آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۹، شماره ۲، اسفند ۱۴۰۰
Applied Entomology and Phytopathology
Vol. 89, No. 2, March 2022
DOI: 10.22092/JAEP.2021.356075.1415

مقاله پژوهشی

# تفاوت‌های رفتاری و فیزیولوژیک کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* روی برگ رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی

علی‌اصغر احمدی[۱]، محمد خانجانی[۲]، بابک ظهیری[۳]✉

۱، ۲، ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استاد، استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ایران

(تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۰؛ تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۰)

**چکیده**

اصلاح و کاربرد رقم‌های مقاوم گوجه‌فرنگی به کنه تارتن دولکه‌ای که از مهم‌ترین آفات آن در مزرعه و گلخانه به‌شمار می‌رود، مستلزم شناخت کافی از عوامل تأثیرگذار گیاه در کاهش برازندگی آفت و همچنین شناخت توانایی گیاه در ترمیم آسیب وارده می‌باشد. بنابراین تشخیص و پذیرش میزبانی کنه، شایستگی میزبانی گیاه و واکنش‌های آن به آسیب وارد آمده با ارزیابی پاسخ‌های رفتاری و فیزیولوژیک کنه و سنجش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ده رقم گوجه‌فرنگی در شرایط اتاق پرورش مورد بررسی قرار گرفتند. تفاوت‌های معنی‌داری در میزان استقرار کنه در نتایج آزمون انتخاب آزاد و نیز در میزان تخم‌گذاری و رشد جمعیت کنه در نتایج آزمون انتخاب غیرآزاد روی رقم‌های گوجه‌فرنگی دیده شد که بیانگر وجود درجه‌هایی از سازوکارهای مقاومتی آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز به ویژه در رقم‌های Super-Luna و Super-Urbana بود که دارای تراکم بالاتری از کرک‌های غده‌ای نوع IV و VI نیز بودند. غلظت فنل برگ در رقم‌های Cal-JN3 و Super-Urbana پس از آسیب وارده توسط کنه افزایش معنی‌داری پیدا کرد، همچنین همبستگی منفی معنی‌داری را با تراکم کنه نشان داد. در مجموع رقم‌های Cal-JN3، Super-Luna، Super-Urbana و Comodoro در گروه مقاوم، رقم‌های Super-Chief، Mobil-Royal، Queen-2274 و Primo-Early در گروه بینابین و رقم‌های Chef-Falat و Firenze در گروه حساس جای گرفتند.

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی آسیب، تشخیص و پذیرش میزبانی، شایستگی میزبانی، مقاومت گیاه میزبان

# Behavioral and physiological differences of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* on leaves of different tomato varieties

**A. AHMADI[1], M. KHANJANI[2], B. ZAHIRI[3]✉**

1, 2, 3. MSc Student, Professor, Assistant professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

**Abstract**

Breeding and use of resistant tomato varieties to two-spotted spider mite, which is one of its critical pests in farms and greenhouses, require adequate knowledge of the effective factors of the crop in reducing the fitness of the pest as well as realizing the plant's ability to mitigate the herbivore injury. Therefore, the host recognition and host acceptance of the mite and the host suitability of the plant and its responses to mite injury were assessed in laboratory by evaluating the behavioral and physiological responses of the mite and by measuring the physical and chemical characteristics of ten tomato varieties. Results showed that the mite colonization by using a free-choice test and the oviposition rate and the population growth of the mite by using a no-choice test were significantly different on tomato varieties, indicating some degrees of antixenosis and antibiosis resistance mechanisms especially in Super-Luna and Super-Urbana varieties which also had higher densities of type IV and VI glandular trichomes. Phenol concentration were increased significantly after being injured by the mites in Cal-JN3, and Super-Urbana varieties and it showed significant negative correlations with mite densities. Varieties Cal-JN3, Super-Luna, Super-Urbana and Comodoro were placed in the resistant group, Super-Chief, Mobil-Royal, Queen-2274, and Primo-Early inside the intermediate group and Chef-Falat and Firenze in the sensitive group.

**Keywords:** host plant resistance, host recognition and host acceptance, host suitability, injury assessment

✉ **E–mail: bzahiri@basu.ac.ir**

**©2022, The Author(s). Published by Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).**

**مقدمه**

گوجه‌فرنگی *Solanum lycopersicum* L. (Solanales: Solanaceae) گیاهی علفی و یک‌ساله از تیره بادمجانیان (Solanaceae) است که بومی ارتفاعات آمریکای جنوبی بوده و برای عملکرد بهینه به یک دوره گرمایی طولانی و نور کافی نیاز دارد و بیش‌تر در مناطق گرم و معتدل دنیا کشت می‌شود (Peyvast, 2009). این گیاه از محصولات اقتصادی مهم در بسیاری از نقاط جهان به حساب می‌آید (Bai and Lindhout, 2007). ایران پس از کشورهای چین، هند، ترکیه، آمریکا، مصر و ایتالیا رتبه هفتم تولید و رتبه شصتم عملکرد گوجه‌فرنگی در دنیا را دارد (FAO, 2019).

کنه تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urtica* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae) از مهم‌ترین آفاتی است که گوجه‌فرنگی را در مزرعه و گلخانه مورد حمله قرار می‌دهد (Hussey and Scopes, 1985). این کنه از پلی‌فاژترین گونه‌های گیاه‌خوار شناخته‌شده است که ۱۲۵۰ گونه میزبان از یک‌صد تیره گیاهی در نقاط مختلف جهان برای آن گزارش شده است (Van de Vrie, 1985).

تمرکز زیاد بر کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی در برنامه‌های مدیریتی کنترل خسارت کنه تارتن دولکه‌ای به بروز مقاومت آفت به این ترکیب‌ها و ناپایداری اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی انجامیده است (Helle and Sabelis, 1985; Tsagkarakou *et al*., 2002). مقاومت کنه تارتن دولکه‌ای به بیش از ۸۰ کنه‌کش در ۶۰ کشور گزارش شده است (Miresmailli and Isman 2006). اجرای آبیاری بارانی به‌عنوان یک راهکار زراعی برای نامساعد کردن کُنام (niche، زیست‌خوان) کنه، انتخاب رقم‌های گیاهی مقاوم و کاربرد دشمنان طبیعی از جایگزین‌های پایدار کنترل آفت محسوب می‌شوند (Mansour and Plaut 1979; Maruyama *et al*., 2002) که نقش مهمی در کاهش غلظت و دفعات سم‌پاشی، تندرستی جانداران غیر هدف، کاهش هزینه‌های تولید و بهبود صادرات محصول ایفا می‌نمایند (Khanjani and Khalaghani, 2008; Khanjani and Haddad Irani-Nejad, 2009).

تا کنون مقاومت رقم‌های انجیر (Baradaran *et al*., 2002)، بادمجان (Baradaran-Anaraki *et al*., 2007; Khanamani, 2012)، پنبه (Rabiei *et al*., 2015)، توت‌فرنگی (Dabrowski *et al*., 1971; Luczynski *et al*., 1990; Giménez-Ferrer *et al*., 1994)، خربزه (Mansour *et al*., 1987; Mansour and Karchi, 1990; Edelson, 1991; Scully *et al*., 1991)، خیار (Ponti, 1980)، ذرت (Tadmor *et al*., 1999)، ژربرا (Krips *et al*., 1998)، سویا (Sedaratian *et al*., 2009)، کدوییان (Tulisalo, 1972; Knipping *et al*., 1975)، گل‌داودی و رز (Hosseininia, 2007)، لوبیا (Fathipour *et al*., 2006; Mohammadi *et al*., 2011; Tahmasebi *et al*., 2011) و هلو (Riahi *et al*., 2019) به کنه‌های تارتن مطالعه شده است که نشان از تأثیر معنی‌دار میزبان گیاهی بر آماره‌های زیستی کنه دارد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی چون نوع، تراکم و ترشحات کرک‌ها، نوع، مقدار و تغییرات نسبت عناصر و ترکیب‌های شیمیایی اولیه و ثانویه و سن و مرحله رشدی گیاه از دلیل‌هایی هستند که بر پاسخ‌های زیستی کنه تارتن دولکه‌ای به رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی اثر می‌گذارند (Snyder and Carter, 1984; Kielkiewicz, 1994; Gonçalves *et al*., 1998; Hoffland *et al*., 2000; Maruyama *et al*., 2002; Saeidi, 2006; Saeidi and Mallik, 2012; Vahdani *et al*., 2016). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی زیستگاه و کیفیت تغذیه‌ای گیاه نیز نقش مهمی در تعیین مدت نمو جنین و شمار تخم گذاشته شده توسط کنه تارتن دولکه‌ای دارد (Tomczyk and Kielkiewicz, 2001).

پیشبرد برنامه‌های اصلاحی محصول و تنظیم برنامه‌های جامع مدیریت آفت نیازمند شناسایی سازوکارهای مقاومتی رقم‌های گوجه‌فرنگی به کنه تارتن دو لکه‌ای است. بنابراین در این پژوهش رابطه برخی از عوامل فیزیکی و شیمیایی ده رقم رایج گوجه‌فرنگی با شاخص‌های رفتاری و دموگرافیک کنه تارتن دولکه‌ای برای شناسایی سازوکارهای احتمالی مقاومت رقم‌ها در آزمایشگاه ارزیابی شد.

**روش بررسی**

بذرهای ده رقم گوجه‌فرنگی، *Solanum lycopersicum* L. (Solanales: Solanaceae) شامل Cal-JN3، Chef-Falat، Comodoro، Firenze، Mobil-Royal، Primo-Early، Queen-2274، Super-Chief، Super-Luna و Super-Urbana از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج تهیه شدند. هر نشای دوبرگی از هر رقم در یک گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۱۷ و ارتفاع ۲۳ سانتی‌متر درون مخلوطی مساوی از خاک، ماسه و خاک برگ کاشته شد. گیاهچه‌ها در اتاق رشد با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و مدت نوردهی ۱۶ ساعت در روز تا مرحله شش‌برگی پرورش داده شدند.

کنه‌های تارتن دولکه‌ای از ساقه‌های شیرین‌بیان در مزرعه جدا شدند و شناسایی گونه در آزمایشگاه انجام شد. چون آزمایش‌های مقدماتی نشان داده بودند که کنه تارتن دولکه‌ای ترجیح بالا و رشد جمعیت سریعی روی لوبیای قرمز دارد، کنه‌های جمع‌آوری‌شده به‌مدت سه نسل روی لوبیای قرمز رقم صیاد در گلخانه با دامنه دمایی ۲۲ تا ۳۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۵ تا ۶۵ درصد پرورش داده شدند تا جمعیت کافی برای آزمون‌ها فراهم شود.

تشخیص و پذیرش میزبانی (Host Recognition & Host acceptance) کنه تارتن دولکه‌ای با آزمون انتخاب آزاد (Free-Choice Test) در ده تکرار و با اندکی تغییر به‌روش Diaz-Montano *et al*. (2006) در اتاق پرورش با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و مدت نوردهی ۱۶ ساعت در روز بررسی شد. گلدان‌های دارای گیاهچه‌های شش برگی ده رقم گوجه‌فرنگی در هر تکرار روی دایره‌ای به قطر یک متر گذاشته شدند و برگ انتهایی هر گیاهچه از روزنه‌ای به قطر چهار سانتی‌متر روی صفحه دایره‌ای از جنس کارتن‌پلاست عبور داده شد به‌طوری که برگ‌های ده رقم گوجه‌فرنگی دور دایره‌ای به قطر ۲۵ سانتی‌متر روی صفحه کارتن‌پلاست و با فاصله دو سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. وزن صفحه روی سه عدد پایه مجزا قرار گرفت. ۲۰۰ کنه بالغ ماده هم‌سن در مرکز دایره رهاسازی شدند و صفحه با سلفون از فاصله ۱۵ سانتی‌متری پوشانده شد تا تأثیر عامل‌های خارجی بر رفتار کنه حذف شود. برگ انتهایی هر گیاهچه پس از ۲۴ ساعت جدا شد و کنه‌های مستقر روی آن با کمک استریومیکروسکوپ در آزمایشگاه شمرده شدند.

شایستگی میزبانی (Host Suitability) رقم‌های گوجه‌فرنگی برای کنه تارتن دولکه‌ای با آزمون انتخاب غیرآزاد (No-Choice Test) در ده تکرار در اتاق پرورش با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و مدت نوردهی ۱۶ ساعت در روز مطالعه شد. تخم‌های گذاشته‌شده روی برگ‌های لوبیای درون پتری در اتاق رشد پرورش داده شدند. سپس کنه‌های بالغ ظاهر شده با تفاوت سنی حداکثر ۲۴ ساعت به‌کمک استریومیکروسکوپ با قلم موی سه صفر به آرامی برداشته شده و با نسبت جنسی نُه ماده و سه نر روی هر برگ از بوته‌های شش‌برگی رقم‌های گوجه‌فرنگی قرار داده شدند. این نسبت در همین پژوهش و به‌دلیل جلوگیری از وقفه‌های تخم‌گذاری ناشی از رفتار پلی‌گامی کنه‌های نر که به جفتگیری‌های پی‌درپی می‌انجامد، انتخاب شد. گلدان‌ها زیر قفس‌هایی از جنس مفتول به‌مدت چهار هفته با توری (مش کمتر از ۵۰ میکرون) پوشانده شدند. پس از آن مراحل تخم، لارو، پوره {(پروتو کرایزالس، Protochrysalis)، (پروتونمف، Protonymph)، (دئوتوکریزالیس، Deutochrysalis)، (دئوتونمف، Deutonymph) (تیلوکریزالیس، Teliochrysalis)} و بالغ زیر استریومیکروسکوپ روی برگ‌های جدا شده از هر رقم شمرده شدند.

برگچه‌های انتهایی از سطح بالایی و از سطح یک‌سوم میانی بوته‌های شش تا هشت برگی گوجه‌فرنگی آسیب‌دیده و شاهد به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی برگ و ارزیابی آسیب وارد آمده توسط کنه تارتن دولکه‌ای به‌طور تصادفی

انتخاب شدند. نوع و شمار کرک‌های دو سانتی‌متر مربع وسط سطح زیرین هر برگچه با کمک استریومیکروسکوپ به‌روش Luckwill (1943) ثبت شد. ضخامت برگ‌ها با میکرومتر دیجیتالی مدل میتوتویوال پی ٦٥ با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. مساحت برگ‌ها به‌وسیله پلنی‌متر مدل کویزومی جی‌ای‌پت با دقت ۰/۱ سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. برگ‌های تازه پس از توزین درون آون با دمای ٦۰ درجه سلسیوس به‌مدت سه روز خشک شده و دوباره با ترازوی A04 با دقت ۰/۱ گرم توزین شدند. طول ساقه و تعداد برگ آلوده بوته‌های گوجه‌فرنگی نیز اندازه‌گیری شد.

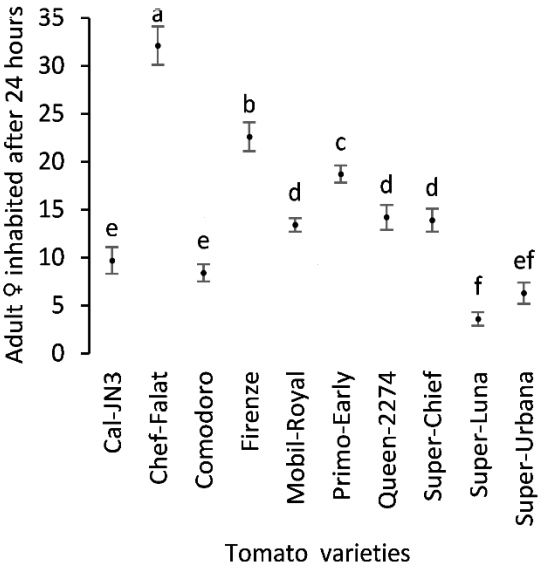
ویژگی‌های شیمیایی برگ رقم‌های گوجه‌فرنگی در شش تکرار بررسی شدند. غلظت کربوهیدرات‌های محلول بافت برگ تازه رقم‌های گوجه‌فرنگی به‌روش Irigoyen *et al.* (1992) با استفاده از معرف آنترون در طول موج ٦۲٥ نانومتر اندازه‌گیری شد. فنل‌های محلول برگ تازه رقم‌های گوجه‌فرنگی آسیب‌دیده و شاهد با متانول ۸٥ درصد استخراج شده و به‌روش Singleton and Rossi (1965) در طول موج ۷٦٥ نانومتر و با استفاده از منحنی به‌دست آمده از استانداردهای اسید گالیک اندازه‌گیری شد.

همه آزمون‌ها بین سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی‌سینا انجام شدند. نرمال بودن داده‌ها به‌روش Kolmogorov-Smirnov و Shapiro-Wilk آزمون شد و داده‌ها در صورت نیاز پس از تبدیل به وارون، ریشه دوم، لگاریتم پایه ده، ریشه دوم وارون و مجذور به‌کمک نرم‌افزار SAS (۲۰۰۳) و SPSS (۲۰۰۷) تجزیه شدند. مقایسه‌های دوتایی با آزمون T و مقایسه‌های چندتایی با آزمون ANOVA انجام شدند. میانگین‌ها در مقایسه‌های چندتایی در صورت وجود تفاوت معنی‌دار با آزمون توکی در سطح احتمال ۰/۰٥ گروه‌بندی شدند. رقم‌های گوجه‌فرنگی با توجه به شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده و به‌روش Ward Jr (1963) خوشه‌بندی شدند.

## نتیجه و بحث

### تشخیص و پذیرش گیاه میزبان

میزان استقرار کنه‌های تارتن دولکه‌ای بالغ روی برگ انتهایی رقم‌های گوجه‌فرنگی پس از ۲٤ ساعت در آزمون انتخاب آزاد، درجات متفاوت معنی‌داری از سازوکار مقاومتی آنتی‌زنوز (Kogan and Ortman, 1978) را در رقم‌های گوجه‌فرنگی به‌نمایش گذاشت ($df = 9, 90$; $F = 45.466$; $P < 0.0001$) (شکل ۱). رقم Chef-Falat میزبان بیش‌ترین تعداد کنه‌های جلب‌شده بود در حالی که رقم‌های Super-Luna و Super-Urbana کم‌ترین تعداد کنه‌های بالغ را میزبانی نمودند (شکل ۱).




**شکل ۱**– میانگین (± SE) شمار کنه تارتن دولکه‌ای استقراریافته روی برگ انتهایی بوته‌های شش‌برگی گوجه‌فرنگی پس از ۲٤ ساعت در آزمون انتخاب آزاد. بر پایه آزمون توکی، میانگین‌ها با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰٥ ندارند.

**Fig. 1.** Average count (± SE) of two-spotted spider mite inhabited on apical leaf of six-leafed tomato varieties after 24 hours in free-choice test. Means followed by the same letter do not differ significantly according to Tukey-HSD test at $p < 0.05$.

چون سازوکار مقاومتی آنتی‌زنوز با اثرگذاری‌های فیزیکی و شیمیایی بر گیاه‌خوار، در مراحل یافتن، تشخیص و پذیرش میزبان گیاهی اختلال ایجاد می‌نماید، در پژوهش حاضر به‌جای استفاده رایج از دیسک برگی که به‌دلیل پژمردگی و تغییر غلظت ترکیب‌های شیمیایی برگ می‌تواند نتایج آزمون را تا اندازه زیادی تحت تأثیر قرار دهد، از بوته‌های شش‌برگی کامل استفاده شد. شعاع و جایگاه قرارگیری برگ‌ها روی صفحه کارتن‌پلاست نیز با توجه به‌اندازه اندام و دامنه حرکتی کنه در آزمون‌های مقدماتی بهینه شد.

هر چند نسبت متابولیت‌های ثانویه فراری مانند دورکننده‌ها (آلومون) به جلب‌کننده‌ها (کایرمون)، طرح کلی (Silhouette)، رنگ، شادابی، سفتی بافت، نوع و ساختار کرک‌ها و خارها، کلفتی لایه مومی و کلفتی اپیدرم از نخستین موانع گیاه در رفتار پذیرش میزبان برای استقرار، تغذیه و تخم‌گذاری گیاه‌خوار محسوب می‌شوند، سازوکار مقاومتی آنتی‌زنوز می‌تواند با ویژگی‌های شیمیایی دیگر گیاه چون محرک‌های چشایی (فنل‌ها، ترپن‌لاکتون‌ها، فلاوونوییدها، کومارین‌ها، آلکالوییدها) و همچنین با ناکافی بودن متابولیت‌های اولیه (آنزیم‌ها، هورمون‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتیین‌ها و ترکیبات فسفردار) در ارتباط باشد که هر یک خود ممکن است در مراحل مختلف رشدی گیاه تغییر نمایند (Panda, 1979; Smith, 1989; Panda and Khush, 1995; Hoffland *et al*., 2000; Smith, 2005). کرک‌های نوع VI و IV به‌ترتیب از متراکم‌ترین کرک‌ها روی برگ تمام رقم‌های مورد آزمایش بودند. تراکم کرک نوع I در رقم Queen-2274 به‌طور معنی‌داری از سایر رقم‌های گوجه‌فرنگی بیش‌تر بود و تفاوتی میان تراکم کرک نوع I در رقم‌های دیگر مشاهده نشد (جدول ۱). کرک‌های نوع II نیز بیش‌ترین تراکم را در رقم Queen-2214 و Super-Chief داشتند و در بقیه رقم‌ها تفاوت معنی‌داری در تراکم کرک نوع II دیده نشد. تراکم کرک نوع III از ٦/٥ (در میلی‌متر مربع) در رقم Cal-JN3 تا ۳ در رقم‌های Primo-Early و Queen-2214 متغیر بود. رقم‌های Super-Luna و Super-Urbana تراکم بالاتری از کرک غده‌ای نوع IV را نسبت به‌سایر رقم‌ها داشتند در حالی که در رقم‌های Chef-Falat، Primo-Early و Firenze تراکم پایین‌تری از آن کرک دیده شد. اگرچه تراکم کرک نوع V در رقم Primo-Early به‌طور معنی‌داری از سایر رقم‌ها کم‌تر بود، تفاوت معنی‌داری در سایر رقم‌ها مشاهده نشد. کرک غده‌ای نوع VI بیش‌ترین تراکم را به‌ترتیب در رقم‌های Super-Urbana و Super-Luna و کم‌ترین تراکم را در رقم‌های Chef-Falat و Firenze نشان داد. کرک نوع VII نیز تراکم‌های متفاوت معنی‌داری میان رقم‌های گوجه‌فرنگی داشت (جدول ۱).

**جدول ۱**- تراکم کرک‌های وسط سطح زیرین برگچه انتهایی بوته‌های شش‌برگی رقم‌های گوجه‌فرنگی.

**Table 1.** Trichome density on the middle underside surface of the apical leaflet of six-leafed tomato varieties.

| Variety | Trichome Count (/mm$^2$) (Mean ± SE) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Type I | Type II | Type III | Type IV | Type V | Type VI | Type VII |
| **Cal-JN3** | $2.5 \pm 0.5^{b}$ | $4.5 \pm 0.6^{c}$ | $6.5 \pm 1.2^{a}$ | $17.0 \pm 1.7^{c}$ | $10.0 \pm 1.2^{a}$ | $13.0 \pm 1.2^{c}$ | $3.7 \pm 0.4^{ab}$ |
| **Chef-Falat** | $3.3 \pm 0.3^{b}$ | $5.3 \pm 0.3^{bc}$ | $3.5 \pm 0.8^{b}$ | $7.5 \pm 0.9^{f}$ | $9.3 \pm 1.6^{a}$ | $5.3 \pm 0.4^{d}$ | $2.3 \pm 0.3^{bc}$ |
| **Comodoro** | $2.7 \pm 0.8^{b}$ | $7.7 \pm 1.3^{bc}$ | $3.2 \pm 0.6^{b}$ | $14.2 \pm 1.1^{cde}$ | $12.7 \pm 1.5^{a}$ | $12.7 \pm 1.6^{c}$ | $3.7 \pm 0.3^{ab}$ |
| **Firenze** | $3.3 \pm 0.3^{b}$ | $6.7 \pm 1.0^{bc}$ | $5.2 \pm 0.7^{ab}$ | $11.5 \pm 1.5^{def}$ | $9.8 \pm 1.4^{a}$ | $8.7 \pm 0.8^{cd}$ | $2.7 \pm 0.4^{abc}$ |
| **Mobil-Royal** | $3.2 \pm 0.5^{b}$ | $3.8 \pm 0.5^{c}$ | $4.5 \pm 0.8^{ab}$ | $14.5 \pm 1.3^{cd}$ | $11.5 \pm 1.4^{a}$ | $14.0 \pm 1.3^{c}$ | $2.5 \pm 0.5^{abc}$ |
| **Primo-Early** | $2.7 \pm 0.8^{b}$ | $7.5 \pm 0.8^{bc}$ | $3.0 \pm 0.7^{b}$ | $10.0 \pm 1.2^{ef}$ | $4.2 \pm 0.8^{b}$ | $13.7 \pm 1.5^{c}$ | $1.5 \pm 0.2^{c}$ |
| **Queen-2274** | $6.2 \pm 0.7^{a}$ | $12.0 \pm 2.8^{a}$ | $3.0 \pm 0.6^{b}$ | $18.2 \pm 0.9^{bc}$ | $12.3 \pm 1.5^{a}$ | $20.0 \pm 2.5^{b}$ | $3.3 \pm 1.1^{ab}$ |
| **Super-Chief** | $3.8 \pm 0.9^{b}$ | $8.8 \pm 1.4^{ab}$ | $5.2 \pm 0.9^{ab}$ | $14.0 \pm 1.3^{cde}$ | $12.2 \pm 1.1^{a}$ | $19.2 \pm 2.8^{b}$ | $4.2 \pm 0.7^{a}$ |
| **Super-Luna** | $2.7 \pm 0.7^{b}$ | $5.8 \pm 0.9^{bc}$ | $4.5 \pm 0.9^{ab}$ | $22.5 \pm 1.5^{a}$ | $11.2 \pm 1.5^{a}$ | $23.7 \pm 2.0^{ab}$ | $4.0 \pm 0.4^{ab}$ |
| **Super-Urbana** | $4.3 \pm 0.4^{b}$ | $5.7 \pm 0.6^{bc}$ | $4.8 \pm 0.7^{ab}$ | $22.0 \pm 2.1^{ab}$ | $9.0 \pm 1.1^{a}$ | $27.3 \pm 1.5^{a}$ | $4.2 \pm 0.3^{a}$ |
| **df =** | 9, 50 | 9, 50 | 9, 50 | 9, 50 | 9, 50 | 9, 50 | 9, 50 |
| **F =** | 3.262 | 3.814 | 2.069 | 12.050 | 3.432 | 15.541 | 3.100 |
| **P ≤** | 0.003 | 0.001 | 0.050 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.005 |

Means within each column followed by the same letter do not differ significantly according to Tukey-HSD test at $p < 0.05$

کرک‌ها متناسب با نوع، طول، تراکم و زاویه‌شان نسبت به‌سطح برگ می‌توانند از جابجایی (Pillemer and Tingey, 1976)، تغذیه (Handley *et al*., 2005)، و تخم‌گذاری (Heinz and Zalom, 1995; Messina and Hanks, 1998) گیاه‌خواران و دشمنان طبیعی آن‌ها جلوگیری کنند. تراکم کرک‌های نوع IV و VI در رقم‌های Super-Urbana و Super-Luna بیش از سایر رقم‌ها بود (جدول ۱) که می‌تواند استقرار کم‌ترین شمار کنه روی آن‌ها را در آزمون انتخاب آزاد توضیح دهد. کرک‌های هفت‌گانه گوجه‌فرنگی دلیل مقاومت به بیست گونه از بندپایان آفت گزارش شده‌اند که در این میان کرک‌های غده‌ای نوع IV و VI از دافعه بیش‌تری برخوردارند (Weston *et al*., 1989; Saeidi, 2006; Saeidi and Mallik, 2012). مطالعه روی دو گونه *L. hirsutum* و *L. glabratum* مشخص کرد که غلظت قابل توجهی از دو نوع متیل‌کتون به نام‌های 2-tridecanone و 2-undecanone در واکوئل‌های سلول‌های نوک کرک ترشحی نوع VI وجود دارند که باعث مقاومت گیاه نسبت به‌بسیاری از آفات از جمله کنه تارتن دولکه‌ای، کرم میوه گوجه‌فرنگی *Helicoverpa armigera* Hübner و کرم شاخدار توتون *Manduca sexta* L. می‌شوند (Luckwill, 1943; Gonçalves *et al*., 1998). بررسی کرک‌های نوع IV و VI در سیب‌زمینی شیرین نیز نشان داد که مواد ترشح‌شده از کرک نوع VI باعث تلفات ۸۰ درصدی لاروهای سوسک کلرادو (*Leptinotarsa decemlineata* Say) و ۷۲ درصدی سفیدبالک(*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) می‌شود (Luckwill, 1943). کرک‌های غده‌ای نوع IV و VI گوجه‌فرنگی به‌خاطر داشتن ترکیب‌های فنلی می‌توانند باعث کاهش تراکم کنه تارتن *T. cinnabarinus* روی سه رقم تجاری گوجه‌فرنگی شوند (Kielkiewicz, 1994). اسید دی‌هیدروفارنسوئیک موجود در کرک‌های غده‌ای گوجه‌فرنگی گونه *L. hirsutum* نیز به‌عنوان عامل بازدارنده تغذیه کنه *T. urticae* معرفی شده است (Dabrowski and Rodriguez, 1971). نتایج تحقیقات Oliveira *et al*. (2018) مشخص کرده است که ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی با تراکم بالای کرک‌های غده‌ای نوع IV و VI که همچنین دارای مقدار بالایی از zingiberene (ZGB) (نوعی sesquiterpene) در شاخ و برگ خود هستند، سازوکارهای آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز را هم‌زمان در مقاومت به کنه تارتن دولکه‌ای نشان می‌دهند. اثرگذاری میزان دسترسی گوجه‌فرنگی به نیتروژن بر تخصیص منابع برای رشد و تولید متابولیت‌های ثانویه و چگونگی تأثیر آن بر رفتار انتخاب میزبان به‌وسیله کنه تارتن دولکه‌ای در پژوهش Hoffland *et al*. (2000) مورد بررسی قرارگرفته و مشخص شده است که رشد نسبی گیاه با افزایش دسترسی به نیتروژن افزایش می‌یابد، اما نسبت کربن به نیتروژن بافتی و تخصیص منابع برای کرک‌های غده‌ای بزرگ (نوع VI)، ترکیب‌های دفاعی (rutin: a bioflavonoid, a phenolic glycoside) و اسید کلروژنیک کاهش یافته و موجب کاهش مواد دورکننده فرار رهاشونده از کرک‌ها و جلب معنی‌دار ماده‌ها شده است.

با وجود تفاوت‌های معنی‌دار در ضخامت برگ رقم‌های گوجه‌فرنگی (جدول ۲)، همبستگی معنی‌داری میان میزان استقرار کنه و ضخامت برگ یافت نشد. تأثیرگذاری ضخامت برگ و موم سطحی برگ میزبان‌های مختلف بر آفات گیاهی در تحقیقات پیشین نشان داده شده است. گرسون Gerson (1992) متوجه شد که کنه‌ها برگ‌های با ضخامت کم انتهایی گیاهان را ترجیح داده و آلوده می‌کنند، همچنین آسیب کنه زنگ (Aceria anthocoptes Nalepa) تنها در پشت برگ‌های علف هرز Cirsium arvense L. اتفاق افتاده است، (Rancic *et al*. 2006)، اما آسیب وارد آمده به برگ‌های جوان به‌مراتب شدیدتر بوده و در هر دو طرف برگ ایجاد می‌شود. به‌نظر می‌رسد ضخامت لایه مومی برگ رابطه معنی‌داری با سازوکار مقاومتی آنتی‌زنوز به کنه داشته باشد که در این پژوهش اندازه‌گیری نشده است.

کربوهیدرات‌ها از مولکول‌های زیستی پلی‌هیدروکسی‌آلدئید یا پلی‌هیدروکسی‌کتون هستند که بر خلاف ترکیب‌های فنلی ممکن است باعث حساسیت گیاهان در برابر آفات شوند (Dhaliwal and Dilawari, 1993). کربوهیدرات میزبان گیاهی همچنین به‌عنوان یک عامل مؤثر در تخم‌گذاری کنه تارتن دولکه‌ای شناخته شده است

(Sablis, 1981). تفاوت‌های معنی‌داری در غلظت کربوهیدرات‌های محلول برگ رقم‌های گوجه‌فرنگی مشاهده شد (جدول ۳). غلظت بالای کربوهیدارت در رقم‌های Chef-Falat و Super-Urbana وجود داشت در حالی که رقم‌های Comodoro و Cal-JN3 دارای پایین‌ترین غلظت کربوهیدرات در برگ بودند که ممکن است دلیل کاهش پذیرش و کاهش رشد جمعیت کنه در رقم‌های Comodoro و Cal-JN3 باشد. اگرچه هم‌بستگی معنی‌داری بین غلظت کربوهیدرات رقم‌های گوجه‌فرنگی و تراکم کنه‌های جلب‌شده در این پژوهش مشاهده نشد، به نقش کربوهیدرات به‌عنوان محرک تغذیه‌ای کنه تارتن دولکه‌ای در پژوهش‌های پیشین اشاره شده است. قندها به‌عنوان محرک تغذیه‌ای کرم میوه *Leucinodes orbonalis* Guen گزارش شده‌اند (Panda and Das, 1975; Dhaliwal & Dilawari, 1993). نتایج Kozlowski (1997) نشان داد که بین میزان کربوهیدرات موجود در برگ آلوده به کنه زنگ سیب و برگ غیرآلوده تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، هرچند Shi and Tomczyk (2001) مشاهده کردند که میزان کربوهیدرات موجود در برگ آلوده توت سیاه به کنه زنگ *Epitrimerus gibbosus* (Nalepa) در مقایسه با گیاه سالم بیشتر است. تخصیص متابولیک گیاه در تولید کربوهیدرات ممکن است درجات پایین سازوکارهای مقاومتی آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز را ببه سبب افزایش توانایی ترمیم آسیب وارد آمده در ژنوتیپ‌های متحمل تا اندازه‌ای توجیه کند.

**جدول ۲**- ضخامت و مساحت برگ بوته‌های شش‌برگی رقم‌های گوجه‌فرنگی پس از چهار هفته آسیب توسط کنه تارتن دولکه‌ای.

**Table 2.** Leaf thickness and leaf area in six-leafed tomato varieties infested by two-spotted spider mite for four weeks.

| Variety | Leaf thickness (mm) (mean ± SE) | Leaf area ($cm^2$) (mean ± SE) | |
|---|---|---|---|
| | | Control | Infested |
| **Cal-JN3** | $0.472 \pm 0.031^{abc}$ | $10.4 \pm 0.9^{ab}$* | 7.4 ± 0.8* |
| **Chef-Falat** | $0.510 \pm 0.035^{ab}$ | $8.7 \pm 0.9^{b}$ | 8.0 ± 0.9 |
| **Comodoro** | $0.547 \pm 0.024^{a}$ | $8.9 \pm 0.7^{b}$** | 6.7 ± 0.4** |
| **Firenze** | $0.496 \pm 0.019^{ab}$ | $11.7 \pm 0.8^{a}$** | 6.7 ± 1.1** |
| **Mobil-Royal** | $0.443 \pm 0.023^{bcd}$ | $10.1 \pm 0.9^{ab}$* | 7.1 ± 1.0* |
| **Primo-Early** | $0.447 \pm 0.024^{bcd}$ | $8.7 \pm 0.9^{b}$ | 8.4 ± 0.8 |
| **Queen-2274** | $0.528 \pm 0.017^{a}$ | $9.4 \pm 0.9^{ab}$ | 7.3 ± 1.0 |
| **Super-Chief** | $0.395 \pm 0.016^{d}$ | $11.8 \pm 0.7^{a}$ | 6.5 ± 0.8 |
| **Super-Luna** | $0.487 \pm 0.030^{abc}$ | $9.9 \pm 0.9^{ab}$** | 6.2 ± 0.8** |
| **Super-Urbana** | $0.411 \pm 0.018^{cd}$ | $5.7 \pm 0.7^{c}$ | 5.2 ± 0.6 |
| **df =** | 9, 90 | 9, 88 | 9, 89 |
| **F =** | 4.129 | 4.239 | 1.215 |
| **P ≤** | 0.001 | 0.001 | 0.296 |

Means within each column followed by the same letter do not differ significantly according to Tukey-HSD test at $p < 0.05$ and means within each row in third and fourth columns followed by one and two asterisks do differ significantly according to T-Test at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

**جدول ۲**- ضخامت و مساحت برگ بوته‌های شش‌برگی رقم‌های گوجه‌فرنگی پس از چهار هفته آسیب توسط کنه تارتن دولکه‌ای.

**Table 2.** Leaf thickness and leaf area in six-leafed tomato varieties infested by two-spotted spider mite for four weeks.

| Variety | Leaf thickness (mm) (mean ± SE) | Leaf area ($cm^2$) (mean ± SE) | |
|---|---|---|---|
| | | Control | Infested |
| **Cal-JN3** | $0.472 \pm 0.031^{abc}$ | $10.4 \pm 0.9^{ab}$* | 7.4 ± 0.8* |
| **Chef-Falat** | $0.510 \pm 0.035^{ab}$ | $8.7 \pm 0.9^{b}$ | 8.0 ± 0.9 |
| **Comodoro** | $0.547 \pm 0.024^{a}$ | $8.9 \pm 0.7^{b}$** | 6.7 ± 0.4** |
| **Firenze** | $0.496 \pm 0.019^{ab}$ | $11.7 \pm 0.8^{a}$** | 6.7 ± 1.1** |
| **Mobil-Royal** | $0.443 \pm 0.023^{bcd}$ | $10.1 \pm 0.9^{ab}$* | 7.1 ± 1.0* |
| **Primo-Early** | $0.447 \pm 0.024^{bcd}$ | $8.7 \pm 0.9^{b}$ | 8.4 ± 0.8 |
| **Queen-2274** | $0.528 \pm 0.017^{a}$ | $9.4 \pm 0.9^{ab}$ | 7.3 ± 1.0 |
| **Super-Chief** | $0.395 \pm 0.016^{d}$ | $11.8 \pm 0.7^{a}$ | 6.5 ± 0.8 |
| **Super-Luna** | $0.487 \pm 0.030^{abc}$ | $9.9 \pm 0.9^{ab}$** | 6.2 ± 0.8** |
| **Super-Urbana** | $0.411 \pm 0.018^{cd}$ | $5.7 \pm 0.7^{c}$ | 5.2 ± 0.6 |
| **df =** | 9, 90 | 9, 88 | 9, 89 |
| **F =** | 4.129 | 4.239 | 1.215 |
| **P ≤** | 0.001 | 0.001 | 0.296 |

Means within each column followed by the same letter do not differ significantly according to Tukey-HSD test at $p < 0.05$ and means within each row in third and fourth columns followed by one and two asterisks do differ significantly according to T-Test at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

**شایستگی گیاه میزبان**

شایستگی میزبان گیاهی در تأمین نیازهای سکونتی و فیزیولوژیک گیاه‌خوار بالغ و نُتاج آن با نبود متابولیت‌های سمی یا غیر قابل هضم مانند لیگنین و سیلیس، نبود آنزیم‌های مهارکننده، نبود واکنش‌های فوق‌حساس و نبود ویژگی‌های نامطلوب ساختمانی گیاه می‌تواند به افزایش جمعیت گیاه‌خوار مستقر منجر شود (Panda, 1979; Smith, 1989; Panda and Khush, 1995; Smith, 2005). پایین بودن شمار افراد تولیدشده کنه تارتن دولکه‌ای در مراحل تخم، لارو، شفیره و بالغ روی رقم‌های Super-Luna، Cal-JN3 و Super-Urbana در آزمون انتخاب غیرآزاد می‌تواند بازتابی از سازوکار مقاومتی آنتی‌بیوز (Painter, 1951) در آن رقم‌ها باشد (جدول ٤). سازوکار مقاومتی آنتی‌بیوز می‌تواند با اثرگذاری انباشتی روی چرخه زیستی آفت در نسل‌های پی در پی موجب بالا رفتن تلفات و مدت نمو مراحل نارس و پایین آمدن زادآوری ماده‌ها شود (Painter, 1951).

چون جدا کردن برگ از بوته مادری یا برش دادن آن منجر به تغییرات فیزیکی و شیمیایی برگ خواهد شد، آزمون شایستگی میزبانی نیز با بوته‌های شش‌برگی کامل رقم‌های گوجه‌فرنگی به‌جای دیسک برگی معمول شروع شد. کنه‌های ماده بیش‌ترین تعداد تخم را روی رقم Firenze و کم‌ترین تخم‌ها را روی رقم‌های Comodoro و Super-Luna گذاشتند. بالاترین تعداد لارو روی رقم Chef-Falat و پایین‌ترین تعداد لارو روی رقم‌های Super-Luna و Cal-JN3 مشاهده شد. بیش‌ترین تعداد پوره‌ها روی رقم‌های Chef-Falat و Queen-2274 و کم‌ترین تعداد روی رقم‌های Cal-JN3، Super-Luna و Super-Urbana شمارش شدند. در حالی که بیش‌ترین تعداد بالغ بر روی رقم‌های Chef-Falat و Firenze وجود داشت، تفاوت آماری معنی‌داری میان تعداد افراد بالغ روی سایر رقم‌ها مشاهده نشد (جدول ٤).

در مجموع رقم‌های Chef-Falat و Firenze با بیش‌ترین و رقم‌های Super-Luna و Cal-JN3 با کم‌ترین شایستگی میزبانی به‌ترتیب ضعیف‌ترین و قوی‌ترین سازوکار مقاومتی آنتی‌بیوز به‌کنه تارتن دولکه‌ای را از خود نشان دادند. چون تفکیک سازوکارهای مقاومتی آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز به آسانی امکان‌پذیر نیست (Smith, 2005; Sedaratian *et al*., 2009)، همبستگی معنی‌دار بین تعداد کنه‌های جلب‌شده به هر رقم در آزمون انتخاب آزاد با تعداد تخم ($r = 0.787, P = 0.007$)، لارو ($r = 0.897, P < 0.001$)، پوره ($r = 0.835, P = 0.003$)، بالغ ($r = 0.885, P < 0.001$) و مجموع مراحل نموی ($r = 0.940, P < 0.001$) کنه تارتن دولکه‌ای در آزمون انتخاب غیرآزاد منطقی به‌نظر می‌رسد.

فنل‌ها ترکیب‌های آروماتیک با گروه هیدروکسل هستند که به‌طور گسترده در سلسله گیاهی یافت می‌شوند. این ترکیب‌ها در تمام بافت‌های گیاهی وجود دارند و معمولاً به‌عنوان عامل مقاومت میزبان‌های گیاهی در برابر بیماری‌ها و آفات معرفی می‌شوند (Singleton and Rossi, 1965). اگر چه به‌جز رقم Super-Luna تفاوت معنی‌داری میان غلظت فنل‌های محلول برگ رقم‌های گوجه‌فرنگی پیش از آسیب دیده نشد، فنل موجود در رقم‌های Cal-JN3 و Super-Urbana پس از آسیب وارد آمده توسط کنه تارتن دولکه‌ای افزایش معنی‌داری پیدا کرد، در حالی که از غلظت آن در رقم‌های حساس Chef-Falat و Firenze به‌طور معنی‌داری کاسته شد (جدول ۳). رقم‌های Super-Luna و Chef-Falat به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت فنل محلول برگ پس از آلودگی به‌کنه تارتن دولکه‌ای بودند. اگرچه همبستگی معنی‌داری بین غلظت ابتدایی فنل و تراکم کنه تارتن دولکه‌ای مشاهده نشد، همبستگی‌های منفی معنی‌داری با تراکم تخم ($r = - 0.848, P = 0.002$)، لارو ($r = - 0.793, P = 0.006$)، شفیره ($r = - 0.817, P = 0.004$)، بالغ ($r = - 0.815, P = 0.004$) و مجموع مراحل نموی کنه ($r = - 0.931, P < 0.001$) در گیاهان آسیب‌دیده از کنه مشاهده شد.

رابطه بین غلظت ترکیب‌های فنلی رقم‌های *L. esculentum* و شاخص‌های اندازه‌گیری شده مقاومت به کنه تارتن دولکه‌ای پیش از این نیز توسط Saeidi (2006) گزارش شده

بود. کارتر و اشنایدر(Carte and Snyder,1986) بیان داشتند که مقاومت نسل دوم دورگه به‌دست آمده از تلاقی *L. esculentum* و *L. hirsutum* به کنه تارتن دولکه‌ای با ترکیب‌های فنلی مترشحه از کرک نوع VI مرتبط است. همچنین بررسی سه رقم تجاری گوجه‌فرنگی نشان داده است که ترکیب‌های فنلی کرک‌های نوع IV، VI در کاهش تراکم کنه تارتن *T. cinnabarinus* مؤثرند (Kielkiewicz, 1994). کرک‌های نوع IV می‌توانند زنده‌مانی کنه *T. urticae* روی *L. hirsutum* را کاهش دهند (Snyderand and Carter, 1984; Carter and Snyder, 1986). فنل موجود در برگ‌های لیمو پس از آلوده شدن به کنه جوانه لیمو (Ishaaya and Sternlicht, 1969)، برگ‌های سیب پس از آلوده شدن به کنه زنگ سیب (Kozlowski, 1997) و برگ‌های توت پس از آلودگی به کنه زنگ توت (Shi and Tomczyk, 2001) نیز افزایش می‌یابد. در این پژوهش نیز همبستگی‌های مثبت معنی‌داری بین غلظت فنل برگ گیاهان آسیب‌دیده با تراکم کرک نوع IV ($r = 0.834, P = 0.003$) و کرک نوع VI ($r = 0.667, P = 0.035$) مشاهده شد.

**آسیب به گیاه میزبان .**

کنه تارتن دولکه‌ای سطح برگ را با استایلت‌های خود به عمق ۱۲۰–۷۰ میکرومتر سوراخ کرده و سیتوپلاسم سلول را می‌مکد (Tomczyk and Kielkiewicz, 2001). هر کنه در هر دقیقه می‌تواند حدود ۱۸ سلول را نابود کند (Helle and Sabelis, 1985). تجمع گرد و غبار هوا روی تارهای تنیده شده نیز از رسیدن نور کافی به برگ، فتوسنتز و تعریق جلوگیری می‌نماید. آسیبی که جمعیت بالای کنه ایجاد می‌نماید باعث قهوه‌ای شدن و ریزش برگ‌ها، آفتاب سوختگی میوه‌های جوان و ساقه، کاهش تعداد جوانه‌های بارده، کوچک ماندن میوه و در پایان کاهش کمّی و کیفی محصول می‌شود (Kropczynska and Tomczyk, 1984; Meyer, 1987; Bender, 1993; Faber, 1997). بنابراین مساحت برگ، وزن برگ، طول ساقه و تعداد برگ‌های آسیب‌دیده به‌عنوان شاخص‌هایی برای ارزیابی آسیب در نظر گرفته شدند.

هرچند برگ‌ها در رقم‌های Firenze ، Super-Luna، Mobil-Royal، Cal-JN3 و Comodoro چهار هفته پس از آسیب وارد آمده توسط کنه تارتن دولکه‌ای به‌ترتیب دچار بیش‌ترین کاهش مساحت معنی‌دار شدند (جدول ۲)، همبستگی معنی‌داری بین تغییرات مساحت برگ‌های شاهد و آلوده با تراکم کنه تارتن دولکه‌ای مشاهده نشد. اگرچه وزن تر برگ‌های آسیب‌دیده رقم‌های گوجه‌فرنگی به‌جز رقم Primo-Early کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد و در همه رقم‌های گوجه‌فرنگی به‌جز رقم‌های Cal-JN3 و Super-Luna وزن خشک برگ‌های آسیب‌دیده به‌طور معنی‌داری کم‌تر از شاهد بود (جدول ۵)، همبستگی معنی‌داری بین تغییرات وزن خشک و تر رقم‌های گوجه‌فرنگی با تراکم کنه تارتن دولکه‌ای دیده نشد.

بوته‌های گوجه‌فرنگی رقم‌های Chef-Falat و Super-Urbana به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ آسیب‌دیده نسبت به سایر رقم‌ها بودند (جدول ٦) و بین تعداد برگ آسیب‌دیده و تراکم کنه همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد ($r = 0.705, P = 0.023$). طول ساقه در بوته آسیب‌دیده رقم‌های Chef-Falat، Mobil-Royal و Super-Chief کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد، در حالی که در سایر رقم‌ها تحت تأثیر آسیب وارد آمده قرار نگرفت (جدول ٦). بین تراکم کنه تارتن دولکه‌ای با کاهش طول ساقه همبستگی منفی قوی ($r = - 0.895, P < 0.001$) مشاهده شد. کاهش رشد طولی بوته دو رقم انگور در اثر تغذیه کنه و تخریب جوانه‌های انتهایی گیاه نیز گزارش شده است (Hluchý and Pospíši, 1992l).

در مجموع بیش‌ترین آسیب کنه تارتن دولکه‌ای روی رقم‌های Firenze و Chef-Falat مشاهده شد که بیان‌گر حساسیت این میزبان‌ها به آفت می‌باشد. رقم‌های Super-Luna و Super-Urbana به‌عنوان تاب‌آورترین رقم‌ها در برابر آسیب کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط اتاق رشد شناخته شدند.

**جدول ٤**- شمار افراد تولیدشده در هر مرحله زیستی کنه روی بوته‌های شش‌برگی رقم‌های گوجه‌فرنگی پس از چهار هفته در آزمون انتخاب غیرآزاد.

**Table 4.** Count of two-spotted spider mite individuals at each developmental stage recruited on six-leafed tomato varieties after four weeks in no-choice test.

| Variety | Individual count (mean ± SE) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Egg | Larva | Nymph | Adult |
| **Cal-JN3** | $7.1 \pm 0.5^{e}$ | $2.7 \pm 0.9^{d}$ | $2.1 \pm 0.4^{f}$ | $2.8 \pm 0.4^{b}$ |
| **Chef-Falat** | $25.2 \pm 1.2^{b}$ | $20.9 \pm 1.4^{a}$ | $33.3 \pm 1.4^{a}$ | $7.9 \pm 0.8^{a}$ |
| **Comodoro** | $4.3 \pm 0.5^{f}$ | $6.2 \pm 0.8^{c}$ | $5.7 \pm 1.3^{de}$ | $2.6 \pm 0.4^{b}$ |
| **Firenze** | $39.8 \pm 0.7^{a}$ | $6.7 \pm 0.6^{c}$ | $29.2 \pm 1.7^{b}$ | $7.2 \pm 2.4^{a}$ |
| **Mobil-Royal** | $7.6 \pm 0.7^{e}$ | $6.2 \pm 0.4^{c}$ | $14.4 \pm 0.9^{c}$ | $3.4 \pm 0.5^{b}$ |
| **Primo-Early** | $18.4 \pm 1.1^{c}$ | $9.3 \pm 0.8^{b}$ | $14.4 \pm 0.9^{c}$ | $4.3 \pm 0.5^{b}$ |
| **Queen-2274** | $8.8 \pm 0.7^{e}$ | $8.0 \pm 0.9^{bc}$ | $30.8 \pm 1.7^{ab}$ | $3.9 \pm 0.6^{b}$ |
| **Super-Chief** | $14.3 \pm 1.3^{d}$ | $7.7 \pm 0.7^{bc}$ | $8.8 \pm 0.7^{d}$ | $2.0 \pm 0.3^{b}$ |
| **Super-Luna** | $4.4 \pm 0.4^{f}$ | $2.0 \pm 0.3^{d}$ | $2.8 \pm 0.5^{ef}$ | $2.9 \pm 0.3^{b}$ |
| **Super-Urbana** | $8.6 \pm 0.8^{e}$ | $2.8 \pm 0.5^{d}$ | $3.8 \pm 0.5^{ef}$ | $2.7 \pm 0.3^{b}$ |
| **df =** | 9, 80 | 9, 74 | 9, 78 | 9, 80 |
| **F =** | 172.043 | 46.629 | 121.013 | 5.124 |
| **P ≤** | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |

Means within each column followed by the same letter do not differ significantly according to Tukey-HSD test at $p < 0.05$

**جدول ٥**- وزن تر و خشک برگ در بوته‌های شش‌برگی رقم‌های گوجه‌فرنگی پس از چهار هفته آسیب توسط کنه تارتن دولکه‌ای.

**Table 5**. Fresh and dry weight of leaf in six-leafed tomato varieties infested by two-spotted spider mite for four weeks.

| Variety | Leaf fresh weight (gr) (Mean ± SE) | | Leaf dry weight (gr) (mean ± SE) | |
|---|---|---|---|---|
| | Control | Infested | Control | Infested |
| **Cal-JN3** | $11.6 \pm 0.9^{cd}$* | $8.6 \pm 0.9^{ef}$* | $2.2 \pm 0.7^{bc}$ | $1.8 \pm 0.7^{cd}$ |
| **Chef-Falat** | $14.4 \pm 1.0^{bc}$* | $11.1 \pm 1.0^{cde}$* | $2.2 \pm 0.7^{abc}$** | $1.8 \pm 0.8^{bcd}$** |
| **Comodoro** | $12.0 \pm 1.0^{cd}$** | $8.2 \pm 1.0^{ef}$** | $2.3 \pm 0.8^{abc}$* | $1.8 \pm 0.9^{bcd}$* |
| **Firenze** | $17.9 \pm 0.8^{a}$** | $15.0 \pm 0.7^{ab}$** | $2.5 \pm 0.7^{ab}$** | $2.1 \pm 0.5^{a}$** |
| **Mobil-Royal** | $16.7 \pm 0.5^{ab}$** | $13.1 \pm 0.6^{abc}$** | $2.5 \pm 0.8^{a}$** | $2.0 \pm 0.8^{abc}$** |
| **Primo-Early** | $14.6 \pm 1.9^{bc}$ | $12.0 \pm 2.0^{bcd}$ | $2.0 \pm 0.9^{cd}$** | $1.6 \pm 0.9^{de}$** |
| **Queen-2274** | $14.3 \pm 1.2^{bc}$* | $10.6 \pm 1.1^{cde}$* | $1.9 \pm 0.8^{d}$** | $1.4 \pm 0.9^{e}$** |
| **Super-Chief** | $19.2 \pm 0.8^{a}$** | $15.5 \pm 0.8^{a}$** | $2.5 \pm 0.1^{a}$* | $2.1 \pm 0.1^{ab}$* |
| **Super-Luna** | $13.0 \pm 1.1^{c}$* | $9.8 \pm 1.0^{def}$* | $1.9 \pm 0.5^{d}$ | $1.4 \pm 0.5^{e}$ |
| **Super-Urbana** | $9.0 \pm 1.0^{d}$* | $6.6 \pm 0.9^{f}$* | $2.0 \pm 0.8^{cd}$* | $1.6 \pm 0.1^{de}$* |
| **df =** | 9, 81 | 9, 90 | 9, 75 | 9, 80 |
| **F =** | 8.36 | 7.667 | 6.968 | 8.358 |
| **P ≤** | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |

Means within each column followed by the same letter do not differ significantly according to Tukey-HSD test at $p < 0.05$ and means within each row in second and third columns as well as in fourth and fifth columns followed by one and two asterisks do differ significantly according to T-Test at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively

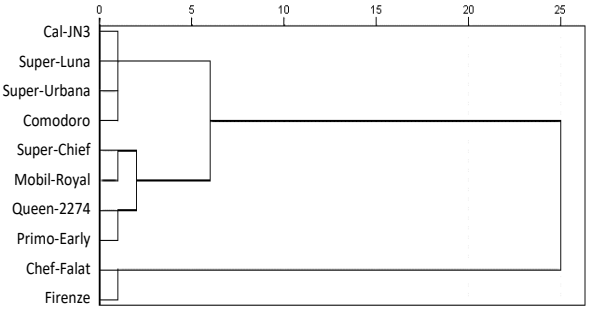
**جدول ٦**- شمار برگ آلوده و طول ساقه در بوته‌های شش‌برگی رقم‌های گوجه‌فرنگی پس از چهار هفته آسیب توسط کنه تارتن دولکه‌ای.

**Table 6.** Count of leaf and length of stem in six-leafed tomato varieties infested by two-spotted spider mite for four weeks.

| Variety | Count of leaf (Mean ± SE) | | Stem length (cm) (Mean ± SE) | |
|---|---|---|---|---|
| | Total | Injured | Control | Infested |
| **Cal-JN3** | $31.5 \pm 1.4^{b}$ | $6.0 \pm 0.5^{b}$ | $24.8 \pm 1.0^{d}$ | $23.6 \pm 0.9^{cd}$ |
| **Chef-Falat** | $35.8 \pm 2.3^{b}$ | $10.1 \pm 1.8^{a}$ | $33.1 \pm 2.1^{a}$* | $26.9 \pm 1.1^{ab}$* |
| **Comodoro** | $35.3 \pm 2.8^{b}$ | $7.4 \pm 1.5^{ab}$ | $28.2 \pm 1.9^{bcd}$ | $25.9 \pm 1.3^{abc}$ |
| **Firenze** | $45.0 \pm 1.5^{a}$ | $7.7 \pm 0.6^{ab}$ | $35.2 \pm 1.4^{a}$ | $25.8 \pm 0.6^{abc}$ |
| **Mobil-Royal** | $34.6 \pm 2.2^{b}$ | $7.4 \pm 0.9^{ab}$ | $31.6 \pm 1.2^{ab}$* | $28.6 \pm 1.0^{a}$* |
| **Primo-Early** | $37.4 \pm 3.3^{b}$ | $7.7 \pm 1.2^{ab}$ | $25.7 \pm 2.0^{d}$ | $22.4 \pm 1.5^{d}$ |
| **Queen-2274** | $33.0 \pm 1.8^{b}$ | $5.6 \pm 0.7^{b}$ | $26.7 \pm 2.0^{cd}$ | $24.8 \pm 0.9^{bcd}$ |
| **Super-Chief** | $47.6 \pm 1.0^{a}$ | $5.9 \pm 0.8^{b}$ | $30.5 \pm 1.0^{abc}$* | $28.3 \pm 0.7^{a}$* |
| **Super-Luna** | $35.7 \pm 2.0^{b}$ | $5.8 \pm 0.4^{b}$ | $16.2 \pm 0.6^{e}$ | $15.9 \pm 0.6^{e}$ |
| **Super-Urbana** | $22.9 \pm 2.7^{c}$ | $4.9 \pm 0.7^{b}$ | $15.7 \pm 1.5^{e}$ | $14.8 \pm 1.3^{e}$ |
| **df =** | 9, 90 | 9, 79 | 9, 90 | 9, 90 |
| **F =** | 9.651 | 2.243 | 18.086 | 21.791 |
| **P ≤** | 0.001 | 0.027 | 0.001 | 0.001 |

Means within each column followed by the same letter do not differ significantly according to Tukey-HSD test at $p < 0.05$ and means within each row in fourth and fifth columns followed by an asterisk do differ significantly according to T-Test at $p < 0.05$

هر چند بـه‌دلیل اثرگـذاری احتمـالی شـرایط آزمایشـگاهی، تعمیم نتایج به‌دست آمده بـه محیط‌هـای واقعـی بـه بررسـی‌های تکمیلی نیاز خواهد داشت، مقاومت نسبی رقم‌هـای گوجـه‌فرنگی به کنه تارتن دولکه‌ای بر اساس نتـایج به‌دسـت آمـده از ایـن پژوهش بـه‌روش سلسـله‌مراتبی Ward Jr (1963) در دو گـروه طبقه‌بندی شـد (شـکل ۲). رقم‌هـای Chef-Falat و Firenze در گروه حساس و سایر رقم‌ها در گروه مقاوم جای گرفتنـد. رقم‌هـای Super-Chief، Mobil-Royal، Queen-2274 و Primo-Early در زیرگـروه نیمـه‌مقاوم و رقم‌هـای Super-Urbana، Super-Luna، Cal-JN3 و Comodoro در زیرگروهی بـا مقاومـت بیش‌تـر جـای گرفتند (شکل ۲). غلظت فنل، نوع و تراکم کرک به‌ویژه انـواع IV و VI و نیـز تـاب‌آوری رقم‌هـای گوجـه‌فرنگی در برابـر آسـیب در مقاومت به کنـه تـارتن دولکـه‌ای نقـش داشـتند کـه می‌تواننـد در برنامه‌های اصلاحی گوجه‌فرنگی و انتخاب رقم بهینه در برنامـه‌های مدیریت محصول در مرزعه و گلخانه مورد توجه قرار گیرند.




**شکل ۲**- تجزیه خوشه‌ای شاخص‌های مقاومت نسبی رقم‌های گوجه‌فرنگی به کنه تارتن دولکه‌ای به روش سلسله مراتبی Ward Jr (1963).

**Fig. 2.** Cluster analysis of relative resistance indicators of tomato varieties to the tow-spotted spider mite using the hierarchical grouping method of Ward Jr (1963).

## تشکر و قدردانی

این نوشتار بر پایه داده‌های خام پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده نخست می‌باشد که در تـاریخ ۱۳ اسـفند ۱۳۹۲ از آن دفاع شده است.

## References

BAI, Y. and P. LINDHOUT, 2007. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future?. Annals of botany 100(5): 1085-1094.

BARADARAN, P., M. ARBABI and V. RANJBAR, 2002. Comparative population fluctuation of fig spider mite (*Eotetranychus hirsti*) on fig varieties in Saveh region. Journal of Entomological Society of Iran 22(1): 49-61 (in Persian with English abstract).

BARADARAN-ANARAKI, P., M. ARBABI and R. SHAFIEI-AJBISHEH, 2007. Study on different egg-plant cultivars for infestation to two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* complex) in Varamin region. Seed and Plant Improvment Journal 23(1): 15-27 (in Persian with English abstract).

BENDER, G. S. 1993. A new mite problem in avocados. California Avocado Society Yearbook 77: 73-77.

CARTER, C. D. and J. C. SNYDER, 1986. Mite responses in relation to trichomes of *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* F2 hybrids. Journal of the American Society for Horticultural Science 111(1): 130-133.

DABROWSKI, Z. T. and J. G. RODRIGUEZ, 1971. Studies on resistance of strawberries to mites. 3. Preference and nonpreference responses of *Tetranychus urticae* and *T. turkestani* to essential oils of foliage, Journal of Economic Entomology 64(2): 387-391.

DHALIWAL, G. S. and V. K. DILAWARI, 1993. Advances in host plant resistance to insects. Kalyani Publishers, New Delhi. 443pp.

DIAZ-MONTANO, J., J. C. REESE, W. T. SCHAPAUGH and L. R. CAMPBELL, 2006. Characterization of antibiosis and antixenosis to the soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) in several soybean genotypes. Journal of Economic Entomology 99(5): 1884-1889.

EDELSON, J. V. 1991. Resistance to the two spotted spider mite in muskmelon. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 104: 276-278.

FABER, B. 1997. The persea mite story. Citrograph 82: 12-13.

FAO, F. 2019. Available online at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Food and Agriculture Organization.

FATHIPOUR, Y., M. AHMADI and K. KAMALI, 2006. Life table and survival rate of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on different bean varieties. Iranian Journal of Agricultural Sciences 37(1): 65-71 (in Persian with English abstract).

GERSON, U. 1992. Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). Experimental and Applied Acarology 13(3): 163-178.

GIMÉNEZ-FERRER, M. R., A. W. ERB, B. L. BISHOP and J. C. SCHEERENS, 1994. Host-pest relationships between the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and strawberry cultivars with differing levels of resistance, Journal of Economic Entomology 87(1): 168-175.

GONÇALVES, M. I. F., W. R. MALUF, L. A. A. GOMES and L. V. BARBOSA, 1998. Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite species (*Tetranychus* sp.). Euphytica 104(1): 33-38.

HANDLEY, R., B. EKBOM and J. ÅGREN, 2005. Variation in trichome density and resistance against a specialist insect herbivore in natural populations of *Arabidopsis thaliana*. Ecological Entomology 30(3): 284-292.

HEINZ, K. M. and F. G. ZALOM, 1995. Variation in trichome-based resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition on tomato. Journal of Economic Entomology 88(5): 1494-1502.

HELLE, W. and M. W. SABELIS, 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control. Volume 1b of the series, World Crop Pests, Elsevier, Amsterdam-New York. 458pp.

HLUCHÝ, M. and Z. POSPÍŠIL, 1992. Damage and economic injury levels of eriophyid and tetranychid mites on grapes in Czechoslovakia. Experimental and Applied Acarology 14(2): 95-106.

HOFFLAND, E., M. DICKE, W. VAN TINTELEN, H. DIJKMAN and M. L. VAN BEUSICHEM, 2000. Nitrogen availability and defense of tomato against two-spotted spider mite. Journal of Chemical Ecology 26: 2697-2711.

HOSSEININIA, A. 2007. Population study of *Aphis gossypii* Glover and *Tetranychus urticae* Koch on chrysanthemum and rose. Research report of the National Research Station of Flowers and Ornamental Plants, Mahallat, Iran, 20pp (in Persian with English abstract).

HUSSEY, N. W. and N. E. A. SCOPES, 1985. Greenhouse vegetables (Britain): Spider mites, their biology, natural enemies and control 1: 285-297.

IRIGOYEN, J. J., D.W. EINERICH and M. SÁNCHEZ-DÍAZ, 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum 84(1): 55-60.

ISHAAYA, I. and M. STERNLICHT, 1969. Growth accelerators and inhibitors in lemon buds infested by *Aceria sheldoni* (Ewing) (Acarina: Eriophyidae). Journal of Experimental Botany 20(65): 796-804.

KHANAMANI, M. 2012. The effects of different eggplant cultivars on demography of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Typhlodromus bagdasarjani* (Acari: Phytoseiidae). MSc thesis, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. 131pp (in Persian with English abstract).

KHANJANI, M. and K. HADDAD IRANI-NEJAD, 2009. Injurious mites of agricultural crops in Iran (2nd Edition). Bu-Ali Sina University Press Center, 526pp (in Persian).

KHANJANI, M. and J. KHALAGHANI, 2008. Principles of pests control (insects and mites). Center for Information Technology and Agricultural Notification, Iran. 320pp (in Persian).

KIELKIEWICZ, M. 1994. The appearance of phenolics in tomato leaf tissues exposed to spider mite attack. Acta Horticulturae 381: 687-690.

KNIPPING, P. A., C. G. PATTERSON, D. E. KNAVEL and J. G. RODRIGUEZ, 1975. Resistance of cucurbits to twospotted spider mite. Environmental Entomology 4(3): 507-508.

KOGAN, M. and E. F. ORTMAN, 1978. Antixenosis-a new term proposed to define Painter's "nonpreference" modality of resistance. Bulletin of the Entomological Society of America 24(2): 175-176.

KOZLOWSKI, J. J. 1997. Morphological-anatomical symptoms of feeding by the apple rust mite, *Aculus schlechtendali* (Nal.)(Acarina: Eriophyidae), in leaves of different apple cultivars. Annals of Agricultural Sciences/E-Plant Protection 26: 7-11.

KRIPS, O. E., A. WITUL, P. E. L. WILLEMS and M. DICKE, 1998. Intrinsic rate of population increase of the spider mite *Tetranychus urticae* on the ornamental crop gerbera: intraspecific variation in host plant and herbivore. Entomologia experimentalis et Applicata 89(2): 159-168.

KROPCZYNSKA, D. and A. TOMCZYK, 1984. Some feeding effects of *Tetranychus urticae* Koch on the productivity of selected plants, pp: 747-755. In: Griffths, D. A. and C. E. Bowman, (eds.), Acarology VI, Ellis Horwood, Chichester.

LUCKWILL, L. C. 1943. The genus Lycopersicon: an historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Aberdeen University Press, UK. 44pp.

LUCZYNSKI, A., M. B. ISMAN, D. A. RAWORTH and C. K. CHAN, 1990. Chemical and morphological factors of resistance against the twospotted spider mite in beach strawberry. Journal of Economic Entomology, 83(2): 564-569.

MANSOUR, F. and Z. KARCHI, 1990. The evaluation of antibiosis of selected lines for resistance of melon to the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae). Bulletin of Entomological Research 80(3): 345-347.

MANSOUR, F., Z. KARCHI and N. OMARI, 1987. Resistance of melon to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). Bulletin of Entomological Research, 77(4): 603-607.

MANSOUR, F. A. and H. N. PLAUT, 1979. The effectiveness of various acaricides against resistant and susceptible carmine spider mites. Phytoparasitica, 7(3): 185-193.

MARUYAMA, W. I., L. C. TOSCANO, A. L. BOIÇA JÚNIOR and J. C. BARBOSA, 2002. Resistance of tomato genotypes to spider mite. Horticultura Brasileira 20(3): 480-484.

MESSINA, F. J. and J. B. HANKS, 1998. Host plant alters the shape of the functional response of an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). Environmental Entomology 27(5): 1196-1202.

MEYER (SMITH) M. K. P. 1987. African Tetranychidae (Acari: Prostigmata): with reference to the world genera. Issue 69 of Entomology Memoir, Department of Agriculture and Water Supply, Republic of South Africa. 175pp.

MIRESMAILLI, S. and M. B. ISMAN, 2006. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. Journal of Economic Entomology 99(6): 2015-2023.

MOHAMMADI, S., A. A. SERAJ, Z. SAEIDI and S. MOHARAMIPOR, 2011. Evaluation of resistance and susceptibility of 14 red and white bean genotypes to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae). Plant Protection 33(2): 11-24 (in Persian with English abstract).

OLIVEIRA, J. R. F. DE, J. T. V. DE RESENDE, W. R. MALUF, T. LUCINI, R. B. DE LIMA FILHO, I. P. DE LIMA and C. NARDI, 2018. Trichomes and allelochemicals in tomato genotypes have antagonistic effects upon behavior and biology of *Tetranychus urticae*. Frontiers in Plant Science 9(1132): 1-9.

PAINTER, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants. Macmillan, New York. 520pp.

PANDA, N. and R. C. DAS, 1975. Antibiosis factor of resistance in brinjal varieties to shoot and fruit borer, *Leucinodes orbonalis* Guen. South Indian Horticulture 23: 43-48.

PANDA, N. and G. S. KHUSH, 1995. Host plant resistance to insects. CAB International in association with the International Rice Research Institute. Wallingford, Oxon, UK. 431pp.

PANDA, N. 1979. Principles of host-plant resistance to insect pests. Allanheld, Osmun. 386pp.

PEYVAST, G. A. 2009. Vegetable production. Daneshpazir Publications (5th ed.). Rasht. 578pp (in Persian).

PILLEMER, E. A. and W. M. TINGEY, 1976. Hooked trichomes: a physical plant barrier to a major agricultural pest. Science 193(4252): 482-484.

PONTI, O. M. B. DE 1980. Resistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch. PhD Thesis in Agricultural Sciences, Agricultural College, Wageningen. 72pp.

RABIEI, A., A. GOLIZADEH, H. RAFIEE DASTJERD and O. SOFALIAN, 2015. Biological and reproductive parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on commercial important cotton cultivars. Plant Protection 38(2): 21-36 (in Persian with English abstract).

RANCIC, D., B. STEVANOVIC, R. PETANOVIĆ, B. MAGUD, I. TOSEVSKI and A. GASSMANN, 2006. Anatomical injury induced by the eriophyid mite *Aceria anthocoptes* on the leaves of *Cirsium arvense*. Experimental and Applied Acarology 38(4): 243-253.

RIAHI, E., A. NEMATI, P. SHISHEHBOR and Z. SAEIDI, 2019. Investigation on resistance of different peach cultivars to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran 39(2): 213-226 (in Persian with English abstract).

SABELIS, M. W. 1981. Biological control of two-spotted spider mites using phytoseiid predators. Part 1: Modelling the predator-prey interaction at the individual level. Agricultural Research Reports 910, Pudoc, Wageningen. 242 pp.

SAEIDI, Z. and B. MALLIK, 2012. Entrapment of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Prostigmata: Tetranychidae), by type IV glandular trichomes of *Lycopersicon* species. Journal of Entomological Society of Iran 31(2): 15-27.

SAEIDI, Z. 2006. Nature of resistance to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in *Lycopersicon* species. PhD Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India. 159pp.

SAS INSTITUTE, 2003. The SAS system for windows. Version 9.2.

SCULLY, B. T., D. A. EAST, J. V. EDELSON and E. L. COX, 1991. Resistance to the twospotted spider mite in muskmelon. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 104: 276-278.

SEDARATIAN, A., Y. FATHIPOUR, S. MOHARRAMIPOUR, 2009. Evaluation of resistance in 14 soybean genotypes to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Pest Science 82: 163-170.

SHI, A. and A. TOMCZYK, 2001. Impact of feeding of eriophyid mite *Epitrimerus gibbosus* (Nalepa) (Acari: Eriophyoidea) on some biochemical components of blackberry (*Rubus* spp.). Bulletin of the Polish Academy of Sciences-Biological Sciences 49(1): 41-47.

SINGLETON, V. L. and J. A. ROSSI, 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture 16(3): 144-158.

SMITH, C. M. 1989. Plant resistance to insects: a fundamental approach. John Wiley, New York. 286pp.

SMITH, C. M. 2005. Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. Springer, Netherlands. 423pp.

SNYDER, J. C. and C. D. CARTER, 1984. Leaf trichomes and resistance of *Lycopersicon hirsutum* and *L. esculentum* to spider mites. Journal of the American Society for Horticultural Science 109: 837-843.

SPSS INC. RELEASED, 2007. SPSS for Windows, Version 16.0. Chicago, SPSS Inc.

TADMOR, Y., E. LEWINSOHN, F. ABO-MOCH, A. BAR-ZUR and F. MANSOUR, 1999. Antibiosis of maize inbred lines to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. Phytoparasitica 27(1): 35-41.

TAHMASEBI, Z., A. HOSEIN ZADEH, M. BIHAMTA, M. NAGHAVI, A. SABOORI, H. DORRI and M. KOSHKI, 2011. An investigation on resistance of 19 common bean genotypes to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), in three regions of Iran, Journal of Entomological Society of Iran 30(2): 69-78 (in Persian with English abstract).

TOMCZYK, A. and M. KIELKIEWICZ, 2001. Changes in content of proteins and free amino acids in the foliage of mite - infested glasshouse cucumber and tomato treated with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Journal of Plant Protection Research 41(1): 61-65.

TSAGKARAKOU, A., N. PASTEUR, A. CUANY, C. CHEVILLON and M. NAVAJAS, 2002. Mechanisms of resistance to organophosphates in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greece. Insect Biochemistry and Molecular Biology 32(4): 417-424.

TULISALO U. 1972. Resistance to the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* KOCH (Acari, Tetranychidae) in the genera Cucumis and Citrullus (Cucurbitaceae). Annales Zoologici Fennici 38: 60-64.

VAHDANI, S., J. RAZMJOU, B. NASERI and L. MOTAGHINIA, 2016. Resistance of different tomato cultivars to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), Journal of Entomological Society of Iran 36(1): 1-12 (in Persian with English abstract).

VAN DE VRIE, M. 1985. Greenhouse ornamentals. In: W. Helle and M. W. Sabelis (eds). Spider mites: their biology, natural enemies and control. Elsevie, Amsterdam 1: 273-283.

WARD JR, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association 58(301): 236-244.

WESTON, P. A., D. A. JOHNSON, H. T. BURTON and J. C. SNYDER, 1989. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 114(3): 492-498.