تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۲ -۱۳(۱): ۲۵-۳۸

علمی پژوهشی

اثر کشندگی کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® روی کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* و کنه‌های شکارگر *Amblyseius swirskii* و *Phytoseiulus persimilis* در شرایط آزمایشگاهی

الهام رضائی[۱]، شهرام آرمیده[۱*]، شهرام میرفخرایی[۱]، مریم فروزان[۲] و جی پی میچاود[۳]

۱. گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ۲. گروه گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی، ارومیه، ارومیه، ایران، ۳. بخش مبارزه بیولوژیک با آفات، دانشگاه ایالتی کانزاس، ایالت کانزاس، آمریکا

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۶)

چکیده

کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch، یک آفت جدی برای بسیاری از محصولات کشاورزی است. استفاده از آفت‌کش‌های مؤثر و رهاسازی عوامل کنترل زیستی از راهکارهای متداول در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد. در تحقیق حاضر، تأثیر غلظت‌های مختلف کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه مایت® روی مرگ و میر کنه تارتن دولکه‌ای و میزان شکارگری کنه‌های شکارگر *Phytoseiulus persimilis* و *Amblyseius swirskii* در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. مقدار LC_{50} ابرون‌اسپید® و کنه‌مایت® برای مرحله تخم این آفت به ترتیب ۲۵۲/۴۷ و ۱۵۶۴/۱۰پی‌پی‌ام (میلی‌گرم بر لیتر) و برای پوره سن اول، به ترتیب ۲۰۷/۱۷ و ۱۱۲۰/۰۰ پی‌پی‌ام محاسبه شد. بنابراین، نتایج این مطالعه نشان داد که تخم نسبت به پوره سن اول مقاوم‌تر می‌باشد. مقادیر مدت زمان لازم برای کشندگی ۵۰ درصد (LT_{50}) کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® روی پوره سن اول به ترتیب ۲۲/۹۸ و ۲۵/۰۹ ساعت محاسبه شد. بیش‌ترین میزان تغذیه از تخم و پوره سن اول آلوده به کنه‌کش‌ها، بعد از ۴۸ ساعت از زمان سم‌پاشی در کنه شکارگر *P. persimilis* مشاهده شد. با توجه به نتایج حاصل، استفاده تلفیقی کنه‌کش ابرون اسپید® و رهاسازی شکارگر *P. persimilis* بعد از ۴۸ ساعت، در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شکارگر، کشندگی، کنترل زیستی، کنه تارتن، مدیریت تلفیقی آفت

*نویسنده مسئول: Sh.aramideh@urmia.ac.ir

مقدمه

کشت گیاهان در شرایط گلخانه‌ای محیط‌های مساعدی را برای رشد آفات و کنه‌ها فراهم می‌کند (Zhang, 2003). کنه تار عنکبوتی یا دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) یک آفت چندخوار است که تعداد زیادی گیاه میزبان دارد. این آفت دارای پراکنش جهانی است (Pakyari and Enkegaard, 2015) و روی بیش از ۳۰۰ گونه گیاهی در مزرعه و گلخانه خسارت وارد می‌کند (Kheradmand *et al*., 2020). این آفت در شرایط رشدی مناسب با افزایش جمعیت باعث کاهش سریع کیفیت و عملکرد گیاه میزبان در بسیاری از محصولات باغی، زینتی و زراعی در سراسر جهان می‌شود (Abou-Elella and Abdel-Khalek, 2020; Mokhtari *et al*., 2022; Shaterian Mohammadi *et al*., 2022). مراحل متحرک این آفت شیره سلولی برگ و شاخه‌های انتهایی جوان گیاهان را می‌مکد و باعث ایجاد لکه‌های زرد روی برگ‌ها می‌شود. اگر حمله مداوم باشد، ممکن است برگ‌ها ریزش کنند و تعداد گل‌های تولید شده، کاهش یابد و در نهایت باعث کاهش عملکرد و یا حتی مرگ میزبان گیاهی شود (Çobanoğlu1 and Kandiltaş, 2019). روش اصلی کنترل این آفت در زیست‌بوم‌های (اکوسیستم‌های) مختلف کشاورزی، استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی می‌باشد (Havasi *et al*., 2022; Mokhtari *et al*., 2022; Shaterian Mohammadi *et al*., 2022). با این حال، این گونه به دلیل پتانسیل تولیدمثلی بالا، چرخه زندگی بسیار کوتاه و نرزایی (van Leeuwen *et al*., 2015) به سرعت در برابر کنه‌کش‌ها از خود مقاومت نشان می‌دهد (Leviticus *et al*., 2019; Havasi *et al*., 2020). از آنجا که مقاومت در برابر کنه‌کش‌ها در *T. urticae* به سرعت گسترش می‌یابد، استفاده تلفیقی از کنه‌کش‌های مؤثر و رهاسازی شکارگرها در کنترل جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در برنامه‌های مدیریت تلفیقی این آفت حائز اهمیت می‌باشد (Alinejad *et al*., 2016). یکی از روش‌های کنترل زیستی این آفت، استفاده از کنه‌های شکارگر خانواده Phytoseiidae به‌منظور کاهش جمعیت آفت در زیست‌بوم‌های مختلف کشاورزی می‌باشد (Abad-Moyano *et al*., 2009). کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) با داشتن قدرت تولیدمثل بالا، دوره رشدی کوتاه و توانایی تغذیه از تمام مراحل زندگی کنه تارتن دولکه‌ای به عامل مهمی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی کنه تارتن دولکه‌ای تبدیل شده است (Moghadasi *et al*., 2016). یکی دیگر از شکارگرهای کنه دو لکه‌ای، کنه *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) می‌باشد که به عنوان یک شکارگر عمومی می‌تواند از حشره‌ها، کنه‌ها و همچنین، گرده گیاهان تغذیه کند. این شکارگر شمار زیادی از آفات را در گلخانه کنترل می‌کند (Symondson *et al*., 2002).

از جمله کنه‌کش‌های جدید و مؤثر می‌توان به ابرون اسپید® (متشکل از اسپیرومسیفن در گروه ۲۳ و آبامکتین در گروه ۶ IRAC) و کنه‌مایت® (گروه ۲۰ در IRAC) اشاره کرد (Noorbakhsh, 2022). کنه‌کش جدید ابرون اسپید®، دارای مواد مؤثره آبامکتین و اسپیرومسیفن است. آبامکتین کنه‌کش و حشره‌کشی است که دارای خاصیت تماسی و گوارشی بوده و در سیستم عصبی تأثیر بازدارندگی دارد که به‌منظور کنترل مراحل متحرک کنه‌ها استفاده می‌شود. اسپیرومسیفن نیز یک حشره‌کش و کنه‌کش تماسی است و از سوخت و ساز چربی در بدن جانور جلوگیری کرده و تأثیر بسیار خوبی در برابر تخم و پوره‌های این آفات دارد (Ardeshir *et al*., 2019). کنه‌مایت® (آسه کوئینوسیل) یک کنه‌کش تماسی-گوارشی که روی تمام مراحل متحرک کنه تارتن دولکه‌ای مؤثر است. آسه کوئینوسیل روی میتوکندری سلول‌ها اثر گذاشته و بنابراین، مهار کننده سیستم انتقال الکترون‌ها می‌باشد. از ویژگی‌های مهم ترکیب مذکور این است که برای کنه‌های شکارگر، حشرات مفید و غیر هدف، بی ضرر است. بنابراین، کاملاً سازگار با برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شود. همچنین، دوره کارنس این کنه‌کش در گلخانه‌ها سه روز تعیین شده است (Ardeshir *et al*.,

2019). به‌طور کلی شکارگرها به تنهایی قادر به حفظ جمعیت کنه *T. urticae* زیر سطح زیان اقتصادی برای یک دوره طولانی مدت نیستند. از این رو، ادغام کنترل زیستی با آفت‌کش‌های سازگار می‌تواند باعث کاهش کاربرد کنه‌کش و کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی شود که هدف برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت است. آفت‌کش-ها اثرات مستقیم و غیرمستقیم روی دشمنان طبیعی دارند. بنابراین، انتخاب آفت‌کش‌هایی با اثرات سمی کمتر برای محافظت از دشمنان طبیعی و کنترل تعادل اکولوژیکی مهم است (Çobanoğlu and Kandiltaş, 2019).

با توجه به این‌که استفاده از روش‌های شیمیایی و زیستی در کنترل کنه تارتن دولکه‌ای بسیار حائز اهمیت می‌باشد، در تحقیق حاضر به‌منظور جلوگیری از ایجاد مقاومت در این آفت در نتیجه استفاده از کنه‌کش‌ها و به حداقل رساندن اثرات سوء روی دشمنان طبیعی، کنه‌کش-های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® که برای کنترل کنه تارتن دولکه‌ای در کشور ثبت شده و جدید می‌باشند (Noorbakhsh, 2022)، مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور اثرات کشندگی کنه‌مایت® و ابرون اسپید®روی کنه تارتن دو لکه‌ای *T. urticae* و میزان تغذیه کنه‌های شکارگر *A. swirskii* و *P. persimilis* در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان

بذر گیاه خیار رقم ناگین (*Cucumis sativus* L. var. *nagin*) در گلدان‌های پلاستیکی کاشته و در شرایط گلخانه (دما ۳±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) درگروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه نگهداری شدند. بعد از رشد برگ‌ها و رسیدن به مرحله چهار برگی، در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

پرورش کنه تارتن دولکه‌ای

برای تشکیل کلنی کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط گلخانه، نمونه‌برداری‌هایی از مزارع و گلخانه‌های شهر ارومیه انجام شد. در نمونه‌برداری‌های صورت گرفته، برگ‌های آلوده به مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دولکه-ای جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه منتقل شد. پس از بررسی زیر استریومیکروسکوپ و تایید گونه مذکور، برگ‌های آلوده به آفت درون قفس‌های توری با ابعاد ۹۰×۹۰×۱۵۰ سانتی‌متر که حاوی ۲۰ گلدان خیار عاری از آفت بودند منتقل شدند. در طول مراحل مختلف آزمایش، کلنی مذکور در شرایط گلخانه با دمای ۵ ± ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۷۵ درصد و شرایط روشنایی طبیعی نگهداری شد. در مواقع لزوم گیاهان سالم با گیاهانی که در اثر فعالیت کنه‌های تارتن خشک شده بودند، جایگزین شدند. علاوه بر این، به‌منظور حفظ قدرت کلنی در طی مراحل مختلف انجام آزمایش، نمونه‌برداری‌های مداوم از مناطق آلوده صورت پذیرفت و نمونه‌های جمع‌آوری شده به صورت مرتب به جمعیت آزمایشگاهی موجود اضافه شدند. جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای مستقر شده در شرایط گلخانه، قبل از شروع آزمایش به مدت چهار نسل در شرایط مذکور پرورش داده شد.

به منظور همسن‌سازی، تعداد۲۰ جفت کنه تارتن دولکه‌ای درون قفس‌های حاوی گیاه خیار عاری از آفت منتقل و اجازه داده شد که کنه‌های ماده روی این گیاهان تخم‌ریزی کنند، پس از ۲۴ ساعت کنه‌های بالغ از روی گیاهان حذف شدند. گیاه حاوی تخم کنه تارتن دولکه‌ای برای آزمایش مرحله تخم و تعدادی نیز به‌منظور آزمایش مرحله پوره سن اول تا زمان ظهور پایش و نگهداری شدند.

تهیه کنه‌های شکارگر

نمونه‌های اولیه کنه‌های شکارگر *P. persimilis* و *A. swirskii* از طریق شرکت دانش بنیان مهار زیستی هگمتانه تهیه و به‌منظور استفاده به آزمایشگاه گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه منتقل شدند.

ترکیبات مورد استفاده

در پژوهش حاضر از کنه‌کش اس کوئینوسیل با نام تجاری کنه‌مایت®با فرمولاسیون SC و ۱۵٪ ماده مؤثره وارداتی توسط شرکت بازارگان کالا ساخت شرکت اگروکنشو ژاپن و کنه‌کش اسپیرومسیفن-آبامکتین با نام تجاری ابرون اسپید® با فرمولاسیون SC و ۲۴٪ ماده مؤثره ساخت شرکت بایر آلمان به بازار عرضه شده است، استفاده شد.

آزمایش‌های زیست‌سنجی به‌منظور تعیین LC_{50} روی مرحله تخم و پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای

به منظور به‌دست آوردن بالاترین (۸۰ درصد) و پایین-ترین (۲۰ درصد) غلظت کشندگی هر کدام از ترکیبات، ابتدا یک سری آزمایش‌های مقدماتی انجام شد. سپس، بر اساس نتایج به‌دست آمده غلظت‌های حداقل و حداکثر در نظر گرفته شد و پنج غلظت ۲۴۹/۹۸، ۲۰۸/۳۱، ۱۶۶/۶۴، ۱۲۴/۹۷ و ۸۳/۳۰ پی پی ام برای ابرون اسپید® و پنج غلظت ۱۲۵۰، ۱۰۴۱/۵۰، ۸۳۳، ۶۲۴/۵۰ و ۴۱۶ پی پی ام برای کنه‌مایت® با استفاده از فاصله لگاریتمی تهیه شدند. آزمایش نهایی با پنج غلظت به همراه آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد برای هر کدام از کنه‌کش‌ها انجام شد. روش کار به این صورت بود که ابتدا دیسک‌های برگی از برگ-های گیاه خیار تهیه و روی پنبه مرطوب درون ظرف پتری به قطر شش سانتی‌متر قرار داده شدند و سپس، تعداد ۲۰ عدد کنه نابالغ (پوره سن اول) و تخم برای هر آزمایش به-صورت جداگانه روی هر کدام از دیسک‌ها قرار داده شد. سپس، غلظت‌های تهیه شده با استفاده از دستگاه برج پاشش با حجم ۷۰۰ میکرولیتر با فشار پاشش ۱ بار/۱ اینچ روی برگ‌ها پاشیده شدند. ظروف پتری درون سینی و در ژرمیناتور با شرایط دمای ۳±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. به‌منظور جلوگیری از تاثیرات تدخینی این کنه‌کش‌ها و اختلال آن‌ها، ظروف پتری با پارافیلم پوشیده شدند. پس از گذشته ۲۴ ساعت از زمان تیمار برای مرحله نابالغ، تعداد پوره‌های سن اول مرده و برای مرحله تخم بعد از دوره انکوباسیون (چهار روز) تخم-های تفریخ نشده روی برگ‌ها شمارش و ثبت شدند. این آزمایش‌ها در چهار تکرار انجام گرفت. برای ارزیابی شاخص سمیت و سمیت نسبی از معادله‌های ۱ و ۲ استفاده شد (Sun, 1950).

معادله ۱ $$\text{سمیت نسبی} = \left(\frac{LC50 \text{ کم‌اثرترین‌سم}}{LC50 \text{ ترکیب‌دیگر}}\right)$$

معادله ۲ $$\text{شاخص سمیت} = \left(\frac{LC50 \text{ قوی‌ترین‌سم}}{LC50 \text{ ترکیب‌دیگر}}\right) \times 100$$

تعیین LT_{50} ترکیبات روی مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای

بعد از به‌دست آوردن LC_{50}، محاسبه زمانی که ۵۰ درصد جمعیت مرحله پوره سن اول از بین می‌روند (LT_{50})، برای هشت دوره مختلف زمانی شامل ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۲ و ۴۸ ساعت با حداقل سه تکرار برای هر زمان انجام شد. در این روش مانند آزمایش زیست‌سنجی، بعد از پاشش کنه‌کش روی دیسک برگی حاوی پوره سن اول میزان مرگ و میر در زمان‌های مختلف ثبت شد.

تعیین تعداد طعمه مصرف شده توسط کنه‌های شکارگر

در این آزمایش به‌منظور بررسی تعداد طعمه خورده شده توسط شکارگرها، پوره سن اول و تخم درون ظرف پتری حاوی برگ خیار قرار داده شدند و با غلظت LC_{50} ابرون اسپید® و کنه‌مایت® در آزمایشگاه مطابق روش ارائه شده در زیست‌سنجی آلوده شدند. سپس، در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از تیمار، شکارگرها با ۲۴ ساعت گرسنگی رها سازی شدند. سپس، تعداد طعمه خورده شده توسط هر شکارگر در مدت ۲۴ ساعت ثبت شد. تعداد طعمه باقیمانده در ظرف پتری ملاک تعیین تعداد خورده شده توسط شکارگر در نظر گرفته شد. در این بررسی هر تیمار در سه تکرار (در مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای در هر تکرار ۲۰ عدد طعمه و برای مرحله تخم هر تکرار ۳۰ عدد) به همراه شاهد و برای هر تکرار یک عدد شکارگر ماده در نظر گرفته شد (Moghadasi *et al.*, 2016).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه داده‌ها برای تخمین مقادیر مختلف LC_{50} و LT_{50} با استفاده از روش پروبیت و مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تعداد طعمه مصرفی کنه شکارگر *P. persimilis* و *A. swirskii* با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و نرم‌افزار آماری SPSS (ver. 26) صورت پذیرفت. در صورت مشاهده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون Tukey برای گروه‌بندی میانگین‌ها استفاده شد. برای مقایسه تعداد طعمه مصرفی بین دو شکارگر در زمان‌های مشابه و بین کنه‌کش‌ها از آزمون T-test استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده از Excel انجام پذیرفت.

نتایج

برآورد LC_{50} ترکیبات روی مرحله تخم و پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای

نتایج حاصل از آزمون زیست‌سنجی کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® روی مرحله تخم و پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای با حدود اطمینان ۹۵٪ در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

در این زیست‌سنجی با توجه به شاخص سمیت و سمیت نسبی روی هر دو مرحله تخم و پوره سن اول کنه‌کش ابرون اسپید® عملکرد و سمیت بیشتری نشان داد. همچنین، مقدار LC_{50} ابرون اسپید® و کنه‌مایت® روی مرحله تخم به ترتیب ۲۵۲/۴۷ و ۱۵۶۴/۱۰ پی‌پی‌ام و روی مرحله پوره سن اول به ترتیب ۲۰۷/۱۷ و ۱۱۲۰/۰۰ پی‌پی‌ام محاسبه شد. علاوه بر این، پایین بودن میزان عددی آماره مربع کای محاسبه شده حاکی از برازش مناسب مدل پروبیت با داده‌های به‌دست آمده است که نشان‌دهنده وجود دقت و عدم یکنواختی در انجام این آزمایش می‌باشد. در واقع می‌توان گفت که مدل پروبیت برازش مناسبی با داده‌ها داشته است (جدول‌های ۱ و ۲).

برآورد LT_{50} ترکیبات روی مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای

نتایج حاصل از آزمون تعیین زمان لازم برای کشندگی ۵۰ درصد مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای به‌وسیله کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® با حدود اطمینان ۹۵٪ در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج حاصل از آزمون زیست‌سنجی روی مرحله تخم کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae*

Table 1. The results of the bioassay test on the egg stage of *Tetranychus urticae*

Treatments	Concentration (ppm)	Slop± SE	Intercepts	X^2 (df)*	LC_{50} (95% CLs*) (ppm)	LC_{90} (95% CLs*) (ppm)	*Toxicity index (%)	*Relative Potency
Oberon speed	249.98 208.31 166.64 124.97 83.30 Control	3.33±0.78	-3.000	0.215 (3)	252.47 (210.73-371.40)	612.40 (402.31-1863.75)	100.00	6.19
Kane mite	1250.00 1041.50 833.00 624.50 416.00 Control	2.73±0.79	-3.721	0.225(3)	1564.10 (1196.18-3581.01)	4609.68 (2467.1-41961.79)	16.14	1.00

*Toxicity and relative toxicity index based on LC_{50}, df = degree of freedom, X_2 = chi-square and CLs = confidence limits

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون زیست‌سنجی روی مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae*

Table 2. The results of the bioassay test on the protonymph stage of *Tetranychus urticae*

Treatments	Concentration (ppm)	Slop± SE	Intercepts	X^2 (df)*	LC_{50} (95% CLs*) (ppm)	LC_{90} (95% CLs*) (ppm)	*Toxicity index (%)	*Relative Potency
Oberon speed	249.98 208.31 166.64 124.97 83.30 Control	3.93±0.76	-4.094	2.439 (3)	207.17 (181.45- 252.58)	439.27 (330.73-805.04)	100	5.41
Kane mite	1250.00 1041.50 833.00 624.50 416.00 Control	2.59±0.67	-2.910	3.500 (3)	1120.90 (919.15-1708.76)	3496.82 (2088.48-16394.24)	18.48	1.00

*Toxicity and relative toxicity index based on LC_{50}, df = degree of freedom, X_2 = chi-square and CLs = confidence limits

جدول ۳- برآورد LT_{50} کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® روی مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae*

Table 3. Estimation of LT_{50} of acaricides Ebron Speed® and Kane Mite® on protonymph stage of *Tetranychus urticae*

Treatments	Time (h)	Slope± SE	Intercepts	X^2 (df)*	LT_{50} (95% CLs*) (h)	LT_{90} (95% CLs*) (h)
Oberon speed	6 12 18 24 30 36 42 48	0.047±0.01	4.075	3.011 (6)	22.98 (20.141- 25.57)	50.38 (45.66-57.15)
Kane mite	6 12 18 24 30 36 42 48	0.036±0.01	-3.92	3.867 (6)	25.09 (21.55-28.41)	61.14 (53.70-73.07)

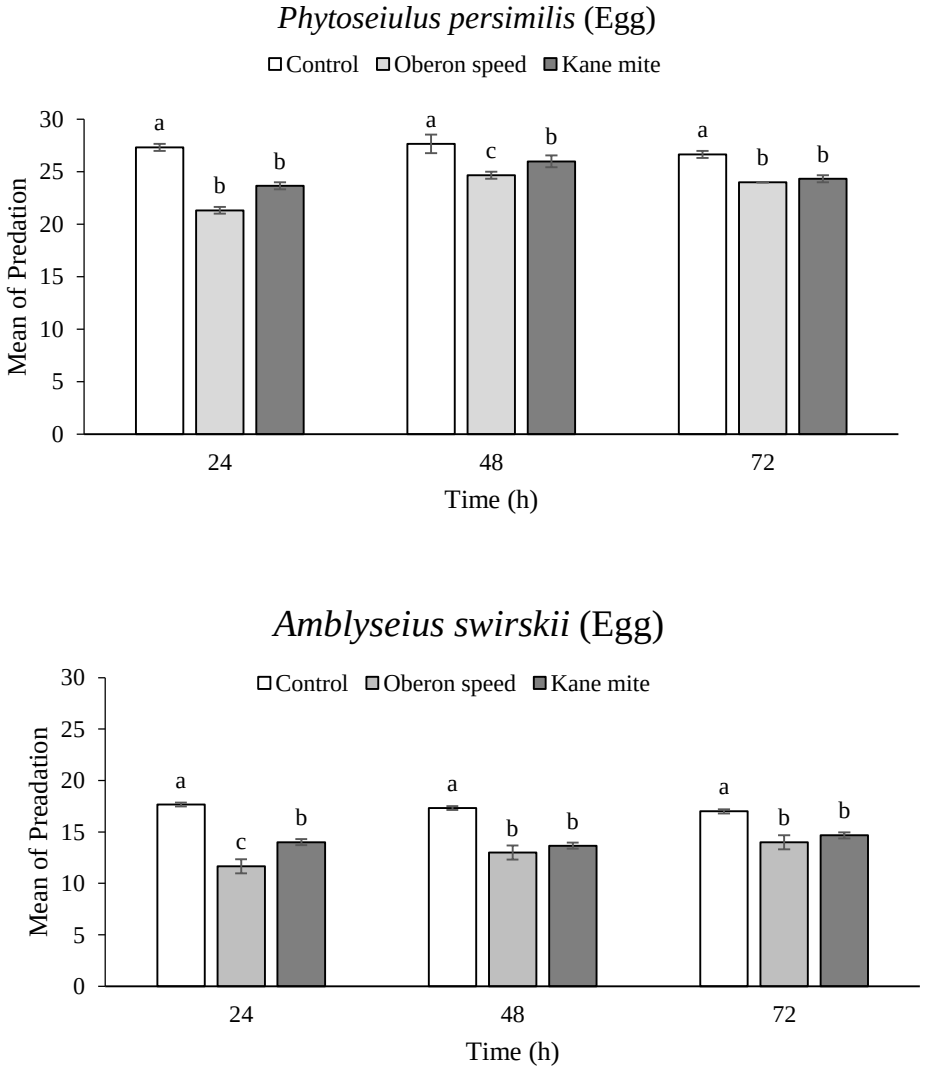
* df = degree of freedom, X_2 = chi-square and CLs = confidence limits

در این بررسی مقدار LT_{50} ابرون اسپید® و کنه‌مایت® برای پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای به ترتیب ۲۲/۹۸ و ۲۵/۰۹ ساعت محاسبه شد. علاوه بر این، پایین بودن میزان عددی آماره مربع کای محاسبه شده حاکی از برازش مناسب مدل پروبیت با داده‌های بدست آمده است که نشان دهنده وجود دقت و عدم یکنواختی در انجام این آزمایش می‌باشد. در واقع می‌توان گفت که مدل پروبیت برازش مناسبی با داده‌ها داشته است.

تعداد طعمه مصرفی توسط کنه‌های شکارگر

تجزیه واریانس حاصل از تعداد طعمه (تخم) مصرفی آلوده به LC_{50} ابرون اسپید® وکنه‌مایت® توسط کنه شکارگر *P. persimilis* نشان داد که بین تیمارهای مختلف از لحاظ میزان تغذیه در هر سه زمان ۲۴ ($F(2, 6)=$

F(2, 6)= 30.500,) ۴۸ (27.444, *P*=0.001، F(2, 6)= 11.400, *P*=0.009) و ۷۲ (*P*=0.001) ساعت اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در هر سه زمان با توجه به *P* جدول لوون (Levene) آزمایش از دقت خوبی برخوردار بوده و فرض همگنی واریانس‌ها محقق شده است (P=0.171, P= 0.2, *P*= 0.709). همچنین، در تجزیه واریانس حاصل از تعداد طعمه (تخم) مصرفی آلوده به LC_{50} ابرون اسپید® و کنه‌مایت® توسط کنه شکارگر *A. swirskii* نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف از لحاظ میزان تغذیه در هر سه زمان ۲۴ (F(2, 6)=49.400, *P*=0.001)، ۴۸ (F(2, 6)= 29.400, *P*=0.001) و ۷۲ (F(2, 6)= 9.571 *P*=0.014) ساعت نیز اختلاف معنی-دار وجود دارد. همچنین، در هر سه زمان با توجه به P جدول لوون آزمایش از دقت خوبی برخوردار بوده و فرض همگنی واریانس‌ها محقق شده است (*P*= 0.709, 0.709, 0.816) (شکل ۱).



شکل ۱- میانگین تعداد طعمه مصرفی توسط کنه‌های شکارگر از مرحله تخم کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* آلوده به کنه‌کش‌ها در زمان‌های مختلف

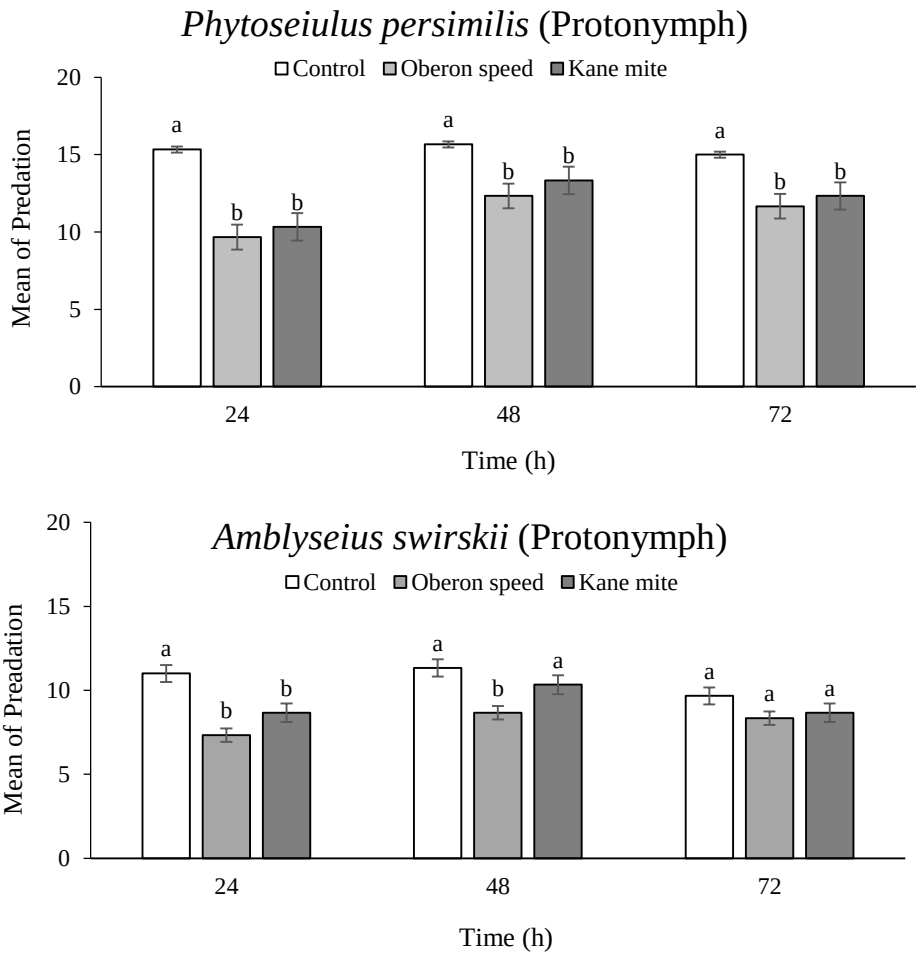
Figure 1. Mean number of preys consumed by predator mites from the egg stage of *Tetranychus urticae* infected with acaricides at different times

در بررسی تعداد طعمه (تخم) مصرفی کنه‌های شکارگر *P. persimilis* و *A. swirskii* آلوده به کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® در زمان‌های مختلف رهاسازی، نتایج نشان داد که بیش‌ترین و کمترین تعداد طعمه خورده شده در ۲۴ ساعت برای کنه شکارگر *P. persimilis* به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و ابرون اسپید® با میانگین ۲۷/۶۶ و ۲۱/۳۳ تخم می‌باشد. در کنه شکارگر *A. swirskii* بیش‌ترین و کمترین میزان شکار طعمه به ترتیب مربوط به شاهد و ابرون اسپید® با میانگین ۱۷/۶۶ و ۱۱/۶۶ تخم می‌باشد (شکل ۱). در مقایسه بین میزان مصرف دو شکارگر از مرحله تخم تیمار شده کنه دو لکه‌ای با کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® اختلاف معنی‌داری به ترتیب در رهاسازی بعد از گذشت ۲۴ ساعت (T= 6.42, df= 2, *P*= 0.021) و (T= 14.5, df= 2, *P*= 0.001)، ۴۸ (T= 7.5, df= 2, *P*= 0.011) و (T=10.39, df= 2, *P*= 0.038) و ۷۲ (T= 8.043, df= 2, *P*= 0.0.030) و (T= 14.500, df= 2, *P*= 0.001) ساعت وجود داشت.

با توجه به نتایج فوق در هر سه زمان، میزان تغذیه کنه شکارگر *P. persimilis* از تخم به طور معنی‌داری از کنه شکارگر *A. swirskii* بیشتر بود. تجزیه واریانس حاصل از تعداد طعمه (مرحله پوره سن اول) مصرفی آلوده به LC_{50} ابرون اسپید® و کنه‌مایت® توسط کنه شکارگر *P. persimilis* نشان داد که بین تیمارهای مختلف از لحاظ میزان تغذیه در هر سه زمان ۲۴ (F(2, 6)=28.778, P=0.001)، ۴۸ (F(2, 6)=26.333, P=0.00) و ۷۲ (F(2, 6)= 16.800, P=0.003) ساعت اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و در هر سه زمان با توجه به مولفه P جدول لوون آزمایش از دقت خوبی برخوردار بوده و فرض همگنی واریانس‌ها محقق شده است (P=0.171, 1.000, 0.709). در کنه شکارگر *A. swirskii* بین تیمارهای مختلف از لحاظ میزان تغذیه در هر سه زمان ۲۴ (F(2, 6)= 16.333, P=0.003)، ۴۸ (F(2, 6)= 4.333, P=0.068) و ۷۲ (P=0.004) ساعت اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. همچنین، در هر سه زمان با توجه به مولفه P جدول لوون آزمایش از دقت خوبی برخوردار بوده و فرض همگنی واریانس‌ها محقق شده است (P=0.709, 1.000, 1.000) (شکل ۲).

در این مقایسه تعداد طعمه مصرفی کنه‌های شکارگر *P. persimilis* و *A. swirskii* از مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای آلوده به کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® در زمان‌های مختلف بین دو شکارگر نشان داد که بیش‌ترین تعداد طعمه مصرف شده توسط کنه‌های شکارگر *P. persimilis* و *A. swirskii* در هر سه زمان مربوط به شاهد می‌باشد و در این زمان بیشترین میزان طعمه مصرفی مربوط به شکارگر *P. persimilis* می‌باشد. کمترین طعمه مصرفی مربوط به زمان ۲۴ ساعت می‌باشد. کم‌ترین میزان طعمه مصرفی مربوط به ابرون اسپید® و کنه *A. swirskii* می‌باشد (شکل ۲).

در مقایسه بین میزان مصرف دو شکارگر از مرحله پوره سن اول تیمار شده کنه دو لکه‌ای با کنه‌کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® به ترتیب در رهاسازی بعد از گذشت ۲۴ (T= 2.646, df= 2, *P*= 0.879) و (T= 4.000, df= 2, *P*= 0.250) و ۷۲ (T= 10.000, df= 2, *P*= 0.667) و (T= 11.000, df= 2, *P*= 0.667) ساعت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در حالی‌که در رهاسازی بعد از گذشت ۴۸ ساعت، میزان تغذیه کنه شکارگر *P. persimilis* از پوره سن اول تیمار شده با کنه‌کش ابرون اسپید® به طور معنی‌داری از کنه شکارگر *A. swirskii* بیشتر بود (T= 5.500, df= 2, *P*= 0.001). در این ساعت اختلاف معنی‌داری در میزان تغذیه دو شکارگر از پوره‌های سن اول تیمار شده با کنه‌کش کنه‌مایت® مشاهده نشد (T=5.196, df= 2, *P*= 0.667).



شکل ۲- میانگین تعداد طعمه مصرفی توسط کنه‌های شکارگر از مرحله پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای *Tetranychus urticae* آلوده به کنه‌کش‌ها در زمان‌های مختلف

Figure 2. Mean number of preys consumed by predator mites from the protonymph stage of *Tetranychus urticae* infected with acaricides at different times

بحث

کاربرد کنه‌کش‌های رایج یکی از اجزای ضروری برای کنترل جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای در محصولات مختلف است، ولی استفاده غیر اصولی از این ترکیبات منجر به اثرات جانبی از جمله از بین رفتن دشمنان طبیعی و طغیان مجدد آفت می‌شود (Sato *et al*., 2004). در اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های مدیریت یکپارچه آفات، اطلاع از اثرات آفت‌کش‌ها بر عوامل کنترل زیستی مورد نیاز است (Lopez *et al*., 2015). بررسی‌ها نشان داده است که بهترین روش ممکن برای کنترل موفق و پایدار بسیاری از آفات، استفاده از مدیریت تلفیقی (استفاده هم‌زمان از چندین روش سازگار) می‌باشد. بنابراین، در تحقیق حاضر تأثیر غلظت‌های کشنده ابرون اسپید® و کنه‌مایت® روی میزان مرگ و میر کنه تارتن دولکه‌ای و میزان طعمه مصرفی کنه‌های شکارگر *P. persimilis* و *A. swirskii* روی میزبان‌های آلوده به کنه‌کش‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه سمیت ترکیبات بیان شده روی تخم و پوره سن اول کنه تارتن نشان داد که برای ایجاد تلفات ۵۰ درصد در مرحله تخم نیاز به مقدار بیشتری کنه‌کش نسبت به پوره سن اول می‌باشد. بنابراین، در ارزیابی این دو کنه‌کش روی مرحله تخم و پوره سن اول کنه تارتن دولکه‌ای، مرحله تخم نسبت به پوره سن اول مقاوم‌تر بودکه با نتایج برس و همکاران (Beers *et al*., 1998) مطابقت دارد. در مطالعه سرباز و همکاران (Sarbaz *et al*., 2017) مقدار LC_{50}

اسپیرومسیفن (ابرون®) روی مرحله تخم و مرحله بالغ کنه تارتن دولکه‌ای به ترتیب ۰/۱۰ و ۶/۲۴ پی‌پی‌ام بود که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر مرحله تخم نسبت به مرحله بالغ است. در حالی که در تحقیق حاضر در تأثیر ابرون اسپید® روی مرحله تخم LC_{50} بیشتری نسبت به مرحله پوره سن اول به‌دست آمد. در بررسی اثر کشنده فلورالانر روی کنه تارتن دولکه‌ای توسط لویتیکوس و همکاران (Leviticus *et al.*, 2020) میزان LC_{50} برای مرحله تخم وکنه بالغ به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۴۹ میلی گرم بر لیتر به‌دست آوردند. همچنین، در بررسی LC_{50} اسپینوترام روی مرحله تخم و کنه بالغ توسط وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2016) مقدار این پارامتر به ترتیب ۴/۲۹ و ۶/۲۲ پی پی‌ام گزارش شد که در هر دو تحقیق فوق کنه بالغ نسبت به تخم حساسیت کمتری نشان می‌دهد، ولی در تحقیق حاضر مرحله تخم نسبت به پوره سن اول مقاوم‌تر بود. در حالی که در گزارش کبیری رییس آباد و زارع (Kabiri Raeis Abad and Zaree, 2017)، مقدار LC_{50} برای تخم و کنه بالغ تحت تاثیر تنداکسیر و فن پروکسی‌میت به ترتیب ۶۶۶/۰۱، ۳۹۶/۱۰، ۳۷۹/۳۰ و ۲۹۱/۶۰ گزارش شد که نشان از حساسیت بیشتر کنه بالغ نسبت به مرحله تخم بود. بررسی سمیت چند کنه کش روی مرحله بالغ کنه شکارگر *A. swirskii*نشان داد که ابرون® و کنه‌مایت® به ترتیب با LC_{50} معادل ۵۵۸/۲ و ۴۴/۲۸ پی‌پی‌ام نسبت به اسپیرودیکلوفن و فن پیروکسی میت با ۳/۸۷ و ۴۱/۴۹ پی‌پی‌ام سمیت کمتری روی این شکارگر دارند (Cue-Basulto *et al.*, 2021)، که در این تحقیق نیز کنه کش‌های ابرون اسپید® و کنه‌مایت® تاثیر معنی‌داری بر میزان مصرف شکارگرها نداشتند. در بررسی سازگاری تعدادی از آفت‌کش‌ها با کنه شکارگر *A. swirskii* توسط فرناندز و همکاران (Fernandez *et al.*, 2017)، نتایج نشان داد که سولفوکسافلور، فلونیکامید، فلوبندی‌آمید، متافلومیزون، متوکسی‌فنوزید، اسپیرومسیفن و اسپیروتترامات بی ضرر، امامکتین اندکی مضر و آبامکتین، دلتامترین و اسپینوساد مضر بودند. در بررسی صورت گرفته توسط کنت و همکاران (Kenneth *et al.*, 2002) روی اثرات باقی مانده کنه‌کش روی*P. persimilis* نشان داد که آبامکتین، هگزاتیازوکس، روغن زمستانه، روغن چریش، پیریدابن و اسپینوزاد باعث مرگ و میر شکارگر نشدند. در این تحقیق نیز ابرون اسپید® متشکل از اسپیرومسیفن و آبامکتین تاثیر معنی‌داری در میزان شکارگری و مصرف شکارگرها نداشت. در بررسی ساتو و همکاران (Sato *et al.*, 2011)، نتایج اثرات اسپیرومسیفن بر سرعت رشد کنه‌های *T. urticae* و *N. californicus* نشان داد که اسپیرومسیفن برای کنه شکارگر بی‌ضرر، اما برای کنه دولکه‌ای بسیار سمی است؛ در نتیجه اسپیرومسیفن را کنه-کشی امیدوارکننده در مدیریت کنه دو لکه‌ای در تلفیق با *N. californicus*اعلام کردند. در بررسی حاضر نیز بر اساس نتایج، کنه‌کش ابرون اسپید® می‌تواند در مدیریت تلفیقی مورد استفاده قرار گیرد. در بررسی سمیت مقایسه‌ای کنه‌کش‌های مختلف روی کنه‌های *P. persimilis* و *T. urticae* توسط کیم و یو (Kim and Yoo, 2002) نتایج نشان داد کنه‌کش‌های Milbemectin و Fenazaquin برای ماده‌های بالغ و نابالغ *P. persimilis* بسیار سمی بودند، ولی صفات باروری، مصرف طعمه و نسبت جنسی ماده‌های بالغ زنده مانده از رژیم غذایی کنه‌های تار عنکبوتی آلوده به بیفنازات، کنه مایت، کلرفناپیر، فلوفنوکسورون و اکسید فن‌بوتاتین به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر قرار نگرفت. در بررسی سازگاری بین اسپینوساد و *P. persimilis* توسط هولت و همکاران (Holt *et al.*, 2006) مشخص شد که استفاده از اسپینوساد تاثیر منفی بر قدرت شکارگری *P. persimilis* روی کنه تارتن دولکه-ای ندارد و می‌توان آن را در مدیریت تلفیقی استفاده نمود. بررسی داسو و همکاران (Duso *et al.*, 2008) نشان داد پیرترین و روتنون روی *P. persimilis* نسبت به *T. urticae* سمی، ولی ترکیبات آزادیراختین،*B. bassiana* و پی متریزین بر *P. persimilis* کم‌خطر می‌باشند. در بررسی رابطه جمعیت و اثر چند کنه‌کش روی *T. urticae* و *N. californicus* در گلخانه گل رز توسط ناطق گلستان

و همکاران (Nateq Golestan *et al*., 2021) نتایج نشان داد کم‌خطرترین ترکیب برای کنه شکارگر روغن کرچک و بیفنازات و کلرفناپیر خطرناک‌ترین بود. مطالعه کیم و سو (Kim and Seo, 2001) روی کنه‌کش‌های بایفنازیت، کنه‌مایت® و فلوفنوکسورون روی کنه *A. womersleyi* وکنه *T. urticae* نشان داد مسمومیت روی ماده‌های بالغ و نابالغ *A. womersleyi* بسیار کمتر از *T. urticae* می‌باشد. همچنین، زنده‌مانی و باروری شکارچیان ماده بالغ با رژیم غذایی کنه‌های تارعنکبوتی تیمار شده با بیفنازات، کنه‌مایت® و فلوفنوکسورون تحت تأثیر قرار نگرفت. بنابراین، بیفنازات، کنه‌مایت® و فلوفنوکسورون گزینه‌های امیدوارکننده‌ای برای استفاده در برنامه‌های مدیریت یکپارچه کنه‌ها می‌باشند. کنه‌مایت® می‌تواند به عنوان کنه کش انتخابی در برنامه مدیریت تلفیقی استفاده شود، زیرا این کنه‌کش علیه *T. urticae* بسیار سمی‌تر از *A. swirskii* می‌باشد (Mohamadzadeh Makoei *et al*., 2022). در این تحقیق نیز با توجه به عدم تاثیر کنه‌مایت® و ابرون اسپید® روی میزان تغذیه شکارگر *A. swirskii* و با رعایت فاصله زمانی ۴۸ تا ۷۲ ساعت در مدیریت تلفیقی کنه تارتن دولکه‌ای قابل توصیه می‌باشد. بنا بر نتایج تحقیق حاضر در مقایسه سمیت بین دو کنه کش، ابرون اسپید® می‌تواند روی مرحله تخم و پوره سن اول کنه دولکه‌ای از کنه‌مایت® موفق‌تر عمل کند. در مقایسه بین دو شکارگر، *P. persimilis* در هر سه زمان رهاسازی، روی تخم‌های کنه دو لکه‌ای تیمار شده با کنه‌کش‌های مورد استفاده نسبت به شکارگر *A. swirskii* کمتر حساس بوده و تغذیه بیشتری دارد. روی پوره سن اول کنه دو لکه‌ای تیمار شده، بین میزان تغذیه دو شکارگر به جز در ۴۸ ساعت رهاسازی با کنه شکارگر *P. persimilis* تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، پس در کل شکارگر *P. persimilis* در کنترل زیستی کنه تارتن دو لکه‌ای می‌تواند موفق‌تر باشد و برای حصول کارایی بهتر، ۴۸ و یا ۷۲ ساعت بعد از سمپاشی رهاسازی شود. بنابراین، به‌منظور استفاده در گلخانه و مزرعه، آزمایش‌های تکمیلی پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

نگارندگان از مهندس رزمی و مهندس حاذقی به خاطر همکاری برای تهیه امکانات تحقیقی تشکر می‌نمایند. این پژوهش با حمایت مادی و معنوی معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه در قالب پایان نامه مقطع دکتری انجام شده است.

References

Abad-Moyano, R., Pina, T., Ferragut, F. and Urbaneja, A. 2009. Comparative life-history traits of three phytoseiid mites associated with *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) colonies in clementine orchards in eastern Spain: implications for biological control. **Experimental and Applied Acarology** 47(2): 121-132.

Abou-Elella, G. M. and Abdel-Khalek, A. A. 2020. Biology and life table analysis of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on different common pea and bean cultivars. **Persian Journal of Acarology** 9(2): 181-192.

Alinejad, M., Kheradmand, K. and Fathipour, Y. 2016. Assessment of sublethal effects of spirodiclofen on biological performance of the predatory mite, *Amblyseius swirskii*. **Systematic and Applied Acarology** 21(3): 375-384.

Ardeshir, F., Namour, P., Bagheri, M. R. and Mahdavi. 2019. Studying the effect of Ebron Speed acaricide in controlling the *Tetranychus urticae* mite in greenhouse cucumber. Final report of the research project. Frost number 59465. 31 pages.

Beers, E. H., Riedl, H. and Dunley, J. E. 1998. Resistance to abamectin and reversion to susceptibility to fenbutatin oxide in spider mite (Acari: Tetranychidae) populations in the Pacific Northwest. **Journal of Economic Entomology** 91(2): 352-360.

Çobanoğlu, S. and 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.

Cote, K. W., Lewis, E. E. and Schultz, P. B. 2002. Compatibility of acaricide residues with *Phytoseiulus persimilis* and their effects on *Tetranychus urticae*. **Horticulture Science** 37(6): 906-909.

Cua-Basulto, M. E., Ruíz-Sánchez, E., Ballina-Gómez, H., Chan-Cupul, W. and Reyes-Ramírez, A. 2021. Efectos letales y subletales de acaricidas sintéticos en ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae. **Acta Universitaria** 31: 1–15.

Duso, C., Malagnini, V., Pozzebon, A., Castagnoli, M., Liguori, M. and Simoni, S. 2008. Comparative toxicity of botanical and reduced-risk insecticides to Mediterranean populations of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari Tetranychidae, Phytoseiidae). **Biological Control** 47(1): 16-21.

Fernández, M., Medina, P., Wanumen, A., Del Estal, P., Smagghe, G. and Viñuela, E. 2017. Compatibility of sulfoxaflor and other modern pesticides with adults of the predatory mite *Amblyseius swirskii*. Residual contact and persistence studies. **BioControl** 62(2): 197-208.

Geroh, M., Gulati, R. and Tehri, K. 2015. Determination of lethal concentration and lethal time of entomopathogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin against *Tetranychus urticae* Koch. **International Journal of Agriculture Sciences** 7(5): 523-528.

Havasi, M., Kheradmand, K. and 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. and 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.

Holt, K. M., Opit, G. P., Nechols, J. R. and Margolies, D. C. 2006. Testing for non-target effects of spinosad on twospotted spider mites and their predator *Phytoseiulus persimilis* under greenhouse conditions. **Experimental and Applied Acarology** 38(2): 141-149.

Kabiri Raeis Abad, M. and Zaree, E. 2017. Comparing 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): 53-71.

Khanamani, M., Fathipour, Y., Hajiqanbar, H. and Sedaratian, A. 2012. Reproductive performance and life expectancy of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on seven eggplant cultivars. **Journal of Crop Protection** 1(1): 57–66.

Kheradmand, K., Heidari, M., Sedaratian-Jahromi, A., Talaei-Hassanloui, R. and Havasi, M. 2022. Biological responses of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) to sub-lethal concentrations of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. **Bulletin of Entomological Research**, 112(1): 70-77.

Kim, S. S. and Seo, S.G. 2001. Relative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* and the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Applied Entomology and Zoology** 36(4): 509-514.

Kim, S. S. and Yoo, S. S. 2002. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* and the two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **BioControl** 47(5): 563-573.

Leviticus, K., Cui, L., Ling, H., Jia, Z. Q., Huang, Q. T., Han, Z. J., Zhao, C. Q. and 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.

Lopez, L., Smith, H. A., Hoy, M. A. and Bloomquist, J. R. 2015. Acute toxicity and sublethal effects of fenpyroximate to *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology** 108(3): 1047-1053.

Moghadasi, M., Allahyari, H., Saboori, A. and Zahedi Golpayegan, A. 2016. Life table and predation capacity of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) feeding on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on rose. **Journal of Agricultural Science and Technology** 18: 1279-1288.

Mohamadzadeh Makoei, Sh., Saber, M. and Bagheri, M. 2022. The effect of Acequinocyl and Flufenzine against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch and its predator *Amblyseius swirskii*. The 24th Plant Protection Congress, Iran-Tehran.

Mohammadi, M. N. S., Alsendi, A. K., Abdulhasan, H. and 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. and 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.

Nateq Golestan, M., Farazmand, A. and Kamali, H. 2021. Study of population relationship and the effect of several acaricides on the *Tetranychus urticae* Koch and the predatory mite of *Neoseiulus californicus* (McGregor) in greenhouse roses. **Plant Pests Research** 11(3): 59-69.

Noorbakhsh, N. 2022. List of important pests, diseases and weeds of major agricultural products Pesticides and recommended methods to control them. Ministry of Agricultural Jihad, Agricultural Plant Protection Organization. 229 pp. (In Farsi).

Pakyari, H. and Enkegaard, A. 2015. Sublethal effects of abamectin and fenpropathrin on the consumption of *Tetranychus urticae* eggs by *Scolothrips longicornis*. **Systematic and Applied Acarology** 20(4): 357-365.

Sarbaz, S., Goldasteh, S., Zamani, A. A., Soleyman-Nejadian, E. and Vafaei, R. 2017. Lethal and side effects of the acaricides spirodiclofen and spiromesifen on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, and its predatory mite, *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae). IAU **Entomological Research Journal** 9(2): 1-11.

Sato, M. E., Da Silva, M. Z., Raga, A., Cangani, K. G., Veronez, B. and Nicastro, R. L. 2011. Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. **Phytoparasitica** 39(5): 437-445.

Sato, M. E., Miyata, T., Da Silva, M., Raga, A. and De Souza Filho, M. F. 2004. Selections for fenpyroximate resistance and susceptibility, and inheritance, cross-resistance and stability of fenpyroximate resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Applied Entomology and Zoology** 39(2): 293-302.

Soleymani, S., Hakimitabar, M. and Seiedy, M. 2016. Food preference of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on different stages of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Persian Journal of Acarology** 5(1): 63-70.

Sun, Y. P. 1950. Toxicity indexes an improved method of comparing the relative toxicity of insecticides. **Journal of Economic Entomology** 43(1): 45–53.

Symondson, W. O. C., Sunderland, K. D. and Greenstone, M. H. 2002. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annual Review of Entomology** 47: 561-594.

Tremblay, É., Bélanger, A., Brosseau, M. and Boivin, G. 2008. Toxicity and sublethal effects of an insecticidal soap on *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). **Pest Management Science: Formerly Pesticide Science** 64(3): 249-254.

Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R. and Dermauw, W. 2015. The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. **Pesticide biochemistry and physiology** 121: 12-21.

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** 132: 102-107.

Zhang, Z. Q. 2003. Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control. CABI Publishing, Cambridge, UK. 244 pp.

Plant Pest Research
2023- 13 (1): 25-38

Open access
doi: 10.22124/iprj.2023.24112.1512

Research paper

A study on lethality effect of Kane mite® and Oberon speed® on *Tetranychus urticae* and its predators *Amblyseius swirskii* and *Phytoseiulus persimilis* in laboratory conditions

E. Rezaei[1], Sh. Aramideh[1]*, Sh. Mirfakhraie, M. Forouzan[2], J. P. Michoud[3]
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, 2. Department of Plant Protection, Agricultural Research Center, Urmia, Iran, 3. Division of Biological Pest Control, Kansas State University, Kansas State, USA.

(Received: March 14, 2023- Accepted: May 27, 2023)

Abstract

Two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, is a serious pest for many agricultural crops. Use of effective pesticides and release of biological control agents are common methods in integrated pest management programs. In the present research, effect of different concentrations of Ebron Speed® and Kane Mite® on mortality of two-spotted spider mite and number of predatory mites *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* were investigated in laboratory conditions. LC_{50} values of Ebron speed® and Kane Mite® were calculated for egg stage of this pest as 252.47 and 1564.10 ppm, and for protonymph stage, as 207.17 and 1120.00 ppm, respectively. Therefore, results of this study showed that egg is more resistant stage than protonymph stage. Time required for 50% lethality (LT_{50}) of Ebron Speed® and Kane Mite® on protonymph stage as 22.984 and 25.097 hours were calculated, respectively. The highest amount of feeding on eggs and protonymph stages infected with acaricides after 48 hours from time of spraying in predator mite *P. persimilis* was observed. According to results, use of Ebron Speed® and release of *P. persimilis* predator after 48 hours are recommended in the integrated pest management programs of this pest.

Key words: Biological control, integrated pest management, lethality, predator, two-spotted spider mite

*Corresponding author: Sh.aramideh@urmia.ac.ir

CC BY