

## اثرات زیرکشدگی اسپیروتترامات بر پارامترهای دموگرافی کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)

نیلوفر سنگک ثانی بزرگانی<sup>۱</sup>، کتابون خردمند<sup>۲\*</sup>، علی اصغر طالبی<sup>۳</sup>

۱ - گروه حشره شناسی و بیماری های گیاهی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران

۲ - \*نویسنده مسوول: گروه حشره شناسی و بیماری های گیاهی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران (kkheradmand@ut.ac.ir)

۳ - گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۴/۱۱

### چکیده

کنه تارتن دولکه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) یکی از مهم‌ترین و مخرب‌ترین کنه‌های گیاهخوار در مزارع و گلخانه‌ها بوده که کنترل آن به دلیل دامنه میزبانی وسیع، بسیار اهمیت دارد. اثرات زیرکشدگی اسپیروتترامات بر اساس روش غوطه‌وری برگ بر پارامترهای دموگرافی کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط آزمایشگاهی  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد و دوره‌ی نوری  $8:16$  ساعت (روشنایی: تاریکی) مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌های بدست آمده بر اساس تئوری جدول زندگی دوجنسی تجزیه و تحلیل شد. تمام غلظت‌های زیرکشنده موجب کاهش معنی‌دار در دوره تخم‌ریزی، باروری کل، طول عمر و طول دوره زندگی نسبت به شاهد شدند. حداکثر و حداقل میانگین طول عمر کنه‌های نر و ماده در گروه تیمار نشده و  $LC_{35}$  مشاهده گردید. باروری کل از  $18/12$  نتاج/فرد در تیمار با غلظت  $LC_{35}$  تا  $57/71$  نتاج/فرد در شاهد متغیر بود. کمترین نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ )  $11/95$  نتاج/فرد در بالاترین غلظت آزمایش ( $LC_{35}$ ) برآورد شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r_m$ ) در تیمار شاهد ( $0/22$  نتاج/فرد/روز) و در تیمار  $LC_{35}$  ( $0/17$  نتاج/فرد/روز) ثبت گردید. مدت زمان یک نسل ( $T$ ) با غلظت‌های آزمایش شده مختلف تأثیر معنی‌داری نداشت. نتایج این تحقیق نشان داد غلظت زیرکشنده ( $LC_{35}$ ) اسپیروتترامات در برابر کنه تارتن دولکه‌ای موثر بود.

**کلید واژه‌ها:** اثرات زیرکشدگی، اسپیروتترامات، پارامترهای جدول زندگی، کنه تارتن دولکه‌ای

### مقدمه

کنه تارتن دولکه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) از مهم‌ترین گونه‌های گیاهخوار است که از بین گونه‌های مختلف، این گونه دارای بیشترین پراکندگی و میزان گیاهخواری است. بطوری‌که حدود ۱۲۰۰ گونه گیاهی به عنوان میزبان این کنه گزارش شده است که از آن میان ۱۵۰ گونه گیاهی از

نظر اقتصادی حائز اهمیت است (Sabouri et al., 2009). تغذیه این آفت از کلروفیل باعث از بین رفتن سلول‌های برگ و در نتیجه کاهش محصول و حتی مرگ گیاه می‌شود. همچنین این کنه در آلودگی‌های شدید با تنیدن تار مانع از عمل تعرق و فتوسنتز می‌گردد (Brandenburg and Kennedy, 1987). این گونه بیشتر متعلق به نواحی گرمسیر و نیمه‌گرمسیر می‌باشد

سم‌شناسی دموگرافیک روش مناسبی برای ارزیابی اثرات کلی آفت‌کش‌هاست، که یک روش سم‌شناسی محیطی بوده و پارامترهای جدول زیستی افراد یک جمعیت، قرار گرفته در معرض آفت‌کش، و شاهد را بررسی می‌کند. اثرات زیرکشدگی به منظور تعیین اثرات کلی کاربرد آفت‌کش‌ها باید ارزیابی شوند که می‌توانند باعث تغییر در ویژگی‌های زیست‌شناسی افراد شوند (Stark and Banks, 2003). لذا هدف از انجام این پژوهش ارزیابی اثرات زیرکشدگی کنه‌کش اسپروتترامات بر پارامترهای دموگرافی کنه تارتن دولکه‌ای با استفاده از تئوری جدول زندگی دوجنسی سن-مرحله می‌باشد تا بتوان کارایی این کنه‌کش را به منظور استفاده در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی مورد ارزیابی قرار داد.

## مواد و روش‌ها

### حشره‌کش مورد آزمایش

در این پژوهش حشره‌کش اسپروتترامات با فرمولاسیون تجاری SC10% و نام تجاری Movento، ساخت شرکت بایر آلمان استفاده گردید. اسپروتترامات با مهار کردن آنزیم استیل‌کوآنزیم A کربوکسیلاز از تشکیل اسیدهای چرب جلوگیری می‌کند و دارای ویژگی خاص انتقال در آوند چوبی و آبکش است.

### پرورش گیاهان میزبان

لویا چیتی رقم خمین (*Phaseolus vulgaris* L. var. Khomein) به عنوان میزبان برای پرورش کنه تارتن دولکه‌ای استفاده شد. بذرها قبل از کاشت به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شده و پس از تحریک جوانه‌زنی در گلدان‌های پلاستیکی در خاک با نسبت مساوی کوکوئیت و پرلیت کاشته شدند و در گلخانه تحت شرایط دمایی ۲۵-۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵۰-۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

(Sabouri et al., 2009). قدرت تولیدمثل بالای این آفت مزیتی برای آن بوجود می‌آورد که در شرایط مطلوب جمعیت خود را سریع به سطح زیان اقتصادی برساند. راهکارهای گوناگونی برای کنترل این آفت به کار گرفته می‌شود که مهمترین آنها استفاده از روش‌های شیمیایی است (Ruberson et al., 1998). استفاده مکرر از سموم شیمیایی در مزارع محدودیت‌های زیادی از جمله بروز مقاومت، اثرات نامطلوب باقی‌مانده سموم روی محصولات، مختل شدن سیستم‌های طبیعی کنترل بیولوژیک (Van Leeuwen et al., 2010)، آلودگی‌های زیست‌محیطی (Frank et al., 1990)، ظهور آفات ثانویه (Elzen, 2001)، طغیان مجدد و کاهش تنوع زیستی را به همراه داشته است (Osborne and Oetting, 1989; Antonious and Snyder, 2006). کنه‌های تارتن به دلیل دارا بودن نرخ رشد سریع، نرخ زادآوری بالا، چرخه زندگی کوتاه از جمله آفاتی بوده که بسرعت نسبت به سموم از خود مقاومت نشان می‌دهند (Nauen et al., 2001; Wang et al., 2016). بطوری‌که تاکنون مقاومت این آفت به ۹۳ کنه‌کش از ۱۰۵ کشور جهان گزارش شده است (Whalon et al., 2012). در نتیجه به منظور مدیریت بروز مقاومت در این کنه‌ها، امروزه راهکارهای مختلفی همچون استفاده از کنه‌کش‌های با نحوه اثر جدید و یا کاهش دز مصرفی مطرح می‌باشند. از جمله ترکیبات جدید کنه‌کش می‌توان به اسپروتترامات اشاره نمود. این ترکیب، یک سم سیستمیک از مشتقات تترونیک‌اسید و یک ترکیب جدید کتونوآنول<sup>۱</sup> است که با مسدود کردن استیل‌کوآنزیم A کربوکسیلاز مهارکننده سنتز چربی‌ها می‌باشد. این ترکیب اخیراً برای کنترل سفیدبالک‌ها، شته‌ها، و دیگر آفات مکنده مقاوم به سایر سموم معرفی شده است. این آفت‌کش با نام تجاری Movento عرضه می‌شود (Marcic et al., 2012).

<sup>1</sup> ketoenol

### تشکیل کلنی کنه تارتن دولکه‌ای

تصادفی از کلنی برداشته و روی دیسک‌های برگ‌ی آلوده به سم قرار داده شدند. پتری‌ها به مدت ۲۴ ساعت در اتاقک رشد تحت شرایط قبلاً ذکر شده، نگهداری شدند. کنه‌هایی که پس از ۲۴ ساعت در صورت تحریک با قلم‌مو قادر به حرکت نبودند، مرده در نظر گرفته شدند. آزمایش‌های اصلی زیست‌سنجی در چهار تکرار برای هر غلظت، انجام شد.

جمعیت اولیه کنه از گلخانه‌های خیار آلوده پاکدشت جمع‌آوری و بر روی گیاهان لوبیا چیتی با ارتفاع ۱۵-۲۰ سانتی‌متر رهاسازی شدند. کلنی کنه تارتن در شرایط دمایی ۲۵-۳۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵۰-۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۸:۱۶ ساعت (روشنایی : تاریکی) پرورش داده شد.

### همسن‌سازی کنه‌های تارتن دولکه‌ای

### اثر غلظت‌های زیرکشنده بر پارامترهای رشد جمعیت کنه‌ی دولکه‌ای

دیسک‌های برگ‌ی لوبیا در محلول‌های تهیه شده در غلظت‌های زیرکشنده LC<sub>20</sub>، LC<sub>25</sub> و LC<sub>35</sub> از کنه‌کش اسپیروتترامات و آب مقطر به مدت ۱۵ ثانیه غوطه‌ور شده و پس از خشک شدن در دمای اتاق، داخل پتری‌دیش‌ها به صورت جداگانه برای هر تیمار قرار داده شدند. تعداد ۱۰۰ عدد کنه ماده بالغ جفتگیری کرده همسن با قلم‌موی نرم روی برگ‌های هر تیمار منتقل شدند. به منظور داشتن یک جمعیت همسن کنه‌های ماده زنده مانده در هر تیمار، کنه‌ها به مدت ۲۴ ساعت به طور جداگانه روی دیسک‌های برگ‌ی قرار داده شدند. سپس یک تخم روی هر دیسک برگ‌ی نگه داشته شده و بقیه تخم‌ها به همراه کنه ماده حذف شدند. تعداد ۱۰۰ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. تمامی تخم‌های آزمایشی بصورت روزانه مورد بازدید قرار گرفتند و طول دوره رشدی مراحل مختلف کنه در هر یک از تیمارها ثبت گردید. به منظور تخمین میزان باروری، کنه‌های ماده با نر همراه شدند و دوره تخم‌گذاری، میزان باروری و طول عمر آنها ثبت گردید. ثبت داده‌ها تا پایان عمر آخرین کنه‌ها ادامه یافت.

دیسک‌های برگ‌ی به قطر ۴ سانتی‌متر از برگ‌های جوان لوبیا چیتی تهیه شد و سطح پشتی دیسک‌های برگ‌ی به سمت بالا و سطح رویی در تماس با کاغذ صافی مرطوب داخل پتری‌دیش (قطر ۹ و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر) قرار داده شدند. جهت جلوگیری از فرار کنه‌ها، اطراف دیسک‌های برگ‌ی با پنبه مرطوب محصور شد و سپس تعداد ۲۰ عدد کنه ماده و ۵ عدد کنه نر بالغ با استفاده از قلم‌موی باریک از کلنی برداشته و به آنها اجازه داده شد تا مدت ۲۴ ساعت تخم‌ریزی کنند. سپس کنه‌های بالغ از پتری‌ها حذف گردید و فقط تخم‌های همسن باقی ماندند. پتری‌ها تا زمان بالغ شدن تخم‌ها در اتاقک رشد با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

### آزمایش‌های زیست‌سنجی

آزمایش‌های مقدماتی برای تعیین محدوده‌ی غلظت‌های مؤثر کنه‌کش‌ها انجام شد و غلظت‌هایی که بین ۲۰ تا ۹۰ درصد تلفات در جمعیت کنه‌ها ایجاد کردند، مشخص گردید و در آزمایش‌های اصلی مورد استفاده قرار گرفتند. در این آزمایشات آب مقطر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در آزمایش‌های زیست‌سنجی از روش غوطه‌وری دیسک برگ‌ی در محلول سمی استفاده شد (Helle and Overmeer, 1985). بدین ترتیب که برای هر ۵ غلظت، ۱۵ عدد کنه بالغ همسن نر و ماده با یک قلم‌موی نرم به صورت کاملاً

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تعیین غلظت‌های زیرکشنده از نرم‌افزارهای IBM SPSS Software version 19.0 و polo plus روش پروبیت استفاده شد. داده‌های بدست آمده از

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمایش‌های زیست‌سنجی جهت تعیین غلظت‌های زیرکشنده اسپروتترامات روی کنه تارتن دولکه‌ای در جدول ۱ ارائه شده است. غلظت‌های  $LC_{20}$ ،  $LC_{25}$  و  $LC_{35}$  به ترتیب ۲/۵۷، ۲/۷۲ و ۲/۹۷ پی‌پی‌ام محاسبه شد.

یادداشت‌برداری‌های روزانه براساس نظریه جدول زندگی دوجنسی (Chi and Liu, 1985) Age-stage two-sex TWSEX- (Chi, 1988; و با استفاده از نرم افزار MSChart (Chi, 2012) تجزیه شد. مقایسه میانگین تیمارها به روش Tukey-kramer در سطح آماری ۵٪ انجام گرفت.

جدول ۱- تجزیه پروبیت برای پاسخ غلظت-مرگ‌ومیر مرحله بالغ کنه‌ی تارتن دولکه‌ای نسبت به کنه‌کش اسپروتترامات  
Table 1. Probit analysis for the concentration-mortality response of adult stage of *Tetranychus urticae* to spirotramat

| N*  | df | LC <sub>20</sub>    | LC <sub>25</sub>    | LC <sub>35</sub>    | LC <sub>50</sub>    | Slope ± SE  | X <sup>2</sup> | P-value |
|-----|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|----------------|---------|
| 300 | 3  | 2.57<br>(2.14-2.77) | 2.72<br>(2.37-2.89) | 2.97<br>(2.76-3.10) | 3.30<br>(3.17-3.48) | 2.039±0.241 | 0.074          | 0.99    |

\*15 individuals per replicate, four replicates per concentration, six concentrations per assay.

Wang et al. (2016) طول دوره تخم در کنه‌های *T. urticae* تیمار شده با اسپینتروم را ۳/۹۴ روز در غلظت  $LC_{20}$  گزارش کردند که به نتایج گزارش شده در این تحقیق بسیار نزدیک بود و به طور معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت، که نتایج تحقیق ما را تایید می‌کند. در مقایسه، پژوهش Wang et al. (2014) روی کنه تارتن *T. urticae* نشان داد که طول دوره‌های پیش از بلوغ (تخم، لارو، پوره سن یک و دو) برای کنه‌های تیمار شده با غلظت‌های  $LC_{10}$  و  $LC_{25}$  بیفتنرین بطور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت که این نتایج با نتایج ما منطبق نیست. علت این اختلاف می‌تواند مرتبط با نحوه اثر کنه‌کش‌های استفاده شده باشد. به طوری که بیفتنرین بر کانال‌های سدیمی در سلول‌های عصبی و تولید ATPase تاثیر می‌گذارد اما اسپروتترامات با مهار آنزیم آکریبوکسیلاز بر بیوسنتز چربی‌ها تاثیر دارد. طول عمر کنه‌های ماده بالغ در غلظت  $LC_{20}$  کنه‌کش اسپروتترامات معادل ۹/۸۲ روز ثبت شد این در حالی است

### اثرات زیرکشدگی اسپروتترامات بر مراحل رشدی قبل از بلوغ، طول عمر بالغ و طول دوره زندگی کنه تارتن دولکه‌ای

در هر دو جنس نر و ماده تمامی مراحل رشدونموی قبل از بلوغ، طول عمر بالغ و طول دوره زندگی در شاهد با کنه‌های تیمار شده در غلظت‌های مختلف اسپروتترامات اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید (جدول ۲). در واقع غلظت‌های زیرکشنده اسپروتترامات باعث کوتاه شدن طول دوره زیستی تمامی مراحل قبل از بلوغ کنه‌های تارتن شدند. کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین زمان تفریح تخم برای کنه‌های ماده به ترتیب ۳/۸۸ و ۴/۲۳ روز ثبت شدند که به ترتیب مربوط به تیمار  $LC_{35}$  و آب مقطر بودند. این درحالی است که اگر چه غلظت  $LC_{35}$  کمترین زمان تفریح تخم را نشان می‌دهد اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با دو غلظت زیرکشنده دیگر نداشت ( $F=10.19$ ;  $df=3, 260$ );  $(P<0.0001)$ .

(2012) گزارش کردند اثرات زیرکشدگی کنه‌کش‌های فنازاکوئین و فن‌پیروکسیمیت بر کنه‌های تارتن *T. urticae* تاثیر گذاشته به طوری که طول عمر کنه‌های ماده و نر بالغ تیمار شده با این کنه‌کش‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت. میانگین طول دوره زندگی نر و ماده به ترتیب از ۱۵/۸۳ تا ۲۱/۳۰ و از ۱۸/۲۹ تا ۲۳/۶۰ روز به طول انجامید. تاثیر غلظت‌های زیرکشنده بر طول دوره زندگی نسبت به شاهد، باعث کاهش معنی‌دار شده است. کمترین و بیشترین طول دوره زندگی به ترتیب مربوط به تیمار LC<sub>35</sub> و شاهد بود. بر طبق نتایج Alinejad et al. (2014) روند کاهشی در طول دوره زندگی کنه‌های نر (۱۵/۱۳ روز) و ماده (۱۷/۹۲ روز) *T. urticae* تیمار شده با LC<sub>30</sub> از کنه‌کش فنازاکوئین دیده شد. که این مقادیر نزدیک به مقادیر بدست آمده در این تحقیق در غلظت LC<sub>35</sub> از کنه‌کش اسپیروتترامات بود.

که Wang et al. (2016) طول عمر کنه‌های ماده بالغ *T. urticae* تیمار شده با غلظت LC<sub>20</sub> کنه‌کش اسپینوتروم را ۱۲/۸۵ روز گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت که این نتایج با نتایج تحقیق ما همخوانی نداشت. نتایج ما نشان دهنده این است که کنه‌کش اسپیروتترامات در مقایسه با اسپینوتروم تاثیر سوء بیشتری بر طول عمر کنه‌های ماده بالغ تارتن دولکه‌ای داشته است. براساس نتایج این بررسی، اسپیروتترامات نقش مهمی در کوتاه شدن طول عمر و دوره زندگی افراد نر و ماده داشته است و این عامل، باعث کاهش زمان تغذیه کنه و بالطبع کاهش خسارت ایجاد شده توسط آنها به گیاه میزبان می‌شود و در افراد ماده طبعاً تاثیر خود را علاوه بر کاهش تغذیه، در دوره‌ی باروری نیز نشان می‌دهد. نتایج تحقیق حاضر با مطالعات بسیاری از پژوهشگران مطابقت دارد. برای مثال Gholamzadeh Chitgar and Ghadamyari (2012)، Alinejad et al. (2014) و Ghaderi et al.

جدول ۲- اثرات زیرکشدگی اسپیروتترامات بر دوره رشدونمو، طول عمر بالغ و طول کل دوره زندگی کنه تارتن دولکه‌ای (روز  $\pm$  خطای معیار)

Table 2. Effects of sublethal of spirotetramat on pre-developmental time, adult longevity and total life span of *Tetranychus urticae* (days  $\pm$  SE)

| Parameter        | Sublethal concentrations |                               |                               |                               |                               |
|------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                  | Sex                      | Control                       | LC <sub>20</sub>              | LC <sub>25</sub>              | LC <sub>35</sub>              |
| <b>Male</b>      |                          |                               |                               |                               |                               |
| Egg              |                          | 4.39 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>   | 3.83 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>   | 3.78 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>  | 3.74 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>  |
| Larva            |                          | 2.26 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>  | 1.83 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>   | 1.78 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>  | 1.78 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>  |
| Protonymph       |                          | 2.39 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>   | 1.87 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>   | 1.83 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>   | 1.74 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>  |
| Deutonymph       |                          | 2.39 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>   | 1.96 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>  | 1.91 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>  | 1.78 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>  |
| Male longevity   |                          | 9.87 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>  | 7.30 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>  | 7.04 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>  | 6.78 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>  |
| Total life span  |                          | 21.30 $\pm$ 0.55 <sup>a</sup> | 16.78 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup> | 16.35 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup> | 15.83 $\pm$ 0.22 <sup>c</sup> |
| <b>Female</b>    |                          |                               |                               |                               |                               |
| Egg              |                          | 4.23 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>  | 3.94 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>  | 3.92 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>  | 3.88 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  |
| Larva            |                          | 2.15 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 1.88 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  | 1.86 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  | 1.82 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>  |
| Protonymph       |                          | 2.15 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 1.98 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>  | 1.95 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>  | 1.91 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>  |
| Deutonymph       |                          | 2.15 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 1.92 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>  | 1.89 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>  | 1.85 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>  |
| Female longevity |                          | 12.92 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup> | 9.82 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>  | 9.36 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>  | 8.83 $\pm$ 0.11 <sup>c</sup>  |
| Total life span  |                          | 23.6 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>  | 19.55 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup> | 19.00 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup> | 18.29 $\pm$ 0.14 <sup>c</sup> |

Means within a row followed by the same letter are not significantly different (Tukey-kramer  $P>0.05$ ).

معنی‌داری بین تیمارها دیده نشد ( $F=1.25$ ;  $df=3, 260$ ); کمترین و بیشترین مقادیر پیش از تخمگذاری کل به ترتیب در کنه‌های تیمار شده در غلظت  $LC_{35}$  و شاهد مشاهده گردید. به طوری که بین غلظت‌های زیرکشنده نسبت به شاهد تفاوت معنی‌دار وجود داشت ( $F=20.39$ ;  $df=3, 260$ ;  $P<0.0001$ ). همچنین نتایج بدست آمده نشان داد باروری کل *T. urticae*، با افزایش غلظت زیرکشنده، به طور معنی‌داری کاهش یافت. به طوری که به کمترین میزان خود  $18/12$  نتاج به ازای هر ماده در تیمار  $LC_{35}$  رسید ( $F=16.73$ ;  $df=3, 260$ ); همچنین در پژوهشی دیگر، تاثیر مقادیر ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ میلی‌گرم از اسپیروتترامات بر سوسک شکارگر *Menochilus sexmaculatus* Fabricius پارامتر باروری کل را به طور معنی‌دار نسبت به شاهد کاهش داد که این موضوع با نتایج ما همخوانی دارد (Azod et al., 2016). بنابراین، اسپیروتترامات کاهش معنی‌داری در توان افراد ماده برای تخمگذاری ایجاد کرد و از این طریق می‌تواند منجر به کنترل جمعیت آفت شود.

### اثرات زیر کشندگی اسپیروتترامات بر دوره‌های تولیدمثلی و میزان باروری

نتایج حاصل از تأثیر غلظت‌های  $LC_{20}$ ،  $LC_{25}$  و  $LC_{35}$  بر طول دوره‌های تولیدمثلی و باروری کل کنه تارتن دولکه‌ای در جدول ۳ نشان داده شده است. کوتاهترین زمان تخم‌ریزی  $6/71$  روز در تیمار  $LC_{35}$  و طولانی‌ترین زمان  $10/92$  روز بوده که در تیمار شاهد مشاهده گردید به طوری که میانگین دوره تخم‌ریزی در غلظت‌های زیرکشنده نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $F=39.62$ ;  $df=3, 260$ ;  $P<0.0001$ ). بر طبق یافته‌های Alinejad et al. (2014) طول دوره تخم‌ریزی در کنه‌های *T. urticae* تیمار شده با غلظت  $LC_{30}$  فنزاکوئین  $6/52$  روز بود که به مقدار گزارش شده در این تحقیق بسیار نزدیک است، به طوری که نسبت به تیمار شاهد کاهشی معنی‌داری نشان داد که این یافته نیز با نتایج ما مطابقت دارد. Li et al. (2017) گزارش کردند که اثرات زیرکشندگی بیفنازات بر دوره تخم‌ریزی کنه تارتن *T. urticae* باعث روندی کاهشی شد که این روند با نتایج ما همخوانی دارد. دوره پیش از تخم‌ریزی تحت تاثیر غلظت‌های مختلف سم قرار نگرفت و اختلاف

### جدول ۳- اثرات زیر کشندگی اسپیروتترامات بر دوره‌های تولیدمثلی و باروری کل کنه تارتن دولکه‌ای

Table 3. Effects of sublethal concentrations of spirotetramat on reproductive periods and total fecundity of *Tetranychus urticae*

| Parameter                              | Sublethal concentrations |                         |                         |                         |
|----------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                        | Control                  | $LC_{20}$               | $LC_{25}$               | $LC_{35}$               |
| APOP <sup>1</sup> (day)                | 1.00±0.02 <sup>a</sup>   | 1.05±0.03 <sup>a</sup>  | 1.05±0.02 <sup>a</sup>  | 1.06±0.03 <sup>a</sup>  |
| Oviposition period (day)               | 10.92±0.06 <sup>a</sup>  | 7.74±0.1 <sup>b</sup>   | 7.29±0.09 <sup>c</sup>  | 6.71±0.12 <sup>d</sup>  |
| TPOP <sup>2</sup> (day)                | 11.68±0.18 <sup>a</sup>  | 10.77±0.07 <sup>b</sup> | 10.68±0.08 <sup>b</sup> | 10.52±0.1 <sup>b</sup>  |
| Total fecundity (offspring/individual) | 57.71±0.34 <sup>a</sup>  | 24.14±0.51 <sup>b</sup> | 21.21±0.47 <sup>c</sup> | 18.12±0.49 <sup>d</sup> |

<sup>1</sup>APOP, adult pre-ovipositional period, <sup>2</sup>TPOP, total pre-ovipositional period. Means within a row followed by the same letter are not significantly different (Tukey-kramer  $P < 0.05$ )

بوده است. این تفاوت می‌تواند مربوط به گونه متفاوت یا نحوه اثر متفاوت سم باشد. تحقیقات Wang et al. (2014) حاکی از آن بود، که نرخ خالص تولید مثل برای کنه‌های تارتن تیمار شده با غلظت  $LC_{25}$  از سم بیفنترین مقدار ۴۰/۸۱ نتاج/فرد بود. که این مقدار در غلظت  $LC_{25}$  سم اسپروتترامات ۱۳/۹۹ نتاج/فرد ثبت شد. این موضوع نشان می‌دهد سم اسپروتترامات نسبت به بیفنترین تاثیر سو بیشتری بر نرخ خالص تولید مثل کنه‌های تارتن دولکه‌ای دارد. نرخ ذاتی رشد جمعیت ( $I_m$ ) یکی از مهمترین پارامترهای دموگرافی برای ارزیابی پتانسیل رشد جمعیت است؛ به طوری که هرچه مقدار این پارامتر کمتر باشد، نرخ افزایش جمعیت کندتر و دوره رشد و نمو طولانی‌تر خواهد بود. براساس نتایج این بررسی،  $I_m$  در شاهد ۰/۲۲ و در غلظت  $LC_{35}$ ، ۰/۱۷ محاسبه شد. این نتیجه نشان می‌دهد افزایش در غلظت زیرکشنده باعث کاهش معنی‌دار  $I_m$  شده است و این موضوع نشان می‌دهد که این کنه‌کش قادر است جمعیت کنه تارتن را در نسل بعد در غلظت‌های  $LC_{20}$ ،  $LC_{25}$  و  $LC_{35}$  به طور معنی‌دار نسبت به شاهد کاهش دهد. پارامترهای نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت در ماده‌های *Eretmocerus mundus* Mercet، تیمار شده با ۲۰ میلی‌گرم از اسپروتترامات به طور معنی‌دار نسبت به شاهد کاهش یافت، که این یافته با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Francesena et al., 2017). نرخ منتهای افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) *T. urticae* با کاربرد غلظت‌های مصرفی  $LC_{20}$ ،  $LC_{25}$  و  $LC_{35}$  اسپروتترامات به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. Martínez-Villar et al. (2005) در بررسی کاربرد آزادپراختین بر کنه‌های تارتن نشان دادند نرخ منتهای افزایش جمعیت کنه‌های تیمار شده به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود که این موضوع نتایج تحقیق ما را تایید می‌کند. مدت زمان یک نسل (T) کنه تارتن دولکه‌ای تحت تاثیر

## اثرات زیرکشنده‌گی اسپروتترامات بر آماره‌های جدول زندگی کنه تارتن دولکه‌ای

مقادیر مربوط به پارامترهای رشد جمعیت نتاج حاصل از کنه‌های تارتن تیمار شده با غلظت‌های زیرکشنده و شاهد از کنه‌کش اسپروتترامات در جدول ۴ ارائه شده است. براساس نتایج، از نظر آماری بین میانگین شاهد با غلظت  $LC_{35}$  و سایر تیمارها در کلیه پارامترهای بررسی شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) (۵۴/۳۳ نتاج/فرد) در تیمار شاهد و کمترین مقدار این پارامتر (۱۵/۱۹ نتاج/فرد) در تیمار با غلظت  $LC_{35}$  بدست آمد. وضعیت مشابهی در تحقیق Ghaderi et al. (2012) مشاهده شد؛ به طوری که نرخ ناخالص تولید مثل کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* تیمار شده با غلظت  $LC_{50}$  از سم فن پروکسیمیت در مقایسه با کنه‌های تیمار نشده به طور معنی‌داری کاهش یافت. نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) کنه‌های تارتن تیمار شده با اسپروتترامات با افزایش غلظت کاهش یافت؛ به طوری که کمترین میزان نرخ خالص (۱۱/۹۵ نتاج/فرد) مربوط به کنه‌های تیمار شده با  $LC_{35}$  بود که با شاهد (۳۸/۰۹ نتاج/فرد) اختلاف معنی‌دار داشت که نشان داد توان تولیدمثلی کنه تارتن در شرایط تیمار نشده از تیمارهای دیگر بیشتر بود. در واقع کاهش در نرخ خالص تولید مثل منعکس‌کننده تغییرات در عواملی چون بقا و باروری افراد می‌باشد. این سم نیز با کاهش این دو عامل باعث کاهش نرخ خالص تولیدمثل شده است. بر طبق مطالعات Li et al. (2006) میانگین نرخ خالص تولیدمثل کنه *T. viennensis* در اثر تیمار با  $LC_{25}$  از سم کلوفنتزین مقدار ۱۸/۱۴ نتاج/فرد ثبت گردید که این مقدار در نتایج ما برای غلظت  $LC_{25}$  از کنه‌کش اسپروتترامات ۱۳/۹۹ نتاج/فرد گزارش شد که می‌توان استنباط کرد اثر سم اسپروتترامات نسبت به کلوفنتزین در برابر کنه‌های جنس *Tetranychus* بیشتر

گردید و براساس آزمون مقایسه میانگین تفاوت معنی داری با تیمارهای دیگر نشان داد. براساس گزارش Gholamzadeh Chitgar and Ghadamyari (2012) مقدار این پارامتر برای گروه تیمار شده با غلظت LC<sub>30</sub> فنازاکوئین ۳ روز بود که مقدار بدست آمده در تحقیق Gholamzadeh Chitgar and Ghadamyari (2012) در مقایسه با نتایج ما از تمامی مقادیر DT کنه‌های تیمار شده کمتر بود. این اختلاف می‌تواند ناشی از اختلاف در نوع کنه کش مورد استفاده باشد.

غلظت زیر کشنده LC<sub>20</sub>، LC<sub>25</sub> و LC<sub>35</sub> اسپروتترامات نسبت به شاهد کاهش یافت. در حالی که در مطالعه‌ی Li et al. (2017) تاثیر غلظت‌های زیر کشنده بیفنازات بر کنه تارتن نشان داد با افزایش غلظت LC<sub>20</sub> مدت زمان در یک نسل این کنه افزایش یافت که این موضوع با نتایج این تحقیق مغایرت دارد. اختلاف در غلظت‌های آزمایشی مورد استفاده یا مکانیسم اثر کنه کش‌ها می‌تواند از دلایل این تفاوت باشد. بیشترین زمان مورد نیاز برای دو برابر شدن جمعیت (DT) معادل ۴/۰۴ روز در غلظت LC<sub>35</sub> محاسبه

جدول ۴- پارامترهای جدول زندگی نتاج حاصل از کنه‌های تارتن تیمار شده با غلظت‌های زیر کشنده اسپروتترامات

**Table 4. Life table parameters (mean ±SE) of offspring from *Tetranychus urticae* treated with sublethal concentrations of spirotetramat**

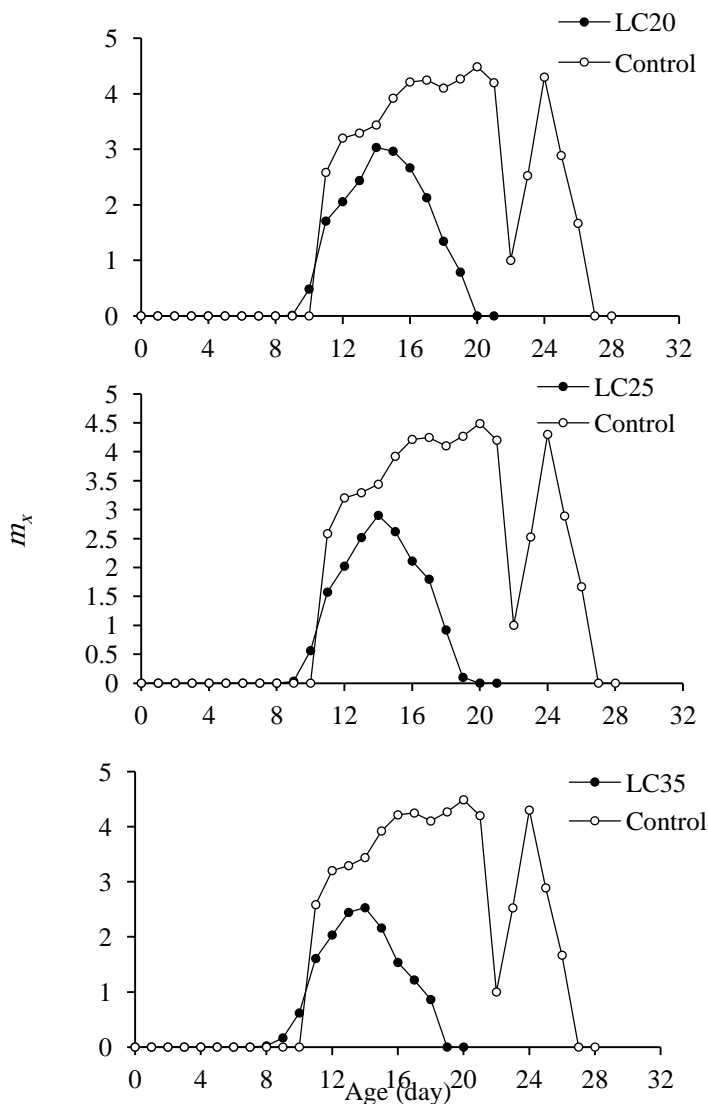
| Parameters                                  | Sublethal concentrations           |                                      |                                    |                                    |
|---------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                                             | Control                            | LC <sub>20</sub>                     | LC <sub>25</sub>                   | LC <sub>35</sub>                   |
| <i>GRR</i> (offspring/individual)           | 54.33±3.12 <sup>a</sup><br>(54.34) | 19.62 ± 2.89 <sup>b</sup><br>(27.59) | 17.17±0.93 <sup>b</sup><br>(17.17) | 15.19±0.84 <sup>c</sup><br>(15.19) |
| <i>R<sub>0</sub></i> (offspring/individual) | 38.09±2.73 <sup>a</sup><br>(38.09) | 15.92±2.92 <sup>b</sup><br>(22.57)   | 13.99±1.05 <sup>b</sup><br>(14.00) | 11.95±0.91 <sup>c</sup><br>(11.96) |
| <i>r<sub>m</sub></i> (day <sup>-1</sup> )   | 0.22±0.00 <sup>a</sup><br>(0.22)   | 0.18±0.005 <sup>b</sup><br>(0.18)    | 0.18±0.05 <sup>b</sup><br>(0.18)   | 0.17±0.005 <sup>c</sup><br>(0.17)  |
| <i>λ</i> (day <sup>-1</sup> )               | 1.24±0.006 <sup>a</sup><br>(1.24)  | 1.20±0.006 <sup>b</sup><br>(1.20)    | 1.19±0.006 <sup>c</sup><br>(1.19)  | 1.19±0.006 <sup>c</sup><br>(1.19)  |
| <i>T</i> (days)                             | 16.50±0.14 <sup>a</sup><br>(16.50) | 14.80± 0.08 <sup>b</sup><br>(14.80)  | 14.53±0.08 <sup>b</sup><br>(14.53) | 14.11±0.11 <sup>b</sup><br>(14.11) |
| <i>DT</i> (days)                            | 3.13 ±0.05 <sup>a</sup>            | 3.85 ±0.05 <sup>a</sup>              | 3.85 ±0.06 <sup>a</sup>            | 4.04 ±0.07 <sup>b</sup>            |

Means within a row followed by the same letter are not significantly different among treatments using the paired bootstraps test at 5% significance level. Data in the first row for each parameter were calculated using the bootstrap procedure with 100, 000 samples, and data in the second row for each parameter were calculated using the original data.

میزان باروری کاهش یافت. بیشترین میزان باروری ۴/۴۸ نتاج/فرد بود که در روز بیستم برای کنه‌های تیمار نشده بدست آمد. در مقایسه Alinejad et al. (2014) در یافتند فنازاکوئین میزان باروری ویژه سنی کنه تارتن *T. urticae* را کاهش داد. بطوری که بیشترین مقدار در شاهد و کمترین مقدار در غلظت LC<sub>30</sub> ملاحظه شد که این روند کاهشی منطبق بر نتایج تحقیق حاضر بود.

در شکل ۱ باروری ویژه سنی ( $m_x$ ) در کنه تارتن *T. urticae* تیمار شده و شاهد، نشان داده شده است. تخمگذاری برای ماده‌های همه تیمارها بعد از دهمین روز آغاز گردید. حداکثر میزان باروری ویژه سنی ( $m_x$ ) کنه‌های ماده در تیمارهای LC<sub>20</sub>، LC<sub>25</sub> و LC<sub>35</sub> به ترتیب برابر ۳/۰۳، ۲/۹۰، ۲/۵۲ نتاج/فرد بود که همگی در روز چهاردهم مشاهده گردید که براساس نتایج حاصله با افزایش غلظت مصرفی،



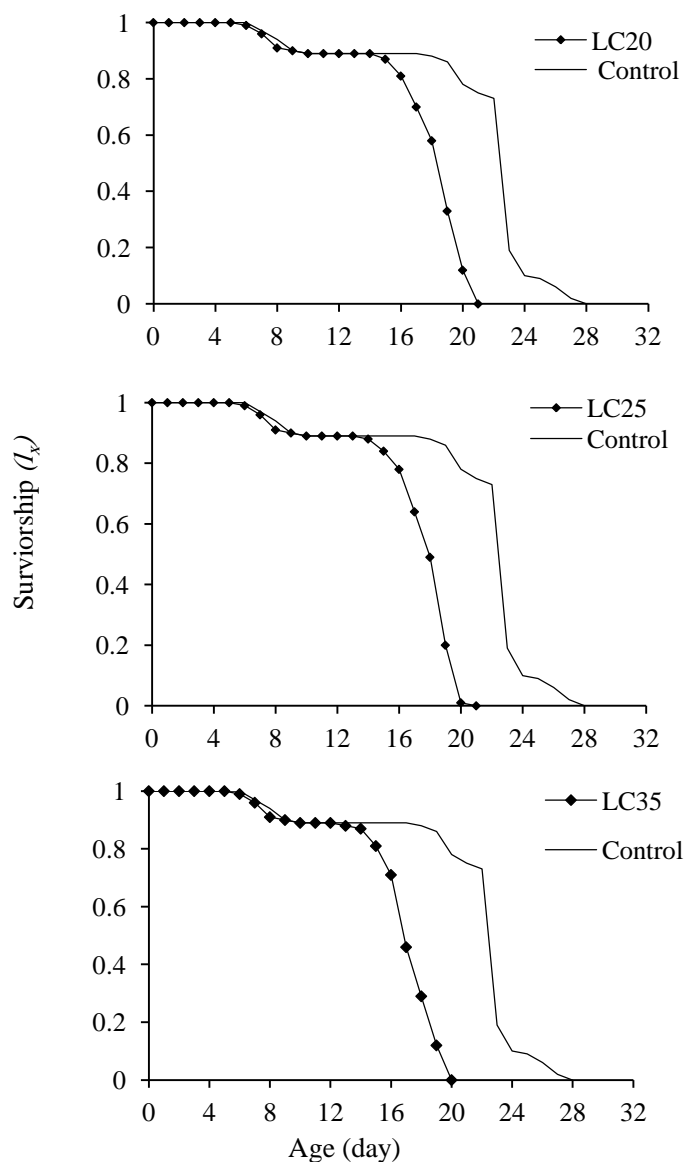


شکل ۱ - منحنی باروری ویژه سن کنه‌های تارتن تیمار شده با غلظت‌های زیرکشنده اسپیروتترامات و شاهد

Figure 1 - Age-specific fecundity curve of *T. urticae* mites treated with sublethal concentrations of spirotetramat and control

تیمار شده با LC<sub>35</sub> در روز ۲۰ به صفر رسید. علاوه بر این در همه تیمارها درصد مرگ‌ومیر مشاهده شده در مراحل بالغ به طور چشمگیری در مقایسه با شاهد کاهش یافت. روند مشابه نتایج ما در مطالعه‌ی Wang et al. (2014) دیده شد، که در اثر تیمار کنه تارتن *T. urticae* با غلظت‌های LC<sub>10</sub> و LC<sub>20</sub> بیفتترین بقای ویژه سنی به طور معنی‌داری کاهش یافت.

در شکل ۲، منحنی بقای ویژه سنی ( $lx$ ) در کنه‌های تارتن *T. urticae* تیمار شده با آب مقطر و سه غلظت زیرکشنده از اسپیروتترامات نشان داده شده است. منحنی در ابتدا برای هر سه غلظت زیرکشنده بیشترین مقدار (یک) را داشت. سپس با گذشت زمان، شیب نزولی نشان داد. احتمال بقا در کنه‌های تیمار نشده در روز ۲۸ به صفر رسید و در کنه‌های تارتن تیمار شده با غلظت‌های LC<sub>20</sub> و LC<sub>25</sub> در روز ۲۱ و برای کنه‌های

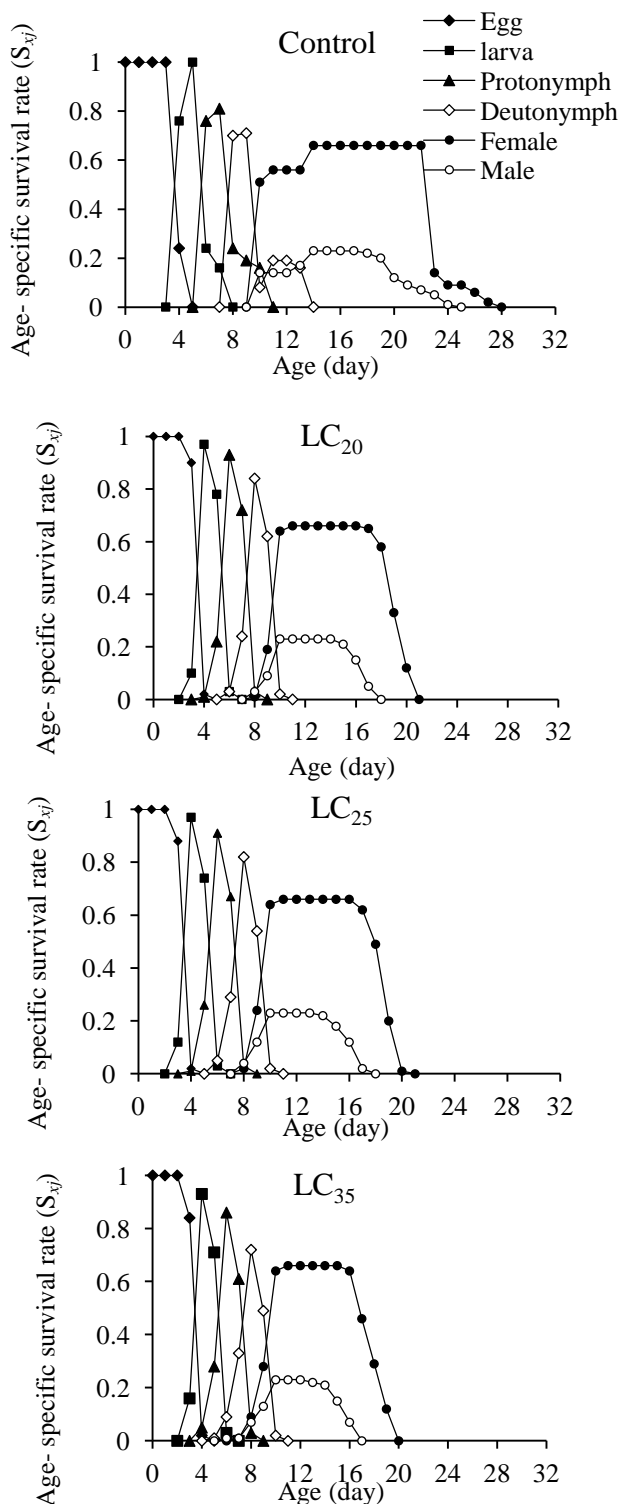


شکل ۲- منحنی بقای ویژه سنی کنه‌های *T. urticae* تیمار شده با غلظت‌های زیر کشنده اسپروتترامات و شاهد

Figure 2. Specific survival curve of *T. urticae* mites treated with sublethal concentrations of spirotetramat and control

Alinejad et al. (2014) همپوشانی واضحی بین مراحل زیستی مختلف کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* تیمار شده با غلظت‌های زیر کشنده فنازا کوئین نشان دادند. بیشترین نرخ زنده‌مانی کنه‌های ماده و نر در تیمار شاهد مشاهده شد. با افزایش غلظت میزان زنده‌مانی کنه‌های نر و ماده کاهش یافت.

منحنی مربوط به تعداد نسبی افراد زنده مانده در هر گروه سنی - مرحله زیستی ( $S_{x,t}$ ) مطابق شکل ۳ برای غلظت‌های زیر کشنده و شاهد به تفکیک مراحل مختلف زیستی، همپوشانی بین این مراحل را نشان می‌دهد. Kavousi et al. (2009) همپوشانی بین مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* را گزارش کردند. در مطالعه‌ای دیگر



شکل ۳- منحنی بقای ویژه سن-مرحله زیستی ( $S_{yj}$ ) کنه‌های تارتن تیمار شده با غلظت‌های زیرکشنده اسپیروتترامات و آب مقطر

Figure 3. Age-stage survival rate curve ( $S_{yj}$ ) of *T. urticae* mites treated with sublethal concentrations of spirotetramat and distilled water

### نتیجه گیری کلی

بسیاری از ترکیبات شیمیایی قادر نیستند بر مراحل مختلف زیستی آفت هدف تاثیرگذار باشند. براساس نتایج این تحقیق می توان استنباط کرد که کش اسپیروتترامات تاثیر منفی بر مراحل زیستی قبل از بلوغ و طول عمر کنه تارتن دولکه ای نشان داد. هم چنین با کوتاه کردن طول دوره تخم ریزی و کاهش میزان باروری در جلوگیری از افزایش طغیانی این آفت چند نسلی می تواند موثر باشد و نیز با تاثیر بر پارامترهای رشد جمعیت، بویژه کاهش معنی دار در نرخ ذاتی افزایش جمعیت، می تواند جمعیت کنه تارتن *T. urticae* را به خوبی کنترل کند

و به عنوان ترکیبی موثر در برنامه های کنترلی کنه تارتن *T. urticae* مطرح شود. لذا انجام مطالعات تکمیلی، از قبیل آزمایش در شرایط مزرعه ای، بررسی اثرات زیرکشدگی این کنه کش بر عوامل کنترل بیولوژیک کنه *T. urticae* نیز مورد نیاز بوده تا کارایی این کنه کش به منظور استفاده در برنامه های مدیریت تلفیقی کنه تارتن *T. urticae* مشخص گردد.

### سپاس گذاری

از حمایت های مالی و امکانات فراهم شده توسط دانشگاه تهران جهت اجرای این تحقیق تشکر و قدرانی می شود.

### REFERENCES

- Alinejad, M., Kheradmand, K., and Fathipour, Y. 2014. Sublethal effects of fenazaquin on biological performance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Application of age-stage, two-sex life tables. *Acarina*, 23 (2): 172–180.
- Antonious, G. F., and Snyder, J. C. 2006. Natural products: repellency and toxicity of wild tomato leaf extracts to the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 41 (1): 43–55.
- Azod, F., Shahidi-noghabi, Sh., Mahdian, K., Smagghe, G. 2016. Lethal and sublethal effects of spirotetramat and abamectin on predatory beetles (*Menochilus sexmaculatus*) via prey (*Agonoscena pistaciae*) exposure, important for integrated pest management in pistachio orchards. *Belgian Journal of Zoology*, 146 (2): 113–112.
- Brandenburg, R., and Kennedy, G. 1987. Ecological and agricultural considerations in the management of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). *Agricultural Zoology Reviews*, 1: 120-130.
- Chi, H. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17(1): 26-34.
- Chi, H. 2012. TWSEX-MS Chart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. Available from <http://140.120.197.173/Ecology/Download>." Twosex-MSChart. zip (2012).
- Chi, H., and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 24 (2): 225-240.

Elzen, G. 2001. Lethal and sublethal effects of insecticide residues on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae). Journal of Economic Entomology, 94 (1): 55-59.

Frank, R., Braun, H., Ripley, B., and Clegg, B. 1990. Contamination of rural ponds with pesticide, 1971–85, ontario, canada. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 44 (3): 401- 409.

Francesena, N., Desneux, N., Ribeiro de campos, M., Inés Schneider, M. 2017. Side effects of spirotetramat on pupae and adults of a Neotropical strain of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae): Effects on the life parameters and demography. Environmental Science and Pollution Research, 24 (21): 17719–17730.

Ghaderi, S., Minaii, K., Akrami, M., and Al Asafour, M. 2012. Effect acaricide fenpyroximate on life table parametrs two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in laboratory conditions. Iranian Plant Protection Sciences, 43 (2): 251-260. (in Farsi with English abstract).

Gholamzadeh Chitgar, M., and Ghadamyari, M. 2012. Sublethal effects of fenazaquin on life-table parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) Journal of Iranian Plant Pests Research, 1 (1): 38-48.

Helle, W., and Overmeer, W.P.J. 1985. Toxicological test methods. In: W. Helle & Sabelis, M.W. (eds.), Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokio. 1: 391–395.

Kavousi, A., Chi, H., Talebi, K., Bandani, A., Ashori, A. and Naveh, V. H. 2009. Demographic traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and whole leaves. Journal of Economic Entomology, 102 (2): 595-601.

Li, D., Tian, J., and Shen, Z. 2006. Assessment of sublethal effects of clofentezine on life-table parameters in hawthorn spider mite (*Tetranychus viennensis*). Experimental and Applied Acarology, 38 (4): 255-273.

Li, Y. Y., Fan, X., Zhang, G. H., Liu, Y. Q., Chen, H. Q., Liu, H., and Wang, J. J. 2017. Sublethal effects of bifenazate on life history and population parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Systematic and Applied Acarology, 22 (1): 148-158.

Marcic, D., Petronijevic, S., Drobnjakovic, T., Prijovic, M., Peric, P., and Milenkovic, S. 2012. The effects of spirotetramat on life history traits and population growth of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 56 (2): 113-122.

Martínez-Villar, E., Sáenz-De-Cabezón, F.J., Moreno-Grijalba, F., Marco, V., and Pérez-Moreno, I., 2005. Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 35 (3): 215-222.

Naher, N., Islam, T., Haque, M. M., and Parween, S. 2006. Effect of native plant and IGRs on the development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Universal Journal of Zoology*, 25: 19-22.

Nauen, R., Stumpf, N., Elbert, A., Zebitz, C.P.W., Kraus, W. 2001. Acaricide toxicity and resistance in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae), *Pest Management Science*, 57 (3): 253–261.

Osborne, L., and Oetting, R. 1989. Biological control of pests attacking greenhouse grown ornamentals. *Florida Entomologist*, 408-413.

Ruberson, J.R., Nemato, h., and Hirose, y. 1998. Pesticides and conservation of natural enemies in pest management. In. P. Barbosa (Ed), *Conservation Biological Control*. Academic Press, 207-220.

Sabouri, A., Faraji, F., and Zahedi Golpayegani, A. 2009. Mites of greenhouse; identification, biology and control. Tehran university Press, Tehran. (in Farsi).

Stark, J. D., and Banks, J. E. 2003. Population level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48 (1): 505-519.

Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., and Tirry, L. 2010. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important acari: A review. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 40 (8): 563-572.

Wang, L., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., and Wang, S. 2016. Sublethal effects of spinetoram on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 1,132: 102-107.

Wang, S., Tang, X., Wang, L., Zhang, Y., Wu, Q., and Xie, W. 2014. Effects of sublethal concentrations of bifenthrin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (acari: Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology*, 19 (4): 481-490.

Whalon, M., Mota-Sanchez, D., Hollingworth, R., and Duynslager, L. 2012. Arthropod pesticide resistance database. Available in [www.pesticideresistance.org](http://www.pesticideresistance.org).

## Sublethal effects of spirotetramat on demographic parameters of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)

N. Sangak Sani Bozhgani<sup>1</sup>, K. Kheradmand<sup>2\*</sup> and A. A. Talebi<sup>3</sup>

1. Department of Entomology and Plant Pathology, College of Aboureihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran
2. \*Corresponding Author: Department of Entomology and Plant Pathology, University of Tehran, Pakdasht, Iran (kkheradmand@ut.ac.ir)
3. Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received: 12 September 2017

Accepted: 2 July 2018

### Abstract

#### Background and Objectives

The two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is one of the most important and destructive herbivorous mites in fields and greenhouses, and its control is very important due to the wide range of its hosts.

#### Materials and Methods

The sublethal effects of spirotetramat based on leaf dipping method were evaluated on demographic parameters of two-spotted spider mite in the laboratory conditions of  $25\pm 1$  °C,  $60\pm 5\%$  RH and a photoperiod 16:8 hours (L:D). The obtained data were analyzed based on age-stage two sex life table theory.

#### Results

All sublethal concentrations caused a significant decrease in oviposition period, total fecundity, longevity and total life span compared to control. Maximum and minimum means of longevity of male and female mite were observed in untreated and LC<sub>35</sub> groups. Total fecundity varied from 18.12 (offspring/individual) in treatment with 35% sublethal to 57.71 (offspring/individual) in control. The lowest net reproductive rate ( $R_0$ ) was estimated at 11.95 (offspring/individual) at the highest experimental dose. The intrinsic rate of population increase ( $r_m$ ) was recorded as 0.22 offspring/individual/day in control and 0.17 offspring/individual/day in LC<sub>35</sub> treatments, respectively. Mean generation time (T) was not significantly affected by different tested doses.

#### Discussion

The results of this study demonstrated that sublethal dosage (LC<sub>35</sub>) of spirotetramat was effective against two-spotted spider mites.

**Keywords:** *Sublethal effects, Spirotetramat, Life table parameters, Two-spotted spider mite*