ روز) و نیروین (۵/۷۶ روز) به دست آمد. طول عمر حشرات کامل ماده و نر به طور یکسانی تحت تاثیر ارقام میزبان‌های مورد مطالعه قرار گرفت، به طوری که کوتاه‌ترین عمر حشرات کامل ماده و نر (به ترتیب ۲۲/۳۵ و ۲۱/۱۱ روز) روی فلفل، رقم باچاتا به‌دست آمد. کل دوره‌ی قبل از تخم‌گذاری (TPOP: Total period of preoviposition) روی ارقام باچاتا (۳۱/۴۱ روز) و نیروین (۳۰/۹۴ روز) طولانی‌تر از سایر ارقام بود (جدول ۱).

جدول زندگی دوجنسی مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف. نتایج جدول زندگی دوجنسی مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. مقایسه آماری داخل ارقام مربوط به هر میزبان گیاهی نشان داد که تمامی فراسنجه‌های جدول زندگی محاسبه شده حشره روی ارقام گوجه‌فرنگی و ارقام بادنجان اختلاف معنی‌داری نداشتند. با این حال، در بین ارقام فلفل، نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت در رقم لورکا بیشتر از ارقام نیروین و باچاتا بود. علاوه بر این، زمان دوبرابر شدن جمعیت و طول یک نسل آفت در ارقام باچاتا و نیروین بیشتر از رقم لورکا محاسبه شد.

جدول ۱– میانگین (± خطای استاندارد) پارامترهای زیستی *Tuta absoluta* روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف

Table 1. Mean (±SE) life history parameters of *Tuta absoluta* on varieties of different host plants

Parameters	Host plant									
	Sweet pepper variety			Tomato variety				Eggplant variety		
	Bachata	Lorca	Nirvin	Western-Red	Matin	Serin	Rio-Grand	White-Casper	Ravia	Pearl-Round
Immature Survival (%)	68.00 ± 6.00 Acd (50)	66.00 ± 6.00 Ad (50)	66.00 ± 6.00 Ad (50)	92.00 ± 3.00 Aab (50)	94.00 ± 3.00 Aa (50)	94.00 ± 3.00 Aa (50)	92.00 ± 3.00 Aab (50)	82.00 ± 5.00 Abc (50)	86.00 ± 4.00 Aab (50)	86.0۰ ± 4.00 Aab (50)
Developmental time (day)	30.29 ± 0.26 Aa (34)	24.21± 0.26 Bc (33)	29.84 ± 0.26 Aa (33)	24.13 ± 0.21 Ac (46)	24.27 ± 0.26 Ac (47)	24.12 ± 0.21 Ac (47)	24.00 ± 0.21 Ac (46)	25.78 ± 0.46 Ab (41)	24.62 ± 0.35 Bc (43)	24.11 ± 0.22 Bc (43)
Fecundity (eggs per reproductive day)	56.05 ± 2.80 Bc (17)	123.11 ± 2.61 Aa (17)	61.52 ± 2.95 Bc (17)	119.39 ± 2.58 Aa (23)	115.79 ± 3.26 Aa (24)	118.58 ± 2.58 Aa (24)	119.56 ± 2.45 Aa (23)	98.57 ± 7.04 Bb (21)	114.40 ± 4.78 Bab (22)	120.31 ± 2.51 Aa (22)
Oviposition period (day)	5.410 ± 0.15 Bc (17)	12.583 ± 0.11 Aa (17)	5.76 ± 0.15 Bc (17)	12.565 ± 0.12 Aa (23)	12.250 ± 0.33 Aa (24)	12.581 ± 0.14 Aa (24)	12.565 ± 0.12 Aa (23)	10.42 ± 0.72 Bb (21)	11.90 ± 0.45 ABab (22)	12.545 ± 0.12 Aa (22)
Female longevity (day)	22.35 ± 0.30 Cd (17)	29.29 ± 0.49 Aa (17)	23.52 ± 0.30 Bc (17)	28.08 ± 0.57 Aa (23)	27.75 ± 0.62 Aab (24)	28.00 ± 0.55 Aa (24)	28.34 ± 0.52 Aa (23)	26.19 ± 0.59 Bb (21)	27.68 ± 0.57 ABab (22)	28.31 ± 0.54 Aa (22)
Male longevity (day)	21.11 ± 0.29 Cd (17)	26.25 ± 0.23 Aa (23)	22.56 ± 0.27 Bc (16)	25.91 ± 0.23 Aa (23)	25.73 ± 0.28 Aa (23)	25.91 ± 0.23 Aa (23)	25.95 ± 0.21 Aa (23)	24.50 ± 0.52 Bb (20)	25.66 ± 0.32 ABab (21)	25.95 ± 0.23 Aa (21)
TPOP[1]	31.41 ± 0.34 Aa (17)	25.17 ± 0.40 Bc (17)	30.94 ± 0.31 Aa (17)	25.47 ± 0.34 Ac (23)	25.62 ± 0.39 Ac (24)	25.5 ± 0.32 Ac (24)	25.17 ± 0.40 Ac (23)	26.90 ± 0.63 Ab (21)	26.09 ± 0.54 ABb (21)	25.36 ± 0.33 Bc (21)

Mean values in each row followed by different uppercase (varieties within each host) and lowercase (varieties among hosts) letters are significantly different (P≤0.05) according to paired-bootstrap test. Numerals in the parenthesis indicate sample size for each parameter.
[1] Total period of preoviposition.

نتایج حاصل از مقایسه آماری بین ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی، بادنجان و فلفل به طور معنی‌داری متفاوت بود، به طوری که کمترین آن در رقم‌های باچاتا (۱۹/۰۹ نتاج) و نیروین (۲۰/۹۲ نتاج) فلفل مشاهده شد و در بین بقیه ارقام (به جز رقم کاسپر سفید بادنجان) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین مقدار معنی‌دار نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت روی دو رقم باچاتا (به ترتیب ۰/۰۸۷۰ و ۱/۰۹۰۹ بر روز) و نیروین (به ترتیب ۰/۰۹۱۰ و ۱/۰۹۵۳ بر روز) فلفل مشاهده شد و بقیه ارقام اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. با این حال، زمان دوبرابر شدن جمعیت در ارقام باچاتا و نیروین فلفل (به‌ترتیب ۷/۹۶ و ۷/۶۱ روز) بیشترین و در بقیه ارقام کمترین بود. طول دوره یک نسل آفت روی ارقام باچاتا و نیروین فلفل و سرین گوجه‌فرنگی طولانی‌تر از سایر ارقام به‌دست آمد (جدول ۲).

نرخ بقاء و زادآوری مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف. نرخ بقاء ویژه‌ی سنی (l_x)، زادآوری ویژه‌ی سن–مرحله رشد (f_{xj}) و زادآوری ویژه‌ی سنی (m_x) مینوز گوجه‌فرنگی روی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی، بادنجان و فلفل مورد آزمایش دارای روند متفاوتی بود. نرخ بقاء در زمان ورود افراد هم سن اولیه (Cohort) به مرحله حشره کامل ماده روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (وسترن رد، متین، سرین و ریوگراند)، بادنجان (کاسپر سفید، راویا و مروارید گرد) و فلفل (باچاتا، لورکا و نیروین) به ترتیب برابر با ۹۲، ۹۴، ۹۴، ۹۲، ۸۲، ۸۶ ، ۸۶، ۶۸ و ۶۶ درصد به‌دست آمد. بیش‌ترین زادآوری ویژه‌ی سن–مرحله رشد (f_{xj}) یا میانگین نتاج تولید شده توسط هر فرد ماده در هر روز روی این ارقام به ترتیب ۷/۲۰ نتاج در روز ۲۹، ۷/۸۰ نتاج در روز ۲۹، ۷/۵۵ نتاج در روز ۲۹، ۸/۱۹ نتاج در روز ۲۹، ۶/۱۴ نتاج در روز ۲۹، ۶/۹۳ نتاج در روز ۲۷ و ۷/۵۸ نتاج در روز ۲۷، ۵/۲۰ در روز ۳۳، ۸/۱۸ نتاج در روز ۲۷، ۵/۶۰ نتاج در روز ۳۲ به دست‌آمد. شروع تخم‌گذاری توسط اولین فرد ماده در ارقام گوجه‌فرنگی و بادنجان در روز۲۲ و در ارقام باچاتا، لورکا و نیروین فلفل به ترتیب در روزهای ۳۰، ۲۲، ۲۹ بود (شکل ۱). نرخ بقای ویژه سن–مرحله رشد (s_{xj})، نشانگر احتمال زنده ماندن افراد تا سن x است درحالی‌که در مرحله رشدی j می‌باشند. نرخ بقای ویژه سن–مرحله رشد تمام مراحل زندگی مینوز گوجه فرنگی پرورش‌یافته روی رقم‌های مورد بررسی در شکل ۲ نشان داده شده است. بقای لارو و شفیره در رقم نیروین فلفل کمترین و طول دوره لاروی و شفیرگی در ارقام باچاتا و نیروین فلفل طولانی‌تر از سایر ارقام بود. به عبارت دیگر، با افزایش طول دوره مراحل نابالغ، مرگ و میر این مراحل نیز افزایش داشته است. کمترین طول عمر حشرات کامل نر و ماده روی فلفل رقم باچاتا به‌دست آمد.

جدول ۲– میانگین (± خطای استاندارد) پارامترهای جدول زندگی دوجنسی *Tuta absoluta* روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف

Table 2. Mean (±SE) two-sex life table parameters of *Tuta absoluta* on varieties of different host plants

Parameters	Host plant									
	Sweet pepper variety			Tomato variety				Eggplant variety		
	Bachata	Lorca	Nirvin	Western-Red	Matin	Serin	Rio-Grand	White-Casper	Ravia	Pearl-Round
R_0(offspring)	19.06 ± 3.86 Bc	41.86 ± 8.27 Aa	20.92 ± 4.22 Bc	54.92 ± 8.53 Aa	55.58 ± 8.33 Aa	56.92 ± 8.47 Aa	55.00 ± 8.51 Aa	41.40 ± 7.47 Ab	50.34 ± 8.26 Aa	52.94 ± 8.50 Aa
r (day^{-1})	0.0870 ± 0.006 Bb	0.1302 ± 0.007 Aa	0.0910 ± 0.006 Bb	0.1389 ± 0.005 Aa	0.1393 ± 0.005 Aa	0.1400 ± 0.005 Aa	0.1401 ± 0.005 Aa	0.1273 ± 0.007 Aa	0.1349 ± 0.006 Aa	0.1380 ± 0.006 Aa
λ (day^{-1})	1.0909 ± 0.006 Bb	1.1390 ± 0.008 Aa	1.0953 ± 0.006 Bb	1.1490 ± 0.006 Aa	1.1495 ± 0.006 Aa	1.1503 ± 0.006 Aa	1.1504 ± 0.006 Aa	1.1358 ± 0.008 Aa	1.1445 ± 0.007 Aa	1.1479 ± 0.007 Aa
DT (day)	7.96 ± 0.62 Aa	5.32 ± 0.32 Bb	7.61 ± 0.57 Aa	4.98 ± 0.22 Ab	4.97 ± 0.21 Ab	4.94 ± 0.21 Ab	4.94 ± 0.20 Ab	5.44 ± 0.32 Ab	5.13 ± 0.25 Ab	5.02 ± 0.23 Ab
T (day)	33.87 ± 0.40 Aa	28.67 ± 0.44 Bb	33.39 ± 0.35 Aa	28.82 ± 0.36 Ab	28.83 ± 0.36 Ab	33.39 ± 0.35 Aa	28.59 ± 0.34 Ab	29.23 ± 0.49 Ab	29.03 ± 0.42 Ab	28.75 ± 0.36 Ab

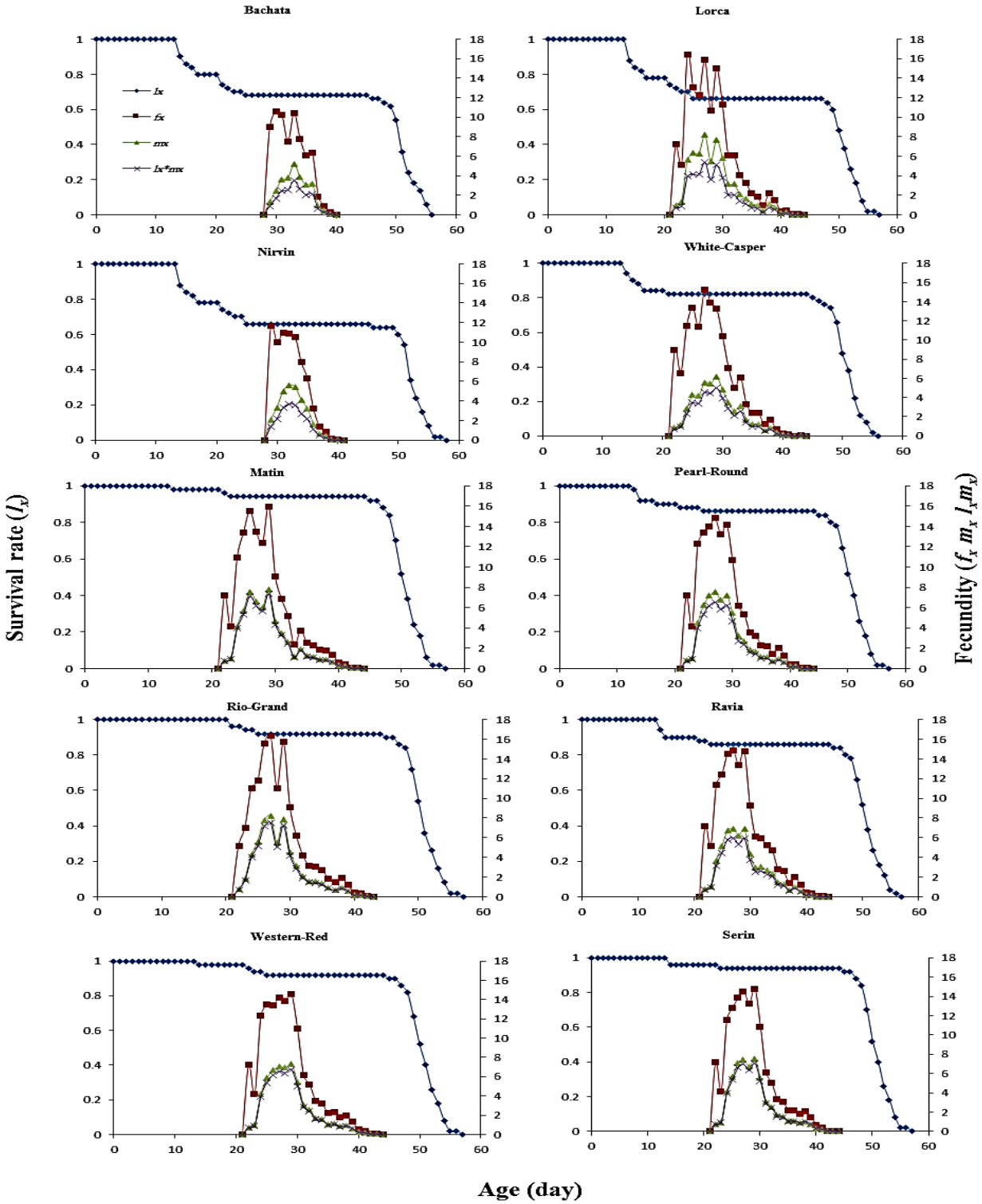
Mean values in each row followed by different uppercase (varieties within each host) and lowercase (varieties among hosts) letters are significantly different (P≤0.05) according to paired-bootstrap test.
R_0: net reproductive rate, r: intrinsic rate of increase, λ: finite rate of increase, DT: doubling time T: mean generation time.

بحث و نتیجه گیری

طبق نتایج پژوهش حاضر، زیست‌شناسی و فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی به طور قابل توجهی تحت تاثیر تغذیه آفت از ارقام سه میزبان تیره Solanaceae قرار گرفت. علاوه بر مقاومت ارقام گیاهی به آفات، مسائل مختلف دیگری بر تصمیم کشاورزان برای انتخاب محصول و رقم مورد کشت اثر می‌گذارند که تقاضای بازار در این بین نقش تعیین کننده‌ای دارد. زمانی که ممکن است از نظر اقتصادی کشت یک محصول برای تنظیم بازار لازم باشد، کشاورزان باید تفاوت بین ارقام یک محصول را بدانند تا بتوانند تصمیم صحیح‌تری را اتخاذ نمایند.

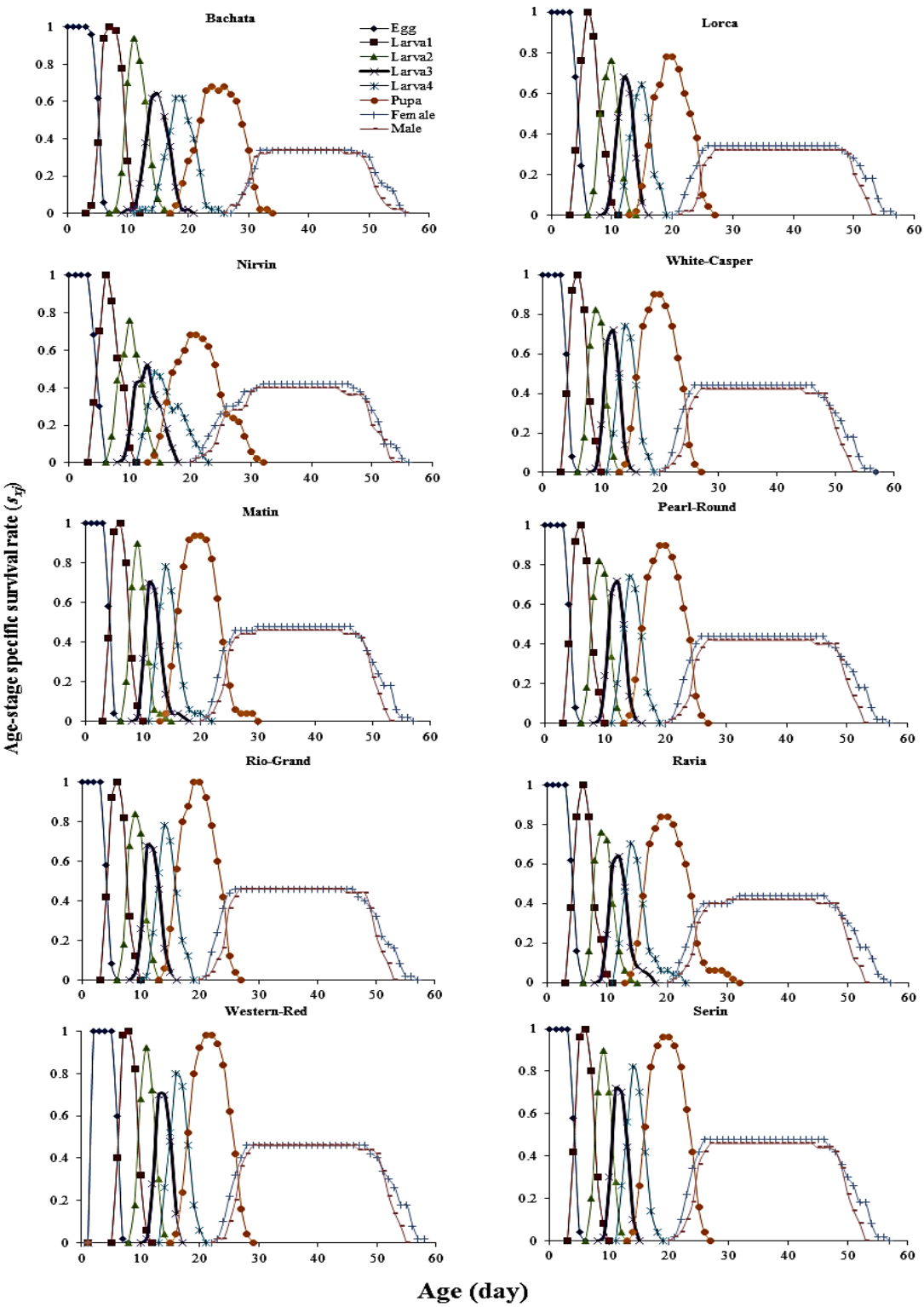
در این پژوهش، مینوز گوجه‌فرنگی توانایی بالایی برای افزایش جمعیت و تکمیل نسل روی تمام ارقام گوجه‌فرنگی مورد آزمایش را داشت و به نظر می‌رسد که ارقام گوجه‌فرنگی میزبان‌های مناسبی برای آفت بودند. همسو با یافته‌های Rostami *et al.* (2016) ، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ارقام گوجه‌فرنگی مورد آزمایش، تاثیر معنی‌دار روی زیست‌شناسی و فراسنجه‌های جدول زندگی مینوز گوجه‌فرنگی نداشت. با این حال، زیست‌شناسی و فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بین ارقام سه میزبان مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری داشتند. در مطالعه دیگری که توسط Younes *et al.* (2019) روی فراسنجه‌های زیستی و جدول زندگی شب پره مینوز گوجه‌فرنگی روی گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و بادنجان انجام شد، گوجه فرنگی میزبان مطلوب‌تری برای رشد جمعیت آفت گزارش شد. نتایج بررسی Tamoli Torfi (2014) روی جدول زندگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی برگ گوجه‌فرنگی، بادنجان و سیب‌زمینی نشان داد که در بین میزبان‌های نامبرده، رقم سی‌اچ فلات گوجه‌فرنگی حساس‌ترین میزبان بود. همچنین Silva *et al.* (2021) بیشترین میزان تخم‌گذاری و بقاء *T. absoluta* را روی گوجه‌فرنگی و کمترین میزان آنها را روی فلفل گزارش کردند. این پژوهشگران، بادنجان را به عنوان میزبان حساس و فلفل را به عنوان میزبان مقاوم به *T. absoluta* دسته‌بندی کردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. حرکت سن اول لاروی *T. absoluta* بر روی سطح بوته‌های گوجه‌فرنگی به دلیل اندازه کوچک آنها و وجود موانع محافظ (مانند انواع کرک‌های غده‌ای و غیرغده‌ای) روی سطح برگ دشوار است. برای غلبه بر این سیستم دفاعی، لاروهای *T. absoluta* بعد از خروج از تخم داخل برگ تونل حفر می‌کنند که خود نشان دهنده‌ی سازگاری مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی آفت با میزبان اصلی آن یعنی گوجه‌فرنگی است (Galdino *et al.*, 2015). یکی از دلایل حساسیت بیشتر گوجه‌فرنگی در برابر این آفت وجود ترکیبات آلی محرک تغذیه و تخم‌گذاری است، به طوری که طبق اظهارات Chen *et al.* (2023)، چهار ترکیب فرار آلی (1- nonanol, ethyl heptanoate, ethyl octanoate و o-nitrophenol) برای حشرات ماده *T. absolute* جلب‌کننده می‌باشند. مواد آلی فرار متصاعد شده از گوجه فرنگی مثل p-quinone ، 2-carene، δ-curcumene و ۱،۲–diethylbenzene، محرک تخم‌گذاری در شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی هستند، در حالی که حضور 1-Flourododecane در گیاهان بادنجان این حشره را دور می‌کند (Subramani *et al.*, 2021).

در بین سه میزبان مینوز گوجه‌فرنگی، ارقام نیروین و لورکای فلفل بیشتر از دیگر ارقام، موجب کاهش بقای مراحل نابالغ حشره شدند. به عبارت دیگر، ۳۴ درصد افراد نابالغ مینوز گوجه فرنگی تا رسیدن به حشره کامل روی دو رقم نیروین و لورکا تلف شدند که این می تواند ناشی از ترکیبات ثانویه موجود در این ارقام باشد (Smith *et al.*, 2018). از جمله ترکیبات ثانویه دفاعی شناخته‌شده در گیاه فلفل می‌توان به پلی‌فنول‌هایی مانند feruloyl O-glucosides، Kaempferol O-pentosyldihexosides، و dihydroxyflavone O-hexoses اشاره کرد (Park *et al.*, 2012). سایر پلی‌فنول‌ها (فیتوالکسین‌ها) شامل Ncaffeoyl Putrecine و Caffeoyl O-hexoside در زمان تهاجم آفت، در گیاه فلفل القاء می‌شوند (Park *et al.*, 2012). علاوه بر این، وجود کپسایسین (capsaicin) به عنوان یکی از عوامل شیمیایی دفاعی در گیاه فلفل در مقابل قارچ‌ها، ویروس‌ها و حشرات آفت گزارش شده است (Schulze & Spiteller, 2009). در گوجه‌فرنگی، مقاومت در مقابل شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی به طور معمول در ارتباط با موادی همچون آسیل‌شوگر و یا کرک‌های برگی نوع ۴ می‌باشد (Alba *et al.*, 2009). در پژوهشی، تاثیر نوع کرک و تراکم آن در ۹ رقم مختلف گوجه‌فرنگی روی *T. absoluta* توسط Javadi Khedri *et al.* (2014) مطالعه شد. بر طبق نتایج این پژوهشگران، حساسترین ارقام (مبیل و کال جی ان ۳)، کمترین تراکم کرک‌های غده‌ای نوع ۴ و ۶ را داشتند. در پژوهش حاضر، هر چند که مراحل نابالغ آفت درصد بقای متوسطی روی سه رقم بادنجان مورد آزمایش داشتند، ولی از این نظر اختلاف معنی‌داری روی این ارقام مشاهده نشد. بنابراین بقای لارو بسته به شرایط فیزیکی و مواد شیمیایی و تغذیه‌ای ارقام گیاهی مختلف، فرق می‌کند (Fox & Czesak, 2000). همچنین متغیر بودن بقای مراحل نابالغ آفت روی میزبان‌های گیاهی مختلف به علت کیفیت و کمیت متفاوت مواد غذایی گیاه برای حشره مورد آزمایش می‌باشد (Liu *et al.*, 2004). در بین سه رقم فلفل مورد آزمایش، طولانی‌ترین دوره نابالغ مینوز گوجه‌فرنگی روی دو رقم نیروین و باچاتا مشاهده شد که به طور معمول ویژگی ممتازی برای ارقام مقاوم می باشد، زیرا در طبیعت به شکارچیان و پارازیتوئیدها فرصت بیشتری برای تغذیه از آنها را می‌دهد. در بین ارقام بادنجان، طول دوره نابالغ روی رقم کاسپر سفید طولانی‌تر از ارقام راویا و مروارید گرد به‌دست آمد. نتایج پژوهش حاضر درباره‌ی طول دوره نابالغ شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام نیروین و باچاتا تا حدودی با یافته‌های Erdogan & Babaroglu (2014) همخوانی دارد. این پژوهشگران، طول دوره نابالغ شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی را در دمای ۲۵–۲۶ درجه سلسیوس برابر با ۳۰/۱۸ روز گزارش کردند. در این پژوهش، کمترین بقای مراحل نابالغ روی رقم لورکای فلفل بود، با این حال حشره بیشترین تخم‌های خود را بر روی این رقم گذاشت که بیانگر نوعی مقاومت آنتی‌بیوزی هست. به طوری که حشره ماده مانعی برای تخم‌گذاری تشخیص نداده و در این مورد موجب تحریک بیشتر حشره برای تخم‌گذاری روی این رقم شده است. این نوع مقاومت می‌تواند ناشی از ترکیبات سمی و ضدتغذیه‌ای گیاه برای لاروها باشد که در نهایت تعدادی از لاروها قادر به تکمیل نشوونمای خود روی رقم نامناسب نبوده و تلف می‌شوند. به نظر می‌رسد که بخشی از جمعیت لاروها که در برابر چنین ترکیبات سمی حساس‌تر بودند از بین رفته و لاروهای زنده‌مانده به این ترکیبات مقاوم بوده‌اند، به طوری که حشرات ماده‌ی حاصل از این لاروها دارای دوره تخم‌گذاری طولانی، زادآوری بالا و عمر طولانی بوده‌اند. با این حال، در ارقام باچاتا و نیروین علاوه بر تلف شدن حشرات در مراحل نابالغ، حشرات ماده‌ی حاصل از آنها نیز دارای زادآوری کمتر، عمر کوتاه‌تر و دوره تخم‌گذاری کوتاه بوده‌اند که در کل موجب کاهش فراسنجه‌هایی چون نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت روی این ارقام شدند.



شکل ۱- نرخ بقای ویژه‌ی سنی (l_x)، زادآوری ویژه‌ی سنی (m_x) و زادآوری ویژه‌ی سن- مرحله رشد (f_{xj}) شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta*) پرورش‌یافته روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف. ارقام گوجه‌فرنگی: وسترن رد، متین، سرین و ریوگراند؛ ارقام بادنجان: کاسپر سفید، راویا و مروارید گرد؛ ارقام فلفل: باچاتا، لورکا و نیروین

Fig. 1. Age-specific survival rate (l_x), age-specific fecundity (m_x) and age-stage specific fecundity (f_{xj}) of *Tuta absoluta* on varieties of different host plants. Tomato varieties: Western-Red, Matin, Serin, and Rio-Grand; Eggplant varieties: White-Casper, Ravia, and Pearl-Ground; Sweet pepper varieties: Bachata, Lorca, and Nirvin



شکل ۲- نرخ بقای ویژه سن–مرحله رشد (s_{xj}) شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta*) پرورش‌یافته روی ارقام میزبان‌های گیاهی مختلف. ارقام گوجه‌فرنگی: وسترن رد، متین، سرین و ریوگراند؛ ارقام بادنجان: کاسپر سفید، راویا و مروارید گرد؛ ارقام فلفل: باچاتا، لورکا و نیروین

Fig. 2. Age-stage specific survival rate (s_{xj}) of *Tuta absoluta* on varieties of different host plants. Tomato varieties: Western-Red, Matin, Serin, and Rio-Grand; Eggplant varieties: White-Casper, Ravia, and Pearl-Ground; Sweet pepper varieties: Bachata, Lorca, and Nirvin

طولانی شدن زمان نشوونما در شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی احتمال دارد که با مکانیسم مقاومت آنتی‌بیوزی رقم گیاهی مربوط باشد، زیرا حشرات بعد از تغذیه، ضعیف شده یا در مراحل مختلف رشدی از بین می‌روند (Gharekhani & ؛ Ghaderi *et al.*, 2017؛ da Silva *et al.*, 2022؛ Sawadogo *et al.*, 2022؛ Quintero *et al.*, 2013؛Salek-Ebrahimi, 2022). نسبت ترکیبات مقوی غذایی در گیاه مثل نسبت کربن به نیتروژن در شاخ و برگ می‌تواند با تاثیر روی مقاومت گیاه، سرعت نشوونمای حشره را تحت تاثیر قرار دهد (Coll & Guershon, 2002). نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) مهم‌ترین فراسنجه‌ی تعیین کننده‌ی رشد جمعیت است که بیش‌ترین میزان افزایش جمعیت یک گونه را تحت شرایط مورد آزمایش نشان می‌دهد (Roy *et al.*, 2003). فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ۷ رقم گوجه‌فرنگی توسط Khatami *et al.* (2022) مطالعه و نتایج نشان داد که حشرات پرورش‌یافته روی ارقام ریوگراند و کینگ استون به ترتیب بیشترین و کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت را دارا بودند. از طرف دیگر، طولانی‌ترین زمان دوبرابر شدن جمعیت و طول یک نسل آفت روی دو رقم نیروین و باچاتا بود که به علت طولانی‌تر شدن دوره لاروی باعث می‌شود که مراحل نابالغ در این دو رقم بیشتر در معرض پارازیتوئیدها و شکارگرها قرار گرفته و تلف شوند. این در حالی است که حشرات ماده و نر روی همین ارقام کمترین طول عمر را داشتند و به نظر می‌رسد نتوانسته‌اند ذخیره مناسبی از مواد غذایی در دوران لاروی داشته باشند. با مقایسه‌ی درصد بقاء، طول زمان نابالغ، زادآوری و دوره تخم‌گذاری مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام بادنجان (به ویژه رقم کاسپر سفید) در مقایسه با ارقام گوجه‌فرنگی می‌توان نتیجه گرفت که ارقام بادنجان برای نشوونما و زادآوری حشره چندان مناسب نیستند. با این حال، از نظر فراسنجه‌هایی چون نرخ خالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت، اختلاف معنی‌داری با ارقام گوجه‌فرنگی (به عنوان میزبان مطلوب برای آفت) نداشتند. در پژوهش حاضر، نتایج حاصل از زادآوری مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام گوجه‌فرنگی مورد بررسی، کمتر از زادآوری گزارش شده توسط Younes *et al.* (2019) روی گوجه‌فرنگی (۱۹۸/۳ تخم) می‌باشد و نرخ ذاتی افزایش جمعیت برای حشرات پرورش‌یافته روی سه رقم گوجه‌فرنگی، تقریبا نزدیک به مقادیر گزارش شده توسط پژوهشگران بالا روی گوجه‌فرنگی (۰/۱۴۲ بر روز) می‌باشد. علاوه بر این، هر چند زادآوری مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام بادنجان مورد آزمایش در پژوهش حاضر، کمتر از زادآوری گزارش شده توسط Younes *et al.* (2019) (۱۳۳/۷ تخم) می‌باشد، اما نرخ ذاتی افزایش جمعیت برای شب‌پره‌های پرورش‌یافته روی سه رقم بادنجان در پژوهش حاضر، بیشتر از مقادیر گزارش شده توسط پژوهشگران بالا (۰/۱۱۷ بر روز) می‌باشد. طول عمر حشرات کامل ماده و نر در مطالعه Khatami *et al.* (2022) روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی از ۱۱/۵۴ تا ۵/۴۰ روز متغیر بود که با نتایج تحقیق حاضر تفاوت فاحشی دارد. نوع ژنوتیپ یا رقم گیاهی، ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان میزبان را تغییر می‌دهد. علاوه بر آن شرایط کشت از جمله مواد مغذی خاک، باعث تغییر ترکیبات اولیه و ثانویه گیاه میزبان می‌شود (Hamzavi *et al.*, 2022, 2023). از طرف دیگر تفاوت در جمعیت‌های ژنتیکی حشره، شرایط متفاوت پرورش آزمایشگاهی و روش مورد استفاده در محاسبه جدول زندگی می‌تواند توجیه کننده نتایج متفاوت در آزمایش‌ها روی حشرات یکسان باشد (Liu *et al.*, 2004؛ Rostami *et al.*, 2016؛ Nouri-Ganbalani *et al.*, 2016). همانقدر که شناسایی رقم‌های مقاوم در مدیریت تلفیقی آفات سودمند خواهد بود، تشخیص رقم‌های حساس نیز مفید بوده و امکان استفاده از آنها به عنوان گیاه تله با هدف کاهش سطوح کنترل شیمیایی فراهم خواهد شد. علاوه بر آن، ارقام پرمحصول حساس به آفت را می‌توان با کشت مخلوط در لابلای ارقام مقاوم از حمله و خسارت آفت محافظت کرد. در پژوهشی، Imam (2012) با کشت مخلوط ارقام حساس گوجه‌فرنگی با فلفل تند، کاهش قابل ملاحظه‌ای را در خسارت شب‌پره مینوز گوجه فرنگی نسبت به روش تک‌کشتی مشاهده کرد.

ارقام مقاوم را می‌توان به راحتی با دیگر روش‌های کنترل آفات با هدف فشار بیشتر بر جمعیت آفت تلفیق کرد (Fathipour & Sedaratian, 2013). با توجه به مقاومت نسبی بالاتر رقم کاسپر سفید بادنجان در مقایسه با دو رقم دیگر، می‌توان از این رقم در مزارع بادنجان حساس به مینوز گوجه‌فرنگی برای کاهش سرعت رشد جمعیت آفت استفاده کرد. همچنین، با توجه به مقاومت بیشتر ارقام نیروین و باچاتای فلفل می‌توان این دو رقم را برای کشت در گلخانه‌های فلفل که خطر آلودگی به مینوز گوجه‌فرنگی را دارند توصیه نمود. لازم است مطالعات بیشتری درباره فراسنجه‌های زیستی مینوز گوجه فرنگی روی طیف وسیعی از میزبان‌های زراعی و وحشی تیره بادنجانیان در سطح گلخانه و مزرعه انجام شود و در صورت حصول نتایج مشابه، مطالعات دیگری برای شناسایی صفات ایجاد کننده مقاومت و مکانیسم‌های مقاومت طراحی شود تا در مرحله بعد، این صفات به ارقام پرمحصول و سازگار با شرایط منطقه منتقل شود.

سپاسگزاری

این پژوهش در آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه محقق اردبیلی به انجام رسیده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

حمایت مادی و معنوی

هزینه این طرح با حمایت مادی و معنوی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شده است.

REFERENCES

Abbes, K., Harbi, A., Elimem, M., Hafsi, A. & Chermiti, B. (2016) Bioassay of three solanaceous weeds as alternative hosts for the invasive tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and insights on their carryover potential. *African Entomology* 24:334–342. https://doi.org/10.4001/003.024.0334

Alba, J. M., Montserrat, M. & Fernández-Muñoz, R. (2009). Resistance to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by acylsucroses of wild tomato (*Solanum pimpinellifolium*) trichomes studied in a recombinant inbred line population. *Experimental and Applied Acarology 47*(1), 35-47. doi: 10.1007/s10493-008-9192-4

Anderson, J., Ellsworth, P. C., Faria, J. C., Head, G. P., Owen, M. D., Pilcher, C. D. & Meissle, M. (2019) Genetically engineered crops: importance of diversified integrated pest management for agricultural sustainability. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7, 24. https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00024

Asadi, R. (2021) Life table parameters of *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae) at different constant temperatures under laboratory conditions. *Journal of Novel Researches on Plant Protection* 10 (1): 39-46.

Bacci, L., da Silva, E. M., Martins, J. C., Soares, M. A., Campos, M. R. & Picanco, M. C. (2019) Seasonal variation in natural mortality factors of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in open-field tomato cultivation. *Journal of Applied Entomology* 143 (1): 21–33. https://doi.org/10.1111/jen.12567

Barbosa, W. F., Smagghe, G. & Guedes, R. N. C. (2015) Pesticides and reduce risk insecticides, native bees and pan tropical stingless bees: pitfalls and perspectives. *Pest Management Science* 71: 1049–1053. doi: 10.1002/ps.4025

Biondi, A., Guedes, R. N., Wan, F. H. & Desneux, N. (2018) Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: past, present, and future. *Annual Review of Entomology* 63: 239–258. doi: 10.1146/annurev-ento-031616-034933

Campos, M. R., Biondi, A., Adiga, A., Guedes, R. N. C. & Desneux, N. (2017) From the Western Palaearctic Region to beyond: *Tuta absoluta*10 Years after Invading Europe. *Journal of Pest Science 90*, 787–796. doi: 10.1007/s10340-017-0867-7

Carey, J. R. (2001) Insect biodemography. *Annual Review of Entomology* 46 (1): 79–110. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.46.1.79

Chen, T., Chen, L., Wang, J., Cheng, J., Yi, S., Hafeez, M., Zhou, S., Li, Y., Li, X. & Lu, Y. (2023) Development of attractants and repellents for *Tuta absoluta* based on plant volatiles from tomato and eggplant. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7:1155317. doi: 10.3389/fsufs.2023.1155317

Chi, H. (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology* 17(1), 26-34. https://doi.org/10.1093/ee/17.1.26

Chi, H. (2020) TWOSEX-MSChart: a computer program for the agestage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, (http://140.120.197.173/Ecology/Download/ Twosex- MSChart.zip)

Chi, H. & Su, H. Y. (2006) Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environmental Entomology* 35, 10–21. https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.1.10

Chi, H. & Liu, H. S. I. (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Buletin of the Insitue of Zoology Academia Sinica* 24(2), 225-240.

Chi, H., You, R. M., Atlıhan, C. L., Smith, A., Kavousi, M. S., Özgökçe, A., Güncan, S. J., Tuan, J. W., Fu, Y. Y., Xu, F. Q., Zheng, B. H., Ye, D., Chu, Y., Yu, G. H., Gharekhani, P., Saska, T., Gotoh, M. I., Schneider, P., Bussaman, Gökçe, A. & Liu, T. X. (2020) Age-stage, two-sex life table: an introduction to theory, data analysis, and application. *Entomologia Generalis* 40 (2): 103–124. doi: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2636504/v1

Cock, M. J. W., Day, R. K., Hinz, H. L., Pollard, K. M., Thomas, S. E., Williams, F. E., Witt, A. B. R. & Shaw, R. H. (2015) The impacts of some classical biological control successes. *CAB Reviews* 10 (42): 1–58. doi: 10.1079/PAVSNNR201510042

Coll, M. & Guershon, M. (2002) Omnivory interrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. *Annual Review of Entomology* 47:267 297.https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145209

da Silva, T. L., Terenciano, R. M., da Cruz, C. G., Fernandes, F. L. & de Sena Fernandes, M. E. (2022) Resistance, hybrid vigor, genetic diversity, and toxicity of chemical constituents of tomatoes to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Arthropod-Plant Interactions* 30:1–39 (2022). doi: 10.1007/s11829-022-09926-9

De Backer, L., Megido, R. C., Fauconnier, M. L., Brostaux, Y., Francis, F. & Verheggen, F. (2015) *Tuta absoluta*-induced plant volatiles: attractiveness towards the generalist predator *Macrolophus pygmaeus*. *Arthropod-Plant Interactions* 9, 465–476. doi: 10.1007/s11829-015-9388-6.

Desneux, N., Luna, M. G., Guillemaud, T. & Urbaneja, A. (2011) The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. *Journal of Pest Science* 84: 403–408. doi: 10.1007/s10340-011-0398-6

Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez-Vasquez, C. A., González-Cabrera, J., Catalán Ruescas, D., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T. & Urbaneja, A. (2010) Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197–215. doi: 10.1007/s10340-010-0321-6

Ecole, C. C., Picanço, M. C., Guedes, R. & Brommonschenkel, S. H. (2001) Effect of cropping season and possible compounds involved in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. typicum to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology* 125:193–200. doi: 10.1046/j.1439-0418.2001.00525.x

Erdogan, P. & Babaroglu, E. (2014) Life table of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University* 31: 80-89. doi:10.13002/JAFAG723

Fathipour, Y. & Sedaratian, A. (2013) *Integrated management of Helicoverpa armigera in soybean cropping systems. In EL- Shemy, H. (Ed.) Soybean pest resistance*. InTech, Rijeka (Croatia). pp. 231-280. doi: 10.5772/54522

Fox, C. W. & Czesak, M. E. (2000). Evolutionary ecology of progeny size in arthropods. *Annual Review of Entomology* 45(1), 341-369. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.341

Galdino, S., Picanço, M. C., Ferreira, D. O., Resende Silva, G. A. & Silva, G. A. (2015) Is the Performance of a specialist herbivore affected by female choices and the adaptability of the offspring? *PLOS ONE*, *10*(11), e0143389. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143389

Ghaderi, S., Fathipour, Y. & Asgari, S. (2017) Susceptibility of seven selected tomato cultivars to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): implications for its management. *Journal of Economic Entomology* 110:421–429. https://doi.org/10.1093/jee/tow275

Gharekhani, GH. & Salekebrahimi, H. (2022) Applying seed treatment as a solution for tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Glechidae) management. *Journal of Entomological Society of Iran* 42(2), 121-132. https://doi.org..10.52547/jesi.42.2.1

Ghorbani, R., Seraj, A. A., Allahyari, H. & Farokhi, S. H. (2016) Population growth and life table parameters of leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) on two varieties of tomato. *Plant Pest Research* 5 (4): 53-61. https://iprj.guilan.ac.ir/article_1564.html?lang=en

Grieshop, M. J., Flinn, P. W. & Nechols, J. R. (2006) Biological control of Indian meal moth (Lepidoptera: Pyralidae) on finished stored products using egg and larval parasitoids. *Journal of Economic Entomology* 99 (4): 1080–1084. doi: 10.1603/0022-0493-99.4.1080.

Hamzavi, F., Naseri, B., Hassanpour, M., Razmjou, J. & Golizadeh, A. (2023) Life table parameters of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) on cowpea seeds (*Vigna unguiculata*) treated with some biological and chemical fertilizers. *Journal of Entomological Society of Iran* 42 (4), 265-279. doi: 10.52547/JESI.42.4.2

Hamzavi, F., Naseri, F., Hassanpour, M., Razmjou, J. & Golizadeh, A. (2022) Biology and life table parameters of *Callosobruchus maculatus* (F.) on *Vigna unguiculata* (L.) Walp. fertilized with some mineral- and bio-fertilizers. *Journal of Stored Product Research* 97 (101978), 1-8. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101978

Huang, Y. B. & Chi, H. (2013) Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (D iptera: Tephritidae): with an invalidation of the jackknife technique. *Journal of Applied Entomology* 137(5), 327-339. https://doi.org/10.1111/jen.12002

Huang, Y. B. & Chi, H. (2011) The age-stage, two-sex life table with an offspring sex ratio dependent on female age. *Journal of Agriculture and Forestry* 60, 337–345.

Imam, A. I. (2012). Effect of tomato and spicy pepper intercropping on tomato infestation with tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick, under greenhouse conditions. *Bulletin of The Entomological Society of Egypt*, *38*, 81-88.

Irannejad-Parizi, L., Zahiri, B., Babolhavaeji, H., Khanjani, M. & H. Shararbar. (2015) Evaluation of twelve tomato cultivars for resistance to tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae). *Plant Pests Research* 5(1): 49-60.

Javadi Khedri, S., Khanjani, M., Hosseini, M. A., Leite, G. L. D. & Jafari, M. (2014) *Role of different trichome style in the resistance of* Lycopersicon hirsutum *genotypes to* Tuta absoluta *(Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Ecologica Montegrina* 1(1): 55-63. doi: 10.37828/em.2014.1.8

Khatami, L., Ghassemi-Kahrizeh, A., Hosseinzadeh, A. & Aramideh, Sh. (2022) Biological parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) on different tomato cultivars. *Plant Pest Research* 11 (4): 15-29. doi: 10.22124/IPRJ.2022.5450

Liu, Z., Li, D., Gong, Y. & Wu, J. (2004). Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. *Environmetal Entomology* 33: 1570-1576. doi: 10.1603/0046-225X-33.6.1570

Maluf, W. R., Silva, V. de. F., Cardoso, M, das, G., Gomes, L. A. A., Neto Á. C. G. Maciel, G. M. & Aparecida, D. (2010) Resistance to the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acyl sugar and/or high zingiberene tomato genotypes. *Euphytica* 176:113–123. doi: 10.1007/s10681-010-0234-8

Megha, G., Murugan, M. & Coll, M. (2023) Life-table analyses for the tomato leaf miner, *Tuta obsoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) effects of plant genotype. *Pest Management Science* 79: 2117–2125. https://doi.org/10.1002/ps.7392

Mahmoudi, M., Mirab-balou, M., Beigi, S. & Yaghubi, S. (2021) Investigating on some ecological characteristics of the omato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick), Sirvan County (Ilam Province, western Iran). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)* 44(2), 1-15. http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Mumm, R. & Hilker, M. (2006) Direct and indirect chemical defence of pine against folivorous insects. *Trends in Plant Science*11:351–358. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.05.007

Negi, S., Sharma, P. L., Sharma, K. C. & Verma, S. C. (2018) Effect of host plants on developmental and population parameters of invasive leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Phytoparasitica*, 46 (4): 213–221. https://doi.org/10.1007/s12600-018-0661-y

Nouri-Ganbalani, G., Shahbaz, M. & Fathi, S. A. (2016) Life history and life table parameters of the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on twelve commercial tomato cultivars under laboratory conditions. *Journal of Crop Protection* 5: 273–282. doi:10.18869/modares.jcp.5.2.273

Panda, N. & Khush, G. S. (1995) *Host Plant Resistance to Insects*. CAB International, Oxford.

Park, S., Jeong, W. Y., Lee, J. H., Kim, Y. H., Jeong, S. W., Kim, G. S., Bae, D. W., Lim, C. S., Jin, J. S., Lee, S. J. & Shin, S. C. (2012) Determination of polyphenol levels variation in *Capsicum annuum* L. cv. Chelsea (yellow bell pepper) infected by anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) using liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, *130*(4), 981-985. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.026

Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., McPheron, B. A., Thompson, J. N. & Weis, A. E. (1980) Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11(1), 41-65. https://doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.000353

Price, P. W., Denno, R. F., Eubanks, M. D., Finke, D. L. & Kaplan, I. (2011) *Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. doi: 10.1111/j.1570-7458.2012.01294.x

Quintero, C., Barton, K. E. & Boege, K. (2013) The ontogeny of plant indirect defenses. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 15:245–254. https://doi.org/10.1016/j.ppees.2013.08.003

Rostami, E., Madadi, H., Abbasipour, H., Allahari, H. A. & Cuthberston, G. S. (2016) Life table parameters of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. *Journal of Applied Entomology*141(2): 88-96. doi: 10.1111/jen.12319

Roy, M., Brodeur, J. & Cloutier, C. (2003). Effect of temperature on intrinsic rates of natural increase (r_m) of a coccinellid and its spider mite prey. *BioControl* 48(1), 57-72. https://link.springer.com/article/10.1023/A:1021289832664

Sawadogo, M. W., Dabire, R. A., Ahissou, B. R., Bonzi, S., Somda, I., Nacro, S., Martin, C., Legrève, A. & Verheggen, F. (2022) Comparison of life-history traits and oviposition preferences of Tuta absoluta for 12 common tomato varieties in Burkina Faso. *Physiological Entomology* 47:55–61. doi: 10.1111/phen.12373

Schulze, B. & Spiteller, D. (2009) Capsaicin: Tailored chemical defence against unwanted "frugivores". *Chembiochem* 10(3), 428-429. https://doi.org/10.1002/cbic.200800755.

Sharma, H. C. & Ortiz, R. (2002) Host plant resistance to insects: an eco-friendly approach for pest management and environment conservation. *Journal of Environmental Biology* 23(2), 111-135. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12602847/

Shiri, T., Salek-Ebrahimi, H. & Gharekhani, G. (2015) Biological parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on three solanaceous host plants. *Agricultural Pest Management* 2(1): 39-47. https://apm.uma.ac.ir/article_309_70b15c33678498bbff28a3ea5473ee0e.pdf?lang=en

Silva, G. A., Queiroz, E. A., Arcanjo, L. P., Lopes, M. C., Araújo, T. A., Galdino, T. S. V., Samuels, R. I., Silva, N. R. & Picanço, M. C. (2021) Biological performance and oviposition preference of tomato pinworm *Tuta absoluta* when offered a range of solanaceous host plants. *Scientific Reports* 11 (1): 1153-1163. https://doi.org/10.1038/s41598-020-80434-7

Smith, C. M. & Clement, S. L. (2012) Molecular bases of plant resistance to arthropods. *Annual Review Entomologica* 57, 309–328. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100642

Smith, C. M. (1999) *Plant Resistance to Insects. Biological and Biotechnological Control of Insects*, Vol. 24. LLC, Boca Raton, FL, pp. 171–205.

Smith, C. M., Khan, Z. R. & Pathak, M. D. (1993) *Techniques for evaluating insect resistance in crop plants.* CRC press.

Smith, J. D., Dubois, T., Mallogo, R., Njau, E. F., Tua, S. & Srinivasan, R (2018) Host range of the invasive tomato pest Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on solanaceous crops and weeds in Tanzania. *Florida Entomologist* (4): 573-579. doi: 10.1653/024.101.0417

Subramani, V., Damodaram, K. J. P., Krishnegowda, R. G., Parepally, S. K., Kempraj, V., Thimmappa, R., Seetharamaiah, S. K. Vaddi, S. & Boregowda. L. H. (2021) "Volatile chemical signals underlying the host plant preferences of *Tuta absoluta*." *Entomologia Experimentalis et Applicata* 169, 11: 997-1007. doi: 10.1111/eea.13099

Tamoli Torfi, E. (2014) *Study of ovipositional preference and fecundity life table of tomato leaf miner, Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on three plant species of Solanaceae in laboratory conditions. MSc., thesis. The Shahid Chamran University. p. 106. (in Farsi).*

Tamoli Torfi, E., Seraj, A. A. & Rajabpour, A. (2015) Biological characteristics and population parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) on potato and tobacco plants under laboratory*. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture) 38 (4). 79-89 (in Farsi).*

Tome, H. V. V., Barbosa, W. F., Martins, G. F. & Guedes, R. N. C. (2015) Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non-target toxicity of a bio insecticide. *Chemosphere* 121 (1): 103–109. doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.11.038

Younes, A. A., Zohdy, N. Z. M., Abulfadl, H. A. & Fathy, R. (2019) Life table parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), on three solanaceous host plants. *African Entomology* 27 (2): 461-467. https://doi.org/10.4001/003.027.0461

Zakeri, M., Abbasi, J., Moazen, H. & Mosalaei, M. (2015) *Identification and methods of control of tomato leaf miner pest moth Tuta absoluta*. Publications of Agricultural Promotion Coordination Management.

Life history parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on various host plant

Bahram Naseri[1], **Abbas Rahimi Ashjerdi**[1] & **Fatemeh Hamzavi**[2]

1-Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Adrabil, Iran.

✉ bnaseri@uma.ac.ir https://orcid.org/0000-0001-5821-0957
✉ rahimiabbas1990@gmail.com https://orcid.org/0009-0002-7470-955X

2- Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Higher Education Complex of Saravan, Sistan and Baluchestan, Saravan, Iran

✉ fhamze@uma.ac.ir https://orcid.org/0000-0001-9933-4155

Article History
Received: 8 July 2023 | *Accepted:* 12 September 2023 | Subject Editor: Yaghub Fathipour

Abstract
The tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) is one of the most destructive pests of tomato in field and greenhouses. Llife history and population growth of this pest were investigated on three solanaceous plants including four varieties of tomato (Western-Red, Matin, Serin, and Rio-Grand), three varieties of eggplant (White-Casper, Ravia, and Pearl-Ground) and three varieties of sweet pepper (Bachata, Lorca, and Nirvin). The developmental time, survival, longevity, and fecundity of the pest on the leaves of tested varieties were investigated. The experiments were conducted at 25 ± 2°C, relative humidity of 65 ± 5% and a photoperiod of 16:8 (L: D) h. The results of the statistical comparison of the varieties within each host plant showed that life table parameters of the insect were not significantly different on tomato varieties and on eggplant varieties. However, among pepper varieties, the net reproductive rate, intrinsic rate of increase, and finite rate of increase rate on variey Lorca were higher than on Nervin and Bachata. The results of comparison among varieties of different hosts showed that the highest immature survival was observed on tomato, varieties Serin and Matin, and the lowest survival was seen on pepper, varieties Lorca and Nirvin. The longest developmental time was obtained on pepper, varieties Bachata and Nirvin. The lowest fecundity and the shortest oviposition period were found on pepper, varieties Bachata and Nirvin. The net reproductive rate, intrinsic rate of increase, and finite rate of increase were lowest on pepper, varieties Bachata and Nirvin, and other varieties showed no significant differences. In general, tomato varieties were susceptible, and eggplant variety White-Casper and pepper varieties Bachata and Nirvin were partially resistant against *T. absoluta*. This information provides the possibility of using these varieties in order to manage *T. absoluta* populations during its outbreak.
Keywords: Fecundity, resistant varieties, population growth, solanaceae

Corresponding Author: Bahram Naseri (Email: bnaseri@uma.ac.ir)

Citation: Naseri, B., Rahimi Ashjerdi, A. & Hamzavi, F. (2023) Life history parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on various host plants. *J. Entomol. Soc. Iran* 43 (3), 275-288. http://doi.org.10.61186/jesi.43.3.7