تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۹ -۱۰ (۱): ۱۷-۲۹

مقایسه اثر چند حشره‌کش رایج روی سپردار واوی سیب *Lepidosaphes malicola* (Hem.: Diaspididae) در باغ‌های سیب سمیرم

پروانه نظری[۱]، نفیسه پورجواد[۱]، حمزه ایزدی[۲]* و سید رسول صحافی[۳]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران، ۲- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران، ۳- گروه ژنتیک و تولید گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۶)

چکیده

سپردار واوی سیب، *Lepidosaphes malicola* Borchsenius (Hem.: Diaspididae) از آفات مهم درختان میوه است. کنترل این آفت به کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی وابسته است. به‌منظور بررسی اثر چند آفت‌کش بر کاهش جمعیت آفت، دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو باغ انجام شد. فاکتور اول، سم‌پاشی [شاهد (آب)، اسپیروتترامات ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر، فلوپیرادی‌فورون، تیاکلوپرید و پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر] و فاکتور دوم، زمان‌های نمونه‌برداری (۱ روز قبل و ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ روز پس از سم‌پاشی) در نظرگرفته شد. اسپیروتترامات و فلوپیرادی‌فورون (با میانگین تلفات بالای ۸۰ درصد) دارای بیشترین اثرگذاری روی پوره‌ها بودند. میزان کاهش آلودگی در تیمارهای تیاکلوپرید و پیری‌پروکسی‌فن از دو حشره‌کش دیگر کمتر بود. با در نظر گرفتن زمان سم‌پاشی، در تیمار فلوپیرادی‌فورون که یک بوتنولید با اثر ضربه‌ای است، میزان تلفات پوره یک روز پس از سم‌پاشی به بالاترین حد رسید. در تیمار اسپیروتترامات ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر یک هفته پس از سم‌پاشی، بیشترین میزان کاهش جمعیت پوره مشاهده شد. اسپیروتترامات ترکیبی سیستمیک با توانایی حرکت دو طرفه آوندی می‌باشد. بنابراین، تأثیر آن از دوام بالایی برخوردار است. نتایج بیانگر اثر بسیار ناچیز آفت‌کش‌ها در کنترل بالغین زیر سپر است. کاربرد روغن ولک ۲-۱/۵ درصد در سم‌پاشی زمستانه، اثرگذاری قابل توجهی در کنترل آفت نشان داد. در مجموع، اسپیروتترامات و فلوپیرادی‌فورون از کارآیی خوبی در کنترل پوره‌ها برخوردار بودند و در کنترل این آفت قابل توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: اسپیروتترامات، فلوپیرادی‌فورون، تیاکلوپرید، پیری‌پروکسی‌فن

*نویسنده مسئول: izadi@vru.ac.ir

مقدمه

سیب درختی از جمله محصولات مهم باغی و صادراتی ایران است که سطح زیر کشت آن، بیش از ۱۷۰/۰۰۰ هکتار و تولید آن بیش از ۲/۷۰۰/۰۰۰ تن می‌باشد (Cheraghi, 2013). این محصول در بیشتر نقاط سردسیر کشور از جمله استان اصفهان کشت می‌شود. شهرستان سمیرم در جنوب غرب استان اصفهان و با ارتفاع متوسط ۲۴۰۰ متر از سطح دریا از جمله مهم‌ترین مناطق سیب‌کاری ایران می‌باشد. سپردار واوی سیب *Lepidosaphes malicola* Borchsenius (Hem.: Diaspididae) یکی از آفات مهم درختان میوه در ایران است که سالانه خسارت زیادی را به محصولاتی مانند سیب درختی وارد می‌کند. این آفت دو نسل در سال دارد و زمستان را در مرحله تخم زیر سپر حشره ماده می‌گذراند. افراد بالغ و پوره‌های این آفت ضمن تغذیه از شیره گیاهی باعث ضعف و حتی مرگ میزبان می‌شوند. کنترل این آفت وابسته به کاربرد آفت‌کش‌های مختلف می‌باشد. کنترل شپشک‌های درختان میوه سردسیری به طور عمده با استفاده از حشره‌کش‌های فسفره نظیر اتیون، کلرپیریفوس و دیازینون صورت می‌گیرد، اما در سال‌های اخیر سمومی با نحوه تاثیر جدیدتر نظیر اسپیروتترامات نیز علیه آن‌ها به‌کار می‌رود (Nourbakhsh, 2018). اسپیروتترامات با نام تجارتی موونتو® حشره‌کشی از گروه تترامیک اسید است که به صورت سیستمیک علیه حشرات مکنده مانند شته‌ها، شپشک‌ها، کنه‌ها و سفیدبالک‌ها به‌کار می‌رود. این ترکیب با مهار آنزیم استیل کوآنزیم آ کربوکسیلاز، بیوسنتز چربی‌ها را مختل می‌کند. اسپیروتترامات از جمله حشره‌کش‌هایی است که در آوندهای گیاهی حرکت دو طرفه بالا و پایین دارد. در گیاه، این حشره‌کش با شکسته شدن گروه اتوکسی‌کربونیل مرکزی به فرم انول خود تبدیل می‌شود که به دلیل داشتن پیوند دوگانه از پایداری بیشتری برخوردار است (Bretschneider *et al*., 2007; Nauen *et al*., 2008). فلوپیرادی‌فورون با نام تجاری سیوانتو® از گروه بوتنولیدها به‌عنوان آگونیست گیرنده‌های نیکوتینیک استیل‌کولین در سیستم عصبی حشرات عمل می‌کند. در واقع، ماده مؤثره این سم به پروتئین‌های گیرنده متصل شده و با باز نگه داشتن آن‌ها جریان عصبی را مختل می‌کند. این ترکیب علیه حشرات مکنده به‌کار می‌رود. برخلاف استیل‌کولین، این سم به‌وسیله استیل‌کولین‌استراز غیرفعال نمی‌شود (Nauen *et al*., 2015; Colares *et al*., 2017; Hesselbach and Scheiner, 2019). پیری‌پروکسی‌فن با نام تجاری آدمیرال® یک شبه هورمون جوانی از سموم تنظیم‌کننده رشد حشرات است که در کنترل مراحل نابالغ بسیاری از حشرات به‌کار می‌رود. این حشره‌کش با تقلید هورمون‌های جوانی مانع بالغ شدن حشره می‌شود، ولی به طور معمول برای حشرات بالغ کشنده نیست. پیری‌پروکسی‌فن دارای ویژگی تخم‌کشی نیز می‌باشد (Ishaaya and Horowitz, 1995). تیاکلوپرید از گروه سموم نئونیکوتینوئید مانند سایر حشره‌کش‌های این گروه، با تحریک گیرنده‌های نیکوتینیک استیل کولین باعث برهم خوردن تعادل سیستم عصبی می‌شود. این ترکیب سیستمیک بوده و بیشتر علیه آفات مکنده به‌کار می‌رود (Tison *et al*., 2017). روغن‌های معدنی امولسیون شونده مانند روغن ولک® در سالیان اخیر در کنترل آفات و به‌ویژه در مبارزه زمستانه از اهمیت زیادی برخوردار شده‌اند. این ترکیبات با تخریب کوتیکول جلد بدن حشره یا تخریب ساختار سلول و بر هم زدن تعادل آب، باعث مرگ حشره می‌شوند. این سموم بیشتر در کنترل آفات سپردار در مبارزه زمستانه و پیش بهاره استفاده می‌شوند (Ranjbar *et al*., 2018). با توجه به اهمیت سپردار واوی سیب و فقدان اطلاعات لازم در زمینه کارآیی حشره‌کش‌های جدید و به‌نسبت جدید در کنترل آن، در تحقیق حاضر اثر چهار حشره‌کش اسپیروتترامات (در دو غلظت)، فلوپیرادی‌فورون، پیری‌پروکسی‌فن و تیاکلوپرید علیه پوره‌های نسل اول و دوم و ماده‌های بالغ این آفت در منطقه سمیرم که یکی از مهم‌ترین مناطق سیب‌کاری ایران است، مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آفت‌کش‌های مورد استفاده

ویژگی‌ها و غلظت مورد استفاده حشره‌کش‌های به‌کار رفته در این مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. تمام آفت-کش‌های مورد استفاده از شرکت بایر آلمان (Bayer CropScience, Germany) تهیه شدند.

طراحی آزمایش

به منظور بررسی اثر سموم مختلف روی پوره‌های نسل اول و دوم و حشرات بالغ نسل دوم سپردار واوی سیب، دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۶ انجام شد. این آزمایش‌ها در دو باغ مختلف واقع در شهرستان سمیرم تکرار شد (مشخصات باغ‌های مورد مطالعه به شرح جدول ۲ می‌باشد). تیمارها شامل آب (شاهد)، اسپیروتترامات ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر، اسپیروتترامات ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر، فلوپیرادی‌فورون ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر، تیاکلوپرید ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر و پیری‌پروکسی‌فن ۰/۵ میلی لیتر بر لیتر بودند. در هر آزمایش، فاکتور اول، سم‌پاشی و فاکتور دوم، زمان‌های مختلف نمونه‌گیری (یک روز قبل از سم‌پاشی و ۱، ۳، ۵، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ روز پس از تاریخ سم‌پاشی) در نظر گرفته شد. در هر واحد آزمایشی یک درخت مورد مطالعه قرار گرفت. تاریخ‌های سم‌پاشی در هر آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. در هر دو باغ، زمانی سم‌پاشی صورت پذیرفت که با بررسی تخم‌های زیر سپر مشخص شد که هفتاد درصد از تخم‌هاتفریخ شده‌اند. پس از انجام سم‌پاشی، نام هر تیمار روی ورق آلومینیومی نوشته و روی درخت نصب شد. همچنین، مبارزه زمستانه در نیمه دوم اسفندماه ۱۳۹۶ انجام شد. در تمام آزمون‌ها پنج شاخه از هر درخت برای نمونه‌برداری قطع شدند. سپس، یک قسمت پنج سانتی‌متری از وسط شاخه انتخاب و جمعیت آفت روی آن شمارش شد. یک روز قبل از سم‌پاشی، نمونه‌برداری اولیه برای تعیین سطح آلودگی باغ، به روش ذکر شده انجام شد. کارایی مبارزه پیش بهاره با استفاده از چهار تیمار روغن ولک® با نسبت‌های ۱، ۱/۵ و ۲ درصد و شاهد، هر کدام در سه تکرار و هر تکرار شامل دو درخت مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور انجام نمونه‌برداری، از هر درخت پنج شاخه قطع شد. پس از آن یک قسمت پنج سانتی‌متری از وسط شاخه انتخاب و جمعیت آفت روی آن شمارش شد. از زمان ظهور پوره‌ها نمونه‌برداری به‌صورت هفتگی تکرار شد. کارایی بر اساس نمونه‌برداری‌های اول خرداد تا اواسط تیر و شمارش پوره یا بالغین نسل جدید محاسبه شد. با استفاده از میانگین جمعیت آفت در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، درصد تلفات با کمک فرمول تیلتون- هندرسون تصحیح شد و سپس برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد، از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

جدول ۱- حشره‌کش‌های مورد استفاده در کنترل سپردار واوی سیب

Table 1. Tested insecticides in control of the apple armored scale

Toxicant	Trade name	Toxicant group	IRAC group*	Recommended Concentration (g/L a.i.)
Spirotetramat	Movento®	Tetramic acid	23	0.075
Flupyradifurone	Civanto®	Botenolid	4D	0.100
Pyriproxyfen	Admiral®	IGR	7C	0.050
Thiacloprid	Bisacaya®	Nicotinoid	4A	0.120

*IRAC (Insecticide Resistance Action Committee)

جدول ۲- مشخصات درختان مورد استفاده در کنترل سپردار واوی سیب

Table 2. Characters of the trees used in the control of the apple armored scale

Generation	Orchard No.	Date of treatment	Age of tree (Year)	Height of tree (m)	Row distance (m)	Amount (L) of the diluted pesticide/tree
First	1	May 18	6-20	2-3	~2	15.0
	2		2-25	1-3	~4	15.0
Second	1	July 30	4-5	1	~4	3.5
	2		4-5	1	~4	3.5
Adult	1	August 18	8-10	1-2	~2	2.5
Egg	1	March 19	15-30	3-4	~3	5.0

نتایج و بحث

مقایسه اثر سموم روی مرحله پورگی سپردار واوی سیب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر آفت‌کش‌های مختلف روی درصد تلفات پوره‌های نسل اول و دوم آفت سپردار واوی سیب در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری، در دو باغ مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. نتایج نشان داد که در هر یک از آزمایش‌ها اثر سموم، اثر زمان‌های نمونه‌برداری و اثر متقابل آن‌ها بر درصد تلفات پوره‌ها معنی‌دار بود ($P<$۰/۰۱) (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. با توجه به نتایج، اثر سموم مختلف روی جمعیت آفت در تمام زمان-های بعد از سم‌پاشی اختلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). با در نظر گرفتن زمان نمونه‌برداری، مشخص شد که تمام تیمارها در روز اول بعد از سم‌پاشی باعث کاهش آلودگی آفت شدند. به‌علاوه یک روز پس از سم‌پاشی کارآیی سه آفت‌کش اسپیروتترامات ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر، فلوپیرادی‌فورون و تیاکلوپرید به‌طور معنی‌دار بیشتر از سایر آفت‌کش‌ها بود، ولی بیشترین میزان تلفات آفت در تیمار فلوپیرادی‌فورون مشاهده شد. این ترکیب به دلیل داشتن خاصیت ضربه‌ای، می‌تواند اثر خود را خیلی سریع و در مدت زمان کمی اعمال کند. این آفت‌کش بیشتر علیه حشرات مکنده مانند شته‌ها و سفیدبالک‌های مقاوم نسبت سایر ترکیبات گروه نئونیکوتینوئید به‌کار می‌رود (Nauen *et al*., 2015; Hesselbach and Scheiner, 2019) و می‌تواند با حرکت در آوندهای آبکش، اثر حشره‌کشی سریع و سیستمیک داشته باشد (Barbosa *et al*., 2017). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که چنانچه کاهش سریع جمعیت مد نظر است، استفاده از فلوپیرادی‌فورون توصیه می‌شود. یکی از مشکلات استفاده بی‌رویه از آفت‌کش‌ها، بروز مقاومت در آفات مختلف است که به‌نوبه خود باعث افزایش غلظت و تکرار سم‌پاشی می‌شود. این موضوع خود مشکلات زیست‌محیطی بسیاری را به‌دنبال دارد (Liang *et al*., 2018). بنابراین به‌منظور کنترل مؤثر و نیز کاهش احتمال بروز مقاومت در سپردار واوی سیب، استفاده از حشره‌کش‌های جدید با نحوه اثر متفاوت مانند فلوپیرادی-فورون ضروری به‌نظر می‌رسد. کارآیی بالای این آفت‌کش در کنترل آفات مکنده مانند *Myzus persicae* (Sulzer) (Hem.: Aphididae)، *Aphis gossypii* (Glover) (Hem.: Aphididae) و *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hem.: Aleyrodidae) گزارش شده است (Nauen, *et al*., 2015; Tang *et al*., 2019). یک هفته پس از سم‌پاشی، اسپیروتترامات (۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر) و فلوپیرادیفورون با بالاترین تلفات بیشترین کارآیی را نشان دادند و به دنبال آن‌ها، حشره‌کش‌های پیری‌پروکسی-فن و تیاکلوپرید قرار گرفتند. اسپیروتترامات از جمله سمومی است که به‌صورت تدریجی و پس از چند روز در مدت زمان طولانی‌تر، ولی به صورت پایدارتر اثر خود را اعمال می‌کند (Nauen *et al*., 2015). از آنجا که این سم

سیستمیک است و به‌صورت دو طرفه (هم در آوند چوبی و هم آوند آبکش) فعالیت می‌کند، به طور پایدار در سیستم آوندی باقی مانده و حتی تا دو هفته پس از سم‌پاشی نیز باعث کاهش جمعیت آفت می‌شود. اسپیروتترامات با نفوذ به داخل گیاه به فرم انول خود تجزیه می‌شود و به عنوان یک اسید ضعیف در آوندهای آبکش حرکت می‌کند. از آنجا که این حشره‌کش دارای حرکت دو طرفه بالا و پایین در گیاه است، بنابراین می‌تواند آفات پنهان شده در قسمت‌های مختلف گیاه و نیز آفات مکنده ریشه را نیز کنترل کند. از طرف دیگر، به دلیل ویژگی حرکت دو طرفه، این ترکیب حتی در برگ‌های تازه روییده (پس از سمپاشی) نیز موثر واقع می‌شود (Nauen *et al*., 2007). در همین راستا، رنجبر اقدم و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که اسپیروتترامات ۰/۷۵ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر از ۷ تا ۴۵ روز پس از سم‌پاشی از کارایی بالایی در کنترل سپردار واوی سیب برخوردار می‌باشد. این آفت‌کش از کارآیی بالایی در کنترل آفات مکنده مانند سفید بالک‌ها، پسیل‌ها، شته‌ها و انواعی از شپشک‌ها در شرایط آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای برخوردار است(Brück *et al*., 2009). همچنین اسپیروتترامات از جمله آفت‌کش‌های قابل استفاده در مدیریت کنترل آفات سیب گزارش شده است. به‌طوری‌که از کارآیی طولانی مدت (دست‌کم شش هفته) و بسیار خوبی در کنترل هم‌زمان آفات مختلف مکنده سیب، مانند گونه‌های مختلف شته از جمله *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hem.: Aphididae)، *A. pomi* DeGeer (Hem.: Aphididae) و *Aphis spiraecola* Patch. (Hem.: Aphididae) و شپشک‌های سیب مانند *Lepidosaphes ulmi* (L.) (Hem.: Diaspididae) برخوردار می‌باشد (Schoevaerts *et al*., 2011). همچنین، نتایج استفاده از اسپیروتترامات روی رشد و نمو و تولیدمثل شته *M. persicae* بیانگر اثرگذاری آهسته ولی پیوسته این آفت‌کش می‌باشد (Wang *et al*., 2016). مطالعه انجام شده روی شته *A. gosypii* نیز نشان‌دهنده افزایش اثر اسپیروتترامات با گذشت زمان است (Gong *et al*., 2016). بررسی درصد تلفات پوره‌ها در دو نسل بیانگر کارآمدی بالاتر دو ترکیب فلوپیرادیفورون و اسپیروتترامات نسبت به سایر سموم می‌باشد. البته تیمار فلوپیرادی‌فورون به دلیل خاصیت ضربه‌ای اثر سریع‌تری را نشان داد، ولی اثر اسپیروتترامات پس از گذشت یک هفته قابل مقایسه با اثر فلوپیرادی‌فورون بود. هر دو آفت‌کش دارای اثر طولانی‌مدت بودند. نکته مهم دیگر این بود که اسپیروتترامات با غلظت ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر دارای کارآیی مشابه فلوپیرادی‌فورون با غلظت ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر بود. بنابراین با لحاظ کردن غلظت که از تأثیر بالایی در اثرات جانبی سموم برخوردار است، می‌توان فلوپیرادی‌فورون را به عنوان مهم‌ترین ترکیب در کنترل سپردار واوی سیب در نظر گرفت. در هر حال می‌توان کارآیی تیمارهای مختلف را ۳۵ روز پس از سم‌پاشی به‌شکل: اسپیروتترامات ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر>فلوپیرادی‌فورون>اسپیروتترامات ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر>تیاکلوپرید≥پیری‌پروکسی‌فن درجه‌بندی کرد. بنابراین، تمام تیمارها در هر دو نسل آفت، تلفات قابل ملاحظه‌ای را به آفت مورد نظر وارد کردند. تیمارهای تیاکلوپرید و پیری‌پروکسی‌فن نسبت به سایر تیمارها پایین‌ترین اثربخشی را نشان دادند، ولی با گذشت زمان میزان مرگ و میر آنها افزایش یافت و ۳۵ روز پس از سم‌پاشی به بیشترین مقدار خود رسید. در مجموع، با توجه به داده‌های تحقیق حاضر، این دو آفت‌کش در مقایسه با اسپیروتترامات و فلوپیرادی‌فورون کارایی مطلوبی در کنترل سپردار واوی سیب نشان ندادند. آفت‌کش تیاکلوپرید در باغ‌های سیب منطقه سمیرم، بیشتر برای کنترل کرم سیب کاربرد دارد و تا حدودی کنترل کننده حشرات مکنده مانند شته نیز می‌باشد (Purhematy *et al*., 2013). پیری‌پروکسی‌فن از جمله شبه‌هورمون‌های جوانی است که از تفریخ تخم جلوگیری کرده و مانع تبدیل پوره به حشره کامل می‌شود (Ishaaya *et al*., 1994). در تأیید این دستاورد، نتایج کاربرد پیری‌پروکسی‌فن علیه شپشک سن‌ژوزه، *Diaspidiotus perniciosus* (Comstock) (Hem.: Diaspididae) نشان‌دهنده اثرگذاری پایین این آفت‌کش می‌باشد (Sazo *et al*., 2016). از طرف دیگر، نتایج کاربرد این حشره‌کش

جدول ۳- تجزیه واریانس درصد تلفات پوره‌های نسل اول و دوم و حشرات بالغ نسل دوم سپردار واوی سیب بعد از سمپاشی با سموم مختلف در زمان‌های مختلف در دو باغ

Table 3. Variance analysis of the apple armored scale first and second generation nymphs and second generation adult's mortality in the different days after treatment with different pesticides in two orchards

Orchard	Source of variation	Developmental stage					
		First generation nymph		Second generation nymph		Adult	
		df	MS	df	MS	df	MS
No 1	Block	2	36.16	2	5.21*	2	0.08*
	Toxicant	4	3836.46**	4	6539.61 **	4	3.15**
	Day	7	1147.63**	7	11854.81 **	7	17.76**
	Toxicant*Day	28	431.93**	28	216.71 **	28	0.42**
	Error	79	12.09	78	1.50	78	0.02
	CV (Percent)		4.33		2.15		19.17
No 2	Block	2	28.28	2	18.30**	2	0.20
	Toxicant	4	11769.66**	4	6290.01**	4	4.78**
	Day	4	1624.12**	7	11560.48**	7	24.23**
	Toxicant*Day	16	1152.30**	28	343.70**	28	0.47**
	Error	48	17.59	78	3.02	78	0.04
	CV (Percent)		14.43		2.74		22.10

* and **: Significant at 5 and 1 percent levels of probability, respectively

علیه شپشک قرمز کالیفرنیا، *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem.: Diaspididae) بیانگر این است که کاربرد یک پی‌پی‌ام از این آفت‌کش می‌تواند به عنوان عامل تشخیص جمعیت مقاوم و حساس این آفت مورد استفاده قرار گیرد (Rill *et al*., 2007). در تحقیق دیگری روی شپشک *Unaspis euonymi* (Comstock) (Hom.: Diaspididae)، مشخص شد که ایمیداکلوپرید از کارآیی لازم در کنترل این آفت برخوردار نیست، اما پیری‌پروکسی‌فن می‌تواند کنترل خوبی علیه آفت اعمال کند (Rebek and Sadof, 2003). نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده این است که تیمار اسپیروتترامات با غلظت ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر کارآیی پایین‌تری نسبت به تیمار اسپیروتترامات با غلظت ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر دارد. بنابراین توجه به دوز مصرفی مناسب برای کنترل آفت ضروری به‌نظر می‌رسد. نتایج حاصل از سم‌پاشی در باغ شماره دو (جدول ۵) تأییدکننده نتایج حاصل شده از باغ شماره یک بود. به‌طوری که اختلاف معنی‌دار بین درصد مرگ و میر پوره‌ها در تیمارهای مختلف مشاهده شد. در مطالعه‌ای که روی اثر سموم اسپیروتترامات، پیری‌پروکسی‌فن و کلرپیروفوس علیه *A. auranti* انجام گرفت، مشخص شد که اسپیروتترامات بالاترین اثربخشی و پیری‌پروکسی‌فن پایین‌ترین اثر را به دنبال داشته است (Campolo *et al*., 2015). مطالعه آزمایشگاهی دیگری روی *A. aurantii* نشان داد که اسپیروتترامات باعث کاهش ۸۹ درصدی باروری آفت شد (Garcerá *et al*., 2013). همچنین، در بررسی دیگری که روی کارایی چهار حشره‌کش کلرپیروفوس، فنوکسی‌کارب، پیری‌پروکسی‌فن و متی‌داتیون، روی *Quadraspidiotus perniciousus* (Comstock) (Hem.: Diaspididae) انجام پذیرفت، کلرپیروفوس موثرترین ترکیب علیه این آفت بود و بقیه سموم کارآیی پایین‌تری را نشان دادند (Torres *et al*., 2001). اثر سموم اسپیروتترامات، فلوپیرادی‌فورون، تیاکلوپرید و پیری‌پروکسی‌فن و همچنین غلظت‌های متفاوت اسپیروتترامات شامل ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر در نسل اول و دوم و روی مرحله پورگی آفت در مجموع بیانگر این است که اسپیروتترامات با غلظت ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر

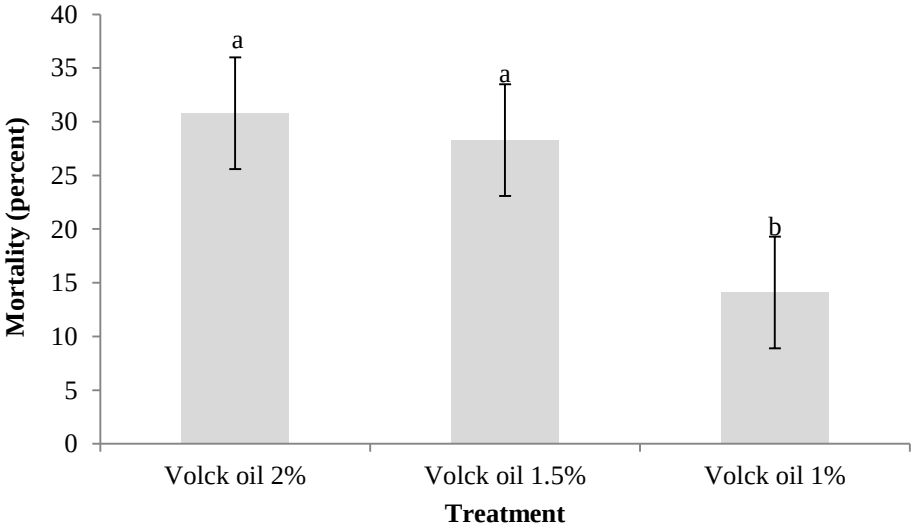
لیتر و فلوپیرادی‌فورون با غلظت ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر بهترین اثر را در کاهش جمعیت سپردار واوی سیب دارند، اما اسپیروتترامات به دلیل دارا بودن خاصیت سیستمیک دو طرفه در آوند چوبی و آبکش، چند روز پس از سم‌پاشی اثر خود را به طور کامل نشان داد؛ در حالی‌که فلوپیرادی‌فورون به دلیل داشتن اثر ضربه‌ای تاثیر آفت‌کشی خود را زودتر و در اولین روز پس از سم‌پاشی بروز داد.

مقایسه اثر سموم روی مرحله بالغ نسل دوم سپردار واوی سیب

در بررسی اثر آفت‌کش‌های مختلف روی مرحله بالغ سپردار واوی سیب، نتایج (جدول‌های ۴ و ۵) در مجموع بیانگر این است که تا ۵ روز پس از سم‌پاشی بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار از نظر کاهش جمعیت آفت وجود ندارد و میزان مرگ و میر در حد صفر است؛ اما، از روز هفتم پس از سم‌پاشی اختلاف بین درصد مرگ و میر بین تیمارهای مختلف نمایان شد. در هر حال هیچ‌کدام از آفت‌کش‌ها کارایی خوبی در کنترل حشرات بالغ نداشتند، به‌طوری که بالاترین کارآیی (حدود ۴/۵ درصد مرگ ومیر) در اسپیروتترامات ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر و ۸ هفته پس از سم‌پاشی مشاهده شد. بنابراین، می توان گفت که هنگامی که سپردار واوی سیب در مرحله بالغ و زیر سپرمومی به سر می برد، مبارزه شیمیایی با استفاده از حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی آن مؤثر نیست.

مقایسه اثر غلظت‌های مختلف روغن ولک® در مبارزه پیش بهاره روی سپردار واوی سیب

بررسی‌های انجام گرفته با استفاده از روغن ولک® به عنوان عامل کنترل زمستانه نشان داد که این روش در کاهش جمعیت سپردار واوی سیب تاثیرگذار است (شکل ۱). بنابراین، مبارزه زمستانه را می‌توان به عنوان یک روش مؤثر در تلفیق با مبارزه بهاره برای کاهش جمعیت آفت به‌کار برد. بهترین کارآیی در تیمار روغن ولک ۲ درصد بدست آمد. هر چند بین کارایی تیمار مذکور و تیمار روغن ولک® ۱/۵ درصد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کمترین اثرگذاری در تیمار روغن ولک® یک درصد مشاهده شد. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که استفاده از روغن ولک® ۲-۱/۵ درصد برای کاهش جمعیت سپردار واوی سیب اثرگذاری قابل توجهی دارد و با



شکل ۱- درصد تلفات تخم (± خطای معیار) سپردار واوی سیب در سطح پنج سانتی‌متر مربع از شاخه (حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد است)

Figure 1. Egg mortality percentage (± standard error) of apple armored scale in 5 cm^2 of a branch. Different letters indicate significant difference (Tukey, $p \leq 0.05$)

جدول ۴- مقایسه میانگین (درصد) تلفات پوره‌های نسل اول و دوم و حشرات بالغ نسل دوم سپردار واوی سیب بعد از سمپاشی با سموم مختلف در زمان‌های مختلف در باغ شماره ۱

Table 4. Mean comparison of mortality (percent) in the first and second generation nymphs and second generation adults of the apple armored scale in the different days after treatment in orchard No 1.

Generation	Treatment	Mortality (percent) at the days after treatment							
		1	3	5	7	14	21	28	35
First	Spirotetramat 0.5	59.2±4.4 mn	70.9±2.9 h-l	23.7±1.6 o	35.0±5.5 o	60.5±5.1 k-n	89.8±0.7 a-f	71.7±0.2 h-k	87.4±2.5 c-g
	Spirotetramat 0.75	86.3±3.1 d-g	89.3±3.7 a-f	87.7±1.9 b-g	92.8±1.4 a-e	84.9±2.9 e-g	91.8±1.3 a-e	98.1±0.3 a-c	100.0±0.0 a
	Flupyradifurone	93.4±0.3 a-e	94.5±0.4 a-e	93.6±0.5 a-e	94.3±0.9 a-e	70.1±2.7 h-m	95.8±0.2 a-e	97.1±0.1 a-d	98.9±0.4 ab
	Thiacloprid	87.5±0.9 b-g	90.4±0.9 a-f	76.3±0.7 gh	70.9±3.7 h-l	61.3±2.5 j-n	80.2±1.5 f-h	91.2±0.8 a-f	94.5±0.8 a-e
	Pyriproxyfen	63.2±0.1 i-n	77.5±0.7 gh	72.9±0.1 hi	91.0±0.4 a-f	60.0±0.1 l-n	72.6±0.6 h-j	57.7±0.4 n	91.8±0.7 a-e
Second	Spirotetramat 0.5	13.7±0.3 qr	29.7±0.6 n	45.3±1.0 l	67.0±0.6 h	76.5±0.9 f	92.5±0.6 c	94.7±0.7 bc	97.6±0.3 ab
	Spirotetramat 0.75	18.8±0.3 p	31.6±0.n	54.8±1.1 jk	71.9±0.4 g	82.0±0.6 e	95.0±0.4 bc	97.9±0.5 ab	100.0±0.0 a
	Flupyradifurone	18.5±0.2 p	53.3±0.1 k	58.6±0.3 ij	73.1±0.5 fg	86.6±0.5 d	92.4±0.6 c	97.2±0.2 ab	99.4±0.4 a
	Thiacloprid	16.4±0.2 p-r	15.1±0.2 p-r	13.4±0.qr	17.2±0.5 pq	33.0±0.9 mn	51.1±1.2 k	65.4±1.5 h	80.9±0.8 e
	Pyriproxyfen	2.0±0.5 s	13.0±0.8 r	24.6±1.0 o	36.3±0.5 m	42.9±0.9 l	60.8±1.0 i	73.2±1.3 fg	80.9±1.6 e
Adult	Spirotetramat 0.5	0.0±0.0 j	0.4±0.1 h-j	0.1±0.1 j	1.5±0.2 e	1.5±0.2 ef	2.2±0.1 cd	0.8±0.0 g-i	4.3±0.1 a
	Spirotetramat 0.75	0.0 ±0.0 j	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.1±0.0 j	0.2±0.1 j	1.7±0.2 de	0.1±0.1 j	2.4±0.9 c
	Flupyradifurone	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.5±0.1 h-j	0.0±0.0 j	1.0±0.0 fg	0.0±0.0 j	3.0±0.0 b
	Thiacloprid	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.4±0.1 h-j	1.5±0.2 ef	2.3±0.2 c	0.3±0.1 ij	3.0±0.1 b
	Pyriproxyfen	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.0±0.0 j	0.*±0.1 gh	0.0±0.0 j	3.1±0.2 b

Means in each experiment fallowed by similar letters are not significantly different (Tukey's test, $P > 0.05$)

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد تلفات پوره‌های نسل اول و دوم و حشرات بالغ نسل دوم سپردار واوی سیب بعد از سمپاشی با سموم مختلف در زمان‌های مختلف در باغ شماره ۲

Table 5. Mean comparison of mortality (percent) in the first and second generation nymphs and second generation adults of the apple armored scale in the different days after treatment in orchard No 2.

Generation	Treatment	Mortality (percent) at the days after treatment							
		1	3	5	7	14	21	28	35
First	Spirotetramat 0.5	11.7±2.2 fg	64.2±6.3 b-d	30.2±2.6 e	55.7±2.8 d	51.6±3.3 d	-	-	-
	Spirotetramat 0.75	58.1±1.2 cd	69.9±1.8 a-c	64.6±2.3 b-d	75.3±0.1 ab	76.6±1.4 ab	-	-	-
	Flupyradifurone	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	58.4±4.3 cd	78.2±3.4 a	-	-	-
	Thiacloprid	24.7±4.9 ef	6.9±3.4 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	-	-	-
	Pyriproxyfen	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	-	-	-
Second	Spirotetramat 0.5	15.9±0.4 s	35.1±0.8 op	55.1±1.4 m	85.1±1.0 fg	89.2±0.4 ef	93.7±0.5 b-e	97.1±0.3 a-c	98.0±0.3 a-c
	Spirotetramat 0.75	21.9±0.4 qr	37.7±0.9 o	67.3±1.6 jk	92.5±0.6 c-e	94.3±0.5 a-e	95.8±0.6 a-d	98.7±0.7 ab	100.0±0.0 a
	Flupyradifurone	21.9±0.3 qr	64.3±0.3 kl	73.4±0.5 i	89.6±0.6 ef	90.8±0.4 d-f	93.1±0.5 b-e	96.0±0.6 a-d	97.0±0.6 a-c
	Thiacloprid	19.3±0.2 r-s	18.5±0.3 q-s	17.3±0.5 rs	23.5±0.8 q	47.8±1.4 n	76.1±0.7 hi	83.0±0.9 g	86.0±1.1 fg
	Pyriproxyfen	2.3±0.6 t	15.3±1.0 s	29.9±1.2 p	45.9±0.9 n	58.4±1.5 m	59.6±2.1 lm	70.9±2.7 ij	81.5±3.5 gh
Adult	Spirotetramat 0.5	0.2±0.2 fg	1.0±0.2 de	0.1±0.1 g	2.3±0.1 c	1.2±0.1 d	3.4±0.2 b	0.8±0.2 d-f	4.5±0.1 a
	Spirotetramat 0.75	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.2±0.1 fg	1.0±0.0 de	1.4±0.2 d	0.1±0.1 g	3.8±0.2 b
	Flupyradifurone	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.4±0.1 e-g	0.1±0.0 g	1.3±0.0 d	0.0±0.0 g	3.4±0.1 b
	Thiacloprid	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	1.2±0.2 d	0.5±0.3 e-g	2.5±0.2 c	0.2±0.1 fg	3.2±0.2 b
	Pyriproxyfen	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.0±0.0 g	0.2±0.1 fg	0.1±0.1 g	1.0±0.2 de	0.0±0.0 g	3.2±0.2 b

Means in each experiment fallowed by similar letters are not significantly different (Tukey's test, $P > 0.05$)

این روش می‌توان کنترل بهتری را برای آفت انجام داد. در همین راستا، بررسی تأثیر روغن امولسیون شونده روی بالشک مرکبات *Pulvinarai aurantti* (Hem.: Diaspididae) در باغ‌های استان مازندران نشان داد که روغن‌پاشی در سه مرحله (زمستانه با غلظت ۱/۵ درصد و به دنبال آن در اوایل تیر و مهرماه با غلظت ۰/۵درصد) بالاترین تأثیر را روی بالشک مرکبات دارد و روغن‌پاشی دو مرحله‌ای (در اوایل تیر و مهرماه با غلظت ۰/۵ درصد) در درجه دوم قرار گرفت (Gholamian *et al*., 2012). در تحقیقی دیگر، کارآیی روغن امولسیون‌شونده روی کنترل نسل زمستانگذران *Pseudocaulapsis pentagona* Cockerell (Hem.: Diaspididae) با روغن‌پاشی زمستانه با غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد و حشره‌کش کلرپیریفوس ۱/۵ درصد به اضافه روغن ولک® ۱ درصد و شاهد ارزیابی شد. نتایج نشان داد که حشره‌کش کلرپیریفوس ۱/۵ درصد به اضافه روغن ولک® ۱ درصد و روغن ولک® ۲ درصد بیشترین میزان مرگ و میر را در نسل زمستان‌گذران سپردار دارد و روغن ۰/۵ و یک درصد باعث کمترین مرگ و میر در سپردار شدند (Golamian *et al*., 2013). همچنین، کاربرد هم‌زمان کلرپیریفوس و روغن ولک® بیانگر افزایش کارآیی آفت‌کش علیه پوره سن یک شپشک زرد شرقی، *A. aorientalis* بود (Ranjbar *et al*., 2018). مطالعه دیگری که روی سپردار شمشاد، *Unaspise uonymi* Comstock (Hem.: Diaspididae) انجام گرفت نشان داد که افزودن روغن معدنی به آفت‌کش کلرپیری‌فوس کارآیی آن را به‌طور معنی‌دار افزایش می‌دهد (Gholamzadeh-Chitgar *et al*., 2018). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از روغن ولک® در مبارزه پیش‌بهاره می‌تواند کاهش‌دهنده جمعیت برای شروع نسل بعد باشد و تا حدودی به کاهش مصرف حشره‌کش‌ها برای مبارزه بهاره منجر شود. در مجموع، نتایج تحقیق حاضر بیانگر کارآیی بالای دو آفت‌کش اسپیروتترامات و فلوپیرادی‌فورون در کنترل مراحل نابالغ سپردار واوی سیب است، ولی این آفت‌کش‌ها کنترل موثری علیه مراحل بالغ آفت اعمال نکردند.

References

Barbosa, P. R. R., Michaud, J. P., Bain C. L. and Torres, J. B. 2017. Toxicity of three aphicides to the generalist predators *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Ecotoxicology** 26: 589–599.

Brück, E., Elbert, A., Fischer, R., Krueger, S., Kühnhold, J., Klueken, A. M., Nauen, R., Niebes, J. F., Reckmann, U., Schnorbach, H. J., Steffens, R. and Van Waetermeulen, X. 2009. Movento®, an innovative ambimobile insecticide for sucking insect pest control in agriculture: Biological profile and field performance. **Crop Protection** 28: 838–844.

Campolo, O., Malacrinò, A., Grande, S. B., Chiera, E. and Palmeri. V. 2015. Efficacy of selected insecticides for the control of the California red scale in Southern Italy**. Acta Horticulturae** 1065: 1149-1156 .

Cheraghi, D. 2013. Study on the effect of economical policies on control of apple market in Iran. **Business Studies** 63: 99-117 (In Persian).

Colares, F., Michaud, J. P., Bain, C. L. and Torres, J. B. 2017. Relative toxicity of two aphicides to *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae): implications for integrated management of sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology** 110: 52–58.

Garcerá, C., Ouyang, Y., Scott, S. J., Moltó, E. and Grafton-Cardwell, E. E. 2013. Effects of spirotetramat on *Aonidiell aaurantii* (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoid, *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Journal of Economic Entomology** 106: 2126-2134.

Gholamian, E., Aghajanzadeh, S., Fifaei, R. and Goleyn, B. 2013. Effect of various insecticides on Pseudaulacaspis pentagona and its parasitoeid on kiwifruit trees (*Actinidia chinensis*). **Plant Protection Journal** 5: 35-44 (In Persian).

Gholamian, E., Aghajanzadeh, S., Halaji Sani, M. F. and Taheri, H. 2012. Study on the effect of emulcifiable on in control of *Pulvinaria aurantti* in Mazandran Province, Iran. 19th Iranian Plant Protection Congress, Tehran, Iran.

Gholamzadeh-Chitgar, M., Heidari A. and Pormoradi, S. 2018. Effect of mineral oils, insecticidal soap (Palizin®) and chlorpyrifos on *Unaspis euonymi* Comstock (Hem.: Diaspididae) underfield conditions. **Plant Pest Research** 8: 41-51.

Gong, Y., Shi, X., Desneux, N. and Gao, X. 2016. Effects of spirotetramat treatments on fecundity and carboxylesterase expression of Aphis gossypii Glover. **Ecotoxicology** 25: 655–663.

Hesselbach, H. and Scheiner, R. 2019. The novel pesticide flupyradifurone (Sivanto) affects honeybee motor abilities. **Ecotoxicology** 28: 354-366.

Ishaaya, I. and Horowitz, R. 1995. Pyriproxyfen, a novel insect growth regulator for controlling whiteflies: Mechanisms and resistance management**. Pesticide Science** 43: 227-232.

Liang, P. Z., Ma, K. S., Chen, X. W., Tang, C. Y., Xia, J., Chi, H. and Gao X. W. 2018. Toxicity and sublethal effects of flupyradifurone, a novel butenolide insecticide, on the development and fecundity of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology** 112: 852–858.

Nauen, R., Jeschke, P., Velten, R., Beck, M. E., Ebbinghaus-Kintscher, U., Thielert, W., Wölfel, K., Haas, M., Kunz, K. and Raupach, G. 2015. Flupyradifurone: A brief profile of a new butenolide insecticide. **Pest Management Science** 71: 850–862.

Nourbakhsh, S. 2018. List of important pests, diseases and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods for their control. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Plant Protection Organization, Iran (In Persian).

Purhematy, A., Ahmadi, K. and Moshrefi, M. 2013. Toxicity of thiacloprid and fenvalerate on the black bean aphid, *Aphis fabae*, and biosafety against its parasitoid, *Lysiphlebus fabarum*. **Journal of Biopesticides** 6: 207–210.

Ranjbar Aghdam, H., Kamali, H., Foruzam, M. and Emami, M. S. 2018. Studying on the efficacy of spirotetramat (Movento SC 10%) for chemical control of the mussel scale, *Lepidosaphes malicola*. 23rd Iranian Plant Protection Congress, Tehran, Iran.

Ranjbar, S., Heidari, A. and Ziaei Madbouni, M. A. 2018. Evaluation of the efficacy of the Volk oil and chlorpyrifos (EC 40.8%) on *Aonidiella orientalis* and *Chilocorus bipustulatus*. **Pesticides in Plan Protection Sciences** 5: 9-21.

Rebek, E. J. and Sadof C. S. 2003. Effects of pesticide applications on the euonymus scale (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoid, *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Journal of Economic Entomology** 96: 446-452.

Rill, S., Grafton-Cardwell, E. E. and Morse, J. G. 2007. Effects of pyriproxyfen on California red scale (Hemiptera: Diaspididae) development and reproduction. **Journal of Economic Entomology** 100: 1435-1443.

Sazo, L., Sanhueza, V., Sepulveda, H. and Prieto, M. 2016. Efficacy of acetamiprid, phosmet, chlorpyrifos and pyriproxyfen on the fixing and development of nymphs of *Diaspidiotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae) on apple fruits. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina** 75: 37-43.

Schoevaerts, C., Goossens, D., D'Haemer, K., Van Dyck, H. and De Maeyer, L. 2011. The multitarget use of spirotetramat (Movento® 100 SC): Simultaneous control of key pests in apples. **Acta Horticulture** 917: 69–76.

Tang, Q., Ma, K., Chi, H., Hou, Y. and Gao X. 2019. Transgenerational hormetic effects of sublethal dose of flupyradifurone on the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **PLOS ONE** https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208058.

Tison, L., Holtz, S., Adeoye, A., Kalkan, Ö., Irmisch, N. S., Lehmann, N. and Menzel, R. 2017. Effects of sublethal doses of thiacloprid and its formulation Calypso® on the learning and memory performance of honey bees. **Journal of Experimental Biology** 220: 3695-3705.

Torres, L. M., Rodrigues, A. N. and Avilla, J. 2001. Chemical control of *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae) in apples and side effects on phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). **Iobc Wprs Bulletin** 24: 207-212 .

Wang, Z. H., Gong, Y. J., Jin, G. H., Zhu, L. and Wei, S. J. 2016. Effects of spirotetramat on development and reproduction of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Australian Entomologist** 55: 235–241.

Plant Pest Research
2020-10 (1): 17-29

Comparing the efficacy of common insecticides against the apple armored scale, *Lepidosaphes malicola* (Hem.: Diaspididae) in apple orchards of Semirom, Iran

P. Nazari[1], N. Poorjavad[1], H. Izadi[2*]and S. R. Sahhafi[3]

1. Department of Plant Protection, Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, 3. Department of Genetics and Plant Production, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

(Received: January 6, 2020- Accepted: May 26, 2020)

Abstract

The apple armored scale, *Lepidosaphes malicola* Borchsenius (Hem.: Diaspididae) an important pest of fruit trees. Control of this pest depends mostly on the use of chemical pesticides. To study the effect of several pesticides on the pest population, two separate experiments were conducted in a randomized complete block design with three replications in two orchards. The first factor was treatments [control (water), spirotetramat 0.5 and 0.75 ml/L, flupyradifurone, thiacloprid, and pyriproxyfen 0.5 ml/L]. The second factor was the sampling time (1 day before and 1, 3. 5, 7, 14, 21, 28 and 35 days after treatment). Spirotetramat and flupyradifurone (with more than 80 percent mortality) had the most effect on the nymphal mortality. The mortality in thiacloprid and pyriproxyfen was lower than that of spirotetramat and flupyradifurone. By considering the treatment time, the mortality rate of nymphs by flupyradifurone, a butenolide with knockdown effect reached its highest level one day after treatment. In 0.75 ml/L concentrations of spirotetramat the highest decrease in the nymphal population was observed one week after treatment. Spirotetramat with up and down bilateral movement ability is a very long-lasting systemic insecticide. Results indicated a negligible effect of the pesticides on adult mortality under female shields. The use of 1.5- 2 percent volck® oil in winter spraying had a significant effect on pest control. Overall, spirotetramat and flupyradifurone showed a significant effect on the nymph's control and can be recommended.

Key words: Spirotetramat, flupyradifurone, thiacloprid, pyriproxyfen

* Corresponding author: izadi@vru.ac.ir