نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۲۱۳-۲۰۵

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 2, Summer 2018, P. 205-213

بررسی اثر کشندگی سیرینول (Sirinol®) و اسپیرودیکلوفن (Envidor®) روی *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای

بهنام امیری بشلی[1*]- مهدی کبیری رئیس آباد[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۸

چکیده

کنه تارتن دو نقطه‌ای یکی از آفات مهم و اقتصادی در مزارع لوبیا است. در این تحقیق، اثر آفت‌کش گیاهی سیرینول و کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن روی تخم و بالغ این آفت در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. از دستگاه برج پاشش برای زیست‌سنجی‌ها استفاده شد. از سوی دیگر، به منظور بررسی غلظت‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام از آفت‌کش سیرینول و غلظت‌های ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام از کنه کش اسپیرودیکلوفن، آزمایشی در شرایط مزرعه‌ای با ۷ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. نمونه‌برداری از جمعت آفت یک روز قبل، سه، هفت، چهارده و بیست و یک روز پس از تیمار انجام گرفت. میزان LC_{50} آفت‌کش سیرینول برای تخم و کنه بالغ با گذشت ۷۲ ساعت از زمان تیمار به‌ترتیب ۱۱۹۲/۳ و ۵۹۲/۳ پی‌پی‌ام و میزان LC_{50} کنه‌کش اسپیرودیکلوفن به‌ترتیب ۲۸۹/۸ و ۱۷۲/۹ پی‌پی‌ام براورد شد. بر این اساس، کنه-های بالغ نسبت به تخم‌ها حساسیت بیشتری در برابر هر دو ترکیب ذکر شده داشتند. نتایج زیست سنجی مزرعه‌ای نشان دهنده دوام اثر طولانی‌تر آفت-کش سیرینول بود. به‌طوری‌که ۲۱ روز پس از تیمار، میزان کشندگی غلظت پشنهاد شده مزرعه‌ای این ترکیب برای کنه تارتن بالغ ۹۲/۱۱ درصد بود. همچنین سمیت این ترکیب برای کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot بسیار کمتر از کنه‌کش اسپیرودیکلوفن بود. بر اساس معیارهای IOBC، آفت‌کش سیرینول در نمونه‌برداری‌های ۲۱ روز پس از تیمار و در غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای در گروه سموم با خطر کم و کنه‌کش اسپیرودیکلوفن در گروه سموم خطرناک برای این دشمن طبیعی دسته‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: اسپیرودیکلوفن، زیست‌سنجی، سیرینول، کنه تارتن دو نقطه‌ای

مقدمه

کنه تارتن دونقطه‌ای *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) یک گونه همه‌جازی است که در مناطق وسیعی از جهان وجود دارد و از گونه‌های مختلف گیاهی تغذیه می‌کند (۳۱). این آفت سبب کاهش معنی‌دار محصول در بسیاری از محصولات از جمله میوه‌ها، پنبه، سبزیجات و محصولات آرایشی می‌شود (۳۳ و ۳۵). کنترل جمعیت کنه تارتن با استفاده از کنه‌کش‌ها و همچنین حشره‌کش‌های شیمیایی انجام می‌گیرد. تکرار استفاده از ترکیبات شیمیایی از یک سو و کوتاه بودن طول دوره زندگی و توانایی تعداد نسل بالای کنه تارتن از سوی دیگر منجر به مقاومت این آفت در برابر ترکیبات شیمیایی رایج شده است (۵، ۲۰ و ۳۴). به دلیل مقاومت این گونه به تعداد زیادی از آفت‌کش‌ها، کنه تارتن دو نقطه‌ای به عنوان گونه مقاوم در بسیاری از مناطق جهان شناخته شده است (۳). از طرفی به دلیل هزینه بالای کاربرد ترکیبات شیمیایی برای کنترل و همچنین بروز مشکلاتی از جمله پایداری در طبیعت و آلودگی محیط زیست، تقاضا برای روش‌های کنترل سازگار با محیط زیست افزایش یافته است. بنابراین طی سال‌های اخیر تحقیقات زیادی در مورد آفت کش‌های طبیعی انجام گرفته است (۲۱). گیاهان منبع غنی از آفت-کش‌های تجدید پذیر هستند. ترکیبات استخراج شده از گیاهان جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های شیمیایی بوده و با دشمنان طبیعی نیز سازگاری بیشتری دارند. این ترکیبات مزایای مهمی چون کاهش تجمع زیستی، افزایش امنیت برای کارگران، افزایش سلامت غذا، کاهش مقاومت به آفت‌کش‌ها و افزایش سودآوری در تولید دارند (۱۲). آفت‌کش سیرینول (Sirinol®) ترکیب طبیعی بر پایه عصاره سیر است که در آزمایش‌های مختلف کارایی خود را به عنوان یک حشره‌کش به اثبات رسانده است. در تحقیق قانع جهرمی و همکاران آفت‌کش سیرینول اثرات دورکنندگی بالایی برای سوسک دانه غلات

۱- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*-نویسنده مسئول: Email: behnamamiri39@yahoo.com)
۲- دانشجوی دکتری حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی
DOI: 10.22067/jpp.v32i2.63951

Rhizopertha dominica (F.) و شپشه برنج *Sitophilus oryzae* (L.) داشت (۱۴). کنه‌کش اسپیرودیکلوفن (Envidor®) ترکیب جدیدی است که برای کنترل مراحل مختلف زیستی کنه تارتن دونقطه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۲). کبیری رئیس آباد (۱۸) اثر حشره‌کشی سه ترکیب گیاهی پالیزین، سیرینول و تنداکسیر را روی حشرات کامل پسیل پسته و دو گونه از مهمترین دشمنان طبیعی این آفت بررسی کرده و نشان داد این ترکیبات به خوبی پسیل پسته را کنترل کرده و تأثیر سوئی روی دشمنان طبیعی این آفت ندارند. تاکنون هیچ مطالعه‌ای اثر آفت‌کش گیاهی سیرینول را روی کنه تارتن دو نقطه‌ای بررسی نکرده است؛ لذا در این تحقیق اثر کشندگی این آفت‌کش روی کنه تارتن دو نقطه‌ای در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و میزان تاثیر آن با کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه میزبان

گیاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در گلدان‌های پلاستیکی کاشته شد و در دمای ۲۵±۲°C و رطوبت نسبی ۵±۶۵٪ و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) نگهداری شد.

پرورش کنه تارتن دو نقطه‌ای

کلنی اولیه کنه تارتن از مزارع آلوده به این آفت در شهرستان ساری جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل شد. برای به دست آوردن یک جمعیت هم‌سن از بالغین، کنه‌های بالغ روی برگ‌های گیاه لوبیا (۳ هفته پس از جوانه‌زنی بذر) قرار داده شد و پس از گذشت ۲۴ ساعت، کنه‌های بالغ از برگ‌ها جدا شدند. گیاهان آلوده به تخم‌های کنه تارتن دونقطه‌ای درون ژرمیناتور قرار داده شد و با گذشت ۱۲روز و ظهور کنه‌های بالغ و هم‌سن، از آن‌ها برای آزمایش‌های زیست‌سنجی استفاده شد.

ترکیبات مورد استفاده

در این تحقیق از آفت‌کش گیاهی سیرینول(Sirinol®) و کنه کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن (Envidor®) استفاده شد. مشخصات ترکیبات مورد استفاده در تحقیق در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱- آفت‌کش‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 1- Pesticides used in research

شماره NO	نام عمومی Common name	نام تجارتی Trade name	گروه شیمیایی Chemical group	فرمولاسیون Formulation	غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای RFC* (ppm)	دوزکشنده ۵۰ درصد LD_{50}	شرکت Company
1	Garlic extract	Sirinol®	Biorational insecticide	EC	1000-2000	> 5000 mg/kg	Kimia Sabzavar
2	spirodiclofen	Envidor®	Tetronic acid	SC	500-1000	245-480 mg/kg	Afrasam

* Recommended Field Concentration

آزمایش‌های زیست‌سنجی در شرایط آزمایشگاهی

کنه بالغ

به منظور به دست آوردن بالاترین و پایین‌ترین غلظت کشندگی هر کدام از ترکیبات، ابتدا یکسری آزمایش‌های مقدماتی انجام شد. سپس بر اساس نتایج به دست آمده دو غلظت حداقل و حداکثر در نظر گرفته شده و پنج غلظت که به صورت لگاریتمی تهیه شدند (۲۹). بین این دو غلظت منظور و آزمایش‌های نهایی با هفت غلظت برای هر کدام از سموم و منظور نمودن تیمار شاهد انجام شد. غلظت های مورد استفاده برای آفت‌کش سیرینول ۲۵۰، ۳۸۱، ۵۹۳، ۹۲۲، ۱۴۳۴، ۲۲۳۰ و ۳۵۰۰ پی‌پی‌ام و برای کنه‌کش اسپیرودیکلوفن ۱۰۰، ۱۳۴، ۱۸۰، ۲۴۲، ۳۲۶، ۴۳۸ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام بود. روش کار به این صورت بود که دیسک‌های برگی به قطر ۳۰ میلی‌متر از برگ‌های اصلی گیاه لوبیا تهیه شده و سپس تعداد ۱۵ عدد کنه بالغ هم‌سن روی هر کدام از دیسک‌ها قرار داده شد. در ادامه مقدار۵۰۰ میکرولیتر از هر کدام از غلظت‌های تهیه شده با استفاده از دستگاه برج پاشش روی برگ‌ها پاشیده شد. سپس دیسک‌های برگی به ظروف پتری حاوی پنبه مرطوب منتقل شده و ظروف در ژرمیناتور با دمای ۲۵±۲°C، رطوبت نسبی ۵±۶۵٪ و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) قرار گرفتند. پس از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از زمان تیمار، تعداد کنه‌های مرده و زنده روی برگ‌ها شمرده و ثبت شد. کنه‌هایی که با وجود تحریک با سوزن پس از گذشت ۵ ثانیه قادر به راه رفتن نبودند (۱۹) مرده تلقی می‌شدند. این آزمایش به همراه شاهد چهار مرتبه تکرار شد.

تخم کنه

برای به دست آوردن تخم‌های هم‌سن کنه، تعداد ۳۰ عدد کنه بالغ روی گیاهان سالم لوبیا رها شده و پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان رهاسازی، کنه‌ها جدا شدند و سپس برگ‌ها زیر بینوکلر به دقت بررسی و برگ‌هایی که حاوی ۴۰ عدد تخم کنه بودند برای آزمایش در نظر گرفته شدند. در صورت وجود تعداد بیشتری تخم روی هر برگ، تخم‌های اضافی با استفاده از قلم مو ظریف زیر بینوکلر حذف شدند. غلظت‌های مورد استفاده برای آفت‌کش سیرینول ۵۰۰، ۸۰۹، ۱۳۱۰، ۲۱۲۱، ۳۴۳۳، ۵۵۵۹ و ۹۰۰۰ پی‌پی‌ام و برای کنه‌کش اسپیرودیکلوفن ۱۲۰، ۱۶۷، ۲۳۴، ۳۲۸، ۴۵۹، ۶۴۳ و ۹۰۰ بودند. روش کار مشابه بررسی اثر سموم روی کنه بالغ بود.

آزمایش‌های مزرعه‌ای

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان بهشهر (عرض جغرافیایی″ ۱۰ ′۳۵° ۵۳ شرقی و ″ ۳۹ ′۴۱° ۳۶ شمالی) انجام گرفت. ابعاد زمین برای هر تیمار به صورت قطعاتی با طول ۵ و عرض ۴ متر بود. بذرهای لوبیا (*P. vulgaris*) پس از خیساندن به مدت ۲۴ ساعت، روی پشته‌هایی به عرض ۲۰ با عمق ۵ و با فواصل روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. فواصل ردیف‌های کاشت از هم ۵۰ سانتی‌متر بود. نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با توجه به دمای هوا و بر اساس نیاز آبی گیاه هر ۸-۷ روز یکبار انجام شد. علف‌های هرز طی فصل رشد به صورت دستی وجین شدند. با رشد گیاه لوبیا و آلوده شدن توسط کنه تارتن، عملیات سم‌پاشی در مزرعه انجام گرفت. عملیات سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش پشتی و سرلانس معمول صورت گرفت. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با هفت تیمار (غلظت‌های پیشنهاد شده مزرعه‌ای، نصف غلظت‌های پیشنهاد شده مزرعه‌ای، دو برابر غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای سموم و تیمار آب پاشی) و چهار تکرار انجام شدند. تیمارهای مورد آزمایش شامل ۱- سیرینول ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام ۲- سیرینول ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام ۳- سیرینول ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام ۴- اسپیرودیکلوفن ۳۰۰ پی‌پی‌ام ۵- اسپیرودیکلوفن ۶۰۰ پی‌پی‌ام ۶- اسپیرودیکلوفن ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام ۷- شاهد (آب‌پاشی) بودند. نمونه‌برداری از جمعیت آفت در پنج نوبت شامل: یک روز قبل از سم‌پاشی، سه، هفت، چهارده و بیست‌ویک روز پس از سم‌پاشی انجام شد. با توجه به فعالیت شبانه‌روزی کنه در پشت برگ‌ها محدودیتی برای زمان نمونه‌برداری در طول روز وجود نداشت ولی با این حال سعی شد نمونه‌برداری‌ها در ساعات معینی از روز انجام گیرد. در هر مرتبه نمونه‌برداری، تعداد ۱۰ بوته با حذف نیم متر از حاشیه‌ها به طور تصادفی انتخاب شد. سپس از سه ارتفاع (بالا، وسط و پایین) هر بوته سه عدد برگ چیده شد و درون کیسه‌های پلاستیکی جداگانه‌ای که دارای برچسب مشخصات بودند قرار گرفتند. کیسه‌های پلاستیکی داخل یخدان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه تراکم جمعیت کنه تارتن *T. urticae* و همچنین کنه شکارگر *P. persimilis* از طریق شمارش مستقیم کنه‌های بالغ و تخم‌های آن‌ها در سطح پشتی و رویی برگ توسط استریومیکروسکوپ تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در صورت وجود مرگ‌ومیر در شاهد، مرگ‌ومیر سایر تیمارها توسط فرمول ابوت (۱۳) اصلاح و سپس به روش تجزیه پروبیت و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶، LC_{50} و LC_{90} ترکیبات محاسبه گردید. در آزمایش مزرعه‌ای درصد تأثیر هر یک از سموم با استفاده از فرمول هندرسون- تیلیتون تعیین گردید (۱۷).

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

در این فرمول Tb= میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار قبل از آزمایش، Ta= میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار بعد از آزمایش، Cb= میانگین تعداد آفت در قطعه شاهد قبل ازآزمایش و Ca= میانگین تعداد آفت در قطعه شاهد بعد از آزمایش می‌باشد. به منظور نرمال شدن داده‌های مربوط به درصد تلفات، با استفاده از رابطه $Arcsin\sqrt{x}$ و به کمک نرم افزار Excel تبدیل داده‌ها صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌های زیست‌سنجی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصدی صورت گرفت. برای تقسیم‌بندی اثر سموم روی کنه شکارگر از تقسیم‌بندی انجام شده توسط سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک IOBC استفاده شد. این تقسیم‌بندی به این صورت است. I: بی‌خطر (۲۵> درصد مرگ‌ومیر)، II: با خطر کم (۵۰-۲۵ درصد مرگ‌ومیر)، III: با خطر متوسط (۷۵-۵۱ درصد مرگ‌ومیر)، IV: خطرناک (۷۵> درصد مرگ‌ومیر) (۱۶).

نتایج

زیست‌سنجی آزمایشگاهی

نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست‌سنجی دو آفت‌کش سیرینول و اسپیرودیکلوفن روی کنه تارتن بالغ در جدول ۲ ذکر شده است. میزان LC_{50} دو ترکیب ذکر شده با گذشت ۷۲ ساعت از زمان تیمار به‌ترتیب ۵۹۲/۳ و ۱۷۲/۹ پی‌پی‌ام و میزان LC_{90} به‌ترتیب ۳۳۴۱/۷ و ۶۱۱/۵ پی‌پی‌ام برآورد شد. با مد نظر قرار دادن هر دو غلظت کشنده ۵۰ و ۹۰ درصدی و محدوده اطمینان ۹۵ درصدی مشخص شد سمیت کنه‌کش اسپیرودیکلوفن به طور معنی‌داری بالاتر از آفت‌کش سیرینول است.

جدول ۲- نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست سنجی روی بالغ کنه تارتن *T. urticae*

Table 2- Probit analysis of bioassay data on *T. urticae* adult

آفت‌کش Pesticides	زمان ساعت Time (h)	تعداد کل Total	LC_{50} (ppm) (Cl*)	LC_{90} (ppm) (Cl)	Slope (±SE)	χ^2	p-value
Sirinol	24	480	1173.57 (943.3- 1499.8)	10832.1 (6369.4-25934.6)	1.32 (±0.17)	1.57	0.9
	48	480	791.1 (644.2- 958.5)	5404.3 (3705.9- 9611.4)	1.53 (±0.17)	1.49	0.91
	72	480	592.3 (479.7- 708.7)	3341.7 (2479.9-5169.2)	1.7 (±0.18)	1.32	0.93
Spirodiclofen	24	480	258.7 (227.6- 295.5)	921.5 (705.4- 1383.4)	2.32 (±0.26)	0.29	0.99
	48	480	213.3 (186.9- 241.1)	722.2 (573.7- 1016.9)	2.42 (±0.26)	0.51	0.99
	72	480	172.9 (147.4-197.1)	611.5 (490.1-853.03)	2.33 (±0.27)	0.2	0.99

*Cl: denote confidence

میزان LC_{50} آفت‌کش سیرینول روی تخم کنه تارتن با گذشت ۲۴ ساعت از زمان تیمار ۱۷۶۵/۷ پی‌پی‌ام برآورد شد (جدول ۳). با گذشت زمان میزان مرگ‌ومیر افزایش و در نتیجه شاخص ذکر شده کاهش یافت. چنانچه ۷۲ ساعت پس از تیمار این شاخص به ۱۱۹۲/۳ پی‌پی‌ام رسید. میزان LC_{50} کنه‌کش اسپیرودیکلوفن در زمان‌های ذکر شده به ترتیب ۳۲۷/۸ و ۲۸۹/۸ پی‌پی‌ام برآورد شد. بر اساس نتایج، کنه‌کش اسپیرودیکلوفن در هر دو غلظت کشنده ۵۰ و ۹۰ درصدی سمیت بالاتری نسبت به آفت‌کش سیرینول برای تخم کنه داشت.

جدول ۳- نتایج تجزیه پروبیت داده‌های زیست سنجی روی تخم کنه تارتن *T. urticae*

Table 3- Probit analysis of bioassay data on *T. urticae* egg

آفت‌کش Pesticides	زمان ساعت Time (h)	تعداد کل Total	LC_{50} (ppm) (Cl*)	LC_{90} (ppm) (Cl)	Slope (±SE)	χ^2	p-value
Sirinol	24	1280	1765.7 (1290.2- 2824.1)	11538.9 (5761.4-50082.1)	1.57 (±0.15)	1.88	0.001
	48	1280	1458.5 (1126.3- 2030.7)	10705.9 (5901.9- 31716.9)	1.48 (±0.11)	1.83	0.02
	72	1280	1192.3 (1045.2- 1373.8)	10515.9 (7467.8-16653)	1.35 (±0.1)	1.07	0.68
Spirodiclofen	24	1280	327.8 (301.1- 360.4)	1253.3 (1012.08- 1660.9)	1.84 (±0.12)	4.89	0.42
	48	1280	305.7 (281.6- 334.4)	1151.8 (940.4- 1502.2)	2.22 (±0.16)	2.22	0.81
	72	1280	289.8 (266.9-316.4)	1109.2 (907.1-1443.8)	2.19 (±0.16)	1.74	0.88

*Cl: denote confidence limits

زیست‌سنجی مزرعه‌ای

نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای نشان داد میزان مرگ‌ومیر ایجاد شده در تخم کنه تارتن توسط غلظت‌های بالای دو ترکیب سیرینول و اسپیرودیکلوفن (به ترتیب ۴۰۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام) در تمام زمان‌های پس از تیمار بالاتر از ۹۸ درصد بود (جدول ۴). غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای (۶۰۰ پی‌پی‌ام) از کنه‌کش اسپیرودیکلوفن در نمونه‌برداری سه روز پس از تیمار ۹۲/۱۹ درصد تلفات در تخم کنه تارتن ایجاد نمود که به طور معنی‌داری بالاتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای (۲۰۰۰ پی‌پی‌ام) آفت‌کش سیرینول بود ($F_{5,15}$= 4207.99; P= 0.0001). با گذشت زمان میزان تأثیر کنه‌کش شیمیایی کاهش یافت. چنانچه میزان تلفات ایجاد شده در تخم کنه تارتن در نمونه‌برداری‌های ۲۱ روز پس از تیمار و در قطعات تیمار شده با غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای این ترکیب به ۳۲/۲۱ درصد رسید که به طور معنی‌داری کمتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای آفت‌کش گیاهی سیرینول بود.

جدول ٤- میانگین درصد مرگ‌ومیر (±خطای استاندارد) کنه تارتن دو نقطه‌ای در قطعات تیمار شده با کنه‌کش اسپیرودیکلوفن و آفت‌کش سیرینول در آزمایش مزرعه‌ای

Table 4- Mean mortality% (±SE) of two spotted spider mite in plots that treated with spirodiclofen and sirinol in field trial

آفت‌کش Pesticides	غلظت پی‌پی‌ام Concentration (ppm)	زمان پس از تیمار (روز) Time after treatment (day)	مرحله Stage	
			تخم Egg	بالغ Adult
Sirinol	1000	3	68.1±0.26 f (A)*	66.68±0.27 d (A)
		7	63.78±0.44 g (B)	59.09±0.3 f (A)
		14	50.77±0.48 h (A)	62.68±0.58 e (B)
		21	52.17±0.38 h (A)	51.72±0.31 g (B)
	2000	3	88.99±0.4 cd (A)	91.8±0.44 b (B)
		7	90.7±0.4 bc (A)	93.93±0.91 b (B)
		14	87.28±0.34 d (A)	89.05±0.59 c (B)
		21	91.75±0.38 b(A)	92.11±0.53 b (B)
	4000	3	99.57±0.22 a (A)	99.05±0.27 a (B)
		7	98.45±0.26 a (A)	98.62±0.21 a (B)
		14	98.6±0.36 a (A)	98.49±0.25 a (B)
		21	99.06±0.31 a (A)	99.03±0.25 a (B)
Spirodiclofen	300	3	51.82±0.51 h (A)	61.11±0.43 ef (B)
		7	51.82±0.51 h (A)	59.3±0.47 f (B)
		14	22.02±0.64 j (A)	36.51±0.59 h (B)
		21	18.67±0.24 k (A)	12.05±0.56 k (B)
	600	3	92.19±0.39 b (A)	88.68±0.48 c (B)
		7	74.75±0.37 e (A)	66.61±0.54 d (B)
		14	50.14±0.6 h (A)	32.86±0.97 i (B)
		21	32.21±0.7 i (A)	29.4±0.42 j (B)
	1200	3	99.77±0.14 a (A)	99.35±0.27 a (B)
		7	99.03±0.36 a (A)	99.34±0.22 a (B)
		14	99.3±0.29 a (A)	99.06±0.34 a (B)
		21	99.18±0.33 a (A)	98.74±0.32 a (B)

حروف کوچک و بزرگ غیر مشابه به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون و سطر می باشند

*Different lowercase and uppercase letters showed significant differences in each column and row respectively (P<0.05)

هر دو غلظت‌های ۴۰۰۰ و ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام از دو ترکیب سیرینول و اسپیرودیکلوفن مرگ‌ومیر بالایی در کنه تارتن بالغ ایجاد کردند. غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای از آفت‌کش سیرینول دوام اثر بالایی داشت. چنانچه در نمونه‌برداری ۲۱ روز پس از تیمار، میزان تلفات ایجاد شده در کنه تارتن بالغ ۹۲/۱۱ درصد بود که به طور معنی‌داری بالاتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای کنه کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن (۲۹/۴ درصد) در این زمان بود ($F_{5,15}$= 3063.94; P= 0.0001). غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از حشره‌کش گیاهی سیرینول نیز در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری مرگ‌ومیر بالای ۵۰ درصد را در کنه تارتن بالغ ایجاد نمود.

میزان تلفات ایجاد شده در تخم کنه شکارگر *P. persimilis* در قطعات تیمار شده با پایین‌ترین غلظت به کار برده شده از آفت‌کش گیاهی سیرینول در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری به طور معنی‌داری کمتر از تلفات ایجاد شده توسط کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن بود. غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای کنه‌کش اسپیرودیکلوفن نیز سمیت بسیار بالایی برای تخم این کنه داشت. چنانچه در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری میزان تلفات ایجاد شده در این مرحله رشدی بالاتر از ۹۵ درصد بود که این میزان تلفات به طور معنی‌داری بالاتر از تلفات ایجاد شده توسط غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای آفت‌کش سیرینول بود ($F_{5,15}$= 4992.28; P= 0.0001). کنه‌کش اسپیرودیکلوفن در غلظت ۱۲۰۰ پی‌پی‌ام سمیت بسیار بالایی برای تخم کنه شکارگر داشت. چنانچه در نمونه‌برداری‌های سه روز پس از تیمار هیچ تخم

زنده‌ای از این دشمن طبیعی در قطعات تیمار شده با این ترکیب مشاهده نشد. در مورد بالغین کنه شکارگر *P. persimilis* نیز میزان تلفات ایجاد شده توسط کنه‌کش اسپیرودیکلوفن بالاتر از آفت‌کش سیرینول بود ($F_{5,15}$= 4573.64; P= 0.0001). بر اساس معیارهای IOBC در تقسیم بندی اثر سموم روی دشمنان طبیعی، غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای آفت‌کش سیرینول در نمونه‌برداری سه، هفت و چهارده روز پس از تیمار در گروه سموم با خطر متوسط و در نمونه برداری‌های بیست‌ویک روز پس از تیمار در گروه سموم کم خطر برای تخم و بالغین کنه شکارگر *P. persimilis* دسته‌بندی شد. در حالی‌که کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن در غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای و در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری در گروه سموم خطرناک برای هر دو مرحله رشدی این دشمن طبیعی قرار گرفت.

جدول ۵- میانگین درصد مرگ‌ومیر (±خطای استاندارد) کنه شکارگر *P. persimilis* در قطعات تیمار شده با کنه‌کش اسپیرودیکلوفن و آفت‌کش سیرینول در آزمایش مزرعه‌ای

Table 5- Mean mortality% (±SE) of *P. persimilis* in plots that treated with spirodiclofenand sirinolin field trial*

آفت‌کش Pesticides	غلظت (پی‌پی‌ام) Concentration (ppm)	زمان پس از تیمار (روز) Time after treatment (day)	(مرحله) Stage: تخم Egg	گروه IOBC IOBC Group	بالغ Adult	گروه IOBC IOBC Group
Sirinol	1000	3	31.79±0.52 j (A)*	II	31.61±0.53 l (A)	II
		7	19.64±0.39 k (B)	I	16.89±0.41 m (A)	I
		14	12.73±0.36 l (A)	I	9.01±0.27 n (B)	I
		21	8.85±0.39 m (A)	I	4.67±0.36 o (B)	I
	2000	3	78.24±0.52 e (A)	III	76.86±0.47 f (B)	III
		7	71.52±0.63 f (A)	III	69.91±0.52 g (B)	III
		14	59.11±0.36 h (A)	III	55.47±0.7 j (B)	III
		21	48.03±0.38 i (A)	II	43.54±0.43 k (B)	II
	4000	3	91.29±0.59 d (A)	IV	89.26±0.33 e (B)	IV
		7	79.91±0.56 e (A)	IV	78.84±0.47 f (B)	IV
		14	70.02±0.54 f (A)	III	69.65±0.38 g (B)	III
		21	59.1±0.38 h (A)	III	58.72±0.47 i (B)	III
Spirodiclofen	300	3	78.86±0.33 e (A)	IV	76.94±0.9 f (B)	IV
		7	67.75±0.41 g (A)	III	65.4±0.41 h (B)	III
		14	67.64±0.43 g (A)	III	69.19±0.45 g (B)	III
		21	67.2±0.36 g (A)	III	63.62±0.46 h (B)	III
	600	3	97.65±0.42 bc (A)	IV	98.24±0.29 abc (B)	IV
		7	96.81±0.31 c (A)	IV	94.41±0.41 d (B)	IV
		14	98.5±0.35 abc (A)	IV	97.57±0.3 bc (B)	IV
		21	98.02±0.19 abc (A)	IV	96.81±0.25 c (B)	IV
	1200	3	100±0 a (A)	IV	99.81±0.1 a (B)	IV
		7	99.76±0.2 ab (A)	IV	99.25±0.31 ab (B)	IV
		14	98.91±0.24 abc (A)	IV	99.14±0.37 ab (B)	IV
		21	99.9±0.1 a (A)	IV	99.33±0.16 ab (B)	IV

حروف کوچک و بزرگ غیر مشابه به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون و سطر می باشند

*Different lowercase and uppercase letters showed significant differences in each column and row respectively (P<0.05)

بحث

کاربرد کنه‌کش‌های رایج یکی از اجزاء ضروری برای کنترل جمعیت کنه تارتن *T. urticae* در محصولات مختلف است. اما استفاده غیراصولی از این ترکیبات منجر به اثرات جانبی جبران ناپذیری از جمله از بین رفتن دشمنان طبیعی و طغیان مجدد آفت می‌شود (۱۱، ۳۰ و ۳۲). با استفاده از کنه‌کش‌های انتخابی که با شکارگرها و پارازیتوئیدها سازگاری دارند می‌توان جمعیت دشمنان طبیعی را حفظ کرده و کنترل بیولوژیکی را افزایش داد (۲۴). این

اولین تحقیق در ارتباط با اثر آفت‌کش گیاهی سیرینول روی کنه تارتن دونقطه‌ای در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای بود. نتایج زیست سنجی آزمایشگاهی نشان داد، هر دو ترکیب شیمیایی و طبیعی به کار برده شده قابلیت کشندگی برای تخم و کنه تارتن بالغ داشتند، اما سمیت کنه‌کش اسپیرودیکلوفن بالاتر از آفت‌کش سیرینول بود. متفاوت بودن سمیت آفت‌کش‌ها برای کنه‌ها به عوامل مختلفی از جمله ترکیبات شیمیایی آفت‌کش‌ها، دوزمصرفی، شرایط آب و هوایی و مرحله رشدی کنه‌ها بستگی دارد (۴ و ۸). مقایسه سمیت ترکیبات ذکر شده روی تخم و بالغ کنه تارتن نشان داد تخم نسبت به کنه‌های بالغ حساسیت کمتری دارد. تخم یکی از مراحل مقاوم در چرخه زیستی کنه تارتن دونقطه‌ای است و از این جهت بسیاری از ترکیبات کنه‌کش قادر به از بین بردن تخم نیستند (۶).

کنه تارتن نرخ زاد و ولد بالایی دارد و قادراست بر اثرات آفت کش‌ها غلبه کند. زیرا کنه‌هایی که پس از عملیات سم‌پاشی باقی می‌مانند در مقایسه با گونه‌های با باروری کم نتاج بیشتری تولید می کنند (۷). از این‌رو کاربرد آفت‌کشی با نحوه اثر متفاوت می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار جمعیت شود. این موضوع در مطالعه اخیر و با کاربرد آفت‌کش گیاهی سیرینول نشان داده شد. آفت‌کش سیرینول نشان داد، سمیت قابل توجهی برای کنه تارتن دو نقطه‌ای که یکی از آفات مهم محصولات کشاورزی می‌باشد، دارد. احمدی و همکاران (۲) چنین تأثیراتی را روی شپشک آرد آلود مرکبات *Planococcus citri* (Risso) مشاهده کردند. در بررسی این محققین نیز مشخص شد آفت‌کش سیرینول با مرگ‌ومیر ۵۳/۹۴ درصدی چهار روز پس از تیمار، بیشترین سمیت را برای این آفت مهم داشت. همچنین کبیری رئیس آباد (۱۸) نشان داد LC_{50} آفت‌کش سیرینول برای پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer برابر با ۱۱۳ پی‌پی‌ام است. در حالی‌که میزان LC_{50} همین ترکیب روی کنه تارتن بالغ ۵۹۲/۳ پی‌پی‌ام برآورد شد. با مد نظر قرار دادن سمیت کشنده ۵۰ درصدی مشخص شد کنه تارتن حساسیت پایین‌تری نسبت به پسیل پسته دربرابر آفت‌کش سیرینول دارد (۱۰).

اسپیرودیکلوفن کنه‌کشی از گروه تترونیک اسیدها است که از بیوسنتز چربی‌ها جلوگیری می‌کند (۳۷). این کنه‌کش قابلیت کنترل چندین گونه کنه گیاهخوار را روی محصولات مختلف داراست (۲۹ و ۳۵). نتایج تحقیق رائودونیز (۲۷) نشان داد این کنه‌کش سمیت بالایی برای کنه تارتن روی توت فرنگی دارد. در تحقیق حاضر غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای این کنه‌کش در نمونه‌برداری‌های سه روز پس از تیمار تلفات ۹۲/۹ و ۸۸/۶۸ درصدی را به‌ترتیب در تخم و کنه تارتن بالغ ایجاد نمود. با گذشت زمان دوام اثر این ترکیب کاهش یافت. در حالی‌که غلظت پیشنهاد شده مزرعه‌ای آفت‌کش سیرینول با گذشت ۲۱ روز پس از تیمار حفاظت مؤثری در لوبیا ایجاد نمود و این موضوع نشان می‌دهد این ترکیب دوام اثر طولانی‌تری دارد. تعداد کنه تارتن در قطعات تیمار شده با کنه‌کش شیمیایی اسپیرودیکلوفن در مقایسه با قطعات تیمار شده با حشره‌کش سیرینول در نمونه‌برداری های ۲۱ روز پس از تیمار افزایش یافت. این موضوع می‌تواند به دلیل سمیت بالای کنه‌کش اسپیرودیکلوفن برای کنه شکارگر *P. persimilis* باشد. چنین الگوی مشابهی نیز در باغات سیب مشاهده شده است (۲۸).

میزان سمیت کنه‌کش اسپیرودیکلوفن برای تخم و بالغ کنه شکارگر *P. persimilis* بسیار بیشتر از سمیت ایجاد شده توسط آفت‌کش سیرینول بود. مشابه چنین نتایجی را هاردمن و همکاران (۱۵) بدست آورده و نشان دادند کنه‌کش اسپیرودیکلوفن سمیت بالایی برای کنه شکارگر *Typhlodromu spyri* Chant دارد. حشره‌کش سیرینول مورد استفاده در تحقیق نشان داد علاوه بر کنترل مؤثر کنه تارتن سمیت کمتری برای کنه شکارگر *P. persimilis* دارد از این‌رو ترکیب ذکر شده می‌تواند به عنوان آفت‌کش انتخابی برای کنترل کنه تارتن دو نقطه‌ای مطرح باشد. همچنین این ترکیب برای دشمنان طبیعی دیگری از جمله زنبور *Psyllaephagus pistaciae* Ferrière، کفشدوزک *Oenopiacon globata* L. و *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant سمیت چندانی نداشته است (۱ و ۱۸). مشابه چنین نتایجی را اوسبورنه و پیت (۲۴) به‌دست آوردند. این محققین نشان دادند کاربرد صابون‌های حشره‌کش سه روز بعد از رهاسازی کنه شکارگر *P. persimilis* اثرات مضری روی جمعیت این دشمن طبیعی نداشت و از طغیان جمعیت کنه تارتن دونقطه‌ای جلوگیری نمود. از آن‌جایی‌که توانایی کنترل کنه‌های گیاهخوار با استفاده از کنه‌های شکارگر در محصولات مختلف اثبات شده است (۲۳، ۲۵ و ۳۷). لذا آفت‌کش‌های انتخابی می‌توانند شرایط مناسبی را برای استفاده همزمان رهاسازی شکارگرها و کاربرد ترکیبات گیاهی برای کنترل کنه تارتن ایجاد نمایند. تعداد زیادی از مطالعات مزرعه‌ای که ترکیب کنه شکارگر *P. persimilis* و آفت کش‌های انتخابی را برای کنترل کنه تارتن بررسی کرده‌اند این موضوع را به اثبات رسانده‌اند که تلفیق رهاسازی دشمن طبیعی و استفاده از آفت‌کش انتخابی نسبت به کاربرد هرکدام از این عوامل به صورت جداگانه، کارایی بالاتری دارد (۹). در این تحقیق دو آفت کش- کنه‌کش از دو گروه مختلف مورد بررسی قرار گرفتند؛ اما هر دو ترکیب به کار برده شده به طور معنی‌داری جمعیت کنه تارتن روی لوبیا را کاهش دادند. آفت‌کش سیرینول با توجه به دوام اثر طولانی‌تر در شرایط مزرعه‌ای و همچنین سمیت کمتر برای یکی از مهمترین دشمنان طبیعی این آفت مهم، می‌تواند گزینه جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی در مزارع لوبیا باشد. با توجه به موثر بودن سایر روش‌های کنترل از جمله رهاسازی کنه‌های شکارگر و استفاده از ارقام مقاوم (۳۸ و ۳۹) تلفیق حشره‌کش گیاهی سیرینول با این روش‌ها می‌تواند باعث کنترل مؤثرتر کنه تارتن شود.

منابع

1- Ahmadi M., and Amiri-Besheli B. 2015. Comparison of the toxicity of three botanical extracts on the second nymph of the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) under nursery and laboratory conditions. Arab Journal of Plant Protection, 33:88-92.

2- Ahmadi M., Amiri-Besheli B., and Hoseini S.Z. 2012. Evaluating the effect of some botanical insecticides on the citrus mealybug *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). African Journal of Biotechnology, 11:11620-11624.

3- 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.

4- Auger P., Guichou S., and Kreiter S. 2003. Variations in acaricidal effect of wettable sulfur on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): effect of temperature, humidity and life stage. Pest Management Science, 59:559-565.

5- 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, 83:85–93.

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

7- Bernardi D., Botton M., Silva da Cunha U., Bernardi O., Malausa T., Silveira Garcia M., and Edson Nava D. 2012. Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. Pest Management Science, 69: 75-80.

8- Bostanian N.J., Vincent C., Hareman J.M., and Larocque N. 2004. Toxicity of indoxicarbe to two species of predacious mites and predacious mired. Pest Management Science, 60(5):483-486.

9- Cashion G.J., Bixler H., and Price J.F. 1994. Nursery IPM trials using predatory mites. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 107:220–222.

10- Danay-Tous A-H., Farazmand H., Oliaei-Torshiz A., and Sirjani M. 2014. Effect of red pepper and garlic extract on pistachio psylla nymph, *Agonoscena pistaciae* in field conditions. Bio Control in Plant Protection, 1:91-99.

11- Devine G.J., Barber M., and Denholm I. 2001. Incidence and inheritance of resistance to METI-acaricides in European strains of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) (Acari: Tetranychidae). Pest Management Science, 57:443-448.

12- Erdogan P., Yildrim A., and Sever B. 2012. Investigation on the effect of five different plant extract on the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnidae: Tetranychidae). Psyche: A Journal of Entomology (2012), Article ID 125284, 5 pages.

13- Finney D.J. 1971. Probit Analysis, 3rd Edition. Cambridge University Press, London, UK.

14- Ghaneh Jahromi M., Pourmirza A.A., and Safaralizadeh M.H. 2011. Repellent activity of Sirinol® (Garlic emulsion) on adults of *Rhizopertha dominica* (F.) and *Sitophilus oryzae* (L.) with two laboratory methods. South Asian Journal of Experimental Biology, 1:268-276.

15- Hardman J.M., Franklin J.L., Moreau D.L., and Bostanian N.J. 2003.An index for selective toxicity of miticides to phytophagous mites and their predators based on orchard trials. Pest Management Science, 59:1324- 1332.

16- 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., Samsøe- 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.

17- Henderson C.F., and Tilton E.W. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, 48:157–161.

18- Kabiri Raeis Abad M. 2012.The effect of three botanical insecticides Palizin, Sirinol and Tondexir on the common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* and their two natural enemies. Msc thesis. Sari agricultural Sceince and Natural Resources University. (In Persian).

19- Kheradmand K., Beynaghi S., Asgari S., and Sheykhi Garjan A. 2015. Toxicity and repellency effects of three plant essential oils against two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Agricultural Science and Technology, 17:1223-1232.

20- Kumral N.A., Cobanog˘lu S., and Yalcin C. 2010. Acaricidal, repellent and oviposition deterrent activities of *Datura stramonium* L. against adult *Tetranychus urticae* (Koch). Journal of Pest Science, 83:173–180.

21- Martinez-Villar E., Saenz-De-Cabezon F., Moreno-Grijalba F., Marco V., and Perez-Moreno I. 2005. Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 35:215–222.

22- Rauch N., and Nauen R. 2002. Spirodiclofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari:

Tetranychidae): a biochemical approach. Pesticide Biochemistry and Physiology, 74:91-101.
23- Osakabe M.H. 2002. Which predatory mite can control both a dominant mites pest, *Tetrtranychus urticae* and latent mite pest, *Eotetranychus asiaticus* on strawberry? Experimental and Applied Acarology, 26:219-230.
24- Osborne L.S., and Petitt F.L. 1985. Insecticidal soap and the predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae), used in management of the two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse grown foliage plants. Journal of Economic Entomology, 78:687-691.
25- Prischman D.A., Croft B.A., and Luh H.K. 2001. Biological pri control of spider mites on grape by *Phytoseiid* mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae): emphasis on regional aspects. Journal of Economic Entomology, 95:340- 347.
26- Raudonis L. 2006. Comparative toxicity of spirodiclofen and lambdacihalotrin to *Tetranychus urticae*, *Tarsonemus pallidus* and predatory mite *Amblyseius andersoni* in strawberry site under field conditions. Agronomy Research, 4:317-322.
27- Raudonis L., Surviliene E., and Valiuskaite, A. 2004. Toxicity of pesticides to predatory mite and insect in apple-tree site under field condition. Environmental Toxicology, 19: 291-295.
28- Raudonis L., Valiuškaitė A., and Survilienė E., 2005. Effects of spirodiclofen on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in strawberries. Scientific works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Horticulture and Vegetable Growing, 24:43-53.
29- Robertson J.L., Russell R.M., Preisler H.K., and Savin N.E. 2007. Bioassays with Arthropods. Boca Raton, CRC Press.
30- 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, 39:293-302.
31- Stavrinides M.C., and Hadjistylli M., 2009. Two-spotted spider mite in Cyprus: ineffective acaricides, causes and considerations. Journal of Pest Science, 82:123-128.
32- Stumpf N., and Nauen R. 2001. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology, 94:1577-1583.
33- Stumpf N., Zebitz C.P.W., Kraus W., Moores G.D., and Nauen, R. 2001. Resistance to organophosphates and biochemical genotyping of Acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Pesticide Biochemistry and Physiology, 69:131–142.
34- Tao B., Yuan S.T., Wang J.Z., Shi L.Z., and Wei G.S. 2013. Effect of 240g/L spirodiclofen SC to control *Panonychus ulmi* Koch. In field. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 17:54-81.
35- Van Leeuwen T., Van Pottelberge S., Nauen R., and Tirry L. 2007. Organophosphate insecticides and acaricides antagonize bifenazate toxicity through esterase inhibition in *Tetranychus urticae*. Pest Management Science, 63:1172–1177.
36- Van Pottelberge S., Khajehali J., Van Leeuwen T., and Tirry L. 2009. Effect of spirodiclofen on reproduction in a susceptible and resistant strain of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 47:301-309.
37- Waite G.K. 2002. Advances in the management of spider mites in field-grown strawberries in Australia. Acta Horticulturae, 567:679-682.
38- Walsh D.B., Zalom F.G., Welch N.C., Pickel C., and Shaw D.V. 1997. Pretransplant cold storage of strawberries: effects on plant vigor, yield and spider mite (Acari: Tetranychidae) abundance. Journal of Economic Entomology, 90:818-823.
39- Yu H.M., Zhao M.Z., and Cai W.J. 2012. Field evaluation of strawberry cultivar "Ningyu" resistance to the two-spotted spider mite. Jiangsu Agricultural Sciences, 40:162-163.