Iranian Plant Protection Research
https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 40, No. 3, 2026, p. 637-647

The Effect of Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (Metin SC 48%) Against Codling Moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)

Ali Mohammadipour[1]*, Farnaz Seyyedi Sahebari[2], Zarir Saeidi[3]

1- Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2- Plant Protection Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, East Azerbaijan, Iran
3- Plant Protection Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Chaharmahal and Bakhtiari, Iran
(*- Corresponding author's Email: a.mohammadipour@areeo.ac.ir)

Received: 10-02-2026
Revised: 15-06-2026
Accepted: 22-06-2026
Available Online: 22-06-2026

How to cite this article:
Mohammadipour, A., Seyyedi Sahebari, F., & Saeidi, Z. (2026). The effect of Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (Metin SC 48%) against Codling moth, *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Iranian Plant Protection Research*, *40*(3), 637-647. (In Persian). https://doi.org/10.22067/JPP.2026.97553.1277

Introduction

The codling moth, *Cydia pomonella* L. is a key pest of pome fruit crops, primarily apples and pears orchards and one of the important pests of other grain crops and walnuts. Losses, which can be over 80% are caused by larvae which penetrate into fruits, damaging them and causing them to fall. The control of *C. pomonella* is very complex and includes several methods. Its natural enemies can reduce its population, but their efficiency often does not have any practical value. Chemical treatment plays an important part in the control of codling moth. Insecticides of various chemical types can be used for that purpose: organophosphates, pyrethroids, inhibitors of insect growth (inhibitors of chitin synthesis, juvenoids). Chemical insecticides are the most common method used to control this pest. To diversify the basket of insecticides to control this key pest and prevent the emergence of resistance to insecticides. It is very important to efficiently suppress the first generation of this pest, so that the intensity of infestation could be reduced during the second generation. The control of the second generation causes much more problems. Imagoes flying out in succession and the presence of newly laid and almost hatched eggs at the same time make impossible the use of insect growth regulators, which proved highly efficient in the control of the first generation. Resistance development is one of the major problems in applying the insecticides for the control of *C. pomonella*. According to numerous reports, codling moth has developed the resistance to chemical insecticides with different activity mechanisms at various localities throughout its distribution area. To diversify the insecticide portfolio for the management of this key pest and delay the development of insecticide resistance, the efficacy of several insecticides was evaluated at the following concentrations: methoxyfenozide 30% + indoxacarb 10% (Metin SC 40%) with concentrations of 0.75 and 0.5 ml L^{-1}, Cypermethrin EC 40% with a concentration of 0.75 ml L^{-1}, Acetamiprid (Mospilan SP 20%) with a concentration of 0.5 ml L^{-1}, Phosalone (Zolon EC 35%) with a concentration of 1.5 ml L^{-1}, Thiacloprid (Biscaya OD 24%) 0.5 ml L^{-1}.

Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

https://doi.org/10.22067/Jpp.2025.65326.1252

Materials and Methods

The effectiveness of the combinations of methoxyfenozide 30% + indoxacarb 10% (Metin® SC 40%) with concentrations of 0.75 and 0.5 ml L^{-1}, Cypermethrin EC 40% with a concentration of 0.75 ml L^{-1}, Acetamiprid (Mospilan® SP20%) with a concentration of 0.5 ml L^{-1}, Phosalone (Zolon® EC 35%) with a concentration of 1.5 ml L^{-1}, Thiacloprid (Biscaya® OD 24%) 0.5 ml L^{-1} and control without using any insecticides (only spraying) were investigated in apple orchards with dominant commercial cultivars in three provinces of Tehran (Damavand), East Azerbaijan and Chaharmahal Bakhtiari. Experiments were conducted according to RCBD experiments with four replications. The time of the first treatment was determined on the basis of monitoring the imago flight by pheromone traps and the laying of eggs.

Results and Discussion

The results of examining the efficiency of insecticides applied for control of codling moth, at the locality. Statistically significant and very significant differences were also determined between the control (untreated plot) and all treatments with the insecticides. ANOVA analysis revealed statistically significant differences among treatments, according to the obtained results from East Azerbaijan and Chaharmahal Bakhtiari. The effect of the treatments on pest control was evaluated 7, 14, 21, and 28 days after spraying. Sampling was done from apple fruits, and the average of the treatments was compared 28 days after spraying using Duncan's test. It was done at a 5% probability level. The results showed that all the evaluated treatments had a significant difference compared to the control treatment without spraying, and had an acceptable efficiency in reducing the codling moth damage. The percentage reduction of fruit contamination after 28 days of spraying in Cypermethrin treatments (EC 40%) was 0.75 ml L^{-1} with an average between 64.37-91.36%, Acetamiprid (SP 20%) with a concentration of 0.5 ml L^{-1} with The average is 64.02-91.24%, Phosalone (EC 35%) with a concentration of 1.5 ml L^{-1} with 64.29-92.78%, Thiacloprid (OD 24%) with a 0.5 ml L^{-1} with an average of 69.5-87.3%, methoxyfenozide 30% + indoxacarb 10% (SC 40%) with a concentration of 0.5 ml L^{-1} with an average of 54.04-89.17% and methoxyfenozide 30% + indoxacarb 10% (SC 40%) with a concentration of 0.75 ml L^{-1} with an average of 77.28-96.04%.

Conclusion

Finally, applied 30% methoxyfenozide + 10% indoxacarb (SC 40%) with a concentration of 0.75 ml L^{-1} had an acceptable efficiency and approved.

Keywords: Concentration, Cypermethrin, Efficacy, Insecticide, Management

پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۴۰ شماره ۳، پاییز ۱۴۰۵، ص. ۶۴۷-۶۳۷

تأثیر حشره‌کش متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (متین SC 40%) روی کرم سیب *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae)

علی محمدی پور[۱*]- فرناز سیدی صاحباری[۲]- زریر سعیدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

چکیده:

کرم سیب (*Cydia pomonella* L.)، آفت کلیدی باغات سیب و از آفات مهم دیگر درختان دانه‌دار و گردو است. استفاده از حشره‌کش‌های شیمیایی رایج‌ترین روش مهار این آفت می‌باشد. به‌منظور تنوع‌بخشی به سبد حشره‌کش‌های مؤثر بر این آفت و جلوگیری از بروز مقاومت به حشره‌کش‌ها، کارآیی ترکیبات متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (متین® SC 40%) با غلظت‌های ۰/۷۵ و ۰/۵ در هزار، سایپرمترین EC 40% با غلظت ۰/۷۵ در هزار، استامی پراید (موسپیلان® SP 20%) با غلظت ۰/۵ در هزار، فوزالن (زولون® EC 35%) با غلظت ۱/۵ در هزار، تیاکلوپراید (بیسکایا® OD 24%) به نسبت ۰/۵ در هزار و شاهد بدون استفاده از هر گونه حشره‌کش (صرفاً آب‌پاشی) بر مهار کرم سیب مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در باغ سیب با ارقام تجاری ارقام رد و گلدن، در سه استان تهران (دماوند)، آذربایجان شرقی و چهارمحال بختیاری در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در نسل دوم آفت انجام و جهت ارزیابی تأثیر تیمارها بر مهار آفت، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی از میوه‌ها نمونه‌برداری شد و مقایسه میانگین تیمارها، ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تمامی تیمارهای مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد (بدون سم‌پاشی) داشته و کارآیی قابل قبولی در کاهش خسارت کرم سیب داشتند. درصد خسارت به میوه‌ها بعد از ۲۸ روز از سم‌پاشی در تیمارهای سایپرمترین (EC 40%) ۰/۷۵ در هزار، استامی پراید (SP 20%) با غلظت ۰/۵ در هزار، فوزالن (EC 35%) با غلظت ۱/۵ در هزار، تیاکلوپراید (OD 24%) به نسبت ۰/۵ در هزار، متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) با غلظت ۰/۵ در هزار و متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) با غلظت ۰/۷۵ در هزار کمتر از ۲ درصد بود. در نهایت می‌توان اشاره کرد که تیمار حشره‌کش متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) با غلظت ۰/۷۵ در هزار، کارآیی قابل قبولی داشته است.

واژه‌های کلیدی: حشره‌کش، سایپرمترین، غلظت، کارآیی، مدیریت

۱- بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، آذربایجان شرقی، ایران
۳- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چهارمحال و بختیاری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: a.mohammadipour@areeo.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/JPP.2026.97553.1277

مقدمه

سیب یکی از محصولات اصلی بخش باغبانی کشور ایران است. در سال ۱۴۰۳، بیشترین میزان تولید از بین محصولات باغی مربوط به سیب با تولید حدود ۴/۴۱ میلیون تن و سهم ۱۶/۳۶ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی بوده که استان‌های آذربایجان غربی با سهم ۳۰/۸۲ درصدی، آذربایجان شرقی با سهم ۱۷/۹۴ درصدی، فارس با سهم ۸/۵۷ درصدی، تهران با سهم ۸/۴۴ درصدی و اصفهان با سهم ۴/۳۱ درصدی در رتبه‌های اول تا پنجم تولیدکنندگان سیب کشور را به خود اختصاص داده اند (Ministry of Agriculture-Jihad, 2024). این محصول مورد حمله تعداد زیادی از حشرات و کنه‌ها قرار می‌گیرد. کرم سیب (*Cydia pomonella* L.)، گسترده ترین آفت میوه‌های دانه‌دار و گردو در دنیا به‌جز ژاپن وکره و قسمت-های غربی استرالیا است که موجب خسارت اقتصادی می‌شود. این آفت در صورت عدم مهار، قادر است که بیش از ۵۰ درصد و گاهی تا ۹۰ درصد محصول را در مناطق مختلف کشور از بین ببرد (Barnes, 1991; Rajabi, 2011). بر همین اساس و به‌منظور جلوگیری از ایجاد خسارت در این محصول، روش‌های مختلفی برای مهار این آفت مورد استفاده قرار گرفته است (Croft & Riedl, 1991) در میان این روش‌ها، مهار شیمیایی از عمومیت بیشتری برخوردار است و سالیان درازی است که استفاده می شود. به‌طوری که به‌دنبال ظهور مقاومت به حشره‌کش کلره د.د.ت (Cutwright, 1954) و به‌دلیل افزایش مقاومت، حشره‌کش‌های فسفره آلی معرفی و از اواسط ۱۹۵۰به‌صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. آزینفوس متیل (گوزاتیون®) از جمله حشره‌کش‌های شیمیایی است که از زمان معرفی آن در اوایل ۱۹۶۰ میلادی به‌طور گسترده در باغات سیب و گلابی دنیا برای مهار آفات مورد مصرف قرار گرفت (Barnes & Moffitt, 1963). بنا بر گزارش بیرز و برونر (Beers & Brunner, 1991) در حال حاضر حشره‌کش‌های فسفره آلی پرمصرف‌ترین حشره‌کش‌ها در باغات میوه دانه‌دار در سراسر جهان و از جمله آمریکا هستند. در عین حال، گزارش مقاومت کرم سیب و پروانه‌های برگ‌خوار به ترکیبات فسفره آلی و همچنین بروز مقاومت در آفات درجه دومی از قبیل شته‌ها، زنجرک‌ها و مینوزها در باغات سیب غرب آمریکا به این ترکیبات، از جمله عوامل استفاده از دیگر ترکیبات در دنیا است (Valera et al., 1993). به هر حال، ایجاد پدیده مقاومت در کرم سیب در مقابل ترکیبات IGR نیز متصور است. در همین رابطه، آزمایش‌های انجام شده در ایتالیا نشان‌دهنده بروز مقاومت به دیفلوبنزورون (دیمیلین®) در برخی از باغ‌های جنوب فرانسه می باشد (Riedl, 1995). استفاده گسترده و عمومی از حشره‌کش‌های فسفره در باغ‌های تجاری سیب جهت مهار آفات مهمی نظیر کرم سیب منجر به مختل شدن عملیات مهار بیولوژیک سایر آفات این باغات گردیده است. لذا استفاده از ترکیباتی با دامنه تأثیر محدودتر (ترکیبات انتخابی) مناسب‌تر است (Gurr et al., 1999). بر همین اساس، بررسی جهت یافتن ترکیبات جایگزین، شروع و منجر به معرفی برخی ترکیبات جدید شده است. استامی پراید (Assil®) ترکیب جدیدی از گروه کلرونیکوتینیل‌ها و متوکسی فنوزاید (Interpid®) از تنظیم‌کنندگان رشد و اسپینوساد (Success®) که محصولی از تخمیر میکروبی است به‌عنوان سه ماده شیمیایی جدید از سوی EPA (Environmental Protection Agency) به‌عنوان جایگزین‌های کم‌خطر حشره‌کش‌های فسفره جهت مصرف در باغ‌های واشنگتن به ثبت رسیده‌اند (Granger et al., 2003). تأثیر دو حشره‌کش جدید تیاکلوپرید (کالیپسو® SC 480) و نوالرون در مقایسه با آزینفوس متیل (گوزاتیون®) علیه کرم سیب توسط آبستون و لیدستورم (Alston & Lidstrom, 2003) مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که میزان تأثیر این ترکیبات با ترکیب مورد استفاده و مرسوم اختلاف معنی‌داری ندارند. همچنین‌آلسون و همکاران (Alston et al., 2010) موثرترین روش مهار کرم سیب را در ایالت یوتا، استفاده از ترکیب حشره‌کش و فرمون‌های جنسی به‌روش اخلال در جفت‌گیری بیان داشته‌اند. ایشان بر لزوم دقت در شروع استفاده از دو روش فوق (در زمان تفریخ تخم-ها) برای حشره‌کش‌ها و قبل از پرواز اولین حشره نر آفت، تأکید داشته‌اند. همزمان با ورود ترکیبات فسفره به ایران در داخل کشور نیز آزمایش‌هایی جهت تعیین کارآیی آن‌ها انجام گردیده است. دواچی و اسماعیلی (Davachi & Esmaili, 1965) پنج حشره‌کش را برای مهار کرم سیب بررسی و اثر دیازینون (بازودین® EC 60%) را بر مهار این آفت و توقف طغیان کنه‌ها مؤثر گزارش کرده‌اند و اظهار داشتند که در صورت عدم وجود کنه قرمز مخلوط د.د.ت + آزینفوس متیل (گوزاتیون®) علیه کرم سیب و دیگر کنه‌ها قابل توصیه است. همچنین کارآیی چند حشره‌کش از گروه‌های مختلف فسفره، نئو-نیکوتینوئیدها، پایرتروئیدها و تنظیم‌کننده‌های رشد"IGR" در کشور مورد مقایسه قرار گرفته و در این میان، حشره‌کش‌های تیاکلوپرید (کالیپسو® SC 480) ، فن پروپاترین (دانیتول® FL 10%) و کلروپیرفوس متیل (رلدان® EC 40%) بهترین اثر را داشته‌اند. براساس این تحقیقات، به‌کارگیری ترکیباتی مثل لوفنورون (مچ® EC 50%) و ایندوکساکارب (آوانت® SC 150) با توجه به نحوه تأثیر آن‌ها برای مناطق کوهستانی که لیسه سیب هم وجود دارد، مناسب می‌باشد، ولی کاربرد آن‌ها در مناطق دشت توصیه نشده است (Kolyaee et al., 1995). در بررسی تأثیر حشره‌کش‌های هگزافلومورون (کنسالت® EC 10%)، لوفنورون (مچ® EC 50%)، ایندوکساکارب (آوانت® SC 150)، استامی پرید (موسپیلان® SP

20%)، فوزالون (زولون® EC35%)، آزینفوس متیل (گوزاتیون® EC 20%) و فرمولاسیون جدید از فن پروپاترین (دانیتول® FL 10%) علیه کرم سیب، نتایج نشان دادند که حشره‌کش فن پروپاترین (دانیتول® FL 10%) مؤثرتر از بقیه است (Javadzadeh et al., 2002). در حال حاضر، حشره‌کش‌هایی از قبیل آزینفوس متیل، دیفلوبنزورون، استامی پرید، فوزالون، فن پروپاترین، کائولین، تیاکلوپراید و ساپیرمترین جهت مهار کرم سیب توصیه شده است. ازآنجاکه ترکیبات ارگانو فسفره، دارای دوره تأثیر طولانی می‌باشند و تاکنون باغداران به‌طور گسترده از آن‌ها استفاده کرده و می‌کنند. همچنین به‌علت تکرار سم‌پاشی‌ها، تأثیر حشره‌کش‌ها کاهش یافته و از سوی دیگر، گزارش‌هایی مبنی بر بروز مقاومت در کرم سیب و پروانه‌های برگ‌خوار نسبت به ترکیبات فسفره آلی و همچنین ایجاد مقاومت در آفات ثانویه‌ای نظیر شته‌ها، زنجرک‌ها و مینوزها نسبت به حشره‌کش‌های مورد استفاده در باغ‌های سیب وجود دارد. این مسئله موجب کاهش کارایی حشره‌کش‌ها و نارضایتی کشاورزان شده است؛ به‌طوری‌که برخی از آنان در واکنش به کاهش اثربخشی این ترکیبات، اقدام به افزایش میزان مصرف حشره‌کش‌ها به بیش از مقادیر توصیه‌شده می‌کنند. این رویکرد علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، می‌تواند موجب تشدید آلودگی‌های زیست‌محیطی و به خطر افتادن ایمنی و سلامت غذایی جامعه شود. ازاین‌رو جهت جلوگیری از ایجاد مقاومت در آفت مورد نظر لازم است که حشره‌کش‌های جدید و یا حشره‌کش‌های ترکیبی برای مهار این آفت به ثبت برسد، تا بتوان در هر سم‌پاشی ار گروه‌های مختلف حشره‌کش‌ها جهت مبارزه با آفت کرم سیب استفاده شود. بر این اساس، تحقیق حاضر به‌منظور تنوع بخشی به سبد آفت‌کش‌های کشور برای این آفت انجام شد تا در صورت کارآمد بودن، این حشره‌کش به‌عنوان حشره‌کش جدید برای مهار این آفت معرفی شوند. حشره‌کش جدید متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (متین ۱۰ درصد SC 40%) حشره‌کش ترکیبی می‌باشد. این حشره‌کش با ورود به بدن حشره موجب کاهش تحرک و توقف تغذیه می‌شود. امنیت بالا برای پستانداران و سایر موجودات غیرهدف (LD_{50}= 267- 1732 mg kg^{-1}) و توقف سریع تغذیه در حشرات موجب شده است که این حشره‌کش‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی باغ‌های سیب مورد استفاده قرار گیرد (Talebi Jahromi, 2006; Karimzadeh & Hejazi, 2014). ازاین‌رو با توجه به اینکه آفت کرم سیب، تخم خود را روی میوه می‌گذارد، به نظر می‌رسد که این حشره‌کش در مهار آین آفت مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سه منطقه استان تهران (منطقه جابان شهرستان دماوند با طول جغرافیایی "۱۹٫۷۶'۱۲°۵۲ و عرض جغرافیایی '۰۱/۴۳"۳۸°۳۵)، آذربایجان شرقی (نهند طول جغرافیایی "۲۲'۹/۴۱°۴۶ و عرض جغرافیایی '۹/۱۶"۳۸°۱۷) و چهار محال و بختیاری (منطقه روستای چشمه علی بخش گندمان شهرستان بروجن طول جغرافیایی "۵۶/۲۴'۸°۵۱ و عرض جغرافیایی '۲۷/۵۹"۵۱°۳۱) در باغ سیب با ارقام تجاری رد و گلدن در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار در سال ۱۴۰۲ به‌شرح زیر انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱- حشره‌کش‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Insecticides used in the experiment

Row	Treatment	Concentration (ml & g L)	IRAC	Manufacturer companies
1	Cypermethrin EC 40%	0.75	3A	Golsam Chemical
2	Acetamiprid (Mospilan SP20%)	0.5	4A	Golsam Chemical
3	Phosalone (Zolon 35% EC)	1.5	1B	Mahan Chemical
4	Thiacloprid (Biscaya OD 24%)	0.5	4A	Kimiya gohar khak Chemical
5	methoxyfenozide 30% + indoxacarb 10% (Metin SC 40%)	0.75	18+22A	Golsam Chemical
6	methoxyfenozide 30% + indoxacarb 10% (Metin SC 40%)	0.5	18+22A	Golsam Chemical
7	Water			

زمان محلول‌پاشی با استفاده از تله‌های فرمونی با نصب تله‌های فرمونی در محل (با فاصله حداقل ۲۰۰ متر از قطعات آزمایشی) و شمارش تله‌ها به‌طور هفتگی تعیین شد (شکل ۱). زمان انجام سم‌پاشی‌ها در هر منطقه با توجه به روند تغییرات جمعیت آفت (یک هفته بعد از اوج پرواز) تعیین و سم‌پاشی با استفاده از سم‌پاش موتوری لانس‌دار انجام گرفت. لازم به ذکر است که در هر سه منطقه انتخاب‌شده، کرم سیب دارای سه نسل است که انجام پروژه در نسل دوم کرم سیب انجام شد (نسل اول به‌دلیل: ۱- فعالیت نسل اول عموماً با سرمای بهاره و بارندگی مواجه می‌شود که عموماً فعالیت حشره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ۲- ریزش میوه‌ها تحت تأثیر

فنولوژی درخت در اول فصل زیاد است که این امر کار ارزیابی را مشکل می‌کند. ۳- به‌دلیل تغییرات جوی به‌خصوص بارندگی، سم‌پاشی نسل اول عموماً کم‌تأثیر است). در این آزمایش، هر درخت به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شده و برای هر تیمار ۱۰ درخت به‌فاصله پنج متر از یکدیگر در نظر گرفته شد و از چهار درختان میانی جهت نمونه‌برداری استفاده شد.



شکل ۱- نصب تله فرمونی کرم سیب در ارتفاع دو متری از سطح زمین و شکار حشرات کامل کرم سیب در تله فرمونی

Figure 1- Installing a pheromone trap of codling moth at two meters above the ground and catching adult codling moth in the pheromone trap

برای ارزیابی تأثیر تیمارها در مهار آفت، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی، ۱۰۰ میوه سیب به‌طور تصادفی مورد بررسی قرار گرفت و تعداد سیب‌های کرمو روی درختان و همچنین میوه‌های ریزش‌کرده در پای درختان ثبت گردید. سپس با استفاده از روش میلتیک و همکاران (Miletic et al., 2011) (معادله ۱) درصد کارآیی تیمارها مورد ارزیابی قرار گرفت.

(۱)

$$\text{درصد کارآیی} = \frac{\text{درصد میوه‌های آلوده در شاهد} - \text{درصد میوه‌های آلوده در تیمار}}{100 - \text{درصد میوه‌های سالم در شاهد}} \times ۱۰۰$$

پس از این کار، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 در ابتدا تجزیه واریانس مرکب براساس اثر متقابل تیمار در مکان‌های مختلف انجام شد. امّا به‌دلیل بروز اختلاف معنی‌دار در مناطق انجام پروژه، مجدداً تجزیه واریانس ساده به‌صورت جداگانه برای هر منطقه به انجام رسید. گروه‌بندی‌های مربوطه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ = α مورد مقایسه گرفت.

نتایج

براساس تجزیه واریانس مرکب نتایج سه منطقه اثر متقابل تیمار در مکان معنی‌دار شد ($F_{10,45}$=2.47; P=0.019; C.V.= 8.52%)، لذا تجزیه واریانس به‌طور جداگانه برای هر منطقه انجام گردید. در استان آذربایجان شرقی، فعالیت نسل دوم در این منطقه از ۳۰ خرداد ماه شروع و در ۷ تیر ماه به اوج خود رسید و یک هفته بعد از اوج پرواز، سم‌پاشی انجام گرفت. براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های استان آذربایجان شرقی پس از گذشت هفت روز از سم‌پاشی ($F_{5,15}$ = 2.82; P = 0.06; C.V.= 18.24%)، روز ۱۴ بعد از سم‌پاشی ($F_{5,15}$ = 6.74; P = 0.002; C.V.= 11.25%)، ۲۱ روز بعداز سم‌پاشی ($F_{5,15}$ = 4.99; P = 0.007; C.V.= 5.71%) و ۲۸ روز از سم‌پاشی ($F_{5,15}$ = 2.21; P = 0.02; C.V.= 17.39%) از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده شد. بر این اساس، مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مورد ارزیابی در سطح احتمال پنج درصد وجود داشت. نکته قابل توجه مربوط به تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۷۵ در هزار است که با میانگین درصد کاهش آلودگی میوه‌ها بین ۸۵/۱۹ – ۶۶/۳۱ درصد کمترین خسارت به آفت کرم سیب را در تمام مراحل آزمایش نشان داد و کمترین کارآیی در کاهش خسارت کرم سیب نیز در تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۵ در هزار با میانگین ۷۰/۳۹ – ۳۶/۷۶ درصد بیشترین خسارت به کرم سیب مشاهده شد (جدول ۲).

در چشمه علی بخش گندمان شهرستان بروجن این استان چهار محال و بختیاری فعالیت نسل دوم در این منطقه از ۲۱ خرداد ماه شروع و در ۲۸ خرداد ماه به اوج خود رسید. ازآنجایی‌که یک هفته بعد از اوج، زمان تخم‌ریزی و بهترین زمان مبارزه بود، بر این اساس، پروژه در آن زمان اجرا شد. تأثیر حشره‌کش‌های مورد بررسی این منطقه در کاهش میزان خسارت کرم سیب در ۷ ($F_{5,15}$ = 1.67; P = 0.19; C.V.= 15.24%)، ۱۴ ($F_{5,15}$ = 1.17; P = 0.37; C.V.= 5.79%)، ۲۱ ($F_{5,15}$ = 1.47; P = 0.26; C.V.= 5.09%) و ۲۸

($F_{5,15}$ = 0.54; P = 0.74; C.V.= 7.43%) روز بعد از سم‌پاشی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نداشت. امّا نتایج حاصل از مقایسه میانگین کارآیی تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد در روز هفتم روز بعد از سم‌پاشی نشان داد که کمترین کارآیی در مهار کرم سیب در تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۵ در هزار با میانگین ۷۵/۳۱ درصد در گروه آماری (B) و بیشترین کارآیی در تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۷۵ در هزار با میانگین ۹۶/۸۵ درصد در گروه آماری (A) مشاهده شد. امّا ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی کمترین کارآیی در تیمار تیاکلوپراید (OD 24%) ۰/۵ در هزار با میانگین ۸۸/۸۳ درصد به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین درصد کارآیی تیمارهای مختلف در مهار کرم سیب (*Cydia pomonella* L.) در روزهای هفتم، چهاردهم، بیست و یکم و بیست و هشتم، در نهند (آذربایجان شرقی)

Table 2- Mean percentage of efficacy in different experimental treatments against the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in 7, 14, 21, and 28 days after spraying in Nahand (East Azerbaijan)

Treatments	7+	14+	21+	28+
Cypermethrin (0.75)	41.14± 4.86^{b}	61.31± 5.63^{b}	80.07± 0.81^{ab}	74.95± 5.37^{ab}
Acetamiprid (0.5)	49.21± 3.88^{ab}	71.89± 2.55^{ab}	77.43± 2.22^{bc}	58.56± 7.26^{b}
Phosalone (1.5)	43.24± 2.79^{b}	63.31± 2.05^{b}	75.65± 3.66^{bc}	74.99± 2.61^{ab}
Thiacloprid (0.5)	58.19± 4.39^{ab}	64.97± 3.24^{b}	80.06± 0.83^{ab}	74.78± 2.61^{ab}
Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (0.5)	36.76± 3.46^{b}	49.29± 5.73^{c}	70.39± 3.32^{c}	59.69±5.82 ^{b}
Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (0.75)	66.31± 6.51^{a}	77.15± 2.19^{a}	85.19± 1.66^{a}	80.46± 4.78^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است

Different letters within a column are significantly different according to Duncan's multiple range test (P< 0.05).

جدول ۳- میانگین درصد کارآیی تیمارهای مختلف در مهار کرم سیب (*Cydia pomonella* L.) در روزهای هفتم، چهاردهم، بیست و یکم و بیست و هشتم، در بروجن (چهار محال و بختیاری)

Table 3- Mean percentage of efficacy in different experimental treatments against the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in 7, 14, 21, and 28 days after spraying in Borujen (Chaharmahal Bakhtiari)

Treatments	7+	14+	21+	28+
Cypermethrin (0.75)	90.01± 5.75^{ab}	93.75± 2.19^{a}	90.25± 3.37^{ab}	91.42± 3.97^{a}
Acetamiprid (0.5)	86.43± 4.72^{ab}	91.67± 3.47^{a}	93.56± 2.59^{ab}	93.29± 3.09^{a}
Phosalone (1.5)	91.85± 4.93^{ab}	93.91± 3.95^{a}	93.69± 2.56^{ab}	91.65± 4.19^{a}
Thiacloprid (0.5)	84.73± 6.06^{ab}	87.24± 3.24^{a}	88.83± 2.68^{b}	88.38± 3.15^{a}
Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (0.5)	75.31± 5.93^{b}	93.33± 4.0873^{a}	93.71± 2.57^{ab}	91.34±3.32 ^{a}
Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (0.75)	96.85± 3.12^{a}	95.58± 2.59^{a}	96.83± 1.86^{a}	94.87± 3.38^{a}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است

Different letters within a column are significantly different according to Duncan's multiple range test (P< 0.05).

در منطقه جابان شهرستان دماوند استان تهران، فعالیت نسل دوم نیز به‌علت شرایط جوی همچون خنک شدن هوا و به‌خصوص بارندگی و حتی تگرگ (از ۱۵ خرداد تا ۱۸ خرداد ماه هر روز هفت ساعت در منطقه بارندگی وجود داشت) مختل شد، به‌طوری که جمعیت شکار تله‌ها کاهش یافت و یک اوج فعالیت پروازی کرم سیب که باید در این بازه زمانی (۲۱ خرداد ماه) مشاهده می‌شد، حاصل نگردید. اوج سوم فعالیت پروازی کرم سیب در این منطقه از ۱۷ تیر ماه شروع و در۲۴ تیر ماه به اوج خود رسید. ازآنجایی‌که یک هفته بعد از اوج، زمان تخم‌ریزی و بهترین زمان مبارزه بود، بر این اساس پروژه در آن زمان اجرا شد. نتایج تأثیر حشره‌کش‌های مورد بررسی در کاهش میزان خسارت کرم سیب در روزهای ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی نشان داد که ($F_{5,15}$ = 1.44; P = 0.27; C.V.= 10.79%) روز بعد از سم‌پاشی از نظر آماری بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. امّا ۲۱ ($F_{5,15}$= 2.67; P = 0.05; C.V.= 10.47%) و ۲۸ ($F_{5,15}$ = 2.57; P = 0.05; C.V.= 12.009%) روز بعد از سم‌پاشی از نظر آماری بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین کارآیی تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد در روز هفتم و ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی، تمام تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). امّا مقایسه میانگین کارآیی تیمارها در ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی نشان داد که کمترین کارآیی در تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰

درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۵ در هزار با میانگین ۷۹/۱۵ درصد در گروه آماری (B) و بیشترین کارآیی در تیمار فوزالن (EC 35%) ۱/۵ در هزار با میانگین ۹۹/۵۹ درصد، متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۷۵ در هزار با میانگین ۹۹/۱۱ درصد، استامی پراید ۰/۵در هزار با میانگین ۹۸/۲۱ درصد و سایپرمترین ۰/۷۵ در هزار با میانگین ۹۴/۶۴ درصد در گروه آماری (A) و تیمار تیاکلوپراید (OD 24%) ۰/۵ در هزار با میانگین ۸۹/۳۳ درصد گروه آماری (AB) مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ٤- میانگین درصد کارآیی تیمارهای مختلف در مهار کرم سیب (*Cydia pomonella* L.) در روزهای هفتم، چهاردهم، بیست و یکم و بیست و هشتم، در جابان (شهرستان دماوند، استان تهران)

Table 4- Mean percentage of efficacy in different experimental treatments against the codling moth (*Cydia pomonella* L.) in 7, 14, 21, and 28 days after spraying in Jaban (Tehran)

Treatments	7+	14+	21+	28+
Cypermethrin (0.75)	97.21± 2.75^{a}	93.35± 5.69^{a}	94.65± 5.37^{a}	92.19± 7.81^{ab}
Acetamiprid (0.5)	99.78± 0.12^{a}	97.22± 2.77^{a}	98.21± 1.79^{a}	96.85± 3.12^{a}
Phosalone (1.5)	91.67± 5.33^{a}	99.17± 0.83^{a}	99.59± 0.41^{a}	99.65± 0.15^{a}
Thiacloprid (0.5)	88.89± 4.16^{a}	92.82± 4.09^{a}	89.33± 5.53^{ab}	85.43± 6.08^{ab}
Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (0.5)	85.87± 6.17^{a}	88.73± 2.48^{a}	79.15± 6.87^{b}	75.53±4.39 ^{b}
Methoxyfenozide 30% + Indoxacarb 10% (0.75)	96.25± 0.99^{a}	98.28± 0.98^{a}	99.11± 0.89^{a}	89.69± 4.31^{ab}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است

.Different letters within a column are significantly different according to Duncan's multiple range test (P< 0.05)

بحث

براساس نتایج، در سه استان آذربایجان شرقی، چهارمحال و بختیاری و تهران در فاصله زمانی ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی در سطح احتمال پنج درصد مشاهده شد. بر این اساس، مقایسه میانگین تیمارها، ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید. در استان آذربایجان شرقی ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی درصد کارآیی تیمارها بین ۸۵/۱۹ – ۷۰/۳۹ درصد به‌ترتیب مربوط به تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۷۵ در هزار و تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۵در هزار بود، همچنین در استان چهار محال و بختیاری ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی درصد کارآیی تیمارها بین ۹۶/۸۳ – ۸۸/۸۳ درصد به‌ترتیب مربوط تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۷۵ در هزار و تیمار تیاکلوپراید (OD 24%) ۰/۵ در هزار بود و در استان تهران ۲۱ روز بعد از سم‌پاشی کمترین کارآیی در تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۵ در هزار با میانگین ۷۹/۱۵ درصد و بیشترین کارآیی در تیمار فوزالن ۱/۵ در هزار با میانگین ۹۹/۵۹ درصد و تیمار متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (SC 40%) ۰/۷۵ در هزار با میانگین ۹۹/۱۱ درصد به دست آمد. نتایج نشان داد که تمامی تیمارهای مورد ارزیابی با داشتن اختلاف معنی‌دار نسبت به شاهد (بدون سم‌پاشی)، کارآیی قابل قبولی در کاهش خسارت کرم سیب داشتند. هرچند اغلب حشره‌کش‌های مورد بررسی، کارآیی مطلوبی در مهار خسارت کرم سیب داشتند. البته این تفاوت‌ها در درصد کارآیی می‌تواند احتمالاً به‌خاطر بروز پدیده مقاومت باشد که نیاز به بررسی دارد و یا عوامل دیگری چون وجود اختلاف‌های جغرافیایی آفات و ژنتیک جمعیت‌ها در پاسخ به حشره‌کش‌ها باشد (Gao et al., 2021; Balanza et al., 2019). بنابراین کاملاً طبیعی است که جمعیت‌های مختلف پاسخ‌های متفاوتی به حشره‌کش‌ها بدهند (Mosallanejad et al., 2022). براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، در سه استان در فاصله زمانی ۲۸ روز بعد از سم‌پاشی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارهای مورد بررسی مشاهده شد. تیمارهای سایپرمترین (EC 40%) ۰/۷۵ در هزار، استامی پراید (SP 20%) با غلظت ۰/۵ در هزار، فوزالن (EC 35%) با غلظت ۱/۵ در هزار، تیاکلوپراید (OD 24%) به نسبت ۰/۵ در هزار و متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (متین SC 40%) با غلظت ۰/۷۵ در هزار دارای کارآیی مطلوبی در مهار خسارت کرم سیب می‌باشند و می‌توان این حشره‌کش‌ها را به‌طور متناوب در مهار آفت کرم سیب مورد استفاده قرار داد.

روش‌های مهار فعلی بر علیه آفت کرم سیب عمدتاً به استفاده از حشره‌کش شیمیایی یا ویروس گرانولوزیس در طول تفریخ تخم‌ها متکی هستند. البته بررسی‌ها به صراحت بر روش‌هایی مبتنی بر مهار آللوکمیکال‌ها (semiochemical) حشرات کامل و لاروهای *C. pomonella* برای مهار در باغ‌ها تمرکز دارد. مباحث مطرح‌شده شامل نقش نیمه‌شیمیایی‌ها در مدیریت تلفیقی آفات، کنترل در سطح منطقه، اخلال در جفت‌گیری، جذب‌کننده‌های حشرات ماده،

کایرومون‌های لاروی و ترکیب آن‌ها، جاذب‌ها و دافع‌های کایرومون حشرات ماده در راهبردهای کنترل و اصلاح تله‌های پیش آگاهی برای جذاب‌تر و اختصاصی شدن وجود دارد (Whitfield & Fountain, 2024). بااین‌حال، حذف حشره‌کش‌های طیف وسیع و در کنار آن با گرم‌تر شدن و غیرقابل پیش‌بینی بودن آب‌وهوا منجر به افزایش جمعیت آفت کرم سیب و طغیان غیرقابل پیش‌بینی گونه‌های بومی و غیربومی شده است (Hulme, 2017). شاید به همین دلیل هنوز مهار شیمیایی یک روش مؤثر است، امّا ایجاد مقاومت و تغییرات آب‌وهوایی به‌طور فزاینده‌ای مهار این آفت را مشکل کرده است (Schmidt et al., 2008). از طرفی، کاهش تنوع حشره‌کش، ناگزیر به استفاده متوالی از یک حشره‌کش برای این آفت می‌شود، هرچند با حداکثر تعداد دفعات استفاده مورد تأیید، محدود شده باشد. ازاین‌رو، اقدامات کنترلی دیگری با نحوه عملکرد متفاوت مورد نیاز است که می‌توانند با حشره‌کش‌های مرسوم برای کاهش مقاومت ترکیب شوند و یا استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی با هدف کاهش اثرات سوء بر حشرات غیرهدف در برنامه مدیریت آفت کرم سیب مدنظر قرار گیرد (Maggi & Chreil, 2023). حشره‌کش جدید متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (متین® 40% SC) یک حشره‌کش ترکیبی می‌باشد. ازآنجایی‌که حشره‌کش متوکسی فنوزاید از گروه حشره‌کش‌های شبه‌هورمون پوست‌اندازی است و در گروه ترکیبات مختل‌کننده رشد حشرات قرار می‌گیرد، متوکسی فنوزاید یک حشره‌کش دی اسیل هیدرازینی است که به‌عنوان آگونیست یا مشابه هورمون پوست‌اندازی، ۲۰ – هیدروکسی اکدایسون عمل می‌کند با خاصیت تماسی و گوارشی از گروه تنظیم کننده‌های رشد حشرات که با تأثیر بر گیرنده‌های هورمون پوست‌اندازی سبب تسریع عمل پوست‌اندازی در لارو حشرات به‌خصوص بال‌پولک‌داران می‌شود و همچنین با نابارور کردن تخم‌ها می‌تواند جمعیت آفات پروانه‌ای را مهار کند و انتخابی بودن متوکسی فنوزاید از همین موضوع ناشی می‌شود که میل ترکیب با گیرنده‌های هومورن پوست‌اندازی در لارو پروانه‌ها بیشتر است (King-Jones & Soin et al., 2010 ; Thummel, 2005). متوکسی فنوزاید به‌دلیل کم‌خطر بودن برای انسان و سایر پستانداران و همین طور ایمن بودن برای دشمنان طبیعی آفات از سوی انجمن شیمی آمریکا، جایزه سبز را در سال ۱۹۹۸ به خود اختصاص داد (Mosallanejad, 2021). متوکسی فنوزاید برای مدیریت طیف وسیعی از آفات پروانه‌ای در محصولات کشاورزی شامل درختان هسته‌دار و دانه‌دار، مرکبات، سبزیجات برگی، برنج، ذرت و پنبه در کشورهای اروپایی، استرالیا و آمریکا ثبت شده و از منظر کشاورزی پایدار به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مدیریت تلفیقی آفات توصیه شده است (Daane et al., 2018). ایندوکساکارب که به گروه اکسادیازین تعلق دارد، به‌علت حل شدن در بافت چربی پوسته تخم برای لارو نئونات کشنده است. همچنین این حشره‌کش می‌تواند روی لاروهای جوان نتایج رضایت‌بخشی داشته باشد (Liu et al., 2002). کاربرد این حشره‌کش روی آفت پروانه برگ‌خوار کلم (Hübner) *Trichoplusia ni* در آمریکا نشان داد که بر روی تخم‌ها اثر بسیار ضعیفی داشته، امّا روی لارو مؤثر بوده و لاروهای جوان اثر سریع‌تری نسبت به لاروهای مسن‌تر داشت. این حشره‌کش با ورود به بدن حشره موجب کاهش تحرک و توقف تغذیه می‌شود. ایندوکساکارب با توجه به امنیت بالا برای پستانداران و سایر موجودات غیرهدف و توقف سریع تغذیه در حشرات موجب شده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی باغ‌های سیب مورد استفاده قرار گیرد (Talebi Jahromi, 2006; Karimzadeh & Hejazi, 2014). از طرفی، در کرم سیب با توجه به اینکه آفت مورد نظر تخم خود را عموماً روی میوه می‌گذارد، حشره‌کش متوکسی فنوزاید ۳۰ درصد + ایندوکساکارب ۱۰ درصد (متین® 40% SC) با دوز ۰/۷۵ در هزار در صورت پوشش مناسب میوه‌ها با این حشره‌کش می‌تواند هم تخم، لارو نئونات و هم لارو سن اول را در اثر تماس با حشره‌کش از بین ببرند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج، تیمارهای سایپرمترین (40% EC) ۰/۷۵ در هزار، استامی پراید (موسپیلان 20% SP) با غلظت ۰/۵ در هزار، فوزالن (35% EC) با غلظت ۱/۵ در هزار، تیاکلوپراید (بیسکایا 240 OD) به نسبت ۰/۵ در هزار، متوکسی فنوزاید ۳۰٪ + ایندوکساکارب ۱۰٪ (متین 40% SC) با غلظت ۰/۷۵ در هزار دارای کارایی مطلوبی در مهار خسارت کرم سیب می باشند و می توان این حشره‌کش‌ها را بطور متناوب در مهار آفت کرم سیب مورد استفاده قرار داد.

References

1. Alston, D., & Lidstrom, T. (2003). Codling moth control in apple 2002. In 77th Annual Western Orchard Pest & Disease Management Conference, Portland, Oregon,Vol. 61, p. 150.
2. Alston, D., Murray, M., & Reding, M. (2010). Codling Moth (*Cydia pomonella*). Pests Fact Sheet, Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory, ENT-13-06. 7 p.
3. Balanza, V., Mendoza, J. E., & Bielza, P. (2019). Variation in susceptibility and selection for resistance to imidacloprid and thiamethoxam in Mediterranean populations of *Orius laevigatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *167*, 626–635. https://doi.org/10.1111/eea.12813

4. Barnes, M. M., & Moffitt, H. R. (1963). Resistance to D.D.T in the adult codling moth and reference curves for Guthion and Carbaryl. *Journal of Economic Entomology*, *56*, 722-725. https://doi.org/10.1093/jee/56.6.722
5. Barnes, M. M. (1991). Codling moth occurrence, host race information, and damage. pp. 313-327. In L. P. S. van dar Geest & H. H. Evenhuis (eds.). World Crop Pests, Vol. 5. Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control, Elsevier, Amsterdam.
6. Beers, E. H., & Brunner, J. F. (1991). Washington state apple and pear pesticide use survey, 1989-1990. Report to USDA- NAPIAP.
7. Croft, B. A., & Riedl, H. W. (1991). Chemical control and resistance to pesticides of codling moth. pp. 371–387. In: L. P. S. van der Geest & H. H. Evenhuis (eds.). World Crop Pests, Vol. 5. Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control, Elsevier, Amsterdam.
8. Cutwright, C. R. (1954). A codling moth population resistant to D.D.T. *Journal of Economic Entomology*, *47*, 189-190. https://doi.org/10.1093/jee/47.1.189
9. Daane, K. M., Vincent, C., Isaacs, R., & Ioriatti, C. (2018). Entomological opportunities and challenges for sustainable viticulture in a global market. *Annual Review of Entomology*, *63*, 193–214. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023547
10. Davachi, A., & Esmaili, M. (1965). Testing five poison formulas in controlling apple maggots, *Carpocapsa pomonella* L. *Plant Pests and Diseases*, 23. (In Persian).
11. Gao, Y. F., Gong, Y. J., Cao, L. J., Chen, J. C., Gao, Y. L., Mirab-balou, M., Chen, M., Hoffmann, A. A., & Wei, S.J. (2021). Geographical and interspecific variation in susceptibility of three common thrips species to the insecticide, spinetoram. *Journal of Pest Science*, *94*, 93–99. https://doi.org/10.1007/s10340-019-01128-2
12. Granger, K. R.; Brunneer, J. F., & Doerr, M. D. (2003). Managing codling moth with new insecticides. Assail, Interpid and Success Proceeding of the 77th Annual Western orchard pest & Diseases Management Conference, Portland, Washington.
13. Hulme, P. E. (2017). Climate change and biological invasions: Evidence, expectations, and response options. *Journal Biological Review*, *92*, 1297–1313. https://doi.org/10.1111/brv.12282
14. Javadzadeh. M., Poorhajy, A., & Kolyaee, R. (2002). An investigation on the efficacy of some new insecticides on codling moth, *Cydia pomonella* L. in Iran. In 15th Iranian Plant Protection Congress, Kermanshah, Iran, Vol. 1, p. 356. (In Persian)
15. Karimzadeh. R., & Hejazi, M. J. (2014). The effects of Indoxacarb and Methoxyfenozide against Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Applied Research in Plant Protection*, *4*(1), 93-102. (In Persian)
16. King-Jones, K., & Thummel, C. S. (2005). Nuclear receptors - A perspective from Drosophila. *Nature Reviews Genetics*, *6*, 311–323. https://doi.org/10.1038/nrg1581
17. Kolyaee, R., Akbarzadeh Shokat, G., & Kouroshnejad, M. A. (1995). Final Report on the Effectiveness of Several New Insecticides in Controlling Apple Maggots, 22 p. (in Persian)
18. Liu, T. X., Sparks, A. N., Chen, W., Lian, G. M., & Brister, C. (2002). Toxicity, persistence, and efficacy of indoxacarb on cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) cabbage. *Journal of Economic Entomology*, *95*, 360-367. https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.2.360
19. Maggi, C., & Chreil, R. (2023). Codling moth (*Cydia pomonella*) biology, and integrated pest management. *Tree Fruit Insects*, *1*, 1-12.
20. Miletic, N., Tamas, N., & Graora, D. (2011). The control of codling moth (*Cydia pomonella* L.) in apple trees. *Zemdirbyste (=Agriculture)*, *98*(2), 213-128.
21. Ministry of Agriculture-Jihad. (2024). Iran Agricultural Statistics of the Year 2024. Amarmameh J.3. (in Persian)
22. Mosallanejad, H. (2021). Guidelines for the rotation use of insecticides and acaricides (Classification based on mode of action, IRAC system). Iranian Research Institute of Plant Protection. (In Persian)
23. Mosallanejad, H., Kamali, H., Alizadeh, E., & Gharali, B. (2022). Efficacy comparison of Methoxyfenozide with some insecticides against grape berry moth, *Lobesia botrana* Denis & Schiffermuller (Lepidoptera: Tortricidae) under field conditions. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, *36*(1), 55-65. (In Persian). https://doi.org/10.22067/JPP.2021.72410.1048
24. Rajabi, G. R. (2011). Insect Pests of Rosaceous Fruit Trees in Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publications. Tehran, Iran. 640 pp.
25. Riedl, H. (1995). First results of studies on resistance of codling moth to diflubenzuron. *Review of Agricultural Entomology*, *7*, 762.
26. Schmidt, S., Tomasi, C., Pasqualini, E., & Ioriatti, C. (2008). The biological efficacy of pear ester on the activity of granulosis virus for codling moth. *Journal of Pest Science*, *81*, 29–34. https://doi.org/10.1007/s10340-007-0181-x
27. Soin, T., Swevers, L., Kotzia, G., Iatrou, K., Janssen, C. R., Rougé, P., Harada, T., Nakagawa, Y., & Smagghe, G.

(2010). Comparison of the activity of non- steroidal ecdysone agonists between dipteran and lepidopteran insects, using cell-based EcR reporter assays. *Pest Management Science*, *66*, 1215–1229. https://doi.org/10.1002/ps.1998

28. Talebi Jahromi, Kh. (2006). Toxicology of Pesticides (Insecticides, Acaricides, and Rodenticides). Tehran University Press. Tehran, Iran. 492 pp.
29. Gurr, G., Thwaite, G. G. W., & Nicol, H. (1999). Field evaluation of the effects of insect growth regulator Tebufenizide on entomophagous arthropods and pests of apples. *Australian Journal of Entomology*, *38*, 135. https://doi.org/10.1046/j.1440-6055.1999.00097.x
30. Valera, L. G., Welter, S. C., Jones, V. P., Brunner, J. F., & Riedl, H. (1993). Monitoring and characterization of insecticide resistance in codling moth (Lep. Torticidae) in four western states. *Journal of Economic Entomology*, *86*(1), 1-10. https://doi.org/10.1093/jee/86.1.1
31. Whitfield, E. C., & Fountain, M. T. (2024). Future semi chemical control of codling moth. *Cydia pomonella*. *Frontiers in Horticulture*, *3*, 1-14. https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1446806