تحقیقات آفات گیاهی

| علمی پژوهشی<br>۱۴۰۳ -۱۴(۳): ۵۹-۷۶ | https://doi.org/10.22124/iprj.2024.28254.1591 | pISSN:2322-2409<br>eISSN: 2538-6123 |
|---|---|---|

OPEN ACCESS

# اثرات کشنده و زیرکشنده سینوپیرافن روی فراسنجه‌های جدول زندگی کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* در دو نسل متوالی در شرایط آزمایشگاهی

**الهام رضائی*[۱]**

https://orcid.org/0000-0003-1946-6153

**شهرام آرمیده[۲]**

https://orcid.org/0000-0003-1946-6153

۱ و ۲- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

**مریم فروزان [۳]**

۳- بخش گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

https://orcid.org/0000-0002-5440-3329

**چکیده:** کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch، آفتی مهم در بسیاری از محصولات کشاورزی است. استفاده از آفت‌کش‌های مؤثر و با سازوکار اثر جدید، از راهکارهای متداول در برنامه‌های مدیریت تلفیقی می‌باشد. در پژوهش حاضر، تأثیر غلظت‌های مختلف سینوپیرافن روی فراسنجه های زیستی کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۳±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) با روش پاشش و بررسی جدول زندگی دو جنسی در دو نسل متوالی مورد بررسی قرار گرفت. مقدار $LC_{50}$ سینوپیرافن برای مرحله پروتونمف ۲۵۰/۹۴۵ پی‌پی‌ام محاسبه شد. از بین غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$، غلظت زیرکشنده $LC_{30}$ بیشترین تاثیر را بر فراسنجه‌های زیستی و تولیدمثلی داشت که در نسل اول میزان تخم‌ریزی، طول دوره تخم‌ریزی، طول عمر نر و ماده را کاهش داد. غلظت‌های زیرکشنده سینوپیرافن بر نتاج پروتونمف‌های تیمار شده نیز اثر گذاشته و باعث افزایش طول دوره جنینی، لاروی، پروتونمف و دئوتونمف و کاهش طول عمر بالغ ماده از ۲۲/۲۶ به ۱۸/۲۱ روز شد، و این روند باعث کاهش میزان باروری از ۴۵/۶۳ به ۲۸/۸۶ تخم و طول دوره باروری از ۱۷/۱۳ به ۱۳/۱۷ روز شد. در نتیجه کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت (در شاهد و $LC_{30}$ به‌ترتیب ۰/۰۵۱ ± ۰/۲۰ و ۰/۰۵۱ ±۰/۱۵ بر روز) ثبت شد، بیش‌ترین اثر منفی در غلظت $LC_{30}$ مشاهده شد. روند رشد جمعیت تحت تاثیر غلظت زیرکشنده $LC_{30}$ روند کندتری نسبت به شاهد نشان داد. برای استفاده از کنه کش سینوپیرافن در مدیریت تلفیقی کنه تارتن دو لکه‌ای توصیه می‌شود تا تاثیر آن در شرایط گلخانه و مزرعه‌ای نیز بررسی شود.

**واژه‌های کلیدی:** جدول زندگی، زیرکشنده، سینوپیرافن، کنه تارتن دولکه‌ای

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۶/۲

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۹/۱۰

***Citation***: Rezaei, E., Aramideh, Sh. & Forouzan, M. (2024). Lethal and sublethal effects of cyenopyrafen on life table parameters of *Tetranychus urticae* in two consecutive generations in laboratory conditions. *Plant Pest Research*, *14*(3), 59-76. **Doi: https://doi.org/10.22124/iprj.2024.28254.1591**

*Corresponding author: elham.rezaiee71@gmail.com

Journal of Plant Pest Research is published by University of Guilan
This journal is an open access journal licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0)

## مقدمه

کنه‌های خانواده Tetranychidae، درزمره مهم‌ترین آفات با خسارت اقتصادی به محصولات گلخانه‌ای محسوب می‌شوند. این کنه‌ها آفات مهمی در زیست‌بوم‌های کشاورزی و جنگلی هستند و در بسیاری از محصولات زراعی، درختان میوه و سبزیجات یافت می‌شوند. مخرب‌ترین کنه تارتن در دنیا، کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) است (Fathipour and Maleknia, 2016). کنه تارتن دولکه‌ای از جمله آفات چندخوار و همه‌جازی با اهمیت اقتصادی بسیار زیاد می‌باشد (Ferrero *et al*., 2011). در ایران کنه تارتن دولکه‌ای روی محصولاتی نظیر لوبیا، خیار، پنبه، سویا و گوجه فرنگی دارای اهمیت اقتصادی است (Sedaratian *et al*., 2008).

این آفت باتوجه به طول نسل کوتاه و پتانسیل تخم‌ریزی بسیار زیاد، توانایی افزایش جمعیت سریع و رسیدن به جمعیت‌های خسارت‌زا در زمان کوتاه را دارا می‌باشد (Isman, 1999; Havasi *et al*., 2020). کنه تارتن دولکه‌ای به‌طور عمده در سطح زیرین برگ فعالیت نموده و با سوراخ کردن سلول‌های اپیدرم و پارانشیم اسفنجی برگ و مصرف کلروفیل آن‌ها به گیاه آسیب جدی می‌رساند (Park & Lee, 2002; Havasi *et al*., 2020).

روش اصلی کنترل این آفت در زیست‌بوم‌های مختلف کشاورزی استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی است که متأسفانه مصرف بی‌رویه این مواد شیمیایی عوارض جبران‌ناپذیر متعددی نظیر آلودگی محصولات کشاورزی، تهدید سلامتی انسان، آلودگی‌های زیست‌محیطی، اثرات سوء روی موجودات غیرهدف، بروز پدیده مقاومت و غیره را به‌دنبال داشته است (Isman, 2000). با وجود این، تولید اقتصادی محصول بدون استفاده از مواد شیمیایی امکان‌پذیر نیست (Kim *et al*., 2007).

از جمله راهکارهایی که در کشاورزی مدرن به‌منظور کاهش اثرات نامطلوب آفت‌کش‌های مصرفی در زیست‌بوم‌های مختلف کشاورزی در کانون توجه قرار گرفته است، استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی با سازوکار اثر جدید و یا کاربرد غلظت‌های زیرکشنده این ترکیبات در مدیریت تلفیقی است (Ibrahim and Yee, 2000). در برنامه مدیریت تلفیقی آفات اغلب تاثیر غلظت‌های زیرکشنده در نظر گرفته نمی‌شود، در صورتی‌که باید میزان سازگاری یک آفت‌کش بر پایه میزان مرگ و میر در اثر تأثیر مستقیم یا غیر مستقیم (غلظت کشنده و زیرکشنده) بررسی شود، زیرا غلظت زیرکشنده می‌تواند به اندازه مرگ و میر مستقیم زیان‌آور باشد (Ibrahim & Yee, 2000).

یک ابزار بسیار مفید برای مقایسه فرمولاسیون‌های مختلف حشره‌کش‌های حاوی یک ماده فعال، ارزیابی دوز/غلظت کشنده است. تخمین‌های کشنده نیز ممکن است اطلاعات مهمی در هنگام ارزیابی توسعه جمعیت آفات مقاوم به حشره‌کش‌ها باشد. اگرچه نتایج چنین تخمین‌هایی در آزمایشگاه بسیار ارزشمند بوده اما، تفسیر داده‌ها به شدت محدود است. در محصولات زراعی، دوز/غلظت اولیه حشره‌کش به‌طور معمول پس از کاربرد اولیه در اثر چندین عامل غیرزیستی مانند بارندگی، دما و نور خورشید تخریب می‌شوند. به این ترتیب، در شرایط مزرعه، حشرات می‌توانند در معرض دوزها/غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش‌ها قرار گیرند و ممکن است اثرات زیرکشنده را تجربه کنند (Stark *et al*., 1995). اثرات زیرکشنده به عنوان اثرات بیولوژیکی، فیزیولوژیکی، جمعیت شناختی یا رفتاری بر افراد یا جمعیت‌هایی که در معرض یک ماده آفت‌کشی با دوز/غلظت کشنده یا زیرکشنده زنده می‌مانند، تعریف می‌شود. دوز/غلظت زیرکشنده به عنوان عدم ایجاد مرگ و میر آشکار در جمعیت تجربی تعریف می‌شود (Desneux *et al*., 2007).

بررسی‌های سم‌شناسی دموگرافیک از طریق زیست‌سنجی، جدول زندگی باروری، اندازه‌گیری اثر حشره‌کش بر نرخ رشد جمعیت را ارائه می‌دهد. اثرات زیرکشنده بر نرخ رشد جمعیت پس از قرار گرفتن در معرض حشره‌کش‌ها به شدت تحت تأثیر ساختار اولیه جمعیت قرار دارد. از آنجا که مراحل و سنین مختلف حشرات ممکن است حساسیت‌های متفاوتی نسبت به آفت کش‌ها داشته باشند، در نظر گرفتن این عامل برای تخمین حساسیت جمعیت ضروری است (Stark & Banken, 1999). آزمایش‌های پاسخ جدول زندگی با قرار دادن افراد یا گروه‌ها در معرض افزایش دوز یا غلظت یک ماده آفت‌کشی در طول عمرشان انجام

می‌شود. مرگ و میر روزانه و تولیدمثل ثبت شده و برای تولید فراسنجه‌های جدول زندگی استفاده می‌شود (Durmuşoğlu *et al.*, 2015).

پژوهش‌های مختلفی در زمینه بررسی اثرات کشنده و زیرکشنده کنه کش‌ها روی کنه تارتن دولکه‌ای صورت گرفته است (Marcic, 2007; Al-Antary *et al*., 2013; Wang *et al*., 2015; Bocianowski *et al*., 2022; Abdou *et al*., 2023; Balci & Ay, 2023; Jamal *et al*., 2023). در همین راستا به دلیل مقاومت کنه تارتن دولکه‌ای به کنه کش‌ها و طغیان این کنه باید از آفت‌کش جدید و سازوکار اثر متفاوت استفاده شود تا کمترین اثر سوء را روی دشمنان طبیعی و بیشترین اثر را روی کنه تارتن دولکه‌ای داشته باشد، یکی از آفت‌کش‌ها با سازوکار اثر جدید برای کنه تارتن دولکه‌ای سینوپیرافن می‌باشد، که تاکنون بررسی‌هایی روی این کنه‌کش صورت نگرفته است، سینوپیرافن یک کنه‌کش جدید و موثر است که مهارکننده انتقال الکترون کمپلکس II میتوکندری بوده و در سال ۲۰۰۹ تجاری شده است. در زمینه مقاومت کنه‌ها به این کنه‌کش، پژوهش‌هایی از جمله مطالعه خلیقی و همکاران (Khalighi *et al*., 2015) و سوئیگموتو و اوزاکابه (Suigmoto & Osakabe, 2013) انجام شده است. همچنین میزان باقیمانده این کنه‌کش توسط لی و همکاران (Li *et al*., 2011)، همایون کبیر و همکاران (Humayun Kabir *et al*., 2017)، کیم و همکاران (Kim *et al*., 2017) و لی و همکاران (Li *et al*., 2021) بررسی و ثبت شده است.

مطالعات نشان داد که اثرات زیرکشنده سینوپیرافن تاکنون آزمایش و بررسی نشده است. این کنه‌کش، با کمترین اثر سوء بر دشمنان طبیعی، قابل رقابت با سایر کنه‌کش‌ها برای کاهش مقاومت کنه می‌باشد. در همین راستا، در پژوهش حاضر اثرات زیر-کشندگی سینوپیرافن بر فراسنجه‌های زیستی و کنترل کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده در پژوهش حاضر کمک شایانی به اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های مدیریتی کنه تارتن دولکه‌ای و هم‌چنین کاهش میزان باقیمانده آفت‌کش‌های شیمیایی در محصولات کشاورزی خواهد نمود.

## مواد و روش‌ها

### گیاه میزبان

بذر گیاه خیار رقم ناگین (*Cucumis sativus* L. Var. *Nagin*) پس از تهیه و جوانه‌زنی، در شرایط گلخانه با دمای ۵ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۷۵ درصد و شرایط روشنایی طبیعی درون گلدان‌های پلاستیکی (پلاستیک‌های نشاء) به ارتفاع ۲۵ و قطر ۱۸ سانتی‌متر کاشته شدند و در گلخانه گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه نگهداری شدند. گیاهان مذکور درون قفس‌های توری نگهداری شدند. بعد از رشد برگ‌ها و رسیدن به مرحله چهار برگی، در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

### پرورش آفت

برگ‌های آلوده به مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دولکه‌ای، از گلخانه‌ها و مزارع آلوده اطراف شهر ارومیه جمع‌آوری و سپس به‌منظور شناسایی به آزمایشگاه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انتقال داده شدند. گونه مذکور پس از بررسی زیر استریومیکروسکوپ و شناسایی با کلید مربوطه، خالص‌سازی و روی گلدان‌های حاوی گیاه خیار سالم در مرحله ۶-۸ برگی درون قفس‌های توری به ابعاد ۹۰×۹۰×۱۵۰سانتی‌متر قرار داده شدند.کلنی کنه *T. urticae* قبل از استفاده در آزمایش‌ها، حداقل به‌مدت سه نسل روی گیاه میزبان پرورش داده شدند. با پژمرده شدن گیاه توسط کنه، بوته‌های سالم جایگزین می‌شدند. کلنی مذکور در شرایط گلخانه نگهداری شد.

### همسن سازی کنه برای انجام آزمایش

به‌منظور هم‌سن سازی، کنه‌های بالغ ماده و نر از کلنی آزمایشگاهی موجود جدا شده و درون دیسک‌های برگی (با قطر شش سانتی‌متر) قرار داده شدند. به مدت ۲۴ ساعت کنه‌ها درون ژرمیناتور با شرایط دمایی ۲ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵

درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند. سپس تخم‌های گذاشته شده توسط کنه‌های بالغ نر وماده جدا شده و بعد از سپری شدن مدت زمان لازم، کنه‌های نابالغ مرحله پروتونمف با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت ظاهر شده از تخم، برای انجام آزمایش استفاده شدند.

### کنه‌کش مورد استفاده

در پژوهش حاضر از سینوپیرافن با نام تجاری و فرمولاسیون StarMite® SC 30٪ استفاده شد. غلظت توصیه شده این کنه کش ۰/۴– ۰/۵ در هزار می‌باشد که برای کنترل تمام مراحل زیستی کنه قابل استفاده می‌باشد.

### زیست سنجی

غلظت‌های مختلف شامل ۱/۲، ۱/۳، ۱/۴ و ۱/۵ دوز توصیه‌شده در مزرعه از محلول کنه‌کش ساخته شده و روی دیسک‌های برگی با قطر شش سانتی‌متر حاوی ۲۰ عدد پوره سن اول (پروتونمف) به‌صورت جداگانه با استفاده از دستگاه برج پاشش با حجم ۷۰۰ میکرولیتر با فشار پاشش ۱ بار / ۱ اینچ اسپری شد (مدت زمان اسپری برگ‌ها برای همه تکرارها یکسان و ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد). میزان مرگ‌ومیر پروتونمف کنه تارتن دولکه‌ای پس از طی ۲۴ساعت ثبت شد. در تیمار شاهد از آب مقطر استریل و برای همه تیمارها محلول ۰/۰۲ درصد Tween-80 اضافه شد. آزمایش در غلظت‌های مختلف آفت‌کش و تیمار شاهد سه بار تکرار شد. سه غلظت مابین غلظت‌هایی که کمترین و بیشترین تلفات بین ۲۰ تا ۸۰ درصد در جمعیت شدند با استفاده از فواصل لگاریتمی بدست آمد (Robertson *et al.*, 2007). غلظت‌های ۳۳۲/۷، ۲۷۷/۳، ۲۲۱/۹، ۱۶۶/۵، ۱۱۱/۱ پی‌پی‌ام و آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد به همراه ۰/۰۲ درصد Tween-80 به‌منظور برآورد $LC_{50}$ و زیرکشنده $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ مورد استفاده قرار گرفتند. سپس تعداد ۲۰ عدد کنه نابالغ (پروتونمف ) برای آزمایش روی هر کدام از دیسک‌ها قرار داده شدند. غلظت‌های تهیه‌شده روی برگ‌ها اسپری شدند. برای دیسک برگی از برگ خیار و ظروف پتری با قطر ۶ سانتی‌متر و پنبه استفاده شد. جهت تبادل هوا درب ظروف پتری،سوراخ و روی آن پارچه توری‌های ارگانزا با مش ۲۰۰ (۷۵ میکرون) نصب شد. سپس، پنبه در پتری گذاشته شده و با آب مرطوب شد. برگ خیار به اندازه قطر پتری بریده شده و به‌صورت وارونه روی پنبه گذاشته شد. ظروف پتری درون سینی و در ژرمیناتور با شرایط دما ۳±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) قرار گرفتند. پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان تیمار برای مرحله نابالغ، تعداد پروتونمف مرده روی برگ‌ها شمارش و ثبت شدند.

### ارزیابی اثرات زیرکشنده سینوپیرافن روی پروتونمف و نتاج حاصل از کنه تارتن دولکه‌ای

پس از انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی و تعیین غلظت‌های زیرکشنده $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$، پروتونمف‌های کنه تارتن دولکه‌ای با طول عمر کم‌تر از ۲۴ ساعت از کلنی موجود در شرایط گلخانه انتخاب و با غلظت‌های زیرکشنده $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ به صورت جداگانه تیمار شدند. در تیمار شاهد از آب مقطر استریل استفاده شد. با گذشت ۲۴ ساعت، تعداد ۵۰ فرد نابالغ در هر تیمار انتخاب و طول عمر مرحله نابالغ، بالغ و میزان تخم‌ریزی آن‌ها تا زمان مرگ آخرین فرد به‌صورت روزانه ثبت شد. به‌منظور ارزیابی اثرات زیرکشندگی روی نتاج کنه‌های تیمار شده (نسل F1)، تعداد ۹۰ تخم هم‌سن از پروتونمف‌های تیمار شده پس از رسیدن به مرحله بلوغ در روز سوم تخم‌گذاری، در هر غلظت زیرکشنده به‌صورت تصادفی و جداگانه در دیسک‌های برگی عاری از هر گونه آلودگی به کنه‌کش قرار داده شد. در بازدیدهای روزانه طول مراحل مختلف رشدی، میزان مرگ و میر و تخم‌ریزی افراد ماده تا زمان مرگ آخرین فرد ثبت شد. هر روز دیسک برگی با آب مرطوب و هر چهار تا پنج روز یک‌بار برگ درون دیسک‌ها تعویض شد.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه داده‌ها برای تخمین مقادیر مختلف LC با استفاده از روش پروبیت نرم‌افزار SPSS 19 انجام گرفت (SPSS, 2019). فراسنجه‌های دموگرافی با استفاده از تئوری جدول زندگی دوجنسی ویژه سن– مرحله رشدی و با استفاده از نرم‌افزار آماری TWO-SEX MSChart مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (Chi, 2022a). به‌منظور مقایسه داده‌های به‌دست آمده از تکنیک بوت‌استرپ

جفت شده (Paired bootstrap) و نرم‌افزار آماری TWO-SEX MSChart در سطح احتمال ۰/۰۵درصد استفاده شد. پیش‌بینی روند رشد جمعیت در تیمارهای مختلف با استفاده از نرم‌افزار آماری TIMING-MSChart انجام شد (Chi, 2022b). ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Sigmaplot v. 14.0 انجام پذیرفت.

## نتایج

مقادیر غلظت کشنده ($LC_{50}$) و غلظت‌های زیرکشنده ( $LC_{10}$, $LC_{20}$, $LC_{30}$) سینوپیرافن، ۲۴ ساعت پس از تیمار پروتونمف کنه تارتن دولکه‌ای با حدود اطمینان ۹۵٪ در جدول ۱ نشان داده شده است. در این بررسی مقدار $LC_{50}$برای پروتونمف کنه تارتن دولکه‌ای ۲۵۰/۹۴۵ پی‌پی‌ام محاسبه شد. علاوه بر این، پایین بودن میزان عددی آماره مربع کای محاسبه شده (۰/۰۷۵) حاکی از برازش مناسب مدل پروبیت با داده‌های به‌دست آمده در پژوهش حاضر می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱- سمیت کنه‌کش سینوپیرافن روی پروتونمف کنه تارتن دولکه‌ای پس از ۲۴ ساعت

Table 1. Toxicity of cyenopyrafen against *Tetranychus urticae* protonymph after 24 hours

| Acaricide | Concentrations (Fiducial limits) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $LC_{10}$ | $LC_{20}$ | $LC_{30}$ | $LC_{50}$ | n | Intercepts | Slope±SE | $\chi^2$(df) |
| **Cyenopyrafen** | 74.719 (22.242-111.133) | 113.253 (52.682-148.886) | 152.857 (95.876-188.155) | 250.945 (205.97-346.822) | 150 | -5.845 | 2.436±0.65 | 0.075 (3) |

نتایج مقایسه طول دوره رشد و نمو مراحل مختلف زیستی پروتونمف‌های تیمار شده نشان داد که غلظت‌های مختلف مورد مطالعه اثرات معنی‌داری بر طول دوره‌های مختلف زیستی این آفت داشتند. کمترین و بیشترین میانگین طول دوره نابالغ به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و $LC_{30}$است. افزایش طول دوره رشد و نمو مراحل نابالغ بیانگر شرایط نامناسب ایجاد شده بود و این امر می‌تواند کاهش پتانسیل رشد جمعیت را به دنبال داشته باشد. میانگین طول عمر ماده بالغ در شاهد ۲۲/۳۵ روز بود ، این فراسنجه در غلظت‌های زیرکشنده روند نزولی داشته و در تیمار $LC_{30}$ به کمترین مقدار خود که معادل ۱۹/۰۴ روز بود رسید. باروری در غلظت‌های زیر کشنده به‌طور قابل‌توجهی نسبت به شاهد کمتر بود و در تیمار $LC_{30}$به کمترین میزان خود که ۳۴/۲۳ تخم به ازای هر ماده بود رسید. بین میانگین طول دوره تخم‌ریزی تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که مقدار آن از ۱۷/۰۹ در شاهد به ۱۳/۲۷ روز در $LC_{30}$ کاهش یافت (جدول ۲).

جدول۲- ویژگی‌های زیستی (میانگین ± خطای معیار) پروتونمف کنه تارتن دولکه‌ای (نسل $F_0$) تیمارشده با غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ سینوپیرافن در مقایسه با شاهد

Table 2. Biological characteristics (mean ± SE) of protonymph of *Tetranychus urticae* ($F_0$ generation) treated with $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$ concentrations of cyenopyrafen in comparison with control

| Life stage / Treatment | Control | $LC_{10}$ | $LC_{20}$ | $LC_{30}$ |
|---|---|---|---|---|
| **Developmental time (day)** | 1.59±0.08d | 1.91±0.08c | 2.34±0.11b | 2.71±0.07a |
| **Longevity (day) (♀)** | 22.35±0.18a | 22.13±0.18a | 20.72±0.22b | 19.04±0.31c |
| **Longevity (day) (♂)** | 15.23±0.21b | 15.24±0.22b | 15.25±0.20b | 16.17±0.21a |
| **Oviposition days** | 17.09±0.34a | 16.70±0.34a | 15.10±0.39b | 13.27±0.41c |
| **Fecundity (no. eggs)** | 44.44±1.11a | 43.43±0.14a | 38.55±1.12b | 32.32±1.09c |

Means followed by the same letter within each row are not significantly different using the paired bootstrap test based on the confidence interval of difference ($P > 0.05$).

نتایج مقایسه طول دوره رشد و نمو مراحل مختلف زیستی نتاج پروتونمف‌های تیمار شده نشان داد که غلظت‌های مختلف مورد مطالعه اثرات معنی داری بر طول دوره‌های مختلف زیستی این آفت داشتند. کمترین و بیشترین میانگین طول دوره تخم، لارو، پروتونمف، دئوتونمف به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و $LC_{30}$ می‌باشد. افزایش طول دوره رشد و نمو مراحل نابالغ بیانگر شرایط

نامناسب ایجاد شده بود و این امر می‌تواند کاهش پتانسیل رشد جمعیت را به دنبال داشته باشد. میانگین طول عمر ماده و نر بالغ در غلظت‌های زیرکشنده روند نزولی داشته و در تیمار $LC_{30}$ به کمترین مقدار خود به‌ترتیب معادل ۱۸/۲۱ و ۱۳/۲۶ روز رسید. باروری در غلظت‌های زیر کشنده به‌طور قابل‌توجهی نسبت به شاهد کمتر بود و در تیمار $LC_{30}$ به کمترین میزان خود که ۲۸/۸۶ تخم به ازای هر ماده بود رسید. بین میانگین طول دوره تخم‌ریزی تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. در تمام تیمارهای مورد مطالعه کنه تارتن دولکه‌ای پس از رسیدن به بلوغ دوره پیش از تخم ریزی (APOP) کوتاهی را تجربه نمود که کمترین مقدار آن در تیمار شاهد بود. باید در نظر داشت که این مساله کمک شایانی به شروع سریع‌تر تخم‌ریزی و در نتیجه افزایش سریع‌تر جمعیت خواهد داشت (جدول ۳).

جدول ۳- طول دوره‌های زیستی و باروی (میانگین ± خطای معیار) نتاج حاصل از پروتونمف‌های تیمار شده کنه تارتن دولکه‌ای با غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ سینوپیرافن در مقایسه با شاهد

Table 3. The length of different developmental periods (mean ± SE) of offspring from protonymph of *Tetranychus urticae* treated with $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$ concentrations of cyenopyrafen in comparison with control

| Life stage / Treatment | Control | $LC_{10}$ | $LC_{20}$ | $LC_{30}$ |
|---|---|---|---|---|
| **Egg (days)** | 3.44±0.058b | 3.50±0.057b | 3.58±0.057b | 3.78±0.046a |
| **Larva (days)** | 1.73±0.048b | 1.82±0.043b | 1.83±0.042b | 2.12±0.053a |
| **Protonymph (days)** | 1.47±0.055c | 1.54±0.056bc | 1.66±0.053ab | 1.77±0.048a |
| **Deutonymph (days)** | 1.39±0.054c | 1.43±0.056bc | 1.56±0.05ab | 1.68±0.055a |
| **TPOP[1] (days)** | 10.59±0.12c | 10.89±0.14c | 11.45±0.15b | 12.73±0.14a |
| **APOP[2] (days)** | 2.47±0.088c | 2.54±0.096bc | 2.75±0.10b | 3.23±0.08a |
| **Longevity (♀) (days)** | 22.26±0.15a | 22.11±0.14a | 21.07±0.12b | 18.21±0.23c |
| **Longevity (♂) (days)** | 15.09±0.17a | 14.89±0.13a | 14.21±0.16b | 13.66±0.16c |
| **Oviposition period (days)** | 17.13±0.23a | 16.82±0.24a | 15.61±0.26b | 13.17±0.24c |
| **Fecundity (no. eggs)** | 45.63±0.76a | 44.71±0.78a | 40.11±0.86b | 28.86±0.62c |

Means followed by the same letter within a row are not significantly different using the paired bootstrap test based on the confidence interval of difference ($P < 0.05$).
1. TPOP: Total Pre-Ovipositional Period; 2. APOP: Adult Pre-Ovipositional Period

. بیش‌ترین مقادیر نرخ‌های ناخالص (*GRR*) (Gross reproductive rate) و خالص($R_0$) (Net reproductive rate) تولیدمثل در تیمار شاهد مشاهده شد. با افزایش غلظت مورد استفاده از مقادیر این فراسنجه‌ها کاسته شده و کم‌ترین میزان آنها در غلظت $LC_{30}$ مشاهده شد. کاهش میزان نرخ خالص تولیدمثل این آفت با افزایش غلظت زیر کشنده، نقش انکارناپذیری در کاهش میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*r*) (Intrinsic rate of increase) آفت داشته است. بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت به‌ترتیب در شاهد و $LC_{30}$ بود. میانگین طول یک نسل (*T*) تحت تأثیر غلظت‌های زیر کشنده سینوپیرافن در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴).

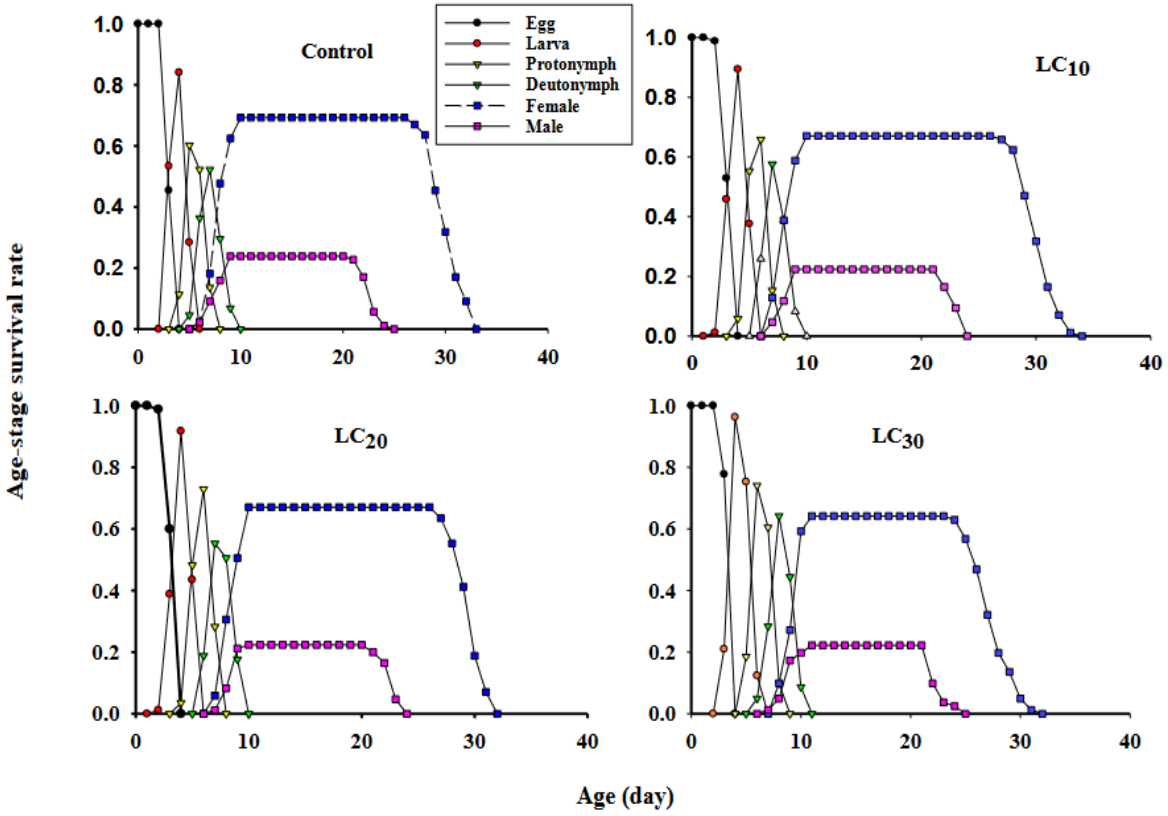
کاهش میزان نرخ زنده‌مانی مرحله ماده بالغ در غلظت زیرکشنده مورد آزمایش نسبت به شاهد مشاهده شد و مقدار این فراسنجه تحت تاثیر غلظت‌های زیر کشنده روند نزولی داشت و در غلظت $LC_{30}$ به کمترین میزان خود رسید. هم‌چنین، طول دوره بالغ در تیمارهای زیرکشنده نسبت به شاهد کاهش پیدا کرده که این عامل باعث کاهش تعداد نسل می‌شود. در تیمارهای سینوپیرافن ظهور ماده‌ها در شاهد در روز پنج صورت گرفته، در حالی‌که در تیمار $LC_{30}$ اولین ظهور حشره ماده روز هشتم صورت گرفت (شکل ۱).

جدول ۴- فراسنجه‌های جدول زندگی (میانگین ± خطای معیار) نتاج حاصل از پروتونمف‌های تیمار شده با غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ سینوپیرافن در مقایسه با شاهد

Table 4. Life table parameters (mean ± SE) of offspring from protonymph of *Tetranychus urticae* treated with $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$ concentrations of cyenopyrafen compared to the control

| Parameter / Treatment | Control | $LC_{10}$ | $LC_{20}$ | $LC_{30}$ |
|---|---|---|---|---|
| $r$ (day$^{-1}$) | 0.20±0.051a | 0.19±0.054ab | 0.18±0.053b | 0.15±0.051c |
| $R_0$ (offspring) | 31.63±2.30a | 29.98±2.35a | 26.89±2.11a | 18.53±1.59b |
| $\lambda$ (day$^{-1}$) | 1.22±0.062a | 1.21±0.065ab | 1.20±0.064b | 1.17±0.060c |
| *GRR* (offspring) | 37.52±1.86a | 36.96±1.92a | 32.81±1.71a | 24.46±1.39b |
| $T$ (day) | 17.10±0.17c | 17.39±0.19bc | 17.66±0.19b | 18.46±0.17a |

Means followed by the same letter within a row are not significantly different using the paired bootstrap test based on the confidence interval of difference ($P < 0.05$).

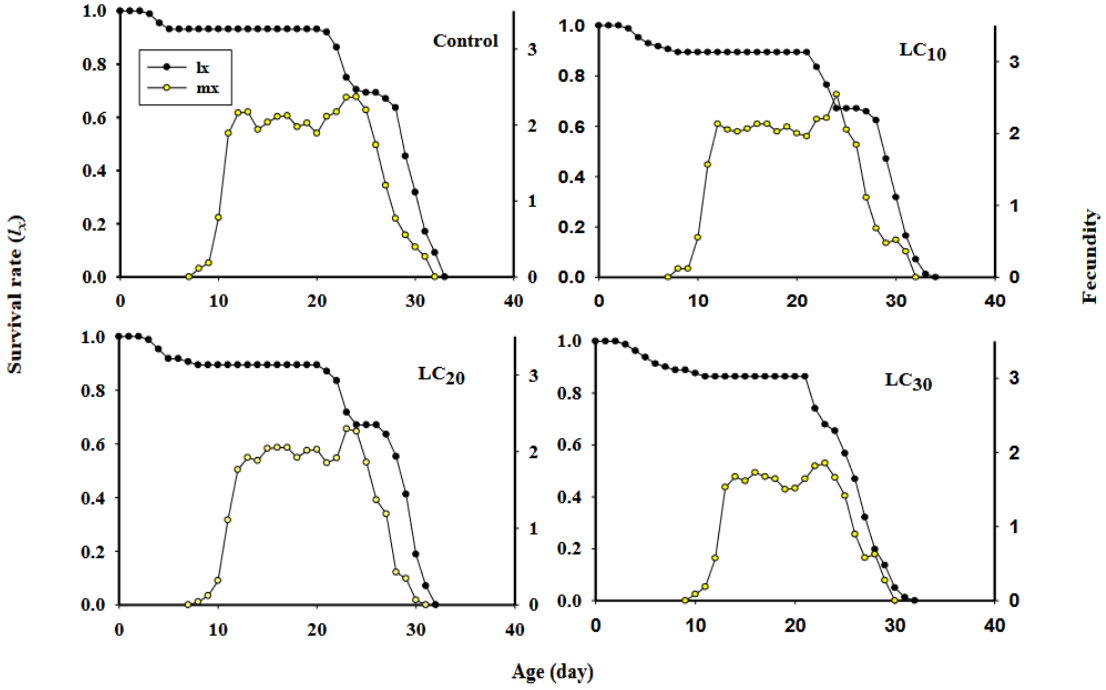



شکل ۱- نرخ زنده‌مانی ویژه سن-مرحله رشدی ($S_{xj}$) نتاج حاصل از پروتونمف‌های کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ سینوپیرافن در مقایسه با شاهد

Figure 1. Age-stage-specific survival rate (*Sxj*) of progeny obtained from protonymphs of *Tetranychus urticae* treated with $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$ concentrations of cyenopyrafen compared to the control

بر اساس نتایج به‌دست آمده میزان زنده‌مانی، میزان باروری ویژه سن- مرحله رشدی و باروری ویژه سنی در تیمارهای مورد مطالعه نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشته است. بیش‌ترین میزان باروری برای شاهد ثبت شد. تیمار با غلظت‌های زیر کشنده باعث اثرات سوء شده و شروع تخم‌ریزی را در آن‌ها نسبت به شاهد به تأخیر می‌اندازد. بیشترین نرخ زادآوری ناخالص ویژه سنی و زادآوری خالص ویژه سنی حشرات بالغ درحشرات ماده در تیمار شاهد و کمترین مقدار این فراسنجه در غلظت $LC_{30}$ مشاهده شد، که نشان داد تیمار غلظت زیرکشنده باعث اثرات سوء روی مرحله بالغ کنه تارتن دولکه‌ای شده و شروع تخم‌ریزی را در آن‌ها نسبت

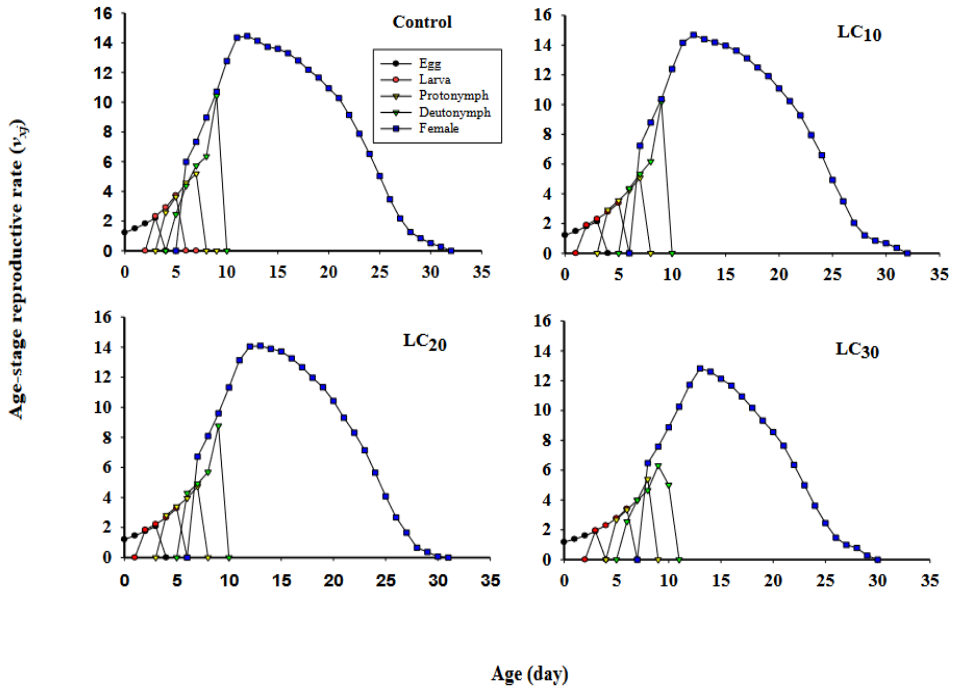
به شاهد به تأخیر می‌اندازد. کنه‌های بالغی که والدین آن‌ها تحت تاثیر سینوپیرافن قرار گرفته بودند با تاخیر وارد مرحله تولیدمثلی شدند (شکل ۲).




شکل ۲- منحنی زنده‌مانی ویژه سنی ($l_x$)، باروری ویژه سن-مرحله‌ای ($m_x$) کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ سینوپیرافن در مقایسه با شاهد

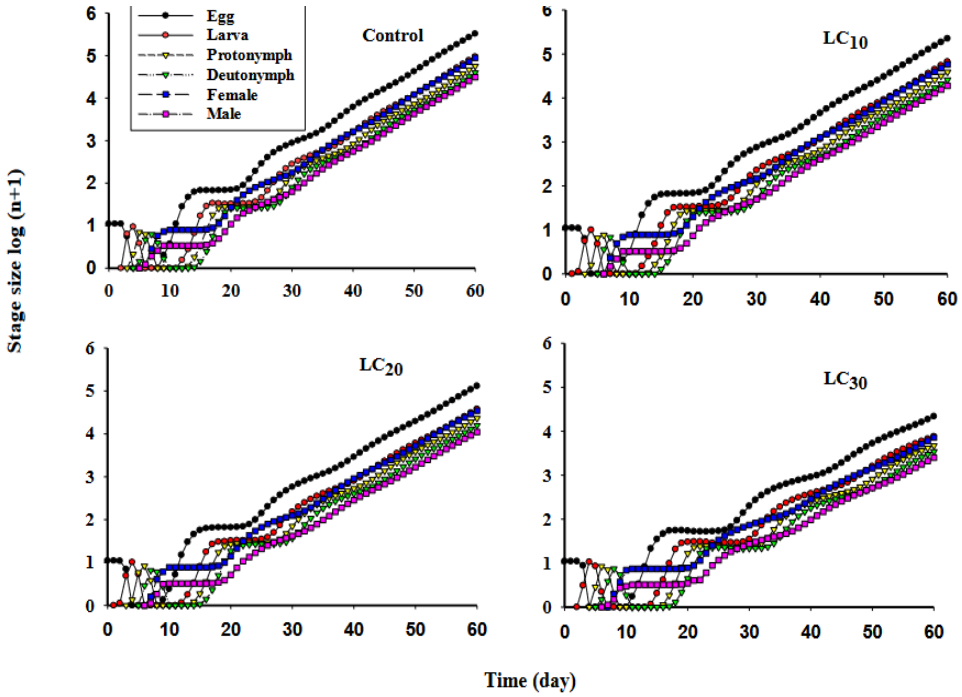
Figure 2. Age-specific survival ($l_x$), age-stage specific fertility ($m_x$) curves of *Tetranychus urticae* treated with $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$ concentrations of cinopyrafen compared to the control

شاخص ارزش تولیدمثل ویژه سن-مرحله رشدی ($v_{xj}$) بیانگر نقش افراد در ایجاد جمعیت نسل بعد می‌باشد. نمودارها بیانگر این مطلب است که در تمامی تیمارهای مورد مطالعه، افراد ماده به دلیل تخم‌گذاری، بیش‌ترین نقش را در شکل‌گیری جمعیت نسل آینده داشته و بیش‌ترین مشارکت آن‌ها در زمان رسیدن به اوج تخم‌ریزی است. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص است که ارزش تولیدمثلی در ماده‌های تیمارشده با غلظت $LC_{30}$ سینوپیرافن نسبت به شاهد کاهش داشته است. هم‌چنین ارزش تولیدمثلی مراحل نابالغ در تیمارهای زیرکشنده نسبت به شاهد تحت تأثیر قرار گرفت و کاهش پیدا کرد. ارزش تولید مثلی در سنین میانی افراد ماده به بیشترین میزان خود می‌رسد که این مسأله هم‌زمان با بیشترین میزان تخم‌ریزی افراد ماده می‌باشد. با کاهش میزان باروری و زنده‌مانی به تدریج از مقدار این فراسنجه نیز کاسته شده و با رسیدن به مرحله پس از تخم‌ریزی این مقدار به صفر می‌رسد. با توجه به نتایج به‌دست آمده ارزش تولیدمثلی در ماده‌ها در شاهد ۱۴/۴۵ تخم و در ماده‌های تیمار شده با غلظت زیرکشنده $LC_{30}$ نسبت به شاهد کاهش یافته و به مقدار ۱۲/۱۳ تخم رسید (شکل ۳).




شکل ۳- ارزش تولیدمثلی سن-مرحله رشدی ($v_{xj}$) کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ سینوپیرافن در مقایسه با شاهد

Figure 3. Age-stage reproduction value ($v_{xj}$) of *Tetranychus urticae* treated with $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$ concentrations of cyenopyrafen compared to the control




شکل ۴- منحنی پیش بینی پتانسیل رشد جمعیت و ساختار مرحله کنه تارتن دولکه‌ای تیمار شده با غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{30}$ سینوپیرافن در مقایسه با شاهد در طول ۶۰ روز

Figure 4. Projection of population growth potential and stage structure of *Tetranychus urticae* treated with $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$ concentrations of cyenopyrafen compared to the control during 60 days

## بحث

در پژوهش حاضر نتایج ارزیابی اثرات کشندگی و زیرکشندگی سینوپیرافن برکنترل کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* در شرایط گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت که اثرات منفی روی طول دوره‌های پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای در نسل اول و نتاج پوره‌های تیمار شده در نسل دوم، اثرات منفی روی فراسنجه‌های جدول زندگی و رشدجمعیت این کنه ثبت شد. بیش‌ترین اثر منفی در غلظت $LC_{30}$ مشاهده و ثبت شد. نتایج نشان داد با کاهش غلظت کنه‌کش مصرفی می‌توان جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای را نیز کاهش داد.

در این بررسی میزان $LC_{50}$ برای مرحله پروتونمف ۲۵۰/۹۴۵ پی‌پی‌ام گزارش شد. در بررسی نتایج این پژوهش با دیگر پژوهش‌ها از جمله در بررسی غلظت‌های $LC_{10}$، $LC_{20}$ و $LC_{50}$ آفت کش بیفنترین روی مرحله تخم و ماده بالغ کنه *T. urticae*، این میزان به‌ترتیب ۵/۴۷، ۲۰/۹۸، ۹/۷۷ پی‌پی‌ام (تخم)، ۳۸/۴۱، ۱۸/۶۱ و ۷۵/۲۵ پی‌پی‌ام (ماده بالغ) پی‌پی‌ام گزارش شد (Wang *et al.*, 2014). در بررسی لی و همکاران (Li *et al.*, 2017) میزان $LC_{10}$ و $LC_{20}$ برای بایفنازیت روی کنه تارتن دولکه‌ای به‌ترتیب ۴/۹۲ و ۸/۷۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. در مطالعه سرباز و همکاران (Sarbaz *et al.*, 2017)، مقدار $LC_{50}$ اسپیرومسیفن (ابرون) روی مرحله تخم (۰/۱۰ پی‌پی‌ام) از کنه تارتن دولکه‌ای بالغ (۶/۲۴ پی‌پی‌ام) کمتر بود. در بررسی اثر کشنده فلورالانه روی کنه تارتن دولکه‌ای توسط لویتکوس و همکاران (Leviticus *et al.*, 2020) میزان $LC_{50}$ برای کنه تارتن دولکه‌ای بالغ ۰/۴۹ و روی مرحله تخم ۰/۳۶ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد. همچنین در بررسی $LC_{50}$ اسپینوترام روی مرحله تخم و کنه بالغ توسط وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2016) مقدار این فراسنجه به‌ترتیب ۴/۲۹ و ۶/۲۲ پی پی‌ام گزارش شد. در حالی که در گزارش کبیری رئیس‌آباد و زارعی (Kabiri Raeis Abad & Zaree, 2017) مقدار $LC_{50}$ برای تخم و کنه بالغ تحت تاثیر تنداکسیر و فن‌پروکسی‌میت به‌ترتیب ۶۶۶/۰۱، ۳۹۶/۱۰، ۳۷۹/۳۰ و ۲۹۱/۶۰ پی‌پی‌ام گزارش شد. تفاوت حاصل از این کنه‌کش و دیگر پژوهش‌ها را می‌توان به نوع گیاه، روش استفاده، سازوکار عمل کنه‌کش و مرحله زیستی کنه نسبت داد.

از جمله اثرات این غلظت‌ها می‌توان به طولانی‌تر شدن طول دوره‌های رشدی، کاهش طول عمر افراد ماده (نسل اول: شاهد: ۲۲/۳۵ و $LC_{30}$: ۱۹/۰۴روز) (نسل دوم: شاهد: ۲۲/۲۶ و $LC_{30}$: ۱۸/۲۱روز) اشاره کرد. در همین راستا، در مطالعه فلورالنر با روش غوطه‌وری و با مکانیسم مهارکنندگی گابا توسط لویتکوس و همکاران (Leviticus *et al.*, 2020) مشخص شد که طول عمر ماده (شاهد: ۱۲/۳۸ روز و $LC_{30}$: ۹/۶۰ روز) کاهش یافته است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده توسط هواسی و همکاران (Havasi *et al.*, 2018) در رابطه با دیفلوویدازین نشان داد که تیمار $LC_{10}$ و $LC_{20}$ دیفلوویدازین باعث کاهش قابل توجهی در طول عمر و کل طول دوره کنه تارتن دولکه‌ای می‌شود که نتایج با تحقیق حاضر همسو می‌باشد. در بررسی مختاری و همکاران (Mokhtari *et al.*, 2022) نیز غلظت زیرکشنده سیفلومتوفن با سازوکار اثر مشابه سینوپیرافن مانند تحقیق حاضر باعث کاهش طول عمر ماده (شاهد: ۱۹/۲۱ روز و سیفلومتوفن ۱۲/۵۵ روز) شد. در بررسی مختاری و همکاران (Mokhtari *et al.*, 2022) غلظت زیرکشنده بروموپروپیلات با سازوکار اثر بازدارنده اکسیداتیو فسفریلاسیون و جلوگیری از ساخت ATP در سلول باعث کاهش طول عمر ماده (شاهد: ۱۹/۲۱ روز و بروموپروپیلات ۱۴/۸۱ روز) شد. مطالعه هواسی و همکاران (Havasi *et al.*, 2022) در مورد بایومایت با سازوکار اثر ضدتغذیه‌ای روی برگ لوبیا و با روش غوطه‌وری بررسی و دریافتند که غلظت‌های زیرکشنده طول عمر ماده (شاهد: ۱۳/۰۱ روز و $LC_{20}$: ۹/۹۷ روز) ، کاهش یافت که این یافته‌ها مطابق با نتایج به‌دست‌آمده توسط هواسی و همکاران (Havasi *et al.*, 2018) و نتایج این تحقیق است که دریافتند تیمار $LC_{10}$ و $LC_{20}$، بایومایت باعث کاهش قابل توجهی در طول عمر و کل طول دوره کنه تارتن دولکه‌ای می‌شود. همچنین طبق نتایج به‌دست‌آمده توسط وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2014) مشخص شد که طول عمر ماده (شاهد: ۱۴/۲۲ روز و $LC_{25}$: ۱۲/۶۲ روز) در معرض بایفنترین تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و غلظت $LC_{25}$ داشت. این یافته‌ها هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر است که البته تفاوت میان مقدار عددی این فراسنجه‌ها به روش و نوع گیاه میزبان مرتبط است. نتایج مطالعه محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2022) در ارتباط با تاثیر غلظت زیرکشنده پروتئوس

با نحوه عملکرد اختلال در پیام عصبی و مسدود کردن کانال سدیم روی کنه تارتن دولکه‌ای با روش غوطه‌وری برگ خیار نشان داد که طول دوره نابالغ همراه با طول عمر کل برای هر دو جنس *T. urticae* با افزایش غلظت از $LC_{10}$ به $LC_{30}$ برای پروتئوس در مقایسه با شاهد کاهش شدیدی داشت. همچنین نتایج لی و همکاران (Li *et al.*, 2017) نشان داد که قرار گرفتن در معرض غلظت‌های زیرکشنده $LC_{10}$ و $LC_{20}$ بیفنازیت با نحوه اثر مشابه سینوپیرافن در مرحله بالغ ماده می‌تواند باعث افزایش طول عمر ماده (شاهد: ۲۰/۱۸ روز و $LC_{20}$: ۲۱/۵۲ روز) شود. تفاوت میان دو پژوهش را می‌توان به نوع روش و گیاه و نوع کنه کش مورد استفاده مرتبط دانست.

در بررسی میزان تولید مثل نیز می‌توان به طول دوره تخم‌ریزی (نسل اول: شاهد: ۱۷/۰۹ روز و $LC_{30}$: ۱۳/۲۷ روز) (نسل دوم: شاهد: ۱۷/۱۳ روز و $LC_{30}$: ۱۳/۱۷روز)، میزان تخم‌ریزی (نسل اول: شاهد: ۴۴/۴۴ تخم و $LC_{30}$: ۳۲/۳۲ تخم) (نسل دوم: شاهد: ۴۵/۶۳ تخم و $LC_{30}$: ۲۸/۸۶ تخم) و در نهایت کاهش ارزش تولید مثلی جمعیت اشاره کرد که در همین راستا بررسی‌های مشابه نظیر به‌کارگیری غلظت زیرکشنده اسپیرودیکلوفن با نحوه اثر اختلال در سنتزاسیدهای چرب (Marcic, 2007; Askari Saryazdi *et al.*, 2013)، اسپیروتترامات (Marcic *et al.*, 2012) با نحوه اثر اختلال در ساخت چربی، *Beauveria bassiana* (Seyed-Talebi *et al.*, 2012)، فن پیروکسی‌میت و پیریدابن با نحوه اثر مشابه سینوپیرافن (Kim *et al.*, 2006) روی کنه تارتن باعث کاهش طول عمر، طول دوره تولیدمثل و باروری نسبت به گروه شاهد شدند، که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد. همچنین نتایج لی و همکاران (Li *et al.*, 2017) نشان داد که قرار گرفتن در معرض غلظت‌های زیرکشنده $LC_{10}$ و $LC_{20}$ بیفنازیت در مرحله بالغ ماده اثرات منفی بر افزایش جمعیت کنه‌های دو نقطه‌ای در تولید نتاج داشتند و می‌توانند میانگین تخم‌گذاری (شاهد: ۱۴۴/۰۶ عدد تخم و $LC_{20}$: ۱۴۲/۲۹ عدد تخم) *T. urticae* را کاهش دهند و در ادامه باعث افزایش طول دوره تخم‌ریزی (شاهد: ۱۷/۶۵ روز و $LC_{20}$: ۱۹/۹۸ روز) شوند. در تحقیق فوق روش غوطه‌وری انجام گرفت که تفاوت حاصل میان فراسنجه‌ها را می‌توان به روش کاربرد و نوع گیاه میزبان ربط داد. در پژوهشی دیگر مشخص شد که $LC_{20}$ اسپینتورام در روش غوطه‌وری می‌تواند تعداد تخم را به ازای هر بالغ ماده (شاهد: ۳۹/۲۸ تخم و $LC_{20}$: ۴۶/۰۱ تخم) افزایش دهد که با نتایج این تحقیق متفاوت می‌باشد، در نتیجه اسپینتورام احتمالاً باعث شیوع این کنه در مزرعه می‌شود (Wang *et al.*, 2016). در مطالعه فلورالنر با روش غوطه‌وری و با مکانیسم مهارکنندگی گابا توسط لویتیکوس و همکاران (Leviticus *et al.*, 2020) مشخص شدکه تعداد تخم در هر ماده (شاهد: ۴۱/۴۳ تخم و $LC_{30}$: ۲۷/۵۷ تخم) کاهش یافته که کاهش تعداد تخم ماده هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. در بررسی مختاری و همکاران (Mokhtari *et al.*, 2022) غلظت زیرکشنده سیفلومتوفن نیز باعث کاهش باروری کل (شاهد: ۴۱/۲ تخم و سیفلومتوفن ۵/۷۹ تخم) و طول دوره تخم‌گذاری (شاهد: ۹/۹۹ روز و سیفلومتوفن ۲/۲۶ روز) شد. در بررسی مختاری و همکاران (Mokhtari *et al.*, 2022) غلظت زیرکشنده بروموپروپیلات باعث کاهش باروری کل مانند تحقیق حاضر (شاهد: ۴۱/۲ تخم و بروموپروپیلات ۶/۵۲ تخم)، دوره تخم‌گذاری (شاهد: ۹/۹۹ روز و بروموپروپیلات ۲/۷۳ روز) شد. در مطالعه هواسی و همکاران (Havasi *et al.*, 2022) نتاج *T. urticae* تحت تاثیر غلظت‌های زیرکشنده بایومایت با مکانیسم اثر ضدتغذیه‌ای روی برگ لوبیا و با روش غوطه‌وری بررسی شده و مشخص شد که باروری کل (شاهد: ۶۱/۱۱ تخم و $LC_{20}$: ۴۱/۵۶ تخم) و دوره تخم‌گذاری (شاهد: ۱۰/۹۲ روز و $LC_{20}$: ۷/۸۱ روز) کاهش یافت. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2022) در مطالعه تاثیر غلظت زیرکشنده پروتئوس با نحوه عملکرد اختلال در پیام عصبی و مسدود کردن کانال سدیم روی کنه تارتن دولکه‌ای دریافتند که باروری کل (شاهد: ۶۰/۲۴ تخم و $LC_{30}$: ۲۷/۳۹ تخم) و دوره تخم‌گذاری (شاهد: ۱۰/۸۹ روز و $LC_{30}$: ۷/۰۶ روز) *T. urticae* متاثر از غلظت زیرکشنده بوده و تفاوت عددی مقدار فراسنجه‌ها به نوع روش و نوع مکانیسم این آفت‌کش مرتبط است که هم‌راستا با نتایج این پژوهش می‌باشد.

در بررسی عبدو و همکاران (Abdou *et al*., 2023) اثرات زیرکشنده غلظت $LC_{25}$ رومکتین گلد[1] و آگروفیلیکس[2] با مکانیسم اثر روی گابا بر فراسنجه‌های جدول زندگی اثر معنی‌داری بر *T. urticae* نشان دادند. تیمار آگروفیلیکس به‌طور قابل توجهی دوره قبل از تخم‌گذاری (شاهد: ۲/۰۰ و $LC_{20}$: ۱/۱۰) را در مقایسه با شاهد کاهش دادند. هم‌چنین تعداد کل تخم‌های تولید شده در هر ماده (شاهد: ۷۳/۳۶ تخم و $LC_{20}$: ۶۵/۰۵ تخم) را کاهش دادند. که در این بررسی دوره قبل از تخم‌گذاری (شاهد: ۲/۴۷ و $LC_{20}$: ۳/۲۳) افزایش را نشان داد و تفاوت را می‌توان به نوع آفت‌کش و روش استفاده و مکانیسم اثر نسبت داد. نتایج به‌دست‌آمده توسط وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2014) نشان داد که باروری کل به ازای هر ماده در هر روز (شاهد: ۷/۸۹ تخم و $LC_{25}$: ۶/۸۵ تخم) در معرض بایفنترین، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها داشت که هم‌سو با تحقیق حاضر است.

در بررسی فراسنجه‌های رشد جمعیت در این پژوهش نتایج نشان داد که غلظت‌های زیرکشنده سینوپیرافن فراسنجه‌های رشد جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای را تحت تاثیر قرار می‌دهند و کم‌ترین مقدار این فراسنجه‌ها در غلظت $LC_{30}$ مشاهده شد. مدت زمان یک نسل (شاهد: ۱۷/۱۰ روز و $LC_{30}$: ۱۸/۴۶ روز) به دلیل افزایش طول دوره نابالغ افزایش یافت، ولی فراسنجه‌های نرخ ذاتی افزایش جمعیت (شاهد: ۰/۲۰ برروز و $LC_{30}$: ۰/۱۵ برروز)، نرخ خالص تولیدمثل (شاهد: ۳۱/۶۳ نتاج/فرد و $LC_{30}$: ۱۸/۵۳ نتاج/فرد) و نرخ ناخالص تولیدمثل (شاهد: ۳۷/۵۲ نتاج/فرد و $LC_{30}$: ۲۴/۴۶ نتاج/فرد)کاهش یافت که در این پژوهش کاهش فراسنجه $R_0$ به دلیل کاهش باروری و کاهش طول عمر ماده می‌باشد. در همین راستا، نتایج لی و همکاران (Li *et al*., 2017) نشان داد که قرار گرفتن در معرض غلظت‌های زیرکشنده $LC_{10}$ و $LC_{20}$ بیفنازیت باعث کاهش مقادیر $r$ (شاهد: ۰/۲۱۱ برروزو $LC_{20}$: ۰/۱۷۷ برروز) و $R_0$ (شاهد: ۶۸/۸۵ نتاج/فرد و $LC_{20}$: ۴۲/۷۲ نتاج/فرد) و افزایش مقدار متوسط مدت زمان یک نسل ($T$) (شاهد: ۱۹/۸۲ روز و $LC_{20}$: ۲۱/۱۲ روز) می‌شود که میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت همسو با تحقیق حاضر، ولی میزان نرخ خالص تولیدمثل و مدت زمان یک نسل متفاوت از پژوهش حاضر می‌باشد که این تفاوت را می‌توان به روش کاربرد آفت‌کش نسبت داد. در مطالعه فلورالنر توسط لویتیکوس و همکاران (Leviticus *et al*., 2020) مشخص شد که $T$ (شاهد: ۱۵/۴ روز و $LC_{30}$: ۱۵/۶۱ روز) و $r$ (شاهد: ۰/۳۰ برروز و $LC_{30}$: ۰/۲۵ برروز) کاهش یافته است. نتایج به دست آمده توسط هواسی و همکاران (Havasi *et al*., 2018, 2022) در رابطه با دیفلوویدازین نشان داد که تیمار $LC_{10}$ و$LC_{20}$ دیفلوویدازین باعث کاهش فراسنجه‌ها در اثر غلظت زیرکشنده هم‌سو با نتایج این تحقیق می‌باشد که البته تفاوت میان مقدار این فراسنجه‌ها را می‌توان به روش استفاده و نوع گیاه میزبان نسبت داد. در بررسی مختاری و همکاران (Mokhtari *et al*., 2022) غلظت زیرکشنده سیفلومتوفن باعث کاهش میزان $r$ (شاهد: ۰/۲۱ برروزو سیفلومتوفن ۰/۰۳۵ برروز) شد که بیانگر این مطلب است که پتانسیل کنه‌های تیمارشده برای بازیابی جمعیت مانند تحقیق حاضر کند خواهد بود. میانگین زمان ($T$) برای کنه‌های تارعنکبوتی تیمار شده با $LC_{30}$ سیفلومتوفن کمتر از شاهد بود. هواسی و همکاران (Havasi *et al*., 2022) در مطالعه جدول زندگی نتاج *T. urticae* تحت تاثیر غلظت‌های زیرکشنده بایومایت دریافتند که غلظت زیرکشنده $LC_{20}$بایومایت تأثیر منفی بر میزان $r$ (شاهد: ۰/۲۳۴ برروزو $LC_{20}$: ۰/۲۲۴ برروز) و $R_0$ (شاهد: ۴۸/۸۸ نتاج/فرد و $LC_{20}$: ۳۲/۹۲ نتاج/ فرد) دارد که این یافته‌ها هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر است که البته تفاوت میان مقدار عددی این فراسنجه‌ها به روش و نوع گیاه میزبان مرتبط است. در مطالعه غلظت زیرکشنده پروتئوس توسط محمدی و همکاران (Mohammadi *et al*., 2022) نشان داد که فراسنجه‌های *GRR* (شاهد: ۵۲/۹۶ نتاج/فرد و $LC_{30}$: ۲۱/۳۶ نتاج/فرد) و $R_0$ (شاهد: ۴۸/۱۹ نتاج/فرد و $LC_{30}$: ۱۸/۰۸ نتاج/فرد) یک تمایل کاهشی را برای ماده تیمار شده با پروتئوس در مقایسه با ماده شاهد نشان می‌دهد که هم‌راستا با نتایج این پژوهش بود. از سوی دیگر، براتی و حجازی (Barati & Hejazi., 2015) نشان دادند که *T. urticae* در معرض سه آفت‌کش تیامتوکسام، تیاکلوپراید و استامی‌پراید با مکانیسم اثر اختلال در سیستم عصبی و انتقال پیام عصبی با روش غوطه‌وری روی برگ لوبیا دارای

[1]. Romectin gold 32.8% SC (Abamectin 2.8% + Imidaclopride 30%)
[2]. AgriFlix 18.56% SC (Thiamethoxam 15.24% + Abamectin 3.23%)

مقادیر $r$ بالاتری در مقایسه با کنه تارتن دولکه‌ای عاری از آفت‌کش است (شاهد: ۰/۲۶۹ برروز و به‌ترتیب ۰/۳۰۷ و ۰/۳۰۹ و ۰/۳۲۴ برروز برای تیامتوکسام، تیاکلوپراید و استامی پراید). تفاوت میان این پارامتر با پژوهش حاضر را می‌توان به نوع مکانیسم و روش کاربرد نسبت داد. همچنین فراسنجه $\lambda$را برای همان گونه کنه به‌ترتیب برای تیامتوکسام و تیاکلوپرید مقدار ۱/۳۶۰ و ۱/۳۶۳ برروز به دست آوردند. مقدار $T$ نیز با افزایش دوز کاهش را نشان داد، اما در این پژوهش افزایش مدت زمان را نشان داد. نتایج به‌دست‌آمده توسط وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2014) نشان داد که میزان $r$ (شاهد: ۰/۲۵۲ برروز و $LC_{25}$: ۰/۲۰۸ برروز) و $R_0$ (شاهد: ۶۰/۶۵ نتاج/فرد و $LC_{25}$: ۴۰/۸۱ نتاج/فرد) در معرض بایفنترین تفاوت معنی‌داری بین تیمارها داشت که در این تحقیق نیز کاهش فراسنجه‌ها تحت تاثیر غلظت زیرکشنده هم‌سو با تحقیق حاضر است. تنایج این بررسی با نتایج به‌دست‌آمده توسط مارکیک (Marcic 2003)، علی‌نژاد و همکاران (Alinejad *et al.*, 2015) و بوژگانی و همکاران (Bozhgani *et al.*, 2018) منطبق است که گزارش دادند جمعیت *T. urticae* تیمار شده با کلوفنتزین، فنازاکین و کلرفناپیر کاهش قابل توجهی در *GRR* و $R_0$ داشت. نتایج نشان‌دهنده این مهم است که غلظت‌های بالاتر سینوپیرافن باعث کاهش قابل‌توجهی در عامل کلیدی نرخ ذاتی افزایش جمعیت شد که با نتایج وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2016) که گزارش داد مقدار $r$ برای $LC_{10}$ و $LC_{20}$ اسپینوترام در مقایسه با ماده شاهد به طور قابل توجهی افزایش یافته است، یکسان نمی‌باشد. این تنوع می‌تواند به دلیل کارآیی فرمولاسیون آفت-کش‌ها و حساسیت کنه‌ها باشد. نتایج ما با بررسی‌های انجام‌شده توسط لی و همکاران (Li *et al.*, 2017) مطابقت داشت که $r$ (شاهد: ۰/۲۱۱ برروز و $LC_{20}$: ۰/۱۷۷ برروز) کاهش قابل توجهی را برای نتاج *T. uticae* تیمار شده با بیفنازات ارائه کرد که البته با یافته‌های هواسی و همکاران (Havasi *et al.*, 2018) در رابطه با غلظت‌های زیرکشنده دیفلوویدازین که تأثیر قابل توجهی بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت در *T. urticae* ندارد مغایرت دارد. در بررسی عبدو و همکاران (Abdou *et al.*, 2023) نتایج نشان داد که قرار گرفتن ماده‌ها در معرض غلظت‌های زیرکشنده رومکتین طلا و آگروفیلیکس باعث کاهش نرخ خالص تولید مثل ($R_0$) همانند پژوهش حاضر شد، در حالی که نرخ ذاتی افزایش جمعیت ($r$) نسبت به شاهد افزایش یافت. در این پژوهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت کاهش و متوسط مدت زمان یک نسل افزایش یافت که تفاوت را می‌توان به نوع آفت‌کش و شرایط آزمایشگاهی نسبت داد.

در زمینه مقاومت این کنه‌کش پژوهش‌هایی از جمله مطالعه سویئگموتو و اوزاکابه (Suigmoto & Osakabe, 2013)، خلیقی و همکاران (Khalighi *et al.*, 2015)، ریگا و همکاران (Riga *et al.*, 2015) انجام شده است. همچنین میزان باقیمانده این کنه‌کش توسط لی و همکاران (Li *et al.*, 2011)، کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2017) و لی وهمکاران (Li *et al.*, 2021) بررسی و ثبت شده است.

در پژوهش حاضر اثرات غلظت‌های زیرکشنده سینوپیرافن روی کنه تارتن دولکه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که غلظت زیرکشنده این کنه‌کش، پروتونمف و نتاج آن‌ها را تحت تاثیر قرار داده و کنترل موثری علیه این کنه دارد. بنابراین، سینوپیرافن می‌تواند در مدیریت تلفیقی این کنه به‌عنوان یک ترکیب موفق عمل نماید. البته انجام بررسی‌های گسترده‌تر در گلخانه و مزارع برای استفاده و توصیه نهایی لازم می‌باشد.

## سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی و دانشگاه ارومیه به‌دلیل همکاری در اجرای این پژوهش قدردانی به عمل می‌آید.

## References


Abdou, D. A., Elbokl, M. M., Abd Elmageed, A. E., & Habashy, M. G. (2023). Lethal and sublethal effects of mixed pesticides on *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Phytoseiulus persimilis*. *Arab Journal of Plant Protection, 41*(1), 40. **DOI: http://doi.org/10.22268/AJPP-41.1.040047**

Alinejad, M., Kheradmand, K., & Fathipour, Y. (2015). 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.

Askari Saryazdi, G., Hejazi, M. J., & Amizadeh, M. (2013). Lethal and sublethal effects of spiromesifen, spirotetramat and spirodiclofen on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection, 46*(11), 1278-1284. **DOI: http://doi.org/10.1080/03235408.2013.764074**

Al-Antary, T., & Salim, I. (2013). The effects of three acaricides on egg hatchability of three populations of the two–spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Jordan Journal of Agricultural Sciences, 9*(3).

Balci, M. H., & Ay, R. (2023). Effects of some insecticides on the biological parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Tropical Insect Science, 43*(2), 485-493.

Barati, R., & Hejazi, M. J. (2015). Reproductive parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) affected by neonicotinoid insecticides. *Experimental and Applied Acarology, 66*, 481-489. **DOI: http://doi.org/10.1007/s10493-015-9910-7**

Bozhgani, N. S. S., Ghobadi, H., & Riahi, E. (2018). Sublethal effects of chlorfenapyr on the life table parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Systematic and Applied Acarology, 23*(7), 1342-1351. **DOI: http://doi.org/10.11158/saa.23.7.11**

Bocianowski, J., Jakubowska, M., Zawada, D., & Dobosz, R. (2022). The effect of acaricide control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch on the cultivation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and on the size and quality of the yield. *Applied Sciences, 12*(23), 12139. **DOI: http://doi.org/10.3390/app122312139**

Çobanoğlu, S., & Kandiltaş, B. G. (2019). Toxicity of spiromesifen on different developmental stages of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Persian Journal of Acarology*, *8*(1), 57-68. **DOI: http://doi.org/10.22073/pja.v8i1.39155**

Chi, H. (2022). TWOSEX-MSChart: a computer program for the population projection based on age-stage, two-sex life table. Access date: 2022.10.25.

Chi, H. (2022). TIMING-MSChart: a computer program for the population projection based on age-stage, two-sex life table. Access date: 2022.05.08. Avalible on the website: http://140.120.197.173/ecology/prod02.htm. Zip.

Durmuşoğlu, E., Hatipoğlu, A., Gürkan, M. O., & Moores, G. (2015). Comparison of different bioassay methods for determining insecticide resistance in European Grapevine Moth, Lobesia botrana (Denis and Schiffermüller)(Lepidoptera: Tortricidae). *Turkish Journal of Entomology*, *39*(3), 271-276. **DOI: http://doi.org/10.16970/ted.93098**

Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J. M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Reveiw. Entomology*, *52*, 81-106. **DOI: http://doi.org/10.1146/annurev.ento.52.110405.091440**

Fathipour, Y., & Maleknia, B. (2016). Mite predators. In Ecofriendly Pest Management for Food Security. Omkar (Eds), Academic Press, pp. 329-366. **DOI:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803265-7.00011-7**

Ferrero, M., Calvo, F. J., Atuahiva, T., Tixier, M. S., & Kreiter, S. (2011). Biological control of *Tetranychus evansi* Baker and Pritchard and *Tetranychus urticae* Koch by Phytoseiulus longipes Evans in tomato greenhouses in Spain [Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae]. *Biological control, 58*(1), 30-35.

Jamal, M., Mikani, A., Mehrabadi, M., & Moharramipour, S. (2023). Impact of temperature on the acaricidal activity of spiromesifen on two-spotted spider mite Tetranychus urticae. *Journal of Crop Protection, 12*(1), 55-63.

Havasi, M., Kheradmand, K., & Riahi, E. (2020). Sublethal effects of Dayabon® on biological parameters of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *Journal of Crop Protection, 9*(1), 171-182.

Havasi, M., Kheradmand, K., Mosallanejad, H., & Fathipour, Y. (2018). Sublethal effects of diflovidazin on life table parameters of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology, 44*(2-3), 115-120. **DOI: http://doi.org/10.1080/01647954.2017.1417328**

Havasi, M., Kheradmand, K., Mosallanejad, H., & Fathipour, Y. (2022). Effects of sub-lethal concentrations of Biomite® on life-history traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 45*(2), 33-48. **DOI: http://doi.org/10.22055/ppr.2022.17436**

Ibrahim, Y. B., & Yee, T. S. (2000). Influence of sublethal exposure to abamectin on the biological performance of *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology, 93*(4), 1085-1089. **DOI: http://doi.org/10.1603/0022-0493-93.4.1085**

Isman, M. B. (1999). Pesticides based on plant essential oils. *Pesticide Outlook, 10*(2), 68-72.

Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection, 19*(8-10), 603-608.

Kabiri Raeis Abad, M., & Zaree, E. (2017). Comparison toxicity of plant pesticides, Tondexir® and chemichal acaricides, Ortus® on two spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and its natural enemies *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 40*(3), 53-70. **DOI: http://doi.org/10.22055/ppr.2017.19096.1272.**

Kim, M., Sim, C., Shin, D., Suh, E., & Cho, K. (2006). Residual and sublethal effects of fenpyroximate and pyridaben on the instantaneous rate of increase of *Tetranychus urticae*. *Crop Protection, 25*(6), 542-548. **DOI: http://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.08.010**

Kim, Y. J., Lee, S. W., Cho, J. R., Park, H. M., & Ahn, Y. J. (2007). Multiple resistance and biochemical mechanisms of dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology, 10*(2), 165-170. **DOI: http://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60348-9**

Khalighi, M., Dermauw, W., Wybouw, N., Bajda, S., Osakabe, M., Tirry, L., & Van Leeuwen, T. (2016). Molecular analysis of cyenopyrafen resistance in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Pest Management Science, 72*(1), 103-112. **DOI: http://doi.org/10.1002/ps.4071**

Kim, Y. J., Kim, J. H., Kwon, Y. S., Song, J. W., & Seo, J. S. (2017). Residual characteristics and monitoring of cyenopyrafen and cyflumetofen in strawberries for export. *Korean Journal of Environmental Agriculture, 36*(4), 279-287. **DOI: http://doi.org/10.5338/KJEA.2017.36.4.35**

Kabir, M. H., El-Aty, A. A., Kim, S. W., Rahman, M. M., Chung, H. S., Lee, H. S., Shin, H. C., & Shim, J. H. (2017). Decline pattern and risk assessment of cyenopyrafen in different varieties of Asian pear using liquid chromatography and tandem mass spectrometry. *Food Science and Biotechnology, 26*, 537-543.

Riga, M., Myridakis, A., Tsakireli, D., Morou, E., Stephanou, E. G., Nauen, R., Van Leeuwen, T., Douris, V., & Vontas, J. (2015). Functional characterization of the *Tetranychus urticae* CYP392A11, a cytochrome P450 that hydroxylates the METI acaricides cyenopyrafen and fenpyroximate. *Insect Biochemistry and Molecular Biology, 65*, 91-99. **DOI: http://doi.org/10.1016/j.ibmb.2015.09.004**

Leviticus, K., Cui, L., Ling, H., Jia, Z. Q., Huang, Q. T., Han, Z. J., Zhao, C. Q., & Xu, L. (2020). Lethal and sublethal effects of fluralaner on the two-spotted spider mites, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science, 76*(3), 888-893. **DOI: http://doi.org/10.1002/ps.5593**

Li, Y. Y., Fan, X., Zhang, G. H., Liu, Y. Q., Chen, H. Q., Liu, H., & 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. **DOI: http://doi.org/10.11158/saa.22.1.15**

Lopez-Arias, A., Villar-Argaiz, D., Chaparro-Gutierrez, J. J., Miller, R. J., & De Leon, A. A. P. (2014). Reduced efficacy of commercial acaricides against populations of resistant cattle tick *Rhipicephalus microplus* from two municipalities of Antioquia, Colombia. *Environmental Health Insights, 8*, EHI-S16006. **DOI: http://doi.org/10.4137/EHI.S1600**

Li, Y., Xu, J., Zhao, X., He, H., Zhang, C., & Zhang, Z. (2021). The dissipation behavior, household processing factor and risk assessment for cyenopyrafen residues in strawberry and mandarin fruits. *Food Chemistry, 359*, 129925. **DOI: http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129925**

Lee, C. R., Hong, J. H., Lim, J. S., & Lee, K. S. (2011). Residue patterns of Azoxystrobin and Cyenopyrafen in grape between rainshield and plastic house conditions. *The Korean Journal of Pesticide Science*, *15*(2), 97-103.

Marcic, D. (2003). The effects of clofentezine on life-table parameters in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology, 30*, 249-263. **DOI: http://doi.org/ 10.1023/ B:APPA.0000006541.68245.94**

Marcic, D. (2007). Sublethal effects of spirodiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Experimental and Applied Acarology, 42*, 121-129. **DOI: http://doi.org/10.1007/s10493-007-9082-1**

Marčić, D., Ogurlić, I., Mutavdžić, S., & Perić, P. (2009). The effect of spiromesifen on the reproductive potential of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Pesticides and Phytomedicine, 24*(3), 203-209.

Marcic, D., Petronijevic, S., Drobnjakovic, T., Prijovic, M., Peric, P., & Milenkovic, S. (2012). The effects of spirotetramat on life history traits and population growth of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology, 56*, 113-122. **DOI: http://doi.org/ 10.1007/s10493-011-9500-2**

Mohammadi, M. N. S., Alsendi, A. K., Abdulhasan, H. A. K. I., & Karaj, I. (2022). Sublethal effects of Proteus on the demographic characteristics of *Tetranychus urticae* Koch 1836. *Annals of Forest Research, 65*(1), 2094-2106.

Mokhtari, B., Saber, M., Mahdavinia, G. R., & Iranipour, S. (2022). Lethal and sublethal impacts of cyflumetofen and bromopropylate on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Persian Journal of Acarology, 11*(3), 531-543. **DOI: http://doi.org/10.22073/pja.v11i3.74283**

Naher, N., Islam, W., & Haque, M. M. (2005). Predation of three predators on two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Life and Earth Sciences, 1*(1), 1-4.

Ochiai, N., Mizuno, M., Mimori, N., Miyake, T., Dekeyser, M., Canlas, L. J., & Takeda, M. (2007). Toxicity of bifenazate and its principal active metabolite, diazene, to *Tetranychus urticae* and *Panonychus citri* and their relative toxicity to the predaceous mites, *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus. Experimental and Applied Acarology, 43*, 181-197. **DOI: http://doi.org/ 10.1007/s10493-007-9115-9**

Sarbaz, S., Goldasteh, S., Zamani, A. A., Solymannejadiyan, E., & Vafaei Shoushtari, R. (2017). Side effects of spiromesifen and spirodiclofen on life table parameters of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology, 43*(5), 380-386. **DOI: http://doi.org/10.1080/01647954.2017.1325396**

Sato, M. E., Da Silva, M. Z., Raga, A., Cangani, K. G., Veronez, B., & Nicastro, R. L. (2011). Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. *Phytoparasitica, 39*, 437-445. **DOI: http://doi.org/10.1007/s12600-011-0189-x**

Sedaratian, A., Fathipour, Y., Moharramipour, S., & Talebi, A. A. (2008). Effect of different soybean varieties on bionomics of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Munis Entomology and Zoology, 3*, 716-730.

Sugimoto, N., & Osakabe, M. (2014). Cross-resistance between cyenopyrafen and pyridaben in the twospotted spider mite Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science, 70*(7), 1090-1096. **DOI: http://doi.org/10.1002/ps.3652**

Seyed-Talebi, F. S., Kheradmand, K., Talaei-Hassanloui, R., & Talebi-Jahromi, K. (2012). Sublethal effects of *Beauveria bassiana* on life table parameters of two–spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Biocontrol Science and Technology, 22*(3), 293-303. **DOI: http://doi.org/10.1080/09583157.2012.655709**

Stark, J. D., & Wennergren, U. (1995). Can population effects of pesticides be predicted from demographic toxicological studies? *Journal of Economic Entomology, 88*(5), 1089-1096. **DOI: http://doi.org/10.1093/jee/88.5.1089**

Stark, J. D., & Banken, J. A. (1999). Importance of population structure at the time of toxicant exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 42*(3), 282-287. **DOI: http://doi.org/10.1006/eesa.1998.1760**

Stark, J. D., & Banks, J. E. (2003). Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology, 48*(1), 505-519. **DOI: http://doi.org/10.1146/annurev.ento.48.091801.112621**

Sugimoto, N., & Osakabe, M. (2014). Cross-resistance between cyenopyrafen and pyridaben in the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pest Management Science, 70*(7), 1090-1096. **DOI: http://doi.org/10.1002/ps.3652**

Van Leeuwen, T., Tirry, L., & Nauen, R. (2006). Complete maternal inheritance of bifenazate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and its implications in mode of action considerations. *Insect biochemistry and molecular biology, 36*(11), 869-877. **DOI: http://doi.org/10.1016/j.ibmb.2006.08.005**

Wang, L., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., & Wang, S. (2016). Sublethal effects of spinetoram on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology, 132*, 102-107. **DOI: http://doi.org/10.1016/j.pestbp.2016.02.002**

Wang, S., Tang, X., Wang, L., Zhang, Y., Wu, Q., & 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. **DOI: http://doi.org/10.11158/saa.19.4.11**

Wang, L., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., & Wang, S. (2015). A bioassay for evaluation of the resistance of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to selected acaricides. *Systematic and Applied Acarology, 20*(6), 579-590. **DOI: http://doi.org/10.11158/saa.20.6.1**

Yu, D. Y., Zhang, Y. X., Tang, J. Y., & Ji, J. (2008). The application of predatory mites in biological control of agro-forest spider mites in China. *Chin Bull Entomology, 45*, 537-541.

Plant Pest Research

| Research paper 2024- 14 (3): 59-76 | https://doi.org/10.22124/iprj.2024.28254.1591 | pISSN:2322-2409 eISSN: 2538-6123 |
|---|---|---|

OPEN ACCESS

# Lethal and sublethal effects of cyenopyrafen on life table parameters of *Tetranychus urticae* in two consecutive generations in laboratory conditions

**E. Rezaei[1*], Sh. Aramideh[2] and M. Forouzan [3]**

1 & 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, 3. Agriculture and Natural Resources Research center of west Azarbaijan province, Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Orumieh, Iran

✉ elham.rezaiee71@gmail.com https://orcid.org/0000-0003-1946-6153
✉ Sh.aramideh@urmia.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-4220-6165
✉ maryam_fourouzan@yahoo.com https://orcid.org/0000-0002-5440-3329

*Received:* 23 August 2024 | *Accepted:* 30 November 2024 |

## Abstract

*Tetranychus urticae* Koch is one of the major pests of many agricultural crops. The application of effective pesticides with novel mechanism of action is one of the common strategies in integrated management programs. In the present study, the effect of different concentrations of cyenopyrafen were assesed on the biological parameters of the *T. urticae* in laboratory conditions (25±3 °C, 65±5% RH, and photoperiod 8:16 h (light: dark). The assessment was conducted through a spraying method and involved analyzing the age-stage, two-sex life table across two successive generations. The $LC_{50}$ value of cyenopyrafen was determined to be 250.945 ppm for protonymph stage. Among the sublethal concentrations of $LC_{10}$, $LC_{20}$, and $LC_{30}$, the $LC_{30}$ concentration exhibited the most significant impact on biological and reproductive parameters. This concentration resulted in a decrease in the oviposition rate, a reduction in the duration of the oviposition period, and a shortened lifespan for both male and female individuals in the first generation. The sub-lethal concentrations of cyenopyrafen also affected the progeny of treated protonymphs and caused an increase in the duration of the egg, larvae, protonymph, and deutonymph stage and a decrease in the adult lifespan of the female from 22.26 to 18.21 days, and this process caused a reduction in the fecundity rate from 45.63 to 28.86 eggs and the length of the oviposition period from 17.13 to 13.17 days. Consequently, the intrinsic rate of population increase was diminished, recorded at 0.20±0.51 $day^{-1}$ in the control group and 0.15±0.051 $day^{-1}$ at the LC30 concentration, with the most pronounced negative impact observed at the LC30 level. The population growth trend observed at the LC30 sublethal concentration was slower compared to the control. It is advisable to examine the impact of cynopyrafen on *T. urticae* within both greenhouse and field conditions for its application in integrated management.

**Key words:** Cyenopyrafen, life table, sublethal, *Tetranychus urticae*

***Citation***: : Rezaei, E., Aramideh, Sh. & Forouzan, M. (2024). Lethal and sublethal effects of cyenopyrafen on life table parameters of *Tetranychus urticae* in two consecutive generations in laboratory conditions. *Plant Pest Research*, *14*(3), 59-76. **Doi: https://doi.org/10.22124/iprj.2024.28254.1591**

*Corresponding author: elham.rezaiee71@gmail.com

Journal of Plant Pest Research is published by University of Guilan
This journal is an open access journal licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0)