تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۰ -۱۱(۳): ۵۹ -۶۹

علمی پژوهشی

مطالعه رابطه جمعیتی و اثر چند کنه‌کش بر کنه تارتن دولکه‌ای (*Tetranychus urticae* Koch) و کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* (McGregor) در رز گلخانه‌ای

محمد ناطق گلستان[1*]، آزاده فرازمند[2] و هاشم کمالی[1]

۱- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، ۲- بخش تحقیقات جانور شناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۲۱)

چکیده

خانواده‌ی Tetranychidae مهم‌ترین گونه‌های کنه‌های آفت گلخانه‌ای را در خود جای داده است و در بین آن‌ها کنه تارتن دولکه‌ای، مهم‌ترین آفت گلخانه‌ای به حساب می‌آید. در این تحقیق در شرایط پایدار، رابطه‌ی میان جمعیت کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* (McGregor) و مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و مدل رگرسیون خطی چندگانه برای این متغیرها برازش شد. نتایج نشان داد که کنه شکارگر، مرحله‌ی لاروی کنه تارتن دولکه‌ای را با بیشترین مقدار ضریب بتا (Beta= ۰/۷۹۵) نسبت به سایر مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای ترجیح می‌دهد. در ادامه کارایی چهار ترکیب کنه‌کش پلاریس® (کلرفناپیر 24% SC)، اسپید® (کلرفناپیر 24% SC)، فلورامایت® (بایفنازیت 24% SC) و دایابون۳® (روغن کرچک 10% SL) علیه این آفت و کنه شکارگر آن در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی شد. نتایج تجزیه واریانس درصد مرگ و میر مراحل زیستی تخم، لارو، پوره و افراد بالغ کنه تارتن دولکه‌ای و کنه شکارگر آن توسط کنه‌کش‌ها در روزهای ۳، ۷ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی نشان داد که ترکیب‌های بایفنازیت ۰/۵ در هزار، روغن کرچک ۸ در هزار و کلرفناپیر (پلاریس®) ۰/۵ در هزار در تمام مراحل زیستی در فواصل زمانی مختلف به‌ترتیب بالاترین درصد تلفات را دارند. بر اساس طبقه بندی IOBC، کم‌خطرترین ترکیب برای کنه شکارگر، روغن کرچک و بایفنازیت و خطرناک‌ترین ترکیب، هر دو فرم تجاری کلرفناپیر به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: دشمن طبیعی، کنه تارتن، کنه‌کش، گروه‌بندی IOBC، گیاهان زینتی

*نویسنده مسئول: nateq1215@yahoo.com

مقدمه

گلخانه‌ها در زمینه‌های باغبانی و پرورش گل و به منظور افزایش طول فصل رشد و حفاظت گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی (دمای زیاد و طوفان) و همچنین، برای کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی استفاده می شوند (Sabouri *et al*., 2010). امروزه گلخانه‌ها اهمیت زیادی در تولید محصولات زراعی به ویژه سبزیجات، میوه‌ها و گیاهان زینتی دارند و تعداد زیادی از گیاهان باارزش اقتصادی از جمله سبزیجات و گیاهان زینتی در گلخانه‌ها کشت می‌شوند (Ebadzadeh *et al*., 2018). گیاهان برای رشد بهینه در شرایط به نسبت ثابت محیطی درون گلخانه‌ها پرورش می‌یابند که متأسفانه این شرایط سبب رشد سریع آفات یه‌مانند کنه‌ها، سفیدبالک‌ها و تریپس‌ها می‌شود. از این رو یکی از چالش‌های بزرگ در کشت‌های گلخانه‌ای، مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهان گلخانه‌ای می‌باشد. کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch از مهم‌ترین آفات گلخانه‌ای می‌باشد. این آفت دارای انتشار جهانی بوده و یکی از آفات شناخته شده با دامنه وسیع میزبانی در دنیا است و از روی ۳۸۷۷ گونه گیاهی گزارش شده است (Attia*et al*., 2013). کنه تارتن دو لکه‌ای با تغذیه از شیره‌ی گیاهی و از بین بردن سلول‌های گیاهی باعث آسیب رساندن به برگ (Huffaker *et al*., 1969) و با تنیدن تار، مانع از عمل فتوسنتز در گیاه می‌شود (Brandenburg and Kennedy, 1987) که در نهایت منجر به کاهش عملکرد گیاه خواهد شد.

استفاده از ترکیبات شیمیایی به منظور مبارزه با کنه‌های زیان‌آور گیاهی از سال‌های گذشته در درجه اول اهمیت قرار داشته است و امروزه نیز در بیشتر موارد این روش، تنها روش کنترلی است که به نظر می‌رسد می‌تواند مانع از خسارت بیش از حد کنه‌ها شود (Sedaratian, 2009). این کنه‌ها به دلیل چرخه‌ی زندگی کوتاه، تولید مثل بالا و توانایی تولید مثل از طریق بکرزایی نرزایی، قادر به توسعه‌ی مقاومت در برابر ترکیبات شیمیایی می‌باشند (Ay and Yorulmaz, 2010). در مجموع می‌توان بیان داشت که اتکای بیش از حد به ترکیبات شیمیایی کنه‌کش، علاوه بر تحمیل هزینه‌ها و خطرات زیست محیطی (Ardeh *et al*., 2015)، افزایش مسمومیت‌های مزمن، افزایش جمعیت آفات ثانویه و مسمومیت انسان (Hardin *et al*., 1995)، باعث ایجاد مقاومت سریع در بسیاری از این کنه‌های زیان آورمی‌شود (Helle and Sabelis, 1985). بنابراین معرفی کنه‌کش‌های جدید، کم‌خطر و در صورت امکان با منشاء گیاهی به‌منظور کنترل مؤثر این آفت و کاهش خسارت ناشی از آن روی محصولات گلخانه‌ای لازم و ضروری می‌باشد. ترکیب شیمیایی کلرفناپیر (Chlorfenapyr) یک پیش‌حشره‌کش بوده و با حذف اکسیداتیو گروه N–اتوکسی متیل آن توسط سیستم مونواکسیژناز (MFO) حشره یا کنه، ماده‌ای سمی به نام CL 303268 تولید می‌شود. این ماده باعث جدا شدن فسفوریلاسیون اکسیداتیو در میتوکندری شده و با اختلال در تولید ATP و از دست دادن انرژی،در نهایت منجر به مرگ سلول می‌شود. این ترکیب که سمیت پایینی برای پستانداران دارد و طبق معیار سازمان بهداشت جهانی[1]به‌عنوان یک حشره‌کش کم‌خطر طبقه بندی می‌شود (Tomlin, 2001)، برای اولین بار در این تحقیق با دو نام تجاری پلاریس® و اسپید® روی کنه تارتن دولکه‌ای در ایران آزمایش شد. ترکیب بایفنازیت (bifenazate) نیز روی دامنه‌ی وسیعی از درختان میوه و گیاهان زینتی با نام‌های تجاری Acramite® و Floramite® استفاده می‌شود (Ochiai *et al*., 2007). شواهد ژنتیکی نشان داده است که نحوه‌ی تاثیر این ترکیب، مهار انتقال الکترون در میتوکندری می‌باشد (Nieuwenhuyse *et al*., 2012) و بر همین اساس این ترکیب در گروه ۲۰ کمیته بین‌المللی اقدام علیه مقاومت به حشره‌کش‌ها[2]قرار گرفته است (Sparks and Nauen, 2015). در مواردی که کنه‌های تارتن به سایر ترکیبات مقاوم شده باشند این ترکیب قادر به کنترل جمعیت آفت می‌باشد (Vanleeuwen *et al*., 2012). دایابون۳® به‌عنوان یک آفت‌کش گیاهی، از روغن کرچک و نمک‌های اسیدهای چرب تهیه و توسط شرکت نانوفناوران دایا تولید می‌شود (Rezaei and

[1]. WHO
[2]. IRAC

Moharramipour, 2019). این ترکیب گیاهی نیزمی‌تواند گزینه مناسبی برای کنترل این آفت در شرایط پایدار گلخانه باشد.

از طرف دیگر بررسی اثر سموم شیمیایی روی دشمنان طبیعی آفات گیاهی موضوع مهم دیگری است که می‌بایست همزمان با اثربخشی این ترکیبات شیمیایی بر آفات مورد بررسی قرار گیرد. کنه‌های شکارگر خانواده‌ی Phytoseiidae از جمله *Neoseiulus californicus* (McGregor) در برنامه‌های مدیریتی کنه تارتن دولکه‌ای حائز اهمیت بوده و بررسی‌های قابل توجهی در ارتباط با ارزیابی اثرات سموم شیمیایی روی کارایی بیولوژیک این گروه از دشمنان طبیعی (Dekeyser *et al.*, 1996; Kim and Yoo, 2002; Amano *et al.*, 2004; Clyod *et al.*, 2006; Ochiai *et al.*, 2007; Sanatgar *et al.*, 2013; Ramezani Shirvani *et al.*, 2021) و واکنش تابعی و ترجیح غذایی آنها روی مراحل زیستی کنه تارتن (Rahmani *et al.*, 2016; Song *et al.*, 2016; Zheng *et al.*, 2017) صورت گرفته است، ولی تاکنون مطالعه‌ای روی رابطه‌ی جمعیتی این کنه شکارگر و مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط پایدار گلخانه‌ای به‌منظور بررسی ترجیح میزبانی کنه شکارگر و نیز تأثیر هم-زمان ترکیب‌های کنه‌کش بر این کنه تارتن و کنه شکارگر آن صورت نپذیرفته است. بر این اساس، تحقیق حاضر به‌منظور معرفی کنه‌کش‌های ایمن با سمیت پایین روی کنه شکارگر *N. californicus* و سمیت بالا روی کنه تارتن دولکه‌ای به‌ویژه در مراحل زیستی غیر مرجح آن نسبت به این کنه شکارگر انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار در بخشی (حدود ۸۰ متر مربع) از گلخانه‌ی رز رقم سامورایی[1] با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع در محدوده روستای پاژ شهرستان مشهد در استان خراسان رضوی در شرایط دمای ۵±۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰±۵۵ درصد انجام شد. بلوک‌ها به‌صورت ردیف‌های دوتایی گل رز درون جعبه‌های قرار گرفته در ارتفاع ۵۰ سانتی متری از سطح زمین به‌صورت کشت بدون خاک اجرا شد که در هر جعبه ۱۰ بوته چندساله قرار داشت. واحدهای آزمایشی درون هر بلوک شامل ۳۰ بوته گل رز و فاصله بین واحدهای آزمایشی و بین بلوک‌ها حدود یک متر در نظر گرفته شدند.

بررسی رابطه‌ی جمعیتی کنه تارتن دولکه‌ای با کنه شکارگر آن

به منظور تعیین اهمیت و ترجیح مرحله‌ی زیستی کنه تارتن دولکه‌ای توسط کنه شکارگر *N. californicus* در شرایط پایدار گلخانه‌ای (استقرار کنه شکارگر در گلخانه حداقل به مدت ۵ سال)، رابطه‌ی بین جمعیت این کنه شکارگر با مراحل مختلف رشدی کنه تارتن دولکه‌ای با استفاده از مدل رگرسیون خطی چندگانه تعیین شد. برای این منظور، تعداد افراد کنه شکارگر و کنه تارتن دولکه‌ای (مراحل زیستی) موجود در برگ توسط بینوکولار شمارش شد. در مجموع ۳۶۰ برگ (۳۶ نمونه ۱۰ برگی) جمع‌آوری و از میانگین این نمونه‌ها، ۳۶ داده آماری به‌دست آمد. سپس، پیش‌آزمون‌های مربوط به مدل رگرسیون خطی چندگانه روی داده‌های به‌دست آمده، انجام و در نهایت، مدل برازش شد. در ادامه با توجه به شاخص آماری ضریب بتا استاندارد شده[2] در رابطه‌ی رگرسیون خطی چندگانه به‌عنوان شاخص اثرگذاری متغیرهای مستقل (تراکم تخم، لارو، پوره و کنه بالغ) بر متغیر وابسته (تراکم کنه شکارگر)، ترجیح غذایی کنه شکارگر نسبت به مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای مشخص شد (Adapted from Wilson *et al.*, 1991).

بررسی تأثیر کنه‌کش‌ها بر کنه تارتن دولکه‌ای و کنه شکارگر آن

سم‌پاشی واحدهای آزمایشی با استفاده از سم‌پاش پشتی موتوری لانس‌دار برای تیمارهای مختلف شامل

[1]. *Rosa hybrida cv. Samurai*

[2]. Beta coefficient

کنه‌کش‌های پلاریس® (کلرفناپیر 24% SC) با غلظت‌های ۰/۴ و ۰/۵ در هزار ساخت شرکت آریا شیمی، اسپید® (کلرفناپیر24% SC) با غلظت ۰/۵ در هزار ساخت شرکت پیرا کشت شیمی، فلورامایت® (بایفنازیت 24% SC) با غلظت ۰/۵ در هزار ساخت شرکت رهااندیش کاوان، دایابون۳® (روغن کرچک 10% SL) با غلظت ۸ در هزار ساخت شرکت نانو فناوران دایا انجام شد. در این آزمایش از آب به عنوان شاهد استفاده شد. برای شروع آزمایش، نمونه برداری تصادفی ۱۰۰ برگ در فواصل هفت روز انجام شد و سم‌پاشی با تراکم متوسط حداقل ۵ کنه درهر برگ انجام شد. نمونه برداری کنه‌ها با جمع آوری تصادفی ۱۰ برگ از هر واحد آزمایشی یک روز قبل و ۳، ۷ و ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی صورت پذیرفت. نمونه‌ها به تفکیک درون کیسه های پلاستیکی قرار داده شدند و تعداد و مراحل رشدی کنه تارتن دولکه‌ای *T. urticae* و کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* (McGregor) موجود در برگ‌ها با استفاده از بینوکولار شمارش و ثبت شد (Arbabi *et al*., 2014).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

رابطه‌ی جمعیتی دو گونه کنه بر مبنای رگرسیون خطی چندگانه، بعد ازتأیید آزمون‌های مقدماتی مربوط به رگرسیون خطی چندگانه شامل نرمال بودن باقی مانده داده‌ها (K-S>0/05)، ثابت بودن واریانس خطاها، عدم هم خطی بین متغیرهای مستقل (VIF<5) و در نهایت استقلال خطاها انجام شد. به منظور نرمال کردن باقی‌مانده خطاهای تلفات و استفاده از آزمون ANOVA، داده‌های تلفات به Arcsin√x تغییر شکل داده شدند. سپس، داده‌های تلفات بر اساس میانگین درصد تأثیر بر تعداد تخم، لارو، پوره و کنه بالغ تارتن و شکارگر زنده در هر یک از تیمارها و شاهد به روش هندرسون-تیلتون (Henderson and Tilton, 1955) تصحیح و میانگین درصد کارایی تیمارها براساس آزمون توکی در سطح معنی داری ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفت. برای بررسی اثر سموم روی کنه شکارگر، از تقسیم‌بندی انجام شده توسط سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک[1] استفاده شد (Hassan *et al.*, 1994). تمام داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS مدل ۱۶ (SPSS, 2007) تجزیه شد.

نتایج

رابطه‌ی جمعیتی کنه تارتن دو لکه‌ای با کنه شکارگر آن

رگرسیون خطی چندگانه این متغیرها (R^2= ۰/۸۲۶) به صورت معادله زیر تعیین و اثر تمام متغیرها در این معادله معنی‌دار شد (P<0.05).

معادله (۱)

$$Nc\ \mathrm{P} = 1.325 + 0.311\ Tu\ \mathrm{A} + 0.099\ \mathrm{N} + 0.118\ \mathrm{L} - 0.094\ \mathrm{E}$$

اجزای معادله مذکور به شرح زیر است.

P =*Nc* جمعیت کنه شکارگر *N. californicus*؛ A =*Tu* بالغ کنه دولکه‌ای؛ N= پوره کنه دولکه‌ای؛ L= لارو کنه دولکه‌ای و E= تخم کنه دولکه‌ای

با توجه به ضرایب بتای استاندارد شده[2]به‌دست آمده در مدل، بیشترین اثر مستقیم در تغییرات جمعیت کنه شکارگر فیتوزئید به ترتیب به تغییرات جمعیت لارو (۰/۷۹۵ =Beta)، پوره (۰/۵۳۲ =Beta) و کنه بالغ (۰/۴۱۳ =Beta) تارتن دولکه‌ای مرتبط شد، اما رابطه تغییرات جمعیت تخم کنه تارتن دولکه‌ای (۱/۴۵۵- =Beta) بر جمعیت کنه شکارگر، معکوس به‌دست آمد. به عبارت دیگر، افزایش جمعیت لارو و تخم کنه تارتن دولکه‌ای به‌ترتیب بیشترین و کمترین اثر مستقیم را بر جمعیت کنه شکارگر نشان دادند.

تأثیر کنه‌کش‌ها روی مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای

نتایج تجزیه واریانس اختلاف درصد تلفات تیمار کنه‌کش‌ها در روزهای ۳، ۷ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی به ترتیب در مرحله تخم ($F_{۸،۴}$ =۹۵/۹۷۱؛p<۰/۰۰۰۱)، ($F_{۸،۴}$ =۱۰۷/۸۷۸؛p<۰/۰۰۰۱؛ $F_{۸،۴}$ =۷۹/۷۵۲؛p<۰/۰۰۰۱؛ لارو ($F_{۸،۴}$ =۲۴/۰۶۴؛p<۰/۰۰۰۱؛ $F_{۸،۴}$ =۱۲۵/۱۱۹؛p<۰/۰۰۰۱)

[1]. IOBC
[2]. Beta coefficient

$F_{۸،۴}$ =۷۷/۷۴۴؛p<۰/۰۰۰۱)، پوره ($F_{۸،۴}$ =۶/۶۲۶؛p<۰/۰۵؛ $F_{۸،۴}$ =۱۱/۸۸۰؛p<۰/۰۰۱؛$F_{۸،۴}$ =۳۰/۵۵۵؛p<۰/۰۰۰۱؛ $F_{۸،۴}$ =۱۵/۱۵۲؛p<۰/۰۰۱؛ $F_{۸،۴}$=۶۵/۰۰۲؛p<۰/۰۰۰۱) و بالغ ($F_{۸،۴}$ =۲۴/۶۱۲؛p<۰/۰۰۰۱؛ $F_{۸،۴}$) کنه تارتن دولکه‌ای معنی‌دار شد. بر این اساس کنه‌کش بایفنازیت ۰/۵ در هزار به‌همراه ترکیب گیاهی روغن کرچک ۸ در هزار، بالاترین درصد کاهش جمعیت در تمام مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای ایجاد نمودند. کمترین درصد کاهش جمعیت درکلرفناپیر ۰/۴ در هزار (پلاریس®) و کلرفناپیر۰/۵ در هزار (اسپید®) مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲).

آزمون t-test برای نمونه‌های زوجی در کنه‌کش بایفنازیت نشان داد که روند تغییر جمعیت بین روزهای ۳ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی در مرحله‌ی کنه بالغ و تخم، ثابت (بالای ۸۰ درصد کاهش جمعیت) و این روند در مرحله‌ی لارو و پورگی، افزایشی بود (P<0.05). در این ترکیب بیشترین حساسیت و کاهش جمعیت در روز ۳ بعد از سم‌پاشی، در مرحله‌ی کنه بالغ (۰/۷۲±۸۷/۹۰ درصد) و تخم (۰۵/۲۳±۸۶/۱ درصد) و کمترین کاهش جمعیت و مقاوم‌ترین مرحله‌ی به کنه‌کش، در مرحله‌ی پورگی (۷۹/۴۱±۴۹/۲ درصد) مشاهده شد. این آزمون در کنه‌کش گیاهی روغن کرچک نیز نشان داد که روند تغییر جمعیت بین روزهای ۳ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی در سه مرحله‌ی لارو، پوره و کنه بالغ ثابت (P<0.05) و این روند در مرحله‌ی تخم افزایشی بود. همچنین اثر این کنه‌کش در تمامی مراحل زیستی در روزهای ۳، ۷ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی، به‌جز مرحله‌ی تخم در روز ۳ بعد از سم‌پاشی، بالای ۷۰ درصد کاهش جمعیت مشاهده شد. در این ترکیب نیز بیشترین حساسیت و کاهش جمعیت در روز ۳ بعد از سم‌پاشی در مرحله‌ی کنه بالغ (۲/۴۳±۸۴/۸۵ درصد) و لارو (۹۱/۳۷±۸۲/۲ درصد) و مقاوم‌ترین مرحله‌ی زیستی آفت، مرحله‌ی تخم (۲/۳۸±۵۲/۷۲ درصد) تعیین شد (جدول‌های ۱ و ۲).

کنه‌کش کلرفناپیر (پلاریس®) در غلظت ۰/۵ در هزار در تمام مراحل زیستی تلفات بیشتری از غلظت ۰/۴ در هزار آن ایجاد کرد (P<0.05) و بالاترین درصد کاهش جمعیت در روز ۱۴ بعد از سم‌پاشی، در غلظت ۰/۵ در هزار در کنه بالغ (۰۶/۲۲±۸۳/۲ درصد) به‌دست آمد. همچنین، در غلظت ۰/۵ در هزار در روز ۳ بعد از سم‌پاشی، مرحله‌ی کنه بالغ (۶۳/۶۱±۸۷/۱ درصد) بیشترین حساسیت و کاهش جمعیت و مراحل تخم (۳۲/۸۴±۵۱/۱ درصد) و پورگی(۳۹/۴۰±۵۵/۴ درصد) کمترین کاهش جمعیت و مقاوم‌ترین مرحله شناخته شدند. آزمون t-test نمونه‌های زوجی در کنه‌کش کلرفناپیر (اسپید®) ۰/۵ در هزار نشان داد که روند تغییر جمعیت بین روزهای ۳ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی در سه مرحله‌ی تخم، لارو و پوره کاهشی بوده و این روند در مرحله‌ی کنه بالغ تا روز ۱۴ ثابت بود (P<0.05). بر مبنای کاهش جمعیت در روز ۳ بعد از سم‌پاشی نیز، حساس‌ترین مرحله‌ی کنه تارتن دولکه‌ای به این ترکیب در غلظت ۰/۵ در هزار، مرحله‌ی کنه بالغ (۸۴/۵۱±۶۸/۱ درصد) و لارو (۴۹/۴۷±۷۰/۲ درصد) و مقاوم‌ترین مرحله‌ی به کنه‌کش، مرحله‌ی پورگی (۴۷/۴۹±۴۱/۲ درصد) مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲).

تأثیر کنه‌کش‌ها روی کنه شکارگر *N. californicus*

نتایج تجزیه واریانس درصد تلفات کنه شکار *N. californicus* توسط کنه‌کش‌ها در روزهای سوم ($F_{۸،۴}$=۱۲۳/۰۴۴؛p<۰/۰۰۰۱)، هفتم ($F_{۸،۴}$ =۵۴/۶۸۶؛p<۰/۰۰۰۱) و چهاردهم ($F_{۸،۴}$ =۱۶/۷۲۸؛p<۰/۰۰۱) بعد از سم‌پاشی معنی‌دار شد. بر این اساس، در روز ۳ بعد از سم‌پاشی، ترکیب گیاهی روغن کرچک ۸ در هزار به‌عنوان ترکیب بی خطر (گروه I) و بایفنازیت ۰/۵ در هزار به‌عنوان ترکیب کم خطر (گروه II) و هر دو فرم تجاری کلرفناپیر با غلظت ۰/۵ در هزار به‌عنوان ترکیب‌های با خطر متوسط (گروه III) برای کنه شکارگر *N. californicus* شناسایی شدند (جدول ۳).

جدول ۱- مقایسه میانگین تغییرشکل نیافته (± خطای معیار) درصد تلفات تخم و لاروکنه تارتن دو لکه‌ای در چند کنه‌کش پس از سم‌پاشی

Table 1. Grouping untransformed mean (±standard error) of percentage of egg and larval mortality of *Tetranuchus urticae* after acaricides spraying

Treatment (ml/l)	Mean square of egg mortality			Mean square of larva mortality		
	3 days	7 days	14 days	3 days	7 days	14 days
Bifenazate 0.5	86.05±1.23^{a}	92.18±1.81^{a}	81.18±1.79^{a}	69.73±4.16^{ab}	92.09±1.92^{a}	89.61±2.82^{a}
Castor oil 8	52.72±2.38^{b}	78.30±2.74^{b}	76.30±2.83^{a}	82.91±2.37^{a}	89.24±3.97^{a}	90.89±1.80^{a}
Chlorfenapyr[1] 0.5	51.32±1.84^{b}	70.27±2.16^{b}	50.43±1.96^{b}	66.36±5.24^{ab}	90.94±3.60^{a}	49.34±1.84^{b}
Chlorfenapyr[1] 0.4	47.03±0.69^{b}	45.48±0.57^{c}	32.67±2.20^{c}	56.95±3.09^{b}	54.12±3.21^{b}	26.85±2.10^{c}
Chlorfenapyr[2] 0.5	52.42±1.23^{b}	39.09±2.55^{c}	26.96±1.89^{c}	70.49±2.47^{ab}	63.70±2.66^{b}	19.37±2.51^{c}

The means with common letters in each column are not statistically significant based on Tukey's test at the level of %5[1]Commercialized under the name Polaris® and [2] Commercialized under the name Speed®

جدول ۲- مقایسه میانگین تغییرشکل نیافته (± خطای معیار) درصد تلفات پوره و افراد بالغ کنه تارتن دو لکه‌ای در چند کنه‌کش پس از سم‌پاشی

Table 2. Grouping untransformed mean (±standard error) of percentage of nymph and adult mortality of *Tetranuchus urticate* after acaricides spraying

Treatment (ml/l)	Mean square of nymph mortality			Mean square of adult mortality		
	3 days	7 days	14 days	3 days	7 days	14 days
Bifenazate 0.5	49.79±2.41^{b}	91.83±2.78^{a}	92.17±3.63^{a}	87.90±0.72^{a}	89.20±1.45^{a}	91.72±1.59^{a}
Castor oil 8	70.64±3.91^{a}	78.50±2.34^{ab}	87.46±4.20^{a}	84.85±2.43^{a}	86.72±1.60^{a}	77.20±1.79^{b}
Chlorfenapyr[1] 0.5	55.39±4.40^{ab}	72.93±3.62^{b}	79.84±2.85^{a}	87.63±1.61^{a}	88.17±0.72^{a}	83.06±2.22^{b}
Chlorfenapyr[1] 0.4	43.34±3.13^{b}	55.23±3.01^{c}	28.09±2.03^{b}	72.37±1.67^{b}	72.96±2.47^{b}	62.20±1.40^{c}
Chlorfenapyr[2] 0.5	41.47±2.49^{b}	42.07±2.61^{c}	15.73±2.32^{b}	68.84±1.51^{b}	73.81±3.41^{b}	67.04±1.58^{c}

The means with common letters in each column are not statistically significant based on Tukey's test at the level of %5[1]Commercialized under the name Polaris® and [2] Commercialized under the name Speed®

جدول ۳- مقایسه میانگین تغییرشکل نیافته (± خطای معیار) درصد کاهش جمعیت کنه شکارگر *Neoseiulus californicus* پس از سم‌پاشی

Table 3. Grouping untransformed mean (±standard error) of percentage of population decline of *Neoseiulus californicus* after acaricides spraying

Treatment (ml/l)	Percentage of population decline after spraying					
	3 days	IOBC	7 days	IOBC	14 days	IOBC
Bifenazate 0.5	27.11±1.55^{d}	II	45.07±1.06^{d}	II	84.84±3.30^{bc}	IV
Castor oil 8	15.50±3.58^{d}	I	66.14±1.43^{c}	III	91.40±3.24^{ab}	IV
Chlorfenapyr[1] 0.5	68.46±1.80^{a}	III	76.61±1.27^{b}	IV	83.64±2.91^{c}	IV
Chlorfenapyr[1] 0.4	48.74±1.05^{c}	II	77.17±0.94^{b}	IV	87.62±1.95^{bc}	IV
Chlorfenapyr[2] 0.5	56.55±0.94^{b}	III	87.42±1.72^{a}	IV	96.29±0.80^{a}	IV

The means with common letters in each column are not statistically significant based on Tukey's test at the level of %5[1]Commercialized under the name Polaris® and [2] Commercialized under the name Speed®I: safe (> 25% mortality), II: or low risk (25-50% mortality), III: medium risk (51-75% mortality), IV: dangerous (<75%)Mortality (Hassan *et al*., 1994)

بحث

با توجه به شاخص ضریب بتا استاندارد شده در رابطه‌ی رگرسیون خطی چندگانه به‌عنوان شاخص اثرگذاری تراکم تخم، لارو، پوره و کنه بالغ تارتن دولکه‌ای بر تراکم کنه شکارگر *N. californicus*، می‌توان چنین نتیجه گرفت که کنه شکارگر، مرحله‌ی لاروی کنه تارتن دولکه‌ای را با بیشترین مقدار ضریب (Beta= ۰/۷۹۵) نسبت به سایر مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای ترجیح داده است. همچنین مرحله‌ی پورگی، کنه بالغ و تخم به ترتیب بعد از مرحله‌ی لاروی کنه تارتن دولکه‌ای به‌عنوان ترجیح غذایی این کنه شکارگر معرفی شدند. ژنگ و همکاران (Zheng *et al*., 2017) با مطالعه‌ی واکنش تابعی کنه شکارگر *N.*

californicus بر کنه تارتن دولکه‌ای نیز کمترین پاسخ کنه شکارگر را در مرحله‌ی تخم و بیشترین پاسخ را در مرحله‌ی لارو کنه تارتن دولکه‌ای مشاهده کردند. همچنین سونگ و همکاران (Song *et al.*, 2016) بیشترین و کمترین نرخ حمله کنه شکارگر *N. californicus* به کنه تارتن دولکه‌ای را به ترتیب در مراحل لارو و تخم آن به‌دست آورند. رحمانی و همکاران (Rahmani *et al.*, 2016) نیز در تحقیقی وجود ترجیح غذایی این کنه شکارگر را نسبت به مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای بیان نموده و ترجیح بیشتر را نسبت به مراحل زیستی نابالغ گزارش کردند. بر این اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با استفاده از مدل رگرسیون خطی چندگانه و در شرایط پایدار گلخانه‌ای، نتایج این پژوهشگران را تأیید نمود.

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در خصوص کنه‌کش بایفنازیت بر کنه تارتن دولکه‌ای روی رز گلخانه‌ای با نتایج اربابی و همکاران (Arbabi *et al.*, 2014) در روز ۳ بعد از سم‌پاشی همسو بود ولی در روزهای ۷ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی باافزایش تلفات حدود ۲۰ درصدی نسبت به پژوهش نامبرده همراه شد. با توجه به یکسان بودن نوع کشت (هیدورپونیک) در هر دو آزمایش و نیز یکسان بودن شرایط محیطی، می‌توان تفاوت در رقم گیاه کشت شده و نیز شرایط پایدار گلخانه مورد آزمایش در تحقیق حاضر (حضور کنه شکارگر با جمعیت مناسب) را دلیل این اختلاف نتایج، تفسیر نمود. نکته قابل توجه اثر کنترل کنندگی بالای ترکیب بایفنازیت در مرحله‌ی تخم کنه تارتن است که این کنه‌کش را از بقیه ترکیبات متمایز نمود و این نتیجه نیز با مطالعه تانگ و همکاران (Tang *et al.*, 2014) مطابقت نشان داد. درخصوص اثر این ترکیب بر کنه شکارگر *N. californicus*، با توجه به تحقیق اچیای و همکاران (Ochiai *et al.*, 2007) مبنی بر تلفات کمتر از ۳۰ درصدی این کنه شکارگر در ترکیب بایفنازیت ۲۰۰ پی پی ام در شرایط آزمایشگاه و LC_{50} بیشتر از ۱۰۰۰ میلی‌گرم/لیتر، می توان کاهش حدود ۳۰ درصدی جمعیت این کنه شکارگر در غلظت ۰/۵ در هزار بیفنازیت در روز ۳ بعد از سم‌پاشی در شرایط گلخانه را هم راستا با آن تحقیق قلمداد نمود. همچنین می‌توان ادامه کاهش جمعیت کنه شکارگر در روزهای ۷ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی(۳/۳۰±۸۴/۸۴ درصد) را به‌سبب جابجایی جمعیت‌های باقی‌مانده کنه شکارگر از محدوده تیمار شده به دلیل تلفات بالای میزبان آن (کنه تارتن دو لکه‌ای) دانست. نتایج به‌دست آمده در خصوص اثر کنه‌کش گیاهی روغن کرچک بر کنه تارتن دولکه‌ای نیز با نتایج سیفی و همکاران (Seifi *et al.*, 2016) و مرتضوی و همکاران (Mortazavi *et al.*, 2016) مطابقت نشان داد. با توجه به تلفات پایین و قرار گرفتن این ترکیب در گروه بی‌خطر (I) برای کنه شکارگر *N. californicus* در روز ۳ بعد از سم‌پاشی و در ادامه، کاهش شدید جمعیت کنه شکارگر در روزهای ۷ و ۱۴ بعد از سم‌پاشی، فرضیه‌ی جابجایی جمعیت‌های باقی‌مانده کنه شکار از محدوده تیمار شده تقویت شد.

نتایج در خصوص ترکیب شیمیایی کلرفناپیر با فرمولاسیون SC 24% که با دو نام تجاری پلاریس® و اسپید® مورد مقایسه قرار گرفتند، نتایج نشان داد که پلاریس® نسبت به اسپید® در غلظت برابر، عملکرد بالاتری در کاهش جمعیت کنه تارتن دولکه‌ای دارد (جدول‌های۱ و ۲). در غلظت‌های ۰/۴ و ۰/۵ در هزار پلاریس®در روز ۳ بعد از سم‌پاشی، تنها در مرحله‌ی زیستی افراد بالغ تلفات بیشتری در غلظت ۰/۵ در هزار مشاهده شد ($P<0.05$)، ولی در روز ۱۴ بعد از سم‌پاشی، تلفات آفت در تمام مراحل زیستی در غلظت ۰/۵ در هزار بیشتر از غلظت ۰/۴ در هزار به‌دست آمد که نشان‌دهنده کارایی بالاتر این غلظت در مقایسه با غلظت ۰/۴ در هزار است.

به‌طور کلی مراحل زیستی کنه بالغ و لارو بیشترین کاهش جمعیت و مراحل تخم و پورگی کمترین کاهش جمعیت را نسبت به ترکیبات شیمیایی به‌کار رفته نشان دادند. این نتایج با مطالعه آزمایشگاهی تانگ و همکاران (Tang *et al.*, 2014) که روی مقاومت مراحل زیستی کنه تارتن دولکه‌ای به کنه‌کش‌ها در شرایط آزمایشگاهی انجام شده بود، در مرحله‌ی لاروی و تخم مطابقت و در مرحله‌ی کنه بالغ مغایرت دارد. در پژوهش مذکور، مرحله‌ی کنه بالغ بیشترین و مرحله‌ی لاروی کمترین مقاومت را به ترکیبات

مختلف کنه‌کش نشان دادند. دلیل این اختلاف نتیجه در مرحله‌ی کنه بالغ می‌تواند ناشی از جابجایی افراد بالغ بعد از سم‌پاشی با استفاده از تارها در شرایط گلخانه باشد که این عامل باعث کاهش جمعیت کنه تارتن در فواصل زمانی نمونه برداری بعد از سم‌پاشی شده است.

در مجموع به دلیل اینکه کنه‌کش بایفنازیت در روز سوم بعد از سم‌پاشی، تلفات پایینی در کنه شکارگر ایجاد نمود (جدول ۳) و مرحله تخم کنه تارتن دولکه‌ای نیز کمترین ترجیح غذایی نسبت به کنه شکارگر (معادله ۱ و Beta= -۱/۴۵۵) و بیشترین حساسیت به این کنه‌کش (جدول ۱) را نشان داد، می‌توان ترکیب بایفنازیت را به‌عنوان یکی از بهترین ترکیبات شیمیایی کنترل کننده کنه تارتن دولکه‌ای در شرایط پایدار گلخانه و در حضور کنه شکارگر *N. californicus* معرفی نمود. همچنین کنه‌کش گیاهی روغن کرچک به‌دلیل اثر کنترل‌کنندگی بالا تا روز ۱۴ بعد از سم‌پاشی (جدول‌های ۱ و۲) و بی خطر بودن برای کنه شکارگر *N. californicus* (جدول ۳)، به‌صورت سم‌پاشی‌های لکه‌ای یا نواری (حفظ جمعیت‌های پایدارکنه شکارگر) در قالب مدیریت تلفیقی آفات توصیه می‌شود. در خصوص ترکیب شیمیایی کلرفناپیر، فرم تجاری پلاریس® آن، کارایی بالاتری نسبت به اسپید®، از خود نشان داد. همچنین، به دلیل قرار گرفتن غلظت‌های ۰/۴ و ۰/۵ در هزار پلاریس®، به‌ترتیب در گروه کم خطر (II) و خطر متوسط (III) برای کنه شکارگر *N. californicus* (جدول ۳)، در صورت مواجهه با جمعیت‌های بالای کنه تارتن دولکه‌ای و نیاز به کنترل سریع آفت، غلظت ۰/۵ در هزار و در سایر موارد، غلظت ۰/۴ در هزار این ترکیب توصیه می‌شود.

References

Amano, H., Ishii, Y. and Kobiri, Y. 2004. Pesticide susceptibility of two dominant phytoseiid mites, *Neoseiulus californicus* and *N. womersleyi*, in conventional Japanese fruit orchard (Gamasina: Pyhtoseiidae). **Journal of the Acarological Society of Japan** 13(1): 65–70.

Arbabi, M., Imami, M. S., Baradaran, P. and Jalilian, N. 2014.Evaluation of the efficacy of the acaricide bifenazate (SC 24%) against *Tetranychus urticae* Koch in greenhouse crops. **Pesticides in Plan Protection Sciences** 2(1): 1-9. (In Farsi)

Ardeh, M. J., Bagheri, M.R., Yousefi, M., Hosseini Gharalari, A. and Sheikhi Garjan, A. 2015. Comparing the efficacy of spirotetramat (SC 100) with regular insecticides against onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman. **Pesticides in Plan Protection Sciences** 2(2): 123-132. (In Farsi)

Attia, S., Grissa, K. L., Lognay, G., Bitume, E., Hance, T. and Mailleux, A. C. 2013. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. **Journal of Pest Science** 86: 361-386.

Ay, R. and Yorulmaz, S. 2010. Inheritance and detoxification enzyme levels in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) strain selected with chlorpyrifos. **Journal of Pest Science** 83(2): 85-93.

Brandenburg, R. L. and Kennedy, G. G. 1987. Ecological and agricultural consideration in the management of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch). **Agricultural Zoology Reviews** 2: 185-236.

Cloyd, R. A., Galle, C. L. and Keith, S. R. 2006. Compatibility of three miticides with the predatory mites *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). **HortScience** 41: 707-710.

Dekeyser, M. A., McDonald, P. T. and Moore, R. C. 1996. D2341-A novel agent to control spider mites. Proceedings of the British Crop Protection Conference: Pests and Disease. England. pp. 487–492.

Ebadzadeh, H.R., Ahmadi, K., Mohammadnia Afraouzi, Sh., AbbasTaleghani, R., Abbasi, M. and Yari, Sh. 2018. Agricultural Statistics of 2016. Ministry of Agriculture-Jahad Press. Iran. (In Farsi)

Hardin, M. R., Benrey, B., Coll, M., Lamp, W. O., Roderick, G. K. and Barbosa, D. 1995. Arthropoda pest resurgence: an overview of potential mechanisms. **Crop Protection** 14: 3-18.

Hassan, S. A., Bigler, F., Bogenschutz, H., Boller, E., Brun, J., Calis, J. N. M., Coremans-Pelseneer, J., Duso, C., Grove, A., Heimbach, U., Helyer, N., Hokkanen, H., Lewis, G. B.,

Mansour, F., Moreth, L., Polgar, L., Samsoe-Petersen, L., Sauphanor, B., Stäubli, A., Sterk, G., Vainio, A., Vander Veire, M., Viggiani, G. and Vogt, H. 1994. Results of the sixth joint pesticide–testing programme of the IOBC/WPRS-working group pesticides and beneficial organisms. **Entomophaga** 39: 107-119.

Helle, W. and Sabelis, M. W. 1985. Spider mites: their biology, natural enemies and control, Volume 1. Elsevier Amsterdam.

Henderson, C. F. and Tilton, E. W. 1995. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology** 48(2): 157-161.

Huffaker, C. B., Van de Vrie, M. and McMurty, J. A. 1969. The ecology of tetranychid mites and their natural control. **Annual Review of Entomology** 14: 125-174.

Kim, S. S., YOO, S. S. 2002. Comparative toxicity of some acaricides to the predatory mites, *Phytoseiulus persimilis* and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **Biocontrol** 47: 563–573.

Mortazavi, N., Seifi, R. and Moharramipour, S. 2016. Effect of a botanical acaricide, Dayabon on predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). Proceeding of 3rd National Meeting on Biocontrol in Agricultural and Natural Resources of Iran. Ferdowsi University Mashahad, 2-3 February, Iran. pp. 64. (In Farsi)

Ochiai, N., Mizuno, M., Mimori, N., Miyake, T., Dekeyser, M., Jara Canlas, L. and 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.

Rahmani, H., Hoseini, M., Saboori, A. and Walzer A. 2016. Prey preference of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (Mesostigmata: Phytoseiidae) when offered two major pest species, the two spotted spider mite and the onion thrips. **International Journal of Acarology** 42(6): 319-323.

Ramezani Shirvani, R., Mohammadi Shrif, M. and Hadizadeh A. R. 2021. Efficacy of the new acaricide of Bifenazate (Floramite®) in controlling two-spot spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its safety on predator mite *Euseius amissibilis* (Acari: Phytoseiidae). Proceeding of 10th National Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources. 7 July, Iran. 1-8. (in Farsi)

Rezaei, M. and Moharramipour, S. 2019. Efficacy of Dayabon, a botanical pesticide, on different life stages of *Myzus persicae* and its biological control agent, *Aphidius matricariae*. **Journal of Crop Protection** 8(1):1-110.

Sabouri, A., Faraji, F. and Zahedi Golpayegani, A. 2010. Greenhouse mites: Identification, biology and control. Tehran University Press. (In Farsi)

Sanatgar, E., Vafaei Shoushtari, R., Zamani, A.A., Arbabi, M. and Soleyman Nejadian, E. 2013. Effect of frequent application of bifenazate on biology and biological parameters of predatory mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). Proceeding of 20th Iranian Plant Protection Congress. 26-29 August, Iran. pp. 443. (In Farsi)

Sedaratian, A. 2009. Evaluation of resistance of some soybean cultivars and genotypes to two-spotted spider mite. M.S. Thesis. The University of Tarbiat Modares. (In Farsi)

Seifi, R., Mortazavi, N. and Moharramipour, S. 2016. Effect of Dayabon as plant pesticide on different biological stages of two-spotted spider mite. Proceeding of 1st Iranian International Congress Entomology. 29-31 August, Iran. pp. 499. (In Farsi).

Song, Z. W., Zheng, Y., Zhang, B. X. and Li, D. S. 2016. Prey consumption and functional response of *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* and *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology** 21(7): 936-946.

Sparks, T. C. and Nauen, R. 2015. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 121: 122-128.

SPSS Inc. 2007. SPSS for windows user's guide release 16. SPSS Inc. Chicago, IL.

Tang, X., Zhang, Y., Wu, Q., Xie, W. and Wang, Sh. 2014. Stage-specific expression of resistance to different acaricides in four field populations of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Economic Entomology** 107(5): 1900-1907

Tunç, I., Berger, B. M., Erler, F. and Dagli, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. **Journal of Stored Products Research** 36(2): 161-168.

Tomlin, C. D. S. 2000. In The Pesticide Manual: A World Compendium. 12th. Edited. British Crop Protection Council, London, UK. 1250 pp.

Van Leeuwen, T., Demaeght, P., Osborne, E. J., Dermauw, W., Gohlke, S., Nauen, R., Grbic, M., Tirry, L., Merzendorfer, H. and Clark, R. M. 2012. Population bulk segregant mapping uncovers resistance mutations and the mode of action of a chitin synthesis inhibitor in arthropods, Proceedings of the National Academy of Sciences. USA 109: 4407-4412.

Van Nieuwenhuyse, P., Demaeght, P., Dermauw, W., Khalighi, M., Stevens, C. V., Vanholme, B., Lümmen, P. and Van Leeuwen, T. 2012. On the mode of action of bifenazate: New evidence for a mitochondrial target site. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 104: 88-95.

Wlson, L. T., Trichilo, P. J. and Gonzalez, D. 1991. Natural enemies of spider mites (Acari: Tetranychidae) on cotton: Density regulation or casual association. **Environmental Entomology** 20(3): 849-856.

Zheng, Y., Clercq, P. D., Song, Z. W., Li, D. S. and Zhang, B. X. 2017. Functional response of two *Neoseiulus* species preying on *Tetranychus urticae* Koch. **Systematic and Applied Acarology** 22(7): 1059-1068.

Plant Pest Research
2021- 11 (3): 59-69

Research paper

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

M. Nateq Golestan[1*], A. Farazmand[2] and H. Kamali[1]

1. Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran, 2. Department of Zoology Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

(Received: September 15, 2021- Accepted: December 12, 2021)

Abstract

The family Tetranychidae includes the most important species of greenhouse pest mites, among which the two-spotted spider mite is the most important greenhouse pest. In this study, under stable conditions, the relationship between the population of the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) and the biological stages of the two-spotted spider mite was investigated and a multiple linear regression model was fitted for these variables. It was found that the predator mite prefers the larval stage of the two-spotted spider mite with the highest beta coefficient (Beta= 0.795) over its other biological stages. The efficacy of four acaricides including Polaris® (chlorfenapyr SC 24%), Speed® (chlorfenapyr SC 24%), Flormite® (bifenazate SC 24%) and Dayabon3® (castor oil SL 10%) against this pest and its predator mite was based on a randomized complete block design. The results of the analysis of variance of mortality of egg, larvae, nymph and adult stages of this pest and its predatory mite with treatments on days 3, 7 and 14 after spraying showed that bifenazate 0.5 ml/l, castor oil 8 ml/l and chlorfenapyr (Polaris®) 0.5 ml/l were the highest percentage of mortality in all biological stages at different time intervals, respectively. According to the IOBC classification, the least dangerous compound for the predator mite was castor oil and bifenazate, and the most dangerous compound were both trade name of chlorfenapyr.

Key words: Acaricide, IOBC classification**,** Natural enemy, Ornamental plants, Spider mite

*Corresponding author: nateq1215@yahoo.com