



علمی پژوهشی

فراسنجه‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، (*Tuta absoluta* (Meyrick)) روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی

لیمو خاتمی^۱، اکبر قاسمی کهریزه*^۱، عباس حسین‌زاده^۱ و شهرام آرمیده^۲

۱- گروه گیاه‌پزشکی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه

ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۷

چکیده

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، (*Tuta absoluta* (Meyrick)) مهم‌ترین و مخرب‌ترین آفت گوجه‌فرنگی در آمریکای جنوبی و مرکزی، اروپا و ایران محسوب می‌شود که باعث خسارت سنگین در گلخانه‌ها و مزارع گوجه‌فرنگی شده است. در این پژوهش، ویژگی‌های زیستی این آفت روی هفت رقم تجاری گوجه‌فرنگی *Kimia Falat*، *CH Falat*، *Y Falat*، *Super Stone*، *Rio Grand*، *King Stone* و *Super 2270* داخل اتاقک رشد تنظیم‌شده در دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 55 ± 65 درصد و دوره نوری $16:8$ ساعت (روشنایی: تاریکی) مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین، خسارت این آفت روی ارقام مختلف بررسی شد. بیش‌ترین طول دوره لاروی روی رقم *King Stone* ($11/98$ روز) و کم‌ترین آن روی رقم *Rio Grand* ($9/83$ روز) به‌دست آمد. کم‌ترین ($5/48$ روز) و بیش‌ترین ($8/53$ روز) طول دوره تخم‌ریزی به ترتیب روی ارقام *King Stone* و *Rio Grand* مشاهده شد. طول عمر افراد ماده از $7/83$ روز روی رقم *King Stone* تا $11/54$ روز روی رقم *Rio Grand* متغیر بود. کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) ($0/105$ بر روز) روی رقم *King Stone* و بیش‌ترین مقدار آن ($0/158$ بر روز) روی رقم *Rio Grand* مشاهده شد. کم‌ترین مقادیر نرخ خالص تولید مثل (R_0) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) روی رقم *King Stone* (به ترتیب $25/54$ نتاج و $1/110$ بر روز) و بیش‌ترین مقدار این دو فراسنجه روی رقم *Rio Grand* (به ترتیب $81/28$ نتاج و $1/172$ بر روز) ثبت شد. کم‌ترین تعداد دالان‌ها و درصد برگچه‌های آلوده روی رقم *King Stone* (به ترتیب $19/25$ و $19/33$ درصد) و بیش‌ترین مقدار این دو فراسنجه روی رقم *Rio Grand* (به ترتیب $70/00$ و $76/21$ درصد) بود. براساس نتایج این پژوهش، رقم *King Stone* مقاوم‌ترین رقم بوده و بنابراین می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی *T. absoluta* مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارقام مقاوم، دموگرافی، جدول زندگی

مقدمه

نظیر استفاده از ارقام مقاوم مبذول داشت (Maluf *et al.*, 2010).

از میان مکانیسم‌های سه‌گانه مقاومت ژنتیکی گیاهان نسبت به آفات (آنتی‌زنوز، آنتی‌بیوز و تحمل)، مکانیسم مقاومتی آنتی‌بیوز که طی آن گیاه میزبان به صورت مستقیم اثرات نامطلوبی بر فراسنجه‌های زیستی حشرات گیاه‌خوار می‌گذارد، از جایگاه ویژه‌ای در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات برخوردار می‌باشد (Sedaratian *et al.*, 2009). تغذیه آفات از ارقام مقاوم گیاهی که واجد مقاومت آنتی‌بیوز می‌باشند کاهش نرخ زنده‌مانی، اندازه و وزن بدن، طول عمر حشرات بالغ و پتانسیل تولید مثلی را به دنبال خواهد داشت. استفاده از چنین ارقامی علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، سبب کاهش اثرات منفی ناشی از مصرف سموم شیمیایی در زیست بوم‌های کشاورزی نیز خواهد شد (La Rossa *et al.*, 2013). علاوه بر موارد ذکر شده، یکی از مهم‌ترین مزیت‌های استفاده از ارقام مقاوم قابلیت سازگاری آنها با سایر راهبردهای مورد استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی می‌باشد که همین مسأله تأثیر به‌سزایی در اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های مدیریتی آفات خواهد داشت (Fathipour and Sedaratian, 2013). با توجه به اهمیت خسارت اقتصادی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در مزارع و گلخانه‌های گوجه‌فرنگی نقاط مختلف دنیا، پژوهشگران متعددی به منظور طراحی برنامه‌های مدیریتی مناسب برای کاهش جمعیت این آفت زوایای مختلف زیست‌شناسی آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در بررسی‌های صورت گرفته توسط ایکول و همکاران (Ecole *et al.*, 2001) مشخص شد که مقاومت گونه‌های وحشی گوجه‌فرنگی نسبت به این آفت بیش‌تر از گونه‌های اهلی می‌باشد. در پژوهشی دیگر موریرا-سوبریرا و همکاران (Moreira-Sobreira *et al.*, 2009) مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی را نسبت به این آفت مورد مطالعه قرار دادند و نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که میزان مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف مورد مطالعه نسبت به این آفت متفاوت می‌باشد. بر اساس فراسنجه‌های زیستی این آفت روی سه رقم مختلف گوجه‌فرنگی، میزان مقاومت ارقام

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicom* Mill.) یکی از محصولات مهم کشاورزی در ایران است که کشت آن در گلخانه و مزارع رواج دارد. تولید سالانه حدود ۵/۶ میلیون تن گوجه‌فرنگی، کشور ما را در جایگاه هفتم تولیدکنندگان این محصول مهم در دنیا قرار داده است (Ashtari *et al.*, 2020).

گوجه‌فرنگی مورد حمله آفات مختلف قرار می‌گیرد (Irannejad-Parizi *et al.*, 2015). متأسفانه در یک دهه گذشته به دلیل عدم رعایت صحیح اصول و قوانین قرنطینه گیاهی، آفت جدید شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، *Tuba absoluta* (Myrick) وارد کشور شده و مشکلات مدیریتی آفات این محصول مهم کشاورزی را چندین برابر نموده است (Baniameri and Cheraghian, 2011). در این بین، عوامل مختلفی نظیر نبود اطلاعات دقیق در زمینه زیست‌شناسی آفت، عدم وجود دشمنان طبیعی کارآمد و در اختیار نداشتن ابزارهای مدیریتی توانمند به منظور مهار جمعیت این آفت نوظهور، باعث خسارت‌های قابل توجهی به تولیدکنندگان این محصول در کشور شده است. شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، آفتی چند نسلی با پتانسیل تولید مثلی بالا و دوره زندگی کوتاه می‌باشد (Desneux *et al.*, 2010). در شرایط مناسب آب و هوایی و در صورت عدم اجرای برنامه‌های مدیریتی مناسب، خسارت این آفت می‌تواند منجر به نابودی ۹۰ درصد محصول در شرایط مزرعه و گلخانه شود (Potting *et al.*, 2009). خسارت بالای این آفت در مناطق عمده کشت گوجه‌فرنگی در کشور منجر به استفاده بی‌رویه کشاورزان از سموم شیمیایی شده که همین مسأله می‌تواند پیامدهای ناگوار متعددی از جمله ظهور بیوتیپ‌های مقاوم نسبت به سموم شیمیایی، بالارفتن باقیمانده سموم شیمیایی در محصول تولید شده، از بین رفتن دشمنان طبیعی، تهدید سلامتی انسان و غیره را به دنبال داشته باشد (Siqueira *et al.*, 2001; Lietti *et al.*, 2005). بر همین اساس، به نظر می‌رسد در برنامه‌های مدیریتی این آفت باید توجه ویژه‌ای به پتانسیل روش‌های غیر شیمیایی

در اجرای موفقیت آمیز برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت در مزارع گوجه‌فرنگی کشور خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

تهیه و کاشت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی

بذر هفت رقم گوجه‌فرنگی شامل CH Falat، Kimia، Rio، Super Stone، King Stone، Super 2270، Falat و Grand Y Falat از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. بذر ارقام مورد آزمایش به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شده و سپس، داخل گلخانه در سینی‌های نشاء با محیط کشت پیت‌ماس کشت شد. پس از شش برگی شدن بوته، نشاء داخل گلدان‌هایی پلاستیکی با ارتفاع حدود ۴۲ سانتی‌متر و قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر در مخلوطی از خاک، ماسه و کود دامی به نسبت ۱:۱:۲ در شرایط گلخانه کشت شدند. برای جلوگیری از آلوده شدن بوته‌ها به آفات دیگر، گلدان‌ها زیر توری ۵۰ مش قرار داده شدند.

پرورش شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

برگ‌های آلوده به لارو شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی از گلخانه‌های گوجه‌فرنگی واقع در مهاباد جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس، لاروها روی برگ‌های مزبور پرورش یافتند تا به حشرات کامل تبدیل شدند. پس از شناسایی گونه در گروه حشره‌شناسی دانشگاه ارومیه، پرورش حشره با دو روش انجام گرفت. یکی از روش‌ها، رهاسازی حشرات کامل زیر توری محتوی گلدان‌های ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در گلخانه و پرورش آنها به مدت دو نسل روی هر رقم با شرایط دمایی 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری طبیعی بود. از این کلنی برای آزمایش‌های ارزیابی خسارت استفاده شد. در روش دیگر، به منظور مطالعه جدول زندگی، برگ‌های آلوده به لارو آفت از گلخانه جمع‌آوری شده و تا زمان تبدیل شدن لاروها به شفیره داخل ظروف پتری پلاستیکی درب‌دار گرد (قطر ۱۹/۵ و ارتفاع ۷/۵ سانتی‌متر) نگهداری شدند. لاروها هر ۲ روز یک بار با برگ‌های تازه گوجه‌فرنگی تغذیه شدند. به منظور تامین تهویه در قسمت درپوش ظروف پرورش لاروها، سوراخ‌های ریز به قطر یک میلی‌متر ایجاد و با توری ۵۰ مش پوشانده شد.

مختلف مورد مطالعه نسبت به این آفت متفاوت بوده است (Gharekhani and Salek-Ebrahimi, 2014). مقاومت پنج رقم گوجه‌فرنگی اهلی نسبت به این آفت توسط فتحی و همکاران (Fathi et al., 2015) مطالعه شد. مقاومت آنتی-زنوزی ۱۲ رقم زراعی گوجه‌فرنگی نیز با استفاده از بررسی ترجیح تخم‌ریزی نسبت به این آفت مطالعه شده است (Irannejad-Parizi et al., 2015). علاوه بر این، در پژوهش فوق با استفاده از اطلاعات مراحل رشد و نمو نابالغ این آفت روی ارقام مختلف مورد مطالعه، مکانیسم مقاومتی آنتی‌بیوز نیز ارزیابی شده است. در بررسی‌های صورت گرفته توسط رستمی و همکاران (Rostami et al., 2016) در ارتباط با مطالعه فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره *T. absoluta* روی سه رقم مختلف گوجه‌فرنگی مشخص شد که ارقام مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری روی فراسنجه‌های رشد جمعیت این آفت نداشتند. فراسنجه‌های جدول زندگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی سه میزبان از خانواده سیب‌زمینی شامل گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و بادنجان بررسی شد، بر اساس نتایج حاصل از محاسبه فراسنجه‌های جدول زندگی، میزان مطلوبیت گوجه‌فرنگی برای این آفت بیشتر از سیب‌زمینی و بادنجان بود (Younes et al., 2019). تهیه جدول زندگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به منظور محاسبه فراسنجه‌های رشدی آن بویژه نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ خالص تولید مثل (R_0)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و میانگین طول یک نسل (T) روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی، می‌تواند به عنوان یک ملاک ارزیابی خوب برای مقایسه میزان مقاومت آنتی‌بیوزی ارقام مختلف برای این آفت باشد. بنابراین، بدین منظور از جدول زندگی دوجنسی سن-مرحله زیستی (Two-Sex-MS-Chart Life table) برای تعیین میزان مقاومت ارقام تجاری گوجه‌فرنگی که در سطح وسیع در کشور کشت می‌شوند استفاده شد و با توجه به این که در مقاله حاضر اطلاعات جامعی در ارتباط با فراسنجه‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی ارائه شده است، نتایج حاصل از پژوهش حاضر تأثیر بسزایی

کوچک (به قطر ۳ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر) منتقل شدند. با ظهور حشرات بالغ، افراد ماده با نرهای ظاهر شده روی هر رقم به ظروف جفت‌گیری منتقل شدند. این ظروف به طور روزانه مورد بازدید قرار گرفته و علاوه بر ثبت میزان تخم‌ریزی روزانه افراد ماده، میزان زنده‌مانی افراد نیز تا زمان مرگ آخرین فرد نر و ماده ثبت شد.

ارزیابی میزان آسیب

برای انجام آزمایش ۴۵ روز پس از کاشت گیاهان، تعداد ۳۰ جفت از حشرات کامل نر و ماده تازه ظاهر شده با نسبت جنسی دو عدد ماده و یک عدد نر زیر توری حاوی گلدان‌های ارقام مختلف گوجه‌فرنگی رهاسازی شد. سپس، میزان آسیب وارده توسط آفت در کل گیاه در چهار نمونه‌برداری و به ترتیب ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ روز پس از کاشت مورد بررسی قرار گرفت. در هر نمونه‌برداری موارد زیر مورد ارزیابی قرار گرفت:

- ۱- تعیین درصد برگ‌های واجد دالان‌های تغذیه لاروی،
- ۲- اندازه‌گیری قطر دالان‌ها و مشخص کردن تعداد دالان‌های بزرگ (با قطر بیشتر از ۰/۵ سانتی‌متر) و تعداد دالان‌های کوچک (با قطر کمتر از ۰/۵ سانتی‌متر) با استفاده از خط‌کش با دقت ۰/۵ میلی‌متر (Picanc *et al.*, 1995). این آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به‌دست‌آمده از مراحل زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام مورد بررسی، بر اساس نظریه جدول زندگی دوجنسی (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988) و با استفاده از نرم‌افزار جدول زندگی سن-مرحله رشدی دوجنسی (v. 2015) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تجزیه داده‌ها و محاسبه طول دوره رشدی مراحل مختلف زیستی و فراسنجه‌های رشد جمعیت شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ خالص تولید مثل (R_0)، میانگین مدت زمان نسل (T) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) از نسخه ۲۰۱۵ برنامه کامپیوتری Two-Sex MS Chart استفاده شد (Chi, 2005; Chi, 2013). خطای معیار و میانگین فراسنجه‌های رشد جمعیت با استفاده از روش بوت‌استرپ با ۱۰۰۰۰۰ تکرار به‌دست آمد (Huang and Chi, 2013). میانگین‌های حاصل

دمبرگ‌های برگ‌های جمع‌آوری شده در آزمایشگاه به‌وسیله قطعات پنبه‌ای که به دمبرگ پیچیده شده بود، مرطوب نگه داشته شد تا از خشک شدن برگ‌ها جلوگیری شود. شفییره‌ها بعد از ظاهر شدن داخل ظروف پلاستیکی به قطر ۳ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر در آزمایشگاه نگهداری شدند تا حشرات کامل ظاهر شوند. برای تغذیه حشرات کامل، از محلول ۱۰ درصد آب و عسل استفاده شد. حشرات کامل نر و ماده حاصل از هر رقم به نسبت مساوی برای جفت‌گیری داخل ظروف استوانه‌ای ویژه (قطر ۱۱/۵ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر با سرپوش توری) قرار داده شدند. به منظور تخم‌گذاری ماده‌ها، در محفظه تخم‌گیری یک قسمت ۳ برگچه‌ای قرار داده شد و هر دو روز یک بار یک قسمت جدید جایگزین شد تا زمانی که لارو سن یک روی برگ‌ها مشاهده شود. سپس، برگ‌های آلوده به طرف‌ها انتقال یافتند تا به شفییره تبدیل شوند. کلنی در اتاقک رشد با دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد. این حشرات به مدت دو نسل روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی پرورش داده شدند و از تخم‌های به‌دست‌آمده از نسل دوم برای شروع آزمایش استفاده شد.

مطالعه فراسنجه‌های زیستی

برای به دست آوردن تخم‌های هم‌سن آفت، ۱۵ جفت از هر دو جنس (نر و ماده) شب‌پره‌های حاصل از نسل دوم، داخل محفظه تخم‌گیری (به قطر ۱۱/۵ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر) نگهداری شدند. به منظور تخم‌گذاری ماده‌ها، در محفظه تخم‌گیری یک قسمت ۳ برگچه‌ای قرار داده شد. ۱۲ ساعت بعد از تخم‌ریزی، ۶۰ عدد تخم انتخاب و هر یک به صورت مجزا با استفاده از قلم‌موی ظریف در ظروف پتری به قطر ۸ سانتی‌متر روی برگ‌های هر رقم گوجه‌فرنگی قرار داده شدند. به‌منظور حفظ طراوت برگ‌ها، دمبرگ برگ‌های جدا شده از گیاهان با پنبه مرطوب پوشانده شده و داخل ظروف پتری قرار داده شدند. روزانه پتری‌ها مورد بازدید قرار گرفت و علاوه بر طول دوره مراحل مختلف رشدی، میزان مرگ و میر روزانه نیز تا زمان ظهور حشره بالغ ثبت شد. لاروهای سن چهارم پس از اینکه به مرحله پیش‌شفیرگی رسیدند، به قوطی پلاستیکی

انجام شده روی بوته‌های گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه در منطقه خسرو شاه، طول دوره تفریح تخم ($4/37 \pm 0/8$ روز) و طول دوره لاروی ($10/78 \pm 0/7$ روز) به دست آمده است (Nahani et al., 2015). تفاوت در طول دوره لاروی مینوز گوجه‌فرنگی می‌تواند ناشی از عواملی مثل کیفیت و کمیت مواد غذایی گیاهان میزبان، تفاوت در شرایط پرورش و متفاوت بودن جمعیت‌های جغرافیایی مورد آزمایش باشد (Liu et al., 2004).

طول دوره شفیرگی روی ارقام گوجه‌فرنگی مورد آزمایش دارای اختلاف معنی‌داری بود ($F=17.42$, $df=6,385$, $P<0.01$). طولانی‌ترین دوره شفیرگی روی رقم King Stone و کوتاه‌ترین آن روی رقم Rio Grand مشاهده شد. نتایج تحقیق حاضر در مورد طول دوره شفیرگی در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی با نتایج حاصل از تحقیق تورس و همکاران (Torres et al., 2001) که طول دوره شفیرگی این آفت را ۷ تا ۹ روز گزارش کرده بودند، مشابه بود و با نتایج حاصل از تحقیق نهانی و همکاران (Nahani et al., 2015) تفاوت داشت که تفاوت موجود می‌تواند به شرایط پرورش، نوع میزبان و متفاوت بودن جمعیت‌های جغرافیایی مورد آزمایش مربوط باشد (Liu et al., 2004).

از نظر طول دوره رشدی قبل از بلوغ *T. absoluta* بین ارقام گوجه‌فرنگی مورد آزمایش نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($F=24.53$, $df=11,385$, $P<0.01$), به طوری که طولانی‌ترین دوره، روی رقم King Stone و کوتاه‌ترین آن روی رقم Rio Grand به دست آمد. طول دوره نشو و نما یکی از شاخص‌های مهم در تعیین کیفیت غذایی گیاه میزبان برای حشره می‌باشد (Liu et al., 2004). در یک بررسی، کاتبرستون و همکاران (Cuthberston et al., 2011) دوره نشو و نما مینوز گوجه‌فرنگی را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ۳۵ روز گزارش کردند. اردوغان و باباروقلو (Erdogan and Babaroglu, 2014) طول دوره نشو و نما قبل از بلوغ مینوز گوجه‌فرنگی را روی گوجه‌فرنگی در دمای ۲۵-۲۶ درجه سلسیوس ۳۰/۱۸ روز ثبت کردند که نتایج هر دو پژوهش با نتایج تحقیق حاضر متفاوت است. تفاوت در

از بوت‌استرپ به روش بوت‌استرپ جفت شده (Paired Bootstrap Comparison) توسط نرم‌افزار مقایسه و گروه‌بندی شدند. همچنین، از نرم‌افزار SigmaPlot 11.2 برای رسم شکل‌ها استفاده شد.

تجزیه داده‌های مربوط به ارزیابی میزان آسیب ارقام مختلف با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) و به وسیله نرم‌افزار SPSS v. 21 انجام گرفت. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Levene انجام گرفت و فرض همگنی واریانس‌ها محقق شد ($P>0.05$). مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون Tukey's HSD در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد.

نتایج و بحث

طول دوره مراحل زیستی نابالغ و افراد بالغ

میانگین طول دوره نشو و نما مراحل نابالغ و افراد بالغ *T. absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در جدول ۱ ارائه شده است. طول دوره جنینی *T. absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری نداشت ($F=1.02$, $df=6, 413$, $P=0.43$). طبق نتایج به دست آمده تفاوت معنی‌داری بین طول دوره لاروی *T. absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی وجود داشت ($F=14.15$, $df=6,399$, $P<0.01$). طولانی‌ترین طول دوره لاروی روی ارقام King Stone و Super 2270 و کوتاه‌ترین طول دوره لاروی روی رقم Rio Grand مشاهده شد. تفاوت در کیفیت مواد غذایی و ترکیبات شیمیایی ثانویه بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی می‌تواند از جمله دلایل احتمالی اختلاف در طول دوره لاروی باشد. رژیم غذایی محتوی مقادیر پایین ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین، به دلیل کاهش بازده تبدیل آنزیم‌های گوارشی باعث طولانی‌تر شدن طول دوره‌ی رشد لاروی این آفت می‌شود (Gharekhani and Salek- (Ebrahimi, 2014). اردوغان و باباروقلو (Erdogan and Babaroglu, 2014) دوره لاروی مینوز گوجه‌فرنگی را روی گوجه‌فرنگی در دمای ۲۵-۲۶ درجه سلسیوس، ۱۰/۹۷ روز گزارش کردند که نتایج به دست آمده با نتایج این پژوهش مشابه می‌باشد. همچنین، بر اساس بررسی‌های

در محدوده ۷/۸۳ تا ۱۱/۵۴ روز به ترتیب روی ارقام King Stone و Rio Grand ثبت شد. کاهش طول عمر حشرات ماده بالغ مینوز گوجه‌فرنگی روی رقم King Stone می‌تواند معرف نامطلوب بودن این رقم برای این آفت باشد. اردوغان و باباروقلو (Erdogan and Babaroglu, 2014) طول عمر حشرات ماده بالغ را ۱۸/۱۶ روز روی گوجه‌فرنگی گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد. این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در شرایط انجام آزمایش، نوع میزبان و یا تفاوت در جمعیت آفت مورد بررسی باشد.

شرایط پرورش، نوع میزبان و نوع جمعیت‌های جغرافیایی مورد آزمایش می‌تواند علت این اختلاف نتایج باشد (Liu *et al.*, 2004).

طول عمر حشرات کامل نر *T. absoluta* بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($F=0.85$, $df=6,119$, $P=0.57$)، اما طول عمر حشرات کامل ماده روی ارقام گوجه‌فرنگی مورد آزمایش دارای اختلاف معنی‌دار بود ($F=0.95$, $df=6,119$, $P<0.05$). طول عمر حشرات ماده بالغ مینوز گوجه‌فرنگی در این تحقیق

جدول ۱- میانگین (\pm خطای معیار) طول دوره‌های مراحل زیستی نابالغ و طول عمر شب‌پره‌های بالغ *Tuta absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاهی

Table 1. The mean (\pm SE) development stages and adult longevity of *Tuta absoluta* on different tomato cultivars under laboratory conditions

Tomato cultivar	Incubation period (day)	Larval period (day)	Pupal period (day)	Immature period (day)	Adult longevity (day)	
					Male	Female
CH Falat	5.42 \pm 0.15 a*	11.55 \pm 0.14 ab	9.52 \pm 0.12 a	26.65 \pm 0.17 a	5.53 \pm 0.32 a	8.12 \pm 0.54 ab
Kimia Falat	5.38 \pm 0.07 a	10.81 \pm 0.14 cde	8.81 \pm 0.18 b	25.35 \pm 0.11 b	6.33 \pm 0.43 a	9.32 \pm 0.62 ab
Super 2270	5.04 \pm 0.14 a	11.92 \pm 0.12 a	9.29 \pm 0.16 a	27.10 \pm 0.18 a	5.40 \pm 0.42 a	8.82 \pm 0.12 ab
King Stone	5.43 \pm 0.11 a	11.98 \pm 0.12 a	9.57 \pm 0.13 a	27.85 \pm 0.12 a	5.70 \pm 0.43 a	7.83 \pm 0.23 b
Super Stone	5.23 \pm 0.12 a	10.30 \pm 0.08 ef	8.14 \pm 0.10 c	24.10 \pm 0.15 cd	5.63 \pm 0.34 a	9.58 \pm 0.41 ab
Rio Grand	5.03 \pm 0.15 a	9.83 \pm 0.14 f	8.13 \pm 0.12 c	22.78 \pm 0.16 e	6.85 \pm 0.75 a	11.54 \pm 0.12 a
Y Falat	5.35 \pm 0.13 a	10.74 \pm 0.21 cde	8.54 \pm 0.15 b	24.67 \pm 0.19 bc	5.54 \pm 0.43 a	10.34 \pm 0.23 ab

*Means in a column followed by different letters are significantly different (Paired Bootstrap Test; $P<0.05$).

تفاوت معنی‌داری بین طول دوره تخم‌ریزی *T. absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی وجود داشت ($F=2.28$, $df=6,119$, $P<0.05$). کوتاه‌ترین طول دوره تخم‌ریزی روی رقم King Stone و طولانی‌ترین مقدار آن روی رقم Rio Grand مشاهده شد. اردوغان و باباروقلو (Erdogan and Babaroglu, 2014) طول دوره تخم‌ریزی مینوز گوجه‌فرنگی را در دمای ۲۶-۲۵ درجه سلسیوس، ۷/۸۸ روز روی گوجه‌فرنگی گزارش کرده‌اند که نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر با نتایج این پژوهشگران انطباق دارد.

در تحقیق حاضر بین هفت رقم گوجه‌فرنگی مورد مطالعه، از نظر میزان باروری کل *T. absoluta* اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($F=6.41$, $df=6,119$, $P<0.01$). کم‌ترین تعداد تخم به ازای هر فرد ماده در حشرات ماده حاصل از لاروهای پرورش‌یافته روی رقم King Stone و بیشترین

طول دوره‌های تخم‌ریزی و تعداد تخم به ازای هر فرد ماده

مقایسه میانگین طول دوره‌های تخم‌ریزی و تعداد تخم به ازای هر فرد ماده *T. absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در جدول ۲ نشان داده شده است. بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی از نظر طول دوره قبل از تخم‌ریزی افراد بالغ (فاصله‌ی زمانی بین ظهور افراد بالغ تا اولین تخم‌ریزی) و طول دوره پس از تخم‌ریزی *T. absoluta* تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (به ترتیب $F=1.07$, $df=6,119$, $P=0.52$ و $F=0.67$, $df=6,119$, $P=0.68$)، ولی بین ارقام مورد بررسی از نظر میانگین کل دوره قبل از تخم‌ریزی (فاصله زمانی بین تولد تا اولین تخم‌ریزی) تفاوت معنی‌داری به‌دست آمد ($F=10.13$, $df=6,119$, $P<0.01$) که طولانی‌ترین این دوره مربوط به رقم King Stone و کوتاه‌ترین طول آن مربوط به رقم Rio Grand بود. طبق نتایج به‌دست‌آمده

همکاران (Hamilton *et al.*, 2005) گزارش دادند که تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط یک حشره روی گیاهان میزبان فقیر از نظر ارزش غذایی، کاهش می‌یابد. اردوغان و باباروقلو (Erdogan and Babaroglu, 2014) میزان باروری این حشره را روی گوجه‌فرنگی ۱۴۱/۱۶ تخم ثبت کردند که بیشتر از نتایج تحقیق حاضر است. این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در شرایط انجام آزمایش، نوع میزبان و یا تفاوت در جمعیت آفت مورد بررسی باشد.

مقدار آن در حشرات ماده حاصل از لاروهای پرورش‌یافته روی رقم Rio Grand به دست آمد. ارقام گیاهی مختلف و میزان ترکیبات ثانویه موجود در میزبان‌های مختلف گیاهی می‌تواند در میزان باروری روزانه و باروری کل حشرات ماده تاثیرگذار باشد (Malek Mohammadi and Egbalian, 2018)، بنابراین، پایین بودن تعداد تخم این حشره روی گوجه‌فرنگی رقم King Stone به احتمال می‌تواند مربوط به ترکیبات ثانویه موجود در آن باشد. همچنین، همیتون و

جدول ۲- میانگین (\pm خطای معیار) طول دوره قبل از تخم‌ریزی، کل دوره قبل از تخم‌ریزی، دوره تخم‌ریزی، دوره پس از تخم‌ریزی و میزان باروری *Tuta absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی

Table 2. The mean (\pm SE) of adult pre-oviposition period (APOP), total pre-oviposition period (TPOP), oviposition period, post-oviposition period and fecundity of *Tuta absoluta* reared on different tomato cultivars

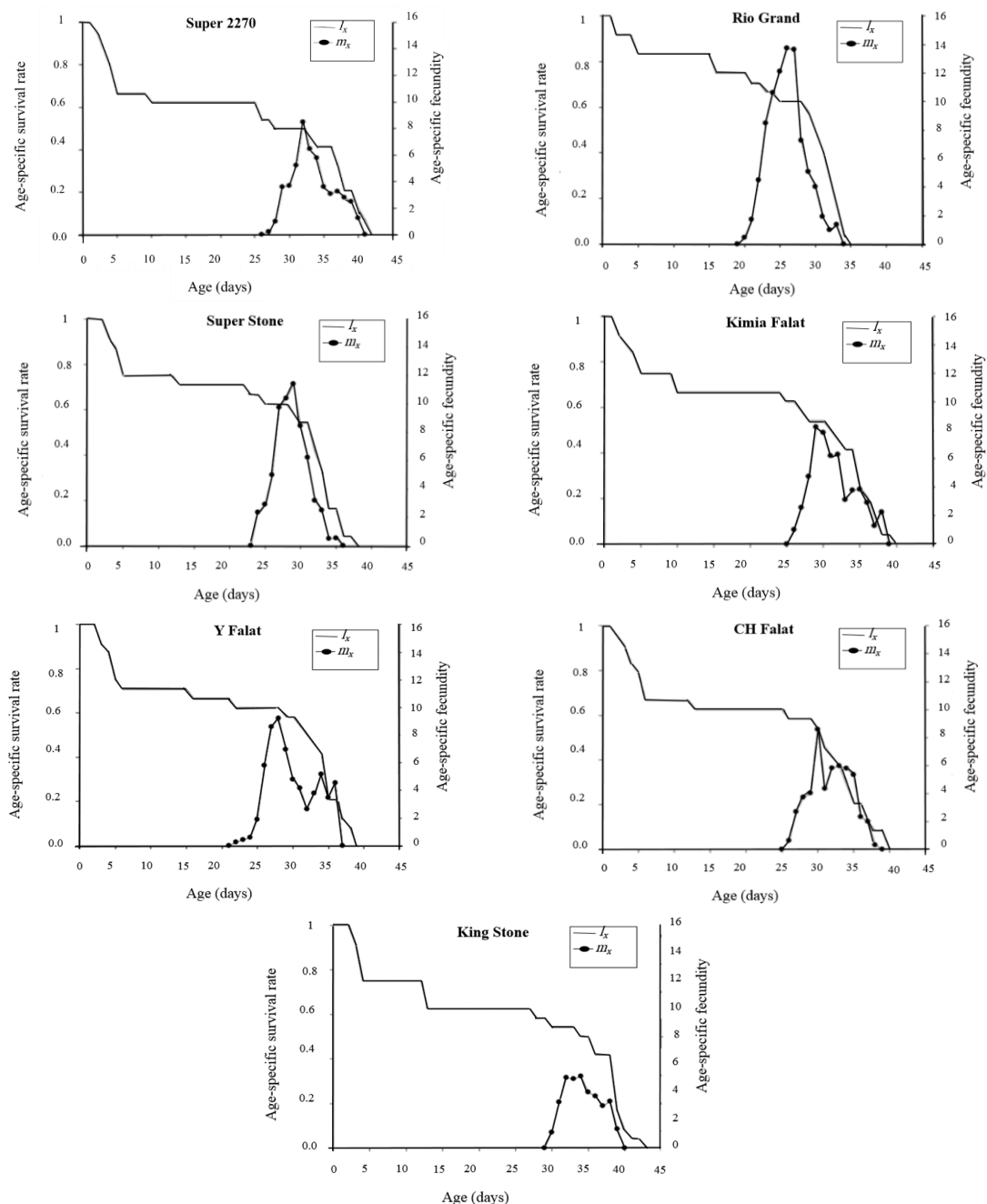
Tomato cultivar	Adult pre-oviposition period (day)	Total pre-oviposition period (day)	Oviposition period (day)	Post-oviposition period (day)	Number of eggs/female
CH Falat	2.65 \pm 0.22 a*	27.21 \pm 0.42 ab	5.90 \pm 0.26 ab	1.60 \pm 0.17 a	55.72 \pm 5.67 cd
Kimia Falat	2.73 \pm 0.21 a	26.17 \pm 0.25 bc	6.49 \pm 0.22 ab	1.87 \pm 0.11 a	64.66 \pm 4.19 bcd
Super 2270	2.65 \pm 0.12 a	27.52 \pm 0.35 bc	6.94 \pm 0.37 ab	1.74 \pm 0.10 a	58.18 \pm 6.12 bcd
King Stone	2.80 \pm 0.36 a	28.41 \pm 0.43 a	5.48 \pm 0.23 b	1.64 \pm 0.16 a	45.34 \pm 4.21 d
Super Stone	2.53 \pm 0.15 a	24.50 \pm 0.23 cd	6.87 \pm 0.20 ab	1.85 \pm 0.15 a	83.20 \pm 4.42 bc
Rio Grand	2.03 \pm 0.09 a	23.14 \pm 0.17 d	8.53 \pm 0.27 a	2.10 \pm 0.12 a	117.33 \pm 7.82 a
Y Falat	2.87 \pm 0.25 a	26.11 \pm 0.33 bc	7.92 \pm 0.20 ab	2.02 \pm 0.10 a	77.80 \pm 6.02 bcd

*Means in a column followed by different letters are significantly different (Paired Bootstrap Test; $P < 0.05$).

حاصل از پژوهش نهانی و همکاران (Nahani *et al.*, 2015) مطابقت نسبی دارد. تخم‌ریزی اولین حشره ماده روی ارقام ذکر شده به ترتیب در روزهای ۲۶، ۲۶، ۲۲، ۲۴، ۲۰، ۳۰ و ۲۷ آغاز شد. بیشترین باروری روزانه *T. absoluta* روی ارقام ذکر شده به ترتیب معادل ۸/۴۷، ۸/۲۲، ۹/۲۱، ۱۱/۴۱، ۱۳/۷۳، ۵/۱۴ و ۸/۴۷ تخم به ازای هر ماده می‌باشد که به ترتیب در روزهای ۲۹، ۳۰، ۲۸، ۲۹، ۳۴، ۲۶ و ۳۲ اتفاق افتاد.

نرخ زنده‌مانی و باروری ویژه سنی

منحنی نرخ زنده‌مانی ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی (m_x) حشرات کامل *T. absoluta* روی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی در شکل ۱ نشان داده شده است. نرخ زنده‌مانی ویژه سنی (l_x) در زمان ظهور حشرات کامل روی رقم‌های Super Stone، Y Falat، CH Falat، Kimia Falat، Super 2270 و King Stone، Rio Grand به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۶۳، ۰/۶۷، ۰/۷۲، ۰/۷۵، ۰/۶۱ و ۰/۶۴ ثبت شد که با نتایج



شکل ۱- نرخ زنده‌مانی ویژه سنی (l_x) و باروری ویژه سنی (m_x) *Tuta absoluta* روی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی
Figure 1. Age-specific survival rate and fecundity of *Tuta absoluta* on different tomato cultivars

تغذیه کرده بودند و بیشترین مقدار آن مربوط به حشرات پرورش‌یافته روی رقم Rio Grand مشاهده شد. مقدار نرخ خالص تولید مثل (R_0) از $25/54 \pm 0/20$ تا $81/28 \pm 0/38$ نتایج در هر نسل روی هفت رقم گوجه‌فرنگی متغیر بود ($F=1391.41$, $df=6,119$, $P<0.01$) کم‌ترین میزان این فراسنجه روی رقم King Stone و بیشترین میزان آن روی رقم Rio Grand محاسبه شد. نرخ متناهی افزایش جمعیت

فراسنجه‌های رشد جمعیت

نتایج حاصل از محاسبه فراسنجه‌های رشد جمعیت *T. absoluta* روی هفت رقم گوجه‌فرنگی در جدول ۳ ارائه شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری داشت ($F=2493.75$, $df=6, 119$, $P<0.01$). کم‌ترین میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) مربوط به حشراتی بود که از رقم King Stone

حشره روی میزبان‌های مختلف در نظر گرفته می‌شود. هر عاملی که بتواند در میزان باروری و زنده‌مانی تغییر ایجاد کند نرخ ذاتی افزایش جمعیت را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. عوامل متعددی می‌توانند این فراسنجه را تحت تاثیر قرار دهند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به گیاه میزبان و تفاوت در جمعیت‌های مورد آزمایش اشاره کرد (Fathi, 2014; Safuraei-Parizi et al., 2014; Maleknia et al., 2015). بالا بودن مقدار r نشان‌دهنده باروری بالا، مرگ و میر پائین و کوتاه بودن دوره رشدی قبل از بلوغ می‌باشد. هر چقدر میزبان مورد تغذیه از لحاظ کیفیت و کمیت مواد غذایی برای حشره‌ی آفت غنی‌تر باشد، مقدار این فراسنجه افزایش پیدا می‌کند و برعکس زمانی که میزبان برای حشره آفت نامطلوب باشد میزان عددی این فراسنجه پایین‌تر خواهد بود (Smith, 2005). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه فراسنجه‌های زیستی *T. absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در تحقیق حاضر می‌توان گفت که در بین ارقام مختلف مورد مطالعه، ارقام King Stone و Rio Grand به ترتیب نامطلوب‌ترین و مطلوب‌ترین ارقام نسبت به *T. absoluta* بودند.

ارقام مختلف گوجه‌فرنگی از لحاظ مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) مینوز گوجه‌فرنگی اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($F=2102.29$, $df=6,119$, $P<0.01$). طولانی‌ترین زمان مورد نیاز برای دو برابر شدن جمعیت روی رقم King Stone و کوتاه‌ترین زمان روی رقم Rio Grand بود. در یک تحقیق مدت زمان دو برابر شدن جمعیت این آفت روی گوجه‌فرنگی $4/9 \pm 0/06$ روز گزارش شده است (Nahani et al., 2015) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. بیش‌ترین میزان متوسط یک نسل (T) روی رقم 2270 و کم‌ترین آن روی رقم Rio Grand به‌دست آمد ($F=1309.14$, $df=6, 119$, $P< 0.01$). نهانی و همکاران (Nahani et al., 2015) میانگین یک نسل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی گیاه گوجه‌فرنگی را $31/96$ روز گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر مشابه است.

روی رقم King Stone کم‌ترین مقدار و روی رقم Rio Grand بیشترین مقدار را داشت ($F=2532.05$, $df=6,119$, $P<0.01$).

جدول زندگی یک جمعیت برای کنترل آفات مهم است، زیرا جامع‌ترین توصیف را از رشد، زنده‌مانی و باروری ارائه می‌دهد (Younes et al., 2019). فراسنجه‌های رشد جمعیت شامل r ، R_0 و λ فراسنجه‌های دموگرافیکی مهمی هستند که برای مقایسه روند رشد جمعیت روی ارقام و میزبان‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند (Smith, 2005). نهانی و همکاران (Nahani et al., 2015) میزان فراسنجه‌های r ، R_0 و λ مینوز گوجه‌فرنگی را روی گیاه گوجه‌فرنگی به ترتیب $0/142$ بر روز، $92/25$ نتاج و $1/15$ بر روز گزارش کردند. همچنین پیرا و سانچز (Pereyra and Sanchez, 2006) میزان r و R_0 مینوز گوجه‌فرنگی را به ترتیب $0/41$ بر روز و $48/92$ نتاج روی گیاه گوجه‌فرنگی گزارش کردند. اردوغان و باباروقلو (Erdogan and Babaroglu, 2014) نیز میزان مقادیر r ، R_0 و λ این آفت روی گوجه‌فرنگی را به ترتیب $0/132$ بر روز، $42/01$ نتاج و $1/141$ بر روز به‌دست آوردند. تفاوت‌های مشاهده‌شده در برآورد فراسنجه‌های رشد جمعیت اندازه‌گیری شده توسط پژوهشگران مختلف با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر را می‌توان به متفاوت بودن گیاهان، ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف به کار رفته در این پژوهش‌ها، خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ویژه هر گیاه، تفاوت در ارزش غذایی آن‌ها (به ویژه ترکیبات اولیه و ثانویه موجود در گیاه)، شرایط متفاوت حاکم بر آزمایش‌ها، تفاوت در جمعیت آفت مورد بررسی و حتی شرایط متفاوت پرورش حشره مورد بررسی در این تحقیق نسبت داد (Fathi et al., 2015; Irannejad-Parizi et al., 2015; Nouri-Ganbalani et al., 2016; Rostami et al., 2016).

از آن‌جاکه نرخ ذاتی افزایش جمعیت، اطلاعات مربوط به زنده‌مانی و تولید مثل را در خود دارد (Southwood and Henderson, 2000)، به عنوان یکی از مناسب‌ترین فراسنجه‌ها به منظور مقایسه پتانسیل افزایش جمعیت یک

جدول ۳- میانگین (\pm خطای معیار) فراسنجه‌های رشد جمعیت *Tuta absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاه

Table 3. The mean (\pm SE) of population growth parameters of *Tuta absoluta* on different tomato cultivar at laboratory conditions

Tomato cultivar	r_m (day ⁻¹)	R_0 (offspring)	λ (day ⁻¹)	DT (day)	T (day)
CH Falat	0.1110 \pm 0.0004 e*	31.12 \pm 0.27 e	1.1572 \pm 0.0003 e	4.772 \pm 0.012 b	31.035 \pm 0.220 b
Kimia Falat	0.1283 \pm 0.0003 d	39.94 \pm 0.23 d	1.1326 \pm 0.0004 d	5.606 \pm 0.008 c	29.782 \pm 0.012 c
Super 2270	0.1104 \pm 0.0004 e	32.45 \pm 0.19 e	1.1164 \pm 0.0004 e	6.302 \pm 0.011 b	31.361 \pm 0.025 a
King Stone	0.1052 \pm 0.0005 f	25.54 \pm 0.20 f	1.1107 \pm 0.0002 f	6.630 \pm 0.018 a	30.981 \pm 0.029 bc
Super Stone	0.1412 \pm 0.0003 b	55.51 \pm 0.15 b	1.1528 \pm 0.0005 b	4.911 \pm 0.003 e	28.481 \pm 0.018 e
Rio Grand	0.1581 \pm 0.0003 a	81.28 \pm 0.38 a	1.1725 \pm 0.0002 a	4.383 \pm 0.004 f	27.760 \pm 0.013 f
Y Falat	0.1295 \pm 0.0002 c	46.45 \pm 0.31 c	1.1382 \pm 0.0004 c	5.377 \pm 0.009 d	29.745 \pm 0.021 d

*Means in a column followed by different letters are significantly different (Paired Bootstrap Test; $P < 0.05$).

ارزیابی میزان آسیب

بیشترین درصد آلودگی نیز بر روی رقم Rio Grand مشاهده شد.

از بین چهار شاخص مورد بررسی، تعداد دالان‌های لاروی بزرگ و درصد برگ‌های آلوده می‌تواند میزان حساسیت یا مقاومت ارقام نسبت به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی را بیان نماید. پایین بودن تعداد دالان‌های لاروی کوچک به احتمال ناشی از مکانیسم‌های مقاومت آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز می‌باشد. پایین بودن تعداد کل دالان‌های لاروی می‌تواند ناشی از تخم‌ریزی کم آفت، به دلیل مقاومت آنتی‌زنوزی ارقام برای جلوگیری از تخم‌ریزی آفت یا مرگ و میر بالای آن در حین تغذیه از لایه مزوفیل برگ‌ها باشد (Suinaga et al., 1999, 2004; Ecole, 2000, 2001; Oliveira et al., 2009). بنابراین پایین بودن تعداد دالان‌های کوچک روی رقم King Stone ممکن است ناشی از مقاومت نسبی آن به *T. absoluta* باشد. پایین بودن تعداد دالان‌های کوچک لاروی می‌تواند ناشی از ناکافی بودن منبع غذایی برای حشره روی گیاه میزبان نیز باشد (Leite et al., 2001).

سوئناگا و همکاران (Suinaga et al., 2004) پایین بودن تعداد دالان‌های بزرگ در واریته‌های وحشی *Lycopersicon hirsutum* و *L. pennelli* را از دلایل مقاومت این واریته‌ها به مینوز گوجه‌فرنگی دانستند. نتایج مشابهی توسط ایکولی و همکاران (Ecole et al., 2000, 2001) گزارش شده است. در پژوهش حاضر نیز کم بودن تعداد دالان‌های بزرگ روی رقم King Stone، بیانگر

مقایسه میانگین میزان آسیب *T. absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در جدول ۴ نشان داده شده است. از نظر تعداد برگ بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F=3.84$, $df=6,21$, $P < 0.01$). بیشترین تعداد برگچه مربوط به رقم Super Stone و کم‌ترین مربوط به رقم CH Falat بود. از لحاظ تعداد دالان‌های لاروی با قطر مساوی و کمتر از ۰/۵ سانتی‌متر نیز بین هفت رقم گوجه‌فرنگی مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($F=11.84$, $df=6,21$, $P < 0.01$). به طوری که کم‌ترین تعداد آن روی رقم King Stone و بیشترین تعداد آن روی رقم Super Stone مشاهده شد. همچنین، از لحاظ تعداد دالان‌های لاروی با قطر بیشتر از ۰/۵ سانتی‌متر نیز بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($F=32.65$, $df=6,21$, $P < 0.01$). کمترین تعداد دالان با قطر بزرگتر از ۰/۵ سانتی‌متر روی رقم King Stone و بیشترین تعداد آن روی رقم Rio Grand ثبت شد. از نظر تعداد کل دالان‌ها بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی مورد مطالعه نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($F=32.64$, $df=6,21$, $P < 0.01$). کم‌ترین تعداد کل دالان‌های لاروی روی رقم King Stone و بیشترین تعداد آن روی رقم Rio Grand بود. از لحاظ درصد برگچه‌های آلوده نیز تفاوت معنی‌داری بین ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در این پژوهش مشاهده شد ($F=12.54$, $df=6,21$, $P < 0.01$). کم‌ترین درصد آلودگی مربوط به رقم King Stone و

باشد. مطلوبیت متفاوت رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی نسبت به *T. absoluta* می‌تواند با ویژگی‌های ریخت‌شناسی یا بیوشیمیایی رقم‌ها در ارتباط باشد (Mohammadi et al., 2016).

نامناسب بودن این رقم در مقایسه با سایر ارقام برای تغذیه شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی می‌باشد. تعداد کمتر دالان‌های لاروی روی رقم King Stone می‌تواند ناشی از تخم‌گذاری کمتر شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی این رقم و مقاومت نسبی رقم مزبور نسبت به این آفت

جدول ۴- میانگین میزان آسیب *Tuta absoluta* روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه

Table 4. The mean of damage rate of *Tuta absoluta* on different tomato cultivars under greenhouse conditions

Tomato cultivar	Number of leaflets	Number of mines with a diameter ≤ 0.5 cm (N/plant)	Number of mines with a diameter > 0.5 cm (N/plant)	Total number of tunnels (N/plant)	Percentage of infected leaflets
CH Falat	85.65 c*	14.50 de	12.00 d	26.50 de	30.93 c
Kimia Falat	100.43 b	14.00 de	19.50 c	33.50 d	33.35 c
Super 2270	123.32 ab	23.50 bcd	10.25 de	33.75 d	27.36 d
King Stone	99.54 b	12.75 e	6.50 e	19.25 e	19.33 e
Super Stone	125.34 a	34.50 a	28.25 b	62.75 b	50.06 b
Rio Grand	91.84 b	27.75 ab	42.25 a	70.00 a	76.21 a
Y Falat	115.43 ab	17.25 cd	31.00 ab	48.25 c	41.80 bc

*Means in a column followed by different letters are significantly different (Tukey HSD; $P < 0.05$).

حجم بالای سموم مورد استفاده در مزارع گوجه‌فرنگی کشور، استفاده از چنین ارقامی تاثیر بسزایی در کاهش قابل توجه اثرات سوء سموم شیمیایی و اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت خواهد داشت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مسئولین محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد بابت حمایت‌هایشان تشکر و قدردانی می‌شود.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که فراسنجه‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی مورد بررسی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشت، به طوری که بر اساس فراسنجه‌های زیستی بررسی شده، در میان هفت رقم مورد مطالعه در پژوهش حاضر، رقم King Stone بیشترین میزان مقاومت را نسبت به این آفت داشت. همچنین، در بین ارقام مورد بررسی رقم King Stone کم‌ترین میزان دالان‌های لاروی و کم‌ترین میزان آلودگی برگی را داشت که ناشی از مقاومت بالای آن بود. با توجه به

References

- Ashtari, S., Sabahi, Q. and Talebi Jahromi, K. H. 2020. Survey of parasitismic effect of two species of *Trichogramma* on eggs of *Tuta absoluta* under effect of pesticides. **Journal of Vegetables Sciences** 4(7): 1-11 (In Farsi).
- Baniamari, V. and Cherghian, A. 2011. The current status of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint International Symposium on Management of *Tuta absoluta* (Tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in Collaboration with the IRAC and IBMA, 16-18 November 2011, Agadir, Morocco. pp. 20-23.
- Chi, H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rate among individuals. **Environmental Entomology** 17: 26-34.
- Chi, H. 2005. TWSEX-MSChart: Computer program for age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.
- Chi, H. 2013. Two sex-MS Chart: A computer program for the Age-Stage, Two Sex Life Table Analysis. from <http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwosexMSChart.zip>.

- Chi, H. and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica** 24: 225-240.
- Cuthbertson, A. G. S., Mathers, J. J., Blackburn, L. F., Korycinska, A. and Powell, M. E. 2011. Population development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in UK glasshouses. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO Joint international symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA. 16-18 November 2011, Agadir, Morocco. pp. 14.
- Desneux, N., Wajinberg, E., Wychhuys, K. A. G., Burgio, G. and Arpaia, S. 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.
- Ecole, C. C., Picanço, M., Guedes, R. N. C. and Brommonschenkel, S. H. 2001. Effect of cropping season and possible compounds involve in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology** 125: 193-200.
- Ecole, C. C., Picanço, M., Moreira, M. D. and Magalhaes, S. T. V. 2000. Componentes quimicos associados a resistencia de *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil** 29: 327-337.
- Erdogan, P. and 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.
- Fathi, S. A. A. 2014. Screening of the susceptibility of newly released genotypes of potato to trips infestation under field conditions in northwest Iran. **Crop Protection** 62: 79-85.
- Fathi, S. A. A., Solhi, N., Golizadeh, A. and Hassanpour, M. 2015. Comparison of life history parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) on five cultivars of tomato. **Iranian Journal of Plant Protection Science** 46: 141-149 (In Farsi).
- Fathipour, Y. and 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.
- Gharekhani, G. H. and Salek-Ebrahimi, H. 2014. Evaluating the damage of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on some cultivars of tomato under greenhouse condition. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 47: 429-436.
- Hamilton, A. J., Endersby, N. M., Ridland, P. M., Zhang, J. and Neal, M. 2005. Effects of cultivar on oviposition preference, larval feeding and development time of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on some *Brassica oleracea* vegetables in Victoria. **Australian Journal of Entomology** 44: 284-287.
- Huang, Y. B. and Chi, H. 2013. Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): with an invalidation of the jackknife technique. **Journal of Applied Entomology** 137: 327-339.
- Iranneiad-Parizi, L., Zahiri, B., Babolhavaeji, H., Khanjani, M. and Shararbar, H. 2015. Evaluation of twelve tomato cultivars for resistance to tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae). **Plant Pests Research** 5(1): 49-60.
- Kang, J. H., Liu, G. H., Shi, F., Jones, A. D., Beaudry, R. M. and Howe, G. A. 2010. The tomato odorless-2 mutant is defective in trichome-based production of diverse specialized metabolites and broad-spectrum resistance to insect herbivores. **Plant Physiology** 154: 262-272.
- Khan, M. A. and Ruberson, J. R. 2017. Lethal effects of selected novel pesticides on immature stages of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Pest Management Science** 73(12): 2465-2472.
- Khnjani, M. 2013. Vegetable pest in Iran, 5th edition. Bu-Ali Sina University Press Center, Iran. 467 pp.
- Larossa, F. R., Vasicek, A. and Lopez, M. C. 2013. Effects of pepper (*Capsicum annuum*) cultivars on the biology and life table parameters of *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology** 42: 634-641.
- Leite, G. L. D., Picanco, M., Guedes, R. N. C. and Zanuncio, J. C. 2001. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae** 89: 103-113.
- Lietti, M. M., Botto, E. and Alzogaray, A. C. 2005. Insecticide resistance in Argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** 34(1): 113-119.

- Liu, Z., Li, D., Gong, Y. and Wu, J.** 2004. Life table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. **Environmental Entomology** 33: 1570-1576.
- Malek Mohammadi, M. and Egbalian, A. H.** 2018. Stability of resistance to deltamethrin in tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and control failure likelihood. **Journal of Applied Research in Plant Protection** 7(2): 37-51.
- Maleknia, B., Fathipour, Y. and Soufbaf, M.** 2015. How greenhouse cucumber cultivars affect population growth and two-sex life table parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **International Journal of Acarology** 42(2): 70-78.
- Maluf, W. R., Silva, V. F., Cardoso, M. G., Gomes, L. A. A., Gonzalvez Neto, A., Maciel, G. M. and Castro Nizio, D. A.** 2010. Resistance of South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica** 10: 234-238.
- Moreira-sobrira, F., Mpreira-sobreira, F., Santos-andrade, G., Almeda-gustavo, D. and Mattapina, F.** 2009. Sources of resistance to tomato leaf miner in cherry tomato. **Scientia Agraria** 10(4): 327-330.
- Mohamadi, P., Razmjou, J., Naseri, B. and Hassanpour, M.** 2016. Population growth parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant using organic substrate and biofertilizers. **Journal of Insect Science** 17(2): 1-7.
- Nahani, A., Shahrokhi, S. H. and Poorhaji, A.** 2015. Population growth parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) at field condition in Khosrowshah region, East Azarbaijan province. **Applied Entomology and Phytopathology** 83(2): 247-258.
- Noorbakhsh, S.** 2019. List of pests, diseases and weeds important for major agricultural products, pesticides and recommended methods for controlling them. Ministry of Agriculture, Plant Protection Organization.
- Nouri-Ganbalani, G., Shahbaz, M. and Fathi, S. A. 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(2): 273-282.
- Oliveira, F. A., Henriques da Silva, D. J., Leite, G. L. D., Jham, G. N. and Picanço, M.** 2009. Resistance of 57 greenhouse grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae** 119: 182-187.
- Pereyra, P. C. and Sanchez, N. E.** 2006. Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** 35: 671-676.
- Picanc, M. C., Silva, D. J. H., Leite, G. L. D., Mata, A. C. and Jham, G. N.** 1995. Intensidade de ataque de *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ao dossel de tre's espe'cies de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 30: 429-433.
- Potting, R., Jan van der Gaag, D., Loomans, A., van der Straten, M., Anderson, H., MacLeod, A., Castrillón J. M. G. and Cambra, G. V.** 2009. *Tuta absoluta*, Tomato leaf miner moth or South American tomato moth. Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LVN) Plant Protection Service of the Netherlands. Accessed on 10/21/10 from: http://www.minlnv.nl/cdlpub/servlet/CDLServlet?p_file_id=42402.
- Rostami, E., Madadi, H., Abbasipour, H., Allahari, H. A. and 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.
- Safuraei-Parizi, S., Fathaipour, Y. and Talebi, A. A.** 2014. Evaluation of tomato cultivars to *Helicoverpa armigera* using two-sex life table parameters in laboratory. **Journal of Asia-Pacific Entomology** 17: 837-844.
- Sedaratian, A., Fathipour, Y. and Moharramipour, S.** 2009. Evaluation of resistance in 14 soybean genotypes to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Pest Science** 82: 163-170.
- Setamou, M., Schulthess, F., Bosque-Perez, N. A., Poehling, H. M. and Borgemeister, C.** 1999. Bionomics of *Mussidia nigrivenella* (Lepidoptera: Pyralidae) on three host plants. **Bulletin of Entomological Research** 89: 465-47.
- Siqueira, H. A. A., Guedes, R. N. C., Fragoso, D. B. and Magalhaes, L. C.** 2001. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Pest Management** 47: 247-251.

- Smith, C. M.** 2005. Plant resistance to arthropods. Springer Publishers, Netherlands, 423 pp.
- Southwood, T. R. E. and Henderson, P. A.** 2000. Ecological Methods. 3th edition. Blackwell Sciences, Oxford.
- SPSS.** 2012. SPSS base 21.0 user's guide. SPSS Incorporation, Chicago, IL.
- Suinaga, F. A., Picanco, M., Jham, G. N. and Brommonschenkel, S. H.** 1999. Causas químicas de Resistencia de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil** 28: 313-321.
- Suinaga, F. A., Picanco, M. C., Moreira, M. D., Semeao, A. A. and Magalhaes, S. T. V.** 2004. Resistencia per antibiose de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a traca do tomateiro. **Horticultura Brasileira** 22: 281-285.
- Tamoli Torf, E., Seraj, A. A. and Rajabpour, A.** 2016. Biological characteristics and population parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) on potato and tobacco plants under laboratory conditions. **Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)** 38(4): 79-88. (In Farsi).
- Torres, J. B., Faria, C. A., Evangelista, W. S. and Pratissoli, D.** 2001. Within plant distribution of leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. **International Journal of Pest Management** 47(3): 173-178.
- Younes, A., Zohdy, N. Z. M., Abulfadl, H. A. and Fathy, R.** 2019. Life Table Parameters of the Tomato Leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), on Three Solanaceous Host Plants. **African Entomology** 27(2): 461-467.



Research paper

Biological parameters of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) on different tomato cultivars

L. Khatami¹, A. Ghassemi-Kahrizeh^{1*}, A. Hosseinzadeh¹ and Sh. Aramideh²

1. Department of Plant Protection, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran, 2. Department of Plant Protection, Urmia University, Urmia, Iran.

(Received: December 8, 2021- Accepted: February 26, 2022)

Abstract

Tuta absoluta (Meyrick) is the most important and destructive tomato pest in South and Central America, Europe and Iran, which has caused severe damage to greenhouses and tomato fields. In this study, the biological characteristics of this pest were studied on seven commercial tomato cultivars including Kimia Falat, CH Falat, Y Falat, Super Stone, Rio Grand, King Stone and Super 2270 inside the growth chamber set at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ RH and 16L:8D h. Damage of this pest was also examined in different tomato cultivars. The highest larval period was obtained on King Stone cultivar (11.98 days) and the lowest on Rio Grand cultivar (9.83 days). The lowest (5.48 days) and the highest (8.54 days) oviposition periods were observed on King Stone and Rio Grand cultivars, respectively. Female lifespan ranged from 7.83 days on King Stone to 11.54 days on Rio Grand. The lowest intrinsic rate of increase (r) (0.105 day^{-1}) was observed on King Stone cultivar and the highest (0.158 day^{-1}) on Rio Grand cultivar. The lowest values of net reproduction rate (R_0) and finite population growth rate (λ) on were recorded King Stone cultivar (25.54 offspring and 1.110 day^{-1} , respectively) and the highest values of these two parameters on Rio Grand cultivar (81.28 offspring and 1.172 day^{-1} , respectively). The lowest number of mines and also the lowest percentage of infected leaflets were on King Stone cultivar (19.25 and 19.33%, respectively) and the highest values of these parameters on Rio Grand cultivar (70.00 and 76.21%, respectively). According to the results of this study, King Stone cultivar is the most resistant and therefore it can be used in integrated management programs of *T. absoluta*.

Key words: Demography, Life table, Resistant cultivars

*Corresponding author: a.ghasemi@iau-mahabad.ac.ir