

تفاوت در برازندگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) با تخم‌گذاری و تغذیه روی ۱۵ ژنوتیپ بادمجان

هدیه شرربار^۱، بابک ظهیری^{۱*}، محمد خانجانی^۱، حسن باب‌الحوائجی^۲ و لیلا ایران‌نژاد پاریزی^۱

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران و ۲- گروه زراعت و اصلاح‌نیات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: bzahiri@basu.ac.ir

چکیده

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* پس از ورود به ایران در سال‌های اخیر به سرعت تبدیل به آفت مهم گوجه‌فرنگی در مزارع و گلخانه‌ها شد. مشاهدات ابتدایی نشان داد، این آفت می‌تواند علاوه بر میزبان مرجح خود، یعنی گوجه‌فرنگی، روی سایر محصولات خانواده بادمجانیان از جمله بادمجان و سیب‌زمینی نیز مستقر شده و تغذیه و تولید مثل داشته باشد. در این پژوهش، برازندگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ۱۵ ژنوتیپ زراعی رایج بادمجان به نام‌های قصری دزفول، پابلند یزد، محلی جهرم، شندآباد، دستگرد اصفهان، سرخون بندرعباس، چاه‌بلند نیشابور، قلمی ورامین، بلک‌بیوتی، بلکی، یلدا، لیدی، لیندا، لیما و کیم در گلخانه‌ای با میانگین دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس در شبانه‌روز، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری طبیعی (اردیبهشت تا تیر) مورد بررسی قرار گرفت. ترجیح تخم‌گذاری حشرات ماده با ۲ آزمون تخم‌گذاری انتخابی و غیر انتخابی و نیز شاخص‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی شامل مدت نمو و نرخ زنده‌مانی مراحل تخم، لارو و شفیره، وزن شفیره و نسبت جنسی روی ژنوتیپ‌های گیاهی مورد مطالعه ارزیابی شدند. تفاوت‌های معنی‌داری در تعداد روزانه تخم‌های گذاشته‌شده روی بوته‌های گلدانی و برگ‌های بریده‌شده و نیز در تمام پراسنجه‌های زیستی جز وزن شفیرگی و نسبت جنسی میان ژنوتیپ‌های بادمجان در مجموع روزهای آزمایش آشکار شد. بین ترجیح تخم‌گذاری ماده‌ها با میزان کلروفیل برگ و نیز تراکم کرک پشت برگ ژنوتیپ‌های بادمجان، به ترتیب یک همبستگی مثبت (در سطح احتمال ۰/۰۱) و یک هم‌بستگی منفی (در سطح احتمال ۰/۰۵) مشاهده شد. ژنوتیپ‌های بادمجان به روش سلسله مراتبی WARD-1963 در سه خوشه مقاوم (کیم)، نیمه‌مقاوم (بلاک‌بیوتی و بلاکی) و نیمه‌حساس (سایر ژنوتیپ‌ها) دسته‌بندی شدند. تفاوت‌های مشاهده‌شده بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌تواند در طراحی برنامه‌های اصلاحی بادمجان و مدیریت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در سیستم‌های کشت مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌بیوز، آنتی‌زنوز، ارزیابی آسیب، ترجیح تخم‌گذاری، مقاومت گیاه میزبان

Diverse range of fitnesses by ovipositing and feeding on fifteen eggplant genotypes in tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae)

Hedyeh Sharbar¹, Babak Zahiri^{1*}, Mohammad Khanjani¹, Hassan Babolhavaej² & Leila Irannejad-Parizi¹

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran & 2. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

* Corresponding author, E-mail: bzahiri@basu.ac.ir

Abstract

Tomato leafminer, *Tuta absoluta* has invaded Iran in recent years and rapidly turned into an important pest of tomato crops in open fields and greenhouses. Tomato is the preferred host of the pest. However, preliminary observations have shown that it can feed and reproduce on the other Solanaceous crops like eggplant and potato. In his study, the fitness of tomato leafminer has been investigated on fifteen commonly cultivated eggplant genotypes including Ghasri Dezful, Paboland Yazd, Mahali Jahrom, Shendabad, Dastgerd Esfahan, Sarkhoun Bandarabas, Chahboland Neishabur, Ghalami Varamin, Black Beauty, Blacky, Yalda, Lady, Linda, Lima and Kime in a greenhouse with the mean daily temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ Relative Humidity and a natural photoperiod during the May and June. The ovipositional preference of females and some biological parameters like development times and survival rates of egg, larva and pupa, pupal weight and sex ratio have been evaluated on the plant genotypes using free-choice and no-choice tests. Significant differences have been revealed in the number of daily oviposited eggs on both potted plants and excised leaves and in all biological parameters except pupal weight and sex ratio among the eggplant genotypes throughout the experiments. The ovipositional preference of the females was significantly correlated and negatively correlated respectively with chlorophyll content of the leaves of eggplant genotypes ($P < 0.01$) and with trichome density on the underside of the entire leaf surface ($P < 0.05$). The eggplant genotypes were clustered into three main categories of resistant (Kime), semi-resistant (Black Beauty and Blacky) and semi-susceptible (other genotypes) using Ward-1963 hierarchical clustering method. The observed differences among the examined genotypes can be used in cropping systems for designing of eggplant breeding and tomato leafminer management programs.

Key words: antibiosis, antixenosis, host plant resistance, injury assessment, ovipositional preference

Received: 12 August 2019, Accepted: 16 December 2019.

مقدمه

شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی با نام علمی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) یکی از آفات کلیدی و مخرب گوجه‌فرنگی است که بومی آمریکای جنوبی بوده و به ویژه در منطقه آند (پرو، بولیوی و شیلی) انتشار دارد (Siqueira *et al.*, 2001). این حشره چندخوار علاوه بر گوجه‌فرنگی که میزبان مرجح آن است، از دیگر گونه‌های خانواده بادمجانیان مانند بادمجان، سیب‌زمینی و فلفل شیرین تغذیه کرده و می‌تواند تداوم نسل داشته باشد (Siqueira *et al.*, 2005; Garzia *et al.*, 2011) به طوری که فعالیت آن روی بادمجان به عنوان دومین میزبان مرجح آفت و همچنین روی لوبیاهای گلخانه‌ای و انگورفرنگی (*Physalis peruviana* L.) در ایتالیا گزارش شده است (Colomo *et al.*, 2002; Pereyra *et al.*, 2006; Desneux *et al.*, 2010; Garzia *et al.*, 2011). خسارت این آفت به طور مستقیم ناشی از کاهش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه کاهش میزان تولید محصول در مزارع باز و گلخانه‌ها است در حالی که آسیب غیرمستقیم آن از طریق ورود و گسترش عوامل بیماری‌زا روی بافت محصول از جمله میوه ایجاد می‌شود (Garzia *et al.*, 2011).

کاربرد گسترده سموم حشره‌کش برای کنترل خسارت این آفت روی گوجه‌فرنگی موجب پدید آمدن بیوتیپ‌های مقاوم حشره به آفت‌کش‌ها شده است (Lietti *et al.*, 2005). بنابراین ضروری است تا برنامه‌های بهینه مدیریت این آفت با تلفیق تاکتیک‌های متنوعی از جمله کاربرد ارقام مقاوم با آفت‌کش‌های شیمیایی طراحی و به اجرا گذاشته شوند تا ضمن صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید، از آلودگی محیط زیست و نابودی موجودات زنده غیر هدف نیز جلوگیری به عمل آید.

اگرچه تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با مقاومت بادمجان به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی انجام نشده است، مطالعات بسیاری در رابطه با مقاومت سایر گیاهان هم‌خانواده بادمجان از جمله سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی به این آفت صورت گرفته است (Irannejad-Parizi *et al.*, 2015; Solhi *et al.*, 2014; Ghorbani *et al.*, 2016). در مطالعه Boica-gunior *et al.* (2012) مقاومت ارقام خودرو و اهلی گوجه‌فرنگی به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت و تفاوت در مقدار ترکیبات موجود در ارقام مختلف میزبان بر میزان تغذیه از مزوفیل گیاه و

تخم‌ریزی حشره مؤثر تشخیص داده شد. در مطالعه‌ای دیگر (Caparros Megido *et al.*, 2013) دو گیاه گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی را از نظر تناسب تغذیه‌ای و مقاومت نسبت به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی مقایسه کردند و طی آن شاخص‌های طول دوره‌های جنینی، لاروی، شفیرگی، وزن شفیره و درصد تلفات مراحل مختلف را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با وجود اختلافات اندک، هر دو میزبان از تناسب مشابهی برای رشد و نمو شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی برخوردارند. همچنین رشد جمعیت رضایت‌بخش آفت روی گیاه سیب‌زمینی نشان داد که جمعیت‌های این حشره می‌توانند در شرایط مطلوب به یک آفت کلیدی برای محصولات سیب‌زمینی نیز تبدیل شوند.

مطالعه حاضر، به منظور بررسی برازندگی (Fitness) شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در بهره‌برداری از چندین ژنوتیپ زراعی رایج بادمجان انجام شد تا در صورت امکان بتوان با به‌کارگیری سازوکارهای احتمالی آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز ژنوتیپ‌های مقاوم در سیستم‌های کشت بادمجان، پیامدهای کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی علیه این آفت را به حداقل رساند. نتایج حاصل همچنین می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی بادمجان مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

پرورش شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

آزمون‌ها با استفاده از جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی که در پژوهش پیشین (Irannejad-Parizi *et al.*, 2014) به مدت نه ماه (پنج نسل) روی گوجه‌فرنگی رقم پتومج پرورش یافته بود، انجام شدند. برای دستیابی به حشرات کامل هم‌سن، برگ‌های گوجه‌فرنگی دارای لارو سن چهار (آماده برای شفیره‌شدن) بریده شده و پس از قرار دادن انتهای دم‌برگ درون پنبه مرطوب به ظرف‌های مکعب مستطیلی یک‌بار مصرف شفاف به ابعاد ۱۰×۱۵×۲۵ که قسمت رویی آن‌ها به وسیله توری با مش مناسب پوشیده شده بود، انتقال یافتند. این ظرف‌ها روزانه بازدید شده و شفیره‌ها به محض مشاهده درون پتری‌دیش‌های جداگانه (برای ممانعت از جفت‌گیری حشرات کامل) داخل یخچال با دمای 2 ± 10 درجه سلسیوس قرارداد شدند (Barrientos *et al.*, 1998). با رسیدن شفیره‌ها به تعداد مورد نیاز، همه پتری‌دیش‌ها در اتاقک رشدی با دمای 1 ± 27 درجه سلسیوس، رطوبت 5 ± 70 و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرارداد شدند تا حشرات کامل هم‌سن در آزمون‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

پرورش ژنوتیپ‌های بادمجان

بذرهای ۸ توده بادمجان شامل قصری دزفول، پابلند یزد، محلی جهرم، شندآباد، دستگرد اصفهان، سرخون بندرعباس، چاه‌بلند نیشابور، قلمی ورامین از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) و بذرهای ۷ رقم بادمجان شامل بلک‌بیوتی، بلکی، یلدا، لیدی، لیندا، لیما و کیم از شرکت بازرگانی خانجانی (همدان) تهیه شدند. بذرهای ابتدا در سینی‌های نشاء حاوی نسبت مساوی از کوکوپیت و پرلایت کاشته شده و نشاء‌ها پس از ۲ تا ۳ هفته، در مرحله ۲ تا ۳ برگی به داخل گلدان‌هایی به ابعاد ۲۰×۱۵ (قطر×ارتفاع) سانتی‌متر انتقال داده شدند. بستر پرورش با مخلوط کردن خاک مزرعه، کود دامی پوسیده و ماسه به نسبت مساوی تهیه شد. گلدان‌ها پس از کاشت، زیر یک قفس توری (برای جلوگیری از آلوده شدن بوته‌ها به آفات دیگر) در گلخانه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه بوعلی‌سینا با میانگین دمای 2 ± 25 درجه سلسیوس و دوره نوری طبیعی (اردیبهشت و خرداد) نگهداری شدند. بوته‌های بادمجان در مرحله ۶ تا ۸ برگی برای انجام آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

آزمون تخم‌گذاری انتخابی (Free-Choice Test)

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۵ ژنوتیپ گیاهی در ۴ تکرار در ۲ آزمون با بوته‌های ۴ تا ۶ برگی درون گلدان و با برگ‌های بریده‌شده از بوته‌ها انجام شد. در آزمایش بوته‌های کامل، یک گلدان تصادفی از هر ژنوتیپ بادمجان پیرامون یک دایره و با فاصله ۱۵ سانتی‌متر از یکدیگر زیر قفس توری به ابعاد $1/50 \times 1/50 \times 1/50$ متر و در آزمایش برگ‌های بریده‌شده، یک برگ تصادفی از هر ژنوتیپ بادمجان روی فویل آلومینیومی و پیرامون دایره‌ای به قطر ۳۵ سانتی‌متر داخل یک ظرف پلاستیکی شفاف با قطر ۳۶ و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر چیده شدند. به ترتیب تعداد ۳۰ جفت و ۳ جفت شب‌پره ماده تازه ظاهر شده برای آزمایش برگ بریده شده و آزمایش بوته گلدانی در مرکز دایره‌ها رهاسازی شدند (Chegeni et al., 2012). این آزمایش‌ها پس از مشاهده اولین تخم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به مدت ۹۶ ساعت ادامه یافت و هر ۲۴ ساعت یک‌بار تخم‌های گذاشته‌شده روی ظرف و روی ژنوتیپ‌های گیاهی جداگانه با لوپ دستی شمارش و ثبت شدند. در پایان شمارش روزانه تخم‌ها، تمام قسمت‌های ظرف و بوته با استفاده از قلم‌موی نرم پنج صفر از تخم پاک شده و برگ‌های جدید بریده‌شده برای ادامه آزمایش در اختیار حشرات کامل قرار گرفت. کلیه مراحل این آزمایش در شرایط دمایی 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری طبیعی (اردیبهشت و خرداد) انجام شد.

اندازه‌گیری تراکم کرک و میزان کلروفیل برگ

چون شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی پشت برگ را برای تخم‌گذاری ترجیح می‌دهد (Irannejad-Parizi et al., 2015)، از هر ژنوتیپ گیاهی سه برگ به طور تصادفی انتخاب شده و طبق روش (Irannejad-Parizi et al., 2015) تعداد کرک در چهار قسمت تصادفی پنج میلی‌متری روی رگبرگ‌ها و چهار قسمت تصادفی ده میلی‌متری بین رگبرگ‌ها شمارش و میانگین تراکم کرک محاسبه شد. برای بررسی رابطه بین میزان کلروفیل برگ ژنوتیپ‌های گیاهی و تعداد تخم گذاشته‌شده، ۵۰ برگ از هر ژنوتیپ به طور تصادفی انتخاب شده و میزان کلروفیل آن‌ها با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج Spad ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد.

ارزیابی آسیب لاروها

پس از آخرین شمارش تخم‌ها در «آزمون تخم‌گذاری انتخابی»، ۱۰ تخم روی برگ‌های هر یک از ژنوتیپ‌های بادمجان نگهداری شد و آسیب ناشی از لاروها پس از ۲۰ روز با ۲ شاخص تعداد و اندازه دالان‌های ایجاد شده روی ۱۱ ژنوتیپ از ۱۵ ژنوتیپ که بر اساس نتایج آزمون پیشین انتخاب شده بودند در ۴ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفت. درجه‌بندی کیفی آسیب وارد شده توسط لاروها در این پژوهش به روش مشاهده‌ای و در ۳ گروه کوچک، متوسط و بزرگ انجام شد. در صورتی که مجموع دالان‌های موجود در یک برگ بادمجان کمتر از یک چهارم برگ، کمتر از یک دوم برگ و کمتر از سه چهارم برگ را در بر گرفته بودند، به ترتیب دالاهای کوچک، متوسط و بزرگ نام‌گذاری شدند.

اندازه‌گیری پراستجه‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

این آزمون در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۱ ژنوتیپ گیاهی در ۵ تکرار انجام شد. در هر واحد آزمایشی، ۱۰ تخم هم‌سن یک‌روزه با استفاده از یک قلم‌موی نرم (۵ صفر) روی برگ‌هایی با سطح مقطع یکسان از بوته‌های ۶ تا ۸ برگی بادمجان در دمای 27 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند و روزانه با لوپ دستی مورد بازدید قرار گرفتند. شاخص‌های نسبت زنده‌مانی و طول دوره نمو در مراحل تخم و لاروی بازدیدهای روزانه ثبت شدند. برگ‌ها سپس با توری پوشانده شده و شفیبه‌های جمع‌آوری شده در پتری‌دیش‌های پلاستیکی نگهداری شدند. وزن شفیبه‌ها با ترازوی حساس

AND ساخت کشور ژاپن با دقت یک ده هزارم گرم اندازه‌گیری شد. همچنین نسبت زنده‌مانی و طول دوره سفیرگی و نسبت جنسی حشرات کامل (تعداد ماده بر تعداد کل) ثبت و محاسبه شد.

آزمون تخم‌گذاری غیرانتخابی

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ ژنوتیپ بلک‌بیوتی، یلدا، لیدی، لیندا، لیما، کیم و پابلند یزد که بر اساس نتایج آزمون‌های پیشین انتخاب شده بودند در ۴ تکرار انجام شد. یک برگ تصادفی از هر ژنوتیپ بریده شده و داخل ظرف پلاستیکی با ارتفاع ۱۰ و قطر ۶ سانتی‌متر در شرایط دمایی 1 ± 25 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 60 درصد و دوره نوری طبیعی (اردیبهشت و خرداد) قرار داده شد. انتهای هر دم‌برگ برای حفظ شادابی برگ با پنبه مرطوب پوشانده شد. سپس یک جفت شب‌پره نر و ماده تازه ظاهر شده روی برگ رهاسازی شدند. شمارش تخم‌ها به روش آزمون پیشین انجام شد. داده‌های تخم‌گذاری غیرانتخابی به دو روش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در روش اول، شاخص جلب‌کنندگی بادمجان که عددی بین صفر و یک می‌باشد محاسبه شد. مقادیر بیش از نیم خاصیت جلب‌کنندگی گیاه برای تخم‌گذاری حشره ماده را نشان می‌دهند. (Grant & Langevin, 1995). در روش دوم، شاخص ترجیح تخم‌گذاری حشره ماده که عددی بین ۱۰۰- تا ۱۰۰+ می‌باشد محاسبه شد (Grant & Langevin, 1995). مقادیر منفی بیانگر بازدارندگی میزبان از تخم‌گذاری و مقادیر مثبت حاکی از ترغیب حشره به تخم‌گذاری می‌باشد.

$$\text{شاخص جلب‌کنندگی گیاه} = \frac{\text{تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی گیاه}}{\text{تعداد کل تخم‌های گذاشته‌شده}}$$

$$\text{شاخص ترجیح تخم‌گذاری} = \frac{100 \times (\text{تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی قفس} - \text{تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی گیاه میزبان})}{\text{تعداد کل تخم‌های گذاشته‌شده}}$$

تجزیه آماری داده‌ها

داده‌ها در صورت عدم احراز پراکنش نرمال با گرفتن ریشه دوم (جذر) تبدیل شدند. سپس تجزیه واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) داده‌ها با بکارگیری نرم‌افزار SPSS v. 16 انجام شد. میانگین‌ها در صورت وجود تفاوت معنی‌دار با بکارگیری آزمون توکی در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ گروه‌بندی شدند. تجزیه داده‌ها در آزمون‌های آماری چندمتغیره نیز با بکارگیری نرم‌افزار SPSS v. 16 انجام شد و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از کلیه شاخص‌های مورد بررسی به روش سلسله مراتبی (Ward (1963) خوشه‌بندی شدند.

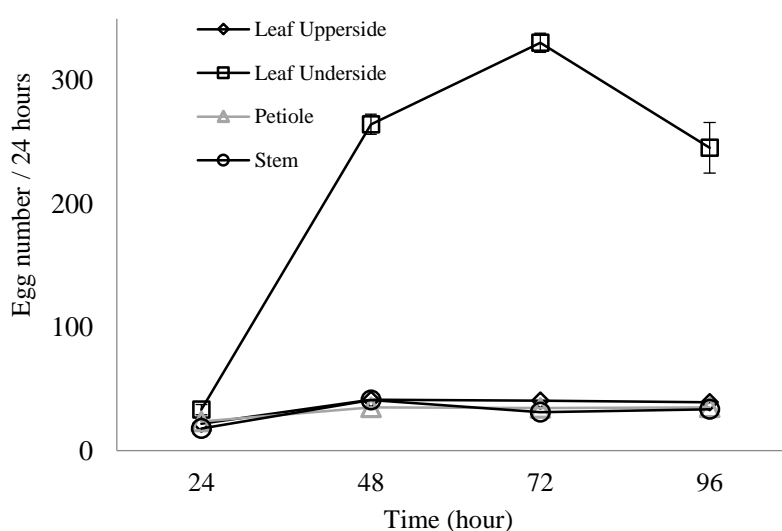
نتایج

تخم‌گذاری انتخابی

نتایج آزمون تخم‌گذاری انتخابی روی بوته‌های کامل تفاوت‌های معنی‌داری را میان ژنوتیپ‌های بادمجان در هر ۴ نوبت شمارش (پس از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) نشان داد. در مجموع، بیشترین تخم‌های گذاشته‌شده با میانگین $17/28 \pm 134/50$ و $8/81 \pm 131/75$ به ترتیب روی ژنوتیپ‌های لیندا و لیدی و کمترین تخم‌های گذاشته شده با میانگین $3/49 \pm 58/25$ و $1/43 \pm 58/75$ به ترتیب روی دو ژنوتیپ شندآباد و قلمی ورامین مشاهده شد (جدول ۱).

در این آزمایش بیشترین تخم‌گذاری روی تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با میانگین $330/50 \pm 7/71$ تخم در روز سوم (۷۲ ساعت پس از شروع آزمون) و زیر برگ‌ها ثبت شد در حالی که بیشترین تعداد تخم روی سایر بخش‌های گیاه در روز دوم آزمون (پس از ۴۸ ساعت) به ثبت رسید (شکل ۱).

در آزمون تخم‌گذاری انتخابی روی برگ‌های بریده شده نیز تفاوت‌های معنی‌داری میان ژنوتیپ‌های بادمجان در هر چهار نوبت شمارش (پس از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت) مشاهده شد و در مجموع تمام نوبت‌های شمارش، ژنوتیپ‌های لیدی و پابلند یزد به ترتیب با میانگین‌های $136/75 \pm 16/18$ و $110/00 \pm 8/76$ تخم دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های قصری دزفول و قلمی ورامین به ترتیب با میانگین‌های $31/25 \pm 7/26$ و $36/00 \pm 2/85$ تخم دارای کمترین تعداد تخم گذاشته‌شده بودند (جدول ۲).



شکل ۱- میانگین تعداد تخم‌های گذاشته‌شده در هر روز به وسیله سی جفت حشره کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در قسمت‌های مختلف بوته گل‌دانی تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بادمجان

Fig. 1. Mean number of eggs laid daily on different places of all potted eggplant genotypes by 30 adult pairs of tomato leafminer

جدول ۱- تعداد روزانه تخم‌های گانائشته‌شده توسط سی جفت حشره کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی بوته گلخانه‌ای ژنوتیپ‌های بادمجان در آزمون تخم‌گذاری انتخابی

Table 1. The daily number of eggs laid on potted eggplant genotypes by 30 adult pairs of tomato leafminer in free-choice test

Genotype	Mean \pm SE					Total
	After 24	After 48	After 72	After 96		
Black Beauty	4.50 \pm 0.28	27.00 \pm 3.31 bcd	26.00 \pm 2.27 b	14.75 \pm 1.65 c	74.00 \pm 2.34 bc	
Blacky	4.75 \pm 0.75	25.25 \pm 2.65 bcd	28.25 \pm 1.93 b	18.00 \pm 1.22 bc	83.25 \pm 5.17 bc	
Yalda	5.50 \pm 1.50	24.50 \pm 3.17 bcd	28.25 \pm 2.05 b	19.50 \pm 1.75 abc	77.75 \pm 4.58 bc	
Lady	11.00 \pm 2.16	33.50 \pm 4.29 bc	53.75 \pm 3.75 a	31.25 \pm 4.07 ab	131.75 \pm 8.81 a	
Linda	6.00 \pm 1.41	50.00 \pm 3.16 a	52.25 \pm 5.07 a	24.25 \pm 1.31 abc	134.50 \pm 17.28 a	
Lima	6.75 \pm 1.10	19.00 \pm 3.48 d	29.50 \pm 1.50 b	34.00 \pm 4.30 a	91.50 \pm 3.52 bc	
Kime	7.00 \pm 1.47	15.75 \pm 0.85 d	18.75 \pm 1.93 b	25.25 \pm 3.54 abc	67.50 \pm 2.90 c	
Ghasri Dezful	5.50 \pm 0.50	16.75 \pm 2.49 d	19.75 \pm 1.84 b	22.50 \pm 1.84 abc	62.50 \pm 7.42 c	
Paboland Yazd	7.25 \pm 1.31	36.00 \pm 3.91 ab	50.00 \pm 3.71 a	22.75 \pm 1.54 abc	110.75 \pm 11.33 ab	
Mahali Jahrom	6.25 \pm 0.75	23.00 \pm 2.73 bcd	21.50 \pm 1.93 b	22.00 \pm 2.27 abc	72.75 \pm 6.66 c	
Shendabad	6.75 \pm 1.37	20.50 \pm 2.53 cd	20.75 \pm 1.10 b	16.00 \pm 2.16 c	58.25 \pm 3.94 c	
Dastgerd Esfahan	5.00 \pm 0.40	21.25 \pm 1.75 cd	21.50 \pm 2.59 b	20.00 \pm 3.67 abc	66.25 \pm 5.49 c	
Sarkhoun Bandarabbas	7.50 \pm 1.55	17.75 \pm 2.25 d	21.75 \pm 3.32 b	25.50 \pm 5.63 abc	72.25 \pm 7.70 c	
Chahboland Neisabur	6.00 \pm 0.70	20.00 \pm 1.47 cd	19.25 \pm 1.70 b	23.25 \pm 2.68 abc	66.75 \pm 5.93 c	
Ghalami Varamin	6.25 \pm 1.31	15.25 \pm 1.60 d	16.75 \pm 1.10 b	20.50 \pm 1.55 abc	58.75 \pm 1.43 c	
<i>F</i>	1.639	11.071	23.605	3.136	11.249	
<i>df</i>	14,45	14,45	14,45	14,45	14,45	
<i>P</i>	0.1050	<0.0001	<0.0001	0.0020	<0.0001	

The means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey).
 حروف غیرمستطبه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).

جدول ۲- تعداد روزانه تخم‌های گدازشده، توسط سه جفت حشره کامل شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی برگ بریده شده ژنوتیپ‌های بادمجان در آزمون تخم‌گذاری انتخابی

Table 2. The daily number of eggs laid on excised leaf of eggplant genotypes by three adult pairs of tomato leafminer in free-choice test

Genotype	Mean \pm SE				Total
	After 24	After 48	After 72	After 96	
Black Beauty	10.50 \pm 1.84 cd	14.00 \pm 2.73 cd	21.50 \pm 0.95 bcd	12.00 \pm 1.41 bcd	47.25 \pm 8.64 d
Blacky	21.75 \pm 1.31 b	6.75 \pm 1.31 d	9.50 \pm 3.92 cd	13.50 \pm 2.90 bcd	41.00 \pm 12.38 d
Yalda	11.25 \pm 3.66 c	17.00 \pm 1.68 cd	19.00 \pm 1.77 bcd	17.75 \pm 2.86 b	74.25 \pm 17.74 bcd
Lady	28.50 \pm 2.21 ab	44.00 \pm 3.02 a	40.25 \pm 2.86 a	32.50 \pm 4.94 a	136.75 \pm 16.18 a
Linda	9.25 \pm 1.79 cd	51.00 \pm 3.80 a	33.75 \pm 5.23 ab	8.75 \pm 2.78 bcd	101.25 \pm 6.23 abc
Lima	5.75 \pm 1.10 cd	12.75 \pm 6.22 cd	16.25 \pm 1.18 cd	14.75 \pm 2.28 bc	54.00 \pm 2.34 d
Kime	7.00 \pm 1.58 cd	17.75 \pm 0.75 cd	6.25 \pm 0.47 d	6.50 \pm 1.55 cd	38.25 \pm 4.38 d
Ghasri Dezful	5.00 \pm 1.68 cd	8.25 \pm 2.59 d	12.50 \pm 4.33 cd	6.25 \pm 1.43 cd	31.25 \pm 7.26 d
Paboland Yazd	31.00 \pm 1.47 a	42.75 \pm 2.46 ab	20.00 \pm 4.02 bcd	15.25 \pm 1.37 bc	110.00 \pm 8.76 ab
Mahali Jahrom	6.50 \pm 1.19 cd	17.50 \pm 0.86 cd	15.75 \pm 4.02 cd	5.25 \pm 1.03 cd	43.25 \pm 4.19 d
Shendabad	3.25 \pm 1.25 cd	28.00 \pm 6.55 bc	17.25 \pm 2.95 cd	5.75 \pm 1.54 cd	57.50 \pm 8.56 cd
Dastgerd Estahan	7.00 \pm 2.04 cd	13.25 \pm 1.97 cd	15.00 \pm 1.87 cd	6.75 \pm 1.49 bcd	46.00 \pm 4.37 d
Sarkhoun Bandarabaz	3.00 \pm 0.57 cd	9.50 \pm 0.86 cd	20.25 \pm 3.82 bcd	5.75 \pm 1.43 cd	38.50 \pm 3.42 d
Chahboland Neishabur	2.25 \pm 0.25 cd	8.25 \pm 2.17 cd	22.50 \pm 1.25 bc	3.25 \pm 0.94 d	36.25 \pm 2.56 d
Ghalami Yaramin	2.50 \pm 0.28 cd	17.00 \pm 2.34 cd	13.00 \pm 3.93 cd	3.50 \pm 0.64 d	36.00 \pm 2.85 d
F	30.034	20.779	7.461	12.203	13.437
df	14,45	14,45	14,45	14,45	14,45
P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).
حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها نمی‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).

کلروفیل و تراکم کرک

میزان کلروفیل و تراکم کرک برگ در ژنوتیپ‌های بادمجان از نظر آماری تفاوت‌های معنی‌داری داشتند. رقم لیندا با میانگین $0.99 \pm 46/40$ میلی‌گرم در گرم دارای بیشترین و رقم بلاک بیوتی با میانگین $1/20 \pm 26/16$ میلی‌گرم در گرم دارای کمترین میزان کلروفیل بودند (جدول ۳). بیشترین و کمترین تراکم کرک در میلی‌متر مربع را به ترتیب توده قصری دزفول ($8/45 \pm 217/33$) و رقم کیم ($4/63 \pm 49/67$) دارا بودند (جدول ۳). بین تعداد تخم‌های گذاشته‌شده توسط حشرات ماده روی بوته‌های کامل و برگ‌های بریده‌شده با میزان کلروفیل برگ ژنوتیپ‌های بادمجان هم‌بستگی مثبت در سطح احتمال ۰/۰۱ و با تراکم کرک پشت برگ هم‌بستگی منفی در سطح احتمال ۰/۰۵ مشاهده گردید.

جدول ۳- میزان کلروفیل و تراکم کرک پشت برگ ژنوتیپ‌های بادمجان

Table 3. The chlorophyll content and trichome density of leaves of eggplant genotype

Genotype	Mean \pm SE	
	Chlorophyll Content (mg/g)	Trichome Density (/mm ²)
Black Beauty	26.16 \pm 1.20 g	129.67 \pm 15.10 bcd
Blacky	32.98 \pm 0.40 def	54.67 \pm 4.91 d
Yalda	34.94 \pm 0.66 bcde	175.33 \pm 8.66 b
Lady	37.02 \pm 0.17 abcd	57.33 \pm 6.33 cd
Linda	40.46 \pm 0.99 a	52.00 \pm 4.72 d
Lima	36.22 \pm 0.60 abcd	75.00 \pm 8.66 bcd
Kime	35.28 \pm 0.68 bcde	49.67 \pm 4.63 d
Ghasri Dezful	29.66 \pm 0.82 fg	217.23 \pm 8.45 a
Paboland Yazd	34.44 \pm 0.65 bcde	67.00 \pm 4.61 cd
Mahali Jahrom	27.86 \pm 0.46 abc	109.66 \pm 7.96 bcd
Shendabad	37.84 \pm 0.86 abc	178.33 \pm 7.62 b
Dastgerd Esfahan	38.88 \pm 1.26 ab	143.33 \pm 8.08 bc
Sarkhoun Bandarabas	34.36 \pm 1.34 cde	134.66 \pm 5.78 bc
Chahboland Neishabur	31.04 \pm 1.13 ef	100.66 \pm 6.38 bcd
Ghalami Varamin	29.46 \pm 1.06 fg	95.67 \pm 4.91 bcd
F	19.899	48.053
df	14, 45	14, 45
P	<0.0001	<0.0001

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).

The means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey).

آسیب لاروها

تفاوت معنی‌داری در تعداد دالان‌های ایجاد شده به ازای هر لارو میان ژنوتیپ‌های بادمجان مشاهده شد ($F=9.102$, $df=10$, $P < 0.000$). بیشترین تعداد دالان به ازای لارو با میانگین $0/23 \pm 2/71$ عدد روی ژنوتیپ یلدا ایجاد شد که بیش از ۵۷ درصد آن‌ها کوچک بودند، در حالی که کمترین تعداد دالان به ازای لارو با میانگین $0/11 \pm 1/38$ عدد روی ژنوتیپ لیدی مشاهده شد که ۵۶ درصد آن‌ها بزرگ بودند (جدول ۴). همچنین نسبت دالان‌های کوچک، متوسط و بزرگ ایجاد شده توسط لاروها درون برگ‌های ژنوتیپ‌های بادمجان تفاوت معنی‌داری داشتند ($\chi^2 = 105.88$, $df = 20$, $P < 0.001$).

جدول ۴- تعداد دالان ایجادشده به ازای هر لارو شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی و درصد دالان‌های کوچک، متوسط و بزرگ روی برگ‌های ژنوتیپ‌های بادمجان درون گلدان

Table 4. The number of mine per larva and the percentage of small, medium and large mines in leaves of potted eggplant genotypes

Genotype	Mines per Larva (mean \pm SE)	Mines (%)		
		Small	Medium	Large
Black Beauty	1.76 \pm 0.13 b	47.69	23.08	29.23
Blacky	2.41 \pm 0.14 ab	47.56	21.95	30.49
Yalda	2.71 \pm 0.23 a	54.37	19.42	26.21
Lady	1.39 \pm 0.11 c	28.00	16.00	56.00
Linda	1.57 \pm 0.09 bc	10.34	36.21	53.45
Lima	2.46 \pm 0.25 ab	39.58	42.71	17.71
Kime	2.37 \pm 0.18 ab	51.81	22.89	25.30
Ghasri Dezful	1.78 \pm 0.11 b	19.72	32.39	47.89
Sarkhoun Bandarabas	2.28 \pm 0.15 ab	52.81	21.35	25.84
Paboland Yazd	1.48 \pm 0.11 c	23.73	35.59	40.68
Ghalami Varamin	1.43 \pm 0.11 c	19.30	47.37	33.33

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).

The means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey).

پراسنجه‌های زیستی

طول دوره مراحل تخم، لارو و شفیره شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ژنوتیپ‌های بادمجان تفاوت‌های معنی‌داری داشتند (جدول ۵). سریع‌ترین نرخ نمو تخم، لارو و شفیره روی ژنوتیپ‌های پابلند یزد، قلمی ورامین و قصری دزفول و طولانی‌ترین مدت نمو روی ژنوتیپ‌های بلاکی، کیم، سرخون بندرعباس و یلدا مشاهده شد (جدول ۵). وزن شفیره‌های ایجاد شده روی ژنوتیپ‌های گیاهی تفاوت معنی‌داری نداشتند و در حالی که بین مدت نمو تخم، لارو و شفیره هم‌بستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ مشاهده شد، هیچ هم‌بستگی معنی‌داری بین مدت مراحل نموی با وزن شفیرگی مشاهده نشد. بیشترین نسبت زنده‌مانی مراحل تخم، لارو و شفیره روی ژنوتیپ‌های پابلند یزد و قلمی ورامین و کمترین نسبت زنده‌مانی روی ژنوتیپ‌های بلاکی و کیم به ثبت رسید (جدول ۵). تفاوت تعداد حشرات کامل نر و ماده ظاهر شده شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی هر یک از ژنوتیپ‌های گیاهی معنی‌دار نبود و در مجموع ژنوتیپ‌ها نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۵- پراسنجه‌های زیستی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی زوئیت‌های بادمجان در دمایی ۱ ± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی

Table 5. Biological Parameters of tomato leafminer on eggplant genotypes in 27 ± 1 °C, 70 ± 5 % and 16:8 hours (light:dark) photoperiod.

Genotype	Development Time (Day) (Mean ± SE)			Survivorship (%)			Pupal Weight (mg) (Mean ± SE)		Sex Ratio
	Egg	Larva	Pupa	Egg	Larva	Pupa			
Black Beauty	6.62 ± 0.30 bc	19.28 ± 0.40 b	10.33 ± 0.47 bc	74	48.65	59.10	2.966 ± 0.09	0.67	
Blacky	8.03 ± 0.19 a	18.78 ± 0.44 b	12.54 ± 0.46 a	68	64.71	59.10	3.176 ± 0.06	0.84	
Yalda	6.42 ± 0.26 bc	18.54 ± 0.25 bc	12.00 ± 0.42 a	76	63.16	75.00	3.177 ± 0.10	0.56	
Lady	5.72 ± 0.15 cde	15.42 ± 0.24 ef	8.55 ± 0.29 de	72	72.23	76.93	3.215 ± 0.07	0.95	
Linda	5.84 ± 0.18 cd	17.07 ± 0.51 cd	10.39 ± 0.36 bc	74	72.98	66.66	3.227 ± 0.12	0.61	
Lima	6.05 ± 0.32 cd	16.26 ± 0.26 de	9.83 ± 0.32 cd	78	87.18	70.59	3.229 ± 0.07	0.70	
Kimie	7.37 ± 0.29 ab	21.30 ± 0.74 a	-	70	28.58	00.00	-	-	
Ghasri Dezhul	5.30 ± 0.19 def	13.48 ± 0.20 g	9.11 ± 0.25 cd	80	77.50	83.88	3.165 ± 0.08	0.57	
Sarkhoun Bandarabass	5.92 ± 0.20 cd	21.26 ± 0.42 a	11.74 ± 0.31 ab	78	58.98	82.61	3.121 ± 0.06	0.84	
Paboland Yazd	4.73 ± 0.17 ef	14.48 ± 0.22 fg	8.14 ± 0.18 e	82	75.61	90.33	3.246 ± 0.07	0.50	
Ghalami Yaramin	4.65 ± 0.18 f	13.16 ± 0.18 g	8.31 ± 0.19 e	80	90.00	97.23	3.194 ± 0.07	0.57	
Test Statistic	F = 19.335	F = 71.203	F = 27.195	χ² = 1.312	χ² = 16.964	χ² = 16.898	F = 0.503	χ² = 3.667	
df	10, 33	10, 33	9, 30	10	10	10	df = 9	1	
P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.99941	0.07515	0.07666	0.872	0.056	

The means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey).

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).

تخم‌گذاری غیر انتخابی

ژنوتیپ‌های بادمجان از نظر میانگین شاخص ترجیح تخم‌گذاری (جدول ۶) و نیز میانگین شاخص جلب‌کنندگی (جدول ۷) در هر یک از چهار روز آزمون، تفاوت‌های معنی‌داری را به نمایش گذاشتند. در مجموع تمام نوبت‌های شمارش، ژنوتیپ‌های لیندا، لیدی، پابلند یزد و لیما به ترتیب دارای بیشترین شاخص ترجیح تخم‌گذاری (مثبت) و شاخص جلب‌کنندگی (بالتر از نیم) بودند که حاکی از ترغیب این ژنوتیپ‌ها برای تخم‌گذاری شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی بود و ژنوتیپ‌های بلاک‌بیوتی، یلدا و کیم به ترتیب دارای کمترین شاخص ترجیح تخم‌گذاری (منفی) و شاخص جلب‌کنندگی (پایین‌تر از نیم) بودند که بیانگر بازدارندگی این ژنوتیپ‌ها از تخم‌گذاری ماده‌ها است (جدول‌های ۶ و ۷).

جدول ۶- شاخص ترجیح تخم‌گذاری روزانه شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی برگ بریده‌شده ژنوتیپ‌های بادمجان در آزمون تخم‌گذاری غیرانتخابی

Table 6. The daily oviposition preference index of tomato leafminer on excised leaf of eggplant genotypes in no-choice test

Genotype	Mean \pm SE				
	After 24	After 48	After 72	After 96	Total
Black Beauty	-21.905 \pm 4.04 d	-7.123 \pm 0.94 b	-13.712 \pm 1.93 c	7.939 \pm 0.76 c	-6.909 \pm 0.44 cd
Yalda	-9.195 \pm 4.11 cd	10.736 \pm 1.61 b	-7.341 \pm 2.61 c	-18.827 \pm 5.45 e	-4.928 \pm 1.98 d
Lady	78.195 \pm 8.25 a	49.305 \pm 7.10 a	71.506 \pm 7.40 ab	73.090 \pm 8.68 a	66.431 \pm 6.10 a
Linda	53.690 \pm 8.07 ab	63.674 \pm 4.56 a	82.173 \pm 9.16 a	67.155 \pm 5.79 a	72.320 \pm 5.17 a
Lima	15.218 \pm 3.43 c	70.896 \pm 5.75 a	48.712 \pm 9.03 b	44.064 \pm 4.78 b	49.80 \pm 6.05 b
Kime	8.870 \pm 3.48 c	-3.955 \pm 4.06 b	4.947 \pm 5.87 c	-14.660 \pm 2.75 d	-2.928 \pm 2.50 d
Paboland Yazd	54.997 \pm 4.10 ab	65.501 \pm 5.45 a	61.471 \pm 8.12 ab	79.307 \pm 4.65 a	63.147 \pm 6.04 ab
<i>F</i>	46.557	53.869	33.469	64.749	64.622
<i>df</i>	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21
<i>P</i>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).

The means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey).

جدول ۷- شاخص جلب‌کنندگی تخم‌گذاری روزانه شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی برگ بریده‌شده ژنوتیپ‌های بادمجان در آزمون تخم‌گذاری غیرانتخابی

Table 7. The daily oviposition attractiveness index of tomato leafminer on excised leaf of eggplant genotypes in no-choice test

Genotype	Mean \pm SE				
	After 24	After 48	After 72	After 96	Total
Black Beauty	0.390 \pm 0.02 e	0.464 \pm 0.004 b	0.431 \pm 0.009 b	0.539 \pm 0.003 b	0.465 \pm 0.002 c
Yalda	0.454 \pm 0.02 de	0.553 \pm 0.008 b	0.463 \pm 0.013 b	0.405 \pm 0.027 b	0.475 \pm 0.009 c
Lady	0.841 \pm 0.023 a	0.746 \pm 0.035 a	0.857 \pm 0.037 a	0.832 \pm 0.043 a	0.832 \pm 0.030 a
Linda	0.789 \pm 0.025 ab	0.818 \pm 0.022 a	0.910 \pm 0.045 a	0.836 \pm 0.028 a	0.861 \pm 0.025 a
Lima	0.576 \pm 0.017 cd	0.849 \pm 0.030 a	0.743 \pm 0.045 a	0.720 \pm 0.023 a	0.749 \pm 0.030 b
Kime	0.544 \pm 0.017 cd	0.480 \pm 0.020 b	0.524 \pm 0.029 b	0.426 \pm 0.013 b	0.485 \pm 0.012 c
Paboland Yazd	0.700 \pm 0.047 bc	0.827 \pm 0.027 a	0.807 \pm 0.04 a	0.865 \pm 0.023 a	0.815 \pm 0.30 a
<i>F</i>	40.880	51.970	33.469	64.749	64.622
<i>df</i>	6,21	6,21	6,21	6,21	6,21
<i>P</i>	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد ($P < 0.05$, Tukey).

The means followed by different letters in each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey).

بحث

رفتار انتخاب میزبان برای تخم‌گذاری حشرات گیاه‌خوار تا حدودی به ویژگی‌های فیزیکی (سن برگ، شکل برگ، ارتفاع گیاه) و شیمیایی (مواد فرار، شهد گیاه، مواد شیمیایی سطح برگ) گیاه ارتباط دارد (Ramaswamy *et al.*, 1987) و نرخ تخم‌گذاری به عنوان شاخصی برای سنجش کیفیت گیاه میزبان در نظر گرفته می‌شود (Awmack & Leather, 2002). مطالعات رفتارشناسی در رابطه با ترجیح تخم‌گذاری حشرات ساده راسته بال‌پولک‌داران که مستلزم حرکت جهت دار از فواصل دور در پاسخ به گیاه میزبان می‌باشد، تفاوت‌های معنی‌داری را بین گونه‌های گیاهی میزبان و ژنوتیپ‌های آن‌ها نشان داده است (Kennedy, 1965; Leyva *et al.*, 2000). حشره ماده بطور معمول در مواجهه با گیاهان با کیفیت پایین‌تر، رفتار تخم‌گذاری خود را بطور مؤثری از طریق کاهش تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی آن‌ها بهبود می‌بخشد (Awmack & Leather, 2002). فرضیه فرگشتی پایه برای انتخاب گیاه میزبان آن است که ماده‌ها برازندگی خود را با تخم‌گذاری روی انواع گیاهان مرجحی که مورد ترجیح نتاج آن‌ها نیز باشند به حداکثر می‌رسانند (Gripengberg *et al.*, 2010) و هرچند در مواردی گیاهی که به وسیله ماده انتخاب شده مطابق میل نتاج آن نباشد، قانون کلی نشان‌دهنده یک رابطه مثبت بین آن‌ها است (Caparros Megido *et al.*, 2013).

در این پژوهش نتایج نسبتاً مشابهی از آزمون‌های تخم‌گذاری انتخابی و غیر انتخابی با بوته‌های کامل و برگ‌های بریده شده در رابطه با ژنوتیپ‌های مرجح و غیرمرجح بادمجان برای تخم‌گذاری شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به دست آمد به طوری که ژنوتیپ‌های لیندا، لیدی، پابلند یزد و لیما دارای بیشترین جلب‌کنندگی و ژنوتیپ‌های شندآباد، قلمی ورامین، قصری دزفول، بلاک بیوتی، یلدا و کیم دارای بیشترین بازدارندگی برای تخم‌گذاری شب‌پره مینوز بودند و همبستگی‌های مثبت و منفی مشاهده شده به ترتیب بین مقدار کلروفیل و تراکم کرک پشت برگ با تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی گیاه نشان‌دهنده دخالت موثر عوامل مذکور در رفتار حشره ماده برای انتخاب گیاه میزبان برای تخم‌گذاری است که به عقیده Toress *et al.* (2001) با هدف افزایش زنده‌مانی تخم‌ها و تغذیه بهتر لاروها صورت می‌گیرد. اختلافات ناچیز مشاهده‌شده بین ترجیح تخم‌گذاری روی بوته‌های کامل و برگ‌های بریده‌شده می‌تواند ناشی از اختلاف در محیط آزمون باشد؛ چون با جدا شدن برگ از بوته اصلی ممکن است مواد شیمیایی بیشتری ساخته و متصاعد گردند که احتمالاً در جلب یا دفع حشره تأثیرگذارند. بنابراین نتایج ارزیابی‌ها روی بوته‌های کامل از تعمیم‌پذیری بیشتری با سیستم‌های واقعی کشت بادمجان در گلخانه و مزرعه برخوردار می‌باشند (Chegeni *et al.*, 2012).

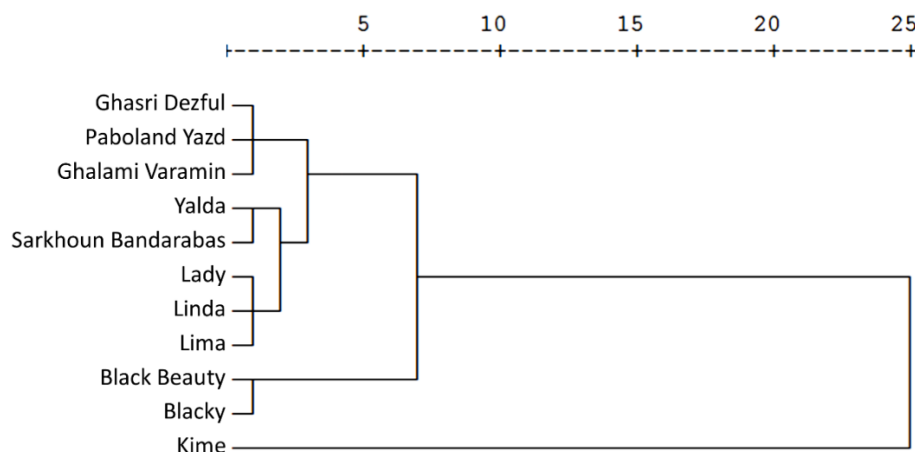
انتخاب محل مناسب تخم‌گذاری اهمیت زیادی در محافظت از مراحل جنینی و لاروی در برابر عوامل نامساعد محیطی و دشمنان طبیعی داشته و تغذیه بهینه لاروها را تضمین می‌نماید (Mitchell, 1981). در این مطالعه بیشتر تخم‌ها زیر برگ‌ها گذاشته شدند که با مشاهدات Toress *et al.* (2001) و Irannejad-Parizi *et al.* (2015) مطابقت داشت. بررسی‌های Toress *et al.* (2001) نشان داد که محل تخم‌گذاری حشرات ماده زنده‌مانی تخم‌ها و تغذیه لاروها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ماده‌های شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی احتمالاً به همین دلیل پشت برگ‌ها را برای تخم‌گذاری انتخاب می‌نمایند (شکل ۱).

نرخ زنده‌مانی و مدت نمو حشرات گیاه‌خوار شاخص‌های ارزشمندی در ارزیابی کیفیت تغذیه‌ای میزبان هستند (Awmack & Leather, 2002; Greenberg *et al.*, 2002; Zahiri *et al.*, 2004, 2006; Pereyra & Sanches, 2006; Gripengberg *et al.*, 2010). مرگ و میر بالا و کُندی نمو مراحل جنینی، لاروی و شفیرگی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی ژنوتیپ‌های بلاکی، کیم، سرخون بندرعباس و یلدا می‌تواند ناشی از اثرات آنتی‌بیوزی برگ

باشد (Awmack & Leather, 2002; Greenberg *et al.*, 2002; Irannejad-Parizi *et al.*, 2015). نتایج مشابهی در مطالعات Ecol *et al.*, (1999) با بررسی طول دوره و مرگ‌ومیر لاروهای شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی روی گوجه‌فرنگی خودرو *L. hirsutum* لاین LA1777 بدست آمد و سازوکارهای آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز را در این رابطه موثر دانستند. اثرات حاد آنتی‌بیوز ممکن است به مرگ حشره بیانجامد در حالی که درجات خفیف‌تری از سازوکارهای آنتی‌بیوزی می‌توانند منجر به کاهش رشد (وزن و جثه)، کند شدن مدت مراحل نموی، کاهش باروری افراد ماده شوند (Seyyedi Sahebari, 2007).

در این پژوهش تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزن شفیرگی در ژنوتیپ‌های مختلف بادمجان مشاهده نشد اما پایین بودن میانگین وزن شفیرگی روی ژنوتیپ‌های بادمجان در مقایسه با ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی که در مطالعه Irannejad-Parizi *et al.* (2015) به دست آمده است می‌تواند دلیلی بر وجود اثرات خفیف سازوکار آنتی‌بیوز در ارقام بادمجان باشد که کاهش وزن کلی را در شفیره‌ها و در نتیجه در حشرات بالغ باعث شده است. همچنین به دلیل اثرات کشنده آنتی‌بیوز، شاهد مرگ‌ومیر زیادی در ارقام کیم، بلاک‌بیوتی و لیدی بودیم و هیچ شفیره‌ای روی ژنوتیپ کیم به حشره کامل تبدیل نشد. هر چند در بررسی‌های Ecol *et al.* (2001) نیز تفاوت معنی‌داری میان وزن شفیره‌ها و طول دوره شفیرگی روی گوجه‌فرنگی اهلی *L. esculentum* و گوجه‌فرنگی خودرو *L. hirsutum* دیده نشد، نام‌برندگان گزارش کردند که وزن و طول دوره شفیرگی روی هر دو گونه گیاهی در فصل پاییز بیشتر از فصل تابستان است که با نتایج پژوهش حاضر که در ابتدای تابستان و نتایج Irannejad-Parizi *et al.* (2014) که در ابتدای زمستان به دست آمده‌اند مطابقت دارد.

به طور کلی، ژنوتیپ‌های بادمجان براساس نتایج به دست آمده در فاصله هفت سانتی‌متری نمودار خوشه‌ای در سه سطح مقاومتی دسته‌بندی شدند (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار شاخه‌ای بدست آمده از تجزیه خوشه‌ای سازوکارهای مقاومتی ژنوتیپ‌های بادمجان به شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به روش سلسله‌مراتبی (Ward (1963)

Fig. 2. Dendrogram of resistance mechanism of eggplant genotypes to tomato leafminer using Ward-1963 hierarchical clustering method

ژنوتیپ کیم به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ شناخته شد، در حالی که ژنوتیپ‌های بلاک‌بیوتی و بلاکی در دسته نیمه‌مقاوم و سایر ژنوتیپ‌ها در دسته نیمه‌حساس قرار گرفتند. با توجه به نسبی بودن پدیده مقاومت، نتایج به دست آمده صرفاً امکان مقایسه ارقام مورد مطالعه را فراهم می‌آورند و مطالعات بیشتری روی سایر ژنوتیپ‌های اهلی و خودرو بادمجان مورد نیاز است تا بتوان از نتایج حاصل برای کاهش خسارت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در سیستم‌های مدیریت محصول بادمجان استفاده نمود. نتایج بدست آمده در این پژوهش امکان تبدیل شدن شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به یک تهدید جدی برای محصولات بادمجان را مطرح می‌سازد.

سپاسگزاری

از آقای محمود باقری مسئول بخش تحقیقات سبزی و صیفی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج به خاطر در اختیار قراردادن توده‌های بادمجان و از آقای مهدی کاکایی عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور به خاطر همکاری مطلوبشان کمال تشکر را داریم.

References

- Awmack, C. S. & Leather S. R.** (2002) Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual review of entomology* 47, 817-844.
- Barrientos, Z. R., Apablaza H. J., Norero S. A. & Estay P. P.** (1998) Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigacion Agraria* 25, 133-137 (in Spanish).
- Boica Junior, A. L., Bottega, D. B., Lourencao, A. L. & Rodrigues, N. E. L.** (2012) Resistance in tomato genotypes to attack to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): non preference for oviposition and feeding. *Arquivos Instituto Biologico, Sao Paulo* 79, 541-548.
- Caparros Megido, R., Haubruge E. & Verheggen F.J.** (2013). First evidence of deuterotokous parthenogenesis in the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Pest Science* 85, 409-412.
- Chegeni, E., Fathipour, Y & Moharamipour, S.** (2012). Oviposition preference of *Helicoverpa armigera* on 10 canola cultivars under laboratory and semi-field conditions. *Pest and plant disease*. 81, 97-108. (In Farsi with English summary).
- Colomo, M.V., Berta, D.C. & Chocobar, M.J.** (2002). El complejo de himenópteros parasitoides que atacan a la "polilla del tomate" *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en la Argentina. *Acta Zoologica Lilloana* 46, 81-92.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K.A., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez-Vasquez, C.A., González-Cabrera, J., Ruescas, D.C., Tabone, E., Frandon, J. and Pizzol, J.,**

- (2010) Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal 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 *Lycopersiconhirsutum f. typicum* to *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 *Lycopersiconhirsutum f. typicum* and possible compounds involved in its resistance to *Tuta absoluta*. *Agricultural and Forest Entomology* 1, 249-254.
- Garzia, T. G., Siscaro, G., Biondi, A. & Zappala, L.** (2011) Distribution and damage of *Tuta absoluta*, an exotic invasive pest from south America. in *International symposium on management of Tuta absoluta (tomato borer) proceeding*. Agadir, Morocco, November 16-08-2011.
- Ghorbani, R., Seraj, A. A., Allahyari, H. & Farokhi, Sh.** (2016) Population growth and life table parameters of leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) on two varieties of tomato. *Journal of Plant Pest Research* 5, 53-61. (In Farsi with English summary).
- Grant, G. G. & Langevin, D.** (1995) Oviposition deterrence, stimulation, and effect on clutch size of *Choristoneura* (Lepidoptera: Tortricidae) species by extract fractions of host and non-host foliage. *Environmental entomology* 24, 1656-1663.
- Grant, G. G. & Langevin, D.** (1995) Oviposition deterrence, stimulation, and effect on clutch size of *Choristoneura* (Lepidoptera: Tortricidae) species by extract fractions of host and non-host foliage. *Environmental entomology* 24, 1656-1663.
- Greenberg, S. M., Sappington, T. W. Sétamou, M. & Liu, T. X.** (2002) Beet Armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host plant preferences for Oviposition. *Environmental Entomology* 31, 142- 148.
- Gripenberg, S., Mayhew, P.J., Parnell, M. & Roslin, T.** (2010) A metaanalysis of preference-performance relationships in phytophagous insects. *Ecology Letters* 13: 383–393.
- Irannejad-Parizi, L., Zahiri, B., Babolhavaeji, H., Khanjani, M. & Shararbar, H.** (2015) Evaluation of twelve tomato cultivars for resistance to tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae). *Plant Pest Research* 5: 49-61. (In Farsi with English summary).
- Kennedy, J. S.** (1965) Mechanisms of host plant selection. *Annals of Applied Biology* 56, 317-322.
- Lietti, M. M., Botto, E. & Alzogaray, R. A.** (2005) Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 34, 113-119.

- Mitchell, R.** (1981) Insect behavior, resource exploitation and fitness. *Annual Review of Entomology* 26, 373–396.
- Pereyra, P.C., & Sánchez, 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.
- Ramaswamy, S. B., Ma, W. K. & Baker, G. T.** (1987) Sensory cues and receptors for oviposition by *Heliothis virescens*. *Entomologia experimentalis et applicata* 43, 159-168.
- Seyyedi-Sahebari, F.** (2007) Evaluation of reaction of alfalfa ecotypes to alfalfa weevil, *Hypera postica* Gyll. (Coleoptera: Curculionidae). *Iranian Plant Protection Research Institute* 60 pp. (In Farsi).
- Siqueira, H. A. A., Guedes, R. N. C., Fragoso, D. B. & Magalhães, L. C.** (2001) Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *International Journal of Pest Management* 47, 247-251.
- Solhi, N., Fathi, A. A., Golizadeh, A. & Hassanpour, M.** (2014) Effect of five tomato cultivars on life history parameters of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). in *Proceedings of 21th Iranian Plant Protection congress*. p. 426, 24-27 August, Orumieh, Iran. (in Farsi).
- SPSS Inc. Released** (2007) *SPSS for Windows*, Version 16.0. Chicago, SPSS Inc.
- 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.
- Zahiri, B., Moharramipour, S., Talebi, A. A. & Fathipour, Y.** (2004) Antixenosis resistance of bean varieties to leafminer *Liriomyza sativae* (Dip.: Agromyzidae) in growth chamber. *Journal of Entomological Society of Iran* 23, 59-75. (In Farsi with English summary).
- Zahiri, B., Moharramipour, S., Talebi, A. A. & Fathipour, Y.** (2006) Antibiosis resistance of six varieties of been to leafminer *Liriomyza sativae* (Dip.: Agromyzidae) in growth chamber. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 36, 1445-1454. (in Farsi with English summary).