Journal of Entomological Society of Iran
https://jesi.areeo.ac.ir
Entomological Society of Iran 202x, 42 (x), 1–10
Research Article
https://doi.org.10.52547/jesi.xxxx
pISSN: 0259-xxxxx
eISSN: 2783-xxxxx
OPEN ACCESS

ترجیح تخم ریزی شب پره مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Lep:Gelechiidae) روی ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی

آذین قاسم یگانه [۱]، ارسلان جمشیدنیا[۱]، رضا صادقی [۱]، محمود لطفی [۲]

۱- گروه حشره شناسی و بیماری های گیاهی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

99azinyeganeh@gmail.com https://orcid.org/0009-0003-5813-8918
jamshidnia@ut.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-8004-6249
rsadeghi@ut.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-3330-1566
mlotfi@ut.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-2961-2898

چکیده: شب پره مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick (Lep: Gelechiidae) یکی از مهم ترین آفات گوجه فرنگی در ایران می باشد. با توجه به شیوع گسترده آفت در کشور، اجرای روش مدیریتی موثر برای کنترل آن ضرورت دارد. خسارت بالای آفت به محصول گوجه فرنگی باعث شده استفاده از سموم شیمیایی به عنوان روشی سریع در کنترل این آفت بین کشاورزان رواج یابد و در نتیجه به جای کنترل موثر باعث طغیان و بروز مقاومت در شب پره مینوز گوجه فرنگی شده است. کشت ارقام مقاوم به آفات کشاورزی از مهم ترین راهکار های تولید مقرون به صرفه فرآورده های سالم و کاهش مصرف آفت کش ها است. در این پژوهش ترجیح تخم ریزی *T.absoluta* روی ۱۵ ژنوتیپ مختلف گوجه فرنگی حاصل از هیبریداسیون (دورگ گیری) دو رقم تجاری ساخیا و اشکول، با آزمون انتخابی در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. در ژنوتیپ های مورد مطالعه تراکم تریکوم و میزان کلروفیل نیز تعیین گردید. نتایج نشان داد که بیشترین میزان تخم ریزی در ژنوتیپ های اشکول (۲) ۲-۵۲ ، ساخیا (۳) ۲-۹و ساخیا (۳) ۲-۸ و کمترین میزان تخم ریزی در ژنوتیپ های اشکول (۲) ۷-۵۲ و اشکول (۲) ۴-۵۲ مشاهده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد در ژنوتیپ هایی که میزان تخم ریزی بالا بود تریکوم ها تراکم کم و در ژنوتیپ هایی که میزان تخم ریزی روی آن ها پایین بود تریکوم های برگی تراکم بالایی داشتند. اما میزان کلروفیل در ژنوتیپ اشکول (۲) ۲-۵۲ که بیشترین تخم ریزی را داشته بالا ولی در ساخیا (۳) ۲-۹و ساخیا (۳) ۲-۸ با وجود تخم ریزی نسبتاً بالا میزان کلروفیل پایین بود. میزان کلروفیل در ژنوتیپ های اشکول (۲) ۷-۵۲ و اشکول (۲) ۴-۵۲ که تخم ریزی کمی داشتند نسبتاً پایین بود.

واژه‌های کلیدی: تریکوم، کلروفیل، ژنوتیپ های گوجه فرنگی

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۲
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴
دبیر تخصصی: حسین مددی

Citation: Ghasem Yeganeh, A., Jamshidnia, A., Sadeghi, R., Lotfi, M. (202x) Oviposition preference of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lep: Gelechiidae) on different tomato genotypes. *J. Entomol. Soc. Iran*, x (x), x–x.

مقدمه

گوجه فرنگی یکی از محصولات مهم کشاورزی در ایران است. که کشت آن در گلخانه و مزارع رواج دارد (Ashtari *et al.*, 2020). امروزه کشت گوجه فرنگی در سراسر جهان گسترش یافته و از نظر اقتصادی در شمار مهم ترین محصولات صیفی و سبزی محسوب می شود (Bergougnoux, 2013). بید گوجه فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick یکی از مهم ترین آفات گوجه فرنگی است که خسارت زیادی به این محصول وارد می کند. این آفت جزو آفات کلیدی گوجه فرنگی و بومی آمریکای جنوبی می باشد (Siqueira *et al.*, 2001). میزبان اصلی این شب پره گوجه فرنگی است، ولی می تواند روی سایر گیاهان تیره بادمجانیان نظیر سیب زمینی، بادمجان و علف های هرزی چون داتوره و تاجریزی تخم گذاری کند (Desneux *et al.*, 2010). این آفت اولین بار در سال ۱۳۸۹ از استان آذربایجان غربی گزارش و به تدریج در بیشتر نقاط کشور پراکنده شد (Cheraghian & Emamzadeh, 2013). شب پره مینوز گوجه فرنگی آفتی چند نسلی با

Corresponding author: Arsalan Jamshidnia(E-mail: jamshidnia@ut.ac.ir)
© 202x by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

پتانسیل تولید مثلی بالا و دوره زندگی کوتاه می باشد(Desneux *et al*., 2010). بید گوجه فرنگی توان تولید مثل بالایی دارد و بسته به شرایط محیطی قادر است تا ۱۲ نسل در سال داشته باشد و بدون زمستان گذرانی به رشد و نمو خود ادامه دهد (Salek Ebrahimi & Gharekhani, 2014).

این آفت به تمام اندام های گیاهی مانند برگ، میوه و ساقه و در تمام مراحل رشد گیاه خسارت می زند. بیشترین علایم مشخص آن، دالان های لکه تاولی روی برگ ها می باشد (Desneux *et al*., 2010). اگر غذا و شرایط آب و هوایی مساعد باشد لارو ها تقریباً به طور مداوم تغذیه می کنند و به طور کلی وارد دیاپوز نمی شوند. در شرایط مناسب آب و هوایی و در صورت عدم اجرای برنامه های مدیریتی مناسب، خسارت این آفت می تواند منجر به نابودی ۹۰ درصد محصول در شرایط مزرعه و گلخانه شود (Garzia *et al*., 2011). خسارت بالای این آفت در مناطق عمده کشت گوجه فرنگی منجر به استفاده بی رویه کشاورزان از سموم شیمیایی شده که همین مسأله می تواند پیامدهای ناگوار متعددی از جمله ظهور بیوتیپ های مقاوم نسبت به سموم شیمیایی، بالارفتن باقی مانده سموم شیمیایی در محصول تولید شده، از بین رفتن دشمنان طبیعی، تهدید سلامتی انسان و غیره را به دنبال داشته باشد (Lietti *et al*., 2002).

استفاده از گیاهان مقاوم، یکی از روش های کنترل آفات می باشد. پی بردن به عوامل ایجاد مقاومت در گیاه از اهمیت ویژه ای در معرفی ارقام مقاوم و نیمه مقاوم دارد. کشت ارقام مقاوم به آفات کشاورزی از مهم ترین راهکار های تولید مقرون به صرفه فرآورده های سالم و کاهش مصرف آفت کش ها است. کاربرد ارقام گیاهی مقاوم در برنامه های مدیریتی آفات ، دورنمای امید بخشی را در کاهش استفاده از حشره کش ها علیه شب پره مینوز گوجه فرنگی گشوده است (Maluf *et al*., 2010). هر چند کاهش تنوع ژنتیکی در طول اهلی شدن گوجه فرنگی باعث نبود ژن های کنترل کننده تولید مواد شیمیایی ثانویه در سیستم دفاعی گیاه شده است و تاکنون هیچ رقم اهلی گوجه فرنگی کاملاً مقاوم به این آفت شناسایی نشده است (Oliveira *et al*., 2009).

رفتار انتخاب میزبان برای تخم گذاری حشرات گیاه خوار تا حدودی به ویژگی هایی مانند سن برگ، شکل برگ، ارتفاع گیاه، مواد فرار، شهد گیاه و مواد شیمیایی سطح برگ گیاه ارتباط دارد (Ramaswamy *et al*., 1987) همچنین نرخ تخم گذاری به عنوان شاخصی برای سنجش کیفیت گیاه میزبان در نظرگرفته می شود (Awmack and Leather, 2002). تیپ وحشی گوجه فرنگی *Laycopersicon hirsutum f. tyicum* با طولانی کردن دوره لاروی و افزایش مرگ و میر آنها در مقایسه با L. escolentum که یک رقم اهلی است مقاومت بیشتری دارد که این نشان دهنده وجود آنتی بیوز در ارقام وحشی است Ecole *et al*.,2000).

شب پره های ماده با پی بردن به کم ترین تغییرات در مواد فرار برگ ارقام مختلف گوجه فرنگی میزبان مناسب را برای تخم گذاری و تغذیه لارو ها انتخاب می کنند. تراکم تریکوم در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی نیز نقش مؤثری در تخم گذاری و زنده مانی این شب پره دارد (Oliveira *et al*., 2012). در گیاه گوجه فرنگی ۸ نوع تریکوم در دو گروه تریکوم‌های غده‌ای (تریکوم‌های نوع I، IV، VI و VII) و تریکوم‌های غیر غده‌ای (تریکوم‌های نوع II، III، V و VIII) وجود دارد (Zhang et al., 2020) .ترجیح یا عدم ترجیح حشره ماده برای تخم گذاری تحت تاثیر تنوع و نسبت این مواد فرار در ارقام مختلف گوجه فرنگی است که به فعالیت متابولیک گیاه و نیز تفاوت در نوع تریکوم های روی برگ ارتباط دارند (kang *et al*., 2010). تریکوم‌های غده‌ای نقش مهمی در دفاع گیاهان میزبان مقابل رفتار گیاه خواران دارند اما با این حال در برخی از ژنوتیپ ها با وجود تراکم انواع تریکوم ها و ترکیبات دفاعی آن ها حساسیت بالایی به *T.absoluta* وجود دارد (Bitew , 2018). تراکم بالای تریکوم ها روی تخم گذاری ، تغذیه لارو ها و آنتی بیوز و کشندگی شب پره مینوز گوجه فرنگی تاثیر بسزایی دارد . مواد فرار حاصل از این تریکوم ها در ترکیبات دفاعی گیاهان در مقابل حشرات آفت و اثرات دشمنان طبیعی تاثیر دارد (Biondi et al., 2018). در مطالعه (Sridhar et al. 2019) در زمینه تاثیر تراکم تریکوم و ویژگی های بیوشیمیایی مقاومت در ۲۱ ژنوتیپ مختلف گوجه فرنگی در برابر T.absoluta نتایج نشان داد در ژنوتیپ هایی که به طور کلی تریکوم غده‌ای و تریکوم های نوع IV،I و VII داشتند، درصد لارو در گیاه، درصد خسارت و فعالیت شب پره های بالغ با تراکم تریکوم‌ها همبستگی منفی نشان دادند.

تفاوت در حساسیت ارقام مقاوم گوجه فرنگی ممکن است به علت گوناگون بودن شرایط آزمایشی در مزرعه یا گلخانه باشد (Shahbaz *et al*., 2017). عملکرد تغذیه ای لارو شب پره مینوز گوجه فرنگی در ارقام با سطوح مقاومتی مختلف متفاوت است. لارو های که از ارقام مقاوم تغذیه کردند کمترین وزن را داشتند در حالی که لاروی های که روی ارقام حساس پرورش یافتند بیشترین وزن را به ثبت رساندند. همچنین مقاومت گیاه میزبان بر فیزیولوژی آفت تاثیر بسزایی داشت به طوری که بیشترین فعالیت پروتئولیتیک و آمیلولیتیک در لارو هایی که از ارقام مقاوم تغذیه کردند دیده شد، در حالی که لارو های رشد کرده روی ارقام حساس کمترین فعالیت آنزیمی را برای لارو های سن سوم و چهارم داشتند. در نتیجه سطوح مختلف مقاومت در ارقام گوجه فرنگی نسبت به آسیب ناشی از آفت شب پره مینوز گوجه فرنگی وجود دارد، ارقام با تراکم تریکوم برگی نسبت به آفت مقاومت بالایی دارند و می توانند گزینه مناسبی برای استفاده در مدیریت تلفیقی آفات قرار بگیرند (Azadi *et al*., 2018).

Irannejad-Parizi et al. (2015) با بررسی آنتی زنوز و آنتی بیوز در ۱۲رقم مختلف گوجه فرنگی، دریافتند سه رقم موبیل، ریوگرند و کال جی ان تری از مقاومت نسبی بیشتری به شب پره مینوز گوجه فرنگی برخودار بودند. مرکز جهانی سبزیجات (World Veg) گونه های *Solanum galapagense, S. cheesmaniae* و *S.pimpinellifolium* را به عنوان ارقامی مقاوم در برابر *Bemisis tabaci* و*Tetranychus urticae* معرفی کرد. مقاومت در این ارقام با تراکم بالای تریکوم های نوع IV و عدم وجود یا تراکم کم تریکوم نوع V مرتبط است، مقاومت ارتباط مستقیمی با قند های آسیل و یا سسکوئی ترپن متابولیت های ثانویه دارد. همچنین مقاومت ارقام مقاومی چون *S. galapagense* که در این مطالعه قادر به کاهش قابل توجه تعداد تخم، لارو و شب پره های بالغ تازه ظاهر شده بود، می تواند باعث کاهش جمعیت *T. absoluta* و آسیب میوه شود. یافته ها نشان می دهد که تریکوم های نوع IV گوجه فرنگی ترشح کننده قند های آسیل هستند که با افزایش سن گیاه میزان این ترکیبات افزایش می یابد (Rakha et al., 2017a, b). وجود تراکم بالا از تریکوم روی برگ های گوجه فرنگی مانعی برای تخم ریزی حشرات ماده، تغذیه و حرکت لارو ها می باشد. بنابراین وجود چنین سد دفاعی برای گیاه ارزشمند بوده و افزایش آن باعث آسیب کمتر به گیاه می شود.

JES Accepted MS

نتایج مطالعه روی ترکیبات بیوشیمیایی و مولکولی ارقام حساس و مقاوم به شب پره مینوز گوجه فرنگی نشان داد تمام اجزای بیوشیمیایی رقم مقاوم (رقم ۸۶) در مقایسه بارقم جی اس تغییرات معنی داری داشت(El-Sitiny *et al.*, 2022).

به کارگیری ارقام مقاوم گوجه فرنگی نسبت به آفات به خصوص شب پره مینوز گوجه فرنگی بسیار حائز اهمیت می باشد چراکه یافتن رقمی که بتواند میزان خسارت آفت را تا زیر سطح EIL نگه دارد، استفاده از روش های کنترلی شیمیایی را بسیار کم کرده و به دنبال آن استفاده از روش های غیر شیمیایی را گسترش می دهد. در راستای برنامه اصلاحی گوجه فرنگی و به منظور بررسی مقاومت ارقام و ژنوتیپ‌های جدید در برابر آفات در پژوهش حاضر ارزیابی ترجیح تخم ریزی شب پره مینوز گوجه فرنگی در برخی ژنوتیپ‌های حاصل از دورگ گیری دو رقم ساخیا و اشکول مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان

بذور ژنوتیپ های مورد آزمایش از شرکت ژینو دانه دانش آریا از شرکت‌های وابسته به شرکت سرمایه‌گذاری دانشگاه تهران تهیه شد. ژنوتیپ های حاصل شامل ساخیا(۲) ۶-۹ ، ساخیا(۳) ۹-۹ ، ساخیا(۳) ۲-۹ ، ساخیا(۳) ۷-۸ ، ساخیا(۳) ۱۰-۸ ، ساخیا(۳) ۲-۸ ، ساخیا(۱) ۸-۱۰، ساخیا(۳) ۳-۲۰ ، اشکول(۲) ۷-۵۲ ، اشکول(۲) ۴-۵۲ ، اشکول(۳) ۱-۵۲ ، اشکول(۱) ۵-۵۲ ، اشکول(۱) ۸-۵۲ ، اشکول(۳) ۲-۵۲ ، اشکول(۲) ۲-۵۲ بودند که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. بذور ژنوتیپ های مذکور در سینی نشا حاوی یک چهارم پرلیت و سه چهارم کوکوپیت کشت گردید و هر دو هفته یک بار اقدام به تغذیه با استفاده از کود شیمیایی (NPK) شد. نشا های پرورش یافته در مرحله ۶-۸ برگی به گلدان های پلاستیکی بـه ارتفاع ۱۵ و قطر ۱۸ سانتی متر حاوی خاک، خاک بـرگ و کود کـود حیـوانی در شـرایط گلخانـه (دمـای ۲±۲۷ درجـه ی سلسیوس و رطوبـت نسـبی ۱۵±۶۰) انتقال یافت. در فواصـل زمانی مناسب (هر دو هفته یک بار) نسبت به تغذیه ی آنها بـا کود شیمیایی (NPK) اقدام شد (Faria *et al.*, 2008).

پرورش کلنی آفت

جمعیت اولیه آفت از گلخانه های آلوده در شهرستان پیشوا جمع‌آوری گردید. تعدادی گلدان از رقم سانسید که حساس به مینوز گوجه فرنگی می باشد (Sohrabi *et al.*, 2015). در قفس توری (توری ارگانزا) با ابعاد ۱۰۰×۹۰×۹۰ سانتی متر در اختیار آفت قرار گرفت. بوته های موجود در قفس به صورت روزانه بازدید و در صورت لزوم با بوته های سالم جایگزین شد. دمای گلخانه برای پرورش کلنی ۲ ±۲۷ درجه سلسیوس و برای تغذیه افراد بالغ از اسفنج آغشته به آب و عسل ۱۰٪ استفاده شد.

بررسی میزان تخم ریزی شب پره مینوز گوجه فرنگی در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۵ ژنوتیپ گیاهی در ۴ تکرار با آزمون انتخابی روی بوته های ۴تا۶ برگی انجام شد. یک گلدان از هر ژنوتیپ گوجه فرنگی بصورت تصادفی پیرامون یک دایره و با فاصله ۱۵ سانتی متر از یکدیگر زیر قفس توری به ابعاد ۱/۵×۱/۵×۱/۵ متر قرار داد شد و تعداد ۳۰ جفت شب پره تازه ظاهر شده در زیر قفس توری رها شد (Chegeni *et al.*, 2012). تعداد تخم های گذاشته شده روی ژنوتیپ های مختلف روزانه شمارش و ثبت شد. این آزمایش در شرایط گلخانه در دمای ۲± ۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و دوره نوری طبیعی انجام شد. شمارش تخم ها تا ۴ روز پس از رهاسازی شب پره های بالغ انجام شد.

اندازه گیری تراکم تریکوم برگ در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی

شب پره مینوز گوجه فرنگی پشت برگ را برای تخم گذاری ترجیح می دهد بنابراین از هر ژنوتیپ گیاهی ده برگ به صورت تصادفی انتخاب و تعداد تریکوم در چهار قسمت تصادفی پنج میلی متری روی رگبرگ ها و چهار قسمت تصادفی ده میلی متری بین رگبرگ ها شمارش و میانگین تراکم تریکوم محاسبه شد (Irannejad_Parizi *et al.*, 2015).

JESI Accepted MS

اندازه گیری میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی

تعداد ۲۰ برگ از هر ژنوتیپ به طور تصادفی انتخاب و میزان کلروفیل آن ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه گیری شد(Shararbar *et al*.,2019). محتوای کلروفیل کل برحسب میلی گرم بر گرم بافت برگ از روش آرنون محاسبه شد (Arnon, 1967).

$$Chl.total\ (mg/g) = \frac{[20.2\ (A645)\ +\ 8.02\ (A\ 663)] \times V}{W}$$

در فرمول فوق A جذب نوری نمونه ها، V حجم نهایی استن مصرفی W وزن بافت تر می باشد.

روش های آماری

در این پژوهش به منظور تجزیه واریانس داده های مربوط به میزان تخم ریزی، تراکم تریکوم و میزان کلروفیل در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی از طرح کاملا تصادفی استفاده شد. مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد با نرم افزار آماری SAS 9.2 انجام شد .

نتایج

میزان تخم ریزی شب پره مینوز گوجه فرنگی در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان تخم ریزی مینوز گوجه فرنگی روی ژنوتیپ های مختلف تفاوت معنی داری دارد($F=2.44$ ، $df=14$, $p=0.0119$). بیشترین میانگین تخم ریزی روی ژنوتیپ های اشکول (۲) ۲-۵۲ (۹۸/۵±۱۱/۵)، ساخیا (۳) ۲-۹ (۹۰/۷۵±۵/۵۱) و ساخیا (۳) ۲-۸ (۸۹/۲۵±۴/۷۳) و کمترین میانگین تخم ریزی شب پره ماده روی ژنوتیپ های اشکول (۲) ۷-۵۲ (۴۲/۷۵ ±۵/۹۹) و اشکول (۲) ۴-۵۲ (۵۲/۵±۵/۷۴) مشاهده شد (شکل۱).

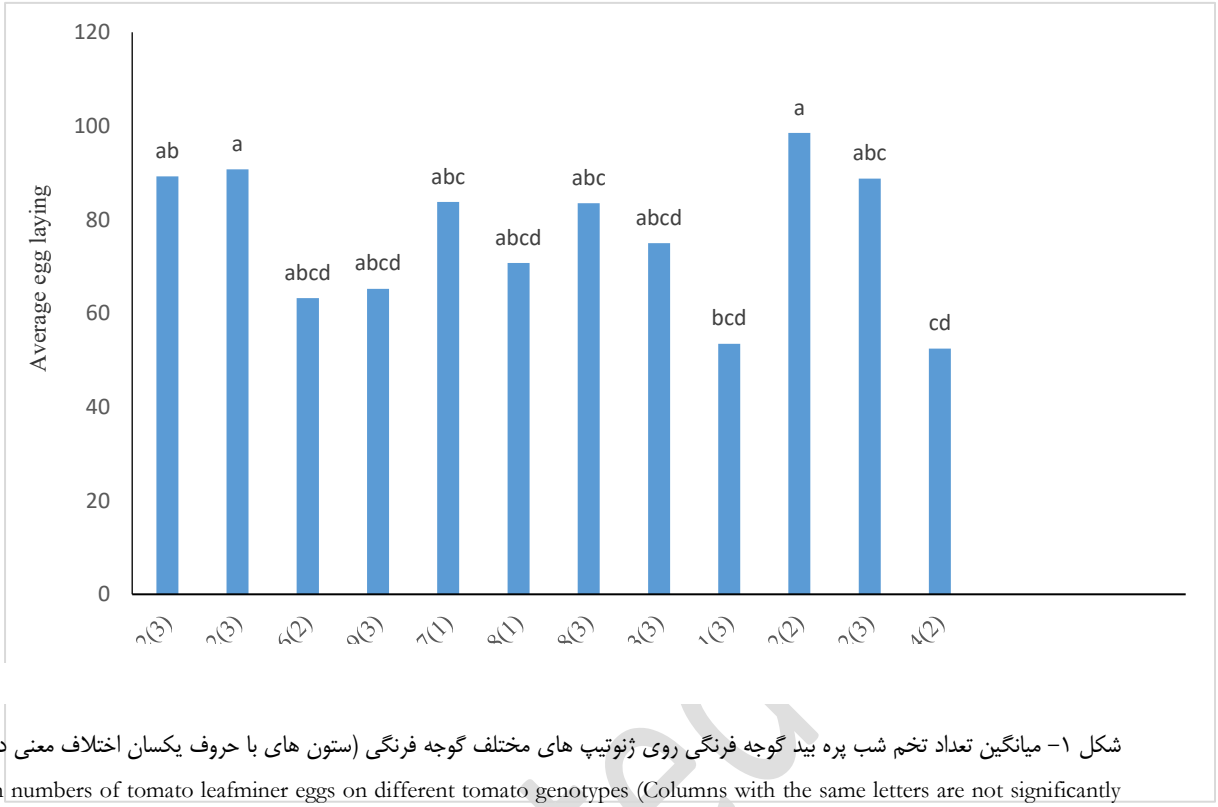
تراکم تریکوم برگ در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تراکم تریکوم در ژنوتیپ های مختلف تفاوت معنی داری وجود دارد ($F=6.55$, $df=14$, $p<0.0001$). مقایسه میانگین نشان داد، ژنوتیپ های اشکول (۱) ۸-۵۲ (۳۱ /۱±۲۴) ، اشکول (۲) ۷-۵۲ (۲۰/۷۵±۰/۷۹) و اشکول (۲) ۴-۵۲ (۲۰/۲۵±۰/۸۶) بیشترین تراکم و ژنوتیپ های ساخیا (۳) ۸-۱۰ (۹/۰±۷۵/۵۹)، ساخیا (۱) ۸-۱۰ (۹/۵±۰/۸۹) و اشکول (۳) ۲-۵۲ (۹/۲۵±۰/۶۴) کمترین تراکم تریکوم را داشتند (شکل۲).

میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی

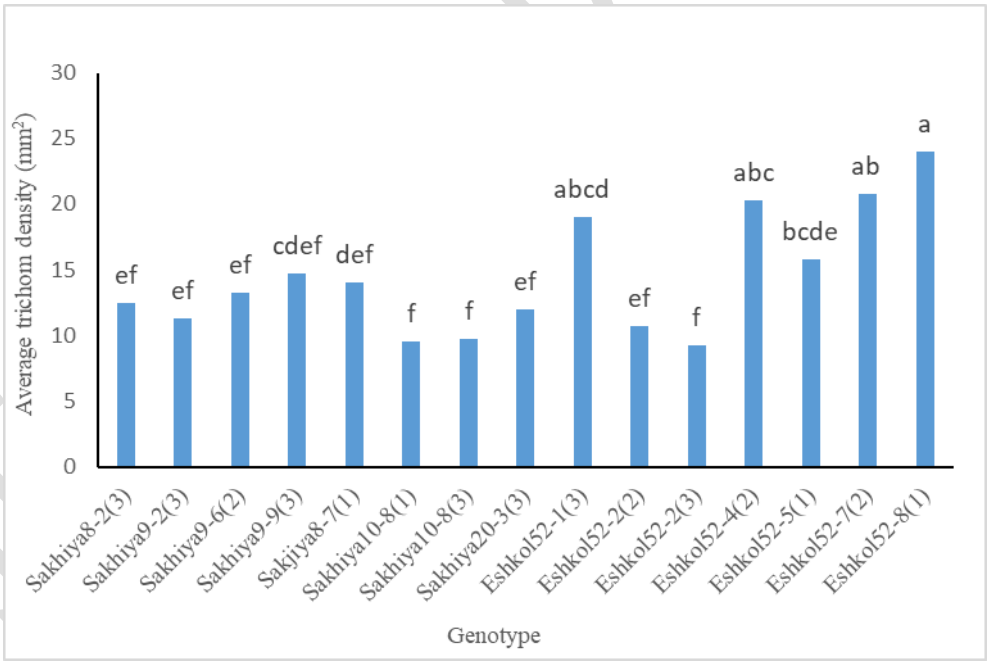
تجزیه واریانس نشان داد که بین میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ ها تفاوت معنی داری وجود دارد ($F=38424$, $df=14$, $p<0.0001$). بیشترین میانگین میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ اشکول (۲) ۲-۵۲ (۰/۷۸۶±۰/۰۰۰۷۸۵)، ساخیا (۳) ۳-۲۰ (۰/۷۶۲±۰/۰۰۰۲۸) و اشکول (۱) ۸-۵۲ (۰/۷۴۷±۰/۰۰۱۶) و کمترین میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ های ساخیا (۱) ۷-۸ (۰/۲۲۴±۰/۰۰۰۴۰۸) ، ساخیا (۳) ۲-۹ (۰/۲۲۷±۰/۰۰۰۴۰۸) و ساخیا (۳) ۲-۸ (۰/۲۲۸±۰) وجود داشت (شکل۳).

Accepted MS



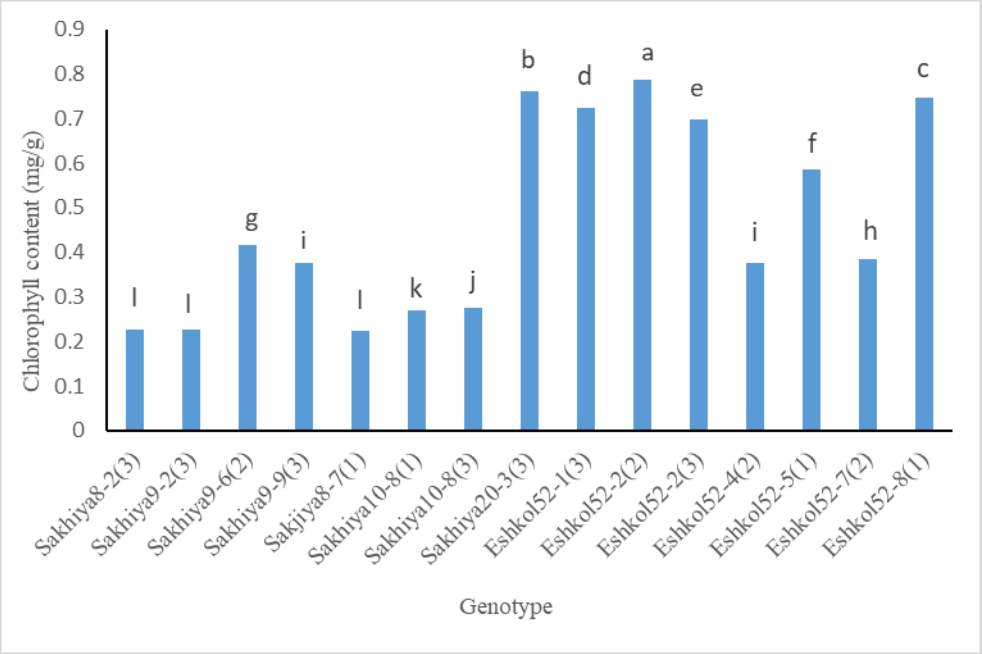
شکل ۱- میانگین تعداد تخم شب پره بید گوجه فرنگی روی ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی (ستون های با حروف یکسان اختلاف معنی داری با هم ندارند)

Fig. 1. The mean numbers of tomato leafminer eggs on different tomato genotypes (Columns with the same letters are not significantly different).



شکل ۲ – میانگین تراکم تریکوم برگ در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی (ستون های با حروف یکسان اختلاف معنی داری با هم ندارند)

Fig. 2. The mean trichome density on leaves of different tomato genotypes (Columns with the same letters are not significantly different).



شکل ۳- میانگین میزان کلروفیل برگ در ژنوتیپ های مختلف گوجه فرنگی (ستون های با حروف یکسان اختلاف معنی داری با هم ندارند)

Fig. 3. The mean leaf chlorophyll content in different tomato genotypes (Columns with the same letters are not significantly different).

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش تراکم تریکوم تاثیر منفی روی ترجیح تخم گذاری شب پره های ماده *T.absoluta* دارد. در ژنوتیپ هایی که دارای تراکم بالای تریکوم بودند، حشره ماده ترجیح کمی برای تخم ریزی داشت. در ژنوتیپ های اشکول (۲) ۷-۵۲ و اشکول (۲) ۴-۵۲ که تراکم تریکوم بالایی داشتند، ترجیح تخم ریزی شب پره ماده پایین بود. در حالی که تراکم تریکوم در ژنوتیپ اشکول (۲) ۲-۵۲ که بیشترین تعداد تخم های گذاشته شده را داشت نسبت به دو ژنوتیپ یاد شده بسیار پایین بود. با وجود اینکه تراکم تریکوم اثر قابل توجهی در ترجیح تخم گذاری شب پره ماده دارد اما در دو ژنوتیپ ساخیا (۲) ۶-۹ و ساخیا (۳) ۹-۹، با وجود تعداد تخم های نسبتاً کم اما تریکوم ها نیز تراکم کمی داشتند. غده های تریکومی نقش مهمی در دفاع گیاهان میزبان مقابل رفتار گیاه خواران دارند اما با این حال در برخی از ژنوتیپ ها با وجود تراکم انواع کرک ها و ترکیبات دفاعی آن ها حساسیت بالایی به *T.absoluta* وجود دارد(Bitew,2018). نوع و تراکم تریکوم روی میزان تخم گذاری و تراکم جمعیت شب پره *T.absoluta* تاثیر دارد به طوری که در ارقام کال ان جی تری و موبیل (Cal J N3 و Mobil) که کمترین تریکوم را روی برگ و رگبرگ داشتند بیشترین تخم ریزی روی آن ها مشاهده گردید (Javadi Khederi *et al.*,2014). وجود تریکوم های غده ای در ژنوتیپ LA 716 و PI 134417باعث کاهش درصد تراکم و خسارت دالان های لاروی روی برگ و فعالیت کمتر شب پره ماده شد (ALY, 2023). نتایج مطالعه Sridhar *et al.* (2019) نشان داد که ژنوتیپ وحشی *Solanum pennellii* به علت تعداد بالای تریکوم (نوع چهار و پنج) و داشتن مقادیر بیشتری از کل فلاونوئید ها و فنل ها در برابر *T.absoluta* مقاومت بیشتری داشت. ترکیبات موجود در تریکوم نوع IV که در ارقام وحشی بیشتر یافت می شود به خاطر لایه کوتیکولی از جنس لیپید از ورود حشرات گیاه خوار و عوامل بیماری زا به گیاه جلوگیری می کند (Picoaga *et al.*,2003). بنابراین با توجه به نتایج پژوهش های انجام شده و پژوهش حاضر می توان نتیجه گرفت که وجود تریکوم های برگی عاملی مهم در مقاومت گیاه گوجه فرنگی است اما نوع تریکوم شاخص تعیین کننده تر در برابر *T.absoluta* می باشد. بنابراین لازم است نوع تریکوم در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تعیین شود.

میزان کلروفیل در ژنوتیپ اشکول (۲) ۲-۵۲ که بیشترین میانگین تعداد تخم ریزی شب پره ماده را داشت بالا اما در ژنوتیپ های ساخیا (۳) ۲-۹ و ساخیا (۳) ۸-۲ که ترجیح تخم ریزی بالایی داشتند، پایین بود. همچنین در ژنوتیپ های اشکول (۲) ۷-۵۲ و اشکول (۲) ۴-۵۲ که کمترین تخم ریزی را داشتند میزان کلروفیل پایین بود اما در اشکول (۳) ۱-۵۲ که تخم ریزی پایینی داشت میزان کلروفیل بالا بود.

یکی از مهم ترین پارامتر ها در تعیین سرعت فتوسنتز گیاه مقدار کلروفیل است (Mao *et al.*, 2007). بنابراین می توان نتیجه گرفت که غلظت کم کلروفیل به طور مستقیم ظرفیت فتوسنتزی و تولید محصول را محدود می کند (Rostami *et al.*, 2020). کاهش سطح سبز برگ می تواند منجر به کاهش تولیدات گیاهی

شود، با توجه به این مسئله سطح سبز برگ (میزان کلروفیل کل) مهم ترین عامل در کارآیی گیاه می باشد (Huang *et al*., 2017). تراکم آفت، ویژگی های گیاه میزان و فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه به مقدار کلروفیل کل و کاروتنوئید گیاهی بستگی دارد (Golan *et al*.,2015).

در خصوص شب پره *T.absoluta* میزان تغذیه، تخم گذاری و تعداد دالان های لاروی بستگی به محتوی موجود در برگ گوجه فرنگی دارد(Ecole et al.,2000). تفاوت در تعداد دالان های لاروی نشان از تفاوت محتوی غذایی برگ ها در ارقام مختلف گوجه دارد و این موضوع روی ترجیح تخم گذاری شب پره مینوز گوجه فرنگی به شدت تاثیر گذار است (Oliveira *et al*, 2012). تراکم های مختلف *T.absoluta* و میزان تخم ریزی آن ها به محتوی کلروفیل برگ ها بستگی دارد و همچنین تغذیه آفت از برگ ها روی تغییرات کلروفیل و فتوسنتز به شدت موثر است (Rostami *et al*., 2020). مطالعات کمی در خصوص ارتباط بین میزان رنگدانه گیاهی و تراکم شب پره مینوز گوجه فرنگی انجام شده است. با این حال حشرات برگ خوار گیاهانی را ترجیح می دهند که میزان مواد غذایی آن ها در مقایسه با دیگر گیاهان میزبان بیشتر باشد. وجود تعداد بالای دالان‌های لاروی حشرات برگ خوار منجر به کاهش فتوسنتز گیاه شده که این مسئله به نقش میزان رنگدانه های گیاهی به ویژه کلروفیل در ترجیح میزبان گیاهی اشاره دارد (Desneux *et al*., 2010). با توجه به نوع تغذیه *T.absoluta* می توان به این نتیجه رسید که کلروفیل گیاه غذای اصلی این آفت بوده و کاهش سطح آن هنگام تغذیه منجر به تنش زیستی گیاه میزبان می شود (Heng-Moss *et al*., 2003) ، (Golawska *et al*., 2010). تغذیه مگس مینوز صیفی و سبزی *Liriomyza trifolii* به طور قابل توجهی فتوسنتز را در گوجه فرنگی کاهش داد (Johnson *et al*.,1983). تغذیه شته نخود *Acyrthosiphon pisum* باعث کاهش قابل توجه میزان کلروفیل نسبت به گیاهان آسیب ندیده شد (Golawska *et al*., 2010). در این پژوهش نیز بالا بودن میزان کلروفیل منجر به مطلوبیت بیشتر میزبان شده است اما نتایج نشان داد که همیشه بالا بودن کلروفیل نمی تواند باعث ترجیح گیاه میزبان نسبت به دیگر میزبانان شود. بنابراین با توجه به نتایج این مطالعه، افزایش تراکم تریکوم و کاهش میزان کلروفیل نقش آشکاری در مقاومت گوجه فرنگی در برابر *T.absoluta* دارند اما وجود عوامل دیگر آنتی زنوزی و آنتی بیوزی گیاه نیز تاثیر بسیار مهم و غیر قابل انکار در مقاومت به آفت مذکور دارد.

سپاسگزاری

از حمایت‌های مالی و امکانات فراهم شده توسط دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران قدردانی می‌شود.

JESI Accepted MS

REFERENCES

Aly, M. F. K. (2023) The Role of Trichomes Type and Density in The Resistance Mechanism of Some Tomato Varieties to Tomato Leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *New Valley Journal of Agriculture Science,* 3(9), 968-988. https://doi.org/10.21608/nvjas.2023.205111.1197.

Ashtari, S., Sabahi, Q. & 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. https://doi.org/10.22034/iuvs.2020.125738.1094.

Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal,* 23,112-121.

Awmack, C. S. & Leather S. R. (2002) Host plant quality and fecundity in herbivorousinsects. *Annual Review of Entomology,* 47, 817-844. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145300.

Azadi, F., Rajabpour, A., Lotfi Jalal Abadi, A., & Mahjoub, M. (2018). Resistance of tomato cultivars to *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) under field condition, *Journal of Crop Protection*, 7 (1), 87-92.

Bergougnoux, V. (2013).The history of tomato: From domestication to biopharming. *Journal of Biotechnology Advances* JBA-06761, No of Pages 20. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003.

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

Bitew, MK. (2018). Significant role of wild genotypes of tomato trichomes for *Tuta absoluta* resistance. *Journal of Plant Genetics and Breeding*, 2, 104.

Chegeni, E., Fathipour, Y., & Moharamipour, S. (2012). Oviposition preference of *Helicoverpa armigera* on 10 canola cultivars under laboratory and semi-field conditions. *Applied Entomology and Phytopathology,* 81, 97-108. (In Farsi with English summary).

Cheraghian, A. & Javadi Emamzadeh, P. (2013) First report of the tomato leaf miner, Tuta absoluta (Lep.: Gelechiidae), from Iran, Journal of Entomological Society of Iran, 33(3),87-88.

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., & Pizzol, J. (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. http://dx.doi.org/10.1007/s10340-010-0321-6.

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 da Sociedade Entomológica da Brasil,* 29, 327–337

El-Sitiny, M. F. A., Omar, H. M., El-Shehawi, A. M., Elseehy, M. M., El-Tahan, A. M., El-Saadony, M. T., & Selem, G. Sh. (2022). Biochemical and molecular diagnosis of tomato cultivars susceptible and resistant to *Tuta absoluta* (Meyrick) infestation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29, 2904-2910. http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.024.

Faria, C.A., Torres, J.B., Fern&es, A.M.V. & Farias, A.M.I. (2008). Parasitism of Tuta absoluta in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density & plant structures. *Ciência Rural*, 38(6), 1504-1509. https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000600002.

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* (tomto borer) proceeding. Agadir, Morocco, 16-08-2011 November. http://dx.doi.org/10.1111/epp.2556.

Golan, K., Rubinowska, K., Kmieć, K., Kot, I., Górska-Drabik, E., Łagowska, B., & Michalek, W. (2015). Impact of scale insect infestation on the content of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence in two host plant species. *Arthropod-Plant Interactions*, 9(1), 55–65. http://dx.doi.org/10.1007/s11829-014-9339-7.

Goławska, S., Krzyżanowski, R., & Łukasik, I. (2010). Relationship between aphid infestation and chlorophyll content in Fabaceae species. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 52(2), 76-80, https://doi.org/10.2478/v10182-010-0026-4.

Heng-Moss, T. M., Ni, X., Macedo, T., Markwell, J. P., Baxendale, F. P., Quisenberry, S. S., & Tolmay, V. (2003).Comparison of chlorophyll and carotenoid concentrations among Russian wheat aphid (Homoptera:Aphididae) infested wheat isolines. *Journal of Economic Entomology*, 96(2), 475-481. https://doi.org/10.1093/jee/96.2.475.

Huang, S., Gao, Y., Li, Y., Xu, L., Tao, H., & Wang, P. (2017). Influence of plant architecture on maize physiology and yield in the Heilonggang River valley. *The Crop Journal*, 5(1), 52–62. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.018.

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).

Javadi Khederi, S., Khanjani, M., Ahmad Hosseini, M., Demolin Leite, G., & Jafari, M. (2014) Role of different trichome style in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* genotypes to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Eocologica Mntenegrina*, 1(1), 55-63. http://dx.doi.org/10.37828/em.2014.1.8.

Johnson, M. W., Welter, S. C., Toscano, N. C., Ting, P., & Trumble, J. T. (1983). Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Economic Entomology,* 76(5), 1061–1063. https://doi.org/10.1093/jee/76.5.1061.

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. http://dx.doi.org/10.1104/pp.110.160192.

Lietti, M. M., Botto, E. & Alzogaray, R. A. (2002). Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera:Gelechiidae).*Neotropica Entomology,* 34, 113-119.

http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000 100016.

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*

JESI Accepted MS

in high acylsugar and/or high zingiberene tomato genotypes. *Euphytica*, 10, 234-238. http://dx.doi.org/10.1007/s10681-010-0234-8.

Mao, L. Z., Lu, H. F., Wang, Q., & Cai, M. M. (2007). Comparative photosynthesis characteristics of Calycanthus chinensis and Chimonanthus praecox. *Photosynthetica*, 45(4), 601–605. http://dx.doi.org/10.1007/s11099-007-0103-4.

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. http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.07.012.

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. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000100006.

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. http://dx.doi.org/10.1603/0022- 0493-96.1.143.

Rakha, M., Hanson, P., & Ramasamy, S. (2017a). Identification of resistance to *Bemisia tabaci* (Genn.) in closely related wild relatives of cultivated tomato based on trichome type analysis and choice and no-choice assays. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64, 247–260. https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-015-0347-y.

Rakha, M., Bouba, N., Ramasamy, S., Regnard, J., & Hanson, P. (2017b). Evaluation of wild tomato accessions (Solanum spp.) for resistance to two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Koch) based on trichome type and acylsugar content. *Genetic Resources and Crop Evolutlution*, 64, 1011–1022. https://doi.org/10.1007/s10722-016-0421-0.

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.

Rostami, E. Madadi, H. Abbasipour, H. Allahyari, H. Cuthbertson, A. G. S. (2020). Pest density influences on tomato pigment contents: the South American tomato pinworm Scenario, *Entomologia Generalis*, 40 (2), 195–205. http://dx.doi.org/10.1127/entomologia/2020/0788.

Salek-Ebrahimi, H. & Gharekhani, G. 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. http://dx.doi.org/10.1080/03235408.2013.811800.

Shahbaz, M., Noorighanbalani, G. & Naseri, B. (2017). Comparative damage and digestive enzyme activity of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on 12 tomato cultivars. *Entomological Research*, http://dx.doi.org/10.1111/1748-5967.12271.

Shararbar, H., Zahiri, B., Khanjani, M., Babolhavaeji, H., Irannejad-Parizi, L. (2019). Diverse range of fitnesses by ovipositing and feeding on fifteen eggplant genotypes in tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) *Journal of Entomological Society of Iran*, 39(3), 325-341. Doi:10.22117/jesi.2020.127418.1332.

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. http://dx.doi.org/10.1080/09670870110044634.

Sridhar, V., Sadashiva, A. T., Rao, V. K., Swathi, P., Gadad, H. S. (2019). Trichom and biochemical basis of resistance against *Tuta absoluta* in tomato genotypes. *Plant Genetic Resources*, 1-5. http://dx.doi.org/10.1017/S147926211800062X

Sohrabi, F., Modarresi, M., Hosseini, S. J. (2015). Susceptibility of different developmental stages of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) to different insecticides under laboratory condition. *Plant Protection* (*Scieatific Journal Agriculture*), 38(3), 1-12. https://doi.org/10.22055/ppr.2015.11372.

Zhang, Y., Song, H., Wang, X., Zhou, X., Zhang, K., Chen, X., Liu, J., Han, J., & Wang, A. (2020).The roles of different types of trichomes in tomato resistance to cold, drought, whiteflies, and *Botrytis*. *Agronomy*, 10(3), 411. https://doi.org/10.3390/agronomy10030411

JESI Accepted MS

JESI Accepted MS

Oviposition preference of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lep: Gelechiidae) on different tomato genotypes

Azin Ghasem Yeganeh[1], Arsalan Jamshidnia[1], Reza Sadeghi[1], Mahmoud Lotfi[2]

1- *Department of Entomology and Plant Pathology, College of Agricultural Technology Aburaihan, Tehran University, Tehran, Iran*

2- *Department of Horticulture, College of Agricultural Technology Aburaihan, Tehran University, Tehran, Iran*

✉ 99azinyeganeh@gmail.com *https://orcid.org/0009-0003-5813-8918*
✉ jamshidnia@ut.ac.ir *https://orcid.org/0000-0002-8004-6249*
✉ rsadeghi@ut.ac.ir *https://orcid.org/0000-0003-3330-1566*
✉ mlotfi@ut.ac.ir *https://orcid.org/ 0000-0003-2961-2898*

Article History
Received: x02 January 2024 | *Accepted:* 13 May 2024 | Subject Editor: Hossein Madadi

Abstract
Tomato leafminer *Tuta absoluta* Meyrick (Lep: Gelechiidae) is one of the most important pests affecting tomato cultivation in Iran. Given its wide spread disteribution, it becomes necessary to apply an effective management method. The high damage inflicted by this pest on tomato crops has historically led farmers to use chemical pesticides for quick control, resulting, in pesticide overuse and the development of resistance, rather than effective control against the tomato leafminer. Planting resistant cultivars to agricultural pests considered as one of the most important strategies for cost-effective production of healthy products and reduction of pesticide consumption. This study

investingates the egg-laying preferences of *T.absoluta* on 15 different tomato genotypes resulting from the hybridization (crossing) of two commercial cultivars, Sakhiya and Eshkol, using a free choice test under greenhouse conditions. Additionally, trichome density and chlorophyll content were assessed in the studied genotypes. The results revealed that Eshkol 52-2 (2), Sakhiya 9-2 (3) and Sakhiya 8-2 (3) exhibited the highest rates of egg laying, while Eshkol 52-7(2) and Eshkol 52-4 (2) showed the lowest. Furthermore, the genotypes with higher egg-laying rates were associated with lower trichome density. However, the chlorophyll content in Eshkol 52-2 (2), which had the most egg-laying rate, was notably high. Conversely, Sakhiya 9-2 (3) and Sakhiya 8-2(3), which also demonstrated relatively high egg-laying rates, exhibited lower chlorophyll content. The chlorophyll content in the genotypes Eshkol 52-7 (2) and Eshkol 52-4 (2), was relatively low but also the egg-laying rate was low.
Key words: trichome, chlorophyll, tomato genotypes.

Corresponding Author: Arsalan Jamshidnia (Email: jamshidnia@ut.ac.ir)

***Citation*:** Citation: Ghasem Yeganeh, A., Jamshidnia, A., Sadeghi, R., Lotfi, M. (202x) Oviposition preference of tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lep: Gelechiidae) on different tomato genotypes. J. Entomol. Soc. Iran, x (x), x–x.

JESI Accepted MS