

بررسی مقاومت ارقام مختلف هلو نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) در شرایط آزمایشگاهی

الهام ریاحی^۱، علیرضا نعمتی^{۱*}، پرویز شیشه‌بر^۲ و زریر سعیدی^۳

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران و ۳- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، ایران.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: alireza.nemat@gmail.com

چکیده

کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch یکی از آفات مهم هلو در ایران می‌باشد. این مطالعه به منظور ارزیابی مقاومت پنج رقم هلو (Elberta, Kardi, G. H. Hale, Redtap و Springtimes) نسبت به این آفت انجام پذیرفت. مقاومت این ارقام در شرایط آزمایشگاهی در دمای 27 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 10 در صد و دوره نوری ۱۲D: ۱۲L ساعت، به روش دیسک برگی (رها سازی پنج کنه ماده بالغ بارور روی دیسک‌هایی از برگ ارقام هلو و شمارش تعداد تخم کنه، مرگ و میر و ارزیابی میزان خسارت آن) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تراکم کرک‌ها در سطح رویی و زیرین برگ، غلظت ترکیبات فنلی و میزان عناصر غذایی موجود در برگ ارقام مختلف مورد محاسبه قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین میزان خسارت وارده به دیسک برگی در ارقام جی اچ هیل و کاردی و کمترین میزان آن در ارقام البرتا، ردتاپ و اسپرینگ‌تایمز مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد، تراکم کرک‌ها در سطح رویی و زیرین برگ‌ها بین ارقام مختلف هلو اختلاف معنی‌داری نداشت. در نتیجه این پراسنجه نقشی در ایجاد مقاومت نسبت به این کنه ندارد. به علاوه، رابطه‌ای بین غلظت ترکیبات فنلی و مقاومت نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای وجود نداشت. به طور کلی نتایج نشان داد که ارقام ردتاپ، البرتا و اسپرینگ‌تایمز مقاوم و ارقام جی اچ هیل و کاردی حساس‌ترین میزبان‌ها نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای در میان ارقام مورد بررسی بودند و به نظر می‌رسد عدم تعادل عناصر غذایی به ویژه عنصر پتاسیم عامل اصلی مقاومت به این آفت است.

واژه‌های کلیدی: عناصر غذایی، ترکیبات فنلی، کرک، دیسک برگی

Investigation on resistance of different peach cultivars to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in laboratory conditions

Elham Riahi¹, Alireza Nemat^{1,*}, Parviz Shishehbor² & Zarir Saeidi³

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran,
2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran &
3. Department of Plant Protection, Agricultural and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari, Iran.

* Corresponding author, E-mail: alireza.nemat@gmail.com

Abstract

Two-spotted spider mite (TSSM), *Tetranychus urticae* Koch is an important pest of peach in Iran. This study was conducted to estimate the resistance of five peach cultivars (Redtap, G.H.Hale, Kardi, Elberta and Springtimes). Resistance of different cultivars to this pest was evaluated at $27 \pm 1^\circ\text{C}$, $50 \pm 10\%$ RH and 12 L: 12 D h., using leaf disk bioassay with introducing five adult female mites on leaf disk and counting number of eggs, mite mortality and host damage. Moreover, trichomes density on upper and underside of the leaves, concentration of phenolic compounds and percentage of leaf nutrients were measured. The results showed that the highest plant damage was on G.H.Hale and Kardi cultivars, and the lowest on Elberta, Redtap and Springtimes. The findings also indicated that the density of trichomes on upper and underside of the leaves was not significantly different among cultivars. Therefore, this parameter has no role in resistance to TSSM. Furthermore, there was no relationship between concentration of phenolic compounds and resistance to TSSM. Altogether results revealed that Redtap, Elberta and Springtimes were the most tolerant, whereas G.H.Hale and Kardi were the most susceptible cultivars and nutrient imbalance especially potassium is probably main factor of the resistance against TSSM.

Key words: nutrient elements, phenolic compounds, trichome, leaf disk

Received: 17 April 2019, Accepted: 23 June 2019.

مقدمه

هلو یکی از میوه‌های مهم درختی در ایران محسوب می‌شود که سطح زیر کشت آن حدود ۲۵۵۰۰ هکتار است که ۳۴۰۰ هکتار از آن در استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد (Anonymous, 2019). در حال حاضر کنه‌ی تارتن دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch مهم‌ترین آفت این محصول در باغات این استان است که با جمعیت زیاد از شیر گیاهی برگ هلو تغذیه کرده و باعث خسارت شدید به برگ و کاهش محصول و عملکرد می‌شود (Noorbakhsh, 2012). این آفت پلی‌فاژترین گونه از کنه‌های تارتن بوده و از روی بیش از ۹۰۰ گونه گیاهی، از جمله گیاهان زراعی و باغی جمع‌آوری شده است (Egas & Sabelis, 2003 به نقل از Bolland et al., 1998). امروزه برای مهار جمعیت این کنه از انواع سموم کنه‌کش در سطوح وسیع استفاده می‌شود، اما علاوه بر هزینه‌های بالا در مهار شیمیایی، مسائلی چون بروز مقاومت در آفات، از بین رفتن دشمنان طبیعی، ایجاد گیاه‌سوزی، طغیان ثانویه آفات و آلودگی محیط، استفاده از آن‌ها را محدود می‌کند (Leeuwen et al., 2009).

استفاده از ارقام مقاوم گیاهی یک رکن اساسی در کنترل تلفیقی کنه‌ی تارتن دولکه‌ای است و یکی از مهمترین روش‌ها در حمایت از گیاهان در مقابل آفات محسوب می‌شود. در این زمینه تلاش‌های زیادی به منظور یافتن محصولات گیاهی مقاوم در برابر کنه‌ی تارتن دولکه‌ای صورت گرفته است (Van-Impe & Hance, 1993). به طور کلی مقاومت گیاه میزبان نسبت به کنه‌های تارتن در محصولات مختلفی مانند گوجه فرنگی (Weston et al., 2017; Rakha et al., 2006; Saeidi, 1989; al., 1989)، لوبیا (Mohammadi, 2008)، پنبه (Wilson, 1994) و بادام (Saeidi, 2014) گزارش شده است. شایان ذکر است که مقاومت ارقام و لاین‌های مختلف گوجه فرنگی (Ania et al., 1989; Weston et al., 1972; et al., 1972)، تمشک (Wilde et al., 1991)، خیار، لوبیا (Van-Impe & Hance, 1993) و توت فرنگی (Van-Impe & Hance, 1993; Gimenes-Ferrer et al., 1993) نسبت به کنه‌ی تارتن دولکه‌ای با استفاده از روش زیست‌سنجی دیسک برگی مورد بررسی قرار گرفته است.

در حالی که سطح گیاهان از دید انسان یکنواخت به نظر می‌رسد، اما این زیستگاه برای بندپایان کوچک بسیار پیچیده است. برگ‌های گیاهان ممکن است دارای برآمدگی‌های مو مانند کوچک به نام کرک باشند که از رشد سلول‌های اپیدرمی برگ، ساقه و ریشه به سمت خارج ایجاد شده‌اند (Schoonhoven et al., 2005; Saeidi, 2006; War et al., 2012). دفاع در برابر بیمارگرها و آفات گیاهی (War et al., 2012)، تسهیل انتقال گرما و تجمع و ذخیره ترکیبات ثانویه گیاهی (Johnson, 1975; Sharma et al., 2009; War et al., 2012) از جمله وظایفی است که به کرک‌ها نسبت داده شده است. کرک‌ها از مهم‌ترین روش‌های دفاع فیزیکی گیاهان در برابر

حشرات محسوب می‌شوند که به دو شیوه عمل دفاعی را اجرا می‌کنند، در روش اول تنها به صورت یک سد دفاعی عمل کرده و مانع استقرار آفت روی برگ شده و یا این‌که حشره‌ی آفت پس از استقرار قادر نیست از قطعات دهانی خود به منظور تغذیه از برگ استفاده کند (Levin, 1973; Southwood, 1986). شیوه‌ی دیگر دفاع آن است که کرک‌های غده‌ای تولید ترکیبات چسبنده و یا سمی می‌کنند که می‌تواند گیاه‌خواران و شکارچیان را به دام انداخته یا بکشد (Levin, 1973; Southwood, 1986; Cortesero *et al.*, 2000). بسته به گونه‌ی گیاهی و گونه‌ی بندپا، کرک‌ها ممکن است توانایی بندپایان را برای اتصال به سطح برگ کاهش یا افزایش داده و همچنین بر تخم‌گذاری بندپایان اثرگذار باشد (Southwood, 1986; Cortesero *et al.*, 2000).

فنل‌ها ترکیبات آروماتیک دارای گروه‌های هیدروکسیل هستند که به طور گسترده در گیاهان یافت می‌شوند. این ترکیبات در تمام بافت‌های گیاهی وجود دارند (Lattanzio *et al.*, 2005). ترکیبات فنلی موجود در برخی از گیاهان می‌تواند یکی از عوامل مقاومت آن‌ها نسبت به عوامل بیماری‌زا و بندپایان آفت باشد. نقش ترکیبات فنلی در مکانیسم مقاومت گیاهانی مانند گوجه فرنگی و توت‌فرنگی در مقابل عوامل بیماری‌زای مختلف (Parvez *et al.*, 2004) و همچنین حشرات (Lattanzio *et al.*, 2005) و کنه‌ها (Kielkiewicz, 1994; Banerjee & Kalloo, 2008) مورد بررسی قرار گرفته است.

رشد جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای تحت تأثیر فاکتورهای محیطی از جمله کمیت و کیفیت غذا قرار دارد (Motahari *et al.*, 2014). مطالعات نشان داده است که وضعیت تغذیه‌ای گیاه میزبان که تحت تأثیر کوددهی قرار دارد، روی کارایی کنه تارتن دولکه‌ای اثر می‌گذارد (Sharma & Pande, 1986; Motahari *et al.*, 2014). اثرات کودهای نیتروژن‌دار و نسبت نیتروژن به پتاسیم و فسفر بر زنده‌مانی، تراکم جمعیت و باروری کنه‌های تارتن روی گیاهان مختلف مطالعه شده است (Tulisalo, 1971; Fritzsche *et al.*, 1980; Sharma & Pande, 1986). با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ی دقیقی در مورد ارزیابی مقاومت ارقام مختلف هلو در ایران و جهان نسبت به این کنه انجام نشده است، بر این اساس در این مطالعه خسارت ایجاد شده، میزان تخم‌ریزی و مرگ و میر کنه تارتن دولکه‌ای روی پنج رقم هلو مورد بررسی قرار گرفت. همچنین به منظور بررسی علت مقاومت، ویژگی‌های ریخت‌شناسی و بیوشیمیایی برگ، بین ارقام مختلف مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش کنه تارتن دولکه‌ای (*T. urticae*)

به منظور تشکیل کلنی کنه تارتن، برگ‌های لوبیای آلوده به کنه مذکور از مزرعه جمع‌آوری و روی برگ‌های جدا شده از ارقام مختلف هلو شامل ردتاپ، کاردی، البرتا، جی اچ هیل و اسپرینگ‌تایمز رهاسازی شدند. برای تشکیل کلنی کنه تارتن روی هر یک از ارقام هلو، از سینی‌های فلزی بزرگ استفاده شد. سینی‌ها توسط پنبه‌های اشباع از آب پوشیده شده و برگ‌ها به صورتی روی پنبه‌ها قرار داده شدند که سطح زیرین آن‌ها به سمت بالا قرار گیرد. برای جلوگیری از فرار کنه‌ها، حاشیه برگ‌ها با نوارهای باریک دستمال کاغذی پوشیده شد. هر هفته تعدادی برگ‌های جدید به بسترها اضافه و برگ‌های به شدت آلوده یا خشک شده حذف شدند. این سینی‌ها درون اتاقک رشد با دمای ۲۶ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی $10 \pm 50\%$ درصد و دوره روشنایی: تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت نگهداری شدند. پس از گذشت حدود دو ماه، کنه‌های ماده بارور جهت انجام آزمایش‌های مربوطه روی هر رقم مورد استفاده قرار گرفت. علت انتخاب شرایط آزمایشگاهی در این مطالعه به شرح زیر است. مطالعه پراسنجه‌های رشد

جمعیت این کنه در دماهای مختلف روی برگ‌های درخت هلو در ایران نشان داد که دمای بهینه برای رشد این کنه ۲۷ درجه سلسیوس است (Riahi *et al.*, 2013). به علاوه، در استان چهار محال و بختیاری که این مطالعه انجام گرفت بیشترین تراکم جمعیت این کنه در طول فصل تابستان (تیر تا شهریور ماه) زمانی که دما زیاد است مشاهده می‌شود. حداکثر و حداقل طول روز ۱۴ ساعت (در تیر ماه) و ۱۱:۳۰ ساعت (اواخر شهریور) است. مطالعاتی که قبلاً انجام شده نشان داد که در دمای ۲۷ درجه سلسیوس، تفاوت معنی‌داری بین پراسنجه‌های رشد جمعیت این کنه در دوره روشنایی: تاریکی ۱۲:۱۲ و دوره روشنایی: تاریکی ۱۴:۱۰ مشاهده نشد (Saeidi, 2011b).

ارزیابی میزان تخم‌ریزی، مرگ و میر و خسارت کنه تارتن دولکه‌ای

به منظور انجام این آزمایش از روش زیست‌سنجی دیسک برگگی استفاده شد (Rakha *et al.*, 2017). از هر رقم شش برگ از ناحیه یک سوم میانی هر شاخه جدا شد و با استفاده از یک قالب مقوایی، قطعه‌های برگگی با اندازه مساوی (۲/۵×۱/۵ سانتی‌متر) تهیه و درون پتری دیش‌هایی به قطر ۱۲ و ارتفاع یک سانتی‌متر که با پنبه خیس مغروش شده بودند، قرار داده شد. سپس ۵ عدد کنه ماده بالغ بارور (۳-۵ روزه) روی هر قطعه برگگی قرار داده شد و پتری دیش‌ها درون اتاقک رشد با دمای 27 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت 50 ± 10 درصد و دوره‌ی روشنایی: تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت قرار داده شدند. این آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۶ تکرار انجام شد. پس از ۷۲ ساعت میزان تخم‌ریزی و مرگ و میر کنه‌های بالغ روی هر قطعه برگگی شمارش شد. میزان خسارت وارده در این آزمایش با استفاده از روش پیشنهادی (Gimenes-ferre *et al.*, 1993) بر اساس درصد نقاط کلروزه در سطح برگ به روش نمره‌دهی (۶-۰) به صورت زیر ارزیابی شد.

۰- بدون خسارت

- ۱- نقاط کلروزه کمتر از ۱۰ درصد سطح برگ‌ها
- ۲- نقاط کلروزه بین ۱۰-۲۵ درصد سطح برگ‌ها
- ۳- نقاط کلروزه بین ۲۶-۴۰ درصد سطح برگ‌ها
- ۴- نقاط کلروزه بین ۴۱-۶۰ درصد سطح برگ‌ها
- ۵- نقاط کلروزه بین ۶۱-۸۰ درصد سطح برگ‌ها
- ۶- نقاط کلروزه بین ۸۱-۱۰۰ درصد سطح برگ‌ها

ارزیابی تراکم کرک‌ها

ابتدا به منظور تعیین انواع کرک‌ها در سطح برگ، تعدادی از برگ‌های ارقام مختلف هلو به کمک استریومیکروسکوپ بررسی شد. با در نظر گرفتن این نکته که فقط کرک‌های ساده نیزه مانند روی سطح برگ‌ها مشاهده شد، تراکم آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. از هر تیمار هفت عدد برگ (از ناحیه یک سوم میانی شاخه‌ها) به طور تصادفی انتخاب و کرک‌های موجود در سطح رویی و زیرین آن‌ها شمارش شد. تراکم کرک‌ها در سه ناحیه از اطراف رگبرگ میانی (به واحد یک میلی‌متر مربع) در سطح رویی و زیرین برگ‌ها به کمک استریومیکروسکوپ و در بزرگ‌نمایی (صد برابر) شمارش شد و سپس میانگین تعداد کرک‌ها در هر سه ناحیه محاسبه شد (Saeidi, 2011a).

اندازه‌گیری غلظت فنل

ترکیبات فنلی با استفاده از معرف Folin-Ciocalteu قابل تشخیص هستند به این صورت که در برابر اسید فسفومولیدیک موجود در معرف Folin-Ciocalteu در شرایط قلیایی متوسط، ایجاد رنگ آبی می‌کنند

(Sadasivam & Manickam, 1996). مقدار فنل موجود در برگ ارقام مختلف با استفاده از این معرف و بر اساس روش پیشنهادی (Sadasivam & Manickam (1996) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری عناصر پرمصرف و میکرو

میزان نیتروژن کل در برگ‌های ارقام مختلف هلو با استفاده از روش هضم، تقطیر و تیتراسیون توسط دستگاه کج‌لدال مدل Gerhardf Vapodest اندازه‌گیری شد (Jackson, 1962). میزان فسفر با روش رنگ‌سنجی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Pharmacia LKB- Novaspec-11 محاسبه شد (Murphy & Riley, 1962). به‌علاوه، میزان پتاسیم در تیمارهای مختلف با استفاده از دستگاه Flame Photometer مدل Jenwayltd قرائت شد (Barnes *et al.*, 1945). میزان عناصر میکرو شامل: روی، منگنز، آهن و مس با استفاده از روش هضم، خشک و سوزاندن در کوره و توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (Oliveira *et al.*, 2010).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری تراکم کرک‌ها، غلظت ترکیبات فنلی و میزان عناصر ماکرو و میکرو به صورت جداگانه با نرم‌افزار آماری (SAS Institute (2001) مورد تجزیه آماری قرار گرفته و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شدند. همبستگی بین پراسنجه‌های مختلف نیز توسط نرم افزار SPSS (2009) انجام شد.

نتایج

میزان تخم‌ریزی، مرگ و میر و خسارت کنه تارتن دولکه‌ای

نتایج آزمایش میزان خسارت وارده به برگ به ازای ۵ کنه ماده بارور پس از ۷۲ ساعت در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام مختلف هلو اثر معنی‌داری روی میزان خسارت کنه تارتن دولکه‌ای داشتند ($P < 0/0001$ ؛ $F = 20/4$ ؛ $df = 4$ و 25). همان‌طور که در جدول ۱ مشخص است بیشترین میزان خسارت وارده به دیسک برگی در ارقام جی‌اچ‌هیل و کاردی و کمترین میزان آن در ارقام ردتاپ و اسپرینگ‌تایمز مشاهده شد.

جدول ۱- میانگین (\pm خطای استاندارد) میزان خسارت، تعداد تخم گذاشته شده و مرگ و میر کنه *Tetranychus urticae* روی دیسک‌های برگی ارقام مختلف هلو طی ۷۲ ساعت.

Table 1. Mean (\pm SE) of damage, deposited eggs and mortality of *Tetranychus urticae* on leaf discs of different peach cultivars during 72 hours.

Treatment	No. dead mites/ 5 mites/ 72h	No. deposited eggs/5 mites/ 72 h	Damage/5 mites/ 72 h
Redtap	1.83 \pm 0.48 a	58.83 \pm 11.06 bc	2.83 \pm 0.48 b
Kardi	1.00 \pm 0.26 a	91.33 \pm 6.94 a	4.33 \pm 0.21 a
G. H. Hale	0.50 \pm 0.34 a	77.00 \pm 12.26 ab	4.17 \pm 0.4 a
Elberta	1.17 \pm 0.40 a	43.00 \pm 2.66 c	1.33 \pm 0.21 c
Spring times	1.00 \pm 0.26 a	39.50 \pm 3.59 c	1.33 \pm 0.21 c

The means followed by the same letters in each column are not significantly different ($P < 0.05$).

میزان تخم‌ریزی به ازای ۵ کنه ماده پس از ۷۲ ساعت روی ارقام ردتاپ، کاردی، جی‌اچ‌هیل، البرتا و اسپرینگ-تایمز در جدول ۱ نشان داده شده است. تجزیه واریانس نشان داد که ارقام مختلف هلو روی میزان تخم‌ریزی این کنه تأثیر معنی‌داری داشتند ($P = 0/0003$ ؛ $F = 7/78$ ؛ $df = 4$ و 25). بیشترین میزان تخم‌ریزی روی ارقام کاردی و جی‌اچ‌هیل مشاهده شد و بین سایر ارقام اختلاف معنی‌داری از نظر این پراسنجه وجود نداشت. به‌علاوه، نتایج

تجزیه واریانس نشان داد که ارقام مختلف هلو اثر معنی داری روی میزان مرگ و میر این کنه پس از ۷۲ ساعت نداشت (جدول ۱). همچنین همبستگی بین میزان خسارت وارده به دیسک برگ و تعداد تخم گذاشته شده توسط این کنه‌ها در ۷۲ ساعت، مثبت و معنی دار بود، درحالی‌که همبستگی بین میزان خسارت وارده و تعداد کنه مرده منفی بود (جدول ۲).

جدول ۲- همبستگی بین میزان خسارت، تعداد تخم گذاشته و تعداد کنه *Tetranychus urticae* مرده روی ارقام مختلف هلو با استفاده از روش زیست‌سنجی دیسک برگ.

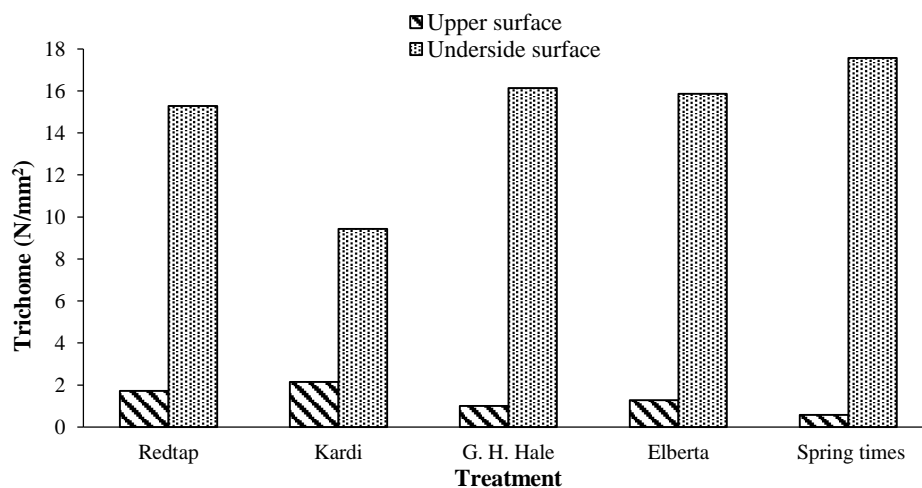
Table 2. The correlation between the amount of damage, number of deposited eggs and dead mites of *Tetranychus urticae* on different peach cultivars using leaf disk bioassay method.

	Damage/5 mites/ 72 h	No. deposited eggs/5 mites/ 72 h	No. dead mites/ 5 mites/ 72h
Damage/5 mites/ 72 h	1	-----	-----
No. deposited eggs/5 mites/ 72 h	0.976 *	1	-----
No. dead mites/ 5 mites/ 72h	- 0.1083 ^{ns}	0.0049 ^{ns}	1

* shows significantly difference, while "ns" indicates insignificantly difference ($P < 0.05$).

نوع و تراکم کرک‌های سطح برگ

در بررسی شکل کرک‌های موجود در سطح برگ ارقام مختلف هلو فقط یک نوع کرک (کرک نیزه‌ای) مشاهده شد. میانگین تراکم کرک‌های نیزه‌ای در واحد سطح برگ (میلی‌متر مربع) در شکل ۱ نشان داده شده است. بررسی کرک‌های موجود در سطح برگ نشان داد که بین ارقام مختلف هلو از نظر تعداد کرک‌های نیزه‌ای در سطح رویی و معنی داری وجود نداشت.

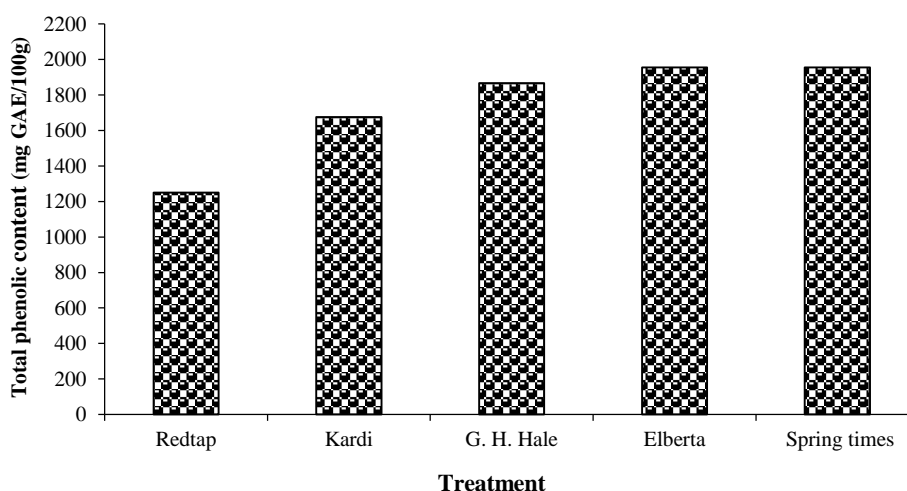


شکل ۱- تعداد کرک‌های موجود در سطح رویی و زیرین برگ ارقام مختلف هلو (بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری وجود نداشت).

Fig. 1. The number of trichomes located on the upper and underside surfaces of different peach cultivars' leaf (There was no significant difference among treatments).

بررسی میزان فنل موجود در برگ ارقام مختلف هلو

میزان فنل در ارقام ردتاپ، کاردی، جی‌اچ‌هیل، البرتا و اسپرینگ‌تایمز به ترتیب ۱۸۶۶/۷۲، ۱۶۷۵/۶۳، ۱۲۵۰/۸۲، ۱۹۵۴/۹ و ۱۹۵۴/۹ پی‌پی‌ام محاسبه شد (شکل ۲). آنالیز واریانس نشان داد که ارقام مختلف از نظر مقدار فنل موجود در برگ آن‌ها دارای اختلاف معنی‌دار نبودند ($F=۰/۰۸۲$; $P=۰/۰۸۲$; $df=۴$ و ۵). به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که رابطه‌ای بین مقدار کل ترکیبات فنلی و مقاومت ارقام مختلف هلو نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای وجود نداشت.



شکل ۲- میانگین کل ترکیبات فنلی در برگ ارقام مختلف هلو (بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت).

Fig. 2. Mean total phenolic content of different peach cultivars' leaf (There was no significant difference among treatments).

میزان عناصر در برگ ارقام مختلف هلو

در این مطالعه به منظور بررسی ارتباط میان عناصر موجود در برگ ارقام مختلف هلو و مقاومت آن‌ها نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای، میزان هر یک از عناصر ازت، فسفر، پتاسیم، مس، روی، منگنز و آهن اندازه‌گیری شد و نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که بین ارقام مختلف از نظر درصد ازت موجود در برگ اختلاف معنی‌دار وجود ندارد ($F=۰/۰۶۲$; $P=۰/۰۶۲$; $df=۴$ و ۱۴). درصد عنصر فسفر در برگ ارقام مورد بررسی از ۵/۳ (در رقم اسپرینگ‌تایمز) تا ۱/۲۹ (در رقم جی‌اچ‌هیل) متغیر بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مطالعه شده از نظر میزان عنصر فسفر وجود نداشت ($F=۰/۳۶۷$; $P=۰/۳۶۷$; $df=۴$ و ۱۴). برخلاف دو عنصر ازت و فسفر، ارقام مختلف هلو از نظر دارا بودن میزان پتاسیم دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($F=۳/۸۹$; $P=۰/۰۳۷$; $df=۴$ و ۱۴). بیشترین درصد پتاسیم در رقم‌های اسپرینگ‌تایمز (۳/۳۶) و البرتا (۳/۳۷) به دست آمد. بین سایر رقم‌ها از نظر درصد عنصر پتاسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). میزان عناصر میکرو (مس، روی، منگنز و آهن) نیز مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین ارقام مختلف هلو از نظر میزان عناصر منگنز ($F=۰/۱۳۴$; $P=۰/۱۳۴$; $df=۴$ و ۱۴)، روی ($F=۲/۲۷۱$; $P=۰/۱۳۳$; $df=۴$ و ۱۴) و آهن ($F=۲/۲۸$; $P=۰/۱۱۸$; $df=۴$ و ۱۴) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). مقدار

عنصر مس در برگ ارقام ردتاپ، کاردی، جی اچ هیل، البرتا و اسپرینگ‌تایمز به ترتیب ۶/۹۵، ۶/۰۵، ۷/۹۳، ۷/۰۳۵ و ۱۲/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. تجزیه واریانس نشان داد که ارقام مختلف هلو از نظر مقدار این عنصر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P=0.0473$; $F=3/55$; $df=4$ و 14) اما اختلاف معنی‌داری از نظر مقدار عنصر مس بین ارقام ردتاپ، کاردی، جی اچ هیل و البرتا دیده نشد (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین (\pm خطای استاندارد) عناصر غذایی ماکرو و میکرو در برگ ارقام هلوی مورد بررسی.

Table 3. Mean (\pm SE) of macro- and micro- elements in the leaves of studied peach cultivars

Nutrients	Spring times	Elberta	G. H. Hale	Kardi	Redtap
Nitrogen (%)	4.45 \pm 0.77 a	2.53 \pm 0.00 a	2.97 \pm 0.20 a	2.98 \pm 0.43 a	3.32 \pm 0.11 a
Phosphorus (%)	0.05 \pm 0.01 a	0.09 \pm 0.00 a	0.13 \pm 0.04 a	0.12 \pm 0.04 a	0.10 \pm 0.30 a
Potassium (%)	3.36 \pm 0.78 a	3.37 \pm 0.06 a	1.93 \pm 0.25 b	0.12 b \pm 1.84	2.12 \pm 0.28b
Copper (mg/kg)	12.01 \pm 1.27 a	7.04 \pm 0.26 b	7.93 \pm 1.23 b	6.05 \pm 1.17 b	6.95 \pm 1.77 b
Zinc (mg/kg)	34.12 \pm 1.18 a	26.79 \pm 0.98 a	20.27 \pm 4.41 a	19.80 \pm 5.21 a	20.16 \pm 6.67 a
Manganese (mg/kg)	89.93 \pm 6.52 a	61.71 \pm 11.19 a	76.96 \pm 6.98 a	73.60 \pm 0.01 a	52.64 \pm 13.16 a
Iron (mg/kg)	80.98 \pm 1.12 a	101.89 \pm 13.43 a	124.10 \pm 27.55 a	157.50 \pm 32.88 a	84.90 \pm 6.61 a

The means followed by the same letters in each row are not significantly different ($P<0.05$).

همبستگی بین میزان خسارت و تعداد تخم گذاشته شده طی ۷۲ ساعت با میزان عناصر مس و پتاسیم نشان داد که همبستگی بین میزان عنصر مس و میزان خسارت و همچنین تعداد تخم گذاشته شده معنی‌دار نبود (جدول ۴). از طرف دیگر همبستگی بین میزان خسارت و همچنین تعداد تخم گذاشته با درصد پتاسیم منفی و معنی‌دار بود (جدول ۴). به عبارت دیگر نتایج نشان داد که هرچه میزان پتاسیم بیشتر باشد خسارت ایجاد شده توسط کنه تارتین دولکه‌ای و همچنین تعداد تخم گذاشته شده توسط این کنه کمتر است.

جدول ۴- همبستگی بین میزان خسارت، تعداد تخم کنه *Tetranychus urticae* و میزان عناصر موجود در برگ ارقام مختلف هلو.

Table 4. The correlation between damage level, the number of *Tetranychus urticae* eggs and the amount of elements in the leaves of studied peach cultivars

	Copper	Potassium
Damage/5 mites/ 72 h	- 0.555 ^{ns}	- 0.96 [*]
No. deposited eggs/5 mites/ 72 h	- 0.611 ^{ns}	- 0.912 [*]

* shows significant difference, while "ns" indicates no significant difference ($P<0.05$).

بحث

تفاوت‌های موجود در پاسخ کنه نسبت به میزان و برعکس، بیانگر وجود مکانیسم‌های مقاومت (آنتی زنوز، آنتی بیوز و تحمل) است. در این پژوهش مقاومت ۵ رقم هلو با مطالعه برخی از ویژگی‌های کنه تارتین دولکه‌ای نسبت به میزان (تخم‌ریزی و مرگ و میر کنه روی میزبان) و واکنش میزبان نسبت به کنه مذکور (خسارت وارده به گیاه میزبان) در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از روش زیست‌سنجی دیسک برگی مورد بررسی قرار گرفت. به طور مشابه این روش برای ارزیابی مقاومت گیاهان مختلف نسبت به کنه تارتین دولکه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (Weston *et al.*, 1989; Gimenes- Ferrer *et al.*, 1993; Saeidi, 2006; Rakha *et al.*, 2017). از بین ۳۶ ژنوتیپ لوبیا چیتی مورد مطالعه، بالاترین شاخص مقاومت گیاهی به ژنوتیپ KS-۲۱۱۷۸ و KS-۴۱۲۳۵۸ اختصاص داشت (Yousefi & Dorri, 2006). در مطالعه دیگری مقاومت ۱۴ ژنوتیپ لوبیای سفید و قرمز نسبت به این کنه بررسی شد که ژنوتیپ‌های Kara Casehiro، صیاد و D10 به علت ایجاد بیشترین میزان خسارت و تخم‌ریزی و کمترین مرگ و میر، به عنوان میزبان‌های حساس شناخته شدند (Mohammadi, 2008). از طرف

دیگر بررسی مقاومت در ارقام مختلف بادام نشان داد که بیشترین تلفات این کنه روی رقم شاهرود ۱۳ و کمترین میزان خسارت روی رقم شاهرود ۲۱ و شاهرود ۱۳ بود (Saeidi, 2014). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین میزان خسارت و تخم‌ریزی روی ارقام کاردی و جی‌اچ‌هیل مشاهده شد. در نتیجه این دو رقم در مقایسه با سایر ارقام حساسیت بیشتری نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای دارند. نتایج حاصل از مطالعه Riahi et al. (2011) موید نتایج این پژوهش است. آن‌ها ویژگی‌های زیستی و پراسنجه‌های رشد جمعیت این کنه را روی ارقام هلو مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که نرخ افزایش جمعیت در ارقام چی‌اچ‌هیل و کاردی به طور معنی‌داری بیشتر از رقم ردتاپ بود.

مطالعات متعددی در مورد اثرات کرک‌های گیاهی روی بندپایان آفت انجام شده است (Kumar, 1992; Mcauslane et al., 1995; Heinz & Zalom, 1995; Mohammadi, 2008; Saeidi 2011a). با توجه به این نکته که تراکم و نوع کرک نقش موثری در مقاومت گیاهان نسبت به آفات دارد (Saeidi, 2006)، بر این اساس در پژوهش حاضر کرک‌های سطح برگ از نظر نوع و تراکم مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که رابطه‌ای بین تراکم کرک‌ها و مقاومت نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای وجود ندارد که با نتایج مطالعه Saeidi (2014) روی ارقام مختلف بادام مطابقت دارد. با این حال نتایج این پژوهش با نتایج سایر محققین روی کنه‌ها و حشرات مختلف مغایر بود. به عنوان مثال Kumar (1992) تراکم بالای کرک‌های سطح برگ ذرت را عامل ایجاد مقاومت آنتی زنوزی نسبت به *Chilo partellus* (Swinhoe) معرفی نمود. نتایج آزمایشات Heinz & Zalom (1995) و Mcauslane et al. (1995) نشان داد که تراکم بالای کرک سبب افزایش تخم‌ریزی *Bemisia tabaci* (Gennadius) به ترتیب روی گوجه‌فرنگی و سویا گردید.

در بین ترکیبات ثانویه، فنل‌های گیاهی یکی از رایج‌ترین و گسترده‌ترین گروه از ترکیبات دفاعی هستند که نقش اصلی را در مقاومت گیاه میزبان نسبت به گیاهخواران از جمله حشرات بازی می‌کنند (Hare, 2011). فنل‌ها به عنوان یک مکانیسم دفاعی نه تنها در برابر گیاهخواران، بلکه در برابر میکروارگانیزم‌ها و گیاهان رقیب نیز عمل می‌کنند. تغییرات کیفی و کمی در فنل‌ها و افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در پاسخ به حمله حشرات یک پدیده رایج است (Hare, 2011; War et al., 2012). نتایج این مطالعه نشان داد که رابطه‌ای بین مقدار کل ترکیبات فنلی و مقاومت ارقام مختلف هلو نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای وجود نداشت که با نتایج برخی از پژوهشگران مطابقت دارد. به طور مشابه مطالعات انجام شده نشان داد که غلظت کل ترکیبات فنلی تأثیری در ایجاد مقاومت میزبان‌های مختلف از جمله گوجه فرنگی (Saeidi, 2006)، لوبیا (Mohammadi, 2008) و بادام (Saeidi, 2014) نسبت به کنه *T. urticae* نداشت. به علاوه گزارش شده است که رابطه‌ای بین میزان کل فنل موجود در برگ و مقاومت ارقام بادام نسبت به کنه *Schizotetranychus smirnovi* وجود ندارد (Saeidi, 2011a). با این حال نتایج این مطالعه با نتایج سایر محققین مغایر بود. Snyder & Carter (1984) علت مقاومت گیاهان گوجه فرنگی نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای را ترشح ترکیبات فنلی از انتهای کرک‌های غده‌ای نوع VI در این گیاه بیان کردند. همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین مقاومت ارقام مختلف توت‌فرنگی نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای و میزان فنل موجود در برگ گزارش شد (Luczynski et al., 1990).

عدم تعادل بین ترکیبات بدن گیاهخوار و گیاه مورد تغذیه می‌تواند روی رفتار جست‌جوگری (Huberty & Denno, 2006) و دینامیسم جمعیت (Urabe et al., 2002) گیاهخواران تأثیر بگذارد. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد عناصر ماکرو می‌تواند رشد، چرخه زندگی و تولیدمثل حشرات را محدود کند (Huberty & Denno, 2009; Zehnder & Hunter, 2009). بر اساس مطالعات Elser et al. (2000) نسبت ازت به فسفر در گیاهان

خشکی‌زی تقریباً برابر با نسبت ازت به فسفر در بدن حشرات است، که نشان می‌دهد محدودیت هر یک از عناصر به یک اندازه برای گیاهخواران اهمیت دارد. میزان مطلوب عناصر ازت، فسفر، پتاسیم، مس، منگنز، روی و آهن در گیاه هلو به ترتیب ۳-۳/۵، ۰/۲۵ - ۰/۱۴، ۲-۳، ۵-۱۶، ۴۰-۱۶۰، ۲۰-۵۰ و ۱۰۰-۲۵۰ گزارش شده است (Malakooti, 1998). اگرچه بین ارقام مختلف هلو در این مطالعه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین میزان عناصر ازت، فسفر، منگنز، روی و آهن وجود نداشت اما مقایسه با مقادیر مطلوب، کم و زیاد گزارش شده توسط Malakooti (1998) نشان می‌دهد که در رقم ردتاپ میزان مطلوبی از عناصر ازت، پتاسیم، مس، روی و منگنز وجود داشت. در رقم‌های جی‌اچ‌هیل و کاردی میزان مطلوبی از عناصر مس، روی، منگنز و آهن و میزان کمی از عناصر ازت و پتاسیم دیده شد. در رقم البرتا میزان زیادی از پتاسیم، مقدار مطلوبی از مس، روی، منگنز و آهن و مقدار کمی از عنصر ازت مشاهده شد. در رقم اسپرینگ‌تایمز میزان عناصر ازت و پتاسیم بالا، میزان عنصر آهن کم و میزان سایر عناصر در حد مطلوب بود. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار بین میزان عنصر پتاسیم و میزان خسارت و تخم‌ریزی این کنه روی ارقام مختلف می‌توان نتیجه گرفت که وجود بیش از حد مطلوب عنصر پتاسیم در ارقام اسپرینگ‌تایمز و البرتا سبب کاهش خسارت و میزان کم این عنصر در ارقام حساس جی‌اچ‌هیل و کاردی سبب افزایش خسارت وارده و تخم‌ریزی کنه گردید. نتایج مشابهی در مورد تاثیر عدم تعادل عناصر غذایی گیاهان و بروز مقاومت در آنها نسبت به کنه‌های تارتن گزارش شده است. به عنوان مثال گزارش شده است که کمبود پتاسیم در گیاهان زیتنی و سبزیجات موجب افزایش باروری کنه‌های تارتن (Tulisalo, 1971) و افزایش فسفر منجر به کاهش جمعیت کنه‌های تارتن روی سیب شده است (Fritzsche et al., 1980).

روی هم رفته بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ارقام ردتاپ، البرتا و اسپرینگ‌تایمز مقاوم و ارقام جی‌اچ‌هیل و کاردی حساس‌ترین میزبان‌ها نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای بودند. در بررسی علت مقاومت ارقام مختلف هلو، رابطه‌ای میان تراکم کرک‌ها، غلظت ترکیبات فنلی و مقاومت نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای مشاهده نشد. همچنین نتایج داد که احتمالاً عدم تعادل عناصر غذایی سبب مقاومت نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که عناصر ریزمغذی در تمام ارقام تقریباً در حد مطلوب بود اما میزان عناصر ماکرو از نظر مطلوب بودن در ارقام مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند. به نظر می‌رسد در ارقامی که میزان این عناصر به ویژه پتاسیم در حد مطلوب بود مقاومت نسبت به کنه تارتن دولکه‌ای بالاتر بوده است. در پایان مطالعات بیشتر روی تاثیر استفاده از ارقام ردتاپ، البرتا و اسپرینگ‌تایمز روی دینامیسیم جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط باغی و گلخانه‌ای پیشنهاد می‌شود.

References

- Ania, O. J., Rodriguez, G. & Knavel, D. E. (1972) Characterizing resistance to *Tetranychus urticae* in tomato. *Journal of Entomologist* 65, 641-643.
- Anonymous. (2019) Food and Agriculture Organization. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed in: 1 April 2019).
- Banerjee, M. K. & Kalloo, K. (1988) Role of phenols in resistance to tomato leaf curl virus, *Fusarium* wilt and fruit borer in *Lycopersicon*. *Current Science* 58(1), 575-578.
- Barnes, R. B., Richardson, D., Berry, J. W. & Hood, R. L. (1945) Flame photometry a rapid analytical procedure. *Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition* 17 (10), 605-611.

- Bolland H. R., Gutierrez J. & Flechtmann C. H. W.** (1998) *World catalogue of the spider mite family (Acari: Tetranychidae)*. 392 pp. Leiden: Brill Academic Publishers.
- Cortesero, A. M., Stapel, J. O. & Lewis, W. J.** (2000) Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. *Biological Control* 17, 35–49.
- Egas, M. & Sabelis M. W.** (2003) Adaptive learning in arthropods: spider mites learn to distinguish food quality. *Experimental & Applied Acarology* 30 (3), 233–247.
- Elser J. J., Fagan W. F., Denno R. F., Dobberfuhl, D. R., Folarin, A., Huberty, A., Interlansi, S., Kilham, S. S., McCauley, E., Schulz, K. L., Siemann E. H. & Sterner, R. W.** (2000) Nutritional constraints in terrestrial and freshwater food webs. *Nature* 408, 578–580.
- Fritzsche, R., Wolfgang, H., Reiss, E. & Thiele, S.** (1980) Untersuchungen zu den Ursachen sortenbedingter Befallsunterschiede von Apfelbäumen mit *Oligonychus ulmi* Koch. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* 16, 193–198.
- Gimenes-ferre, R. M., Sheerens J. C. & Erb, W. A.** (1993) In vitro screening of 76 strawberry cultivars for two-spotted spider mite. *Horticultural Science* 28, 841–844.
- Hare, J. D.** (2011) Ecological role of volatiles produced by plants in response to damage by herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 56, 161–80.
- Heinz, K. M. & Zalom, F. G.** (1995) Variation in trichome based resistance to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition on tomato. *Journal of Economic Entomology* 88(5), 1494–1502.
- Huberty A. F. & Denno R. F.** (2006) Consequences of nitrogen and phosphorus limitation for the performance of two planthoppers with divergent life-history strategies. *Oecologia* 149, 444–455.
- Jackson, M. L.** (1962) *Soil chemical analysis*. 498 pp. Englewood Cliffs, NJ, USA, Prentice-Hall, INC.
- Johnson, H. B.** (1975) Plant pubescence: an ecological perspective. *The Botanic Review* 41, 233–258.
- Kielkiewicz, M.** (1994) The appearance of phenolics in tomato leaf tissues exposed to spider mite attack. *Acta Horticultural* 381, 637–690.
- Kumar, H.** (1992) Inhibition of oviposition responses of *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) by the trichomes on the lower surfaces of maize cultivar. *Journal of Economic Entomology* 85(5), 1736–1739.
- Lattanzio, V., Terzano, R., Cicco, N., Cardinali, A., Di Venere, D. & Linsalata, V.** (2005) Seed coat tannins and bruchid resistance in stored cowpea seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85 (5), 839–846.
- Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagarakou, A. & Tirry, L.** (2009) Mechanisms of acaricide resistance in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Systematic and Applied Acarology* 13, 347–393.

- Levin, D. A.** (1973) The role of trichomes in plant defense. *Quarterly Review of Biology* 48, 3–15.
- Luczynski, A., Isman, M. B., Raworth, D. A. & Chan, C. K.** (1990) Chemical and morphological factors of resistance against the two-spotted spider mite in bean strawberry. *Journal of Economic Entomology* 83, 564–569.
- Malakooti, M. J.** (1998). Critical limit of elements for strategic products. 87 pp. Agricultural Education Publication. [In Persian]
- McAuslane, H. J., Johnson, F. A., Colvin, D. L. & Sojack, B.** (1995) Influence of foliar pubescence on abundance and parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean and peanut. *Environmental Entomology* 24, 1135-1143.
- Mohammadi, S.** (2008) Investigation on the resistance of different white and red bean genotypes to two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch in Shahrekord. MSc Thesis, Shahid Chamran University, 96 pp.
- Motahari, M., Kheradmand, K., Roustae, A.M. & Talebi, A.A.** (2014) The impact of cucumber nitrogen nutrition on life history traits of *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *Acarologia* 54 (4), 443-452.
- Murphy, J. & Riley, J. P.** (1962) A modified single solution for determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27, 35–36.
- Noorbakhsh, S. H.** (2012) Investigation on almond mites fauna and population dynamics of tetranychid mites in Shahrekord city. 31pp. Final report of the research project of Agricultural Research Center of Chaharmahal va Bakhtiyari province. [In Persian]
- Oliveira S.R., Veto A.G., Nóbrega, J. A. & Jones, B. T.** (2010) Determination of macro- and micronutrients in plant leaves by high-resolution continuum source flame atomic absorption spectrometry combining instrumental and sample preparation strategies. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 65 (4), 316–320.
- Parvez M.M., Tomita-Yokotani K., Fujii Y., Konishi T. & Iwashina T.** (2004) Effects of quercetin and its seven derivatives on the growth of *Arabidopsis thaliana* and *Neurospora crassa*. *Biochemical Systematic and Ecology* 32, 631–635.
- Rakha, M., Bouba, N., Ramasamy S., Regnard, J. L. & Hanson, P.** (2017) 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 Evolution* 64 (5), 1011–1022.
- Riahi, E., Nemati, A., Shishehbor, P. & Saeidi, Z.** (2011) Population growth parameters of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on three peach varieties in Iran. *Acarologia* 51(4), 473–480.
- Riahi, E., Shishehbor, P., Nemati, A. & Saeidi, Z.** (2013) Temperature Effects on Development and Life Table Parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Agricultural Science and Technology* 15, 661- 672.

- Sadasivam, S. & Manickam, A.** (1996) Biochemical methods. 2th ed. 256 pp. New Age International Publisher.
- Saeidi Z.** (2011b) Study on Resistance of almond cultivars to spider mites. Iran: Chaharmahal & Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research Center. No. 86004. pp. 15.
- Saeidi, Z.** (2006) Nature of resistance to two- spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in *Lycopersicon* species. Ph. D. Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India. 159pp.
- Saeidi, Z.** (2011a) Reaction of different almond cultivars to *Schizotetranychus smirnovi* in Saman region, Chaharmahal va Bakhtiyari provine. *Plant Protection* 3(2), 111–122.
- Saeidi, Z.** (2014) Investigation on resistance of different almond cultivars/ genotypes to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch in laboratory and greenhouse condition. *Journal of Entomological Research* 5(20), 353–363.
- SAS Institute** (2001) *SAS/STAT: Users guide*. 502 p. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Schoonhoven, L. M., van Loon, J. J. A. & Dicke, M.** (2005) Plant structure: the solidity of anti-herbivore protection. pp. 29–47 in Louis, M., Schoonhoven, L. M., van Loon, J. J. A. & Dicke, M. (Eds) *Insect-plant Biology*. 456 pp. Oxford University Press.
- Sharma, B. L. & Pande, Y. D.** (1986) A study of relationship between the population of *Tetranychus neocaledonicus* Andre (Acarina: Tetranychidae) and external characteristics of cucurbit leaves and their NPK contents. *Journal of Advanced Zoology* 7, 42–45.
- Sharma, H. C., Sujana, G. & Rao, D. M.** (2009) Morphological and chemical components of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of pigeonpea. *Arthropod-Plant Interact* 3, 151–61;
- Snyder, J. C. & Carter, C. D.** (1984) Leaf trichomes and resistance of *Lycopersicon hirsutum* and *Lycopersicon esculentum* to spider mite. *Journal of American Society of Horticultural Sciences* 109 (6), 837–843.
- Southwood, R.** (1986) Plant surfaces and insects- an overview. pp 1–22 in Juniper, B. & Southwood, R. (Eds) *Insects and the Plant Surface*. Edward Arnold, Oxford.
- SPSS** (2009) *SPSS 17 for Windows, Users Guide*. SPSS Inc., Chicago.
- Tulisalo, U.** (1971) Free and bound amino acids of three host plant species and various fertilizer treatments affecting the fecundity of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae). *Annals Entomologici Fennici* 37, 155–163.
- Urabe, J., Naeem, S., Raubenheimer, D. & Elser, J. J.** (2010) The evolution of biological stoichiometry under global change. *Oikos* 119, 737–740.
- Van- Impe, G. & Hance, T.** (1993) A technique for testing varietal susceptibility to the mite *Tetranychus urticae*: applied to bean, cucumber, tomato and strawberry. *Agronomic* 13(8), 739– 749.

- War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain B., Ignacimuthu, S. & Sharma, H. C.** (2012) Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant Signaling & Behavior* 7 (10), 1306–1320.
- Weston, P. A., Johnson, D. A., Burton, H. T. & Snyder, J. C.** (1989) Trichome secretion composition, trichome densities and spider mite resistance of ten accession of *Lycopersicon hirsutum*. *Journal of American Society of Horticultural Sciences* 114, 492–498.
- Wilde, G., Thomas, W. & Hall, H.** (1991) Plant resistance to two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) in raspberry cultivars. *Journal of Economic Entomology* 84, 251–255.
- Wilson, L. J.** (1994) Plant- quality effect on life history parameters of the two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on cotton. *Journal of Economic Entomology* 87(6), 1556–1673.
- Yousefi, M. & Dorri, H.** (2006) Evaluation of resistance and its related mechanisms to two-spotted spider mite in 36 genotypes of green beans in greenhouse condition. 17th Iranian Plant Protection Congress, p. 215.
- Zehnder C. B. & Hunter M. D.** (2009) More is not necessarily better: the impact of limiting and excessive nutrients on herbivore population growth rates. *Ecological Entomology* 34, 535–543.
-