تحقیقات آفات گیاهی
۶۰-۴۹: (۱) ۵- ۱۳۹۴

ارزیابی مقاومت دوازده رقم گوجه‌فرنگی به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae)

لیلا ایران‌نژاد پاریزی[۱]، بابک ظهیری*[۲]، حسن باب‌الحوائجی[۳]، محمد خانجانی[۴] و هدیه شربار[۵]

۱، ۲، ۴ و ۵- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان. ۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان

(تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱۴)

چکیده

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) از مهم‌ترین و مخرب‌ترین آفات گوجه فرنگی در آمریکای جنوبی و مرکزی، اروپا و به تازگی در ایران محسوب می‌شود که باعث خسارت سنگینی به گل‌خانه‌ها و مزارع گوجه فرنگی شده است. از آن جا که آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز دو سازوکار مهم در ارزیابی مقاومت گوجه‌فرنگی وحشی، *Lycopersicon hirsutum* به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی هستند، این دو سازوکار در دوازده رقم گوجه‌فرنگی اهلی، *L. esculentum* شامل پتومچ، موبیل، سوپراِسترین-بی، کینگستون، ردستون، اِرلی‌اُربانا-وای، اِرلی‌اُربانا، ریوگرند، کال-جی-اِن‌تری، پریموارلی، دهقان و فلات-۱۱۱ در گل‌خانه‌ای با نوسان دمای ۱۸ تا ۲۷ درجه سلسیوس در شبانه‌روز طی ماه‌های آبان و آذر سال ۱۳۹۲مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمون نخست به منظور بررسی سازوکار آنتی‌زنوز ارقام و ترجیح تخم‌گذاری شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی قسمت‌های مختلف بوته در ارقام مورد مطالعه به اجرا درآمد. در آزمون دوم نیز طول دوره‌های جنینی، لارو و شفیره، مرگ‌ومیر تخم، لارو و شفیره، وزن شفیره، نسبت جنسی حشرات کامل، تعداد مینوزها و میزان آسیب شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بررسی شدند. بیش‌ترین و کم‌ترین تخم‌گذاری با میانگین ۳۰ و ۵/۳۳ تخم به ترتیب روی ارقام فلات-۱۱۱ و کینگستون در روز چهارم آزمایش ثبت شد. همچنین ارقام مورد مطالعه از نظر طول دوره‌های جنینی، لارو و شفیره، وزن شفیره، تعداد مینوزها و میزان آسیب دارای تفاوت معنی‌دار بودند. ارقام مورد مطالعه بر اساس تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده به روش سلسله مراتبی وارد در سه خوشه طبقه‌بندی شدند. سه رقم موبیل، ریوگرند و کال-جی‌اِن‌تری از مقاومت نسبی بیش‌تری به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌بیوز، آنتی‌زنوز، تخم‌گذاری، ترجیح میزبانی

*نویسنده مسئول: bzahiri@basu.ac.ir

مقدمه

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) با منشاء آمریکای جنوبی، پس از ورود به غرب اسپانیا در سال ۲۰۰۶ میلادی به سایر کشورهای اروپایی و شمال آفریقا و اخیرا کشورهای خاورمیانه گسترش پیدا کرد. این گونه اولین بار در تیر ماه ۱۳۸۹ در یکی از مزارع گوجه‌فرنگی اطراف ارومیه جمع‌آوری و شناسایی شد و طی ۱۳ ماه از اولین گزارش توانست مزارع گوجه‌فرنگی را در ۲۴ استان کشور آلوده کند (Baniameri and Cheraghian, 2011). این آفت از خطرناک‌ترین آفات گوجه‌فرنگی در سراسر جهان به شمار می‌رود و لاروهای آن از تمام مراحل رشدی گیاه گوجه‌فرنگی شامل مزوفیل برگ، ساقه، مریستم انتهایی، گل‌ها و میوه‌ها تغذیه کرده و آسیب وارد می‌نماید (Souza and Reis, 1986; Picanço *et al*., 1996). نشانه تغذیه‌ای لاروها در ابتدا به صورت مینوزهای کوچکی است که به تدریج بزرگ‌تر می‌شوند تا کل سطح برگ را فرا گیرند (Nakano and Paulo, 1983; Castelo Branco *et al*., 1987). خسارت این آفت به محصول گوجه‌فرنگی ممکن است به ۸۰ تا ۱۰۰ درصد برسد (Desneux *et al*., 2010).

گوجه‌فرنگی، *Lycopersicon esculentum* Mill (Solanaceae)، با سطح کشت بیش از سه میلیون هکتار و تولید ۱۲۹ میلیون تن، دومین محصول پر ارزش کشاورزی جهان پس از سیب‌زمینی به شمار می‌آید (FAO, 2008). با پیدایش خسارت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در جنوب غربی برزیل در سال ۱۹۸۰، سم‌پاشی‌های گسترده‌ای برای کنترل خسارت آفت صورت گرفت (Souza and Reis, 1986) و از آن جا که آستانه اقدام مشخصی برای شروع کنترل شیمیایی وجود نداشت، سم‌پاشی‌های بی‌رویه با ترکیبات حشره‌کش که گاهی از ۳۶ نوبت در طول یک فصل زراعی هم می‌گذشت باعث به وجود آمدن بیوتیپ‌های مقاوم حشره به آفت‌کش‌ها شد (Marcela *et al*., 2005).

تفاوت‌های ژنتیک افراد در جمعیت‌های طبیعی تعیین کننده میزان توانایی آن‌ها در رویارویی با عوامل نامساعد محیطی است، به طوری که برخی افراد از شانس بقای بالاتری نسبت به سایرین برخوردارند. این شایستگی می‌تواند به دلیل توانایی غلبه بر عامل نامساعد محیطی یا جبران آسیب ناشی از آن بروز نماید. به این ترتیب افراد مقاوم بر اساس سازگاری با شرایط محیطی و انتخاب طبیعی باقی مانده و تداوم این پدیده می‌تواند به پیدایش جمعیت‌های متنوعی از یک گونه در محیط‌های متفاوت بیانجامد. شناخت تفاوت‌های فردی راهنمای پژوهشگران در گزینش یا ایجاد ارقام مقاوم محصولات کشاورزی بوده است. پی بردن به عوامل ایجاد مقاومت در گیاه و بررسی امکان انتقال این عوامل به ارقام حساس زراعی، از اهمیت ویژه‌ای در معرفی ارقام مقاوم و یا نیمه مقاوم اهلی برخوردار است. کشت ارقام مقاوم به آفات کشاورزی از مهم‌ترین راهکارهای تولید مقرون به صرفه فراورده‌های سالم و کاهش مصرف آفت‌کش‌ها است. کاربرد ارقام گیاهی مقاوم در برنامه‌های مدیریتی آفات، دورنمای امیدبخشی را در کاهش استفاده از حشره‌کش‌ها علیه شب‌پره مینوز گوجه فرنگی گشوده است (Maluf *et al*., 2010).

تاکنون چندین مطالعه در ارتباط با مقاومت ارقام وحشی گوجه‌فرنگی به آفات و عوامل دخیل در آن صورت گرفته است. ارقام برخی گونه‌های وحشی مانند *Lycopersicon hirsutum* Dunal (Gilardón *et al*., 2001; Leite *et al*., 2001)، *L. pennellii* (Correll) D'Arcy (Resende *et al*., 2000)، *L. peruvianum* (L.) Miller (Silva *et al*., 1998, 2009; Suinaga *et al*., 1999, 2004) به عنوان ارقام مقاوم به شب‌پره مینوز گوجه فرنگی معرفی شده‌اند. آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز دو سازوکار مهم مقاومت در واریته‌های وحشی شناخته شده‌اند (Weston *et al*., 1989; Channarayappa *et al*., 1992; Eigenbrode and Trumble, 1993; Eigenbrode *et al*., 1996; Kumer *et al*., 1995). دو عامل درصد برگ‌های آلوده و تعداد مینوزهای کوچک و بزرگ از عوامل مهم در تعیین درجه مقاومت یا حساسیت گیاه گوجه‌فرنگی به شب‌پره مینوز به حساب می‌آیند. هر چند کاهش تنوع ژنتیکی در طول اهلی شدن گوجه‌فرنگی

باعث فقدان ژن‌های کنترل‌کننده تولید مواد شیمیایی ثانویه در سیستم دفاعی گیاه شده است و تاکنون هیچ رقم اهلی گوجه‌فرنگی کاملا مقاومی به این آفت گزارش نشده است (Oliveira *et al*., 2009).

در این تحقیق سازوکارهای مقاومتی آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز دوازده رقم زراعی گوجه‌فرنگی اهلی در ارتباط با شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفتند تا امکان شناسایی عوامل فیزیکی و شیمیایی احتمالی مقاومت این ارقام در مطالعات بعدی فراهم آید.

مواد و روش‌ها

آزمون اول به منظور بررسی سازوکار آنتی‌زنوز در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گل‌خانه‌ای با نوسان دمای شبانه‌روز بین ۱۸ تا ۲۷ درجه سلسیوس طی آبان سال ۱۳۹۲ انجام شد. بذور ارقام گوجه‌فرنگی شامل پتومچ، موبیل، سوپر اِسترین-بی، کینگستون، ردستون، اِرلی اُربانا-وای، اِرلی اُربانا، ریوگرند، کال-جی-اِن‌تری، پریمو اِرلی، دهقان و فلات-۱۱۱ که از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج تهیه شده بودند، در سینی‌های مخصوص کشت گوجه‌فرنگی حاوی پیت‌موس و پرلیت کشت داده شدند. سینی‌ها به منظور جلوگیری از آلودگی نشاءها به آفات، زیر یک قفس توری با مش مناسب قرار داده شدند. زمانی که نشاءها به مرحله دو تا سه برگی رسیدند به داخل گلدان‌هایی با قطر ۱۵ سانتی‌متر حاوی مخلوطی مساوی از خاک مزرعه، پیت‌موس و کود دامی پوسیده انتقال داده شدند. گلدان‌ها مجددا با قفس توری پوشانده شدند تا از حمله آفات در امان باشند. زمانی‌که بوته‌ها به مرحله ۹ تا ۱۰ برگی رسیدند از هر رقم ۳ گلدان زیر یک قفس توری با مش مناسب قرار داده شده و طی چهار شب متوالی با استراتژی انتخاب آزاد در معرض تخم‌گذاری تراکم‌های متفاوتی از جمعیت حشرات کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی که به وسیله تله نوری جمع‌آوری و به طور تجمعی (به ترتیب ۳۰۰، ۴۵۰، ۵۵۰ و ۵۵۰ حشره کامل در شب‌های اول، دوم، سوم و چهارم) درون قفس رهاسازی شده بودند، قرار گرفتند. هشت ساعت پس از هر رهاسازی، تخم‌های گذاشته شده روی برگ، زیر برگ، روی دم‌برگ و روی ساقه در هر رقم به تفکیک شمرده شده و سپس حذف شدند تا تعداد تخم‌های گذاشته شده در هر شب به طور مستقل از شب‌های پیشین اندازه گیری شوند.

آزمون دوم به منظور ارزیابی سازوکار آنتی‌بیوز در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. بوته‌های ارقام مورد مطالعه گوجه‌فرنگی در مرحله ۶ تا ۸ برگی زیر یک قفس توری با ۱۱ تخم یک‌روزه شب‌پره مینوزگوجه‌فرنگی در هر تکرار آلوده شدند. تخم‌ها روی برگچه‌های گوجه‌فرنگی با سطح مقطع یکسان قرار داده شدند. هر تخم تا پایان مرحله لاروی روی گیاه به طور روزانه ردیابی شده و شاخص‌هایی نظیر طول دوره جنینی، نسبت تفریخ تخم‌ها، طول دوره لارو و مرگ‌ومیر لاروها ثبت شدند. برای جمع‌آوری شفیره‌ها، گلدان‌های حاوی بوته داخل گلدان‌های خالی بزرگتری به قطر ۳۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. دهانه داخلی گلدان به وسیله کاغذهای مقوایی بسته و روی آن با پوشال پوشانده شد. شفیره‌های جمع‌آوری شده تا خروج حشرات کامل در ظروف پتری پلاستیکی مجزا نگهداری شده و طی این مدت طول دوره شفیرگی، وزن شفیره، مرگ‌ومیر شفیره و نسبت جنسی حشرات کامل اندازه‌گیری شد. شفیره‌ها به کمک ترازوی اِی‌اِن‌دی سری ۱۲۳۱۲۳۶۰[1] (با دقت یک ده هزارم گرم) ساخت کشور ژاپن توزین شدند.

درجه‌بندی مشاهده‌ای آسیب وارد آمده به برگچه‌های آلوده پس از پایان مرحله لاروی آفت در آزمون دوم با ثبت اندازه مینوزها در سه گروه کیفی کوچک، بزرگ و خیلی بزرگ انجام شد که به ترتیب برابر با مینوزهایی به اندازه یک چهارم برگ، بیشتر از یک چهارم برگ و کل برگ بودند.

داده‌های کمّی به دست آمده در صورت پراکنش نرمال و تساوی واریانس‌ها با آزمون تجزیه واریانس یک طرفه آنووا[2] یا تجزیه فاکتوریل (برای ترجیح تخم‌گذاری) و در

1. AND SER 12312360
2. One-way ANOVA

صورت عدم تحقق شرایط مذکور پس از تبدیل‌های لازم، با آزمون ناپارامتری کروسکال والیس[3] (بیش از دو تیمار) یا من-ویتنی[4] (دو تیمار) در نرم‌افزار اِس‌پی‌اِس‌اِس[5] نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تیمارها در صورت مشاهده اختلاف معنی‌دار در آزمون‌های پارامتری به روش توکی-بی[6] یا اِل‌اِس‌دی[7] و در آزمون ناپارامتری کروسکال والیس به روش معنی‌داری مجانب[8] گروه‌بندی شدند. وجود تفاوت معنی‌دار در تعداد افراد نر و ماده با آزمون کای‌اسکویر[9] مورد بررسی قرار گرفت. ارقام مورد مطالعه گوجه‌فرنگی سرانجام با استفاده از تمام شاخص‌های اندازه-گیری‌شده به روش سلسله‌مراتبی وارد (Ward, 1963) خوشه‌بندی شدند.

نتایج

هشت ساعت پس از شروع آزمون نخست که با رهاسازی ۳۰۰ حشره کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی آغاز شد، تفاوت معنی‌داری میان تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی ارقام مختلف گوجه‌فرنگی دیده نشد. در روز دوم که به فاصله ۲۴ ساعت پس از رهاسازی اولیه با افزودن ۱۵۰ حشره کامل دیگر به جمعیت پیشین انجام شد نیز تفاوت معنی‌داری میان ارقام مشاهده نشد. افزودن یک‌صد حشره کامل دیگر در روز سوم نیز نتوانست اختلاف معنی‌داری را میان ارقام مختلف نشان دهد. هر چند ادامه تخم‌گذاری جمعیت پیشین (۵۵۰ عدد حشره کامل) در روز چهارم تفاوت معنی‌داری را میان ارقام به نمایش گذاشت (۰/۰۰۶ = P، ۱۱ = df، ۳/۴۱۵ = F). بیش‌ترین و کم‌ترین تخم‌گذاری با میانگین ۱۶/۰۹۳ ± ۳۰ و ۳/۲۱۵ ± ۵/۳۳ به ترتیب روی ارقام فلات-۱۱۱ و کینگستون مشاهده شد (جدول ۱).

در تمام ارقام مورد مطالعه، تعداد تخم‌های گذاشته شده زیر برگ بیش‌تر از سایر مکان‌های مورد ارزیابی (روی برگ، دمبرگ و ساقه) بود و با افزایش جمعیت حشرات کامل تخم‌گذار طی چهار روز با شیب تندی بالا رفت، در حالی که شیب افزایش تعداد تخم‌های گذاشته شده روی برگ بسیار کندتر بود. تعداد تخم‌های گذاشته شده روی دمبرگ و روی ساقه با افزایش جمعیت حشرات کامل تخم گذار طی چهار روز روند افزایشی نداشت و تقریبا ثابت ماند (جدول ۲، شکل ۱).

طول دوره جنینی روی ارقام مورد بررسی تفاوت معنی داری داشت (۰/۰۰۰۱ = P، ۱۱ = df، ۲۲۰/۳۱۴ = χ^2). بیش‌ترین طول دوره جنینی در ارقام پِتومچ و موبیل و کم-ترین آن در ارقام کال-جی-اِن‌تری، ریوگرند و فلات-۱۱۱ مشاهده شد. بیش‌ترین اختلاف در طول دوره جنینی بین ارقام پِتومچ و کال-جی-اِن‌تری دیده شد (جدول ۱).

طول دوره لاروی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام مورد آزمون دارای تفاوت معنی‌داری بود (۰/۰۰۰۸ = P، ۱۱ = df، ۳۲/۸۲۸ = χ^2). طول دوره لاروی در ارقام پِتومچ و پِریموِرلی بیش‌ترین و در ارقام کال-جی-اِن‌تری و فلات-۱۱۱ کم‌ترین مقدار را داشت (جدول ۱). مقاسیه طول دوره شفیرگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در میان ارقام مورد آزمون تفاوت معنی‌داری را نشان داد (۰/۰۰۰۱ = P، ۱۱ = df، ۴۸/۸۵۱ = χ^2). بیش‌ترین طول دوره شفیرگی مربوط به ارقام دهقان و پِریموِرلی و کم‌ترین طول دوره شفیرگی مربوط به ارقام سوپر اِسترین-بی و اِرلی اُربانا-وای بود. بیش‌ترین اختلاف بین ارقام دهقان و سوپر اِسترین-بی مشاهده شد (جدول ۱).

میان مرگ‌ومیر مراحل تخم، لارو و شفیره شب‌پره مینوز روی ارقام گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تفاوت معنی‌داری میان وزن شفیره‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در ارقام مورد آزمون دیده شد (۰/۰۱۴ = P، ۱۱ = df، ۲/۲۱۵ = F). ارقام پِتومچ و کال-جی-اِن‌تری به ترتیب دارای بیش‌ترین و کمترین میانگین وزن شفیرگی بودند (جدول ۱). اختلاف معنی‌داری بین تعداد حشرات کامل نر و ماده شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در هر یک از ارقام گوجه‌فرنگی به اثبات نرسید، در حالی که بین تعداد حشرات نر و ماده در مجموع تمامی ارقام مورد مطالعه

3. Kruskal wallis
4. Mann-Whitney test U
5. SPSS V20
6. Tuckey-b
7. LSD
8. Asymptote Significance
9. χ^2

اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (P = ۰/۰۱۰، df = ۱، ۶/۵۵۷ = χ^2). در حالی که تعداد مینوزهای ایجادشده به وسیله شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی هر بوته تفاوت معنی‌داری میان ارقام نداشت، نسبت تعداد مینوز ایجادشده به تعداد لارو در ارقام مورد مطالعه معنی‌دار بود (P = ۰/۰۰۵، df = ۱۱، ۲۶/۹۴۵ = χ^2). در ارقام پِریموارِلی و ردِاستون به ترتیب با بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین تعداد مینوز، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱). از سوی دیگر اندازه مینوزها با تعداد مینوزهای ایجادشده توسط شب‌پره مینوز گوجه فرنگی در تمام ارقام دارای هم‌بستگی منفی در سطح یک درصد بود. آسیب تغذیه‌ای واردشده توسط لاروهای شب-پره مینوز گوجه‌فرنگی به سطح برگ بوته‌های گوجه‌فرنگی در ارقام مورد آزمون متفاوت بود (P = ۰/۰۰۰۰۱، ۱۱ df = ، ۴۲/۵۷۲ = χ^2) (جدول ۲). رقم پِتومچ با بیش ترین میانگین آسیب، تنها با رقم پِریموارِلی دارای تفاوت معنی‌دار بود، درحالی‌که آسیب تغذیه‌ای واردشده به رقم پِریموارِلی با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). نمودار تجزیه خوشه‌ای مقاومت ارقام مورد مطالعه به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی که با استفاده از تمام شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده شامل طول دوره جنینی و لارو، وزن شفیره، میزان آسیب، تعداد مینوزها، بقاء تخم، لارو و شفیره و ترجیح تخم‌گذاری به روش سلسله‌مراتبی وارد (Ward, 1963) انجام شده بود، ارقام را در فاصله اقلیدسی ۱۸ در سه خوشه شامل ۱- ردستون، اِرلی اُربانا- وای، سوپر اِسترین-بی، کینگستون، اِرلی اُربانا، دهقان، پریمو اِرلی و پِتومچ ۲- ریوگرند، کال-جی-اِن‌تری و موبیل و ۳- فلات-۱۱۱ قرار داد (شکل ۲).

جدول ۱- شاخص‌های اندازه‌گیری شده به منظور مقایسه دوازده رقم گوجه‌فرنگی اهلی در مقاومت به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

Table 1. Parameters for comparison of resistance of twelve tomato cultivars to tomato leafminer

Variety	SE±Mean						Average
	Eggs laid* ♣	Inocubation period (day) **	Larval period (day) **	Pupal period (day) **	Pupal weight ***	Number of mines **	Visual injury rating
Petomech	24.33 ± 9.02 ab	12.26 ± 0.88 a	22.69 ± 2.13 a	15.06 ± 4.23 d	5.56 ± 0.62 c	1.04 ± 0.21 abc	1.71
Mobil	9.00 ± 6.56 b	12.13 ± 1.32 a	21.6 ± 1.155 bc	16.28 ± 4.64 bcd	5.00 ± 1.36 abc	1.05 ± 0.30 abc	1.26
Super strain-B	6.00 ± 7.00 b	9.94 ± 1.60 bcde	21.77 ± 2.01 abc	13.33 ± 4.48 d	5.22 ± 1.12 abc	1.02 ± 0.15 bc	1.52
King stone	5.33 ± 3.21 b	10.48 ± 2.05 bcd	22.15 ± 1.92 abc	15.40 ± 4.01 d	5.030 ± 1.19 abc	1.10 ±0.30 abc	1.40
Red stone	6.67 ± 1.53 b	9.71 ± 1.42 cdef	21.77 ± 1.44 abc	14.67 ± 4.14 d	5.50 ± 1.19 c	1.02 ± 0.14 c	1.59
Early urbana-Y	7.67 ± 7.02 b	9.65 ± 1.20 def	22.38 ± 2.41 ab	14.04 ± 3.85 d	5.20 ± 0.96 abc	1.12 ± 0.32 abc	1.65
Early urbana	18.00 ± 7.94 ab	10.75 ± 1.54 b	22.47 ± 2.30 abc	16.67 ± 3.43 abcd	5.58 ± 1.26 c	1.17 ± 0.43 abc	1.46
Rio grande	13.33 ± 4.93 ab	9.51 ± 1.70 f	22.00 ± 1.48 abc	16.95 ± 3.57 abcd	4.79 ± 0.73 b	1.02 ± 0.14 bc	1.20
Cal-J-N3	17.00 ± 0.00 ab	9.47 ± 1.25 f	21.28 ± 2.17 bc	15.39 ± 3.41 cd	4.70 ± 1.04 b	1.08 ± 0.28 abc	1.39
Primo early	16.67 ± 6.43 ab	10.39 ± 1.48 bc	22.60 ± 1.13 a	19.11 ± 3.38 ab	4.83 ± 0.89 ab	1.22 ± 0.41 a	1.46
Dehghan	9.00 ± 5.00 b	10.30 ± 1.05 bc	22.34 ± 1.58 ab	19.15 ± 3.44 a	5.03 ± 0.93 abc	1.16 ± 0.37 ab	1.64
Falat-111	30.00 ± 16.09 a	9.51 ± 0.88 ef	21.22 ± 1.50 c	18.67 ± 4.03 abc	5.03 ± 0.68 abc	1.16 ± 0.43 abc	1.56

* Tukey-b ($p < 0.01$), ** Asymptotic significance ($p < 0.05$), *** LSD ($p < 0.05$)

تعداد تخم‌های گذاشته‌شده توسط ۵۵۰ عدد حشره کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ارقام گوجه‌فرنگی در روز چهارم آزمون نخست

بحث

مشاهدات این تحقیق روی دوازده رقم گوجه‌فرنگی اهلی نشان داد که حشرات ماده شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی رقم فلات-۱۱۱ را میزبان مناسب‌تری برای تخم‌گذاری خود انتخاب کردند در حالی که کم‌ترین ترجیح را برای تخم-گذاری روی رقم کینگستون نشان دادند. تحلیل حس بویایی و واکنش رفتاری شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به روش هد اِسپیس[10]، نقش مهم مواد فرار برگ گوجه‌فرنگی را در تغذیه لاروها و تخم‌گذاری حشرات کامل ماده شب-پره مینوز گوجه‌فرنگی نشان داده است (Kaiser and Oliver, 1976). شب‌پره‌های ماده با پی‌بردن به کم‌ترین تغییرات در مواد فرار برگ ارقام مختلف گوجه‌فرنگی، میزبان مناسب را برای تخم‌گذاری و تغذیه لاروها انتخاب می‌کنند (Leite *et al*., 1999, 2001; Oliveira *et al*., 2009, 2012). ترجیح یا عدم ترجیح حشره ماده برای تخم‌گذاری تحت تاثیر تنوع و نسبت این مواد فرار در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی است که به فعالیت‌های متابولیک گیاه و نیز تفاوت در نوع تریکوم‌های روی برگ ارتباط دارند (Bleeker *et al*., 2009, 2011; Kang *et al*., 2010).

ویژگی‌های ریخت‌شناسی و شیمیایی سطوح برگ نیز تأثیر مستقیمی روی تخم‌گذاری دارند (Proffit *et al*., 2011). در این تحقیق، تخم‌گذاری‌ها در تمام ارقام بیش‌تر در سطح زیرین برگ انجام شد. از آن جا که حشرات ماده شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی تخم‌های خود را به صورت مستقیم و بدون هیچ پایه‌ای قرار می‌دهند و همچنین به دلیل پوشیده شدن سطح برگ‌های گوجه‌فرنگی از تریکوم، تخم‌ها به طور مستقیم تحت تأثیر محرک‌های شیمیایی قرار می‌گیرند (Torres *et al*., 2001).

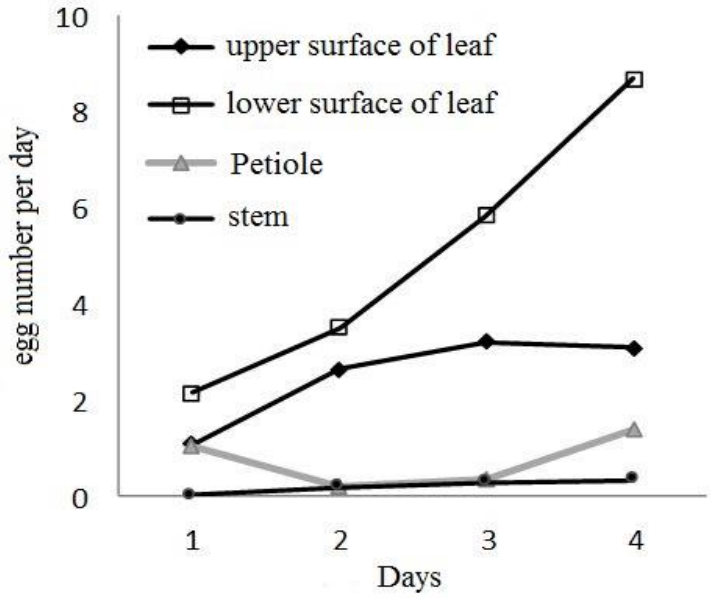
در این تحقیق طول دوره‌های جنینی، لارو، شفیره و وزن شفیره شب‌پره مینوز در ارقام گوجه‌فرنگی، تفاوت معنی‌داری داشتند که نشان می‌دهد تفریخ تخم‌ها احتمالا تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی ترشح شده از تریکوم‌های سطح برگ گوجه‌فرنگی در ارقام مختلف بوده است. ترکیبات شیمیایی برگ ارقام مختلف گوجه‌فرنگی از عوامل تعیین‌کننده طول دوره لاروی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی است. این ترکیبات ایجاد کننده دو سازوکار مقاومتی آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز علیه لاروها هستند. تأثیر آنتی‌زنوز باعث می‌شود لارو مینوز را ترک کرده و در جست‌وجوی غذایی مناسب‌تر به ایجاد مینوزهایی دیگر اقدام کند و گاهی در اثر گرسنگی بمیرد. مرگ‌ومیر و طولانی‌تر شدن دوره لاروی نیز از اثرات سازوکار آنتی‌بیوز در ارقام گوجه‌فرنگی است. در این تحقیق ارقام پریموِارلی و کال-جی-اِن‌تری به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین طول دوره لاروی را داشتند که این مطلب می‌تواند گواه بر سازوکار آنتی‌بیوزی رقم پریموِارلی نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه در این تحقیق باشد. ایکول و همکاران (Ecole *et al*., 1999, 2001) نشان دادند که رقم وحشی *Lycopersicon hirsutum f. typicum* با طولانی‌تر کردن دوره لاروی و افزایش مرگ و میر آن‌ها، از مقاومت بیش‌تری نسبت به رقم اهلی *L. Escolentum* برخوردار است که حاکی از سازوکار آنتی‌بیوز در ارقام وحشی است. در این تحقیق ارقام پریموِارلی و کال-جی-اِن‌تری به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین طول دوره لاروی را داشتند که این مطلب می‌تواند گواه بر سازوکار آنتی‌بیوزی رقم پریموِارلی نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه در این تحقیق باشد. ایکول و همکاران (Ecole *et al*., 1999, 2001) نشان دادند که رقم وحشی *Lycopersicon hirsutum f. typicum* با طولانی‌تر کردن دوره لاروی و افزایش مرگ و میر آن‌ها، از مقاومت بیش‌تری نسبت به رقم اهلی *L.escolentum* برخوردار است که حاکی از سازوکار آنتی‌بیوز در ارقام وحشی است.

10. Headspace

جدول ۲- تجزیه واریانس دو طرفه عوامل تأثیرگذار بر ترجیح تخم‌گذاری شب پره مینوز گوجه‌فرنگی روی تمام ارقام مورد مطالعه

Table 2. Two-way analysis of variance of factors affecting the oviposition preferences of tomato leafminer on all tomato cultivars tested

Source of variance	df	Mean Square	F	Sig.
Day-Density	3	1.195	12.393	< 0.001
Place of oviposition	3	7.634	79.156	< 0.001
Day-Density × Place of oviposition	9	0.338	3.503	0.004



شکل ۱- میانگین حاشیه‌ای تعداد تخم‌های گذاشته شده به وسیله تراکم‌های متفاوتی از حشرات کامل شب‌پره مینوزگوجه‌فرنگی در قسمت‌های مختلف تمام ارقام مورد مطالعه گوجه فرنگی طی چهار روز متوالی

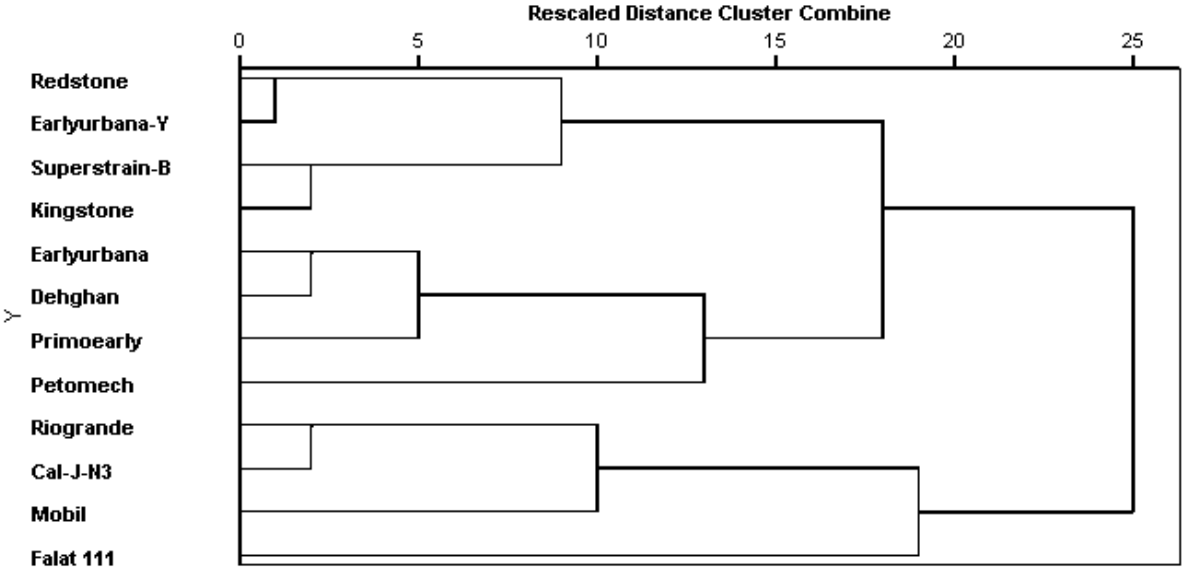
Figure 1. Estimated marginal mean of eggs laid on different places of tomato cultivars over four consecutive days by different densities of tomato leafminers.

جدول ۳- مقایسه دو به دوی برخی ارقام مورد مطالعه از نظر وجود تفاوت معنی دار در نرخ مشاهده‌ای آسیب وارد شده توسط شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

Table 3. Dual comparison of visual injury rating inflicted by tomato leafminer in some tomato cultivars tested

Varietis	**Test statistics**			
	Mann-Whitney U	**Wilcoxon W**	**Z**	**Sig. (2-tailed)**
Petomech vs. Primoearly	969.500*	2347.500	-2.183	.029
Petomech vs. Cal-J-N3	1087.500	2312.500	-0.452	.651
Petomech vs. Redstone	1088.000	2313.000	-0.472	0.637
Petomech vs. Falat-111	988.500	1934.500	-0.006	0.995
Primoearly vs. Cal-J-N3	1068.500*	2446.500	-1.980	0.048
Primoearly vs. Redstone	1062.500*	2440.500	-2.119	0.034
Primoearly vs. Falat-111	897.500*	2275.500	-2.372	0.018

*: معنی‌دار در سطح ۰/۰۵



شکل ۲- نمودار شاخه‌ای به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای مقاومت ارقام گوجه‌فرنگی به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی با استفاده از شاخص‌های ترجیح تخم‌گذاری، طول دوره جنینی و لارو، وزن شفیره، میزان آسیب، تعداد مینوزها، بقاء تخم، لارو و شفیره به روش سلسله‌مراتبی وارد

Figure 2. Dendrogram of 12 tomato cultivars based on resistance to tomato leafminer by oviposistion preference, incubation period, larval and pupal stadia, pupal weight, visual injury rating, number of mines and survival of eggs, larvae and pupae using Ward hierarchical clustering method

ترکیباتی مانند تری‌دکان-۲-۱، یودکان-۲-۱[11] که به ویژه توسط تریکوم‌های غده‌ای برگ از نوع VI در ارقام وحشی گوجه‌فرنگی تولید می‌شوند مانند یک لایه کوتیکولی از جنس لیپید، هم به صورت فیزیکی و هم شیمیایی، مانع فعالیت حشرات و عوامل بیماری‌زا می‌شوند (Farrar and Kennedy, 1991; Bianchi, 1995; Eigenbrode and Espelie, 1995; Justus *et al.*, 2000; Picoaga *et al.*, 2003). با توجه با مشاهدات ایکول و همکاران (Ecole *et al.*, 1999)، طول دوره شفیرگی در لاین LA1777 از گونه *L. hirsutum* با گونه *L. escolentum* تفاوت معنی‌داری نداشت. در حالی که وزن شفیره‌ها در لاین LA1777 کمتر از رقم اهلی سانتاکلارا بود. ایکول و همکاران (Ecole *et al.*, 2001)، تفاوت معنی‌داری بین دو گونه *L. hirsutum* و *L. escolentum* ازنظر طول دوره شفیرگی و وزن شفیره‌ها مشاهده نکردند. اما وزن و طول دوره شفیرگی در هر دو رقم را در فصل پاییز بیشتر از فصل تابستان گزارش کردند. از این رو رقم وحشی *L. hirsutum f. typicum* را به دلیل طولانی‌تر بودن طول دوره لاروی، مرگ‌ومیر بیش‌تر لاروها و وزن کمتر شفیره‌ها نسبت به رقم اهلی *L. escolentum*، مقاوم‌تر به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی معرفی کرده‌اند (Leite *et al.*, 2001; Ecole *et al.*, 1999, 2001).

به طور کلی تعداد کم مینوزهای روی برگ و یا درصد برگ‌های آلوده، نشان‌دهنده تخم‌گذاری کم‌تر (آنتی‌زنوز تخم‌گذاری) و یا مرگ‌ومیر بیش‌تر لاروها هنگام تغذیه از برگ‌ها می‌باشند (Suinaga *et al.*, 1999, 2004; Ecole *et al.*, 2000, 2001; Oliveira *et al.*, 2009). همبستگی منفی بین اندازه و تعداد مینوزها در ارقام مختلف این تحقیق نشان‌دهنده بالارفتن تعداد مینوزها در صورت کوچک بودن آن‌ها است. در این مطالعه، بیش‌ترین تعداد مینوز در رقم پریموارلی دیده شد. از سوی دیگر بیش‌ترین و کم‌ترین آسیب به ترتیب در ارقام پتومچ و پریموارلی

11.Udecan-2-one

مشاهده شد. بنابراین افزایش تعداد مینوز نمی‌تواند دلیلی بر افزایش آسیب وارد شده به گیاه باشد. ایکول و همکارانش (Ecole *et al.*, 2001) کاهش تعداد مینوزهای بزرگ و در عین حال افزایش تعداد مینوزهای کوچک در رقم وحشی *L. hirsutum f. typicum* نسبت به ارقام اهلی را از دلایل مقاومت آن رقم به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی دانستند. لاروها به دلیل نامناسب بودن منبع تغذیه مجبور به ترک مینوز شده و در جست‌وجوی غذای مناسب به ایجاد مینوزهای دیگر رو می‌آورند. از این رو تعداد مینوزهای کوچک افزایش می‌یابد. همچنین لئیت و همکاران (Leite *et al.*, 2001) نیز تعداد کم مینوزهای کوچک را یک دلیل قطعی برای مقاومت ندانستند. از سوی دیگر سوئیناگا و همکاران (Suinaga *et al.*, 2004) با مطالعه ارقامی از گونه‌های وحشی *L. hirsutum* و *L. pennellii*، تعداد زیاد مینوزهای کوچک و تعداد کم مینوزهای بزرگ را در مقایسه با گونه اهلی *L. esculentum* مشاهده کردند، اما معتقد بودند که تعداد مینوزهای بزرگ بایستی با مجموع تعداد مینوزهای کوچک سنجیده شود. پس از آن اُلیورا و همکاران (Oliveira *et al.*, 2009)، مقاومت را ناشی از وجود بازدارنده‌های تغذیه‌ای ارزیابی کرده و نتیجه گرفتند که تعداد مینوزهای بزرگ عامل تعیین‌کننده مقاومت بیشتر و تعداد مینوزهای کوچک دلیلی بر وجود مقاومت بینابینی است. بر اساس مشاهدات آن‌ها، با توجه به درصد برگ‌های آلوده هیچ‌کدام از لاین‌های گوجه‌فرنگی اهلی از خود مقاومت نشان ندادند و فقط در برخی ارقام هم‌بستگی بین تعداد مینوزهای کوچک و بزرگ وجود داشت. آن‌ها باور داشتند که اندازه مینوزهای کوچک ممکن است ناشی از دو عامل ۱- کوچک بودن مینوز در لحظه ثبت داده و احتمال بزرگ‌تر شدن آن به دلیل ادامه تغذیه لاروها پس از ثبت داده و یا ۲- عدم ترجیح غذایی لاروها باشد. اُلیورا و همکاران (Oliveira *et al.*, 2009) بین تعداد مینوزهای کوچک و بزرگ در لاین‌های گونه اهلی گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌داری مشاهده نکرد. در حالی که لاین‌ها از نظر تعداد کلی مینوزها تفاوت داشتند. تعداد کم مینوزها ناشی از تخم‌گذاری کمتر روی این لاین‌ها است که این مطلب نشان دهنده سازوکار مقاومتی آنتی‌زنوز روی لاین‌های اهلی گوجه‌فرنگی می‌باشد.

اگرچه در این تحقیق به دلیل عدم دسترسی به گونه‌های وحشی که تنها منابع مقاومت حتمی به این آفت هستند، سطوح بالایی از مقاومت در ارقام مورد مطالعه دیده نشد، ارقام مورد مطالعه با توجه به نمودار شاخه‌ای به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای به طور نسبی در سه گروه مقاوم (موبیل، ریوگرند، و کال-جی-ان‌تری)، نیمه مقاوم (پتومچ، اِرلی اُربانا، کینگستون،رد اِستون، اِرلی اُربانا-وای، سوپر اِسترین-بی، دهقان و پریموارلی) و حساس (فلات-۱۱۱) جا گرفتند. این ارقام را نمی‌توان به عنوان ارقام مقاوم به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی برای کشت در مزارع و گل‌خانه‌ها توصیه کرد، هر چند معرفی این ارقام برای انجام مطالعات بعدی در زمینه شناسایی عوامل فیزیکی و شیمیایی تاثیرگذار و همچنین مطالعات ژنتیکی به منظور ارتقاء سطح مقاومت در ارقام گوجه‌فرنگی با انتقال عوامل مقاومت به ارقام حساس، می‌تواند تا حد زیادی مفید واقع شود. از سوی دیگر ارقام حساس را می‌توان به عنوان گیاه تله برای کشت گل‌خانه و مزرعه‌ای گوجه‌فرنگی پیشنهاد داد. هم‌چنین ارقام حساس را می‌توان به منظور ایجاد کلنی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در پژوهش‌های بعدی روی این گونه به کار برد.

سپاسگزاری

از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به خاطر فراهم آوردن بذور ارقام گوجه‌فرنگی و آزمایشگاه گروه بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا به دلیل در اختیار قرار دادن ترازو سپاسگزاری می‌شود.

References

Baniameri, V. and Cheraghian, A. 2011. The current status of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. International symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer) proceeding., 16-18 November, Agadir, Morocco.

Bianchi, G. 1995.Plant waxes. In: Hamilton, R.J. (Ed.), Waxes: Chemistry, Molecular Biology and Functions. Oily Press, Dundee.

Bleeker, P. M., Diergaarde, P. J., Ament, K., Guerra, J.,Weidner, M., Schutz, S., De Both, M. T. J., Haring, M. A.,and Schuurink, R. C. 2009. The role of specific tomato volatiles in tomato-whitefly interaction. **Plant Physiology** 151: 925–935.

Castelo Branco, M., França, F. H., Maluf, W. R., Resende, A. M. 1987.Seleção em F2 *(Lycopersicon esculentum* × *L. pennellii)* visando resistência à traça-do-tomateiro. **Horticulture Brasileira** 5: 30-32.

Channarayappa, C., Shivashankar, G., Muniyappa, V. 1992. Resistance of *Lycopersicon* species to *Bemisia tabaci*, a tomato leaf curl virus vector. **Canadian Journal of Botany** 70: 2184–2192.

Desneux, N., Wajnberg, E., Kris, A. G., Wyckhuys, Burgio, G., Arpaia, S., Consuelo, A., Vasquez, N., 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. **Pest Science** 83: 197–215.

Ecole, C. C., Picanço, M., Guedes, R. N. C., Brommonschenkel, S. H. 2001. Effect of cropping season and possible compounds involve in the resistance of *Lycopersicon hirsutum f. typicumto Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology** 125: 193-200.

Ecole, C. C., Picanço, M., Jham, G. N., Guedes, R. N. C. 1999.Variability of *Lycopersicon hirsutum f. typicum* and possible compounds involved in its resistance to *Tuta absoluta*. **Agricultural and Forest Entomology** 1: 249-254.

Ecole, C. C., Picanço, M., Moreira, M. D., Magalhães, S. T. V. 2000. Componentes químicosassociados àresistência de *Lycopersicon hirsutum f. typicum* a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais Sociedade Entomológica Brasil** 29: 327–337.

Eigenbrode, S. D., Espelie, K. E. 1995. Effects of plant epicuticular lipids on insect herbivores. A**nnual Review of Entomology** 40: 171–194.

Eigenbrode, S. D.; Trumble, J. T. White, K. K. 1996. Trichome exudates and resistance to beet armyworm (*Spodoptera exigua*) in *Lycopersicon hirsutum f. typicum* accessions. **Environmental Entomology** 25: 90-95.

Eigenbrode, S. D.; Trumble, J. T. 1993. Antibiosis to beet armyworm (*Spodoptera exigua*) in *Lycopersicon* accessions. **Hortscience** 28: 932-934.

Farrar, R. R., Kennedy, G. G. 1991. Relationship of leaf lamellar-based resistance to *Leptinotarsa decemlineata* and *Heliothis zea* in a wild tomato, *Lycopersicon hirsutum f. glabratum*, PI 134417**. Entomologia Experimentalis et Applicata** 58: 61–67.

Food and Agriculture Organization 2008. FAOSTAT. Retrieved 31 December 2009 from http://fao.org/crop/statistics.

Gilardón, E., Pocovi, M., Hernadéz, C., Olsen, A. 2001. Papel dos tricomas glandularesda folha do tomateiro na oviposic¸ão de *Tuta absoluta.* **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 36: 585–588.

Jeyhoni, M. 1388. Tomato technical publication. Design office of New Cadre. 2: 1-4. (in Persian).

Justus, K. A., Dosdall, L. M., Mitchell, B. K. 2000. Oviposition by *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) effects of phylloplane waxiness. **Journal of Economic Entomology** 93: 1152–1159.

Kaiser, K. L. E., Oliver, B. G. 1976. Determination of volatile halogenated hydrocarbons in water by gas chromatography. **Analytical Chemistry** 48(14): 2207-2209.

Kang, J. H., Liu, G. H., Shi, F., Jones, A. D., Beaudry, R. M., 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.

Kumar, N. K. K., Ullman, D. E., Cho, J. J. 1995. Resistance among *Lycopersicon* species to *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). **Journal of Economic Entomology** 88:1057-1065.

Leite, G. L. D., Picanço, M., Della Lucia, T. M. C., Moreira, M. D. 1999. Role of canopy height in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. glabratum to *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae). **Journal of Applied Entomology** 123: 459-463.

Leite, G. L. D., Picanço, M., Guedes, R. N. C., Zanuncio, J. C. 2001. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. glabratum to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Scientia Horticulturae** 89: 103–113.

Maluf, W. R., Silva, V. de. F., Cardoso, M. das G., Gomes, L. A. A., Gonçalves Neto, A. C., Maciel, G. M., Castro Nízio, D. A. 2010. Resistance to South American tomato pinworm *Tuta absoluta* in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. **Euphytica** 10: 234-238.

Nakano, O. and Paulo, A. D. 1983. As traças do tomateiro.**Agroquímica** 20: 8-12.

Oliveira C. M., Júnior, V. C. de A.; Maluf, W. R., Neiva, I. P.; Maciel, G. M. 2012. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. **Ciênc.agrotec. Lavras** 36(1): 45-52.

Oliveira, F. A., Silva, D. J. H. D., Leite, G. L. D., Jham, G. N., 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.

Picanço, M. C., Silva, E. A., Lôbo, A. P., Leite, G. L. D. 1996. Adição de óleo mineral a inseticidas no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro. **Anais Da Sociedade Entomolõgica Do Brasil** 25: 497-501.

Picoaga, A., Cartea, M. A., Soengas, P., Monetti, L., Ordas, A. 2003. Resistance of kale populations to lepidopterous pests in northwestern Spain. **Journal of Economic Entomology** 96: 143–147.

Proffit, M., Birgersson, G., Bengtsson, M., Reis, J. R. R. Witzgall, P., Lima, E. 2011. Attraction and Oviposition of *Tuta absoluta* females in response to tomato leaf volatiles. **Journal of Chemical Ecology** 37: 565–574.

Resende, J. T. V., Maluf, W. R., Cardoso, M. G., Gonçalves, L. D., Naves, F. O., Azevedo, S. M., Andrade Júnior, V. C., Benites, F. R. G. 2000. Heranc¸a dos teores de acilaçúcares em genótipos de tomateiro obtidos a partir do cruzamento interespecífico (*Lycopersicon esculentum, Lycopersicon pennellii*). **Horticultural Brasileira** 18: 626–627.

Silva, C. C., Jham, G. N., Picanço, M., Leite, G. L. D. 1998. Comparison of leaf chemical composition and attack patterns of *Tuta absoluta* in three tomato species. **European Journal of Agronomy** 46: 61–71.

Silva, V. F. 2009. Resistência a artrópodos-praga em genótipos de tomateiro ricos em zingibereno e/ou acilaçúcares [Resistance to arthropod pests in zingiberene and/or acylsugars rich tomato genotypes]. Doctoral Thesis (in Portuguese), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil, PP.62.

Souza, J. C. and Reis, P. R. 1986. Controle da traça-do-tomateiro em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 21: 343-354.

Suinaga, F. A., Picanço, M. C., Moreira, M. D., Semeão, A. A., Magalhães, S. T. V. 2004. Resistência por antibiose de *Lycopersicon peruvianum* àtrac¸a do tomateiro. **Horticultural Brasileira** 22:281–285.

Suinaga, F. A., Picanço, M., Jham, G. N., Brommonschenkel, S. H. 1999. Causas quí- micas de resistência de *Lycopersicon peruvianum* (L.) a *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Anais Sociedade Entomológica Brasil** 28: 313–321.

Torres, J. B., Faria, C. A., Evangelista, W. S., Pratissoli, D. 2001. Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology. **International Journal of Pest Management** 47: 173-178.

Ward, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function**. Journal of the American Statistical Association** 58: 236- 244.

Weston, P. A., Johnson, D. A., Burton, H. T., Snyder, J. C. 1989. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. **Journal of American Society for Horticultural Science** 114: 492-498.

Plant Pests Research
2015- 5(1): 49-60

Evaluation of twelve tomato cultivars for resistance to tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae)

L. Irannejad-Parizi[1], B. Zahiri[2]*, H. Babolhavaeji[3], M. Khanjani[4] and H. Shararbar[5]

1, 2, 4 & 5. Department of Plant Protection Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran, 3. Department of Crop Production and Plant Breeding, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

(Received: June 3, 2014- Accepted: August 5, 2014)

Abstract

Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) is one of the most important and devastating pest of tomato crops throughout South and Central America, Europe and recently Iran that caused severe damages to tomato crops in greenhouses and fields. Since antixenosis and antibiosis are the two important resistance mechanisms in *Lycopersicon hirsutum* to tomato leafminer, these mechanisms were evaluated on 12 tomato cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. (Petomech, Mobil, superstain-B, kingstone, Redstone, Early urbana-Y, Early urbana, Riogrande, Cal-J-N3, Primo early, Falat-111 and Dehghan) in greenhouse with daily temperature fluctuations of 18–27 °C during November and December 2013. The first experiment was carried out to appraise the oviposistion preference of tomato leafminer on different parts of those 12 cultivars. Survival and duration of eggs, larvae and pupae, weight of pupae, sex ratio of progeny, visual injury rating and number of mines of tomato leafminer on 12 tomato cultivars were examined in the second experiment. The higher and lower ovposition were observed on Falat-111 (30 eggs) and Kingstone (5.33 eggs), respectively, on the fourth day of the experiment. Incubation period, larval and pupal stadia, pupal weight, visual injury rating and number of mines were significantly affected by tomato cultivars. Based on all examined characteristics, tomato cultivars were clustered into three main groups. We concluded that three cultivars Mobil, Riogrande and Cal-J-N3 appeared to be relatively more resistant to the damage inflicted.

Key words: Antibiosis, Antixenosis, Host preference, Oviposition

***Corresponding author: bzahiri@basu.ac.ir