پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی ۱۰ (۲): ۷۸-۷۱ (۱۴۰۰)- مقاله پژوهشی

Journal of Applied Research in Plant Protection 10(2): 71-78 (2021)-Research Article

DOI: https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2021.12778

کارایی کنه‌کش جدید سایفلومتوفن (دانی‌سارابا®؛ ۲۰ ٪ ,SC) برای کنترل کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae* و بررسی باقیمانده آن در خیار گلخانه‌ای

فریبا اردشیر[۱]✉، احمد حیدری[۲]، پیمان نامور[۳]، وحیده مهدوی[۲]، عزیز شیخی گرجان[۴]

[۱]بخش تحقیقات جانورشناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. [۲] بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.[۳] بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران.[۴] بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ✉Fariba.ardeshir@gmail.com

دریافت: ۹۹/۶/۱۶ بازنگری: ۹۹/۷/۲۶ پذیرش: ۹۹/۹/۳

چکیده

کنه *Tetranychus urticae* از آفات مهم خیار در گلخانه‌های کشور محسوب می‌شود. کنه‌کش سایفلومتوفن (دانی‌سارابا®۲۰٪ ,SC) با دو غلظت ۰/۷۵ و ۱/۰ در هزار در گلخانه‌های خیار جیرفت و ورامین با دو آفت‌کش تترادیفون (تدیون® ۷/۵٪ ,EC) و اسپیرومسیفن (ابرون® ۲۴٪ ,SC) مقایسه شدند و میزان باقیمانده سایفلومتوفن در خیار گلخانه‌ای اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری یک روز قبل از سم‌پاشی و سه، هفت و ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی انجام شد و تعداد کنه‌های زنده شمارش شدند. در هر دو شهر، برای همه تیمارها تفاوت معنی‌داری در سه و هفت روز پس از سم‌پاشی مشاهده شد که تاثیر آنها در روز هفتم بیشتر بوده و سپس اثر کاهشی داشته است. در جیرفت در هفت روز پس از سم‌پاشی، سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار بیشترین تاثیر را با ۹۶٪ نشان داد و سپس اسپیرومسیفن، سایفلومتوفن ۰/۷۵ و تدیون به ترتیب ۹۵٪، ۸۴٪ و ۷۳٪ تاثیر را داشتند. در ورامین تاثیر سایفلومتوفن ۱/۰ و ۰/۷۵ در هزار، اسپیرومسیفن و تدیون در هفت روز پس از سم‌پاشی به ترتیب ۹۱/۵، ۷۲، ۷۰ و ۶۷/۲۵٪ بود. برای بررسی میزان باقیمانده سایفلومتوفن در آزمایشگاه، بیست نمونه خیار یک کیلوگرمی استخراج و آنالیز شد. آنالیز باقیمانده سایفلومتوفن ۱/۰ و ۰/۷۵ در هزار در نمونه‌های خیار نشان داد که در سه و هفت روز پس از سم‌پاشی، باقی‌مانده قابل اندازه‌گیری در خیار وجود نداشت. نتایج نشان می‌دهد که کنه‌کش سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار در مقایسه با تترادیفون و اسپیرمسیفن می‌تواند به عنوان کنه‌کش مناسب برای کنترل کنه تارتن دو لکه‌ای در گلخانه خیار مورد استفاده قرارگیرد.

کلمات کلیدی: اثر باقیمانده، خیار گلخانه‌ای، سایفلومتوفن، کنه تارتن، کنترل شیمیایی

Efficiency and residue levels of a new acaricide, cyflumetofen (Danisaraba® SC, 20%) for control of *Tetranychus urticae* on greenhouse cucumber

Fariba Ardeshir[1]✉, Ahmad Heydari[2], Peyman Namvar[3], Vahideh Mahdavi[2], Aziz Sheikhi Gorjan[4]

[1]Agricultural Zoology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, IRAN. [2]Pesticide Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. [3]Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Jiroft, Iran. [4]Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. ✉Fariba.ardeshir@gmail.com

Received: 6 Sep 2020 Revised: 17 Oct 2020 Accepted: 23 Nov 2020

Abstract

Tetranychus urticae is one of the most important cucumber pests in the Iranian greenhouses. The efficacy of cyflumetofen (Danisaraba® SC 20%) with two concentrations of 0.75 and 1.0 ml/lit was evaluated and compared with two conventional pesticides, tetradifone (Tedion® EC 7.5%) and spiromesifen (Obron® SC 24%) in cucumber greenhouses of Jiroft and Varamin cities and the cyflumetofen residual amount with two doses was measured. Sampling was done at 1 day before spraying and 3, 7 and 14 days after spraying, and the number of alive mites was counted. In both cities, there was significant difference among treatments for 3 and 7 days after spraying and the effectiveness was higher at 7th day, then it reduced on the following days. In Jiroft, at 7th day after spraying, cyflumetofen 1.0 ml/l had the highest effect with 96% efficiency, followed by spiromesifen, cyflumetofen 0.75 ml/l, and tetradifone with 95, 84, and 73%, respectively. In Varamin, the efficacy of cyflumetofen 1.0 and 0.75 ml/l, spiromesifen and tetradifone at 7th day after spraying was 91.5, 72, 70% and 67.25%, respectively. To investigate the residual amount of cyflumetofen, 20 samples of cucumber fruit were extracted and analyzed in the laboratory. The results showed that spraying cyflumetofen in two used concentrations did not leave any residues on the cucumbers fruits at 3 and 7 days after treatment. Overall, the results showed that the cyflumetofen 1.0 ml/lit compared with tetradifone and spiromecifen can be used as suitable acaricide to control spider mite in cucumber greenhouse.

Keywords: Chemical Control, Cyflumetofen, Greenhouse Cucumber, Residual Effectiveness, Spider mite

How to cite:

Ardeshir F, Heydari A, Namvar P, Mahdavi V, Sheikhi Gorjan A, 2021. Efficiency and residue levels of a new acaricide, cyflumetofen (Danisaraba® SC, 20%) for control of *Tetranychus urticae* on greenhouse cucumber. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 10 (1): 71–78.

مقدمه

کنه‌های تارتن (*Tetranychus* spp.) یکی از مهمترین آفات محصولات زراعی، باغی و گلخانه‌ای هستند (Van de Vrie *et al*. 1972). در میان آفات گلخانه‌ای، کنه تارتن دو لکه‌ای (*T. urticae* Koch) به علت داشتن دامنه میزبانی وسیع، توانایی پراکندگی زیاد، نرخ باروری بالا و سیکل زندگی کوتاه، یکی از مهمترین آفات بوده و خسارت آن اهمیت جهانی دارد (Van de Vrie 1985; Marcic *et al*. 2012). علاوه بر آن، اندازه کوچک این کنه‌ها و همچنین گرایش آنها به قرار گرفتن در سطح زیرین برگ‌ها، موجب پنهان ماندن و سخت‌تر شدن کنترل این آفت می‌شود (Holt *et al*. 2007). کنه‌های *T. urticae* و *Panonychus ulmi* Koch به دلیل پتانسیل ذاتی به سرعت به کنه‌کش‌ها مقاوم می‌شوند (Cranham & Helle 1985; Knowles 1977; Van Leeuwen *et al*. 2009). در لیست مربوط به ۲۰ آفت بندپای مقاوم به آفت‌کش‌ها در دنیا، *T. urticae* و *P. ulmi* در ردیف ۱ و ۱۶ قرار دارند که به ترتیب به ۹۳ و ۴۵ ترکیب مقاوم شده‌اند (Whalon *et al*. 2008). بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای کنترل این آفت، کنه‌کش‌های مختلفی در جهان مورد استفاده قرار گرفته است به طوریکه حدود ۸۰٪ کنه‌کش‌های به کار گرفته شده در جهان برای کنترل *T. urticae, P. citri* McGregor و *P. ulmi* بوده است (Van Leeuwen *et al*. 2014). این درحالی است که این آفت به اکثر این کنه‌کش‌ها مقاومت نشان داده است (Van Leeuwen *et al*. 2010). اگر چه در مدیریت تلفیقی، استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی به عنوان آخرین ابزار کنترل و عامل نجات مطرح است، ولی می‌توان از کنه‌کش‌های جدید به عنوان جایگزینی موثر و سازگار با دشمنان طبیعی در برابر آفات هدف استفاده نمود. این ترکیبات جدید باید با توجه به بی‌خطر بودن برای سلامتی انسان و موجودات مفید غیر هدف، ایمنی برای محیط زیست و تولید محصول سالم انتخاب شوند (Chakraborty *et al*. 2010; Reddy *et al*. 2014).

کنه‌کش جدید سایفلومتوفن (Cyflumetofen) اولین بار بوسیله شرکت اتسوکا اگری تکنو (Otsuka AgriTechno Co.) معرفی شد و در حال حاضر با نام‌های تجاری مختلف از جمله دانی‌سارابا® (SC, ٪۲۰) در بازار وجود دارد. این کنه‌کش بر روی زنجیره انتقال الکترونی اثر گذاشته و در نتیجه بازدارنده کمپلکس II در میتوکندری است. سایفلومتوفن فاقد اثر سیستمیک و نفوذی در گیاه بوده و برای اولین بار در سال ۲۰۰۷ در کشور ژاپن ثبت شد. بعد از آن در کشورهای مختلف روی محصولات کشاورزی مختلف از جمله مرکبات، درختان میوه دانه‌دار و هسته‌دار، سبزیجات و صیفی‌جات ثبت شد. از نظر سمیت حاد خوراکی و تماسی با LD_{50} بالای ۲۰۰۰ میلی‌گرم/کیلوگرم جزء سموم کم خطر محسوب می‌شود (Takahashi *et al*. 2012).

بر این اساس و با توجه به مکانیسم اثر جدید سایفلومتوفن، انجام آزمایش‌ها به منظور بررسی کارایی و بررسی احتمال وجود باقیمانده مضر این کنه‌کش روی محصول، هدف این مطالعه است.

مواد و روش‌ها

بررسی کارایی کنه‌کش

این پژوهش در گلخانه‌های خیار در شهر ورامین (استان تهران) و در شهر جیرفت (جنوب استان کرمان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سایفلومتوفن (دانی‌سارابا® ٪۲۰ SC) با غلظت ۰/۷۵ و ۱/۰ در هزار، تترادیفون (تدیون® ٪۷/۵ EC) با غلظت دو در هزار، اسپیرومسیفن (ابرون® ٪۲۴ SC) با غلظت ۰/۵ در هزار و تیمار شاهد (آب) بود. هر کرت (پلات) شامل دو ردیف کشت ۱۰ متری شامل حداقل ۸۰ بوته خیار بود. از سم‌پاش فرغونی لانس‌دار برای سم‌پاشی استفاده شد. بعد از اعمال هر تیمار، سم‌پاش به خوبی با آب و صابون مایع شسته شد. در هنگام سم‌پاشی، پلات‌ها توسط پلاستیک‌های نایلونی عمودی از هم تفکیک شد تا تیمارها روی یکدیگر تاثیر نداشته باشند. اعمال تیمارها زمانی بود که حداقل ۳۰ درصد برگ‌ها آلوده به تعداد سه - پنج کنه بودند. به دلیل بزرگ بودن برگ‌های خیار و زیاد بودن جمعیت آفت، نمونه‌برداری از هر کرت با برداشت ۲۰ برگ خیار از سه ارتفاع بالا، میانی و پائینی انجام شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تعداد کنه‌های زنده متحرک (لارو، پوره و بالغ) در زیر استریومیکروسکوپ شمارش گردیدند. برای آزمایش زنده بودن کنه‌ها از روش تحریک با قلم‌مو استفاده شد. کنه‌های بدون حرکت با قلم‌مو تحریک شدند و اگر کنه‌ها تکان خوردند و یا به حرکت درآمدند، به عنوان کنه‌های زنده شمارش شدند. نمونه‌برداری از کنه‌های زنده در فواصل یک روز قبل از سم‌پاشی و سه، هفت و ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی انجام شد. درجه تاثیر هر

تیمار با استفاده از فرمول هندرسون - تیلتون تعیین گردید (Henderson & Tilton 1955).

$$\text{درصد کارایی} = \left(1 - \frac{Ta}{Tb} \times \frac{Cb}{Ca}\right) \times 100$$

T_a = میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار بعد از سم‌پاشی، T_b = میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار قبل از سم‌پاشی، C_a = میانگین تعداد آفت در قطعات شاهد بعد از سم‌پاشی و C_b = میانگین تعداد آفت در قطعات شاهد قبل از سم‌پاشی.

داده‌های حاصل با کمک نرم افزار SAS تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌های تیمارها با آزمون توکی انجام شد. در این بررسی تاثیر گیاه‌سوزی احتمالی نیز در تمامی تیمارها مورد توجه قرار گرفت.

بررسی باقیمانده سایفلومتون روی خیار

برای بررسی وضعیت باقیمانده کنه‌کش سایفلومتوفن در نمونه‌های مورد مطالعه، تعداد ۲۰ نمونه خیار تیمار شده هر کدام به وزن تقریبی یک کیلوگرم، به طور تصادفی از منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. نمونه‌برداری در سه و هفت روز پس از سم-پاشی و هر بار حدود یک کیلوگرم بصورت کاملا تصادفی از کرت‌های مختلف و با تیمارهای متفاوت انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده فورا در داخل نایلون‌های تیره رنگ به آزمایشگاه اندازه‌گیری باقیمانده سموم منتقل شدند.

برای استخراج باقیمانده کنه‌کش سایفلومتوفن از نمونه‌های خیار از روش کچرز (QuEChERS) طبق دستورالعمل ۲۰۰۸ اتحادیه اروپا استفاده شد (British Standard 2008). برای آماده‌سازی نمونه، ابتدا کل نمونه یک کیلوگرمی کاملا آسیاب و یکنواخت گردید. سپس از نمونه آماده شده، ۱۰ گرم برداشته شد و در یک لوله آزمایش ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و به آن ۱۰ میلی‌لیتر استونیتریل اضافه گردید. در ادامه، چهار گرم سولفات منیزیم بدون آب و یک گرم کلرید سدیم افزوده شد و ورتکس گردید. سپس به سانتریفوژ با دور ۳۴۵۰ rpm منتقل شد و پس از پنج دقیقه سانتریفوژ به دو فاز جامد و مایع تفکیک گردید. از فاز مایع فوقانی پنج میلی‌لیتر برداشته شد و برای انجام مرحله پاکسازی یا تصفیه به لوله آزمایش ۱۵ میلی‌لیتری منتقل شد. به مخلوط داخل لوله آزمایش ۱۵۰ میلی‌گرم سولفات منیزیم بدون آب و ۲۵ میلی‌گرم آمین اولیه و ثانویه (PSA = primary Secondary Amine) و ۸۰ میلی‌گرم کربن گرافیت اضافه شد. این مرحله باعث حذف بسیاری از ترکیبات قطبی، تمام اسیدهای آلی، رنگدانه‌های قطبی، تمام قندها و بعضی از ناخالصی‌های موجود در نمونه مورد بررسی می‌شود. پس از ورتکس کردن فالکون به مدت ۳۰ دقیقه مجدداً سانتریفوژ شد. در پایان دو میلی‌لیتر از فاز فوقانی برداشته شد و تا نزدیک به خشک شدن حلال استونیتریل تبخیر گردید. در انتها یک میلی‌لیتر هگزان به ویال (ظرف نمونه) افزوده و در این مرحله جهت تزریق به دستگاه آماده شد. قابلیت بازیابی این روش از ۸۵٪ تا ۹۰٪ برای این کنه‌کش در نمونه‌های خیار بود (Li *et al*. 2012, 2013).

برای آنالیز نمونه‌ها، با توجه به ساختار مولکولی کنه‌کش سایفلومتوفن و داشتن گروه‌های عاملی بسیار مناسب مانند F، O و N در مولکول، بهترین شناساگر برای اندازه‌گیری باقیمانده این کنه‌کش آشکارساز گیراندازنده الکترونی (ECD= Electron Capture Detector) می‌باشد لذا از دستگاه اختصاصی این کنه‌کش، کروماتوگرافی گازی با این آشکارساز (GC-ECD) استفاده شد. در ابتدا با استفاده از محلول‌های استاندارد این کنه‌کش بهترین شرایط دمایی ستون برای آنالیز این سم تنظیم شد و سپس میزان باقیمانده این سم در نمونه‌های خیار اندازه‌گیری و گزارش گردید. تکرار فرآیند استخراج و آنالیز سه بار بوده است.

نتایج

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میانگین تلفات کنه در سه روز پس از سم‌پاشی در منطقه جیرفت نشان داد که بین تیمارها ($P<0.01$; $F_{(3,11)} = 26.88$) در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت. میانگین تاثیر در تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار، تترادیفون دو در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار، به‌ترتیب ۲/۵۳ ± ۹۶/۴، ۲/۵۹ ± ۸۲، ۳/۷۲ ± ۷۱/۱۳ و ۳/۷ ± ۹۱/۴ درصد بود. مقایسه میانگین درصد تلفات نشان داد که تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار در یک گروه و بیشترین تاثیر را با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها داشتند.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میانگین تلفات کنه در هفت روز بعد از سم‌پاشی در منطقه جیرفت نشان داد که بین تیمارها ($P<0.01; F_{(3,11)} = 12.15$) در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود داشت. میانگین تاثیر در تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار، تترادیفون دو در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار به ترتیب معادل ۳/۵ ± ۹۶/۴، ۲/۶۷ ± ۸۴/۴، ۲/۶ ± ۷۷/۳ و ۲/۰۱ ± ۹۵/۴ درصد بود.

جدول ۱. میانگین درصد تلفات (± خطای معیار) مراحل فعال کنه تارتن خیار گلخانه‌ای (*Tetranychus urticae*) در تیمارهای مختلف و نوبت‌های نمونه‌برداری در استان کرمان (جیرفت).

Table 1. Mean mortality (±SE) of active stages of *Tetranychus urticae* in cucumber greenhouses in different treatments and interval times in Kerman province (Jiroft).

Treatment (ml/l)	3 days after treatment	7 days after treatment	14 days after treatment
cyflumetofen (1.0)	96.40 ± 2.53 a	96.40 ± 3.50 a	66.90 ± 3.95 a
cyflumetofen (0.75)	82.00 ± 2.59 b	84.40 ± 2.67 ab	54.10 ± 2.40 b
tetradifon (2.0)	71.13 ± 3.72 c	77.30 ± 2.60 b	41.30 ± 1.80 c
spiromesifen (0.5)	91.40 ± 3.70 ab	95.40 ± 2.01 a	65.40 ± 1.58 a

Means followed by the same letter within column are not significantly different (Tukey test, α=1%)

مقایسه میانگین درصد تلفات نشان داد تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار و سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار در یک گروه قرار گرفتند و با تترادیفون اختلاف معنی‌دار داشتند و تیمار سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار بیشترین تاثیر را در مرگ و میر کنه‌ها داشت (جدول ۱).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میانگین تلفات کنه در چهارده روز بعد از سم‌پاشی در همین منطقه نشان داد که بین تیمارها ($P<0.01; F_{(3,11)} = 35.79$) در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد. میانگین تاثیر در تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار، تترادیفون دو در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار به ترتیب معادل ۳/۹۵ ± ۶۶/۹۰ ، ۲/۴۰ ± ۵۴/۱۰، ۱/۸۰ ± ۴۱/۳۰ و ۱/۵۸ ± ۶۵/۴۰ بود. مقایسه میانگین درصد تلفات نشان داد که تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار مانند روزهای دیگر نمونه‌برداری در یک گروه قرار گرفتند و بیشترین تاثیر را با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها داشتند (جدول ۱).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میانگین تلفات کنه در سه روز بعد از سم‌پاشی در ورامین نشان داد که بین تیمارها ($P<0.01; F_{(3,15)} = 10.75$) در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد. میانگین تاثیر در تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار، تترادیفون ۲ در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار به ترتیب معادل ۲/۹ ± ۷۹/۲۵، ۶/۱ ± ۷۳، ۸/۸ ± ۷۲/۲۵ و ۹ ± ۲۳/۲۵ درصد بود. مقایسه میانگین درصد تلفات نشان داد تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار و تترادیفون دو در هزار در یک گروه مجزا قرار گرفتند و بیشترین تاثیر را با اختلاف معنی دار نسبت به تیمار اسپیرومسیفن داشتند (جدول ۲).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میانگین درصد تلفات کنه در هفت روز بعد از سم‌پاشی در این منطقه نشان داد که بین تیمارها ($P<0.01\ F_{(3,15)} = 4.39$) در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد. میانگین تاثیر در تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار، تترادیفون ۲ در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار به ترتیب معادل ۵/۲ ± ۹۱/۵، ۲/۷ ± ۷۲، ۶/۶ ± ۶۷/۲۵ و ۱/۷ ± ۷۰ درصد بود. مقایسه میانگین درصد تلفات نشان داد که تیمار سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار در یک گروه مجزا قرار گرفت و بیشترین تاثیر را با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها داشت (جدول ۲).

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میانگین تلفات کنه در چهارده روز بعد از سم‌پاشی در همین منطقه نشان داد که بین

تیمارها ($P<0.01; F_{(3,15)} = 5.81$) در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری معنی‌دار وجود دارد. میانگین تاثیر در تیمارهای سایفلومتوفن ۱/۰ در هزار، سایفلومتوفن ۰/۷۵ در هزار، تترادیفون دو در هزار و اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار به ترتیب معادل ۴/۷ ± ۲۱، ۴/۷ ± ۱۷/۵ ، صفر و ۰/۷ ± ۵۱ درصد بود. مقایسه میانگین درصد تلفات نشان داد که تیمار اسپیرومسیفن ۰/۵ در هزار بیشترین تاثیر را نسبت به سایر تیمارها داشته است (جدول ۲).

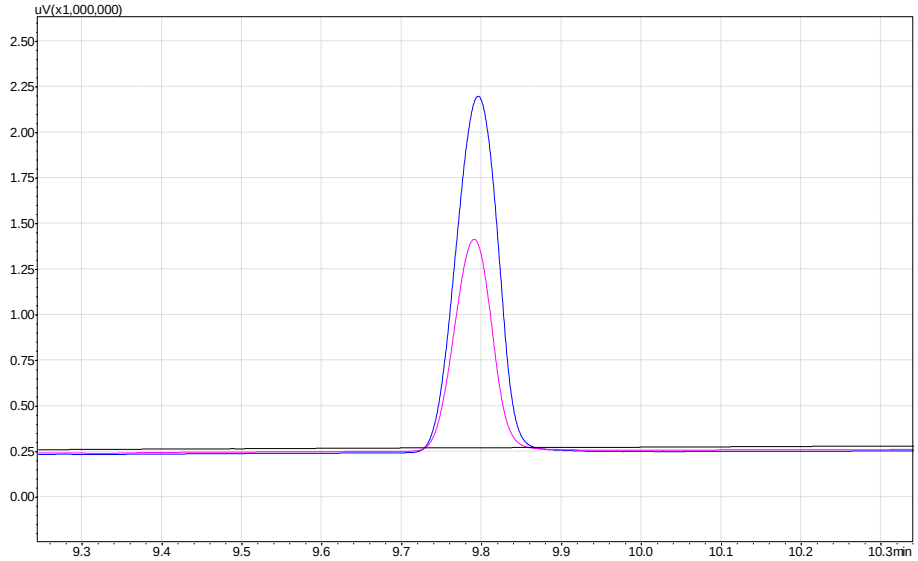
جدول ۲. میانگین درصد تلفات (± خطای معیار) مراحل فعال کنه تارتن خیار گلخانه‌ای (*Tetranychus urticae*) در تیمارهای مختلف در نوبت‌های نمونه‌برداری در استان تهران (ورامین).

Table 2. Mean of mortality (± SE) of active stages of *Tetranychus urticae* in cucumber greenhouses in different treatments and interval times in Tehran province (Varamin).

Treatment (ml/l)	3 days after treatment	7 days after treatment	14 days after treatment
cyflumetofen (1.0)	79.25 ± 2.90 a	91.5 ± 5.20 a	21 ± 4.70 ab
cyflumetofen (0.75)	73 ± 6.10 a	72/0 ± 2.70 b	17.5 ± 4.70 ab
tetradifon (2.0)	72.25 ± 8.80 a	67/25 ± 6.60 b	0.00 b
spiromesifen (0.5)	23.25 ± 9.00 b	70/00 ± 1.70 b	51 ± 0.70 a

Means followed by the same letter within column are not significantly different (Tukey test, α=1%)

بررسی وضعیت باقیمانده کنه‌کش سایفلومتوفن در بیست نمونه خیار مورد مطالعه در فواصل سه و هفت روز پس از سم‌پاشی نشان داد که در هیچ یک از مراحل نمونه برداری باقیمانده این کنه‌کش وجود نداشت، کروماتوگرام سیاه رنگ در شکل (۱) برای نمونه عاری از باقیمانده است. (LOQ<1 ppb) (شکل ۱).



شکل ۱. نمونه‌ای از کروماتوگرام به دست آمده برای استاندارد کنه‌کش سایفلومتوفن در غلظت‌های ppm ۰/۵ و ۱ ppm

Figure 1. Sample of chromatogram of cyflometofen acaricide standard in concentrations of 0. 5 and 1 ppm.

بحث

نتایج آنالیز داده‌ها با روش تجزیه مرکب نشان داد که اثر متقابل مکان در تیمار معنی‌دار است و این بیانگر آن است که شرایط آزمایش دو منطقه کامل متفاوت می‌باشد. به همین دلیل برای دو منطقه آنالیز جداگانه‌ای به صورت طرح بلوک کاملا تصادفی صورت گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر کنه‌کش سایفلومتوفن در جیرفت با غلظت ۱/۰ در هزار تا هفت روز پس از سم‌پاشی به ۹۶ درصد کنترل رسیده و سپس در روز ۱۴ روند کاهشی داشته است. همچنین با غلظت ۰/۷۵٪، که به تدریج تا روز هفتم بیشترین تاثیر را داشته و در روز ۱۴ تاثیر آن کم شده است. کنه‌کش ثبت شده اسپیرومسیفن نیز همین روند را داشته است (جدول ۱). این در حالی است که کنه‌کش سایفلومتوفن در گلخانه ورامین همین نتایج را نشان داده ولی کنه‌کش اسپیرومسیفن کارایی متوسطی از خود نشان داده است. احتمالا مصرف قبلی این کنه‌کش در منطقه ورامین موجب بروز پیشرفت مقاومت شده است.

پژوهش‌های انجام‌شده نشان داده است که کنه‌کش سایفلومتوفن تاثیر بسیار خوبی بر علیه کنه‌های جنس *Tetranychus* و *Panonychus* که به میوه‌های خشکبار، سبزیجات و گل‌های زینتی حمله می‌کنند، دارد و همچنین اثر ماندگاری طولانی در برابر کنه‌ها نشان می‌دهد (Takahashi *et al.* 2012). مقایسه‌ای بین کنه‌کش سایفلومتوفن با سه کنه‌کش دیگر در ایالت بنگال غربی کشور هند روی کنه قرمز چای *Oligonychus coffeae* (Nietner 1861) در طی سالهای ۱۳۹۰-۱۳۹۱ انجام شد (Chakrabotry *et al.* 2015). نتایج آزمایش نشان داد که تاثیر سایفلومتوفن (۲۰٪ ,SC) بر میزان مرگ و میر کنه‌ها بعد از یک، سه، پنج و هفت روز سم‌پاشی با اختلاف معنی‌داری بیشتر از بقیه کنه‌کش‌های مقایسه شده (پروپاژیت، اسپیرومسیفن و هگزی تیازوکس) بوده است. همچنین بررسی‌های انجام شده نشان داد که با استفاده از کنه‌کش سایفلومتوفن عملکرد محصول نیز بسیار بالا بوده است و با ۳۸/۹۶ – ۴۰/۰۷ ٪ افزایش نسبت به شاهد به ۶۲۱ کیلوگرم در هکتار رسیده است. در این مطالعه اثر کنه‌کش سایفلومتوفن روی شکارگرهای غالب شامل *Amblyseius longispinosus* (Evans) و *Agistemus fleshneri* Summers در مزرعه چای بررسی شد و هیچ اثر سوئی بر آنها مشاهده نشد.

در شهر بنارس واقع در کشور هند، کنه‌کش سایفلومتوفن با هشت کنه‌کش دیگر برای کنترل کنه *T. urticae* روی محصولات سبزیجات طی دو سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ مقایسه شد. نتایج نشان داد که از میان آنها سه کنه‌کش کلوفنتزین، سایفلومتوفن و فن پیروکسی میت به ترتیب با ۸۹/۹۴، ۸۲/۲۷ و ۷۷/۲۷ ٪ بیشترین تاثیر را طی روز اول تا چهاردهم روی کنه‌ها داشته و توانسته‌اند کنه *T. urticae* را کنترل کنند (Singh *et al.* 2014).

این مطالعه نشان داد که اثرات جانبی کنه‌کش سایفلومتوفن بر دشمنان طبیعی بسیار ناچیز بوده است و به همین علت کنه‌کش با حضور و فعالیت شکارگرها (حشرات، کنه‌ها و عنکبوت‌ها) کنه *T. urticae* را به‌خوبی کنترل کرده است. مطالعات نشان داد که کنه‌کش سایفلومتوفن به علت نحوه تاثیر عملکرد متفاوت با سایر کنه‌کش‌ها که مانع انتقال الکترون در میتوکندری سلول‌ها شده، تولید ATP را متوقف می‌کند و منجر به فلج شدن و مرگ کنه‌ها می‌شود. این ماده روی انواع گوناگون بند پایان غیر هدف ازجمله کنه‌های شکارگر تاثیر منفی نداشته و در مواردی که کنه‌ها نسبت به کنه‌کش‌های دیگر مقاوم شده‌اند، می‌تواند به عنوان یک کنه‌کش انتخابی مناسب در برنامه IPM استفاده گردد (Takahashi *et al.* 2012). از نظر Gotoh *et al.* (2011) زمانیکه یک کنه‌کش انتخابی عمل می‌کند، اگر موجود زنده دیگری در معرض باقیمانده‌ها و یا روی بسترهای آن کنه‌کش قرارگیرد، تاثیری در موجود غیر هدف نمی‌گذارد. در این مطالعه نتایج آنالیز باقیمانده کنه‌کش سایفلومتوفن در نمونه‌های خیار نشان می‌دهد که در سه روز پس از سم‌پاشی تیمار سایفلومتوفن با غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱/۰ در هزار هیچ باقیمانده‌ای در خیار نداشته است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که به‌کارگیری این کنه‌کش و مصرف خیار گلخانه‌ای در روز سوم پس از سم‌پاشی خطری برای سلامتی انسان نخواهد داشت و بدون باقیمانده بوده و قابل توصیه است. در ایران، تحقیقات مختلفی در مورد باقیمانده آفت‌کش‌ها روی محصولات انجام شده است از جمله در استان همدان میزان باقی‌مانده برخی آفت‌کش‌ها در خیار گلخانه‌ای بررسی شد و نتایج نشان داد که در ۳۷/۵ درصد نمونه‌ها میزان باقی مانده بالاتر از مرز پیشینه بود و باقیمانده‌ی آفت‌کش‌های برموپروپیلات، تترادیفون و پیریمیکارب در هیچ

نمونه ای بالاتر از حداکثر مجاز نبود (Nikan & M Morowati 2019). همچنین در تحقیق دیگری در استان خراسان رضوی، میزان باقی مانده آفت‌کش‌ها در پنج محصول خیار، گوجه-فرنگی، گیلاس، سیب درختی و انگور ردیابی شد و نتایج نشان داد که باقی مانده آفت‌کش‌های مالاتیون، اکسی دمتون متیل، دیازینون، دیکلرووس، متالاکسیل، فن پروپاترین و پروپارژیت در خیار به‌ترتیب ۷/۴۹ - ۳/۹۵، ۳/۳۳ - ۰، ۰/۱۸ - ۰، ۰/۴۳ - ۰، ۲/۳۸، ۰/۱۶ - ۰ و ۶/۳۲ - ۰ بوده است (Hagian-Shahri *et al.* 2014).

پژوهش روی باقیمانده و ارزیابی خطر رژیم غذایی سایفلومتوفن در سیب نشان داد که اگر این سم به‌طور صحیح استفاده شود، مصرف سیب حتی در طولانی مدت هیچ خطری برای سلامتی انسان‌ها ایجاد نمی‌کند (Guo *et al*. 2018). همچنین اثر کنه‌کش سایفلومتوفن روی توت فرنگی (Xuan-Xiang *et al.* 2014) و گوجه‌فرنگی (Liu *et al*. 2016) نیز مورد ارزیابی قرارگرفت و نتایج نشان داد که میزان باقیمانده آن در مصرف این محصولات، خطری را برای سلامتی انسان تهدید نمی‌کند. استفاده از سایفلومتوفن ۲۰٪ در مزرعه چای نشان داد که هیچ علایمی شبیه به آسیب در سطح برگ، پیچیدگی برگ‌ها، پژمرگی و سوختگی نداشته و بوته‌ها در همه تیمارها سالم بوده‌اند (Chakrabotry *et al*. 2015). توجه روزافزون به مسائل مربوط به امنیت غذایی (Godfray *et al*. 2010; Barret 2010)، از جمله عدم آلودگی مواد غذایی به سموم دفع آفات (Ling *et al.* 2011) ایجاب می‌کند تا سمومی را به کار گرفت که کمترین اثر سوء را روی میزبان و دشمنان طبیعی داشته و باقیمانده خطرناکی روی محصول ایجاد نکند. بر اساس نتایج این آزمایش کنه‌کش سایفلومتوفن در غلظت ۱/۰ در هزار در هر دو منطقه آفت را در حد قابل قبول کنترل کرده است و با توجه به عدم وجود باقیمانده در محصول می‌توان از این کنه‌کش به عنوان یک مولفه سازگار با محیط زیست برای کنترل کنه تارتن دولکه‌ای روی خیار گلخانه‌ای استفاده نمود.

سپاسگزاری

این مقاله منتج از پروژه مصوب تحقیقاتی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی می‌باشد. بدین وسیله از مدیریت محترم موسسه مذکور برای در اختیار گذاشتن فضا و امکانات پژوهشی تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

Barrett CB, 2010. Measuring food insecurity. *Science* 327: 825–828.

British Standard, 2008. Foods of Plant Origin - Determination of Pesticide Residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following Acetonitrile Extraction/ Partitioning and Clean up by Dispersive SPE - QuEChERS-method. BS EN 15662 (E). 81 pp.

Chakrabotry G, Ahmed M, Somchoudhury AK, 2010. Management of red spider mite, *Oligonychus coffeae* on tea using Etoxazole. *Annals of Plant Protection Sciences* 18(2): 492–494.

Chakrabotry G, Roy D, Sarkar PK, 2015. Effect of temperature on tea red spider mite (*Oligonychus coffeae* Niether) and its management using cyflumetofen 20SC. *The Bioscan* 10(1): 1093–1098.

Cranham JE, Helle W, 1985. Pesticide resistance in Tetranychidae. In: Helle W, Sabelis MW (eds). Spider Mites: their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. IB. *Elsevier, Amesterdam, The Netherlands.* Pp. 405–421.

Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, Haddad L, Lawrence D, *et al.*, 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327(5967): 812–818.

Gotoh T, Fujiwara S, Kitashima Y, 2011. Susceptibility to acaricides in nine strains of the tomato red spider mites *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Intenational Journal of Acarology* 37(2): 93–102.

Guo J, Li M, Liu Y, Wang F, Kong Z, *et al.*, 2018. Residue and dietary risk assessment of chiral cyflumetofen in Apple**.** *Molecules* 23(1060):1–13.

Hagian-Shahri M, Sonei A, Zohour E, Khoshbazm R, Tagbakhsh F, 2014. Investigation on residue of pesticides in some horticultural crops with gas chromatography method (GC /MS) in Khorassan Razavi Province. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 3(2): 93–106 (In Persian with English abstract).

Henderson CF, Tilton, EW, 1955. Test with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology* 48: 157–161.

Holt KM, Opit G, Nechols JR, Margolies DC, Williams KA, 2007. Comparing chemical and biological control strategies for two spotted spider mites in mixed production of ivy geranium and impatiens. *HorTechnology* 17: 322–327.

Knowles CO, 1977. Mechanisms of resistance to acaricides. In: Sjut V, Butters JA (eds). Molecular Mechanisms of Resistance to Agrochemicals. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, Germany. Pp. 58–78.

Li M, Liu X, Dong F, Xu J, Kong Z, *et al.*, 2013. Simultaneous determination of cyflumetofen and its main metabolite residues in samples of plant and animal origin using multi-walled carbon nanotubes in dispersive solid-phase extraction and ulterahigh performance liquid chromatography-tandem mass spectrom. *Journal of Chromatography A.* 1300: 95–103.

Li M, Liu M, Dong F, Zu J, Qin D, *et al.*, 2012. Determination of cyflumetofen residue in water, soil, and fruits by modified quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe method coupled to gas chromatography/tandem mass spectrometry. *Journal of Separation Science* 35: 2743–2749.

Ling Y, Wang H, Yong W, Zhang F, Sun L, *et al.*, 2011. The effects of washing and cooking on chlorpyrifos and its toxic metabolites in vegetables. *Food Control* 22: 54–58.

Liu N, Dong F, Chen Z, Xu J, Liu X, *et al.*, 2016. Distribution behavior of acaricide cyflumetofen in tomato during home canning. *Food Additive & Contaminants Part A.* 33: 824–830.

Marcic D, Prijovic M, Drobnjakovic T, Medjo I, Peric P, *et al.*, 2012. Greenhouse and field evaluation of two biopesticides against *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae). *Pesticiedes and medicine Phytomed (Belgrade)* 27(4): 313–320.

Nikan G, and Morowati M, 2019. An investigation on residue levels of some pesticides used in green-house grown cucumber in Hamedan Province, Iran. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 8(3): 109–123 (In Persian with English abstract).

Reddy DS, Nagaraj R, Pushpalatha M, Cho Wdary R, 2014. Comparative evaluation of novel acaricides against two spotted spider mites. *Tetranychus urticae* Koch. Infesting cucumber (*Cucumis sativus*) under laboratory and greenhouse conditions. *The Bioscan* 9(3): 1001–1005.

Singh SK, Singh AP, Singh RN, 2014. Comparative bio efficacy of bio pesticides and new molecules of acaricides in the management of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: tetranychidae) in Okra. Proceedings of National Congress on Harmony with Nature in Context of Environmental Issues and Challenges of the 21st Century. 28–30 November, Udaipur, Rajasthan, *The Ecoscan* 6: 279–283.

Takahashi N, Nakagawa H, Sasama y, Ikemi N, 2012. Development of a new acaricide, cyflumetofen. *Journal of Pesticide Science* 37(3): 263–264.

Van de Vrie M, 1985. Control of Tetranychidae in crops: greenhouse ornamentals. In*:* W. Helle Sabelis M.W. (eds). Spider Mites, their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. IB. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. Pp. 273–284.

Van De Vrie M, Murrtry JA, Huffaker CB, 1972. The ecology of mites and their natural enemies. A review. III Biology, ecology, and pest status, and host plant relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41, 354–432.

Van Leeuwen T, Tirry L, Yamamoto A, Nauen R, 2014.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* 1–10.

Van Leeuwen T, Vontas J, Tsagkarakou A, 2009. Mechanismes of acaricides resistances in the two-spotted spider mites *Tetranychus urticae*. In: Ishaaya I Horowitz AR (eds). Biorational Control of Arthropod Pest. Springer, Dordrecht, The Netherlands. Pp: 347–393.

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

Whalon ME, Mota-Sanchez D, Hollingworth RM, 2008. Analysis of global pesticide resistance in arthropods. In: Whalon ME Mota-Sanchez D Hollingworth RM (eds). Global Pesticide Resistance in Arthropods. CAB International, Wallingford. Pp. 5–11.

Xuan-Xiang HU, Shao MH, Hong WY, Yan-Jun WU, Han-Yun KE, *et al.*, 2014. Residue dynamics and safety applying technology of cyflumetofen in strawberry. *Acta agriculture Zheijiangensis* 26: 1558–1563.

This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)