



Scientific article

The efficacy of integrating emulsifiable oil, Spirotetramat and insecticidal soap treatments on control of Armenian comma hard scale, *Lepidosaphes malicola* (Hem.: Diaspididae)

NAZANIN DORYANIZADEH¹ , HOSSAEIN RANJBAR AGHDAM², AMIN SEDRATIAN JAHROMI³, MEHRNOOSH NEGAHBAN⁴, HADI KARIMI POURFARD⁵

1. Ahmad Agricultural and Natural-Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Kohgiluyeh and Boyer Resources Research and Education Center Iran ,AREEO, Yasouj; 2. ,Professo Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization ,(AREEO) ,Tehran Iran; 3. sociate Professor,Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University, As Yasouj, Iran; 4. Ahmad Province, Plant-M.Sc. Graduate, Agricultural Jihad Organization of Kohgiluyeh and Boyer Protection Organization, Yasouj, Iran; 5.-rofessor, Plant Protection Research Department, Kohgiluyeh and Boyer Assistant P Ahmad Agricultural ,and Natural Resources Research and Education Center AREEO, Yasouj, Iran.

(Received: Jan. 2026; Accepted: July. 2026)

Abstract

Armenian comma hard scale, *Lepidosaphes malicola*, is one of the important pests of fruit trees in cold climate regions, especially in apple orchards. Scale insects are difficult to manage using pesticides alone due to their waxy cover that reduces penetration of pesticides. Therefore, performing a management plan for the effective control of this pest has been considered in this research. The experiment was conducted in a randomized complete block design in two apple orchards of Dashteroom and Kakan regions in Kohgiluyeh and Boyer Ahmad province. The winter treatments included winter emulsifiable oil (Volk®), spirotetramat (Movento®) and insecticidal soap (Palizin®). The 1.5% emulsifiable oil (Volk®) was applied to overwintering stage of this pest. Application of winter oil caused 37.6 and 31.8 percent egg mortality in Dashtroom and Kakan regions, respectively. The mean comparison of the treatments efficacy against the crawles of the first generation showed 84% mortality for 1.5 ml/L insecticidal soap and 97% mortality for 0.75 ml/L spirotetramat. On the basis of the results, it was found that the best program for management of this pest includes winter application of 1.5% emulsifiable oil, followed by spraying of 0.75% spirotetramat against the crawlers of the first generation of this pest. In addition to choosing the type of the treatment, the optimum time to determine spraying time was based on the emergence of more than 50% of crawlers that is also a key factor in successful management of this pest.

Keywords: Horticultural oil, pesticides, pest managemen, pome fruits.

¹ n.daryanizadeh@areeo.ac.ir



مقاله پژوهشی

بررسی کارایی تلفیق روغن امولسیون شونده، اسپیروتترامات و صابون حشره کش در کنترل شپشک واوی

سیب (*Lepidosaphes malicola* (Hem.: Diaspididae)نازنین دریانی زاده[✉]، حسین رنجبر اقدم^۲، امین صداریان جهرمی^۳، مهرنوش نگهبان^۴، هادی کریمی پور فرد^۵

۱- استادیار بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران؛ ۲- استاد بخش تحقیقات حشره شناسی کشاورزی، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران؛ ۳- دانشیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران؛ ۴- کارشناسی ارشد، سازمان جهاد کشاورزی استان کهگیلویه و بویراحمد، حفظ نباتات، یاسوج، ایران؛ ۵- استادیار بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

(تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۴؛ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۵)

چکیده

شپشک واوی سیب، *Lepidosaphes malicola*، از آفات مهم درختان میوه سردسیری به ویژه درختان سیب است. وجود سپر باعث حفاظت این آفت در برابر آفت کش های شیمیایی می شود و همین مسئله کنترل این آفت با روش های متداول را دشوار می کند. در پژوهش حاضر، ارائه برنامه مدیریتی برای کنترل مؤثر و کاربردی این آفت مورد توجه قرار گرفته است. این تحقیق در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در دو باغ سیب در دهستان های دشت روم و کاکان استان کهگیلویه و بویراحمد اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل روغن امولسیون شونده زمستانه ولک[®]، حشره کش- اسپیروتترامات (موونتو[®]) و صابون حشره کش پالیزین[®] بود. تیمار زمستانه روغن امولسیون شونده با غلظت ۱/۵ درصد علیه مرحله زمستان گذران آفت مورد استفاده قرار گرفت. اثربخشی این تیمار از طریق مرگ و میر تخم های زمستان گذران ارزیابی شد. کاربرد روغن زمستانه به ترتیب در مناطق دشت روم و کاکان باعث ۳۷/۶ و ۳۱/۸ درصد مرگ و میر تخم ها شد. نتایج مقایسه میانگین تیمارهای استفاده شده علیه پوره های نسل اول شپشک واوی سیب نشان داد که مرگ و میر لاروها در اثر کاربرد تیمار صابون حشره کش ۱/۵ در هزار به ۸۴ درصد و اسپیروتترامات ۰/۷۵ در هزار به ۹۷ درصد رسید. بر اساس نتایج به دست آمده، بهترین برنامه برای کنترل این آفت کاربرد تیمار زمستانه روغن امولسیون شونده با غلظت ۱/۵ درصد و به دنبال آن کاربرد تیمار اسپیروتترامات ۰/۷۵ در هزار علیه پوره های سن اول نسل اول آن است. عامل کلیدی دیگر در مدیریت تلفیقی موفقیت آمیز این آفت علاوه بر انتخاب نوع تیمار، زمان مناسب سمپاشی بر اساس خروج بیش از ۵۰ درصد پوره های سن اول است.

واژه های کلیدی: درختان میوه دانه دار، روغن باغبانی، سموم سیستمیک، مدیریت آفات

مقدمه

شپشک واوی سیب، *Lepidosaphes malicola* Borchsenius 1974 (Hem.: Diaspididae)، یکی از آفات مهم درختان سیب است. پوره‌های این آفت در اواخر فروردین و اوایل اردیبهشت پس از خروج از تخم روی شاخه‌ها، تنه، میوه و به ندرت روی برگ‌ها فعالیت می‌کنند و از شیر گیاهان میزبان تغذیه می‌نمایند. تغذیه از میوه باعث کوچک شدن میوه و بدشکلی آن می‌گردد. خسارت شدید باعث ترک خوردن پوست شاخه و تنه و همچنین کاهش میزان محصول می‌شود. شدت خسارت روی میزبان‌های حساس، خشک شدن درخت را به دنبال دارد (Esmaili, 2007). هر ساله باغداران برای کاهش خسارت این آفت از سموم شیمیایی و روغن‌های امولسیون‌شده استفاده می‌کنند اما علی‌رغم استفاده از این راهکارها در باغ‌های آلوده، به دلایلی از قبیل سپر چند لایه این حشره و کم بودن خاصیت نفوذی برخی از حشره‌کش‌های متداول، خسارت این آفت در باغ‌ها همچنان بالا بوده و نتایج رضایت‌بخشی برای کنترل آن حاصل نشده است (Ranjbar Aghdam et al., 2020).

در ایران مطالعاتی در زمینه ارزیابی اثرات آفت‌کش‌ها برای کنترل این آفت انجام شده است. در پژوهش‌های انجام شده حشره‌کش کلرپیرفوس متیل (دورسبان) (EC 40.8%) ۱ تا ۱/۵ در هزار، همراه با روغن امولسیون‌شونده به نسبت ۱ در هزار با یا بدون روغن امولسیون‌شونده نیز توانسته سپردار واوی سیب را تا ۱۵ روز بعد از سمپاشی در حد قابل قبولی کنترل نماید (Ranjbar Aghdam, 2018). نتایج ارائه شده توسط محمدی‌پور (Mohammadipour, 2019a) نشان داد که برخی از این نشان‌های تجاری حشره‌کش کلرپیرفوس (EC 40.8%) با غلظت ۱/۵ در هزار را برای کنترل شیمیایی سپردار واوی سیب مورد استفاده تا ۱۴ روز پس از سمپاشی، کارایی قابل قبولی در کنترل این آفت دارند. محمدی‌پور (Mohammadipour, 2019b) به این نتیجه رسید که استفاده از برخی از نشان‌های تجاری اتیون (EC 47%) ۱/۵ در هزار برای کنترل شیمیایی سپردار واوی سیب نتایج قابل قبولی را حاصل نموده است. طبق پژوهش رنجبر اقدم و همکاران (Ranjbar Aghdam et al., 2020) حشره‌کش اسپیروترامات (موونتو®) ۱۰٪ SC با غلظت ۰/۷۵ در هزار مؤثرترین حشره‌کش برای کنترل

این آفت در فصل‌های بهار و تابستان است. نظری و همکاران (Nazari et al., 2020) اثر سموم اسپیروترامات ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌لیتر بر لیتر، فلوپیرادیفورون، تیاکلورید و پیرپروکسی فن ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر را بر میزان مرگ و میر سپردار واوی سیب مورد بررسی قرار دارند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که اسپیروترامات و فلوپیرادیفورون (با میانگین تلفات بالای ۸۰ درصد) دارای بیشترین اثرگذاری روی پوره‌ها بودند. برای مبارزه با شپشک‌های سپردار سیب در بسیاری از کشورها از سموم آزادیراختین، بوپروفرین، سوین، پیری پروکسی فن، دینوفوران و روغن‌های باغبانی استفاده می‌شود (Fountain et al., 2012; Xiao et al., 2023). در مطالعه (Fountain et al., 2012) تیمار تیاکلورید ۴۸٪ SC به میزان ۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار و استامی پراید ۲۰٪ SP به میزان ۳۷۵ میلی‌گرم در هکتار بود که سبب ۹۴ درصد کاهش آلودگی در میوه‌ها شد و محلول‌پاشی با فنوکسی‌کارب WG ۲۵٪ به میزان ۶۰۰ گرم در هکتار تنها ۲۸ درصد سبب کاهش آلودگی در میوه‌ها گردید.

روغن‌های مصرفی در باغبانی به دلیل غیرسمی بودن و نداشتن عوارض جانبی نسبت به سموم شیمیایی، گزینه مناسبی برای استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات و کشاورزی ارگانیک محسوب می‌شوند (Agnello, 2001; Nile et al., 2019). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که روغن‌های باغبانی بیش از ۸۵ درصد از جمعیت شپشک‌های سپردار را کنترل نموده‌اند (Pless et al., 1995; Sadof and Sclar, 2000; Raupp et al., 2001; Frank, 2012; Xiao et al., 2016). نتایج پژوهش نظری و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد که سمپاشی پیش بهاره با روغن زمستانه ولک ۱ تا ۱/۵ درصد، در کاهش جمعیت سپردار واوی سیب تأثیرگذار است. گاهی از روغن‌های باغبانی با درجه سولفوناسیون بالا در بهار نیز استفاده می‌شود که در درختان بزرگ، به دلیل شاخ و برگ زیاد و عدم پوشش مناسب تنه، کارایی بالایی ندارد. صابون‌های حشره‌کش گروهی از آفت‌کش‌ها هستند که در سال‌های اخیر در برنامه‌های مدیریت آفات مورد توجه قرار گرفته‌اند (Benuzzi & Ladumer, 2018). اگرچه در ایران مطالعات مختلفی در زمینه کارایی صابون حشره‌کش در کنترل آفاتی مانند سوسک برگ‌خوار نارون (Ebrahimipour Sharifabad et al., 2018)، کنه تارتن دولک‌ای

می‌رسد که اسیدهای چرب موجود در صابون، ماده چربی یا لایه مومی سطح بدن حشره را حل کرده و با دهیدراته کردن حشره ساختار غشای سلولی آن را مختل می‌نمایند (Benuzzi & Ladumer, 2018). اسپیروترامات با نام تجارتي موونتو®، حشره‌کشی از گروه کتونول و کلاس شیمیایی تترامیک اسید است که به صورت سیستمیک عمل می‌کند. این حشره‌کش در آوندهای گیاهی حرکت دو طرفه بالا و پایین دارد و با مهار آنزیم استیل کوانزیم آکربوکسیلاز، بیوسنتز چربی‌ها را مختل می‌کند. علیه حشرات مکند مانند شته‌ها، شپشک‌ها، کنه‌ها و سفیدبالک‌ها به کار می‌رود (Nauen *et al.*, 2008). روغن ولک® جزء روغن‌های معدنی است که کاربرد آن در زمستان از طریق بستن روزنه‌های تنفسی تخم زمستان‌گذران یا تخریب ساختار سلول و بر هم زدن تعادل آب، باعث مرگ این مرحله رشدی آفت می‌شود. روغن‌ها به‌ویژه در مبارزه زمستانه آفات و بیشتر در کنترل آفات سپردار به کار می‌روند (Taverner *et al.*, 2001). هدف از این مطالعه به-کارگیری تیمارهای مختلف برای مدیریت آفت سپردار وای سیب با تأکید بر مصرف به موقع سموم شیمیایی جهت داشتن کارایی مطلوب و کاهش میزان مصرف آن و توسعه استفاده از روش‌های مدیریتی کم‌خطر از جمله کاربرد ترکیبات طبیعی مانند روغن‌های معدنی و صابون‌ها است.

مواد و روش‌ها

بررسی‌های صورت گرفته در دو باغ سیب واقع در دهستان‌های دشت‌روم و کاکان شهرستان بویراحمد استان کهگیلویه و بویراحمد انجام شد. باغ‌های انتخاب شده از نظر سن درختان (۱۰ تا ۱۵ ساله) و رقم سیب (سیب زرد رقم گلدن) همسان بودند. پس از انتخاب باغ، درختان انتخاب و کدگذاری شدند. در این پژوهش برای تیمار زمستانه از روغن امولسیون شونده ولک® (Petroleum oil, EC 80%, شرکت شیم‌اگرو) و برای تیمار نسل اول از صابون حشره‌کش پالیزین® (SL؛ ۶۵±۵ درصد روغن نارگیل؛

Amini Jam, 2017), شته سیاه باقلا (Mirfakhraie & Mohamadian, 2017), شته جالیز (Baniameri, 2016) و سپردار شمشاد (Gholamzadeh-Chitgar *et al.*, 2008) انجام شده است اما تاکنون مطالعه‌ای جهت بررسی اثرات آفت‌کشی صابون‌های حشره‌کش از قبیل صابون پالیزین روی شپشک سپردار سیب در کشور صورت نگرفته است. در دنیا از صابون‌های حشره‌کش برای کنترل شپشک‌های سپردار نیز استفاده شده است و نتایج نشان‌دهنده مؤثر بودن کارایی آن در کنترل این آفات بوده و اثرات آن بر دشمنان طبیعی نیز بسیار اندک است (Quesada & Sadof, 2017). برخی مطالعات نشان داده‌اند که صابون‌های حشره‌کش حدود ۵۰ درصد از جمعیت شپشک‌های نرم‌تن (Phillips & Smith, 1963; Pless *et al.*, 1995; Grafton-Cardwell and Reagan, 1999; Hubbard Caldwell, 2006) و شپشک‌های سپردار را کنترل می‌کنند (Potter, 2006). (Rebek & Sadof, 2003; Heller *et al.*, 2004; Addesso *et al.*, 1999).

در چند سال اخیر، خسارت این آفت در برخی از باغ‌های سیب استان کهگیلویه و بویراحمد بسیار شدید بوده است. این آفت علاوه بر باغ‌های سیب استان، به باغ‌های گردو و باغ‌های درختان هسته‌دار نیز خسارت می‌زند. از این رو، اجرای برنامه‌های مدیریت تلفیقی برای کنترل آن در باغ‌های سیب به عنوان میزبان ترجیحی این آفت و یکی از محصولات باغی مهم در استان، همچنین جهت پیشگیری از گسترش و نفوذ بیشتر این آفت به باغ‌های درختان میوه هسته‌دار و گردو ضروری است. در این مطالعه با به‌کارگیری تیمارهای متعدد برای مدیریت این آفت سعی گردیده که زمینه مناسبی برای کاهش میزان مصرف سموم شیمیایی در برنامه‌های مدیریتی شپشک وای سیب فراهم شود و استفاده از روش‌های مدیریتی کم‌خطر از جمله کاربرد ترکیبات طبیعی مانند روغن‌های معدنی و صابون‌ها توسعه یابد. در این پژوهش کارایی روغن ولک® (شرکت شیم‌اگرو)، صابون حشره‌کش پالیزین® (SL ۶۵±۵ درصد روغن نارگیل؛ شرکت کیمیا سبزاور) و حشره‌کش اسپیروترامات (موونتو®؛ SC 10%؛ شرکت کاوش کیمیا کرمان) بررسی شده است. حشره‌کش پالیزین جزء حشره‌کش‌های ارگانیک محسوب می‌شود. ماده مؤثر پالیزین، روغن نارگیل است که با عصاره اکالیپتوس مخلوط شده است (Baniameri, 2008). مکانسیم دقیق عملکرد این صابون‌ها شناخته نشده ولی به نظر

شرکت کیمیا سبزآور) و حشره‌کش اسپیروترامات (موونتو®؛ SC 10%؛ شرکت کاوش کیمیا کرمان) استفاده شده است.

تیمار زمستانه (پیش‌بهاره)

روغن‌پاشی زمستانه شامل استفاده از روغن امولسیون‌شونده ولک® با غلظت ۱/۵ درصد بود. بدین منظور پیش از باز شدن جوانه‌ها و همچنین پس از گذراندن یخبندان زمستان، روغن‌پاشی انجام شد. برای انتخاب زمان مناسب روغن‌پاشی علاوه بر زمان خواب گیاه، بارندگی قبل و بعد از روغن‌پاشی نیز در نظر گرفته شد. بدین ترتیب که ۷۲ ساعت قبل و بعد از روغن‌پاشی، بارندگی نبود. با توجه به در نظر گرفتن تمامی این شرایط، در هفته سوم اسفند ماه در دشت‌روم و اوایل هفته اول فروردین در کاکان روغن‌پاشی با سمپاش پستی-موتوری انجام شد. کارایی مبارزه پیش بهار با استفاده از مقایسه مرگ و میر در نمونه شاهد و تیمار روغن زمستانه ۱/۵ درصد انجام شد. قبل از روغن‌پاشی و یک هفته بعد از روغن‌پاشی جهت تعیین اثر روغن جمعیت تخم شپشک واوی سیب شمارش شد. بدین منظور از قسمت‌های مختلف هر درخت پنج شاخه قطع شد. سپس هر نمونه در نایلون قرار داده شد و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و تعداد جمعیت تخم زمستان‌گذران زیر بینوکولار شمارش شد. تخم‌های این آفت زیر سپر قهوه‌ای رنگ ماده قرار دارند. تخم‌های سالم و زنده تقریباً بیضی شکل و به رنگ سفید شکری هستند و تخم‌های غیر زنده کرمی تیره مایل به قهوه‌ای و چروکیده و توخالی می‌شوند. درصد تلفات با کمک فرمول هندرسون-تیلتون تصحیح شد. سپس مقایسه میانگین داده‌ها در دو باغ سیب در مناطق دشت‌روم و کاکان با استفاده از آزمون t در سطح احتمال ۵ درصد، تجزیه و تحلیل شدند.

تیمارهای نسل اول

شروع پایش جمعیت شپشک واوی سیب از نیمه دوم فرودین آغاز شد. بدین منظور، ابتدا به صورت تصادفی از هر درخت ۲ شاخه به طول ۲۰ سانتی‌متر از جهت‌های مختلف و از شاخه‌های بالاتر، جدا شده و زیر استریومیکروسکوپ بررسی شدند. سپس، بخش زیرین سپرهای حشرات ماده از نظر تفریح یا عدم تفریح تخم‌های زمستان‌گذران بررسی شدند.

محل‌پاشی علیه نسل اول هم‌زمان با خروج بیش از ۵۰ درصد پوره‌ها روی شاخ و برگ درختان انجام شد. قبل از اعمال تیمارها، نمونه‌برداری از درختان مورد آزمایش انجام شد. سپس، تیمار علیه نسل اول در دشت‌روم در ۲۳ اردیبهشت ماه و در کاکان در ۲۸ اردیبهشت مطابق جدول یک اعمال شد. نمونه‌برداری قبل از محل‌پاشی و همچنین ۷ روز بعد از محل‌پاشی انجام شد. از هر درخت یک سرشاخه به طول ۱۵ الی ۲۰ سانتی‌متر از قسمت‌های مختلف درخت به‌طور تصادفی بریده و پس از قرار دادن درون کیسه پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شد. در زیر استریومیکروسکوپ، تعداد حشرات زنده شمارش شد (بدن حشرات زنده این آفت در زیر سپر به رنگ زرد و آبدار می‌باشد و پس از مرگ قهوه‌ای و خشک می‌شوند). آزمایش اعمال تیمار بهار در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار در دو شهرستان دشت‌روم و کاکان اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی در پژوهش حاضر در جدول ۱ ارائه شده است.

تجزیه تحلیل داده‌ها

بعد از اتمام نمونه‌برداری، با انجام محاسبات درصد تلفات تیمارها و شاهد، درصد تلفات اصلاح‌شده با استفاده از فرمول هندرسون - تیلتون (Henderson & Tilton, 1955) محاسبه شد. فرمول ۱:

$$\text{Corrected Mortality \%} = \left(1 - \left(\frac{T_a \times C_b}{T_b \times C_a}\right)\right) \times 100$$

در این فرمول Tb: جمعیت حشره قبل از محل‌پاشی در کرت تیمار؛ Ta: جمعیت حشره بعد از محل‌پاشی در کرت تیمار؛ Cb: جمعیت حشره قبل از آب‌پاشی در کرت شاهد؛ Ca: جمعیت حشره بعد از آب‌پاشی در کرت شاهد است.

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین تیمارها برای تیمار پیش‌بهاره با استفاده از آزمون t مستقل و تیمارهای نسل اول با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد گروه‌بندی شدند. از روش تجزیه واریانس مرکب در مکان برای تجزیه و تحلیل اثر تیمارهای نسل اول استفاده شد. به منظور تجزیه تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ver. 26 استفاده شده است.

نتایج

تیمار زمستانه (پیش‌بهاره)

مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده در مورد کارایی تیمارهای

آزمایشی پیش‌بهاره در دشت‌روم و کاکان نشان‌دهنده وجود اختلاف

معنادار آماری در سطح احتمال ۵ درصد کارایی روغن زمستانه ۱/۵

درصد بین این دو منطقه است ($t=5/36$, $P=0/02$). میانگین درصد

مرگ و میر تخم‌ها در اثر کاربرد روغن زمستانه ۱/۵ درصد در دشت‌روم

۳۷/۶۴±۲/۸۶ و در کاکان ۳۱/۸۳±۳/۰۵ به دست آمد (جدول ۲).

تیمارهای نسل اول

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به کارایی تیمارهای

آزمایشی علیه نسل اول سپردار وادی سیب نشان‌دهنده اثرات معنادار

تیمارها است ($F = 40.95$, $P < 0.05$) اما نشان‌دهنده عدم وجود

اختلاف معنادار بین تیمارها از نظر نتایج درصد مرگ و میر پوره‌ها در

منطقه دشت‌روم و کاکان در سطح احتمال پنج درصد بود ($F =$

۰.۰۰۳, $P = 0.92$). همچنین اثر متقابل تیمار و منطقه نیز معنادار نبود

($F = 0.008$, $P = 0.98$) (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای استفاده شده علیه پوره‌های

نسل اول شپشک وادی سیب در دشت‌روم و کاکان نشان داد که دو

تیمار اسپیروتترامات ۰/۷۵ در هزار (۹۷.۷۶±۵.۰۵) و اسپیروتترامات

۰/۷۵ در هزار+ صابون پالیزین ۱/۵ در هزار (۹۷.۵۴±۱.۴۸) از نظر

آماري بهترين کارایی علیه نسل اول شپشک وادی سیب را داشته‌اند.

همچنین این دو تیمار اختلاف آماری معناداری با یکدیگر نداشته‌اند و

در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمار صابون پالیزین ۱/۵ در هزار

نسبت با درصد مرگ و میر ۸۴ درصد (۸۴.۵۱±۱.۷۸) نسبت به دو

تیمار دیگر کارایی کمتری داشت (جدول ۴).

جدول ۱- مشخصات تیمارهای اعمال شده به منظور مدیریت نسل اول شپشک وادی سیب در دشت‌روم و کاکان، استان کهگیلویه و بویراحمد.

Table 1. Characteristics of treatments applied to manage the first generation of Armenian comma hard scale in Dashteroom and Kaka, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province.

Treatments	Concentration mg/ L
A. winter treatment (against overwintering eggs)	15 ml/L
1. mineral oil	
B. spring treatments (against the nymphs of the first generation)	
1. Spirotetramat	0.75 ml/L
3. insecticidal soap	1.5 ml/L
6. Spirotetramat+ insecticidal soap	0.75 ml/L+1.5 ml/L

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمار پیش‌بهاره روغن زمستانه ۱/۵ درصد بر مرگ و میر تخم زمستان‌گذران سپردار وادی سیب در دشت‌روم و کاکان، استان

کهگیلویه و بویراحمد.

Table 2. Results of the effect of winter treatment on the mortality of overwintering eggs of Armenian comma hard scale in Dashteroom and Kakan, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province.

Treatment	NO.	Mean	SE	t	p
Dashteroom	16	37.64	1.39	5.36	0.02
Kakan	16	31.83	0.79		

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب تیمارهای به کار برده شده علیه پوره‌های سن اول نسل اول شپشک وادی سیب در دشت‌روم و کاکان (استان کهگیلویه و بویراحمد)

Table 3. Results of combined variance analysis of treatments used against the crawlers of the first generation of Armenian comma hard scale in Dashteroom and Kakan (Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province)

S.O.V.	df	Sum of squares	Mean square	F	Sig.
Location	1	0.04	0.04	0.003	0.95 ^{n.s.}
Block	3	37.63	12.54	1.081	0.39 ^{n.s.}
Error 1	6	23.36	8.45	0.731	0.54 ^{n.s.}
Treatments	2	950.05	475.02	40.954	0.0001*
Location×Treatment	2	0.18	0.09	0.008	0.99 ^{n.s.}
Error 2	12	139.19	12.54		
Total	23	1152.44			

n.s. not significant and * significant at the 0.05 level

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین تیمارهای استفاده شده علیه پوره‌های نسل اول شپشک واوی سیب در دشت‌روم و کاکان استان کهگیلویه و بویراحمد.

Table 4. Results of analysis of mean comparisons of treatments used against the crawlers of the first generation of Armenian comma hard scale in Dashterom and Kakan, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province.

Treatment	Average mortality percentage after 7 days (Efficiency percentage) (mean±SE)
Spirotetramat (Movento®) 0.75 ml/L	97.76±0.39 ^a
Palizin® insecticidal soap 1.5 ml/L	84.51±1.78 ^b
Spirotetramat (Movento®) 0.75 ml/L + Palizin® insecticidal soap 1.5 ml/L (use of 1.5% Volk® oil in winter)	97.54±0.53 ^a

* Means within a column followed by the same letter are not significantly different (Tukey's HSD test: $P > 0.05$).

بحث

در این پژوهش اثر تیمار روغن زمستانه علیه مرحله زمستان‌گذران سپردار واوی سیب و اثر سه تیمار بر میزان مرگ و میر پوره سن اول در نسل اول سپردار واوی سیب در منطقه کاکان و دشت روم در استان کهگیلویه و بویراحمد مورد بررسی قرار گرفت. از میان تیمارهای مورد بررسی برای نسل اول آفت، دو تیمار اسپیروتترامات ۰/۷۵ در هزار و اسپیروتترامات ۰/۷۵ در هزار + صابون پالیزین ۱/۵ در هزار با مرگ و میر ۹۷ درصدی پوره‌ها عملکرد بالاتری داشتند. نتایج کاربرد تیمار روغن زمستانه با غلظت ۱/۵ درصد نشان داد که این تیمار باعث مرگ و میر ۳۱ تا ۳۷ درصد تخم‌های زمستانه‌گذران این آفت می‌شود. که این نتایج با نتایج مطالعه نظری و همکاران (Nazari et al., 2020) همسو است. بررسی‌های انجام گرفته با استفاده از روغن زمستانه عنوان عامل کنترل زمستانه نشان داد که این روش در کاهش جمعیت اولیه سپردار واوی سیب تأثیرگذار است. بنابراین، مبارزه زمستانه را می‌توان به عنوان یک روش مؤثر در تلفیق با مبارزه بهاره برای کاهش جمعیت آفت به کار برد. در پژوهش‌های پیشین، کارایی ترکیبات شیمیایی مختلفی در کاهش جمعیت شپشک‌ها توسط پژوهشگران مختلف مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. بنابر نتایج محمدی‌پور (Mohammadipour, 2019a)، از میان ۲۰ فرمولاسیون تجاری حشره‌کش کلرپیریفوس (EC 40.8%) با غلظت ۱/۵ در هزار، ۱۴ مورد آن طی ۱۴ روز بعد از سمپاشی میزان کارایی بالای ۸۰ درصد را از خود نشان داده و از نظر کارایی مورد تأیید قرار گرفتند. اما با توجه به این‌که در شروع انجام این پژوهش، کلرپیریفوس به دلیل اثرات سوء زیست‌محیطی در فهرست احتمالی سموم حذفی از سبد سموم کشور قرار گرفته بود، از

آفت کش های دیگری برای کارایی کنترل سپردار واوی سیب در استان کهگیلویه و بویراحمد استفاده شد. سم کلرپیریفوس سرانجام در سال ۱۴۰۳ در لیست سموم ممنوع شده حفظ نباتات کشور قرار گرفت. پژوهش حاضر کارایی مطلوب حشره‌کش اسپیروتترامات را در کنترل شپشک واوی سیب نشان داد. نتایج پژوهش حاضر از نظر همسو با یافته‌های رنجبر اقدم (Ranjbar Aghdam, 2018) و نظری و همکاران (Nazari et al., 2020) در مورد کارایی مطلوب اسپیروتترامات در غلظت ۰/۷۵ در هزار در کاهش جمعیت این آفت است. نتایج پژوهش نظری و همکاران (Nazari et al., 2020) نشان داد که کارایی تیمار اسپیروتترامات با غلظت ۰/۵ در هزار نسبت به اسپیروتترامات ۰/۷۵ در هزار در مدیریت شپشک واوی سیب پایین‌تر است، در نتیجه توجه به دوز مصرفی مناسب برای کنترل این آفت ضروری است. نتایج یک مطالعه آزمایشگاهی روی شپشک قرمز (*Aonidiella aurantii*) با کاهش ۸۹ درصدی پوره‌های این آفت نشان‌دهنده کارایی مطلوب آفت‌کش اسپیروتترامات در کنترل جمعیت پوره‌های سن اول شپشک- هاست (Garcerá et al., 2013). طبق نتایج رنجبر اقدم (Ranjbar Aghdam, 2018) و نظری و همکاران (Nazari et al., 2020) حداکثر کارایی اسپیروتترامات ۰/۷۵ در هزار یک هفته پس از سمپاشی است که بیشترین تلفات پوره‌ها را داشته است. از این رو در پژوهش حاضر نیز ارزیابی‌ها پس از هفت روز انجام شد که طبق نتایج شاهد کارایی ۹۷ درصدی اسپیروتترامات علیه پوره‌های سن اول شپشک واوی سیب بودیم. اسپیروتترامات از جمله سموم سیستمیک است که به صورت دو طرفه هم در آوند چوبی و هم آبکش فعالیت می‌کند و به‌صورت تدریجی و پس از چند روز در مدت زمان طولانی‌تر، ولی به صورت پایدارتر اثر خود را اعمال می‌کند (Nauen et al., 2015).

رنجبر اقدم و همکاران (Ranjbar Aghdam, 2018) نشان دادند که اسپروتترامات ۰/۷۵ و ۱ در هزار از ۷ تا ۴۵ روز پس از سمپاشی از کارایی بالایی در کنترل سپردار و اوی سیب برخوردار است به گونه‌ای که اگر در زمان مناسب به کار رود، سمپاشی علیه نسل دوم لزومی ندارد. بنابراین با کاربرد به موقع اسپروتترامات می‌توان سمپاشی علیه نسل دوم این آفت را حذف نمود که هم به لحاظ اقتصادی و هم مسائلی مانند جلوگیری از بروز مقاومت آفت به سموم و مسائل زیست‌محیطی مورد توجه است. طبق مطالعات محمدی‌پور (Mohammadipour, 2019a,b)، درصد مرگ و میر بالای ۸۰ درصد برای مدیریت شپشک مطلوب و قابل قبول است و درصد کمتر برای توصیه کارایی سموم مناسب نیست. از این رو، تیمار صابون حشره‌کش پالیزین ۱/۵ در هزار به کار برده شده در پژوهش حاضر نیز با توجه به مرگ و میر ۸۴ درصدی پوره‌ها، برای کنترل پوره‌های سن اول این آفت کارایی مطلوبی دارد. اما باید توجه داشت که میزان مطلوبیت تیمار صابون حشره‌کش پالیزین به شرایط دمایی و عواملی مانند تابش خورشید و ارتفاع منطقه وابسته است. اگرچه کاربرد غلظت ۱/۵ در هزار صابون پالیزین علیه نسل اول مطلوب بوده و منجر به بیش از ۸۰ درصد تلفات شد، اما با توجه به دو نسلی بودن این آفت و نتایج تجربی، استفاده از این غلظت علیه نسل دوم شپشک و اوی سیب که مصادف با افزایش دمای هوا در ماه‌های تیر و مرداد ماه می‌باشد، می‌تواند موجب تشدید احتمال گیاهسوزی در گیاهان گردد. بنابراین تیمار صابون حشره‌کش پالیزین ۱/۵ در هزار صرفاً برای نسل اول این آفت توصیه می‌شود. همچنین، بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که استفاده از این ترکیب در باغ‌های آلوده به سفیدک پودری، باعث تشدید گیاهسوزی می‌شود (داده‌های منتشر نشده). علی‌رغم کارایی بسیار بالای اسپروتترامات در کنترل این آفت، با توجه به در نظر داشتن مدیریت مقاومت جمعیت شپشک و اوی سیب نسبت به آفت‌کش اسپروتترامات، بهتر است صرفاً از تیمار برتر در کنترل آفت یاد شده استفاده نشود و کاربرد متناوب آفت‌کش‌ها در نظر گرفته شود. استفاده از حشره‌کش‌هایی با نحوه اثر متفاوت جهت جلوگیری از بروز مقاومت در آفت به سموم،

ضروری است. همچنین ممکن است به دلیل آسیب‌های زیست‌محیطی برخی آفت‌کش‌های شیمیایی وجود چند گزینه مختلف به منظور کنترل شپشک و اوی سیب بهتر باشد تا از خالی بودن سبد آفت‌کش‌های توصیه شده برای کنترل آفت هدف با حذف یک گزینه اجتناب شود.

اگرچه از میان تیمارهای مورد بررسی مشخص شد که دو تیمار اسپروتترامات ۰/۷۵ در هزار و اسپروتترامات ۰/۷۵ در هزار+صابون پالیزین ۱/۵ در هزار از نظر آماری عملکردی مشابه داشتند که منجر به مرگ و میر ۹۷ درصد پوره‌های سن اول شدند. نتایج حاضر مشابه پژوهش انجام شده توسط مرادی و همکاران (۱۳۹۸) بود. در پژوهش نامبرده نتایج تأثیر تیمارهای مختلف صابون سیترال® به همراه اسپروتترامات جهت کنترل پسیل معمولی پسته، معنادار نبود و استفاده یا عدم استفاده از آن تأثیری در کارایی آفت‌کش مذکور نداشته است. گرچه در پژوهش حاضر از صابون پالیزین® جهت نفوذ بهتر سم استفاده شد اما این نکته حائز اهمیت است که از ویژگی‌های مهم در کارایی آفت‌کش‌ها، میزان اسیدیته آب (میزان اسیدی یا قلیایی بودن آن) است. اسیدیته آب با تغییر حلالیت، جذب، فعالیت زیستی یا هیدرولیز ملکول آفت‌کش می‌تواند بر توانایی نفوذ ترکیب سمی به گیاه و رسیدن به جایگاه اثر سم، کارایی آفت‌کش‌ها را کاهش دهد (Fishel & Ferrell, 2010; Devkota et al., 2016). برخی آفت‌کش‌ها در محیط قلیایی آب هیدرولیز شده و روی موجود هدف بی‌تأثیر می‌شوند (Dyguda Kazimierowicz et al., 2014). هیدرولیز آفت‌کش‌ها در محیط قلیایی آب سرعت بیشتری در مقایسه با آب اسیدی دارد (Dyguda et al., 2018; Today et al., 2014). اسپروتترامات (از جمله فرمولاسیون تجاری موونتو®) به سرعت از طریق هیدرولیز قلیایی تجزیه می‌شود. در pH قلیایی ۹، نیمه‌عمر هیدرولیتیک آن به تنها ۷/۶ ساعت کاهش می‌یابد. برای حفظ اثربخشی، آب مخزن سمپاشی در حالت ایده‌آل باید تا سطح کمی اسیدی بین ۴ تا ۶ بافر شود و محلول

بلافاصله پس از مخلوط کردن، اسپری شود (FAO, 2008). بنابراین با توجه به نتایج حاصل که اختلاط هیچ‌گونه اثر سینرژیستی نداشته و همچنین حساسیت اسپیروترامات به اسیدیتة قلیایی، از اختلاط صابون حشره‌کش با حشره‌کش اسپیروترامات خودداری شود. با توجه به این‌که اثر تیمارها در دو منطقه دشت‌روم و کاکان تفاوتی معناداری نداشت، می‌توان انتظار کارایی بالا و نتیجه مشابه این تیمارها را در سایر باغات آلوده استان انتظار داشت. بنابراین نتایج حاصل قابل تعمیم برای باغات سیب استان خواهد بود.

با توجه به این‌که بسیاری از باغداران مدیریت شپشک سپردار سیب را جدی نمی‌گیرند، آفت به سرعت در حال پراکنش و استقرار روی درختان میوه هسته‌دار در استان کهگیلویه و بویراحمد است. یکی از معضلات موجود در برنامه‌های مدیریتی این آفت کاربرد آفت‌کش‌های نامناسب و عدم توجه به زمان مناسب سمپاشی استفاده بر علیه آن است. همچنین، در برخی از باغ‌ها عملیات مبارزه با این آفت همزمان با مبارزه علیه کرم سیب در نظر می‌گیرند، در صورتی‌که همپوشانی احتمالی نسل‌های این دو آفت اتفاقی است و تغییرات جمعیت نسل‌های آن‌ها کاملاً متفاوت است و به همین دلیل، باغداران زمان طلایی مبارزه را از دست می‌دهند. بر اساس بررسی‌های رنجبار اقدم و همکاران (Ranjbar Aghdam et al, 2020) بهترین زمان سمپاشی بر علیه این آفت در نسل‌های اول و دوم، مقارن با زمانی است که حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد پوره‌های سن اول از زیر جلد بدن حشرات ماده خارج شده باشند. در پژوهش حاضر با در نظر گرفتن زمان خروج بیش از ۵۰ درصد پوره‌های سن اول در زمان محلول‌پاشی نتایج مطلوبی حاصل شد. این آفت بیشتر در بخش‌های بیرونی تاج درخت (روی سرشاخه‌های سال قبل) مستقر می‌شود، لذا

در سمپاشی باید این نکته را مورد توجه قرار داد تا نتیجه مطلوب حاصل شود.

علاوه‌براین، نحوه سمپاشی و پوشش کامل درخت با آفت‌کش‌های مصرفی به خصوص در مورد حشره‌کش‌های غیرسیستمیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. علاوه بر انتخاب تیمارها با توجه به کارایی و درصد مرگ و میر پوره‌های سن اول شپشک واوی سیب، باید دقت نمود در صورتی‌که برنامه مدیریتی چند ساله اجرا شود، به مرور از جمعیت آفت کاسته شده و تعداد دفعات سم‌پاشی نیز کاهش خواهد یافت.

در مورد کاربرد تیمار روغن زمستانه با توجه به کارایی آن در مرگ‌ومیر حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد مرحله زمستان‌گذران، استفاده از این تیمار در باغ‌های سیب با جمعیت بالای آفت، می‌تواند جمعیت اولیه را در فصل رشد پیش‌رو کاهش دهد، اما آن را به تنهایی به عنوان راهبرد مدیریتی علیه سپردار واوی سیب نمی‌توان در نظر گرفت. در باغات سیب با تراکم زیاد آفت، استفاده از سموم مؤثر در فصل رشد برای کنترل این آفت نیز ضروری است. مطالعات مختلفی نشان داده است که افزودن یک سم مؤثر بر شپشک مفید برای بهبود کارایی روغن خواهد است (Golamian et al., 2013; Gholamzadeh-Chitgar et al., 2018). از این رو در مطالعات بعدی می‌توان جهت افزایش کارایی تیمار زمستانه اختلاط روغن زمستانه با سموم رایج را نیز بررسی نمود.

سپاسگزاری

از همکاران حفظ نباتات استان و همکاران مراکز جهاد کشاورزی دشت‌روم و کاکان که در اجرای این پروژه همکاری داشتند، کمال تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

References

- ADDESSO, K., A. BLALOCK and P. O'NEAL, 2016. Japanese maple scale activity and management in field nursery production, *Journal of Environmental Horticulture*, 34(2): 41-44. <https://doi.org/10.24266/0738-2898-34.2.41>
- AGNELLO, A. M, 2002. Petroleum-derived spray oils: Chemistry, history, refining and formulation, p. 2-18. In: G.A.C. Beattie, D.M. Watson, M.L. Stevens, D.J. Rae, and R.N. Spooner-Hart (Eds.). *Spray oils beyond 2000*. Univ. Western Sydney, Sydney, Australia
- AMINI JAM, N, 2017. Effect of botanical insecticides, Dayabon® and Palizin® against *Aphis fabae* Scopoli (Hem.: Aphididae). and functional response of its parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hym.: Braconidae), *Plant Pest Research*, 7(4): 13-28. <https://doi.org/10.22124/iprj.2018.2744> (In Persian with English Summary)
- BANIAMERI, V, 2008. Study of the efficacy of different concentrations of insecticidal soap, in comparison oxydemeton-methyl (Metasystox) to control *Aphis gossypii* in greenhouse cucumber, *IOBC/WPRS Bulletin*, 32: 13-16.
- BANIAMERI, V. 2016. Application of soap insecticide to control aphids in greenhouse. Tehran: Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education & Extension Organization. 9pp. (In Persian)
- BENUZZI, M. and E. Ladumer, 2018. Plant Protection Tools in Organic Farming. In: VACANTE, V. AND S. KREITER, (Eds.) *Handbook of pest management in organic farming*. CABI. UK. p: 24-172 . <https://doi.org/10.1079/9781780644998.0024>
- CALDWELL, D. L, 2003. *Cycad aulacaspis* scale management trials, 2002, *Arthropod Management Tests*, 28(1): G34. <https://doi.org/10.1093/amt/28.1.G34>
- DEVKOTA, P., D. J. SPAUNHORST and W. G. JOHNSON, , 2016. Influence of carrier water pH, hardness, foliar fertilizer, and ammonium sulfate on mesotrione efficacy. *Weed Technology*, 30(3): 617-628. <https://doi.org/10.1614/WT-D-16-00019.1>
- DYGUDA-KAZIMIEROWICZ, E., S. ROSZAK and W. A. Sokalski, 2014. Alkaline hydrolysis of organophosphorus pesticides: the dependence of the reaction mechanism on the incoming group conformation. *The Journal of Physical Chemistry B*, 118(26), 7277-7289. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jp503382j>
- EBRAHIMPOUR SHARIFABAD, M., Z. SHEIBANI TEZERJI, and HASSANI, M. R. 2018. The effect of botanical insecticides of pepper and garlic extracts in combination with soap spray on the elm leaf beetle, *Xanthogaleruca luteola* Mull. under field conditions, *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 16(2): 233-243. <https://doi.org/10.22092/ijfrpr.2019.118694> (In Persian with English Summary)
- ESMAILI, M, 2007. Major Fruit Pests. Tehran, Seper Publication Center. 582 pp. (In Persian)
- FAO, 2008. Spirotetramat (234), Available on: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/IPM_Pesticide/JMPR/Evaluations/2008/Spirotetramat.pdf
- FISHEL, F. M. and J. A. FERRELL, 2010. Water pH and the Effectiveness of Pesticides, IFAS Extension, University of Florida, 1-4.
- FOUNTAIN, M. T., A. L. HARRIS, X. XU and J. V. CROSS, 2012. Timing and efficacy of insecticides for control of mussel scale, *Lepidosaphes ulmi*, on apple using predictive models, *Crop Protection*, 31(1): 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.09.007>
- FRANK, S. D, 2012. Reduced risk insecticides to control scale insects and protect natural enemies in the production and maintenance of urban landscape plants. *Environmental Entomology*, 41(2): 377-386. <https://doi.org/10.1603/ENI1230>
- GHOLAMZADEH-CHITGAR, M., A. HEIDARI and S. Pormoradi, 2018. Effect of mineral oils, insecticidal soap (Palizin®) and chlorpyrifos on *Unaspis euonymi* Comstock (Hem.: Diaspididae) underfield conditions, *Plant Pest Research*, 8(2): 41-51. <https://doi.org/10.22124/iprj.2018.2994> (In Persian with English Summary)
- GHOLAMIAN, E., S. AGHAJANZADEH, R. FIFAEI and B. GOLEYN, 2013. Effect of various insecticides on *Pseudaulacaspis pentagona* and its parasitoid on kiwifruit trees (*Actinidia chinensis*), *Plant Protection Journal*, 5: 35-44 (In Persian).

- GARCERÁ, C., Y. OUYANG, S. J. SCOTT, E. MOLTO, and E. E. GRAFTON-CARDWELL, 2013. Effects of spirotetramat on *Aonidiell aaurantii* (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoid, *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae), Journal of Economic Entomology 106: 2126-2134.
- GRAFTON-CARDWELL, E.E., and C. A. Reagan, 1999. Citricola scale insecticide efficacy trial, 1997. Arthropod Management Tests, 24(1). <https://doi.org/10.1093/amt/23.1.63>
- HELLER, P. R., R. D. Lehman and J. Witmer, 2004. Management of cryptomeria scale on fraser fir christmas trees, 1998, Arthropod Management Tests, 29(1): G36 . <https://doi.org/10.1093/amt/29.1.G36>
- HENDERSON, C. F. and E. W. TILTON, 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite, Journal of economic entomology, 48(2): 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- HUBBARD, J. L. and D. A. POTTER, 2005. Life history and natural enemy associations of calico scale (Homoptera: Coccidae) in Kentucky, Journal of Economic Entomology, 98(4): 1202-1212. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.4.1202>
- MIRFAKHRAIE, SH. and P. MOHAMADIAN, 2017. Effects of botanical insecticides Sirinol, Tondexir and repellency of Palizin on two spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) in the laboratory conditions, Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 40(3): 1-13. <https://doi.org/10.22055/ppr.2017.18041.1251> (In Persian)
- MOHAMMADIPOUR, A, 2019a. An investigation on efficacy of Chlorpyrifos (EC40.8%) of Iranian companies under different trademarks on Armenian mussel scale *Lepidosaphes malicola*. Final Report of Project, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- MOHAMMADIPOUR, A, 2019b. An investigation on efficacy of Ethion (EC47%) of Iranian companies under different trademarks on Armenian mussel scale *Lepidosaphes malicola* Borkhsenius. Final Report of Project. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- MORADII, B., Z. SHEIBANI TEZERJI and Basirat, M. 2020. The effect of water pH on efficiency of spirotetramat and imidacloprid against *Agonoscena pistaciae* under field conditions, Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 42(4): 1-14. <https://doi.org/10.22055/ppr.2019.15286>
- NAUEN, R., U. RECKMANN, J. THOMZIK and W. THEILERT, 2008. Biological profile of spirotetramat (Movento®)- a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species, Bayer Crop Science Journal, 61(2): 245-278.
- NAZARI, P., N. POORJAVAD, H. IZAD and S. R. SAHHAFI, 2020. Comparing the efficacy of common insecticides against the apple armored scale, *Lepidosaphes malicola* (Hem.: Diaspididae) in apple orchards of Semirom, Iran, Plant Pest Research, 10 (1): 17-29. <https://doi.org/10.22124/iprj.2020.4102> (In Persian)
- NILE, A. S., Y. D. KWON and S. H. NILE, 2019. Horticultural oils: possible alternatives to chemical pesticides and insecticides, Environmental Science and Pollution Research, 26 (21): 21127–21139. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05509-z>
- PAPADOPOULOS, N. T., B. R. BLAAUW, P. Milonas and A. L. Nielsen, 2023. Biology and Management of Insect Pests. In Manganaris, G., Costa, G., & Crisosto, C. H. (Eds.). Peach (pp. 366-420). GB, CABI.
- PHILLIPS, J. H. H. and E. H. SMITH, 1963. Further studies on susceptibility of European fruit lecanium, *Lecanium corni* Bouché, to oil, Journal of Economic Entomology, 56(2): 175-180. <https://doi.org/10.1093/jee/56.2.175>
- PLESS, C. D., D. E. DEYTON, and C. E. SAMS, 1995. Control of San Jose scale, terrapin scale, and European red mite on dormant fruit trees with soybean oil, HortScience, 30(1): 94-97. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.30.1.94>
- RANJBAR AGHDAM, H., 2018. Studying on the efficacy of spirotetramat (Movento SC 10%) for chemical control of the mussel scale, *Lepidosaphes malicola*, Final report of Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
- RANJBAR AGHDAM, H., H. KAMALI, M. FORUZAN, M. S. EMAMI and A. MOHAMMADIPOUR, 2020. Applied Instruction: Apple oystershell scale, *Lepidosaphes malicola* Borkhseniu and its chemical control, Tehran: Iranian Research Institute of Plant Protection. 15 pp. (In Persian)
- RAUPP, M. J., J. J. HOLMES, C. S. ADOF, P. SHREWSBURY and J. A. DAVIDSON, 2001. Effects of cover sprays and residual pesticides on scale insects and natural enemies in urban forests,

- Journal of Arboriculture, 27(4): 203-214.
<https://doi.org/10.48044/jauf.2001.022>
- REBEK, E. J. and C. S. SADO, 2003. Effects of pesticide applications on the euonymus scale (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoid, *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae), Journal of Economic Entomology, 96(2): 446-452. <https://doi.org/10.1093/jee/96.2.446>
- SADO, C. S. and D. C. SCLAR, 2000. Effects of horticultural oil and foliar-or soil-applied systemic insecticides on euonymus scale in pachysandra, Journal of Arboriculture, 26(2): 120-125. <https://doi.org/10.48044/jauf.2000.015>
- TAVERNER, P. D., R. V. GUNNING, P. KOLESIK, P. T. BAILEY, A. B. NCEOGLU, B. HAMMOCK, and R. T. ROUSH, 2001. Evidence for direct neural toxicity of a "light" oil on the peripheral nerves of lightbrown apple moth. Pesticide, Biochemistry and Physiology, 69(3): 153-165.
- XIAO, Y., R. MAO, L. SINGLETON and S. ARTHURS, 2016. Evaluation of reduced-risk insecticides for armored scales (Hemiptera: Diaspididae) infesting ornamental plants, Journal of Agricultural and Urban Entomology, 32(1): 71-90.
<https://doi.org/10.3954/JAUE16-07.1>