دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ۴۶۶۸-۲۰۰۸
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد ۸، شماره ۴، سال ۱۳۹۵، (۲۵۵-۲۷۰)

تاثیر حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون، اسپیروتترامات و تیاکلوپرید روی پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hem.: Psyllidae)

مهدی غیبی[1*]، یزدانبخش طاهری[1]

۱-به‌ترتیب استادیار و مربی، گروه حشره شناسی، دانشکده علوم کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز

چکیده

پسیل پسته، *Agonoscena pistaciae*، یکی از آفات مهم باغ‌های پسته در ایران می‌باشد و باعث کاهش کیفیت و کمیت این محصول می‌شود. در این تحقیق، تاثیر غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ در هزار حشره‌کش فلوپیرادیفورون، ۰/۵ در هزار اسپیروتترامات و تیاکلوپرید و فلوپیرادیفورون ۰/۵ در هزار به‌همراه آبیاری روی پوره و حشره بالغ پسیل پسته در منطقه نیریز استان فارس بررسی شد. تعداد پوره و حشره کامل پسیل، از یک روز قبل تا ۳، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ روز بعد از سم‌پاشی شمارش و ثبت گردید. نتایج نشان داد سه روز بعد از سم‌پاشی، غلظت‌های مختلف فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید بیشترین تاثیر را روی مرحله پورگی پسیل داشتند و بالاترین میانگین پوره‌های مرده در تیمار تیاکلوپرید مشاهده شد. مرگ و میر پوره‌های تیمار شده با اسپیروتترامات از روز هفتم به بعد افزایش و بالاترین میزان مرگ و میر در روز بیستم مشاهده گردید. میانگین تعداد پوره پسیل روی درختان تیمار شده با فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید ۱۵ روز بعد ازسم‌پاشی افزایش یافت. کارایی سم اسپیروتترامات از روز هفتم پس از سم‌پاشی افزایش و بیشترین کارایی آن ۲۰ روز بعد ازسم‌پاشی به میزان ۹۹/۴۴ ٪ برآورد شد. بالاترین میانگین تلفات روی حشرات کامل پسیل بعد از سه روز از سم‌پاشی، در فلوپیرادیفورون ۱ در هزار مشاهده گردید. کارایی سم اسپیروتترامات روی حشره بالغ پسیل، از ۱۰ روز بعد از سم‌پاشی افزایش یافت و بالاترین درصد کارایی در روز سی‌ام مشاهده گردید (۹۸/۲۳٪). نتایج نشان داد که حشره‌کش اسپیروتترامات تاثیر بیشتری در کاهش جمعیت پسیل پسته در دوره دراز مدت ۴۰ روزه داشته است.

واژه‌های کلیدی: پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae*، فلوپیرادیفورون، اسپیروتترامات، تیاکلوپرید

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *gheybi@iaushiraz.ac.ir*

تاریخ دریافت مقاله ۹۵/۳/۴ - تاریخ پذیرش مقاله۹۵/۹/۲۳

مقدمه

پسته یکی از محصولات کشاورزی است که دارای پیشینه تاریخی در ایران بوده و از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و ... اهمیت فوق العاده‌ای دارد. حاصل صادرات محصول پسته ورود سالانه حدود ۰/۵ میلیارد دلار ارز به کشور می‌باشد. این محصول نقش اساسی در صادرات غیر نفتی ایران دارد.

پسته گیاهی است نیمه گرمسیری و در برابر خشکی هوا و کم‌آبی تحمل زیادی دارد (Abrishami, 1995; Topolansky Barbe *et al*., 2011). از یازده گونه جنس پسته، در ایران فقط ۳ گونه *Pistacia khinjuk* Stocks, *Pistacia atlantica* sub sp. *mutica* Desf., *Pistacia vera* Linnaeus رویش دارند (Sheibani, 1995). گونه اهلی از جنس *Pistacia vera* Linnaeus می‌باشد که یکی از گونه‌های مهم در ایران به حساب می‌آید (Mehrnejad, 2010).

پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer، یک آفت بومی در پسته‌کاری‌های ایران و کشورهای هم‌جوار می‌باشد (Mehrnejad, 2010). این حشره عمده‌ترین آفت کلیدی درختان پسته، در ایران محسوب می‌شود (Mehrnejad, 2001; 2003a). همچنین به‌عنوان آفت درختان پسته در کشورهای همسایه مانند ارمنستان، ترکیه، عراق و همچنین کشورهای نواحی مدیترانه مانند سوریه و یونان نیز گزارش شده است (Bolu, 2002; Burchardt & Lautere, 1989; Mart *et al.*, 1995; Souliotis *et al.*, 2002). این پسیل گونه غالب در بین پسیل‌های پسته در ایران به شمار می‌رود و به دلیل وسعت پراکنش و اهمیت خسارت آن در پسته‌کاری‌های کشور مهرنژاد آن را "پسیل معمولی پسته" نامیده است (Mehrnejad, 1998). این حشره در بین پسته‌کاران استان کرمان بنام شیره خشک معروف می‌باشد، زیرا عسلک دفع شده توسط این گونه به سرعت رطوبت خود را از دست می‌دهد و به‌صورت بلورهای سفید یا شیری رنگ روی تنه و شاخه و نیز در زیر درختان باقی می‌ماند (Mehrnejad, 1998).

بر اساس گزارش Mehrnejad (1998) این حشره برای اولین‌بار توسط Kriukhin (۱۹۴۶) از روی درختان پسته اهلی و وحشی گزارش شده است. نوزادان پسیل پس از خروج از تخم، تغذیه خود را با مکیدن شیره گیاهی درختان پسته شروع می‌کنند، پوره‌ها در تمام مراحل دوره زندگی و حشرات کامل تا زمان مرگ به تغذیه خود ادامه می‌دهند و مقادیر بسیار زیادی عسلک که به شکرک معروف است ترشح می‌کنند. این شکرک دارای حالتی چسبناک بوده، باعث جذب گرد و خاک شده و شاخه و برگ‌های درختان را بدمنظره می‌نماید. از دست رفتن شیره گیاهی باعث ضعف عمومی درختان پسته و ریزش برگ‌ها، جوانه‌ها، دانه‌های کوچک و افزایش درصد دهان بستگی میوه می‌شود (Lababidi, 2020; Mehrnejad, 2002). این آفت سازگاری مناسبی با شرایط گرم و خشک و کویری مناطق پسته کاری کشور دارد (Mehrnejad & Copland, 2006).

در حال حاضر از راه‌کارهای مختلفی مانند استفاده از ارقام متحمل (Mehrnejad, 2003a)، عملیات زراعی (Najafoour *et al.*, 2010; Mehrnejad, 2003b; Jalaeian & Karimi Melati, 2013)، کنترل بیولوژیک (Mehrnejad, 2010; Hasani-sadi, 2010; Kazemi & Mehrnejad, 2010; Mehrnejad & Euckermann, 2001; Mehrnejad & Emami, 2005; Mehrnejad *et al*., 2011; Mehrnejad & Copland 2006) و کنترل شیمیایی، برای کنترل پسیل معمولی پسته در مناطق مختلف ایران انجام می‌شود. سابقه مبارزه شیمیایی علیه پسیل پسته در باغات پسته استان کرمان به قبل از انقلاب اسلامی ایران باز می‌گردد. کنترل این حشره از سال ۱۹۵۰ به بعد عمدتا با استفاده از ترکیبات شیمیایی حشره‌کش بوده است و تا به حال تعداد زیادی حشره‌کش به‌طور رسمی روی این آفت آزمایش شده‌اند. در حال حاضر استفاده از سموم شیمیایی، یکی از روش‌های معمول در

کاهش جمعیت این آفت و جلوگیری از زیان آن به باغات پسته می‌باشد (Panahi *et al.*, 2013). تاکنون از سموم مختلف فسفره، ترکیبات پیرتروییدی، تنظیم‌کننده‌های رشد، فرامیدین‌ها، ترکیبات نیکوتینوییدی علیه این آفت استفاده شده است (Razavi & Mahdian, 2015). بر اساس مطالعات شیبانی و حسنی تاثیر سموم گیاهی عصاره روغنی سیر (سیرینول) و صابون روغنی نارگیل (پالیزین) و عصاره فلفل قرمز (تنداکسیر) روی پسیل پسته، مشخص گردید که عصاره پالیزین بیشترین مرگ و میر را در دو و هفت روز بعد از سم‌پاشی دارد و پس از ۲۸ روز از سم‌پاشی تاثیر معنی‌داری بین عصاره روغنی سیر و صابون رغنی نارگیل مشاهده نگردید (Sheibani & Hassani, 2014). در تحقیقی دیگر همین سموم و سموم موسپیلان و کنسالت تا ۲۱ روز پس از سم‌پاشی روی پسیل پسته مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که سم پالیزین، سیرینول و تنداکسیر به‌ترتیب با ۸۴/۹۳، ۸۲/۷۱ و۸۰/۷۴ درصد بیشترین و کمترین تلفات را ایجاد نمودند (Kabiri Raeis abad & Amiri - Besheli, 2013b). تحقیقات دیگری مانند تاثیر سموم تنداکسیر، کنسالت و موسپیلان روی دو گونه دشمنان طبیعی *Psyllaephagus pistacicae* و *Oenopia Conglobata* (Kabiri Raeis abbad & Amiri - Beshili, 2012 & 2013a)، تاثیر سموم استامپیراید، تیامتوکام و امیداکلوپراید روی دشمنان طبیعی پسیل پسته شامل *Adalia bipunctata* و *Coccinella undecimpunetata* (Amir zade *et al.*, 2015)، تاثیر عصاره‌های سیر و فلفل سیاه روی پسیل پسته (Danay-Tous *et al.*, 2014) روی آفت مورد بررسی قرار گرفته است. تاثیر سمیت گیاهی *Violao dornata* و اسپیروتترامات روی پسیل پسته بررسی شده است و میزان LC_{50} سم اسپیروتترامات ۰/۰۹ در هزار به‌دست آمده است (Razavi & Mahdian, 2015). بررسی Saour به‌منظور تاثیر ذرات کائولین، تفلوبنزرون و تیاکلروپرید روی پسیل معمولی پسته، نشان داد که تیاکلروپرید کنترل مناسبی روی آفت بعد از ۳۰ روز از سم-پاشی داشته است (Saour, 2005) . مصرف متوالی حشره‌کش‌ها در یک دوره چند ساله، به دلیل چند نسلی بودن و قدرت زادآوری بالای این آفت و همچنین سم‌پاشی‌های بی‌رویه کشاورزان باعث بروز پدیده مقاومت، از بین رفتن دشمنان طبیعی و طغیان شدیدتر آفت شده است (Basirat, 2003) و در مناطقی مانند شهرستان رفسنجان، برای کنترل پسیل معمولی پسته، با توجه به بیولوژی آفت، نیاز به شش‌بار سم‌پاشی می‌باشد. از آنجا که هر ساله هزینه‌های قابل توجهی صرف کنترل این آفت می‌شود و پیدا کردن یک آفت‌کش مناسب، همواره از دغدغه‌های پسته‌کاران و دستگاه‌های اجرایی کشور می‌باشد، لذا هدف از این تحقیق بررسی تاثیر سم جدید فلوپیرادیفورون[1]، اسپیروتترامات[2] و تیاکلوپرید[3] روی پوره و حشره کامل پسیل پسته در شرایط مزرعه‌ای و مدت دوام تاثیر این سموم بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تاثیر سموم انتخابی روی میزان مرگ و میر پوره و حشره بالغ پسیل پسته، از سموم فلوپیرادیفورون، اسپیروتترامات و تیاکلوپرید، محصولات شرکت بایر آلمان، علیه پسیل پسته استفاده گردید. حشره‌کش فلوپیرادیفورون (Sivanto$^{TM®}$ SL200)، حشره‌کشی است سیستمیک که علیه بسیاری از آفات مکنده مانند شته‌ها، زنجرک‌ها و سفیدبالک‌ها روی محصولات مختلف قابل استفاده می‌باشد و تحقیق روی کنترل آفاتی مانند پسیل‌ها، شپشک‌ها، سرخرطومی‌ها و کک‌های نباتی توسط این

[1]- Flupyradifurone
[2]- Spirotetramat
[3]- Thiacloprid

حشره‌کش در حال بررسی و آزمایش می‌باشد. جدیدترین سم آزمایش شده علیه پسیل پسته در ایران اسپیروتترامات (Movento® SC240) است. اسپیروتترامات جزو گروه سموم کتوانول‌های حلقوی[1] طبقه بندی می‌شود. این سم سیستمیک، تقریبا در تمام بافت‌های گیاه از جمله بافت‌های آوندی (آبکش و چوب) و همچنین ریشه و برگ و ساقه گسترش می‌یابد و از سنتز لیپید در بدن حشرات جلوگیری می‌نماید. اسپیروتترامات بر روی طیف وسیعی از آفات مکننده موثر بوده و درایران برای مبارزه با پسیل پسته و در سایر کشورها روی محصولات مختلف از جمله سبزیجات، محصولات زراعی، مرکبات، نخیلات، نارگیل، سیب، آناناس، انبه، کیوی و تعداد زیادی محصول دیگر به ثبت رسیده و استفاده می‌شود. تیاکلوپرید (Biscaya® OD240 G/L) حشره‌کشی از گروه نئونیکوتینوییدها[2] می‌باشد و با تاثیر روی گیرنده‌های نیکوتینیک استیل‌کولین[3]، باعث ایجاد اختلال در انتقال پیام‌های عصبی می‌شود (Rouhani *et al.*, 2013). این آفت‌کش دارای طیف اثر وسیع در کنترل آفات و خواص تماسی، گوارشی، سیستمیک و اثر ضربه‌ای از سموم دفع آفات نباتی می‌باشد. تیوکلوپرید از گروه شیمیایی کلرونیکوتینیل[4] بوده و فرمولاسیون OD (روغن قابل انتشار) باعث خاصیت چسبندگی بهتر، پایداری در برابر باران و همچنین نفوذ و پخش مطلوب در آوندهای گیاهی می‌شود.

آزمایشات مورد نظر در یک باغ پسته به مساحت ۶ هکتار واقع در روستای تمشولی شهرستان نی‌ریز انجام شد. نوع سم‌پاش مورد استفاده، اوتومایزر پشتی و حجم آب مصرفی ۱۵۰۰ لیتر در هکتار بود. در این تحقیق باغ‌های پسته از نظر رقم، سن، اندازه پوشش گیاهی مشابه انتخاب و محلول‌پاشی به مقدار مساوی روی هر یک از درختان پسته انجام گرفت. درختان پسته مورد آزمایش از واریته اکبری با سن ۷ سال و با ارتفاع یک و نیم متر انتخاب که با سیستم غرقابی آبیاری می‌شدند. سم‌پاشی در هوای صاف و کاملا آفتابی و در دمای محیطی بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سیلسیوس انجام گردید. زمان محلول‌پاشی با انجام نمونه‌برداری تصادفی به تعداد ۱۰۰ برگ در فواصل هفت روز و مشاهده حداقل میانگین تعداد ۱۰ پوره پسیل در سطح برگ، تعیین گردید (Hasani *et al*., 2009). از طرح آماری بلوک کامل تصادفی با هفت تیمار غلظت‌های مختلف سموم و تیمار شاهد (آب‌پاشی) استفاده و چهار تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. تیمارها شامل غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ در هزار سم فلوپیرادیفورون، غلظت ۰/۷۵ در هزار سم اسپیروتترامات، غلظت ۰/۵ در هزار سم تیاکلوپرید، غلظت ۰/۵ در هزار سم فلوپیرادیفورون به همراه آب آبیاری (به‌منظور میزان سیستمیک بودن سم فلوپیرادیفورون و نفوذ آن از طریق ریشه) و شاهد به‌صورت آب‌پاشی درختان، انتخاب و تاثیر آن‌ها روی جمعیت فعال پوره‌ها و حشرات بالغ پسیل پسته مورد مطالعه قرار گرفت. درختان انتخاب شده و تیمار شده با قرار دادن برچسب مشخصات فنی، مشخص شدند. یک روز قبل از محلول‌پاشی، اقدام به نمونه‌برداری و شمارش تعداد پسیل بالغ و پوره‌ها شده و سپس با غلظت‌های مختلف، اقدام به سم‌پاشی گردید. نمونه‌برداری از جمعیت‌های زنده و مرده پوره و حشره کامل پسیل پسته، در فواصل ۳، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ روز بعد از سم‌پاشی انجام شد. از هر بلوک، چهار درخت و مجموعا ۱۵ برگ از هر بلوک به‌صورت تصادفی انتخاب و به تفکیک درون کیسه‌های پلاستیکی و یخدان قرار داده و به آزمایشگاه منتقل و تعداد پوره‌ها و حشرات کامل مرده و زنده پسیل پسته شمارش

[1]- Cyclic ketoenol
[2]- Neonicotinoid
[3]- Nicotinic acetylcholine
[4]- Chloronichotinil

و ثبت می‌گردید. در خصوص درختان تیمار شده با فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید، به دلیل اینکه جمعیت از روز ۱۵ به بعد، به شدت افزایش یافت، مجددا با همان تیمارها، سم‌پاشی درختان صورت گرفت.

نرمال بودن داده‌های به‌دست آمده از تاثیر سموم مورد آزمایش روی مراحل فعال پوره و حشره بالغ پسیل پسته با نرم‌افزار Minitab 14.0 مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین درصد تلفات وارد شده با تیمارهای مختلف، از فرمول هندرسون – تیلتون (فرمول ۱) استفاده گردید (Henderson & Tilton, 1955).

فرمول ۱: $$Ef\% = [1-(X_{iT} / X_{ic})\ (X_{0c} / X_{0T})]\times 100$$

که در این فرمول X_{0c} و X_{0T} به‌ترتیب میانگین تعداد پسیل زنده در پلات شاهد و تیمار قبل سم‌پاشی و X_{ic} و X_{iT} به‌ترتیب میانگین تعداد پسیل زنده در پلات شاهد و تیمار بعد ازسم‌پاشی می‌باشد. تجزیه آماری میانگین درصد تلفات جمعیت پسیل از طریق آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و عملکرد تیمارها بین سموم مختلف و نوبت‌های نمونه‌برداری، توسط آنالیز مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS ver, 9.4 انجام گرفت و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین ها استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تاثیر غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و یک در هزار فلوپیرادیفورون، ۰/۵ در هزار اسپیروتترامات، ۰/۵ در هزار تیاکلوپرید، ۰/۵ در هزار فلوپیرادیفورون به‌همراه آب ابیاری و تیمار شاهد (آب‌پاشی) روی پوره پسیل پسته تا ۴۰ روز پس از سم‌پاشی در جدول یک نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در سه روز پس از سم‌پاشی، غلظت‌های مختلف فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید بیشترین تاثیر را روی پوره‌های پسیل داشتند. بیشترین تعداد پوره زنده در روز سوم روی درختان تیمار شده با فلوپیرادیفورون به همراه آب آبیاری به تعداد ۵۳/۱ پوره و کمترین پوره مربوط به درختان تیمار شده با فلوپیرادیفورون ۰/۵، فلوپیرادیفورون ۰/۷۵، فلوپیرادیفورون ۱ و تیاکلوپرید ۰/۵ در هزار به‌ترتیب ۵/۰۸، ۳/۱۲، ۳/۵۱ و ۳/۵۴ پوره بود. هفت روز پس از سم‌پاشی، کمترین تعداد پوره زنده مربوط به تیمار تیاکلوپرید به تعداد ۲/۲۷ پوره زنده بود. در این روز تیمار اسپیروتترامات نیز تاثیر زیادی روی جمعیت پوره پسیل تاثیر گذاشته و نسبت به روز سوم جمعیت پوره زنده (۵/۱۹) به شدت کاهش یافت. در دهمین و پانزدهمین روز پس از سم‌پاشی بیشترین تعداد پوره به‌ترتیب روی تیمارهای فلوپیرادیفورون به همراه آب آبیاری با ۴۱/۶ پوره و فلوپیرادیفورون ۰/۵ با ۳۵/۲۱ پوره و کمترین تعداد پوره زنده در نیز به‌ترتیب در تیمار اسپیروتترامات با ۳/۱۴ و ۱/۲۷ پوره پسیل پسته بود.

جمعیت پوره پسیل در تیمارهای فلوپیرادیفورون با غلظت‌های مختلف و تیاکلوپرید پس از ۱۵ روز از سم‌پاشی، روند افزایشی نشان دادند. پس از پانزدهمین روز نمونه‌برداری، درختان مجددا با غلظت‌های مختلف سم فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید ۰/۵ در هزار سم‌پاشی شدند. در روز بیستم نمونه‌برداری، همه تیمارها کمترین مقدار جمعیت پوره پسیل را از خود نشان دادند. این روند تا روزهای ۲۵ و ۳۰ پس از سم‌پاشی اول مشاهده گردید و جمعیت پوره های پسیل پسته در حد پایین مشاهده شد. آنالیز واریانس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بین جمعیت‌های پوره پسیل بود. نتایج حاصل

نشان داد که چهل روز پس از سم‌پاشی، مجددا افزایش جمعیت پوره پسیل روی درختان پسته تیمار شده با فلوپیرادیفورون مشاهده شد و درختان تیمار شده با اسپیروتترامات کمترین جمعیت را با ۱/۸۱ پوره داشت.

نتایج حاصل از آنالیز داده‌های تاثیر سموم مختلف بر میزان مرگ و میر پوره پسیل پسته نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد در روزهای مختلف نمونه‌برداری پس از سم‌پاشی بود. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان مرگ و میر مربوط به تیمار تیاکلوپرید (۳۷/۶۹) و کمترین مربوط به تیمار فلوپیرادیفورون با آب آبیاری (۲/۴۷) می‌باشد. روز هفتم نمونه‌برداری، اسپیروتترامات (۳۶/۷۱) و تیاکلوپرید (۳۵/۳۸) بیشترین میزان مرگ و میر را نشان دادند. در روز پانزدهم بالاترین تعداد مرگ و میر روی درختان تیمار شده با اسپیروتترامات با ۴۰/۳۷ عدد مشاهده شد و سایر تیمارها، کمترین تعداد مرگ و میر مشاهده گردید.

میزان مرگ و میر پوره پسیل پسته با سم اسپیروتترامات از روز سوم به بعد افزایش و بیشترین مقدار را در روز دهم (۴۵/۱۲) و پانزدهم (۴۰/۳۷) داشت. نتایج حاصل از آنالیز واریانس تاثیر سم اسپیروتترامات در روزهای مختلف روی جمعیت زنده ($df_{8,24}$, F=62.5; P<0.0001) و مرده (F=22.94; P<0.0001) پوره پسیل پسته در سطح یک درصد معنی‌دار بود. سم فلوپیرادیفورون با غلظت ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ در هزار به‌ترتیب با ۳۳/۲، ۲۵/۱۳ و ۳۳/۷۹ پوره مرده دارای اثر ضربه‌ای شدید روی جمعیت پوره پسیل پسته بود، روز هفتم نیز تعداد مرگ و میر بالایی مشاهده شد و بیشترین مقدار مربوط فلوپیرادیفورون ۰/۵ در هزار (۳۱/۳۲) بود. از روز هفتم به بعد اثر این سم کاهش پیدا کرده و در روزهای ۱۰ و ۱۵ بعد از سم‌پاشی، جمعیت افزایش و مجددا پس از تکرار سم‌پاشی جمعیت کاهش یافت. آنالیز واریانس اثر سم فلوپیرادیفورون در روزهای مختلف پس از سم‌پاشی در غلظت‌های ۰/۵ (F=116.14; P<0.0001)، ۰/۷۵ (F=65.16; P<0.0001) و یک (F=31.44; P<0.0001) در هزار نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری روی میزان تلفات پوره در سطح یک درصد بود. سم تیاکلوپرید نیز پس از سم‌پاشی اثر ضربه‌ای شدیدی نشان داد و بیشترین تعداد پوره پسیل مرده در روز سوم (۳۷/۶۹) عدد مشاهده گردید و روزهای هفتم و دهم به‌ترتیب ۳۵/۳۸ و ۳۴/۴۲ اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج حاصل از آنالیز واریانس نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار با تیمار تیاکلوپرید روی جمعیت زنده (F=50.29; P<0.0001) و مرده (F=139.34; P<0.0001) پوره پسیل در سطح یک درصد می‌باشد.

جدول ۱- میانگین تعداد پوره زنده پسیل پسته *A. pistaciae* قبل (DBT) و بعد از سم‌پاشی (DAT)

Table 1- Mean number of *A. pistaciae* motile nymphal forms before (DBT) and after treatment (DAT)

Day	Treatments on nymphes ($ml.l^{-1}$)							
	Movento 0.5	Sivanto 0.5	Sivanto 0.75	Sivanto 1	Sivanto 0.5+Water	Biscaya 0.5	Control	
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	($df_{6,18}$) F, $P_{val.}$
1DBT	44.86±6.12^{b}	39.42±5.92^{c}	29.13±5.73^{e}	27.53±5.54^{e}	48.12±5.61^{a}	38.47±5.73^{d}	36.48±4.92^{c}	F=206.72, P<0.0001
3DAT	36.50±1.93^{b}	5.00±0.40^{c}	3.00±0.40^{c}	3.50±0.64^{c}	53.00±2.9^{a}	3.52±1.04^{c}	49.17±3.67^{a}	F=163.68, P<0.0001
7 DAT	5.19±0.62 ^{cd}	7.71±0.62^{c}	5.69±0.62^{cd}	6.72±1.03^{cd}	51.6±2.39^{a}	2.27±1.93^{d}	40.14±2.04^{b}	F=185.49, P<0.0001
10 DAT	3.14±1.22 ^{e}	24.79±1.65^{c}	20.2±1.22^{d}	23.57 ±1.32^{cd}	41.6 ±2.05^{a}	4.78±0.85^{e}	32.26±2.26^{d}	F=135.9, P<0.0001
15 DAT	1.27±0.75^{e}	35.21±1.08 ^{ab}	21.3±1.82^{cd}	19.81±0.95^{d}	34.62 ±1.49^{a}	26.3±1.37^{b}	27.09 ±2.48^{c}	F=87.67, P<0.0001
20 DAT	0.28±0.15^{b}	٦0.2±0.32^{b}	0.73 ±0.47^{b}	0.52 ± 0.28^{b}	37.51 ±1.84^{a}	0.53±0.28 ^{b}	36.77 ±2.71^{a}	F=211.59, P<0.0001
25 DAT	0.28±0.25^{c}	1.13±0.40^{bc}	2.28±0.40^{bc}	1.17 ± 0.40^{bc}	3.53 ±0.64^{b}	2.04 ±0.40 ^{bc}	28.23±1.93^{a}	F=158.47, P<0.0001
30 DAT	0.73±0.47^{b}	0.77 ±0.47^{b}	3.31 ±0.62^{b}	2.67 ± 0.47^{b}	4.09±0.40^{b}	1.84 ±0.47 ^{b}	34.51±2.59^{a}	F=150.92, P<0.0001
40 DAT	1.81±0.47^{d}	6.59 ±0.64^{cd}	6.73 ±0.62^{cd}	9.07 ± 0.81^{bc}	12.29±1.88^{b}	3.62±0.85^{cd}	24.44 ±3.92^{a}	F=18.48, P<0.0001

*Within a row, means followed by the same letter are not significantly different (Duncan-test, α= 0.01)
DBT: Day Before Treatment; DAT: Day After Treatment

جدول ۲- میانگین تعداد (±خطای معیار) پوره مرده پسیل معمولی پسته تیمار شده با غلظت‌های مختلف سموم و زمان‌های مختلف پس از سم‌پاشی

Table 2: Mean number (±SE) of mortality of the common pistachio psyllid nymphs treated with different insecticides and different times after treatment

Day	Treatments ($ml.l^{-1}$)						
	Movento 0.5	Sivanto 0.5	Sivanto 0.75	Sivanto 1	Sivanto 0.5+ Water	Biscaya 0.5	Control
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE
3DAT	7.62 ± 1.93 ^{c}	33.2 ± 1.91 ^{a}	25.13 ± 1.68 ^{b}	33.79 ± 1.08 ^{a}	2.47 ± 1.34 ^{c}	37.69 ± 2.51 ^{a}	5.19 ± 1.33 ^{c}
7 DAT	36.71 ± 2.01 ^{a}	31.32 ± 1.54 ^{a}	24.14 ± 1.95 ^{b}	20.17 ± 2.56 ^{b}	3.23 ± 1.58 ^{c}	35.38 ± 1.57 ^{a}	2.21 ± 0.73 ^{c}
10 DAT	45.12 ± 1.63 ^{a}	11.21 ±1.47 ^{c}	7.34 ± 0.72 ^{d}	7.61 ± 0.64 ^{d}	1.48 ± 0.59 ^{e}	34.4 ± 1.19 ^{b}	1.29 ± 0.94 ^{e}
15 DAT	40.37± 1.22 ^{a}	4.69 ± 0.84 ^{b}	3.43 ± 0.86 ^{bc}	4.39 ± 1.14 ^{bc}	2.41 ± 1.04 ^{c}	5.59 ± 0.64 ^{b}	3.62 ± 1.42 ^{bc}
20 DAT	11.38 ± 1.31 ^{c}	11.81 ± 1.03 ^{c}	19.66 ± 1.25 ^{a}	11.2 ± 0.81 ^{c}	2.42± 1.07 ^{d}	15.23 ± 1.18 ^{b}	1.2 ± 0.7 ^{d}
25 DAT	0.29 ± 0.25 ^{d}	3.81 ± 0.47 ^{c}	4.13 ± 0.4 ^{c}	6.54 ± 0.93 ^{b}	0.79 ± 0.39 ^{d}	6.32 ± 0.47 ^{b}	8.53 ± 0.93 ^{a}
30 DAT	0.31 ± 0.2 ^{e}	2.76 ± 0.25 ^{cd}	4.78 ± 0.83 ^{bc}	6.58 ± 1.04 ^{ab}	2.2 ± 0.7 ^{de}	6.81 ± 0.88 ^{ab}	7.16 ± 0.62 ^{a}
40 DAT	1.15 ± 0.4 ^{c}	4.24 ±0.47 ^{ab}	5.72 ± 1.1 ^{a}	6.48 ± 1.08 ^{a}	2.62 ± 1.09 ^{bc}	6.3 ± 0.4 ^{a}	6.52 ± 0.63 ^{a}

*Within a row, means followed by the same letter are not significantly different (Duncan-test, α= 0.01)
DBT: Day Before Treatment; DAT: Day After Treatment

نتایج حاصل از تاثیر تیمارهای مختلف روی حشره کامل پسیل پسته تا ۴۰ روز پس از سم‌پاشی در جدول ۳ نشان داده شده است. روز سوم پس از سم‌پاشی، بیشترین جمعیت حشره کامل در تیمار اسپیروتترامات به تعداد (۵/۷۳) مشاهده گردید

که با تیمار فلوپیرادیفورون ۰/۵ در هزار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین تعداد حشره کامل در تیمار فلوپیرادیفورون با غلظت یک در هزار (۱/۳۳) مشاهده گردید. در روز هفتم همچنان درختان تیمار شده با اسپیروتترامات و فلوپیرادیفورون همراه آب آبیاری، به‌ترتیب با ۴/۲۵ و ۲/۸۷ عدد حشره بالغ، بیشترین جمعیت حشره بالغ را داشتند و تیمارهای فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید با کمترین تعداد در یک سطح قرار داشتند. در روز دهم پس از سم‌پاشی بیشترین تعداد پسیل بالغ مربوط به تیمارهای اسپیروتترامات، روز ۱۵ و ۲۰ تیمار فلوپیرادیفورون ۰/۷۵، روز ۲۵ و ۳۰ تیمار فلوپیرادیفورون ۰/۷۵ به همراه آب آبیاری و روز چهلم تیمار فلوپیرادیفورون ۰/۷۵ بود. در روز پانزدهم به استثنای تیمار فلوپیرادیفورون ۰/۷۵ در هزار که بالاترین جمعیت حشره بالغ پسیل را نشان می‌داد سایر تیمارها از نظر آزمون دانکن در یک سطح و آنالیز واریانس نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود ندارد. در روز بیستم و بیست و پنجم بعد از سم‌پاشی نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید. در روز سی‌ام سم‌پاشی جمعیت پسیل پسته بالغ تیمار شده با اسپیروتترامات به کمترین مقدار خود رسید ولی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد و این وضعیت تا روز چهل‌ام نیز ادامه پیدا کرد.

میزان مرگ و میر حشره بالغ پسیل پسته تیمار شده با سموم مختلف در روزهای نمونه‌برداری شده نیز در جدول ۴ نشان داده شده است. نمونه‌برداری‌های انجام شده در ۳، ۷، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ روز پس از سم‌پاشی بیشترین تعداد مرگ و میر مشاهده شده در حشرات کامل پسیل پسته مربوط به تیمارهای تیاکلوپرید به‌ترتیب با ۶/۲۱، ۸/۸۶، ۶/۲۹، ۵/۳۶ و ۵/۵۸ پسیل مرده و در روزهای ۱۰، ۱۵ و ۴۰ام نمونه‌برداری مربوط به تیمار فلوپیرادیفورون ۰/۷۵ در هزار به‌ترتیب با ۳/۲۹، ۲/۶۸ و ۵/۱۴ پسیل مرده بود. در روز سوم از نظر آماری هیچ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردید (F=2.31; P=0.792). آنالیز واریانس تاثیر سموم در روز هفتم نشان داد بین تیمارهای مختلف در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد (F=22.64; P<0.0001). نتایج حاصل از آنالیز واریانس نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف در روز بیستم وجود دارد (F=17.16; P<0.0001). در سایر روزهای نمونه‌برداری نیز نتایج حاصل از آنالیز واریانس وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف را نشان می‌داد.

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد تاثیر سم اسپیروتترامات در روزهای مختلف روی جمعیت زنده حشره کامل پسیل اختلاف معنی‌داری وجود دارد (F=16.54 , P<0.0001) و بیشترین تعداد پسیل بالغ در روز سوم (۵/۷۲) و کمترین آن در روز سی‌ام (۰/۲۴) مشاهده گردید. نتایج حاصل از آنالیز واریانس تاثیر غلظت‌های سم فلوپیرادیفورون در روزهای مختلف نشان داد که تاثیر سم فلوپیرادیفورون ۰/۵ (F=5.01 , P=0.001)، فلوپیرادیفورون ۰/۷۵ (F=7.94 , P<0.0001) و فلوپیرادیفورون ۱ در هزار (F=5.56 , P=0.0003) روی جمعیت حشرات بالغ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. کمترین جمعیت پسیل بالغ در تیمار تیاکلوپرید در روز سی‌ام (۰/۵۸) بود و نتایج حاصل از آنالیز واریانس نیز نشان داد که تاثیر سم تیاکلوپرید روی جمعیت حشره بالغ پسیل در روزهای مختلف تاثیر معنی‌داری وجود دارد (F=19.01 , P<0.0001). سم فلوپیرادیفورون ۰/۵ در هزار به همراه آب آبیاری هیچ‌گونه تاثیری در جمعیت پسیل پسته نداشته و میزان تلفات ایجاد شده روی حشره بالغ در روزهای مختلف نسبت به سایر تیمارهای اعمال شده کمترین میزان تلفات را نشان داد و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری از نظر تاثیر در روزهای مختلف وجود نداشت (F=1.99; P=0.092).

جدول ۳- میانگین تعداد حشره بالغ زنده پسیل پسته *A. pistaciae* قبل (DBT) و بعد از سم‌پاشی (DAT)

Table 3- Mean number of *A. pistaciae* motile adult forms before (DBT) and after treatment (DAT)

Day	Treatments on live Adult ($ml.l^{-1}$)							
	Movento 0.5	Sivanto 0.5	Sivanto 0.75	Sivanto 1	Sivanto 0.5+Water	Biscaya 0.5	Control	
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	($df_{6,18}$) F, $P_{val.}$
1DBT	7.34 ± 0.75 ab	5.26 ± 0.47 c	7.22 ± 0.75 ab	4.53 ± 0.28 c	5.19 ± 0.25 c	8.23 ± 0.75 a	7.23± 0.40 b	F=11.49, P< 0.0001
3DAT	5.73 ± 0.85 a	4.04 ± 1.58 abc	3.14 ± 0.70 bc	1.33 ± 0.62 c	3.64 ± 0.75 ab	3.12± 0.81 bc	6.31 ± 1.93 ab	F= 3.5, P< 0.0177
7 DAT	4.25 ± 0.94 a	1.72 ± 0.47 b	1.71 ± 0.47 b	0.7 ±0.28 b	2.87 ± 0.86 a	1.18 ± 0.40 b	4.93 ± 0.50 a	F=7.97 , P=0.0003
10 DAT	3.51 ± 0.64 ab	2.11 ± 0.70 bc	2.63 ± 0.95 bc	1.02 ± 0.40 c	2.4 ± 1.22 ab	1.27 ± 0.25 c	5.46 ± 0.95 a	F=6.25 , P=0.0011
15 DAT	2.25 ± 0.85 ab	2.3 ± 0.70 ab	3.21 ± 0.95 a	2.35 ± 0.47 ab	2.1 ± 0.40 b	1.83 ± 0.47 b	3.71 ± 0.85 ab	F=2.39 , P=0.07
20 DAT	1.1 ± 0.40 b	0.50 ± 0.28 b	2.08 ± 0.70 ab	1.77 ± 0.85 ab	1.71 ± 0.47 ab	1.34 ± 0.62 ab	3.62 ± 1.04 a	F=1.72 , P=0.173
25 DAT	0.53 ± 0.28 bc	0.25 ± 0.25 c	1.29 ± 0.47 bc	1.68 ± 0.85 bc	2.57 ± 0.86 ab	1.22 ± 0.62 bc	4.07 ± 0.91 a	F=3.7 , P=0.143
30 DAT	0.24 ± 0.25 b	0.51 ±0.28 b	1.14 ± 0.40 b	0.32 ± 0.25 b	1.17 ± 0.25 b	0.58 ± 0.28 b	5.88 ± 0.85 a	F=23.36, P< 0.0177
40 DAT	0.48 ± 0.47 b	1.22 ± 0.47 b	1.9 ± 0.70 b	1.14 ± 0.40 b	1.78 ± 0.25 b	1.25 ± 0.47 b	4.05 ±0.25 a	F=6.58, P< 0.0007

*Within a row, means followed by the same letter are not significantly different (Duncan-test, α= 0.01)
DBT: Day Before Treatment; DAT: Day After Treatm

جدول ۴: میانگین تعداد (±خطای معیار) حشره بالغ مرده پسیل معمولی پسته تیمار شده با غلظت‌های مختلف سموم و زمان‌های مختلف پس از سم‌پاشی

Table 4: Mean number (±SE) of mortality of the common pistachio psyllid adults treated with different insecticides and different times after treatment

Day	Treatments ($ml.l^{-1}$)						
	Movento 0.5	Sivanto 0.5	Sivanto 0.75	Sivanto 1	Sivanto 0.5+ Water	Biscaya 0.5	Control
	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE	X±SE
3DAT	1.71 ± 0.81 b	3.61 ± 0.9 ab	3.29 ± 0.86 ab	2.81 ± 0.47 b	2.2 ± 0.7 b	6.21 ± 0.91 a	2.61 ± 0.97 b
7 DAT	1.46 ± 0.28 cd	4.16 ± 0.47 b	4.12 ± 0.7 b	3.2 ± 0.4 bc	0.72 ± 0.28 d	8.86 ± 0.86 a	0.81 ± 0.47 d
10 DAT	1.84 ± 0.47 ab	3.15 ± 0.70 a	3.29 ± 1.31 a	1.68 ± 0.47 ab	2.43 ± 1.22 ab	1.41 ± 0.40 b	1.76 ± 0.70 b
15 DAT	1.85 ±0.42 a	2.68 ± 0.62 a	2.62 ± 0.85 a	2.44 ± 0.64 a	1.3 ± 0.3 a	1.86 ± 0.32 a	1.21 ± 0.48 a
20 DAT	0.81 ± 0.51 d	2.58 ± 0.28 c	4.21 ± 0.66 b	3.34 ± 0.62 bc	1.4 ± 0.4 d	6.29 ± 0.54 a	0.72 ± 0.41 d
25 DAT	0.61 ± 0.28 b	2.64 ± 0.64 b	5.2 ± 0.4 a	4.69 ± 1.18 a	0.82 ± 0.39 b	5.36 ± 0.85 a	2.17 ± 0.29 b
30 DAT	0.48 ± 0.28 d	1.12 ± 0.3 d	3.19 ± 0.7 bc	3.69 ± 1.03 ab	1.78 ± 0.62 cd	5.53 ± 0.64 a	3.3 ± 0.66 bc
40 DAT	0.46 ± 0.28 cd	1.59 ± 0.28 c	5.19 ± 0.4 a	3.3 ± 0.43 b	0.31 ± 0.27 d	3.82 ± 0.39 b	3.16 ± 0.33 b

*Within a row, means followed by the same letter are not significantly different (Duncan-test, α= 0.01)
DBT: Day Before Treatment; DAT: Day After Treatment

نتایج میزان کارایی (efficacy) غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و یک هزار فلوپیرادیفورون، ۰/۵ در هزار اسپیروتترامات، ۰/۵ در هزار تیاکلوپرید، ۰/۵ در هزار فلوپیرادیفورون به همراه آب آبیاری و تیمار شاهد (آب‌پاشی) روی پوره و حشره کامل پسیل پسته تا ۴۰ روز پس از سم‌پاشی، با استفاده از روش هندرسون – تیلتون در جدول‌های ۵ و ۶ ارایه شده است. نتایج نشان داد که در روز سوم و هفتم پس از سم‌پاشی، سم تیاکلوپرید به‌ترتیب با ۹۳/۲۳ و ۹۴/۶۷ درصد دارای بیشترین کارایی را روی پوره پسیل پسته بود و از روز هفتم به بعد سم اسپیروتترامات همواره بالاترین کارایی را داشته و بیشترین کارایی روز بیستم پس از سم‌پاشی با ۹۹/۴۴ درصد را نشان داد. کارایی غلظت‌های مختلف سم فلوپیرادیفورون در روز سوم بالا و از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری با سم تیاکلوپرید نداشتند و از روز هفتم به بعد درصد کارایی آن‌ها به شدت کاهش می‌یابد. در روز چهلم نمونه‌برداری، نتایج به‌دست آمده از کارایی غلظت‌های مختلف سم فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید نشان‌داد نسبت به روز سی‌ام، مجددا کاهش می‌یابد و کمترین مقدار مربوط به فلوپیرادیفورون یک در هزار (۵۲/۲۴ درصد) بود که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد.

بیشترین کارایی تاثیر سموم مختلف روی جمعیت پسیل بالغ تا ۱۰ روز پس از سم‌پاشی مربوط به تیمار غلظت ۱ در هزار فلوپیرادیفورون و پس از آن سم تیاکلوپرید بود. درصد کارایی اسپیروتترامات از روز هفتم به بعد افزایش یافت و در روز سی‌ام نمونه‌برداری به بالاترین مقدار (۵۴/ ۹۵ درصد) رسید. در روز چهلم نیز کارایی همه تیمارها روی پسیل بالغ کاهش و کمترین آن مربوط به تیمار فلوپیرادیفورون به همراه آب آبیاری و پس از آن سم اسپیروتترامات بود.

جدول ۵- درصد کارایی سموم مختلف روی پوره پسیل پسته (*A. pistaciae*)

Table 5- The efficacy of insecticides (Ef %) on nymphal stage of *A. pistaciae*

Day	Treatments ($ml.l^{-1}$)					
	Movento 0.5	**Sivanto 0.5**	**Sivanto 0.75**	**Sivanto 1**	**Sivanto 0.5+ Water**	**Biscaya 0.5**
3DAT	39.24[b]	90.57[a]	92.29[a]	90.52[a]	17.75[c]	93.23[a]
7 DAT	89.29[b]	82.1[c]	81.91[c]	77.6[d]	2.3[e]	94.67[a]
10 DAT	92.35[a]	36.92[c]	21.34[d]	2.53[e]	2.16[e]	85.93[b]
15 DAT	96.22[a]	28.53[b]	0.75[f]	1.68[ed]	2.74[d]	6.8[c]
20 DAT	99.44[a]	99.37[a]	97.43[a]	98.9[a]	22.3[b]	98.71[a]
25 DAT	91.28[c]	96.79[a]	91.09[c]	95.3[a]	90.58[c]	93.29[b]
30 DAT	98.23[a]	97.99[a]	88.14[d]	99.42[a]	91.18[c]	95.19[b]
40 DAT	94.17[a]	75.48[c]	65.32[d]	51.24[f]	61.98[e]	85.49[b]

*Within a row, means followed by the same letter are not significantly different (Duncan-test, α= 0.01)
DBT: Day Before Treatment; DAT: Day After Treatment

جدول ۶- درصد کارایی سموم مختلف روی حشره کامل پسیل پسته (*A. pistaciae*)

Table 6- The efficacy of pesticides (Ef %) on adult stage of *A. pistaciae*

Day	Treatments ($ml.l^{-1}$)					
	Movento 0.5	Sivanto 0.5	Sivanto 0.75	Sivanto 1	Sivanto 0.5+ Water	Biscaya 0.5
3DAT	8.95[f]	12.37[e]	52.41[c]	68.00[a]	20.3[d]	58.11[b]
7 DAT	6.21[e]	46.67[c]	33.79[d]	82.22[a]	20.16[e]	80.61[b]
10 DAT	36.8[e]	50.13[d]	54.86[c]	85.45[a]	13.8[f]	80.17[b]
15 DAT	40.41[b]	15.89[d]	15.26[d]	4.16[e]	23.2[c]	59.27[a]
20 DAT	71.63[b]	80.41[a]	43.25[d]	8.57[f]	31.43[e]	68.83[c]
25 DAT	87.59[b]	91.43[a]	68.97[b]	30.00[c]	14.29[d]	72.73[b]
30 DAT	95.54[a]	87.69[c]	82.73[d]	93.04[b]	70.19[e]	92.41[b]
40 DAT	47.42[e]	59.66[c]	53.27[d]	62.35[b]	43.53[f]	74.33[a]

*Within a row, means followed by the same letter are not significantly different (Duncan-test, α= 0.01)
DBT: Day Before Treatment; DAT: Day After Treatment

بحث

پسته یکی از محصول‌های مهم واستراتژیک در ایران می‌باشد و هر سال حجم بسیار بالایی از پسته به کشورهای مختلف صادر می‌شود. پسیل پسته (*A. Pistaciae*) به‌عنوان مهم‌ترین آفت خسارت‌زای باغات پسته کشور مطرح می‌باشد که در صورت عدم کنترل به‌دلیل ترشح مواد قندی در بهار و تابستان موجب ریزش شدید برگ، عدم تشکیل مغز یا نیم مغز شدن آن و ریزش جوانه‌های برگ و میوه در سال بعد می‌شود. توانایی تولیدمثل بالا، طول دوره رشدی کوتاه، تعداد نسل زیاد در طول سال و همچنین استفاده بیش از حد سموم حشره‌کش، باعث ایجاد مقاومت در این آفت نسبت به سموم مختلف گردیده است (Berrada *et al.*, 1995). متاسفانه با وجود تحقیقات بسیار گسترده‌ای که روی پسیل پسته از جنبه‌های مختلف صورت گرفته است، ولی این آفت همواره از آفات درجه یک پسته به‌شمار می‌رود و این موضوع با توجه به شرایط آب و هوایی مناطق پسته‌کاری، علاوه بر کاهش کیفیت محصول پسته، اثرات مخرب زیست‌محیطی به‌همراه خواهد داشت.

در این تحقیق غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ در هزار فلوپیرادیفورون (Sivanto$^{TM®}$ SL200)، روی پوره‌ها و حشرات بالغ جمعیت فعال پسیل پسته و در مقایسه با حشره‌کش‌های اسپیروتترامات (Movento$^{®}$ Sc100) و تیاکلوپرید (Biscaya$^{®}$ OD240) به‌ترتیب با دزهای ۰/۷۵ و ۰/۵ در هزار آب به همراه تیمار شاهد مورد مطالعه قرار گرفت. میزان تلفات بعد از سم‌پاشی با تیمارهای مختلف نشان داد سه روز پس از سم‌پاشی اسپیروتترامات و فلوپیرادیفورون به همراه آب آبیاری کمترین مقدار مرگ و میر و تیمارهای فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید بیشترین تلفات را داشتند. از روز هفتم سم اسپیروتترامات تاثیر خود را برجمعیت گذاشته و تلفات در پوره‌های پسیل افزایش پیدا می‌کند و با این حال در روز هفتم بیشترین تلفات مربوط به سموم اسپیروتترامات و تیاکلوپرید بود. از روز دهم تا پانزدهم بیشترین تلفات مربوط به تیمار اسپیروتترامات و تیاکلوپرید بود و در روز پانزدهم فقط اسپیروتترامات بالاترین تلفات را نشان داد. از روز بیستم بعد از سم‌پاشی دوم، تیمارهای فلوپیرادیفورون باعث افزایش تلفات در جمعیت فلوپیرادیفورون شدند و در روز بیستم فلوپیرادیفورون ۰/۷۵ در هزار بیشترین

تلفات را نشان داد. این روند تا روز چهلم پس از سم‌پاشی با تیمارهای مختلف ادامه پیدا کرد. سم اسپیروتترامات در روزهای آخر نمونه‌برداری با داشتن کمترین تلفات، نشان‌دهنده جمعیت بسیار پایین پوره روی درختان تیمار شده با این سم می‌باشد. میزان مرگ و میر پوره پسیل پسته با سم اسپیروتترامات از روز سوم به بعد افزایش و بیشترین مقدار را در روز دهم داشت و این روند تا روز آخر نمونه‌برداری مشاهده شد و کمترین جمعیت پوره پسیل پسته روی درختان تیمار شده با اسپیروتترامات مشاهده گردید. سم فلوپیرادیفورون با غلظت‌های مختلف اگر چه دارای اثر ضربه‌ای شدید روی جمعیت پوره پسیل پسته بود، ولی از روز هفتم به بعد اثر این سم کاهش پیدا کرده نتایج نشان می‌دهد که در صورت سم‌پاشی با فلوپیرادیفورون، پس از ۱۵ روز درختان نیاز به سم‌پاشی مجدد دارند. سم تیاکلوپرید نیز پس از سم‌پاشی اثر ضربه‌ای شدیدی نشان داد و سه روز بعد، جمعیت کمی از پوره پسیل روی درختان تیمار شده مشاهده گردید ولی اثر خود را نسبت به سموم فلوپیرادیفورون بیشتر حفظ کرده و تا روز پانزدهم بعد از سم‌پاشی، جمعیت پایین بود و به یکباره جمعیت از روز پانزدهم افزایش یافت. پس از سم‌پاشی مجدد، مجددا جمعیت کاهش یافت. به همین نسبت نیز تلفات حاصل از سم تیاکلوپرید ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

نتایج حاصل از داده‌های تاثیر هر سم بر حشرات بالغ پسیل در روزهای مختلف نشان داد که سم اسپیروتترامات همچنان از روز سوم به بعد تاثیر بازدارندگی روی جمعیت پسیل داشته و با وجود جمعیت بالا در روز سوم پس از سم‌پاشی، در روز سی‌ام کمترین جمعیت را نشان داد و به همان نسبت نیز با کم شدن جمعیت، میزان مرگ و میر کاهش یافت. درختان تیمار شده با غلظت‌های مختلف فلوپیرادیفورون بعد از روز سوم، از جمعیت پایین حشره کامل پسیل پسته برخودار بودند ولی از روز پانزدهم مجددا جمعیت افزایش و پس از سم‌پاشی، مجددا کاهش پیدا کرد. به همین نسبت نیز تعداد حشرات بالغ مرده پسیل پسته در اثر غلظت‌های مختلف سم فلوپیرادیفورون از روز بیستم به بعد افزایش نشان داد. جمعیت زنده حشره بالغ تیمار شده با سم تیاکلوپرید طی روزهای مختلف کاهش و به همان نسبت میزان مرگ و میر حشره بالغ افزایش نشان داد. البته در روز پانزدهم کمترین میزان مرگ و میر (۱/۸۱) وجود داشت و بعد از سم‌پاشی مجددا افزایش نشان داد. کارایی سم اسپیروتترامات روی حشرات بالغ از روز دهم به بعد آشکار گردید و این درحالی بود که روی تیمارهای اسپیروتترامات، سم‌پاشی مجدد صورت نگرفت. داده‌های حاصل نشان‌دهنده کاهش اثر سم فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید روی حشره بالغ در روز پانزدهم بعد از سم‌پاشی می‌باشد. در خصوص حشرات بالغ نیز کاملا مشهود بود که سموم مختلف بعد از چهل روز از سم‌پاشی (و بعد از ۲۰ روز از سم‌پاشی دوم با سموم فلوپیرادیفورون و تیاکلوپرید) از کارایی آن‌ها کاسته می‌شود.

طی مطالعه انجام شده روی سم اسپیروتترامات، LC_{50}، حد بالایی و پایینی و LC_{90} سم برآورد گردید و بر همین اساس بیشترین میزان مرگ و میر پسیل در غلظت ۰/۴۵ در هزار با ۷۸/۷۵ درصد و کمترین آن در غلظت ۰/۲ در هزار با ۲۹/۳۷ درصد مشاهده شد (Razavi & Mahdian, 2015). اثرات کشنده و زیرکشنده آفت‌کش اسپیروتترامات بر مراحل نابالغ کفشدوزک *Menochilus sexmaculatus* و درصد تفریخ تخم‌ها، مدت زمان رشد مراحل نابالغ، درصد خروج حشرات کامل از شفیره و طول دوره قبل از تخم‌ریزی اندازه‌گیری شده است. در این بررسی عنوان شده است که با توجه به اثرات منفی اسپیروتترامات بر نشو و نمای مراحل نابالغ کفشدوزک *M. sexmaculatus* جایگزینی این آفت‌کش با یک آفت‌کش ایمن‌تر در باغ‌های پسته ضروری به نظر می‌رسد. اما از آنجا که این آفت‌کش دارای قابلیت‌های شایان توجهی از جهت کنترل حشرات

مکنده و به‌ویژه پسیل پسته دارد توصیه می‌شود تا با تنظیم روش‌های کاربرد و با در نظر گرفتن زمان مناسب برای مصرف آن، تا حد امکان به اثر انتخابی دست یافت (Azod *et al.*, 2014).

نتایج حاصل در این آزمایش نشان داد که سم اسپیروتترامات با غلظت ۰/۵ در هزار نسبت به سایر سموم مورد استفاده، تاثیر بسیار خوبی به‌ویژه روی پوره‌های پسیل پسته دارد. مطالعه تاثیر سم اسپیروتترامات روی پسیل سیب‌زمینی، *Bactericera cockerelli*، نشان داد که این سم روی مرحله پورگی آفت، بهترین کنترل‌کنندگی را دارد و اثر خود را تا ۶ هفته نگه می‌دارد (Page-Weir *et al.*, 2011). اگر چه تاثیر این سم از روز سوم به بعد افزایش داشت، ولی تاثیر آن تا ۴۰ روز بعد از سم‌پاشی ادامه می‌یابد. سم تیاکلوپرید بلافاصله پس از سم‌پاشی، اثر ضربه‌ای شدیدی روی جمعیت پسیل داشت و از نظر میزان مرگ و میر روی پسیل پسته، می‌توان در رتبه دوم بعد از سم اسپیروتترامات قرار داده شود. سم فلوپیرادیفورون از جمله سموم جدید شرکت بایر می‌باشد که برای کنترل بعضی از آفات معرفی و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سم حشره‌کشی با تاثیر سریع و کنترل‌کننده خوبی برای حشرات بالغ و پوره‌های سنین بالای پسیل پسته می‌باشد و می‌تواند در اول فصل باعث کاهش سریع جمعیت آفت شود. باتوجه به اینکه خاصیت سیستمیک بودن این سم، مانند سم اسپیروتترامات نمی‌باشد، انتظار کنترل بلندمدت از این آفت‌کش نمی‌رود. بنابراین با توجه به تاثیر پایین سم اسپیروتترامات روی حشرات بالغ، استفاده از سم فلوپیرادیفورون در اوایل فصل و زمانی که تراکم حشرات بالغ پسیل بالاست، بسیار موثر بوده و می‌تواند مکمل مناسبی برای سم اسپیروتترامات باشد. استفاده از سم فلوپیرادیفورون به‌همراه آب آبیاری، تاثیر شایان توجهی در کاهش جمعیت پسیل پسته نداشت که البته پیشنهاد می‌شود غلظت‌های مختلف سم نیز به این صورت، مورد ارزیابی قرار گیرند.

Refrences

Abrishami, M. H. 1995. Persian pistachio (1sted.). Iran University Press, 669 pp.

Amirzade, N., Izadi, H., Jalali, M. A. and Zohdi, H. 2014. Evaluation of three neonicotinoid insecticides against the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, and its natural enemies. Journal of Insect Science, Vol. 14: Available online: http://www.insectscience.org/14.35.

Azod, F., Shahidi Noghabi, Sh. and Mahdian, K. 2014. Effect of lethal and sublethal dose of spirotetramat on imaginal stage of ladybird beetle, *Menochilus sexmaculatus* Fabricius. In proceedings of First E-Conference on New finding in Environment and Agricultural Ecosystems, 21 November 2014, Renewable Energy and Environmental Research Institute of Tehran University.

Basirat, M. 2003. The effect of some insecticides on pistachio psyllid and side effect on two species of its natural enemies. The final report of Iranian Pistachio Research Institute. 29 pp. (In Persian with English summary)

Berrada, S., Nguyen, T. X., Lemoine. J., Vanpoucke, J. and Fournier D. 1995. Thirteen pear species and cultivars evaluated for resistance to *Cacopsylla pyri* (Homoptera: Psyllidae). Environmental Entomology, 24:1604-1607.

Bolu, H. 2002. Investigations on the fauna of insects and mites in pistachio areas in South Eastern Anatolia Region of Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi, 26: 197-208.

Burckhardt, D. and Lauterer, P. 1989. Systematics and biology of the Rhinocolinae (Hem.: Psylloidea). Journal of Natural History, 23: 643-712.

Danay Tous, A. H., Farazmand, H., Oliaei Torshiz, A. and Sirjani, M. 2014. Effect of red pepper and garlic extract on pistachio psylla nymph, *Agonoscena pistaciae*, in field conditions. Biocontrol in Plant Protection, 1 (2): 91-99.

Hasani-sadi, M. 2010. The study of efficiency of lacewing, *Chrysoperla carnea* as a biocontrol agent for the common pistachio psylla on four food regimes under control condition. M.Sc. thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, 92 pp.

Hassani, M. R., Nouri-Ganbalani, G., Izadi, H., Shojai, M. and Basirat, M. 2009. Economic injury level of the psyllid, *Agonoscena pistaciae,* on pistachio, *Pistacia vera* cv. Ohadi. Journal of Insect Science. 9(40): 1-4.

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

Jalaeian, M. and Karimi-Malati, A. 2013. Comparison of common pistachio psylla (*Agonoscena pistaciae*) population on main native and non- native pistachio varieties in Khorasan Razavi Province. Plant Pests Research, 4(2): 46-52.

KabiriRaeis Abbad, M. and Amiri Besheli, B. 2012. Toxicity of Palizin , Mospilan and Consult on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae), *Oenopia conglobata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) and *Psyllaephagus pistaciae* Ferrière (Hymenoptera: Encyrtidae). Academic Journal of Entomology, 5 (2): 99-107.

Kabiri Raeis Abbad, M. and Amiri-Besheli, B. 2013a. Bioassay of the Botanical insecticide, Tondexir, on two natural of the common pistachio psyllid. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4 (6): 1191-1196.

Kabiri Raeis Abbad, M. and Amiri-Besheli, B. 2013b. Comparison of the toxicity of three botanical insecticides and two chemical insecticides on *Agonoscena pistac*iae Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae) in laboratory and field Conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (10): 1074-1079.

Kazemi F. and Mehrnejad M. R. 2010. Seasonal occurrence and biological parameters of the green lacewing C*hrysoperla lucasina* (Neuroptera: Chrysopidae) a predator of the common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Psylloidea). European Journal of Entomology, 108: 63–70.

Lababidi M. S. 2002. Effects of Neem Azal T/S and other insecticides against the pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Licht.) (Homoptera, Psyllidae) under field conditions in Syria. Journal of Pest Science, 75: 84-88.

Mart, C., Erkilic, L., Uygun, N. and Altin, M. 1995. Species and pest control methods used in pistachio orchards of Turkey. Acta Horticulturae, 419: 379-386.

Mehrnejad, M. R. 1998. Evaluation of the parasitoid *Psyllaephagus pistaciae* (Hymenoptera: Encyrtidae) as a biocontrol agent of the common pistachio psylla *Agonoscena pistacia* (Hemiptera: Psylloidea). 271 pp.

Mehrnejad, M. R. 2001. The current status of pistachio pests in Iran. Cahiers Options Méditerranéennes, 56: 315-322.

Mehrnejad, M. R. 2002. Bionomics of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, in Iran. ISHS Acta Horticulturae, III International Symposium on Pistachios and Almonds. 591: 535-539.

Mehrnejad M. R. 2003a. Three pistachio species evaluated for resistance to the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*. Proccedings: IUFRO Kanazawa, Forest Insect Population Dynamics and Host Influences, pp: 58-62.

Mehrnejad, M. R. 2003b. Pistachio psylla and other major psyllids of Iran. Publication of the Agricultural Research and Education Organization, Tehran, Iran, 116 pp. [in Persian with English summary]

Mehrnejad, M. R. 2010. Potential biological control agents of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, a review. Entomofauna, 31: 249-272.

Mehrnejad M. R and Copland M. J. W., 2006. Biological parameters of parasitoid *Psyllaephagus pistaciae* and its host *Agonoscena pistaciae* in relation to temperature. Journal of the Entomological Research Society, 8: 1-20.

Mehrnejad, M. R. and Emami, S. Y. 2005. Parasitoids associated with the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* in Iran. Biological Control, 32: 385-390.

Mehrnejad, M. R., Jalali, M. A. and Mirzaei, R. 2011. Abundance and biological parameters of *Psyllophagous coccinellids* in pistachio orchards. Journal of Applied Entomology, 135: 673-681.

Mehrnejad, M. R. and Ueckermann, E. 2001. Mites (Arthropoda: Acari) associated with pistachio trees (Anacardiacae) in Iran (I). Systematic and Applied Acarology Special Publication, 6: 1-12.

Minitab, Inc. 2005. Minitab statistical software, release 14 for Windows. State College, PA.

Najafpour, F., Mehrnejad, M. R. and Fallahzadeh, M. 2010. Population dynamics and density of the common pistachio psylla, agonoscena pistaciae (Hemiptera: Psyllidae) on two pistachio cultivars, Badami-riz zarand and momtaz. Plant Protection Journal, 2(3): 209-222.

Panahi, B., Basirat, M. and Hosseinifard, S. J. 2013. The effect of liquid detergent on common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, soil and plant. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 6 (12): 794-807.

Page-Weir, L. E., Jamieson, L. E., Chhagan, A., Connolly, P. G. and Curtis, C. 2011. Efficacy of insecticides against the tomato/potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). New Zealand Plant Protection 64: 276-281.

Razavi, S. H. and Mahdian, K. 2015. Evaluation the toxicity of *Viola odorata* extract and Spirotetramat pesticide on the *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidea). Journal of Entomology and Zoology Studies 3(5): 110-114.

Rouhani, M., Samih, M. A., Izadi, H. and Mohammadi, E. 2013. Toxicity of new insecticides against pomegranate aphid, *Aphis punicae*. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 4(3): 496-501.

Saour, G. 2005. Efficacy of kaolin particle film and selected synthetic insecticides against pistachio psyllid *Agonoscena targionii* (Homoptera: Psyllidae) infestation. Crop Protection, 24(8): 711-717

SAS Institute. 2014. SAS/STAT Version 9.4. SAS Institute, Cary, North Carolina.

Sheibani, A. 1995. Pistachio production in Iran. Acta Horticulturae, 419, 165-173.

Sheibani, Z. and Hassani, M. R. 2014. The Toxicity Investigation of the Botanical Insecticides on the Common Pistachio Psyllid, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae). Journal of Nuts, 5(1): 57-62.

Souliotis, C., Markoyiannaki-Printziou, D. and Lefkaditis, F. 2002. The problems and prospects of integrated control of *Agonoscena pistaciae* Burck. & Laut. (Hom., Sternorrhyncha) in Greece. Journal of Applied Entomology, 126: 384-388.

Topolansky Barbe, F. G. 2011. A critical analysis of the competitiveness of the Iranian pistachio industry. International Journal of Business and Social Science, 2(23): 30-38.

Journal of Entomological Research

Volume 8, Issue 4, pages: 255-270

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

Effect of flupyradifurone, spirotetramat and thiacloprid insecticides on common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hem.: Psyllidae)

***M. Gheibi*[1*], *Y. Taheri*[1]**

1- Respectively Assistant Professor and Lecturer, Department of Entomology, Faculty of Agricultural Science, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

Abstract

Common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, is the most important pest of pistachio orchards in Iran and reduce the quantity and quality of the product. In this study, the effects of Flupyradifurone 0.5, 0.75 and 1 *ml* L^{-1}, Spirotetramat and Thiacloprid 0.5 *ml* L^{-1} and Flupyradifurone (0.5 *ml* L^{-1}) with irrigation water were evaluated on nymphs and adult stages of *A. pistaciae* in Niriz region of Fars province. The number of nymphs and adult of *A. pistaciae* recorded in one day before until 3, 7, 10, 15, 20, 25, 30 and 40 days after chemical applications. The results showed that 3 days after treatment, different concentrations of Flupyradifurone and Thiacloprid have a good effect on the psyllid nymphs and the mean maximum of dead nymphs was in Thiacloprid. The mortality in Spirotetramat treatment on nymphs was increased in on the day 7 and the highest mortality occurred after 20 days. The mean number of the nymphs on treated trees with Flupyradifurone and Thiacloprid increased after 15 days of treatment. Efficacy of Spirotetramat increased after 7th day and the maximum efficacy was 99.44 percent on 20th day after treatment. The highest mean number of adult psyllid mortality was observed on day 3 after treatment in Flupyradifurone with concentration of 1 *ml* L^{-1}. The efficacy of Spirotetramat on adults increased after 10 days post-treatment and the highest was occurred on 30 day of sampling (98.23). The results showed that Spirotetramat was effective in decreasing of the pistachio psylla population after 40 days of the insecticide application.

Key words: Common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, Flupyradifurone, Spirotetramat, Thiacloprid

* Corresponding Author, E-mail: *gheybi@iaushiraz.ac.ir*
Received: 24 May 2016 – Accepted: 13 Dec. 2016