

DOI: <https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2021.14773>

ارزیابی کارایی حشره‌کش‌های آبامکتین (Vertimec 1.8 EC) و امامکتین بنزوئیت + لوفنورون (*Recurvaria pistaciicola*) روی پروانه میوه‌خوار پسته (Proclaim-fit 50 WG)

قاسم عسکری سریزدی^۱✉، علی جعفری ندوشن^۱، احمد حیدری^۲، مرضیه عامی‌زاده^۳

^۱بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران. ^۲بخش تحقیقات آفت‌کش‌ها، موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ^۳شرکت آرمان رویش سبز ایساتیس، پارک علم و فن آوری یزد، یزد، ایران. ✉askarigh@gmail.com

پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۰

بازنگری: ۱۴۰۰/۱/۱۴

دریافت: ۱۳۹۹/۱/۳۰

چکیده

پروانه میوه‌خوار پسته یکی از آفات مهم در بسیاری از پسته‌کاری‌های کشور می‌باشد. به رغم خسارت شدید این آفت در تعدادی از باغات، تنوع سموم توصیه شده علیه آن کم می‌باشد همچنین عدم حصول نتایج رضایت‌بخش از کاربرد سموم رایج و نیز اثرات مضر این آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی از مشکلات کنترل این آفت می‌باشد. در این تحقیق کارایی دو حشره‌کش از گروه آورمکتین‌ها شامل آبامکتین و ترکیب امامکتین بنزوئیت + لوفنورون که روی لارو برخی از آفات بالپولکی موثر هستند روی پروانه میوه‌خوار پسته ارزیابی شدند. آزمایش‌ها در دو سال متوالی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دوزهای مختلف حشره‌کش‌های مذکور انجام شد. برای ارزیابی تاثیر سموم روی پروانه میوه‌خوار، دانه‌های خشکیده و خسارت دیده توسط لاروها ۷، ۱۲، ۱۸ و ۲۵ روز بعد از سم‌پاشی شمارش شد. همچنین وضعیت نهایی خوشه‌بندی (تعداد دانه در خوشه) نیز در تیمارهای مختلف ثبت گردید و میزان کارایی تیمارها محاسبه شد. نتایج نشان داد که همه تیمارهای مورد آزمایش، روی لاروهای این آفت موثر بودند. بهترین کارایی در دوزهای ۰/۴ و ۰/۶ لیتر در هزار از آبامکتین و ۲۰۰ و ۲۵۰ گرم در هزار از امامکتین بنزوئیت + لوفنورون مشاهده شد. با توجه به اثربخشی و نیز جنبه‌های اقتصادی، دوز ۰/۶ در هزار ورتیمک برای کنترل پروانه میوه‌خوار پسته توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: آورمکتین‌ها، تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات، پروانه میوه‌خوار پسته، حشره‌کش‌ها

Efficacy of abamectin (Vertimec 1.8 EC) and emamectin benzoate + lufenuron (*Recurvaria pistaciicola*) on pistachio fruit moth, *Recurvaria pistaciicola*

Ghasem Askari Saryazdi¹✉, Ali Jafari Nodooshan¹, Ahamad Heidari², Marziyeh Amizadeh³

¹Department of Plant Protection Research, Yazd Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. ²Pesticide Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

³Arman Rooyesh Sabz Isatis Company, Science and Techology Park, Yaz. ✉askarigh@gmail.com

Received: 18 Feb 2021

Revised: 3 April 2021

Accepted: 1 July 2021

Abstract

Pistachio fruit moth is one of the most important pests of pistachio orchards. In spite of severe damage of this pest in some orchards, the variety of recommended pesticides against it is very limited. Oxydemeton-methyl and fentione have been registered and recommended against this pest. Low efficiencies of these compounds and also the harmful effects of these pesticides on natural enemies are the problems of using these insecticides. In this study, the efficacy of two avermectine based compounds including abamectin and emamectin benzoate+lufenouran, which are effective on the larvae of some lepidopterous pests were tested against pistachio fruit moth. The experiments were performed in two consecutive years in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with different doses of the insecticides. To evaluate the effect of pesticides on the pest, dried and damaged seeds by larvae of pest were counted 7, 12, 18 and 25 days after spraying. The final number of seeds per cluster was also recorded and the efficiency of treatments was calculated. The results showed all treatments were effective against larvae of the moth. In general, higher doses of abamectin (0.4 and 0.6 lit/1000 lit) and higher doses of emamectin benzoate+ lufenouran (200 and 250 gr/1000 lit) were more efficient than other treatments. In general aspects, it seems that abamectin in rate of 0.6 lit/1000 lit is the best treatment for controlling this pest.

Keywords: Avermectins, Insecticides, Insect growth regulators, Pistachio fruit moth

How to cite:

Askari Saryazdi Gh, Jafari Nodooshan A, Heidari A, Amizadeh M, 2022. Efficacy of abamectin (Vertimec 1.8 EC) and emamectin benzoate + lufenuron (Proclaim-fit 50 WG) on pistachio fruit moth, *Recurvaria pistaciicola*. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 11 (2): 27-36.

مقدمه

پسته از مهم‌ترین کالاهای صادراتی بخش کشاورزی کشور محسوب می‌شود. آفات پسته همواره یکی از مشکلات اصلی تولید پسته در کشور بوده‌اند. تنوع و تعدد گونه‌ها، تفاوت‌های زیست‌شناسی و رفتارشناسی، همچنین تنوع در نحوه و میزان خسارت این آفات، کنترل آنها را پیچیده‌تر کرده به نحوی که جهت دستیابی به یک برنامه موفق و جامع مدیریت این آفات مطالعات مداومی لازم است. در حال حاضر پروانه میوه‌خوار پسته *Recurvaria pistaciicola* Danil (Lepidoptera: Gelechiidae) یکی از این آفات مهم در بسیاری از مناطق عمده کاشت پسته کشور می‌باشد که پراکنش و تراکم آن در مناطق مختلف کشور متفاوت است. در باغ‌های قدیمی با درختان مسن بدلیل وجود شکاف‌های زیاد و جدا شدن پوستک‌ها از تنه، پناهگاه‌های بسیار مناسبی برای لاروهای زمستانگذران فراهم بوده و تراکم جمعیت و خسارت آفت در این باغ‌ها بیشتر است (Abousaeedi & Mehrnejad 1992; Mehrnejad 2014). حشرات کامل نسل اول در اوایل بهار روی میوه‌های ریز و برگ‌ها تخم‌ریزی می‌کنند. لاروهای جوان با ایجاد یک سوراخ ریز در پوسته‌ی میوه وارد میوه شده و از جنین جوان تغذیه کرده و سپس وارد میوه‌ی دیگری می‌شوند. خسارت لاروها تا قبل از سخت شدن پوسته استخوانی میوه ادامه می‌یابد و هر لارو می‌تواند طی دوره‌ی رشدی خود چندین میوه را مورد حمله قرار داده و از بین ببرد. خسارت لاروهای نسل اول منجر به سیاه شدن، خشکیدگی و ریزش میوه‌ها می‌شود. در اواخر بهار همراه با سخت شدن پوسته استخوانی میوه، لاروها در شکاف‌های تنه و زیر پوستک‌های درختان به شفیره تبدیل شده و حشرات کامل نسل دوم در تیرماه در باغ ظاهر شده و روی میوه‌ها تخم‌ریزی می‌کنند. لاروهای نسل دوم عمدتاً از پوسته نرم بیرونی میوه و در صورت خندان بودن از مغز میوه تغذیه می‌کنند. در اغلب موارد محل تغذیه‌ی لاروهای نسل دوم با آلودگی قارچ‌های ساپروفیت همراه خواهد بود (Mehrnejad 2014). در یک بررسی دو ساله در کشور عراق میزان خسارت پروانه میوه‌خوار بین ۲۸ تا ۳۵ درصد گزارش شده است (Abu-Yaman & Jarjes 2009). تاکنون میزان دقیق خسارت و سطوح زیان اقتصادی این آفت در کشور ما تعیین نشده است. با توجه به مشاهدات نگارندگان، در صورت عدم مبارزه شیمیایی در برخی از باغات قدیمی استان یزد این آفت می‌تواند تا بیش از ۷۰ درصد محصول را از بین ببرد.

مطالعات بسیار محدودی در زمینه کارایی آفت‌کش‌ها در کنترل این آفت انجام شده است. طی یک بررسی یکبار سمپاشی با حشره‌کش تیودیکارب و یا دو بار سمپاشی با حشره‌کش آمیتراز به نسبت ۱/۵ در هزار برای کنترل این آفت مناسب گزارش شده است (Abousaeedi & Mehrnejad 1992). البته امروزه آمیتراز از لیست سموم مجاز کشور حذف شده (Yeganeh 2019) و کاربرد تیودیکارب نیز به علت سمیت زیاد برای موجودات غیر هدف محدود شده است. در یک مطالعه آزمایشگاهی تاثیر استامی پراید و حشره‌کش زیستی *Bacillus thuringiensis kurstaki* روی پروانه میوه‌خوار پسته مورد بررسی قرار گرفته و کارایی بسیار کم *Bt* و تاثیر مناسب استامی پراید گزارش شده است (Shahabi Nejad et al. 2011). آورمکتین‌ها لاکتون‌های ماکروسیکلیک هستند که از یک اکتینومیست خاکزی به نام *Streptomyces avermitilis* (Kim and Goodfellow 2002; Burg et al. 1979) به دست می‌آیند. آلامکتین یکی از اعضای این گروه و حاوی مخلوطی از دو ماده موثر (بیش از ۸۰٪ آورمکتین B1a و کمتر از ۲۰٪ آورمکتین B1b) است و برای کنترل حشرات و کنه‌های آفت روی دامنه وسیعی از محصولات زراعی، درختان میوه، سبزیجات و گیاهان زینتی در دنیا استفاده می‌شود (Strong & Brown 1987; Lasota & Dybas 1991). در ایران نیز آلامکتین برای کنترل مگس مینوز جالیز و سبزی و کنه زنگار مرکبات توصیه شده است (Yeganeh 2019). سمیت بسیار زیاد این آفت‌کش برای آفات هدف و انتخابی بودن نسبی برای دشمنان طبیعی آن را ترکیبی مناسب برای کاربرد در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات کرده است (Lasota & Dybas 1991). آلامکتین بنزوئیت نیز یک آورمکتین نیمه مصنوعی است که از تخمیر آورمکتین B مشتق می‌شود. آلامکتین بنزوئیت یک حشره‌کش گوارشی و موثر علیه گونه‌های مختلفی از آفات بالپولکی در محصولات مختلف است (Eckel et al. 2014; Bengochea et al. 1997; Jansson et al. 1996). در ایران نیز ترکیب آلامکتین بنزوئیت با لوفنوران با نام تجاری پروکلایم- فیت برای کنترل گونه‌های متفاوتی از بالپولکداران آفت سبزیجات و حبوبات توصیه شده است (Yeganeh 2019). لوفنوران نیز یک تنظیم کننده رشد حشرات و از ترکیبات بنزوئیل فنیل‌اوره‌ای و از مشتقات اوره است و بیشتر به صورت گوارشی موثر است. لوفنوران در ایران (با نام تجاری Match®) برای کنترل کرم سیب و پروانه چوبخوار پسته به ثبت رسیده است. همچنین ترکیب لوفنوران- فنوکسی‌کارب (با نام تجاری

(Syngenta) سویس استفاده شد. در سال اول غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۴۵ لیتر در هزار از ورتیمک و ۱۵۰ و ۲۵۰ گرم در هزار از پروکلایم‌فیت مورد آزمایش قرار گرفتند. با توجه به نتایج به دست آمده در آزمایش‌های سال اول، یک غلظت جدید به هر کدام از آفتکش‌ها در آزمایشات سال دوم اضافه شد. برای آزمایش‌های سال دوم، حشره‌کش ورتیمک در غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۴۵ و ۰/۶ لیتر در هزار و حشره‌کش پروکلایم‌فیت در غلظت‌های ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ گرم در هزار استفاده شدند. حشره‌کش اکسی‌دیمتون‌متیل (20 EC) تولید شرکت یوپو‌آل (UPL) هندوستان با دوز ۱/۵ در هزار نیز به عنوان شاهد مثبت در تمامی آزمایش‌های در نظر گرفته شد. در شاهد، درختان فقط با آب تیمار شدند.

تمامی آزمایش‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در هر تکرار برای هر تیمار سه درخت در نظر گرفته شد. با بازدیدهای متوالی از اوایل فروردین وضعیت خروج حشرات کامل پایش شد. با توجه به عدم شناسایی فرمون‌های جنسی و یا هر جلب‌کننده اختصاصی دیگری برای این آفت، برای تعیین اوج پرواز وضعیت لاروها و پوستک‌های شفیرگی زیر پوست درختان به صورت مستمر مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. در سال‌های آزمایش اوج پرواز حشرات کامل پروانه میوه‌خوار در هر دو منطقه تقریباً در بازه زمانی ۲۰ الی ۲۴ فروردین اتفاق افتاد که همزمان با شروع تشکیل دانه‌های پسته روی خوشه و به اصطلاح رایج در مرحله‌ی ارزیابی شدن دانه‌ها بود. عملیات سمپاشی با استفاده از یک دستگاه سمپاش فرغونی ۱۰۰ لیتری انجام شد. تمامی سمپاشی‌ها در بازه زمانی ۲۵ تا ۳۰ فروردین ماه و در ساعات اولیه صبح در دامنه‌هایی ۱۲ تا ۱۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی حدود ۳۰ درصد و در هوای آرام صبحگاهی انجام شد.

برای ارزیابی تاثیر سموم روی پروانه میوه‌خوار، دانه‌های خشکیده و خسارت دیده توسط لاروهای آفت در هفت، ۱۲، ۱۸ و ۲۵ روز بعد از سم‌پاشی شمارش شدند. برای این کار از هر درخت چهار خوشه از چهار جهت جغرافیایی درخت انتخاب و تعداد کل دانه‌های هر خوشه شمارش شدند. دانه‌های آلوده، چیده شده و پس از انتقال به آزمایشگاه وضعیت تغذیه و خسارت لاروهای میوه‌خوار مورد بررسی قرار گرفت. وجود سوراخ تغذیه‌ای لارو روی پوسته میوه، حضور لارو در داخل میوه، تغذیه از جنین و وجود فضولات لاروی از علائم آلودگی به پروانه میوه‌خوار بودند که در صورت مشاهده حتی یکی از این نشانه‌ها، دانه مورد نظر به عنوان میوه آلوده در نظر گرفته

(Lufox®) نیز توسط سازمان حفظ نباتات برای پروانه چوب-خوار پسته ثبت و توصیه شده است (Yeganeh 2019).

به رغم خسارت شدید پروانه میوه‌خوار در بسیاری از باغات پسته کشور، تابحال تنها حشره‌کش‌های اکسی‌دیمتون‌متیل و فنتیون علیه این آفت در ایران ثبت و توصیه شده‌اند (Yeganeh 2019). سمیت بالای این آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی (Bustamante et al. 1999; Grütmacher et al. 2004) که همزمان با مبارزه علیه کرم میوه‌خوار فعالیت قابل توجهی در باغات پسته دارند (Mehrnejad 2014) و همچنین محدودیت تولید و دسترسی به این آفت‌کش‌ها در کشور از مشکلات استفاده از این ترکیبات می‌باشد.

با توجه به گسترش جغرافیایی پروانه میوه‌خوار پسته طی سالهای اخیر و اهمیت روزافزون آن (Mehrnejad 2014)، نیاز به سید کامل‌تری از آفت‌کش‌های موثر علیه این آفت وجود دارد تا ضمن داشتن کارایی مناسب، اثرات سوء زیست محیطی کمتری را بر اکوسیستم‌های کشاورزی گذاشته و امکان بروز و توسعه مقاومت به آفت‌کش‌ها نیز کاهش یابد. در راستای شناسایی ترکیبات موثر و مناسب روی این آفت، حشره‌کش آبامکتین و حشره‌کش ترکیبی آماده مصرف حاوی امامکتین بنزوتیت و لوفنوران که روی لارو برخی از آفات بالپولکی محصولات کشاورزی موثر گزارش شده‌اند (Lasota & Dybas 2020; Kadoić Balaško et al. 1991) مورد آزمایش قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های صحرائی این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. در سال اول، آزمایش‌ها در یک باغ آلوده در بخش بفرویه شهرستان میند $32^{\circ} 16' 07'' N$ $53^{\circ} 58' 46'' E$ انجام شد. درختان مورد آزمایش حدود ۶۰ ساله و از رقم بادامی بودند. باغ مذکور سابقه آلودگی بسیار شدیدی به پروانه میوه‌خوار داشت. در سال دوم علاوه بر باغ مذکور، بررسی‌ها در باغ دیگری در منطقه بهادران شهرستان مهریز یزد نیز $31^{\circ} 35' E$ $70^{\circ} N$ $54^{\circ} 90' 84'' E$ انجام گرفت. درختان این باغ حدود ۴۰ ساله و از رقم کله‌قوچی بودند. در این منطقه نیز پروانه میوه‌خوار پسته در سال‌های اخیر خود را به عنوان یک آفت جدی نشان داده و سمپاشی علیه آن انجام می‌شود.

در بررسی حاضر از حشره‌کش آبامکتین (Vertimec 1.8 EC) و حشره‌کش ترکیبی لوفنوران ۴۰٪ و امامکتین بنزوتیت ۱۰٪ (Proclaim-fit 50 WG) تولید شرکت سینجنتا

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان خسارت پروانه میوه‌خوار پسته در سال ۱۳۹۵ نشان داد که تاثیر تیمارها در روزهای هفتم ($F_{[5;10]} = 2.25$; $p = 0.03$; $CV = 24.69$)، دوازدهم ($F_{[5;10]} = 4.12$; $p = 0.02$; $CV = 25.73$)، بیستم و پنجم ($F_{[5;10]} = 2.69$; $p = 0.04$; $CV = 22.26$) و سی و یکم ($F_{[5;10]} = 3.54$; $p = 0.04$; $CV = 30.51$) بعد از سمپاشی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین درصد آلودگی دانه‌ها به کرم میوه‌خوار در هفت روز پس از سمپاشی نشان داد تیمار ورتیمک ۰/۴۵ در هزار با $1/0 \pm 3/6$ درصد آلودگی دانه، نسبت به شاهد ($3/5 \pm 1/4$) بیشترین میزان کنترل را داشته است (جدول ۱). مقایسه میانگین درصد آلودگی دانه‌ها به کرم میوه‌خوار در ۲۵ روز پس از سمپاشی نشان داد که تیمارهای ورتیمک ۰/۴۵ در هزار ($0/5 \pm 1/10$)، پروکلیم فیت ۲۵۰ گرم در هزار ($0/4 \pm 2/2$) و اکسی دیمتون متیل ۰/۵ در هزار ($0/3 \pm 0/98$) نسبت به شاهد ($1/1 \pm 7/3$) اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۱).

می‌شد. در غیر این صورت خشکیدگی دانه‌ها می‌توانست مربوط به عوامل دیگری نظیر خسارت سن‌ها، سنک‌ها و یا عوامل فیزیولوژیک باشد. که در این موارد سوراخ قابل مشاهده‌ای روی پوسته میوه وجود نداشت و جنین کاملاً سالم و سفید می‌ماند. تعداد دانه‌های خسارت دیده توسط پروانه میوه‌خوار شمارش شد و درصد خسارت یا آلودگی در هر خوشه محاسبه گردید. همچنین تعداد کل دانه‌ها در هر خوشه، ۳۵ روز بعد از سمپاشی مورد ارزیابی قرار گرفت تا تاثیر سمپاشی‌ها در خوشه‌بندی (تعداد دانه در خوشه) مورد بررسی قرار گیرد. برای اینکار نیز تعداد دانه‌ها در هشت خوشه که از چهار جهت و در دو ارتفاع هر درخت انتخاب شده بودند مورد شمارش قرار گرفتند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن ($0/5$) گروه‌بندی شدند.

نتایج

جدول ۱. میانگین درصد (\pm خطای معیار) آلودگی دانه‌ها به *Recurvaria pistaciicola* در تیمارهای مختلف در منطقه میبد در سال ۱۳۹۵.

Table 1. Mean percentage (\pm SE) of seeds damaged by *Recurvaria pistaciicola* under different treatments in Maybod region in 2017.

Treatments	Time of Samplings (Days After Treatment)			
	7	12	18	25
Vertimec 0.25lit/1000lit	8.47 \pm 1.85 AB	7.06 \pm 1.47 B	10.28 \pm 2.63 AB	3.46 \pm 1.47 AB
Vertimec 0.45lit/1000lit	3.60 \pm 1.06 B	4.32 \pm 1.00 B	4.91 \pm 1.37 B	1.07 \pm 0.54 B
Proclaim-fit 150g/1000lit	8.78 \pm 4.69 AB	9.89 \pm 5.58 B	11.57 \pm 4.22 AB	4.12 \pm 3.28 AB
Proclaim-fit 250g/1000lit	7.42 \pm 3.44 AB	6.78 \pm 3.73 B	8.63 \pm 3.24 AB	2.17 \pm 0.37 B
Oxydemeton-methyl 1.5/1000lit	6.66 \pm 1.23 AB	4.87 \pm 1.22 B	8.03 \pm 1.77 B	0.98 \pm 0.3 B
Control	14.86 \pm 3.52 A	20.14 \pm 1.87 A	18.18 \pm 2.61 A	7.34 \pm 1.13 A

Means within a column followed by the same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test ($P > 0.05$).

($F_{[7;14]} = 0.45$; $p = 0.85$; $CV = 33.68$) و ۱۲ و $CV = 24.87$)

روز پس از سمپاشی تاثیر معنی‌داری در میزان آلودگی به کرم میوه‌خوار پسته در بین تیمارها دیده نشد اما با گذشت زمان و در نمونه‌برداری‌های ۱۸ روز ($F_{[7;14]} = 8.81$; $p = 0.0003$; $CV = 21.73$) و ۲۵ روز ($F_{[7;14]} = 2.65$; $p = 0.057$; $CV = 21.70$) بعد از سمپاشی اثرات معنی‌دار بین تیمارها مشاهده شد. در این منطقه نیز ۱۸ روز پس از سمپاشی کمترین میزان آلودگی در تیمار ورتیمک ۰/۴ در هزار بود ($0/59 \pm 1/11$) که در مقایسه با شاهد ($3/71 \pm 1/60$) بهترین تاثیر را داشت (جدول ۳).

با تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خسارت پروانه میوه‌خوار پسته در سال دوم در هر دو منطقه، تفاوت معنی‌داری بین بلوک‌ها دیده نشد. در آزمایش‌های انجام شده در منطقه میبد هفت روز پس از نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت ($F_{[7;14]} = 2$; $p = 0.13$; $CV = 22.11$)، اما در روزهای دوازدهم ($F_{[7;14]} = 2.45$; $p = 0.07$; $CV = 32.86$)، هیجدهم ($F_{[7;14]} = 20$; $p < 0.0001$; $CV = 22.26$) و بیستم و پنجم ($F_{[7;14]} = 7.56$; $p = 0.007$; $CV = 41.21$) پس از سمپاشی اختلاف معنی‌دار بین تیمارها دیده شد. در آزمایش‌های سال دوم میزان آلودگی در تمامی تیمارها و نمونه‌برداری‌ها کمتر از شاهد بود و به صورت کلی کمترین میزان آلودگی در بین تیمارهای مختلف در ورتیمک ۰/۴ در هزار دیده شد (جدول ۲). در منطقه بهادران هفت ($F_{[7;14]} = 1.34$; $p = 0.3$)

جدول ۲. میانگین درصد آلودگی دانه‌ها (\pm انحراف معیار) به *Recurvaria pistaciicola* در تیمارهای مختلف در منطقه میبید در سال ۱۳۹۶.

Table 2. Mean percentage (\pm SE) of seeds damaged by *Recurvaria pistaciicola* under different treatments in Maybod region in 2018.

Treatments	Time of Sampling (Days After Treatment)			
	7	12	18	25
Vertimec 0.25lit/1000lit	7.53 \pm 1.96 A	5.52 \pm 1.95 B	8.40 \pm 2.62 C	6.69 \pm 1.49 B
Vertimec 0.45lit/1000lit	3.39 \pm 1.62 A	6.27 \pm 2.42 B	5.02 \pm 1.78 C	3.69 \pm 1.22 B
Vertimec 0.6/1000lit	5.28 \pm 1.11 A	3.26 \pm 1.45 B	2.35 \pm 1.49 C	1.01 \pm 0.57 B
Proclaim-fit 150g/1000lit	6.69 \pm 2.84 A	7.72 \pm 2.83 B	15.91 \pm 5.04 B	3.92 \pm 1.17 B
Proclaim-fit 200g/1000lit	5.44 \pm 1.63 A	5.88 \pm 2.19 B	8.02 \pm 2.09 BC	3.90 \pm 1.81 B
Proclaim-fit 250g/1000lit	7.26 \pm 0.40 A	3.92 \pm 0.49 B	6.54 \pm 0.52 C	3.64 \pm 1.49 B
Oxydemeton-methyl 1.5/1000lit	6.97 \pm 1.11 A	3.47 \pm 0.22 B	4.22 \pm 0.83 C	3.26 \pm 1.73 B
Control	12.21 \pm 1.50 A	17.58 \pm 2.09 A	56.00 \pm 3.61 A	44.80 \pm 18.13 A

Means within a column followed by the same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test ($P > 0.05$).

جدول ۳. میانگین درصد آلودگی دانه‌ها (\pm انحراف معیار) به *Recurvaria pistaciicola* در تیمارهای مختلف در منطقه بهادران در سال ۱۳۹۶.

Table 3. Percentage of seeds (Means \pm SE) damaged by *Recurvaria pistaciicola* under different treatments in Bahadoran region in 2018.

Treatments	Time of Sampling (Days After Treatment)			
	7	12	18	25
Vertimec 0.25lit/1000lit	2.29 \pm 0.62 A	3.23 \pm 1.64 A	6.16 \pm 0.96 BC	2.50 \pm 0.20 AB
Vertimec 0.45lit/1000lit	1.08 \pm 0.28 A	2.41 \pm 0.85 A	2.92 \pm 0.39 CD	2.41 \pm 0.11 AB
Vertimec 0.6lit/1000lit	2.31 \pm 0.33 A	2.07 \pm 1.33 A	1.11 \pm 0.59 D	0.97 \pm 0.37 B
Proclaim-fit 150g/1000lit	1.80 \pm 0.20 A	3.04 \pm 1.38 A	8.99 \pm 1.31 B	2.67 \pm 1.24 AB
Proclaim-fit 200g/1000lit	1.57 \pm 0.79 A	2.56 \pm 1.25 A	6.58 \pm 1.92 BC	1.56 \pm 0.88 B
Proclaim-fit 250g/1000lit	2.12 \pm 0.76 A	3.02 \pm 0.76 A	3.60 \pm 1.17 CD	1.27 \pm 0.19 B
Oxydemeton-methyl 1.5/1000lit	2.00 \pm 1.14 A	2.97 \pm 1.31 A	3.94 \pm 1.78 CD	1.48 \pm 1.40 B
Control	4.09 \pm 0.72 A	5.06 \pm 1.56 A	17.60 \pm 3.71 A	5.43 \pm 0.80 A

Means within a column followed by the same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test ($P > 0.05$).

بهادران ($F_{[7;14]} = 4.75$; $p = 0.006$; $CV=17.49$) معنی‌دار بود. همانند تاثیر روی میزان آلودگی، بهترین وضعیت خوشه‌بندی نیز در تیمارهای ورتیمک و اکسی‌دی‌متون متیل مشاهده شد به طوری که تعداد دانه در خوشه‌های این تیمارها زیاد و تقریباً در حالت نرمال قرار داشت. بدترین وضعیت خوشه‌بندی نیز به ترتیب متعلق به شاهد و پروکلایم-فیت ۱۵۰ گرم در هزار لیتر بود که در این تیمارها تعداد دانه در خوشه‌ها بسیار کم و خوشه‌ها بصورت تنک شده بود (جدول ۴).

تجزیه واریانس داده‌های خوشه‌بندی نشانگر عدم اختلاف معنی‌داری بین بلوک‌ها در سال اول در میبید ($F_{[2;10]} = 0.24$; $p = 0.79$) و سال دوم در هر دو منطقه میبید ($F_{[2;14]} = 0.1$; $p = 0.91$) و بهادران ($F_{[2;14]} = 0.25$; $p = 0.78$) بود. در حالی که تیمارهای مختلف تاثیر معنی‌داری بر وضعیت خوشه‌بندی در سال اول در منطقه میبید داشته‌اند ($F_{[7;10]} = 7.62$; $p = 0.003$; $CV = 15.30$). اثرات تیمارها در سال دوم نیز در هر دو منطقه میبید ($F_{[7;14]} = 9.84$; $p = 0.0002$; $CV = 12.46$) و

جدول ۴. میانگین تعداد دانه (\pm انحراف معیار) در هر خوشه ۳۵ روز بعد از سمپاشی در تیمارهای مختلف.

Table 4. Number of seeds (Means \pm SE) per cluster, 35 days after spraying under different treatments.

Treatments	(Maybod, 2017)	(Maybod, 2018)	(Bahadoran, 2018)
Vertimec 0.25lit/1000 lit	20.59 \pm 5.55A	20.75 \pm 2.81 BC	21.01 \pm 0.73 A
Vertimec 0.45lit/1000lit	21.78 \pm 0.96 AB	23.17 \pm 0.39 AB	22.01 \pm 1.30 A
Vertimec 0.6lit/1000lit	-	26.88 \pm 1.96 A	22.76 \pm 3.06 A
Proclaim-fit 150g/1000lit	17.06 \pm 1.25 BC	17.75 \pm 0.73 C	16.85 \pm 2.00 A
Proclaim-fit 200g/1000lit	-	22.34 \pm 0.89 BC	21.25 \pm 1.09 A
Proclaim-fit 250g/1000lit	22.19 \pm 2.12 AB	24.89 \pm 1.78 AB	22.81 \pm 2.66 A
Oxydemeton-methyl 1.5/1000lit	27.01 \pm 1.06 A	26.88 \pm 0.94 A	22.97 \pm 2.24 A
Control	12.55 \pm 1.21 C	12.33 \pm 0.53 D	10.27 \pm 0.88 B

Means within a column followed by the same letters are not significantly different using Duncan's multiple range test ($P > 0.05$).

بحث

میوه و جنین های تازه تشکیل شده می توانند به صورت موثری لاروهای تغذیه کننده را مسموم کنند. آبامکتین علاوه بر ویژگی نفوذی دارای اثرات تخم کشی نیز است (Mujica et al. 1999; Askari Saryazdi et al. 2012). گزارش نموده اند که دوزهای زیرکشنده آبامکتین روی لاروهای سویه های مختلف پروانه برگخوار چغندر قند باعث کاهش نرخ شفیرگی و بلوغ لاروها، کاهش وزن شفیره ها و کاهش تخم-ریزی و زادآوری حشرات بالغ ایجاد شده می شوند. مجموع اثرات آبامکتین نظیر ویژگی نفوذی، تخم کشی و اثرات زیرکشنده بویژه تاثیر منفی روی زادآوری می توانند از عوامل موثر در کارایی آبامکتین در کنترل پروانه میوه خوار پسته باشند.

در مورد پروکلایم فیت نیز غلظت های بالاتر کارایی بهتری داشتند. پیش از این نیز اثرات لارو کشی هر دو جزء این ترکیب روی گونه های مختلفی از بالپولکیان در منابع گزارش شده است. اثرات کشندگی و کنترلی مناسب امامکتین بنزوئیت روی کرم سیب و کرم به (Kadoić Balaško et al. 2009; Loriani et al. 2020)، کرم برگخوار چغندر قند (Bengochea et al. 2014)، پروانه پشت الماسی و برگخوار چغندر قند (Jansson et al. 1997) گزارش شده است. (Loriani et al. 2009) ویژگی های نفوذی و تخم کشی امامکتین بنزوئیت را از عوامل تاثیر گذار در موفقیت این آفت کش جهت کنترل کرم سیب گزارش کردند. لوفنوران نیز به عنوان یک آفت کش موثر علیه برخی از بالپولکیان آفت نظیر پروانه برگخوار چغندر قند (Abou-Taleb et al. 2015) و پروانه برگخوار (*Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Silva et al. 2018)) و کرم سیب (Kadoić et al. 2020) معرفی شده است. (Rojas and Morales-Ramos 2004) در مطالعات خود روی یک گونه موربانه به نام *Coptotermes formosanus* Shiraki لوفنوران را یک ترکیب عقیم کننده گزارش کرده اند. (Dryden et al. 2012) نیز در یک مطالعه اثرات تخم کشی لوفنوران را روی کک حیوانات خانگی مثبت گزارش کردند. به نظر می رسد در مطالعه حاضر مجموع ویژگی های اجزای تشکیل دهنده حشره کش پروکلایم-فیت (امامکتین بنزوئیت و لوفنوران) شامل اثرات تماسی، نفوذی، لارو و تخم کشی و اثرات زیرکشنده در کنترل پروانه میوه خوار نیز عمل نموده و می توانند به صورت موثری در برنامه های کنترلی این آفت نقش ایفا کنند.

علاوه بر میزان آلودگی دانه ها به کرم میوه خوار در نمونه برداری های مختلف، وضعیت خوشه بندی نیز در تمامی آزمایش

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آبامکتین در تمامی آزمایش ها منجر به تلفات در لاروها و کاهش خسارت پروانه میوه خوار پسته شد. به طور واضحی کارایی آبامکتین در کنترل این آفت متاثر از غلظت مورد استفاده بود. هر چند فراوانی نسبتاً کمتر آفت در باغ مورد آزمایش در منطقه بهادران تفکیک اثر آفت کش های مورد بررسی را سخت تر کرده است. همچنین به نظر می رسد با توجه به اینکه در ۲۵ روز بعد از سمپاشی ها اغلب لاروهای نسل اول پروانه میوه خوار در مناطق مورد آزمایش در حال تبدیل شدن به شفیره بودند، جمعیت آلوده کننده بسیار کاهش یافته بود و اختلاف بین تیمارها خیلی معنی دار و قابل تفکیک نبود. بنابراین نمونه برداری های ۱۸ روز پس از سمپاشی کیفیت تیمارها را به نحو مناسب تری نشان دادند. به صورت کلی غلظت های ۰/۴۵ و ۰/۶ لیتر در هزار با سرعت بیشتری عمل کرده و اثرات کنترلی معنی دار خود را در اولین نمونه برداری ها نشان دادند. این غلظت ها دوام کنترلی بهتری نیز داشتند و تا انتهای نمونه برداری ها نیز اثرات معنی دار خود را حفظ کردند. پیش از این محققین مختلفی اثرات کنترلی آبامکتین را روی لاروهای بالپولکیان آفت نظیر (*Plutella xylostella* L (Abro et al. 1989; Lasota and Dybas 1991) و (*Spodoptera exigua* (Hübner) (Abo El-Char et al. 1995)) گزارش کرده بودند. (Cox et al. 1995) نیز سمیت آبامکتین را برای لاروهای مناسب و بیشتر از حشره کش فسفره ی آزینفوس متیل گزارش کرده اند. (Amizadeh et al. 2015) نیز سمیت آبامکتین را روی لاروهای سن دو پروانه مینوز گوجه فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick)) بسیار زیاد و بیش از ۳۰۰ برابر حشره-کش فسفره ی دی کلرووس گزارش کرده اند. با توجه به ویژگی های رفتاری و محل زندگی پروانه مینوز گوجه فرنگی اغلب ترکیبات با قابلیت نفوذ بسیار زیاد می توانند کارایی مناسبی روی این آفات داشته باشند و نتایج این محققین بیانگر این ویژگی در آبامکتین است. ویژگی نفوذی قابل توجه آورمکتین ها در کنترل گونه های متعددی از آفات نظیر مگس مینوز جالیز و سبزی (Askari Saryazdi et al. 2012)، شب پره ی پشت الماسی (Lasota et al. 1996; Abro et al. 1989) و کنه تارتن دولکه ای (Beers et al. 1997; Raymond et al. 2009) نیز گزارش شده است. به نظر می رسد ویژگی نفوذی آبامکتین توانسته در کارایی علیه پروانه میوه خوار پسته نیز نقش مهمی را بازی کند. احتمالاً ترکیبات آورمکتینی با نفوذ در پوسته نرم

حشره‌کش کم خطر برای بسیاری از گونه‌های دشمنان طبیعی گزارش شده است (Kobori & Amano 2004; Fonseca *et al.* 2015). البته گزارشی نیز مبنی بر اثرات سوء قابل توجه این ترکیب روی تخم و لارو بالتوری‌ها وجود دارد (Buono & Freitas 2004). انجام مطالعات تکمیلی در زمینه تاثیر حشره-کش‌های مورد بررسی در این مطالعه روی فون دشمنان طبیعی فعال در باغات پسته کشور می‌تواند خلاءهای موجود را پر نموده و امکان به کارگیری آگاهانه این آفت‌کش‌ها را فراهم نماید.

لازم به ذکر است که هر دو ترکیب آبامکتین و امامکتین بنزوات پایداری نسبتاً کمی در مقابل نور خورشید دارند. به طوری که نیمه عمر این ترکیبات در مقابل نور مستقیم خورشید کمتر از یک روز است در حالی که پایداری این ترکیبات در تاریکی و شرایط کم نوری به مراتب بهتر است (MacConnell *et al.* 1989). خود نشان دادند که اشعه ماورابنفش نور خورشید می‌تواند موجب تجزیه سریع امامکتین بنزوئیت و کاهش شدید اثر کشندگی آن روی کرم ساقه‌خوار برنج شود. با توجه به شرایط آفتابی نسبتاً شدید اغلب مناطق پسته‌کاری کشور، این عدم پایداری در مقابل نور می‌تواند از نقاط ضعف کاربرد این ترکیبات در باغات پسته باشد. در این زمینه استفاده از فرمولاسیون‌های مقاوم به اشعه‌ی ماوراء بنفش نور خورشید می‌تواند تا حدودی این مشکل را کاهش دهد. امروزه برخی از آفت‌کش‌ها با پایداری بالا در مقابل نور خورشید طراحی و فرموله شده‌اند (Zhu *et al.* 2011; Pang *et al.* 2016). در حال حاضر نیز فرمولاسیونی از امامکتین-بنزوئیت که پایداری بالایی در مقابل اشعه ماورابنفش خورشید دارد با نام تجاری Proclaim Opti UV در دنیا در دسترس است (Syngenta 2020). به نظر می‌رسد برخی افزودنی‌های رایج نظیر روغن‌های امولسیون شونده (موسوم به روغن ولک) و یا روغن‌های گیاهی نیز بتوانند کارایی اورمکتین‌ها را در کنترل پروانه میوه‌خوار پسته افزایش دهند، اتفاقی که در مورد تعدادی از آفات دیگر نظیر سفیدبالک سیب‌زمینی شیرین (Horowitz *et al.* 1997) و کرم غوزه پنبه (Wang *et al.* 2005) نیز گزارش شده است. Mujica *et al.* (2001) نیز در بررسی خود روی مگس مینوز جالیز و سبزی (*Liriomyza sativae* Blanchard) متوجه شدند که روغن‌های معدنی علاوه بر افزایش میزان کشندگی لاروها منجر به افزایش اثرات تخم‌کشی آبامکتین نیز می‌شوند. حتی برخی از محققین گزارش کرده‌اند که کاربرد توام روغن‌های

ها در تیمارها بهتر از شاهد بود. هر چند تعداد دانه در خوشه تنها متأثر از خسارت پروانه میوه‌خوار نیست و عوامل متعددی نظیر شرایط فیزیولوژیک گیاه، وضعیت تغذیه، گرده‌افشانی و خسارت برخی آفات نظیر سن‌ها، سنک‌ها و زنجره‌ها نیز بر تعداد دانه تشکیل شده در هر خوشه تاثیر می‌گذارند (Mehrnejad 2014; Ferguson & Haviland 2016). بهترین خوشه‌بندی در تیمار اکسی‌دیمتون متیل دیده شد. دلیل این امر می‌تواند ناشی از اثر کنترلی مناسب و همزمان این آفت‌کش روی آفات مکنده‌ای نظیر سن‌ها، سنک‌ها و زنجره‌ها در باغات پسته باشد (Vimala *et al.* 2016; Yeganeh 2019). با تعیین فون دقیق آفات و دشمنان طبیعی موجود در باغات پسته و میزان اهمیت هریک از آنها می‌توان نسبت به انتخاب یک یا چند آفت‌کش موثر علیه آفات کلیدی با حداقل خسارت به دشمنان طبیعی اقدام کرد.

برای بکارگیری آفت‌کش‌های موثر علیه آفات بهتر است اثرات آنها روی موجودات غیر هدف بویژه دشمنان طبیعی فعال در بوم‌سامانه‌های هدف نیز مد نظر قرار گیرد. برخی از محققین نظیر Shipp *et al.* (2000)، Wang *et al.* (2010) و Gentz *et al.* (2012) انتخابی بودن آبامکتین برای تعدادی از حشرات مفید بویژه دشمنان طبیعی را بسیار پایین گزارش کرده‌اند. اما نتایج متضادی نیز در منابع علمی گزارش شده است. Legaspi *et al.* (2000) سمیت آبامکتین را روی گونه‌هایی از زنبورهای پارازیتوئید پایین و بسیار کمتر از حشره‌کش‌های فسفره گزارش کرده‌اند. Bueno & Freitas (2004) سمیت آبامکتین را برای تخم‌ها و لاروهای بالتوری (*Chrysoperla externa* Hagen) بسیار کم گزارش کرده‌اند. Bustamante *et al.* (1999) نیز در مطالعات آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای سمیت آبامکتین را برای بالتوری سبز (*C. carnea* Steph) بسیار پایین و سمیت اکسی‌دیمتون‌متیل را برای این حشره مفید بسیار زیاد گزارش کرده‌اند. لازم به ذکر است بالتوری سبز *C. carnea* یکی از مهمترین دشمنان طبیعی فعال در اغلب باغات پسته کشور می‌باشد (Mehrnejad 2014). Lopez *et al.* (2011) امامکتین بنزوئیت را حشره‌کشی ایمن برای دو گونه سن شکارگر و یک گونه زنبور پارازیتوئید غالب در مزارع گوجه‌فرنگی گزارش کرده‌اند. همچنین Liu *et al.* (2016) نیز امامکتین بنزوئیت را حشره‌کشی کم خطر برای کفشدوزک (*Harmonia axyridis* Pallas)، بالتوری (*C. sinica* Tjeder) و دو گونه زنبور پارازیتوئید *Telenomus remus* Nixon و *Snelleniua manilae* (Ashmead) گزارش کرده‌اند. لوفنوران نیز به عنوان یک

های مدیریت تلفیقی آفات پسته سود جست. با توجه به نتایج به دست آمده و انجام مطالعات تکمیلی و با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی، ثبت آفتکش آبامکتین جهت کنترل آفات بالپولکی باغات پسته بویژه پروانه میوه‌خوار پسته می‌تواند مورد توجه و اقدام شرکت‌های تولید کننده و متولیان امر کنترل آفات کشور نیز باشد.

سپاسگزاری

این مقاله از نتایج یک پروژه پژوهشی زیر نظر سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کشور به شماره فروست ۰۴-۱۶-۱۶-۱۴۸-۹۶۱۰۷۲ استخراج شده است. نگارندگان از شرکت سینجنتا آگ ایران به ویژه مهندس جانس گرگی فریدن مدیر فنی سابق این شرکت به خاطر حمایت‌های مالی و فنی قدردانی می‌نمایند.

References

- Abo El-Char GES, Radwan HSA, El-Bermawy ZA, Zidan LTM, 1995. Sublethal effects of Avermectin B₁, β -Exotoxin of *Bacillus thuringiensis* and Diflubenzuron against cotton leafworm (Lep.: Noctuidae). *Journal of Applied Entomology* 119: 309-313.
- Abousaeedi D, Mehrnejad, 1992. Testing of new pesticides against pistachio fruit moth in Rafsanjan. Final report of the research project. *Pistachio Research Center. Scientific Reports* 10 pp. (In Persian with English abstract).
- Abou-Taleb HK, Zahran HEM, Gad AA, 2015. Biochemical and physiological effects of lufenuron and chlorfluazuron on *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology* 12 (2): 77-86.
- Abro GH, Dybas RA, Green ASJ, Wright DJ, 1989. Translaminar and residual activity of avermectin B₁ against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology* 82 (2): 385-388.
- Abu Yaman IA, Jarjes SJ, 2009. Bionomics of the pistachio fruit-moth, *Recurvaria pistaciicola* Danil., in Iraq. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 64 (1): 260-265.
- Amizadeh M, Hejazi MJ, Niknam G, Arzanlou M, 2015. Compatibility and interaction between *Bacillus thuringiensis* and certain insecticides: perspective in management of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biocontrol Science and Technology* 25 (6): 671-684.

معدنی با آبامکتین با وجود افزایش کارایی این ترکیب روی آفات هدف، منجر به کاهش تاثیر سوء روی دشمنان طبیعی نیز شده است (Leite et al. 1998).

با توجه به نتایج حاضر، تمامی تیمارهای مورد بررسی در کاهش جمعیت و خسارت آفت موثر بودند. در مورد پروکلایم-فیت کارایی نسبی پایین‌تر، دوام کمتر در مقابل نور خورشید و هزینه تمام شده‌ی بیشتر آن از عوامل محدودیت توصیه و مصرف آن جهت کنترل اختصاصی پروانه میوه‌خوار پسته می‌باشد. حشره‌کش آبامکتین با دوز ۰/۶ لیتر در هزار نسبت به سایر تیمارها کارایی بهتری داشت. انجام مطالعات تکمیلی در مورد اثرات این آفتکش روی سایر آفات و دشمنان طبیعی فعال در باغات پسته، مطالعه و بکارگیری ادجونت‌های مناسب و بررسی ریسک مقاومت به این آفتکش می‌تواند مفید و از برنامه‌های پیشنهادی باشد تا نهایتاً پس از دستیابی به نتایج تکمیلی و مناسب از این ترکیب به عنوان یک ابزار در برنامه-

- Askari Saryazdi G, Hejazi MJ, Saber M, 2012. Residual toxicity of abamectin, chlorpyrifos, cyromazine, indoxacarb and spinosad on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in greenhouse conditions. *Pesticide and Phytomedicine* 27 (2): 107-116.
- Beers EH, Andersen A, Brown RD, 1997. Absorption and translaminar activity of abamectin in apple and pear foliage as determined by spider mite (Acari: Tetranychidae) mortality. *Journal of Economic Entomology* 90 (2): 566-573.
- Bengochea P, Sánchez-Ramos I, Saelices R, Amor F, del Estal P, et al., 2014. Is emamectin benzoate effective against the different stages of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae)? *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 53 (1): 37-49.
- Bueno AF, Freitas S, 2004. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. *BioControl* 49: 277-283.
- Bustamante M, Sabillon A, Velasquez C, Ordonez J, Baquedano F, 1999. Susceptibility of natural enemies of pests of agriculture to commonly applied insecticides in Honduras. International Atomic Energy Agency (IAEA). Pp. 123-128.
- Cox DL, Knight AL, Biddinger DJ, Lasota JA, Pikounis B, et al., 1995. Toxicity and field efficacy of avermectins against codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) on apples. *Journal of Economic Entomology* 88 (3): 708-715.

- Dryden MW, Payne PA, Vicki S, Debra RL, Lynn A, 2012. Evaluation of the ovicidal activity of lufenuron and spinosad on fleas' eggs from treated dogs. *International Journal of Applied Research Veterinary Medicine* 10 (3): 198-204.
- Eckel CS, Dunbar DM, White SM, Norton JA, 1996. Experience with emamectin benzoate for control of Lepidoptera pest species in Florida vegetable production. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 109: 205-207.
- Ferguson L, Haviland DR, 2016. Pistachio Production Manual. University of California Agriculture and Natural Resources. 334 pp.
- Genz MC, Murdoch G, King GF, 2010. Tandem use of selective insecticides and natural enemies for effective, reduced-risk pest management. *Biological Control* 52 (3): 208-215.
- Grützmacher AD, Zimmermann O, Yousef A, Hassan SA, 2004. The side-effects of pesticides used in integrated production of peaches in Brazil on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). *Journal of Applied Entomology* 128 (6): 377-383.
- Fonseca APP, Marques EJ, Torres JB, Silva LM, Siqueira HÁA, 2015. Lethal and sublethal effects of lufenuron on sugarcane borer *Diatraea flavipennella* and its parasitoid *Cotesia flavipes*. *Ecotoxicology* 24 (9): 1869-1879.
- Jansson RK, Brown R, Cartwright B, Cox D, Dunbar DM, *et al.*, 1997. Emamectin benzoate: a novel avermectin derivative for control of lepidopterous. *Proceedings of the Beltwide Cotton Conferences* 2: 1078-1081.
- Kadoić Balaško M, Bažok R, Mikac KM, Lemic D, Pajač Živković I, 2020. Pest Management challenges and control practices in Codling Moth: A Review. *Insects* 11 (1): 38.
- Kobori Y, Amano H, 2004. Effects of agrochemicals on life-history parameters of *Aphidius gifuensis* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae). *Applied Entomology and Zoology* 39 (2): 255-261.
- Horowitz AR, Mendelson Z, Ishaaya I, 1997. Effect of Abamectin Mixed with mineral oil on the Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae), *Journal of Economic Entomology* 90 (2): 349-353.
- Lasota JA, Dybas RA, 1991. Avermectins, a novel class of compounds: Implications for use in arthropod pest control. *Annual Review of Entomology* 36: 91-117.
- Lasota JA, Shelton AM, Bolognese JA, Dybas RA, 1996. Toxicity of avermectins to diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) populations: Implications for susceptibility monitoring. *Journal of Economic Entomology* 89 (1): 33-38.
- Legaspi JC, French JV, Legaspi Jr BC, 2000. Toxicity of novel and conventional insecticides to selected beneficial insects. *Subtropical Plant Science* 52: 23-32.
- Leite GLD, Picanco M, Guedes RNC, Gusmão MR, 1998. Selectivity of insecticides with and without mineral oil to *Brachygastra lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae), a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ceiba* 39 (2): 191-194.
- Liu Y, Li X, Zhou C, Liu F, Mu W, 2016. Toxicity of nine insecticides on four natural enemies of *Spodoptera exigua*. *Scientific Reports* 6 (1): 39060.
- Lopez JA, Amor F, Bengochea P, Medina P, Budia F, *et al.*, 2011. Toxicity of emamectin benzoate to adults of *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Heteroptera, Miridae) and *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera, Eulophidae) on tomato plants. Semi-field studies. *Spanish Journal of Agricultural Research* 9 (2): 617-622.
- Loriatti C, Anfora G, Angeli G, Civolani S, Schmidt S, *et al.*, 2009. Toxicity of emamectin benzoate to *Cydia pomonella* (L.) and *Cydia molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae): laboratory and field tests. *Pest Management Science* 65 (3): 306-312.
- MacConnell JG, Demchak RJ, Preiser FA, Dybas RA, 1989. Relative stability, toxicity, and penetrability of abamectin and its 8,9-oxide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37 (6): 1498-1501.
- Mehrnejad MR, 2014. The Pests of Pistachio Trees in Iran, Natural Enemies and Control. Sepehr Press. 272 pp. (In Persian).
- Mujica N, Pravatiner M, Cisneros F, 1999. Effectiveness of Abamectin and Plant-Oil Mixtures on Eggs and Larvae of the Leafminer Fly, *Liriomyza huidobrensis* Blanchard. *International Potato Center Program Report*. CIP. Lima, Peru. Pp. 161-166.
- Pang L, Gao Z, Zhang S, Li Y, Hu S, *et al.*, 2016. Preparation and anti-UV property of modified cellulose membranes for biopesticides controlled release. *Industrial Crops and Products* 89: 176-181.
- Cloyd RA, Galle C LG, Keith S RK, Kemp KE. 2009. Evaluation of persistence of selected miticides against the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Hortscience* 44 (2): 476-480.

- Rojas MG, Morales-Ramos JA, 2004. Disruption of reproductive activity of *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) primary reproductive by three chitin synthesis inhibitors. *Journal of Economic Entomology* 97 (6): 2015–2020.
- Shahabi Nejad M, Takaloozadeh M, Shojaadini M, 2011. Comparison of the effect of *Bacillus thuringiensis* kurstki and acetamipride in controlling pistachio fruit moth. *2nd National Conference on Pest Management*. September 14-15, Kerman, Iran (In Persian with English abstract). P 35–41.
- Shipp JL, Wang K, Ferguson G, 2000. Residual toxicity of avermectin b1 and Pyridaben to eight commercially produced beneficial arthropod species used for control of greenhouse pests. *Biological Control* 17 (2): 125–131.
- Silva RS, Arcanjo LP, Soares JRS, Ferreira DO, Serrão JE, *et al.*, 2018. Insecticide toxicity to the borer *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae): developmental and egg-laying effects. *Neotropical Entomology* 47 (2): 318–325.
- Strong L, Brown TA, 1987. Avermectins in insect control and biology: a review. *Bulletin of Entomological Research* 77 (3): 357–389.
- Syngenta, 2020. Syngenta crop protection products. <https://www.syngenta.com.tr /product/ crop-protection/insektisit/proclaim-opti-uv-5-wg> [Accessed on 23 March 2019].
- Vimala V, Bheemanna M, Rajesh C, Reddy RS, 2016. Toxicity of neonicotinoids and conventional insecticides to south Indian populations of cotton leafhopper (*Amrasca biguttulabiguttula*). *Research Journal of Chemistry and Environment* 20 (10): 21–25.
- Wang DS, He YR, Guo XL, Luo YL, 2012. Acute toxicities and sublethal effects of some conventional insecticides on *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic Entomology* 105 (4): 1157–1163.
- Wang Q, Cheng JA, Liu ZM, Wu SG, Zhao XP, *et al.*, 2005. Influences of insecticides on toxicity and cuticular penetration of abamectin in *Helicoverpa armigera*. *Insect Science* 12 (2): 109–119.
- Yeganeh M, 2019. List of Authorized Agricultural Pesticides in Iran. Soltani Press. 472 pp.
- Zhu J, He Y, Gao M, Zhou W, Hu J, *et al.*, 2011. Photodegradation of emamectin benzoate and its influence on efficacy against the rice stem borer, *Chilo suppressalis*. *Crop Protection* 30 (10): 1356–1362.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)