

اثر حشره‌کش اسپیروتترامات با افزودنی‌های مختلف روی پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Aphalaridae) و زنبور پارازیتوئید *Psyllaephagus pistaciae* (Hym.: Encyrtidae)

فاطمه رنجبر شورآبادی^۱، مهدی بصیرت^{۲*} و محمدرضا حسینی^۳

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران
- ۲- *نویسنده مسوول: استادیار، عضو هیات علمی پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران (mbasirat2000@yahoo.com)
- ۳- استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۵/۲۲

چکیده

پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* Burckharat and Lauterer، یکی از مهم‌ترین آفات درختان پسته در ایران می‌باشد. پوره‌ها و حشرات کامل این آفت با تغذیه از شیرهای گیاهی خسارت جبران‌ناپذیری به محصول پسته وارد می‌کند. در این پژوهش تأثیر حشره‌کش اسپیروتترامات، صابون محلول‌پاشی جنوبگان و ترکیب اسپیروتترامات با صابون محلول‌پاشی جنوبگان، صابون تیمول و کاهنده‌ی اسیدپتیه سیترال روی این آفت در شرایط صحرائی بررسی شد. نمونه‌برداری‌ها یک روز قبل از سم‌پاشی و ۲، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی انجام گرفت. همچنین، تأثیر تیمارهای مذکور روی زنبور *Psyllaephagus pistaciae* Ferrière به‌عنوان دشمن طبیعی این آفت بررسی شد. نتایج نشان داد که در ۲، ۷ و ۱۴ روز پس از سم‌پاشی بیشترین درصد تأثیر مربوط به اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدپتیه سیترال بود، اما تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد. کمترین درصد تأثیر مربوط به تیمار صابون محلول‌پاشی جنوبگان بود. نتایج نشان می‌دهد که به‌جز در روز دوم سم‌پاشی در سایر روزها افزودن صابون جنوبگان، صابون تیمول و کاهنده‌ی اسیدپتیه سیترال به حشره‌کش اسپیروتترامات، افزایش معنی‌داری نسبت به اسپیروتترامات به‌تنهایی نداشته است. درصد تأثیر تیمارهای اسپیروتترامات، صابون محلول‌پاشی جنوبگان و ترکیب اسپیروتترامات با صابون محلول‌پاشی جنوبگان، صابون تیمول و کاهنده‌ی اسیدپتیه سیترال روی زنبور *P. pistaciae* به ترتیب ۲۷/۱۷، ۲۲/۶۳، ۲۳/۳۸، ۱۵/۵۲ و ۱۹/۰۰ درصد بود و این ترکیبات با توجه به شاخص IOBC در گروه ترکیبات بی‌خطر قرار گرفتند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که حشره‌کش اسپیروتترامات روی پسیل پسته تأثیر زیاد و تمامی ترکیب‌های مورد آزمایش روی زنبور پارازیتوئید آن تأثیر کمی دارند.

کلیدواژه‌ها: پسیل معمولی پسته، *Psyllaephagus pistaciae*، اسپیروتترامات، تیمول، سیترال

مقدمه

کنترل آفات همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات باغداران پسته در سراسر کشور طی سال‌های اخیر بوده است. پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae)، یکی از مهم‌ترین آفات درختان پسته است. پوره‌های پسیل با فرو بردن خرطوم در سطح برگ‌ها از شیرهی گیاهی تغذیه نموده و مواد پروتئینی شیرهی گیاهی را جذب و مواد قندی را به صورت شیره دفع می‌کنند. همچنین از دست رفتن شیره گیاه، باعث ضعف عمومی درختان پسته و ریزش برگ‌ها، جوانه‌ها، کوچکی میوه و افزایش درصد پوکی و ناخندانی میوه می‌شود. این درختان به شدت ضعیف شده و ضعف عمومی درخت روی محصول سال آینده نیز تأثیر می‌گذارد (Mehrnejad, 2010; 2014). این آفت در منطقه رفسنجان شش نسل کامل و یک نسل ناقص در سال دارد (Hassani et al., 2009).

کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیک دو استراتژی مهم مبارزه با آفات می‌باشند و مدیریت آفات، تعامل بین این دو را برای موفقیت در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات ضروری می‌نماید (Lomer et al., 1999). با وجود حضور زنبور پارازیتوید *Psyllaephagus pistaciae* Ferrière و چندین گونه شکارگر در باغ‌های پسته در طول فصل، باز هم پسیل پسته یکی از مهم‌ترین آفات پسته در کشور محسوب می‌شود. این امر به دلیل چندین نوبت استفاده از حشره کش‌های شیمیایی بدون توجه به اثرات جانبی آن‌ها روی این آفت می‌باشد. بنابراین توسعه و به‌کارگیری برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت تنها راه حل کنترل این آفت می‌باشد (Mehrnejad, 2014).

با توجه به استفاده زیاد از آفت‌کش‌های شیمیایی علیه پسیل معمولی پسته و مشکلات ناشی از آن و تأکید محققان و متولیان امر بر کاهش مصرف آفت‌کش‌ها، نقش حشره‌کش‌های غیرشیمیایی و یا اختلاط دزهای

زیرکشنده حشره‌کش‌های شیمیایی، با ترکیب‌های سینرژیست به منظور افزایش اثر آن‌ها، مهم و قابل تأمل است. حشره‌کش اسپیروتترامات^۱، یک ترکیب سیستمیک دوطرفه با ایجاد اختلال در ساخت آنزیم استیل کوآنزیم کربوکسیلاز، مانع سنتز چربی در بدن حشره می‌شود. این حشره‌کش پس از سم‌پاشی از طریق آوندهای چوبی و آبکش در گیاه به سمت پایین و بالا حرکت کرده و طیف وسیعی از آفات مکنده (شته‌ها، سفیدبالک‌ها، پسیل‌ها و شپشک‌ها) را کنترل می‌نماید (Cantoni et al., 2008; Nauen et al., 2008). بیشترین اثر اسپیروتترامات روی پوره‌ها و به‌ویژه سنین اولیه آن‌ها می‌باشد. از ویژگی‌های این آفت‌کش می‌توان به قابلیت اختلاط آن با صابون‌های محلول‌پاشی اشاره کرد. استفاده از صابون‌ها همراه با اسپیروتترامات سبب جذب بهتر حشره‌کش توسط گیاه و افزایش نفوذ حشره‌کش و در نهایت کارایی بالاتر آن خواهد شد. این حشره‌کش با غلظت ۰/۵ در هزار، کنترل موفق روی پسیل معمولی پسته دارد (Talebi Jahromi, 2006; Francesena et al., 2012).

علی‌رغم نگرانی‌های زیست محیطی استفاده از صابون‌ها و دترژنت‌ها، این ترکیبات با حداقل ریسک به گزینه مناسبی برای کنترل آفات تبدیل شده‌اند هرچند تحقیقات بیشتری برای اطمینان از ایمن بودن آن‌ها برای پستانداران و محیط زیست مورد نیاز می‌باشد. از صابون‌ها و دترژنت‌ها برای کنترل بسیاری از آفات از جمله آفات مکنده استفاده می‌شود. این ترکیبات می‌توانند برای جلوگیری از مشکلات مربوط به مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها استفاده شوند. همچنین این ترکیبات می‌توانند موجب افزایش کارایی آفت‌کش‌ها و همچنین کاهش میزان مصرف آن‌ها شوند. صابون‌ها و دترژنت‌ها را می‌توان تا قبل از برداشت محصول استفاده نمود (Curkovic, 2016). در سال‌های اخیر برخی از

است، هرچند که تفاوت بین تیمارها معنی‌دار نبود (Moradi et al., 2020). باتوجه به پژوهش‌های انجام شده تأثیر حشره‌کش اسپیروتترامات با گذشت زمان افزایش می‌یابد. در پژوهشی تأثیر حشره‌کش‌های اسپیروتترامات (۰/۵ در هزار)، استامی‌پراید^۵ (۰/۲۵ در هزار) و کائولین^۶ (۵۰ کیلوگرم در هزار) در شرایط صحرائی روی تلفات پوره پسیل معمولی پسته و زنبور پارازیتوئید *P. pistaciae* بررسی شده است. بر اساس نتایج آن‌ها بیشترین میزان تلفات پوره مربوط به تیمار کائولین و کمترین آن مربوط به تیمار استامی‌پراید است. بیشترین میزان تلفات پوره در مورد حشره‌کش استامی‌پراید یک روز پس از پاشش اتفاق افتاد، ولی در مورد حشره‌کش اسپیروتترامات و ماده معدنی کائولین با افزایش زمان این میزان افزایش یافت. همچنین بیشترین میزان تلفات زنبورهای خارج شده از پوره‌ها، به ترتیب در تیمارهای استامی‌پراید، اسپیروتترامات، کائولین و شاهد گزارش شده است (Soltani, 2015). پژوهش در زمینه اثرات جانبی آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی آفات از دهه‌ی ۱۹۵۰ گسترش یافته است (Theiling and Croft, 1988). یکی از مهم‌ترین مشکلات استفاده از حشره‌کش‌ها تأثیر نامطلوب آن‌ها روی دشمنان طبیعی آفات می‌باشد. بنابراین حفاظت از دشمنان طبیعی آفات در کنترل بیولوژیک بسیار مهم بوده و یکی از این روش‌ها استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی می‌باشد (Fernandes et al., 2010).

در این پژوهش اثر حشره‌کش اسپیروتترامات به‌تنهایی و همراه صابون محلول‌پاشی جنوبگان، صابون تیمول و کاهنده‌ی اسیدیت سیترا روی پسیل معمولی پسته در شرایط صحرائی و اثر جانبی آن‌ها روی زنبور *P. pistaciae* به‌عنوان پارازیتوئید این آفت در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد.

صابون‌های محلول‌پاشی علیه پسیل معمولی پسته در باغ‌های پسته و همچنین سایر آفات گیاه‌خوار استفاده شده و نتایج رضایت‌بخشی به‌دست آمده است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که صابون محلول‌پاشی جنوبگان^۱ و مایع ظرفشویی ریکا^۲ می‌توانند برای کنترل پسیل پسته استفاده شوند. همچنین این ترکیبات فاقد اثرات جانبی روی میزان سدیم و پتاسیم برگ و ریزش جوانه داشته و برای کفشدوزک *Oenopia conglobata* L. یکی از مهم‌ترین دشمنان طبیعی این آفت تأثیر نامطلوبی نداشته‌اند (Vahabzadeh et al., 2017). Mosaei and Alizadeh (2014) اثر آفت‌کش آزادیراحتین و صابون تیمول^۳ را روی پسیل معمولی پسته بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که این ترکیبات در تمامی غلظت‌ها از ۲۴ ساعت تا هفت روز پس از محلول‌پاشی بیشترین تأثیر را در کاهش پوره‌های پسیل داشتند و پس از یک هفته روند تأثیر کاهش یافته است. نتایج Alipour et al. (2018) نشان می‌دهد که صابون کاهنده‌ی اسیدیت سیترا^۴ می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب مناسب برای کنترل پسیل پسته در باغ‌های پسته استفاده شود. همچنین، ترکیب اسپیروتترامات با صابون کاهنده‌ی اسیدیت سیترا در تولید محصول سالم، کاهش هزینه‌ها، کاهش آلودگی محیط زیست و حفظ دشمنان طبیعی پسیل پسته توصیه شده است. اضافه نمودن کاهنده‌ی اسیدیت سیترا، تأثیر معنی‌داری بر افزایش کارایی حشره‌کش‌های اسپیروتترامات به‌منظور کاهش جمعیت تخم پسیل معمولی پسته، نداشته است. نتایج تأثیر تیمارهای مختلف روی جمعیت پوره پسیل معمولی پسته نشان داد که در تمام زمان‌های نمونه‌برداری میزان تأثیر حشره‌کش اسپیروتترامات به‌همراه مواد کاهنده اسیدیت بیشتر از میزان تأثیر کاربرد حشره‌کش به‌تنهایی بوده

1 - Jonobegan

2 - Rika

3 - Thymol

4 - Citral

5 - Acetamiprid

6- Kaolin

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی و مشخصات باغ محل انجام آزمایش

تأثیر تیمارها روی پسیل معمولی پسته در سال ۱۳۹۶ در یک قطعه باغ پسته در منطقه اسماعیل آباد نوق در ۴۵ کیلومتری شهرستان رفسنجان انجام شد. بدین منظور، باغی با تراکم مناسب پسیل برای انجام آزمایش انتخاب شد. رقم پسته باغ احمد آقایی و سن درختان حدود ۲۲ سال بود. در هر ردیف تعداد ۳۰ درخت به فاصله ۲ متر از یکدیگر قرار گرفته و فاصله بین ردیف‌ها ۷ متر بود.

ترکیب‌های حشره کش

در این آزمایش از حشره کش اسپیروتترامات (Movento® SC100، بایر آلمان)، صابون محلول پاشی جنوبگان (صنایع شیمیایی کرمان زمین)، صابون تیمول (شرکت کیا سم کارمانیا) و کاهنده‌ی اسیدیت سیترا (کیمیا سبزآور) به صورت ترکیب با حشره کش اسپیروتترامات برای بررسی اثر افزایش آن‌ها استفاده شد. تیمارهای مورد استفاده شامل حشره کش اسپیروتترامات (۰/۵ در هزار)، صابون محلول پاشی جنوبگان (۲/۵ در هزار)، حشره کش اسپیروتترامات (۰/۵ در هزار) + صابون تیمول (۱/۵ در هزار)، حشره کش اسپیروتترامات (۰/۵ در هزار) + صابون محلول پاشی جنوبگان (۱/۵ در هزار)، حشره کش اسپیروتترامات (۰/۵ در هزار) + کاهنده‌ی اسیدیت سیترا (۱/۵ در هزار) و آب (شاهد) بودند. ضمن این‌که غلظت‌های مورد استفاده براساس توصیه سازمان حفظ نباتات کشور انتخاب شده است (Noorbakhsh, 2018).

بررسی تأثیر ترکیب‌های حشره کش روی پسیل معمولی پسته

آزمایش در شرایط باغی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. هر واحد آزمایشی از ۵ اصله درخت تشکیل شد. قسمتی از باغ که در زمان آزمایش آلودگی درختان به آفت در حد مناسب (جمعیت آفت بالاتر از سطح زیان اقتصادی ۱۰ پوره

روی هر برگچه بود) بود، انتخاب شد. در شروع آزمایش، نقشه آزمایش تهیه و محل واحدها با اتیکت مشخص گردید. محلول پاشی مطابق با نقشه آزمایشی تهیه شده، به روش پاشش مستقیم حشره کش‌ها روی حشرات در پشت و روی برگ و با استفاده از سم پاش موتوری ۱۰۰ لیتری با سرلانس مرسوم در باغ‌های پسته در هنگام صبح انجام شد. به منظور تخمین جمعیت اولیه، یک نوبت نمونه برداری یک روز قبل از سم پاشی انجام شد. پس از سم پاشی، نمونه برداری در ۴ نوبت شامل ۲، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از سم پاشی انجام شد. در هر نوبت نمونه برداری (قبل و بعد از سم پاشی) تعداد ۱۵ برگچه از سه درخت وسط هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و چیده شد. برگ‌ها داخل کیسه‌های پلاستیکی و داخل یخدان قرار داده شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه تعداد پوره‌های پسیل در پشت و روی هر برگچه توسط استریومیکروسکوپ مدل صایران شمارش و یادداشت شد. با استفاده از آمار به دست آمده، میانگین جمعیت آفت در هر تکرار محاسبه و با استفاده از فرمول هندرسون و تیلتون میزان تأثیر هر یک از تیمارها در هر واحد آزمایشی محاسبه شد (Talebi Jahromi, 2006).

$$\% M = [1 - (T_a/C_a) (C_b/T_b)] \times 100$$

M مرگ و میر اصلاح شده؛ T_b متوسط تعداد حشرات در تیمار قبل از سم پاشی؛ T_a متوسط تعداد حشرات در تیمار بعد از سم پاشی؛ C_b متوسط تعداد حشرات در شاهد قبل از سم پاشی؛ C_a متوسط تعداد حشرات در شاهد بعد از سم پاشی.

بررسی تأثیر ترکیب‌های حشره کش روی حشرات کامل زنبور پارازیتوئید *P. pistaciae*

برای جمع آوری زنبور پارازیتوئید، برگ‌های تعدادی از درختان باغی که به مدت حداقل یک ماه سم پاشی نشده بود، مورد بازدید قرار گرفت و برگ‌هایی که دارای پوره‌های مومیایی شده پسیل بودند جمع آوری و داخل ظروف پلاستیکی درب‌دار به آزمایشگاه منتقل شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS, 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی^۱ در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. قبل از مقایسه میانگین داده‌ها، ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد. برای آنالیز داده‌های مربوط به تأثیر ترکیب‌های مختلف روی زنبور پارازیتوئید ابتدا تبدیل زاویه‌ای روی داده‌ها انجام و سپس تجزیه داده‌ها انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel, 2013 رسم شدند.

نتایج

جمعیت پوره پس‌پیل معمولی پسته در سطح روی و پشت برگ قبل و بعد از سم‌پاشی

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که یک روز قبل از سم‌پاشی تفاوت معنی‌داری بین تراکم جمعیت پوره روی برگچه در تیمارهای مختلف وجود نداشت. دو روز پس از سم‌پاشی بیشترین تراکم جمعیت در تیمار شاهد و سپس در تیمار حشره‌کش اسپیروتترامات دیده شد که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نمی‌شود و کمترین تراکم جمعیت در تیمار اسپیروتترامات همراه با سیترال بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار اسپیروتترامات همراه با جنوبگان وجود نداشت. هفت روز پس از سم‌پاشی کمترین تراکم جمعیت مربوط به تیمار اسپیروتترامات بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار اسپیروتترامات همراه با سیترال مشاهده نشد. در ۱۴ روز پس از سم‌پاشی کمترین تراکم جمعیت مربوط به تیمار اسپیروتترامات همراه با سیترال بود. بیست و یک روز پس از سم‌پاشی کمترین تراکم جمعیت مربوط به تیمار اسپیروتترامات همراه با تیمول بود که با تیمار اسپیروتترامات همراه با سیترال و تیمار اسپیروتترامات به تنهایی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲).

در آزمایشگاه در اتاقک رشد با دمای 26 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. ظروف به‌طور روزانه بازدید و زنبورهای تازه خارج شده، جمع‌آوری و به لوله آزمایش با در توری منتقل می‌شدند. برای تغذیه حشرات کامل زنبور از آب عسل ۱۰ درصد استفاده شد. برطبق روش‌های ارائه شده توسط (Hassan, 1994)، بررسی اثر جانبی سموم را می‌توان در شرایط آزمایشگاه، نیمه مزرعه و مزرعه‌ای انجام داد. در این مطالعه، برای بررسی اثر جنبی سموم روی عوامل کنترل بیولوژیک ابتدا بررسی‌های آزمایشگاهی انجام شد. در این آزمایش تأثیر ترکیب‌های حشره‌کش، روی حشره کامل زنبور (مرحله حساس زندگی این دشمن طبیعی) بررسی شد. برای انجام آزمایش، ابتدا ترکیب‌های حشره‌کش در غلظت‌های مورد استفاده در آزمایش‌های صحرائی تهیه گردید. سپس ۲ میلی‌لیتر بر هر سانتی‌متر مربع از هر یک از تیمارها، درون ظروف پتری به قطر ۸ سانتی‌متری ریخته و تمام سطح ظرف به ترکیب مورد نظر آغشته شد. سپس پتری‌ها در شرایط آزمایشگاه به مدت یک ساعت قرار داده تا خشک شوند. پس از خشک شدن ترکیب‌ها درون پتری، حشرات کامل یک روزه زنبور که از پوره‌های مومیایی شده پس‌پیل معمولی پسته جمع‌آوری شده بودند، درون ظروف پتری تیمار شده با ترکیب مورد نظر رهاسازی شدند. این ظروف در اتاقک رشد نگاه‌داری شدند. آزمایش برای هر یک از تیمارها در ۱۰ تکرار و ۵ زنبور برای هر تکرار انجام شد. پتری‌های حاوی زنبور هر یک ساعت مورد بررسی و تلفات زنبورها ثبت می‌شد. بررسی‌ها تا ثبت تلفات ۵۰ درصد زنبورها در تیمار شاهد انجام شد. با استفاده از درصد تلفات تیمارها و شاهد، درصد تأثیر تیمارها محاسبه و با شاخص‌های IOBC (جدول ۱) دسته‌بندی شدند (Hassan, 1977).

جدول ۱- گروه‌بندی آفت‌کش‌ها بر اساس شاخص IOBC روی دشمنان طبیعی

Table 1. Category of pesticides based on the IOBC on natural enemies

Category	Number of group	Percentage of effect on natural enemies
Harmless	1	30% > E
Slightly harmful	2	80% > E > 30%
Moderately harmful	3	99% > E > 80%
Harmful	4	E > 99%

جدول ۲- میانگین تعداد (\pm خطای معیار) پوره پسیل معمولی پسته در تیمارهای مختلف قبل و بعد از سم‌پاشیTable 1. Mean number (\pm SE) of nymph population of *A. pistaciae* of different treatments before and after spraying

Treatment	Days after spraying				
	Before	2	7	14	21
Control	58.15 \pm 1.10 ^a	53.41 \pm 1.28 ^a	53.08 \pm 1.26 ^a	69.16 \pm 2.71 ^a	78.01 \pm 4.0 ^a
Spirotetramat	59.66 \pm 3.19 ^a	52.08 \pm 0.93 ^a	16.16 \pm 0.65 ^c	15.61 \pm 1.99 ^{cd}	12.00 \pm 2.67 ^{cd}
Jonobegan	51.93 \pm 1.64 ^a	45.51 \pm 0.65 ^{ab}	31.58 \pm 1.39 ^b	27.63 \pm 1.06 ^b	23.58 \pm 1.86 ^b
Spirotetramat + Thymol	56.67 \pm 2.34 ^a	38.25 \pm 4.73 ^{bc}	29.51 \pm 1.87 ^b	19.85 \pm 3.42 ^{bc}	5.90 \pm 0.28 ^d
Spirotetramat + Jonobeghan	56.93 \pm 1.42 ^a	32.13 \pm 1.92 ^{cd}	33.05 \pm 2.57 ^b	22.05 \pm 3.15 ^{bc}	14.31 \pm 0.73 ^c
Spirotetramat + Citral	59.51 \pm 3.22 ^a	26.70 \pm 2.22 ^d	17.33 \pm 0.62 ^c	6.65 \pm 0.48 ^d	8.55 \pm 1.50 ^{cd}
P	0.23	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
F _{5,15}	1.56	18.94	64.55	94.56	241.99
CV	8.00	12.05	11.07	16.79	14.78

The means followed by different letters within each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's test).

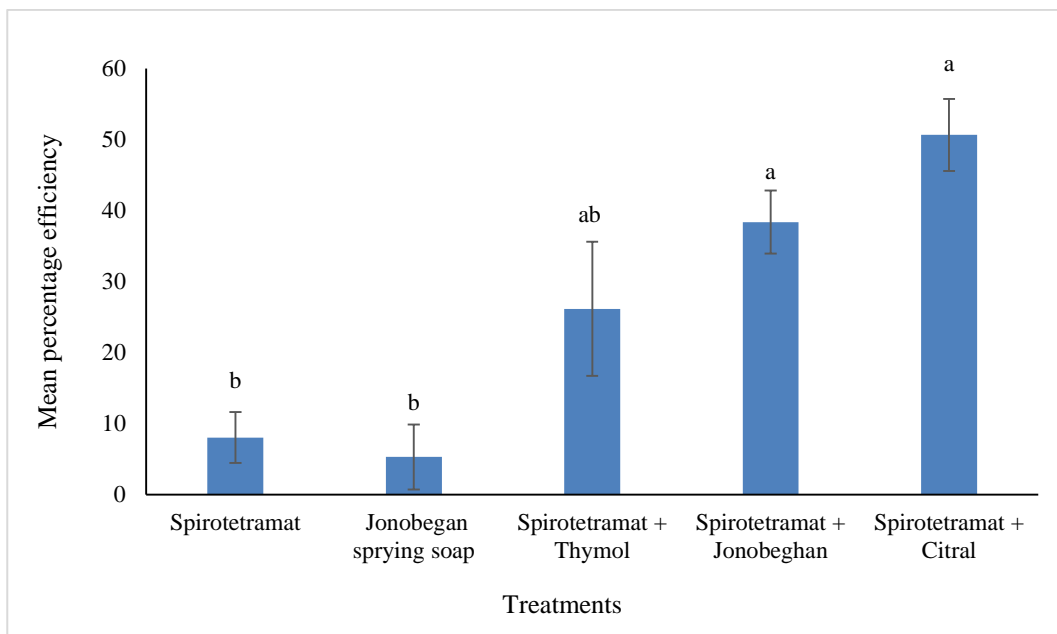
اسپیروتترامات به‌تنهایی کمترین درصد تأثیر و تیمار اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیتراول بیشترین درصد تأثیر را در بین تیمارهای حشره‌کشی در دو روز پس از سم‌پاشی داشتند. اگرچه افزودن صابون تیمول به اسپیروتترامات سبب افزایش درصد تأثیر این حشره‌کش شد، ولی این افزایش نسبت به تیمار اسپیروتترامات به‌تنهایی معنی‌دار نبود. اما افزودن کاهنده‌ی اسیدیت سیتراول به حشره‌کش اسپیروتترامات درصد تأثیر این حشره‌کش را به‌طور معنی‌داری نسبت به اسپیروتترامات افزایش داد (شکل ۱).

درصد تأثیر ترکیب‌های مختلف حشره‌کش روی پوره پسیل معمولی پسته، هفت روز پس از سم‌پاشی

درصد تأثیر هر یک از تیمارهای حشره‌کشی، در هفت روز پس از سم‌پاشی، در شکل ۲ نشان داده شده است.

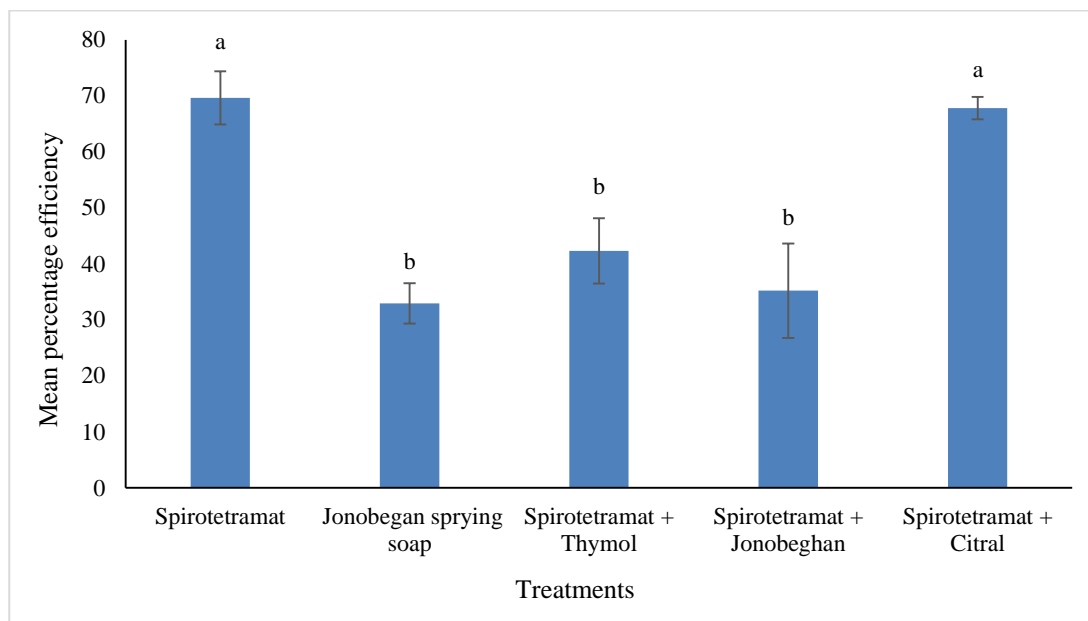
درصد تأثیر ترکیب‌های حشره‌کش روی پوره پسیل معمولی پسته دو روز پس از سم‌پاشی

درصد تأثیر هر یک از تیمارها دو روز پس از سم‌پاشی در شکل ۱ نشان داده شده است. دو روز پس از سم‌پاشی متوسط درصد تأثیر (تلفات پوره) تیمارهای اسپیروتترامات، صابون محلول‌پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات همراه با صابون محلول‌پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول و اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیتراول به ترتیب ۸/۰۳ \pm ۴/۵۶، ۵/۳۰ \pm ۳/۵۷، ۳۸/۳۶ \pm ۴/۴۴ و ۲۶/۱۵ \pm ۹/۴۳ به دست آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس میانگین تیمارها نشان داد تفاوت بسیار معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد (۰/۰۰۱ < P = ۹/۲۸; F = ۴,۱۲; df = ۴). براساس نتایج به دست آمده، تیمارهای کاربرد صابون محلول‌پاشی جنوبگان و



شکل ۱- میانگین درصد تأثیر (± خطای معیار) تیمارهای مختلف روی پوره پسپیل معمولی پسته دو روز پس از سم پاشی (حروف متفاوت در بالای ستون‌ها، اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد دارند).

Figure 1. Mean percentage efficiency (± SE) of different treatments on nymph population of *A. pistaciae* at 2 days after spraying (The means followed by different letters within each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's test)).



شکل ۲- میانگین درصد تأثیر (± خطای معیار) تیمارهای مختلف روی پسپیل معمولی پسته هفت روز پس از سم پاشی (حروف متفاوت در بالای ستون‌ها اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد دارند).

Figure 2. Mean percentage efficiency (± SE) of different treatments on nymph population of *A. pistaciae* at 7 days after spraying (The means followed by different letters within each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's test)).

معنی داری بین تیمارها وجود دارد ($P = 0/001$; $df = 4,12$; $F = 9/28$).

پس از این بازه زمانی بیشترین درصد تأثیر در تیمار اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیترا مشاهده شد و با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری داشت. کمترین درصد تأثیر نیز مربوط به تیمار صابون محلول پاشی جنوبگان بود. همچنین، وقتی اسپیروتترامات با صابون تیمول و صابون محلول پاشی جنوبگان ترکیب شد، درصد تأثیر کاهش یافت که این کاهش معنی دار نبود. اما افزودن کاهنده‌ی اسیدیت سیترا به اسپیروتترامات سبب افزایش اثر این حشره‌کش شد اما این تفاوت معنی دار نبود.

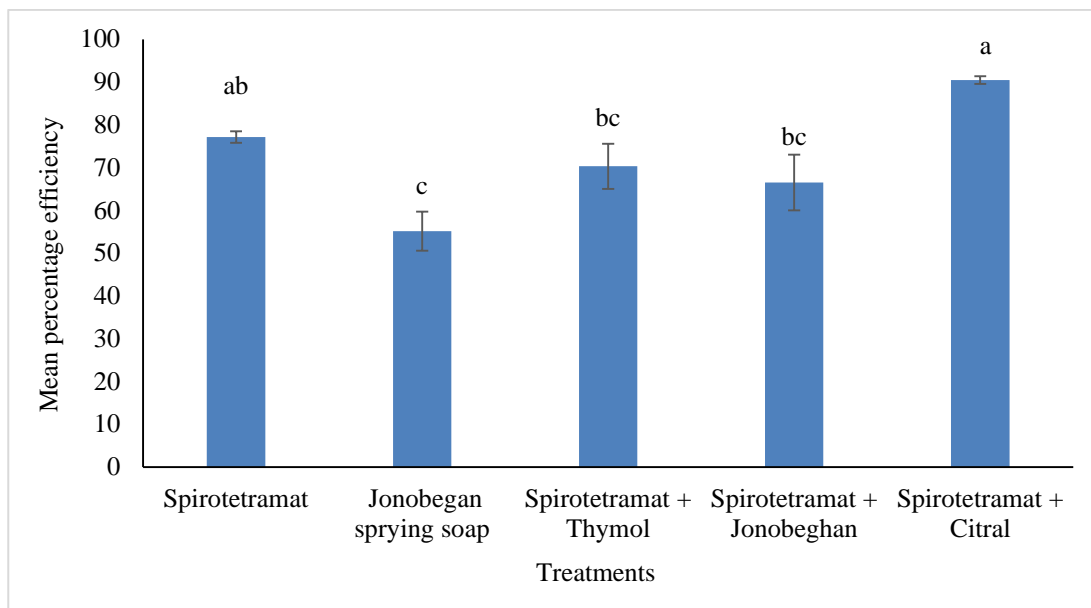
درصد تأثیر ترکیب‌های مختلف حشره‌کش روی پوره پسیل معمولی پسته، ۲۱ روز پس از سم‌پاشی

درصد تأثیر هر یک از تیمارهای حشره‌کش ۲۱ روز پس از سم‌پاشی در شکل ۴ نشان داده شده است. متوسط درصد تأثیر (تلفات پوره) ۲۱ روز پس از سم‌پاشی در تیمارهای اسپیروتترامات، صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات و صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات و صابون تیمول و اسپیروتترامات و کاهنده‌ی اسیدیت سیترا به ترتیب $84/40 \pm 4/20$ ، $66/01 \pm 2/80$ ، $81/17 \pm 1/27$ و $92/18 \pm 0/57$ و $89/15 \pm 2/05$ به دست آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس میانگین تیمارها نشان داد تفاوت بسیار معنی داری بین تیمارها وجود دارد ($P = 0/001$; $df = 4,12$; $F = 9/28$). در میان تیمارهای مورد بررسی در این بازه زمانی بیشترین تأثیر مربوط به تیمارهای اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول و اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیترا بود، اما تفاوت معنی داری بین آن‌ها مشاهده نشد. کمترین تأثیر نیز در تیمار صابون محلول پاشی جنوبگان مشاهده شد که با بقیه تیمارها اختلاف معنی داری داشت. در بین تیمارهای ترکیب شده نیز اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیترا و اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول سبب افزایش درصدی تأثیر اسپیروتترامات شدند.

متوسط درصد تأثیر (تلفات پوره) تیمارهای اسپیروتترامات، صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات همراه با صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول و اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیترا، هفت روز پس از سم‌پاشی به ترتیب $69/61 \pm 3/60$ ، $32/95 \pm 4/74$ ، $35/20 \pm 8/44$ و $42/32 \pm 5/83$ و $67/82 \pm 2/01$ به دست آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس میانگین تیمارها نشان داد تفاوت بسیار معنی داری بین تیمارها وجود دارد ($P = 0/001$; $df = 4,12$; $F = 9/28$). طبق نتایج به دست آمده، تیمارهای اسپیروتترامات و اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیترا بیشترین درصد تأثیر را داشتند که با بقیه تیمارها تفاوت معنی داری را نشان دادند. کمترین درصد تأثیر در این بازه‌ی زمانی نیز مربوط به تیمار صابون محلول پاشی جنوبگان بود، که البته با تیمارهای اسپیروتترامات همراه با صابون محلول پاشی جنوبگان و اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول تفاوت معنی داری نداشت. همچنین، نتایج نشان داد که کاهنده‌ی اسیدیت سیترا تأثیر معنی داری روی اثربخشی اسپیروتترامات نداشت، ولی صابون محلول پاشی جنوبگان و صابون تیمول سبب کاهش اثربخشی این حشره‌کش شدند.

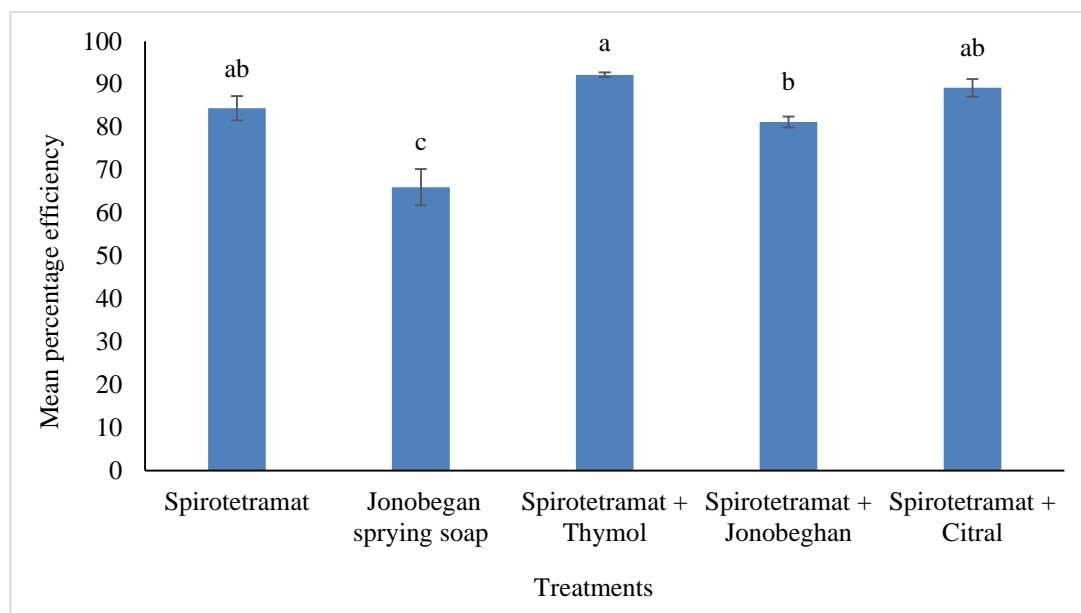
درصد تأثیر ترکیب‌های مختلف حشره‌کش روی پوره پسیل معمولی پسته، ۱۴ روز پس از سم‌پاشی

درصد تأثیر هر یک از تیمارهای حشره‌کش، ۱۴ روز پس از سم‌پاشی در شکل ۳ نشان داده شده است. چهارده روز پس از سم‌پاشی، متوسط درصد تأثیر (تلفات پوره) تیمارهای اسپیروتترامات، صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات همراه با صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول و اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیت سیترا به ترتیب $77/16 \pm 4/55$ ، $55/15 \pm 1/36$ ، $66/54 \pm 6/50$ و $70/33 \pm 5/28$ و $90/49 \pm 0/90$ به دست آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس میانگین تیمارها نشان داد تفاوت بسیار



شکل ۳- میانگین درصد تأثیر (± خطای معیار) تیمارهای مختلف روی پسبیل معمولی پسته ۱۴ روز پس از سمپاشی (حروف متفاوت در بالای ستون‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند).

Figure 3. Mean percentage efficiency (± SE) of different treatments on nymph population of *A. pistaciae* at 7 days after spraying (The means followed by different letters within each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's test)).



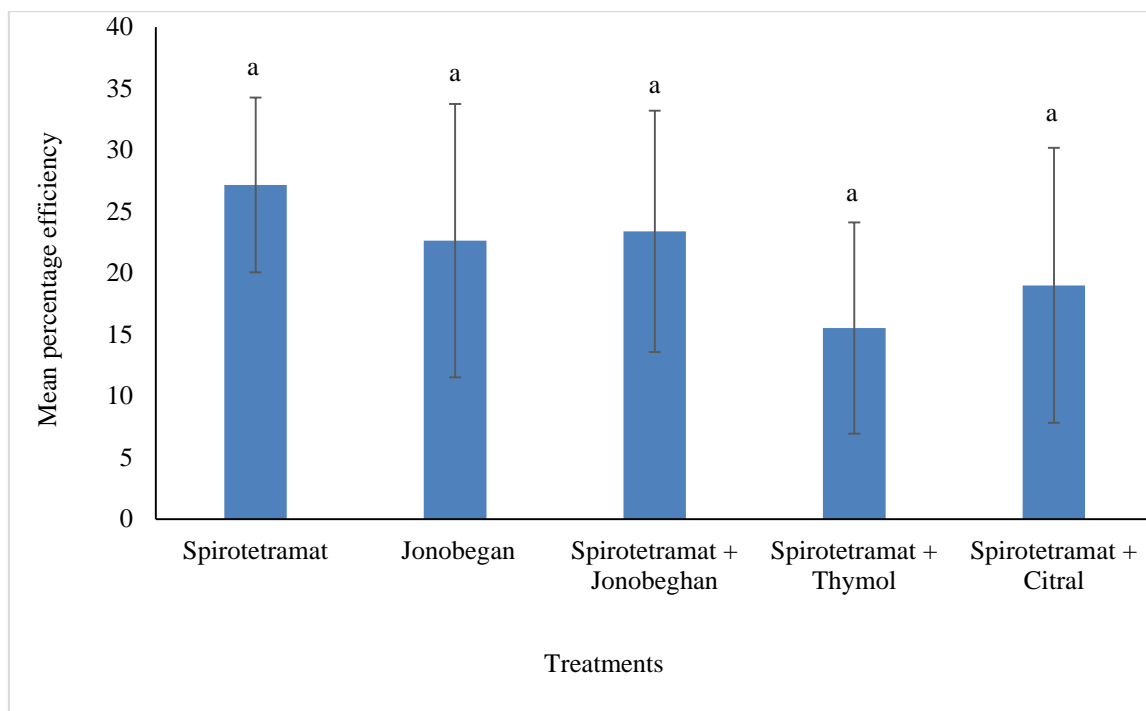
شکل ۴- میانگین درصد تأثیر (± خطای معیار) تیمارهای مختلف روی پسبیل معمولی پسته ۲۱ روز پس از سمپاشی (حروف متفاوت در بالای ستون‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند).

Figure 4. Mean percentage efficiency (± SE) of different treatments on nymph population of *A. pistaciae* at 21 days after spraying (The means followed by different letters within each column are significantly different $P < 0.05$, Tukey's test).

تأثیر ترکیب‌های حشره کش روی حشرات کامل زنبور پارازیتوید *P. pistaciae* درصد تأثیر هر یک از ترکیب‌های مورد آزمایش روی حشرات کامل پارازیتوید *P. pistaciae* پس از تیمارشدن با ترکیبات مختلف حشره کش، در شکل ۵ نشان داده شده است. متوسط درصد تأثیر تیمارهای اسپیروتترامات، صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات و صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات و صابون تیمول و اسپیروتترامات و کاهنده‌ی اسیدیته سیترا ل روی زنبور پارازیتوید *P. pistaciae* به ترتیب $۲۳/۳۸ \pm ۹/۸۱$ ، $۱۵/۵۲ \pm ۸/۵۹$ و $۱۹/۰۰ \pm ۱۱/۱۸$ به دست آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس میانگین تیمارها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد ($F = ۰/۲۹$; $df = ۴,۴۵$; $P = ۰/۸۸۱$). بیشترین و کمترین درصد تأثیر به ترتیب مربوط به تیمارهای اسپیروتترامات و اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول بود. درصد تأثیر در تمامی ترکیبات استفاده شده در این پژوهش کمتر از ۳۰ درصد به دست آمد که بر اساس شاخص IOBC تمامی ترکیبات در گروه حشره کش‌های بی‌زیان هستند.

تأثیر ترکیب‌های حشره کش روی حشرات کامل زنبور پارازیتوید *P. pistaciae*

درصد تأثیر هر یک از ترکیب‌های مورد آزمایش روی حشرات کامل پارازیتوید *P. pistaciae* پس از تیمارشدن با ترکیبات مختلف حشره کش، در شکل ۵ نشان داده شده است. متوسط درصد تأثیر تیمارهای اسپیروتترامات، صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات و صابون محلول پاشی جنوبگان، اسپیروتترامات و صابون تیمول و اسپیروتترامات و کاهنده‌ی اسیدیته سیترا ل روی زنبور پارازیتوید *P. pistaciae* به ترتیب $۲۳/۳۸ \pm ۹/۸۱$ ، $۱۵/۵۲ \pm ۸/۵۹$ و $۱۹/۰۰ \pm ۱۱/۱۸$ به دست آمد.



شکل ۵- میانگین درصد تأثیر (\pm خطای معیار) ترکیب‌های مختلف حشره کش روی حشرات کامل زنبور پارازیتوید *P. pistaciae* (حروف متفاوت در بالای ستون‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند).

Figure 5. Mean percentage efficiency (\pm SE) of different treatments on adults of parasitoid wasp *P. pistaciae* (The means followed by different letters within each column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's test)).

تیمول و اسپیروتترامات همراه با صابون محلول پاشی جنوبگان) بیش از کاربرد به تنهایی اسپیروتترامات و صابون محلول پاشی جنوبگان می‌باشد. آفت کش اسپیروتترامات برای ورود به بدن حشره و اثر بخشی چند

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دو روز پس از سم پاشی تأثیر تیمارهای ترکیبی (اسپیروتترامات همراه با کاهنده‌ی اسیدیته سیترا ل، اسپیروتترامات همراه با صابون

غلظت ۷۳۰ میلی لیتر در هکتار تأثیر معنی داری روی بقای تخم و لارو *Aphytis melinus* DeBach زنبور پارازیتوید شپشک سپردار قرمز مرکبات *Aonidiella aurantii* Maskell (Homoptera: Diaspididae) و تبدیل آن‌ها به شفیره و حشره کامل نداشت. همچنین ترکیب اسپیروتترامات با روغن یا سایر ترکیب‌های همراه تأثیر معنی داری روی کشندگی شپشک نداشت. در مطالعه حاضر، پس از ۲۱ روز در معرض قرارگیری تعداد پوره‌های *A. pistaciae* روی برگ‌ها در تیمارهای مختلف کاهش چشم‌گیری داشت. این نتایج نشان می‌دهد که حشره‌کش اسپیروتترامات برای تأثیرگذاری نیاز به گذشت زمان دارند و بیشترین تأثیر در ۲۱ روز پس از اعمال تیمارها اتفاق افتاد. (Pooye et al. (2019) تأثیر حشره‌کش‌های اسپیروتترامات (۰/۵ در هزار)، اسپیرومسیفن (۰/۴ در هزار)، دینوفوران (۰/۷۵ در هزار)، کلرفلوآزورون (یک در هزار)، تیامتوکسام + لامبدا سای‌هالوترین (۰/۳ در هزار)، فنوکسی‌کارب + لوفنورون (۱/۵ در هزار) و هگزافلومرون (۰/۵ و ۰/۷۵ در هزار) را روی پسپیل معمولی پسته، *A. pistaciae* در شرایط صحرایی بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفته‌اند که حشره‌کش اسپیروتترامات نسبت به سایر ترکیبات استفاده شده به جز سه روز پس از سم‌پاشی در سایر روزهای نمونه‌برداری (۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از سم‌پاشی)، بیشترین تأثیر را در کاهش جمعیت این آفت داشته است. (Emami (2013) تأثیر اسپیروتترامات با غلظت‌های ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷۵ و ۱ لیتر در هزار و حشره‌کش استامی‌پراید ۲۵۰ گرم و آمیتراز ۱۵۰۰ سی‌سی در هزار برای کنترل پسپیل معمولی پسته بررسی نمودند. نتایج شمارش تعداد پوره‌های آفت روی برگ‌های درختان تیمار شده نشان داد که اثر حشره‌کش‌های مقایسه (آمیتراز و استامی‌پراید) در ۲ روز بعد از سم‌پاشی به‌طور معنی‌داری از حشره‌کش اسپیروتترامات بیشتر بود اما با گذشت زمان اثر اسپیروتترامات افزایش یافت. به‌طوری که اسپیروتترامات در ۷ روز پس از سم‌پاشی

روزی زمان نیاز دارد. نتایج Gheibi and Taheri (2017) نشان می‌دهد که تأثیر حشره‌کش اسپیروتترامات از روز سوم به بعد افزایش می‌یابد و تأثیر آن تا ۴۰ روز پس از سم‌پاشی ادامه داشته است. حشره‌کش اسپیروتترامات باعث اختلال در سنتز چربی در بدن حشرات می‌شود و برای چنین تأثیرگذاری نیاز به چند روز زمان دارد. نتایج پژوهش Francesena et al. (2012) نشان می‌دهد که سمیت اسپیروتترامات روی سفیدبالک *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) با گذشت زمان افزایش می‌یابد و این ترکیب در هفت روز پس از کاربرد بیشترین تأثیر را روی زنبور پارازیتوید *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) دارد. در این پژوهش، در هفت روز پس از سم‌پاشی درصد تأثیر تیمارهای ترکیب اسپیروتترامات با صابون محلول‌پاشی جنوبگان و صابون تیمول کاهش یافت. احتمال دارد این ترکیب‌ها سبب تغییراتی در ساختار سم شوند که اثر آن را کاهش داده و یا به‌عنوان یک سد مانع نفوذ این سم به بدن حشره می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پس از طی ۱۴ روز از زمان سم‌پاشی، آفت‌کش اسپیروتترامات تأثیر خود را گذاشته و در این زمان تعداد پوره در برگ‌های تیمار شده با اسپیروتترامات کمتر از آن‌هایی بود که با صابون محلول‌پاشی جنوبگان تیمار شده بودند. همچنین، درصد تأثیر حشره‌کش اسپیروتترامات بیشتر از صابون محلول‌پاشی جنوبگان می‌باشد. در این زمان افزودن صابون تیمول و صابون محلول‌پاشی جنوبگان تأثیر معنی‌داری روی سمیت اسپیروتترامات نداشتند، اما کاهنده‌ی اسیدیته سیترال سبب افزایش سمیت اسپیروتترامات شد اما تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. کاهنده‌ی اسیدیته سیترال یک ترکیب کاهنده اسیدیته می‌باشد و به‌طور احتمالی سبب حفظ طولانی مدت تأثیر حشره‌کش اسپیروتترامات شود. (Garcera et al. (2013 گزارش کردند که حشره‌کش اسپیروتترامات در شرایط مزرعه در

Neomaskellia andropogonis Corbett (Homoptera: Aleyrodidae) تیمار شده با حشره کش اسپیروتترامات کمتر از تیمار شاهد می‌باشد. همچنین با افزایش غلظت و گذشت زمان میزان بقاء در تیمار اسپیروتترامات کاهش می‌یابد. نتایج پژوهش‌های Malekmohammadi et al. (2012) نشان داد که حشره کش اسپیروتترامات دارای سمیت بسیار زیادی روی پوره سفیدبالک *B. tabaci* است، در حالی که برای زنبور پارازیتوید *Eretmocerus delhiensis* Mani (Hym.: Aphelinidae) خاصیت انتخابی بالایی دارد. در پژوهشی Soltani (2015) تأثیر اسپیروتترامات (۰/۵ در هزار)، استامی‌پراید (۰/۲۵ در هزار) و کائولین (۵۰ کیلوگرم در هزار) در شرایط صحرایی روی پوره پسیل معمولی پسته بررسی نموده و نتیجه گرفته‌اند که بیشترین میزان تلفات پوره در مورد حشره کش استامی‌پراید یک روز پس از پاشش، اما در مورد حشره کش اسپیروتترامات و ماده معدنی کائولین با افزایش زمان این میزان افزایش می‌یابد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که تأثیر تیمارها روی زنبور پارازیتوید *P. pistaciae* در تیمارهای شاهد، کائولین، اسپیروتترامات و استامی‌پراید به ترتیب ۹۵/۶۸، ۹۰/۹۵، ۷۵/۸۶ و ۱۴/۴۹ درصد می‌باشد. بررسی تأثیر سه حشره کش پالیزین، موسپیلان و کنسالت روی پسیل معمولی پسته و زنبور پارازیتوید *P. pistaciae* در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای نشان می‌دهد که هر سه ترکیب برای آفت و دشمن طبیعی سمی بوده و در این میان پالیزین سمیت پایین‌تری برای دشمن طبیعی داشت (Kabiri and Amiri-Besheli, 2012). ترکیب حشره کش اسپیروتترامات و صابون کاهنده‌ی اسیدیته سیترا ل موجب کاهش مصرف حشره کش‌ها، کاهش هزینه، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و حفظ دشمنان طبیعی خواهد شد (Alipour et al., 2018). حشره کش‌های انتخابی ممکن است برای حشرات آفت تأثیر زیاد اما تأثیر کمی روی بقاء، تولیدمثل و رفتار پارازیتویدها و شکارگرها داشته باشند (Fernandes et al., 2010).

مانند سموم مقایسه و پس از گذشت ۱۴ و ۲۱ روز به‌طور معنی‌داری اثر بیشتری نسبت به سموم مقایسه در کنترل پسیل معمولی پسته داشت. اثر غلظت‌های پایین و بالای اسپیروتترامات در مقایسه با یک‌دیگر تفاوت معنی‌داری نداشت. در پژوهش حاضر بالاترین درصد تأثیر در ۲۱ روز پس از سم‌پاشی، در تیمار اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول مشاهده شد که با تیمارهای اسپیروتترامات با سیترا ل و کاربرد اسپیروتترامات به تنهایی تفاوت معنی‌داری نداشت. اثرات بالای حشره کشی صابون تیمول پس از مصرف روی پسیل معمولی پسته توسط Mosaei and Alizadeh (2014) گزارش شده است. صابون محلول‌پاشی برتر موجب افزایش کارایی حشره کش‌های گیاهی سیرینول و تنداکسیر می‌گردد (Ebrahimipour, Sharifabad et al., 2018).

استفاده از حشره کش‌ها تأثیر نامطلوبی روی دشمنان طبیعی آفات می‌گذارد. یکی از روش‌های حفاظت از دشمنان طبیعی آفات در برنامه‌های کنترل بیولوژیک استفاده از حشره کش‌های انتخابی می‌باشد (Fernandes et al., 2010). بنابراین، قبل از کاربرد حشره کش‌ها بررسی تأثیر آن‌ها روی دشمنان طبیعی ضروری به‌نظر می‌رسد. Francesena et al. (2012) اثر انتخابی اسپیروتترامات روی سفیدبالک *B. tabaci* و دشمن طبیعی آن *E. mundus* را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که این حشره کش اثرات انتخابی بالایی علیه این آفت دارد و سمیت آن برای زنبور پارازیتوید آن پایین است. اثر اسپیروتترامات روی پارامترهای جدول زندگی شپشک سپردار قرمز مرکبات *A. aurantii* و پارازیتوید داخلی آن *A. melinus* در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای نشان داد که این ترکیب تأثیر بالایی روی آفت در هر دو بررسی آزمایشگاهی و مزرعه‌ای داشت، اما تأثیر منفی روی دشمن طبیعی آن نداشت (Garcera et al., 2013). نتایج Behnam-Oskuyee et al. (2020) نشان می‌دهد که میزان بقای سفیدبالک نیشکر

روی جمعیت پوره پسپیل معمولی پسته نشان داد که در تمام زمان‌های نمونه‌برداری میزان تأثیر حشره‌کش به‌همراه مواد کاهنده اسیدیته بیش‌تر از میزان تأثیر کاربرد حشره‌کش به‌تنهایی بود، اما تأثیر آن‌ها معنی‌دار نبود و فقط در سه و هفت روز بعد از تیمار، ترکیب رکتیفایر توانست تأثیر حشره‌کش ایمیداکلوپراید را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. حشره‌کش اسپیروتترامات برای کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* Fabricius نیز بی‌خطر گزارش شده است.

حشره‌کش اسپیروتترامات یک حشره‌کش سیستمیک جدید با قدرت مهار سنتز چربی در بدن حشرات می‌باشد و تاکنون پژوهش‌های کمی در مورد اثر حشره‌کشی آن انجام شده است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که اسپیروتترامات تأثیر حشره‌کشی خوبی روی پسپیل معمولی پسته دارد. بیشترین درصد تأثیر پس از ۱۴ و ۲۱ روز از زمان سم‌پاشی مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که ترکیبات همراه با اسپیروتترامات (صابون محلول‌پاشی جنوبگان، صابون تیمول و کاهنده اسیدیته سیترال) تأثیر معنی‌داری در افزایش کارایی اسپیروتترامات نداشتند. با توجه به این که همه تیمارهای مورد مطالعه تأثیر منفی روی زنبور پارازیتوئید *P. pistaciae* داشتند، مطالعات بیشتری با غلظت‌های زیر کشنده اسپیروتترامات به همراه مواد افزودنی متنوع باید انجام شود تا غلظت و ترکیب مناسب‌تری از این حشره‌کش برای کنترل جمعیت پسپیل معمولی پسته قابل توصیه باشد.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از همکاری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رفسنجان و پژوهشکده پسته برای انجام این پژوهش قدردانی می‌گردد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بر اساس شاخص IOBC تمامی تیمارها در گروه ترکیبات بی‌خطر برای زنبور پارازیتوئید *P. pistaciae* می‌باشند. کمترین درصد تأثیر مربوط به تیمار اسپیروتترامات همراه با صابون تیمول بود که نشان داد برای کنترل بیولوژیک این آفت مناسب می‌باشد. البته تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت. در مورد سایر ترکیب‌های حشره‌کش نیز درصد تأثیر روی زنبور پارازیتوئید پایین بود که نشان دهنده خاصیت انتخابی نسبی این ترکیب‌ها برای پسپیل معمولی پسته و دشمن طبیعی آن می‌باشد. همچنین حشره‌کش اسپیروتترامات برای زنبور پارازیتوئید *P. pistaciae* و لارو کفشدوزک *Oenopia conglobata* L. جزء ترکیبات بی‌خطر و برای حشرات کامل کفشدوزک جزء سموم با خطر جزئی گزارش شده است (Emami, 2012). در پژوهشی دیگر، با مطالعه سمیت هگزافلومورون روی زنبور *P. pistaciae* نتیجه گرفتند که این ترکیب به‌طور معنی‌داری نسبت به استامی‌پراید سمیت کمتری برای این زنبور پارازیتوئید دارد (Kabiri and Amiri-Besheli, 2012). بررسی اثر حشره‌کش آکتارا روی زنبور *P. pistaciae* نشان می‌دهد که این ترکیب برای حشرات کامل این زنبور پارازیتوئید خطرناک می‌باشد (Basirat, 2006). مقایسه مطالعه حاضر با تحقیق‌های قبلی نشان می‌دهد که اسپیروتترامات حشره‌کش مناسب‌تری برای استفاده در کنترل تلفیقی پسپیل معمولی پسته می‌باشد. در پژوهشی اضافه نمودن کاهنده سیترال و رکتیفایر، تأثیر معنی‌داری بر افزایش کارایی حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و ایمیداکلوپراید، برای کاهش جمعیت تخم پسپیل پسته وجود نداشت و تنها در هفت روز بعد از سم‌پاشی، ترکیب ایمیداکلوپراید همراه با رکتیفایر (۹۱/۵۸ درصد کاهش جمعیت تخم) سبب افزایش معنی‌دار کارایی آن شد (Moradi et al., 2020). نتایج تأثیر تیمارهای مختلف توسط Azod et al. (2016).

REFERENCES

- Azod, F., Shahidi-Noghabi, Sh., Mahdian, K., and Smagghe, G. 2016. Lethal and sublethal effects of spirotetramat and abamectin on predatory beetles (*Menochilus sexmaculatus*) via prey (*Agonoscena pistaciae*) exposure, important for integrated pest management in pistachio orchards. *Belgian Journal of Zoology*, 146 (2): 113-122.
- Alipour, A., Alizadeh, A., and Abbaszadeh, M. 2018. The effects of Citral soap and Citral activator of nonionic surfactants on spirotetramat insecticide against *Agonoscena pistaciae* in Rafsanjan. *Pistachio and Health Journal*, 1(3): 27-32.
- Basirat, M. 2006. The effect of Actara (WG 25%) on psyllid of pistachio and side effect on two species of its natural enemies. The final report of the research of Iranian pistachio institute.
- Behnam-Oskuyee, S., Ziaee, M., and Shishehbor, P. 2020. Evaluation of different insecticides for the control of sugarcane whitefly, *Neomaskellia andropogonis* Corbett (Homoptera: Aleyrodidae), *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(4): 255-260.
- Cantoni, L. De Maeyer, J. Izquierdo Casas, J., Niebes, F., Peeters, D., Roffeni Tiraferri, S., Silva, J., and Villalobos, A. 2008. Development of Movento[®] on key pests and crops in European countries. *Bayer CropScience Journal*, 61: 349-376.
- Curkovic, T.S. 2016. Detergents and soaps as tools for IPM in agriculture. In: Harsimran K.G. and Gaurav, G. (Eds) *Integrated Pest Management (IPM): Environmentally Sound Pest Management*. InTechOpen Press. Pp. 155-189.
- Ebrahimipour Sharifabad, M., Sheibani Tezerji, Z., 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 (In Farsi with English summary).
- Emami, S.Y. 2012. Effect of pesticide spirotetramate (Movento[®] SC 100) on the common pistachio psyllid and its side effect on two natural enemies of this pest. The final report of the research of Iranian pistachio institute.
- Emami, S.Y. 2013. Effect of pesticide spirotetramate (Movento[®]) on the common pistachio psyllid and its advantage and disadvantage. *Proceedings of the 1st Iranian Pistachio Congress*, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran. pp: 1-3.
- Fernandes, F.L., Bacci, L., and Fernandes, M.S. 2010. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. *EntomoBrasilis*, 3(1): 1-10.
- Francesena, N., Haramboure, M., Smagghe, G., Stadler, T., and Schneider, M.I. 2012. Preliminary studies of effectiveness and selectivity of Movento on *Bemisia tabaci* and its parasitoid *Eretmocerus mundus*. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 77(4): 727-733.

Garcerá, C., Ouyang, Y., Scott, S.J., Moltó, E., and Grafton-Cardwell, E.E. 2013. Effects of spirotetramat on *Aonidiella aurantii* (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoid, *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Journal of Economic Entomology*, 106(5,1): 2126-2134.

Gheibi, M., and Taheri, Y. 2017. Effect of flupyradifurone, spirotetramat and thiacloprid insecticides on common pistachio psylla, *Agonosscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hem.: Psyllidae). *Journal of Entomological Research*, 8(4): 255-270 (In Farsi with English summary).

Hassan, S.A. 1994: Activities of the IOBC/WPRS working group "pesticides and beneficial organisms". *IOBC/WPRS Bulletin*, 17(10): 1-5.

Hassan, S.A. 1977. Standardized techniques for testing side-effects of pesticides on beneficial arthropods in the laboratory. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 83(3): 158-163.

Hassani, M.R., Nouri-Ghanbalani, G., Izadi, H., and Shojaie, M. 2009. Population fluctuations of pistachio psylla, *Agonosscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae), in Rafsanjan region. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 40, 93-98 (In Farsi with English summary).

Kabiri, M., Amiri-Besheli, B., and Basirat, M. 2012. A comparison of the toxicity of the botanical insecticide, Sirinol and two chemical insecticides, mospilan and consult, on two natural enemies of the pistachio psyllid, coccinellid predator (*Oenopia conglobata*) and parasitic wasp (*Psyllaephagus pistaciae*). *African Journal of Biotechnology*, 11(74): 13888-13895.

Lomer, C.J., Bateman, R.P., Dent, D., De Groote, H., Douro-Kpindou, O.K., Kooyman, C., Langewald, J., Ouambama, Z., Peveling, R., and Thomas, M. 1999. Development of strategies for the incorporation of biological pesticides into the integrated management of locusts and grasshoppers. *Agricultural and Forest Entomology*, 1(1): 71-88.

Malekmohammadi, A., Shishehbor, P., and Kocheili, F. 2012. Influence of constant temperatures on development, reproduction and life table parameters of *Encarsia inaron* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Neomaskellia andropogonis* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Crop Protection*, 34: 1-5.

Mehrnejad, M.R. 2010. Potential biological control agents of the common pistachio psylla, *Agonosscena pistaciae*, a review. *Entomofauna*, 31: 317-340.

Mehrnejad, M.R. 2014. The pest of pistachio trees in Iran, natural enemies and control. Sepehr Publication Center, Tehran. (In Farsi).

Moradi, B., Sheibani Tezerji, Z., and Basirat, M. 2020. The effect of water pH on efficiency of spirotetramat and imidacloprid against *Agonosscena pistaciae* under field conditions. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 42(4): 1-12 (In Farsi with English summary).

Mosaei, N., and Alizadeh, A. 2014. Effect of NeemAzal and Thimol on pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Psyllidae), in the field conditions. 2nd Conference on New Finding in Environment and Agricultural Ecosystems. Tehran University.

Nauen, R., Reckmann, U., Thomzik, J., and Thielert, W. 2008. Biological profile of spirotetramat (Movento[®]) – a new two-way systemic (ambimobile) insecticide against sucking pest species. Bayer Crop Science Journal, 61: 245-278.

Noorbakhsh, S. 2018. List of important pests, diseases, and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods for their control. Ministry of Agriculture Jihad and Plant Protection Organization. 209 p. (In Persian).

Pooye, E., Sheibani Tezerji, Z., and Hassani, M.R. 2019. Effect of different insecticides on eggs and nymphs of *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae) under field conditions. Journal of Applied Research in Plant Protection, 8(1): 19-31 (In Farsi with English summary).

Soltani, Kh. 2015. Toxicity of kaulin, spirotetramat and acetamipride on *Agonoscena pistaciae* and *Psyllaephagus pistaciae*. M.Sc. Thesis, University of Zabol, Zabol, Iran.

Talebi Jahromi, Kh. 2006. Pesticides Toxicology, University of Tehran Press, Tehran, Iran (In Farsi).

Theiling, K.M., and Croft, B.A. 1988. Pesticide side-effects on arthropod natural enemies: a database summary. Agriculture, Ecosystems and Environment, 21: 191-218.

Vahabzadeh, N., Hassani, M.R., Imani, S., Allahyari, H., and Shojai, M. 2017. Effects of liquid soap and dish washing detergent on the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* and the lady bug, *Oenopia conglobata*. Journal of Entomological Research, 9(4): 77-84.



© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Effects of spirotetramat with different additives on the common pistachio psyllid, *Agonoscena Pistaciae* (Order: Family) and parasitoid wasp, *Psyllaephagus Pistaciae* (Hym., Encyrtidae)

F. Ranjbar-Shoorabadi¹, M. Basirat^{2*} and M. R. Hassani³

1. Master's Degree Graduated, Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran
2. ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Member of scientific board, Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran (mbasirat2000@yahoo.com)
3. Assistant Professor, Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan, Iran

(DOI): 10.22055/PPR.2020.16141

Received: 12 August 2020

Accepted: 30 November 2020

Abstract

Background and Objectives

Detergents and soaps can be used as co-adjuvants (in the tank) for conventional or biological pesticides. Detergents and soaps can also be applied first to debilitate pest insects and mites, and later along with spraying insecticides and miticides. In both cases, a rate reduction occurs for conventional and more expensive and restricted products. The spirotetramat as an insecticide is used to control the sucking insect pests. Surfactants are used for increasing the insecticide's effect. Water pH is one of the most important factors influencing efficiency of insecticides against the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Aphalaridae), as the most important pest found in Iran's pistachio orchards. Therefore, this study was conducted to investigate the effect of Jonobegan spraying soap, pH-reducing Citral soap, and Thymol soap on the spirotetramat's efficiency in pistachio orchards and its effects on the parasitoid wasp, *Psyllaephagus pistaciae* (Hymenoptera: Encyrtidae).

Materials and Methods

In this study, the effect of insecticides including spirotetramat (Monvento[®] SC 100), Jonobegan spraying soap, and spirotetramat mixture (Jonobegan, Thymol[®] soap, and pH-reducing Citral[®] soap) was investigated on reduction of population density of nymphs of the common pistachio psyllid under field conditions. Experiment was carried out as randomized complete block design with four replications and six treatments. Sampling was done one day before and 3, 7, 14, and 21 days after application of the treatments. Efficiency percentage of treatments on *A. pistaciae* was calculated by Henderson-Tilton formula. Means were compared by Tukey's test at P = 0.5%.

Results

The results showed a highly significant difference between the treatments including

Jonobegan spraying soap, spirotetramat, spirotetramat + Thymol soap, spirotetramat + Jonobegan spraying soap, and spirotetramat + pH-reducing Citral soap against *A. pistaciae*. According to the international organization for biological control (IOBC) indices, all the treatments were harmless for parasitoid wasp, *P. pistaciae*.

Discussion

Two days after application of the treatments, a significant difference was observed in the spirotetramat plus additives of Thymol soap, and pH-reducing Citral soap compared to spirotetramat alone. Because, the spirotetramat has a delaying effect, on 7, 14, and 21 days after application of the treatments, there was no significant difference between spirotetramat and spirotetramat plus additives in terms of reducing population density of the nymphs of *A. pistaciae*. The results showed that additives of Jonobegan spraying soap, Thymol soap, and pH-reducing pH Citral soap could not increase the effect of spirotetramat significantly on 7, 14, and 21 days after application of the treatments. On 7 and 14 days after the intervention, the effect of spirotetramat in combination with pH-reducing Citral soap was significantly more than spirotetramat combined with Thymol soap and Jonobegan spraying soap. Also, it should be mentioned that all the treatments were harmless for parasitoid wasp, *P. pistaciae*.

Keywords: *Common Pistachio Psyllid, Psyllaephagus Pistaciae, Insecticidal Soap, Thymol, Citral Soaps*