

بررسی تأثیر برخی آفت کش های شیمیایی روی سپردار قهوه ای مرکبات و کفشدوزک نقاب دار دو لکه ای

Survey on the effects of some pesticides on Armoured scale (*Chrysomphalus dictyospermi*) and the heather ladybird (*Chilocorus bipustulatus*)

محمد رضا ملک زاده^{۱*}، محبوبه شریفی^۲، بهاره رفیعی^۳

Mohamadreza Malekzadeh^{*1}, Mahboobeh sharifi², Bahareh Rafiei³

۱- بخش تحقیقات حشره شناسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۳- بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش

و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

1. Agricultural entomology Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2. Plant Protection Rresearch Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
3. Plant Protection Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

*Corresponding Author, Email : پست الکترونیکی :

m.r.malekzadeh@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۴)

چکیده

واژه های کلیدی

سپردار قهوه ای (*Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan, 1889) (Hem.: Diaspididae) یکی از مهم ترین آفات مرکبات است. این آفت به علت وجود شرایط مساعد جوی در شمال ایران در مدت کمی سراسر منطقه را آلوده نموده است. برای کنترل این آفت از آفت کش های مختلفی استفاده می شود که می تواند بر سلامت انسان و اکوسیستم تأثیر منفی بگذارد و جمعیت دشمنان طبیعی آفات را کاهش دهد. در این تحقیق تأثیر آفت کش های تیمتوکسام (آکتامیا ۲۴٪ SC) ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ در هزار، اسپروتترامات (موونتو ۱۰۰٪ SC) ۱ در هزار و کلروپیریفوس (دورسبان ۴۸٪ SC) ۲ در هزار روی سپردار قهوه ای و عامل بیولوژیک آن کفشدوزک دو لکه ای (*Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus, 1758) (Col.: Coccinellidae) در استان های گیلان و گلستان ایران بررسی شد. در این پژوهش از فرمولاسیون جدید آفت کش تیمتوکسام با نام آکتامیا استفاده شد. نتایج نشان داد که در هر دو استان بیشترین کارایی کنترل آفت مربوط به حشره کش آکتامیا و اسپروتترامات با دز یک در هزار پس از ۱۴ روز است. هم چنین بررسی ها نشان داد، این ترکیبات بیشترین اثر منفی روی جمعیت کفشدوزک دو لکه ای به عنوان مهم ترین عامل مبارزه بیولوژیک این آفت دارند.

Chrysomphalous dictyospermi

آفت کش شیمیایی،

Chilocorus bipustulatus

ایمنی زیستی

Genetic Engineering and Biosafety Journal
Volume 11, Number 2, 2023

Abstract

Chrysomphalus dictyospermi (Morgan, 1889) (Hem.: Diaspididae) is one of the most important citrus pests. Since weather conditions in the north of Iran are suitable for this pest, it infects the entire regions in a short period. Various pesticides are widely used to control this pest. These toxins have an adverse effect on human health, ecosystem and reduce the population of natural enemies of pests. The present study aimed to evaluate the effect of Thiamthoxam (Actamia 24% SC) at 0.5, 0.75, Spirotetramat (Movento 100% SC) at 1 per 1000, and Chlorpyrifos (Dorsban 48% SC) at 2 per thousand pesticides on different developmental stages of *C. dictyospermi* and its biological control agent *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus, 1758) (Col.: Coccinellidae) in Gilan and Golestan, Iran. In this research, a new formulation of thiamethoxam pesticide named Actamia was used. The results showed that in both provinces, the highest efficiency is related to Actamia and Spirotetramat insecticides with a dose of 1 per 1000 after 14 days. Moreover, the studies showed that these compounds have the most negative effects on *C. bipustulatus*, and the most important natural enemy of this pest.

Key word: *Chrysomphalous dictyospermi*, Chemical pesticide, *Chilocorus bipustulatus*, Biosafety

مقدمه

بیولوژیک کنترل‌کننده این آفت شامل پارازیت‌ها و پرداتورها در سطح باغات استان‌های شمالی کشور بسیار فعال هستند، ولی در مواردی تراکم آفات به قدری بالاست که برای کنترل آن‌ها از آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌شود. سابقه مبارزه شیمیایی با آفات مرکبات در باغات شمال به دهه ۱۳۲۰ بر می‌گردد (Jafari, 2005). کنترل آفات مهم مرکبات در کالیفرنیا با استفاده از انواع حشره‌کش‌های گروه فسفره و کارباماته سابقه ۴۰ ساله دارد (Elizabeth and Grafton-Cardwell, 2006). افزایش تجمع این آفت‌کش‌ها در محصولات کشاورزی، آب و خاک از طریق ایجاد جهش در ژن‌ها و بروز انواع سرطان، بر سلامت انسان تأثیر می‌گذارند، همچنین می‌تواند سبب کاهش تنوع زیستی، افزایش مقاومت در آفات و ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی شوند (Ajiboye et al., 2022). ابتدای سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۲ حشره‌کش‌های جدیدی برای کنترل باغات مرکبات کالیفرنیا به ثبت رسیدند. مهم‌ترین این ترکیبات شامل آبامکتین، اسپینوساد، فن‌پروپاترین، پیری‌پروکسی‌فن، بوپروفرزین، ایمیداکلوپراید و استامی‌پراید بودند. کاربرد این حشره‌کش‌ها تا ۷۰ درصد باعث کاهش مصرف حشره‌کش‌های گروه فسفره و کاربامات در آن منطقه شد (Grafton-Cardwell et al., 2001).

سپردار قهوه‌ای مرکبات *Chrysomphalus dictyospermi* Morgan (Hem.: Diaspididae) اولین بار در سال ۱۸۸۹ از گینه نو توسط Morgan گزارش شد و از مهم‌ترین آفات درختان مرکبات است (Smith-Pardo et al., 2012). این آفت در سراسر سواحل شمال از طوالش و بندر انزلی تا مازندران و گلستان در باغ‌ها و جنگل‌ها پراکنده شده است و با مکیدن شیره گیاهی، سبب کلروزه شدن و ریزش برگ‌ها، میوه‌ها و خسارت اقتصادی قابل توجهی به محصولات کشاورزی می‌شود (Behdad, 2002, Bayindir & Birgucu, 2016). سپردارها مقدار زیادی قطرات شیرین دفع می‌کنند که شرایط مناسبی برای رشد قارچ دوده‌ای فراهم می‌سازد. این قارچ سطح رویی برگ‌ها را می‌پوشاند و در فتوستنز تداخل ایجاد می‌کند (Mohamed et al., 2012).

کنترل بیولوژیک آفات راه‌کار مناسبی برای کاهش مصرف سموم شیمیایی است که سبب توسعه کشاورزی پایدار با کمترین هزینه زیست‌محیطی می‌شود (Lahlali et al., 2022). کفشدوزک نقاب‌دار دو لکه‌ای *Chilocorus bipustulatus* به عنوان یکی از مهم‌ترین دشمنان طبیعی سپردار قهوه‌ای مرکبات نقش مؤثری در کنترل بیولوژیک این آفت دارد (Jaihani et al., 2008). اگرچه عوامل

می‌شوند، از این رو کاربرد راه‌کارهای ژنتیکی و ترکیبات با ساختار و فرمولاسیون جدید می‌تواند در کاهش این عواقب، تأثیر به سزایی داشته باشد (Rafiei et al., 2018, Lahlali et al., 2022). برای تأیید این موضوع در این پژوهش تأثیر سه آفت‌کش تیموتوکسام (آکتامیا)، اسپروتترامات (مونتو)، کلروپیریفوس (دورسبان) روی مراحل مختلف زیستی سپردار قهوه‌ای مرکبات و همچنین کفشدوزک دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در چهار باغ آلوده به شپشک سپردار در استان‌های گیلان و گلستان در قالب طرح کامل تصادفی با ۶ تیمار و در چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل دزهای مختلف آفت‌کش‌های تیموتوکسام (آکتامیا SC ۲۴٪) (۰/۵ در هزار، ۰/۷۵ در هزار، ۱ در هزار)، کلروپیریفوس (دورسبان SC ۴۸٪) (۲ در هزار)، اسپروتترامات (مونتو SC ۱۰۰٪) (۱ در هزار) و شاهد (آب) بود. بلوک‌بندی بر مبنای وضعیت درختان، موقعیت باغ و میزان آلودگی آفت انجام گرفت. فاصله درختان تیمار شده ۴ در ۵ متر بود. هر واحد آزمایشی شامل دو درخت پرتقال ۵-۷ ساله پرتقال تامسون ناول (*Thomson navel orange* (*Citrus sinensis*)) در نظر گرفته شد، که یک درخت به عنوان حاشیه امنیت از هر طرف در نظر گرفته شد. زمان آزمایش دقیقاً بر اساس تعیین زمان مناسب مبارزه شیمیایی و شروع آلودگی جدید و مشاهده پوره‌های سن اول سپردار مرکبات تعیین شد. هر یک از درختان آزمایشی با مقدار ۱۰ لیتر محلول سمی تهیه شده با حشره‌کش‌های آزمایشی، سمپاشی شد. نمونه‌برداری از هر درخت قبل از سمپاشی و سپس به ترتیب ۱، ۳، ۷ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی، تعداد ۳۰ برگ و همچنین ۱۴ روز بعد از سمپاشی، تعداد ۳۰ میوه به طور تصادفی از ارتفاع حدود دو متری در چهار جهت اصلی جغرافیایی درخت انجام شد و مراحل مختلف رشدی زنده سپردار قهوه‌ای مرکبات و همچنین مراحل مختلف زیستی کفشدوزک دولکه‌ای در پشت و روی برگ‌ها و میوه‌ها در آزمایشگاه تحقیقات بخش گیاه‌پزشکی مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های گیلان و گلستان زیر بینوکولار شمارش و بررسی شد. پس از پایان

به دلیل سمپاشی‌های گسترده‌ای که برای کنترل آفات مرکبات انجام می‌گیرد، عوامل بیولوژیک در معرض آثار نامطلوب حاصل از کاربرد بی‌رویه‌ی آفت‌کش‌های شیمیایی قرار می‌گیرد (Hallaji sani et al., 2019). مطالعات Planes et al., 2013 تأثیر منفی حشره‌کش‌های کلروپیریفوس و پایرپروکسیفن روی میزان زادآوری و درصد تغریخ تخم کفشدوزک به اثبات رسانده است. مطالعات نشان داده است که حشره‌کش‌های گیاهی هم می‌توانند روی عوامل بیولوژیک تأثیر بگذارند. در یک بررسی نشان داده شد حشره‌کش‌های گیاهی استخراج شده از گیاهان خانواده Meliaceae روی کفشدوزک *C. bipustulatus* اثر سمی داشته است (Peveling et al., 2012).

در پژوهشی کارایی روغن ولک و کلرپیریفوس روی سپردار زرد شرقی و کفشدوزک *C. sbipustulatus* به عنوان دشمن طبیعی آفت بررسی شد. بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، کاربرد این حشره‌کش به همراه روغن ولک، در تناوب با روغن ولک و به تنهایی می‌تواند آفت سپردار زرد شرقی مرکبات کنترل کند (Ranjbar et al., 2018). حشره‌کش اسپروتترامات با نام تجاری مونتو به عنوان مهارکننده سنتز پروتئین در مراحل نابالغ و حشرات کامل مکنده در برنامه‌های مدیریت کنترل تلفیقی آفات کاربرد دارد و برای زنبور عسل بی‌خطر است (Sgolastra et al., 2015). همچنین نتایج مطالعه Li et al., 2022 روی باقی‌مانده اسپروتترامات نشان داد، زمانی که این آفت‌کش با غلظت توصیه شده به کار برده شود، سریع تجزیه می‌شود. ترکیبات نئونیکوتینوئیدی در دنیا کاربرد وسیعی جهت کنترل آفات مکنده دارند. تیماتوکسام حشرکشی سیستمیک و غیراختصاصی از گروه کلرونیکوتینیل است و همانند سایر نئونیکوتینوئیدها از حشره‌کش‌های پس‌سیناپسی می‌باشد. این حشره‌کش دارای تأثیر گوارشی و تماسی است (Talebi jahromi, 2011, Amozegarfarad et al., 2011).

با توجه به مطالعات انجام شده، کاربرد آفت‌کش‌های متداولی از جمله کلرپیریفوس سبب کاهش جمعیت عوامل بیولوژیک، بروز مقاومت در آفات نسبت به آفت‌کش‌ها، افزایش باقی‌مانده‌های شیمیایی در اکوسیستم تیمار شده و آثار نامطلوب بر محیط زیست

آماربرداری در زمان‌های ذکر شده، درصد کارایی حشره‌کش‌های مورد بررسی با استفاده از فرمول هندرسون-تیلتون تعیین گردید (Henderson and Tilton, 1955):

$$100 \times \{1 - [(Cb \times Ta) \div (Ca \times Tb)]\} = \text{درصد تلفات}$$

در این فرمول Tb = میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار قبل از آزمایش، Ta = میانگین تعداد آفت در قطعه تیمار بعد از آزمایش، Cb = میانگین تعداد آفت در قطعه شاهد قبل از آزمایش، Ca = میانگین تعداد آفت در قطعه شاهد بعد از آزمایش می‌باشد. داده‌ها در محیط برنامه SAS به روش ANOVA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین به روش دانکن انجام شد.

به منظور بررسی تأثیر نامطلوب تیمارهای مختلف در زمان‌های مشخص شده بر روی برگ‌های جمع‌آوری شده، تعداد لاروهای کفشدوزک دو لکه‌ای که از بین رفتند، ثبت شد و در تیمارهای مختلف با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج

جدول شماره ۱ نتایج آنالیز واریانس کارایی دزهای مختلف آفت‌کش‌های آکتامیا، کلروپیریفوس و اسپیروتترومات در نمونه‌برداری‌های ۱، ۳، ۷ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی در استان

جدول ۱- آنالیز واریانس کارایی تیمارهای مختلف در استان گلستان در روزهای بعد از سمپاشی

Table 1. Variance analysis of the efficiency of different treatments in Golestan province in the days after spraying

Day after treatment	Sources	DF	MS	F	P
+1	Treatment	4	751.46	23.42	0.0001
	Error	15	32.09		
	Total	19		C.V.=10.48	
+3	Treatment	4	1051.17	55.89	0.0001
	Error	15	18.80		
	Total	19		C.V.=5.98	
+7	Treatment	4	1106.05	79.23	0.0001
	Error	15	13.95		
	Total	19		C.V.=5.19	
+14	Treatment	4	2540.92	37.7	0.0001
	Error	15	38.65		
	Total	19		C.V.=9.09	
+14(Fruit)	Treatment	4	348.26	20.16	0.0001
	Error	15	17.27		
	Total	19		C.V.=5.37	

گلستان را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد در زمان‌های مختلف وجود دارد.

جدول شماره ۲ نتایج آنالیز واریانس کارایی دزهای مختلف آفت‌کش‌های آکتامیا، کلروپیریفوس و اسپیروتترومات در نمونه‌برداری‌های ۱، ۳، ۷ و ۱۴ روز بعد از سمپاشی در استان گیلان را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین‌ها حاکی از این است که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی در تمام زمان‌های پس از سمپاشی بین میانگین‌ها وجود دارد.

جدول شماره ۳ گروه‌بندی میانگین کارایی دزهای مختلف آفت‌کش‌های آکتامیا، کلروپیریفوس و اسپیروتترومات در استان گلستان را نشان می‌دهد. در استان گلستان یک روز پس از سمپاشی، حشره‌کش اسپیروتترومات بیشترین (۶۶/۲۰ درصد) و حشره‌کش کلروپیریفوس کمترین (۳۱/۱۷ درصد) میزان کارایی را به خود اختصاص داده است. سه روز پس از سمپاشی حشره‌کش آکتامیا با دز یک در هزار بیشترین (۸۶/۰۲ درصد) و حشره‌کش کلروپیریفوس کمترین (۴۵/۰۰) میزان کارایی را به خود اختصاص داده و به ترتیب در گروه‌های a و d آماری قرار گرفتند و بقیه تیمارها از نظر گروه‌بندی بین آن‌ها جا گرفتند (جدول ۳).

جدول ۲- آنالیز واریانس کارایی تیمارهای مختلف در استان گیلان در روزهای بعد از سم‌پاشی

Table2. Variance analysis of the efficiency of different treatments in Gilan province in the days after spraying

Day after treatment	Sources	DF	MS	F	P
+1	Treatment	4	282.52	44.66	0.0001
	Error	15	6.32		
	Total	19		C.V.=3.61	
+3	Treatment	4	264.39	17.77	
	Error	15	8.56		
	Total	19		C.V.=3.69	0.0001
+7	Treatment	4	124.97	10.41	
	Error	15	8.01		
	Total	19		C.V.=3.69	0.0001
+14	Treatment	4	192.18	15.11	
	Error	15	7.53		
	Total	19		C.V.=3.37	0.0001
+14 (Fruit)	Treatment	4	444.92		
	Error	15	20.56		
	Total	19			0.0001

جدول ۳- میانگین درصد کارایی تیمارها در روزهای مختلف بعد از سمپاشی در استان گلستان

Table3. The average efficiency percentage of the treatments in different days after spraying in Golestan province

Treatment	+1	+3	+7	+14	+14 (Fruit)
Actamia (0.5 ml/L)	49.56 c	77.05 bc	71.25 b	71.65 c	65.96 b
Actamia (0.75 ml/L)	55.97 bc	82.06 ab	75.38 b	81.21 ab	83.30 a
Actamia (1 ml/L)	61.97 ab	86.02 a	82.77 a	89.38 a	85.75 a
Chlorpyrifos (2 ml/L)	31.17 d	45.00 d	43.99 c	25.09 d	68.47 b
Spirotetramat (1 ml/L)	66.20 a	71.93 c	85.91 a	78.82 c	84.39 a

*حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$)*Different letters showed significant differences ($P \leq 0.05$).

حشره‌کش آکتامیا با دز نیم در هزار (۶۵/۹۶ درصد) است (جدول ۳). بررسی‌ها در استان گیلان نشان داد، یک روز پس از سمپاشی، حشره‌کش اسپیروتترامات بیشترین (۸۲/۹۶ درصد) و حشره‌کش کلروپیریفوس و آکتامیا با دز نیم در هزار کمترین (۶۳/۹۱، ۶۱/۱۳ درصد) میزان کارایی را به خود اختصاص داده و بقیه تیمارها از نظر گروه‌بندی بین آن‌ها جا گرفتند. سه روز پس از سمپاشی حشره‌کش آکتامیا با دز یک در هزار بیشترین (۹۰/۰۰ درصد) و حشره‌کش اسپیروتترامات و کلروپیریفوس به ترتیب کمترین (۷۲/۶۳ و ۷۰/۳۵ درصد) میزان کارایی را به خود اختصاص داده است (جدول ۴).

هفت روز پس از سمپاشی حشره‌کش‌های اسپیروتترامات و آکتامیا با دز یک در هزار بیشترین (۸۵/۹ و ۸۲/۷۷ درصد) و حشره‌کش کلروپیریفوس کمترین (۴۳/۹۹ درصد) میزان کارایی را به خود اختصاص داده است. چهارده روز پس از سمپاشی حشره‌کش آکتامیا با دز یک در هزار بیشترین (۸۹/۳۸ درصد) و مشابه روز-های گذشته حشره‌کش‌های کلروپیریفوس کمترین (۲۵/۰۹ درصد) میزان کارایی را دارند (جدول ۳).

علاوه بر این مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مذکور روی میوه پرتقال پس از چهارده روز نشان داد که بیشترین درصد کارایی مربوط به حشره‌کش آکتامیا با دزهای یک در هزار (۸۵/۷۵ درصد) می‌باشد؛ در حالی که کمترین درصد کارایی مربوط به

در استان گلستان بیشترین میزان تلفات لاروهای کفشدوزک مربوط به حشره‌کش مونتو پس از گذشت سه روز و کمترین میزان تلفات مربوط به حشره‌کش آکتامیا با غلظت نیم در هزار است. نکته قابل توجه این است که در استان گلستان یک روز پس از سم‌پاشی در اثر مصرف حشره‌کش دورسبان بیشترین تلفات مشاهده شد که با گذر زمان این اثر کاهش یافته و پس از ۱۴ روز به صفر رسیده است (شکل ۲).

بحث

کاربرد آفت‌کش‌ها امروزه در کشاورزی و تأمین امنیت غذایی جمعیت رو به رشد جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه ضروری است و محافظت از محصولات کشاورزی، بخش مهمی در سیستم تولید است که سبب افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌شود، این در حالیست که ۹۹/۹ درصد از آفت‌کش‌هایی که استفاده می‌شوند، به موجودات غیر هدف و بسیاری از زیستگاه‌ها آسیب می‌رساند و سبب بروز خطر باقی‌مانده این ترکیبات در مواد غذایی شده است، از این‌رو دانشمندان به دنبال به کارگیری ترکیبات کم خطر و تلفیق آن‌ها با راه‌کارهای دیگر کنترل آفات هستند (Dar et al., 2022, Bastan et al., 2022).

آفت‌کش‌های ارگانوفسفره (OP) از اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند و حتی امروزه همچنان در میان رایج‌ترین انواع آفت‌کش‌ها قرار دارند. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که استفاده گسترده از این آفت‌کش‌ها یک عامل مهم برای ایجاد بیماری‌های متابولیک است. کلرپیریفوس یکی از پرمصرف‌ترین آفت‌کش‌های ارگانوفسفره در سراسر جهان است که انسان‌ها و اکوسیستم‌ها مداوم در معرض آن قرار می‌گیرند، از این‌رو جایگزینی این آفت‌کش با سموم کم خطرتر اهمیت ویژه‌ای دارد (Liang et al., 2019).

هفت روز پس از سمپاشی حشره‌کش‌های آکتامیا با دز یک در هزار و اسپیروتترامات بیشترین (۸۳/۲۹ و ۸۱/۱۳ درصد) و حشره‌کش کلروپیریفوس کمترین (۶۹/۹۱ درصد) میزان کارایی را به خود اختصاص داده و به ترتیب در گروه‌های a و c آماری قرار گرفتند و بقیه تیمارها از نظر گروه‌بندی بین آن‌ها جا گرفتند. چهارده روز پس از سمپاشی حشره‌کش آکتامیا با دز یک در هزار بیشترین (۹۰/۰۱ درصد) و مشابه روزهای گذشته حشره‌کش‌های کلروپیریفوس کمترین (۶۱/۳۱ درصد) میزان کارایی را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین کارایی حشره‌کش‌های مذکور روی میوه پرتقال پس از چهارده روز نشان داد که بیشترین درصد کارایی مربوط به حشره‌کش آکتامیا با دزهای یک در هزار (۸۵/۷۵ درصد) می‌باشد؛ در حالی که کمترین درصد کارایی مربوط به حشره‌کش آکتامیا با دز نیم در هزار (۵۹/۳۷ درصد) است (جدول ۴).

تأثیر آفت‌کش‌های مختلف بر لارو کفشدوزک نقاب‌دار دولکه-ای

به منظور بررسی تأثیر نامطلوب حشره‌کش‌های مورد بررسی بر روی عوامل بیولوژیک، در این پژوهش تلفات لارو کفشدوزک دو لکه‌ای روی برگ‌های جمع‌آوری شده در هر دو استان گیلان و گلستان مورد ارزیابی قرار گرفت.

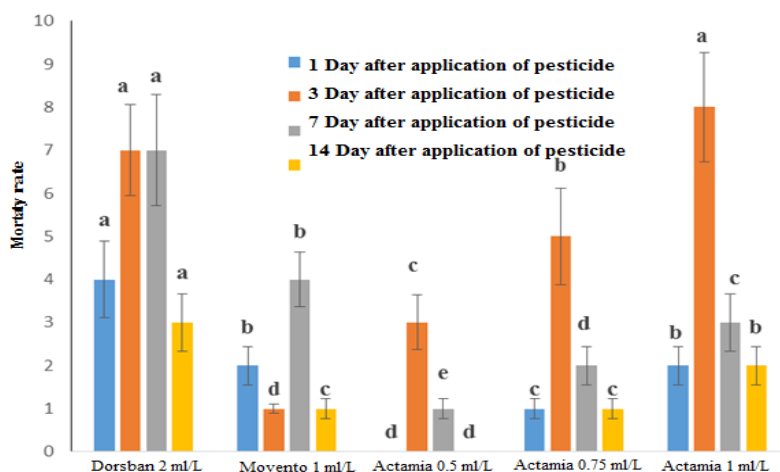
نتایج نشان داد، در استان گیلان بیشترین میزان تلفات لاروهای کفشدوزک مربوط به حشره‌کش آکتامیا یک در هزار پس از گذشت سه روز و حشره‌کش مونتو بعد از گذشت ۷ روز می‌باشد، به طور کلی حشره‌کش مونتو در تمام زمان‌های پس از سم‌پاشی بالاترین و بیشترین میزان تلفات را به خود اختصاص داد، درحالی که حشره‌کش آکتامیا با غلظت نیم در هزار کمترین میزان تلفات را نشان داد (شکل ۱).

جدول ۴- میانگین درصد کارایی تیمارها در روزهای مختلف بعد از سمپاشی در استان گیلان

Table 4. The average efficiency percentage of the treatments in different days after spraying in Gilan province					
Treatment	+1	+3	+7	+14	+14 (Fruit)
Actamia (0.5 ml/L)	61.13 c	79.12 c	72.90 bc	71.65 c	59.37 c
Actamia (0.75 ml/L)	97.75 b	84.32 b	75.47 b	84.44 b	77.05 b
Actamia (1 ml/L)	70.53 b	90.00 a	83.29 a	90.01 a	85.75 a
Chlorpyrifos (2 ml/L)	63.91 c	70.35 d	69.91 c	61.31 d	79.06 ab
Spirotetramat (1 ml/L)	82.96 a	72.63 d	81.13 a	81.94 bc	84.30 ab

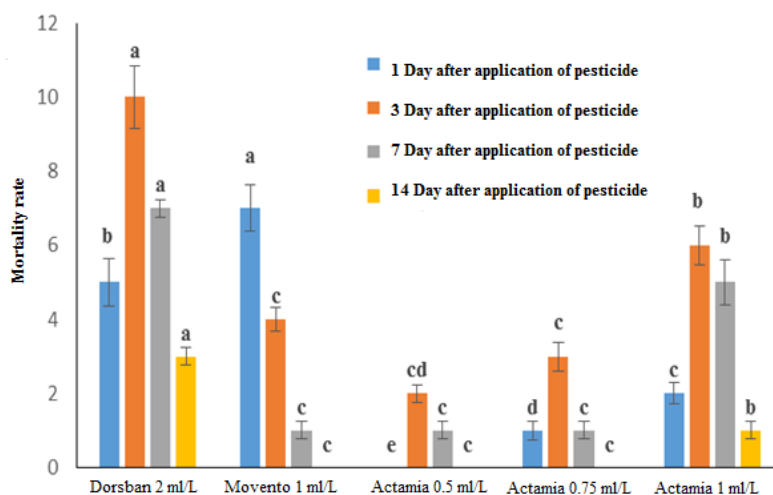
*حروف غیر مشابه اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهند ($P \leq 0.05$)

*Different letters showed significant differences ($P \leq 0.05$).



شکل ۱- نرخ مرگ و میر لاروهای کفشدوزک دولکه‌ای در مواجهه با تیمارهای مختلف استان گیلان

Fig1. Mortality rate of heather ladybird larvae exposed to different treatments in Gilan province



شکل ۲- نرخ مرگ و میر لاروهای کفشدوزک دولکه‌ای در مواجهه با تیمارهای مختلف استان گلستان

Fig2. Mortality rate of heather ladybird larvae exposed to different treatments in Golestan province

با نگاهی جزئی‌تر به نتایج هر یک از استان‌ها چنین برداشت می‌شود که در استان گلستان کارایی حشره‌کش پر مصرف کلروپیریفوس به شدت کاهش داشت، به طوری که پس از گذشت ۱۴ روز از سمپاشی میزان کارایی این حشره‌کش به کمتر از ۳۰ درصد رسیده است، البته نتایج حاصل احتمال بروز مقاومت نسبت به حشره‌کش کلروپیریفوس در شپشک‌های سپردار قهوه‌ای را در استان گلستان نسبت به استان گیلان افزایش می‌دهد.

علاوه بر این کارایی حشره‌کش‌های مورد مطالعه، روی میوه‌های درختان آلوده نیز ارزیابی شد که نتایج آن مشابه با عملکرد حشره‌کش‌ها روی برگ‌ها بود و بیشترین کارایی در هر دو استان حدود ۸۵ درصد و مربوط به حشره‌کش آکتامیا با دز یک در هزار است.

نتایج پژوهش حاضر بیانگر این است که بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری از برگ درختان آلوده به سپردار قهوه‌ای که با دزهای مختلف آفت‌کش‌های آکتامیا، کلروپیریفوس و اسپیروتترومات سمپاشی شد، در هر دو استان گلستان و گیلان تفاوت معنی‌دار وجود داشت. همچنین حشره‌کش‌های آکتامیا و اسپیروتترومات در هر دو استان گلستان و گیلان کارایی مناسبی از خود بروز دادند و می‌توانند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش پر مصرف کلروپیریفوس در مقابله با سپردار قهوه‌ای مرکبات باشند. بهترین کارایی مربوط به حشره‌کش آکتامیا می‌باشد که پس از گذشت ۱۴ روز حدود ۹۰ درصد کارایی خود را حفظ کرد و توانست شپشک قهوه‌ای را به خوبی کنترل کند.

تیامتوکسام گزینه مناسب جهت کنترل این آفات و اجرای مدیریت تلفیقی است (Amozegarfar et al., 2011). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد که حشره‌کش آکتامیا می‌تواند یک جایگزین مناسب برای حشره‌کش‌های پر مصرف و متداول جهت کنترل شپشک‌های قهوه‌ای به‌ویژه در استان گلستان باشد.

در مدیریت تلفیقی آفات، سازگاری بین آفت‌کش‌های مورد استفاده و عوامل کنترل بیولوژیک از اهمیت بسیاری برخوردار است (Hadian et al., 2022). یکی از روش‌های حفاظت از دشمنان طبیعی آفات در برنامه‌های کنترل بیولوژیک استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی می‌باشد (Fernandes et al., 2010). بنابراین تأثیر نامطلوب تیمارهای مختلف این پژوهش روی لاروهای کفشدوزک دو لکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در هر دو استان گلستان و گیلان بیشترین تلفات مربوط به حشره‌کش اسپیروتترامات (مونتو) می‌باشد و این اثرات منفی تا چهارده روز پس از سمپاشی همچنان باقی می‌ماند. نتایج پژوهشی مشابه نشان می‌دهد که حشره‌کش اسپیروتترامات در هفت روز پس از کاربرد بیشترین تأثیر را روی زنبورپارازیتوئید *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) Mercet دارد (Soltani et al., 2015). علاوه بر این در پژوهش Francesena اسپیروتترامات به طور معنی‌داری توانست فعالیت زنبور *Psyllaephagus pistaasiæ* را کاهش دهد. همچنین حشره‌کش اسپیروتترامات برای لارو و حشرات بالغ کفشدوزک *Oenopia conglobata* جزء سموم با خطر جزیی گزارش شده است (Mohammadkhani et al., 2021). بررسی اثر حشره‌کش آکتارا روی زنبور *P. pistaasiæ* نشان می‌دهد که این ترکیب برای حشرات بالغ این زنبور پارازیتوئید خطرناک می‌باشد (Basirat, 2006).

پژوهشگران درباره اثرات جانبی آفت‌کش‌ها و سرنوشت آن‌ها در محیط زیست به نتایج قابل توجه‌ای رسیده‌اند و برای هر آفت‌کش شرایطی در نظر گرفته شده است که شامل روش‌های کاربرد (فرمولاسیون و غلظت‌های توصیه شده)، زمان استفاده و دوره کارنس می‌باشد (Rafiei et al., 2016). با توجه به حساسیت شکارگرها نسبت به سموم مختلف، همچنین بروز مقاومت در اثر مصرف مداوم و پی‌درپی حشره‌کش‌های یکسان طی سالیان متمادی، یکی از اقدامات اساسی که جهت کاهش بروز این پدیده‌ها

حشره‌کش اسپیروتترامات، یک حشره‌کش سیستمیک است که با ایجاد اختلال در ساخت آنزیم استیل کوآنزیم کربوکسیلاز، مانع سنتز چربی در بدن حشره می‌شود و همچنین منجر به ناباروری در حشرات بالغ این آفت نیز خواهد شد. این حشره‌کش پس از سمپاشی از طریق آوندهای چوبی و آبکش در گیاه به سمت پایین و بالا حرکت می‌کند و طیف وسیعی از آفات مکنده (شته‌ها، سفیدبالک‌ها، پسیل‌ها و شپشک‌ها) را کنترل می‌کند (Cantoni et al., 2008). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که سمیت اسپیروتترامات روی سفیدبالک *Bemisia tabaci* Gennadius با گذشت زمان افزایش می‌یابد و این ترکیب در هفت روز پس از کاربرد بیشترین تأثیر را روی زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* Mercet دارد که مشابه با پژوهش حاضر است که این زمان به نحوه تأثیرگذاری این حشره‌کش بستگی دارد (Francesena et al., 2012). Ranjbar-Shoorabadi et al., 2020 اثر اسپیروتترامات روی پسیل معمولی پسته *Agonosca pistaciae* ارزیابی کردند، نتایج آن‌ها نشان داد که پس از ۷ روز کارایی حشره‌کش افزایش یافت و تا بیست و یک روز نیست به سموم متداول موجود بیش از ۷۰ درصد کارایی روی آفت داشته است. نتایج تحقیق حاضر کاملاً متمایز می‌باشد، به خصوص در استان گلستان این تمایز به صورت قابل توجهی مشاهده می‌شود، که می‌توان به این مهم دست یافت که به دلیل کاربرد وسیع و گسترده حشره‌کش کلروپیریفوس در این استان و احتمال بروز مقاومت در این آفت نسبت به آن نتایج حاصل، به دست آمده است.

در این پژوهش همچنین به بررسی کارایی حشره‌کش نئونیکوتینوئیدی جدید به نام آکتامیا (تیامتوکسام) جهت کنترل شپشک سپردار قهوه‌ای پرداخته شد. مطالعات انجام شده روی کنترل سفید بالک گلخانه توت‌فرنگی نشان داد که تیامتوکسام کارایی بهتری نسبت به ایمیداکلوپراید دارد، علاوه بر این، حشره-کش آکتامیا از انتقال عامل ویروسی توسط سفیدبالک پنبه خودداری می‌کند (Bi and Toscano, 2007). نحوه عمل آن نیز به این صورت است که با اعمال خواص ضد تغذیه‌ای و دورکنندگی خود به طور چشمگیری مانع از تغذیه و رشد آفات مکنده می‌شود (Lagalante et al., 2007). مطالعات انجام شده روی سفیدبالک-های گلخانه که به اکثر سموم مقاوم شدند، نشان داد که حشره‌کش

قابل قبولی نسبت به سموم متداول دارد. امید است با معرفی سموم با ساختار و فرمولاسیون جدید گامی به سوی کاهش میزان مصرف آفت‌کش‌ها و تولید محصول سالم و افزایش ایمنی زیستی برداشته شود.

می‌توان انجام داد، استفاده از حشره‌کش‌های جدید است که یا از نظر ساختار متفاوت بوده و یا از نظر فرمولاسیون متفاوت هستند، بنابراین در این پژوهش از فرمولاسیون جدید حشره‌کش تیامتوکسام SC ۲۴٪ با نام تجاری آکتامیا استفاده شد که نتایج نشان داد کارایی

منابع

Ajiboye TO, Oladoye PO, Olanrewaju CA, Akinsolae GO. 2022. Organophosphorus pesticides: Impacts, detection and removal strategies. Environmental nanotechnology, monitoring & management, 17: 100655.

Amozegarfar PN, Sheikhiharjan A, Baniameri V, Imani S. 2011. Evaluation of susceptibility of the first instar nymphs and adults of *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) to neonicotinoid insecticides under laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran, 31 (1): 13-24.

Bastan R, Rafiei B. 2020. Evaluation of Permethrin residue in greenhouse tomatoes. Genetic Engineering and Biosafety Journal, 9(1): 19-27.

Bayındır A, Birgucu AK. 2016. Effect of temperature on life history of *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan) (Hemiptera Diaspididae). REDIA, XCIX: 145-149.

Behdad A. 2002. Basic entomology and plant pests in Iran. Yadbood Publication, 823 pp.

Bi JL, Toscano NC. 2007. Current status of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, susceptibility to neonicotinoid and conventional insecticides on strawberries in Southern California. Pest Management Science, 63(8): 747-752.

Cantoni L, Maeyer De, Izquierdo J, Casas J, Niebes F, Peeters D, Roffeni Tiraferri S, Silva J, Villalobos A. 2008. Development of Movento® on key pests and crops in European countries. Bayer CropScience Journal, 61: 349-376.

Dar MA, Baba ZA, Kaushik G. 2022. A review on phorate persistence, toxicity and remediation by bacterial communities. Pedosphere, 32:171-183.

Elizabeth E, Grafton-Cardwell E. 2006. New developments in the San Joaquin Valley California citrus IPM program. IOBC wprs Bulletin, 29(3): 5-14.

Fernandes FL, Bacci L, Fernandes MS. 2010. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. EntomoBrasilis, 3(1): 1-10.

Francesena N, Haramboure M, Smaghe G, Stadler T, Schneider MI. 2012. Preliminary studies of effectiveness and selectivity of Movento on *Bemisia tabaci* and its parasitoid *Eretmocerus mundus*. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 77(4): 727-733.

Grafton-Cardwell E, Ouyang Y, Striggo R, Vehrs S. 2001. Armored scale insecticide resistance challenges San Joaquin Valley citrus growers. Calif. Agric, 55(5): 20-25.

Hadian S, Zandi-Sohani N, Yarahmadi F, Sohrabi F. 2022. Determination of sub-lethal effects of spirotetramat and chlorpyrifos on *Aenasius bambawalei* Hayat (Hymenoptera: Encyrtidae) by using life table. Iran Agricultural Research, 40(2): 33-40.

Hallaji Sani M, Naseri B, Rafiee Dastjerdi H, Aghajanzadeh S, Ghadamyari M. 2019. Investigating the effect of some insecticides on *Pulvinaria aurantii* Ckll. and its predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. Journal of Entomological Society of Iran, 39 (3): 295-309.

Henderson CF, Tilton EW. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of economic entomology, 48(2):157-61.

Jafari MA. 2005. Effect of new insecticide of Buprofezin against citrus cottony scale, *Pulvinaria aurantii* in comparison with conventional insecticides in Mazandaran. 16th Plant Protection Congress of Iran; Tabriz, Iran. p. 239.

Lagalante AF, Greenbacker PW. 2007. Flow injection analysis of imidacloprid in natural waters and agricultural matrixes by photochemical dissociation, chemical reduction, and nitric oxide detection. Analytica Chimica Acta, 590: 151-158.

Lahlali R, Ezrari S, Radouane N, Kenfaoui J, Esmaeel Q, Hamss HE, Belabess Z, Barka EA. 2022. Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective. Microorganisms, 10: 596.

Li KC, Xiang W, Chen T, Zhang M, Ning Y, Liu Y, Chen A. 2022. Determination, residue analysis and risk assessment of thiacloprid and spirotetramat in

- cowpeas under field conditions. *Sci Rep.* 2: 12(1): 3470.
- Liang Y, Zhan J, Liu D, Luo M, Han J, Liu X, Liu C, Cheng Z, Zhou Z, Wang P. 2019.** Organophosphorus pesticide chlorpyrifos intake promotes obesity and insulin resistance through impacting gut and gut microbiota. *Microbiome.* 7:19: 1-15.
- Mohamed GH, Serag AM, Sanad M. 2012.** Biology of scale insects (Hemiptera: Coccoidea) in Egypt. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.* 5(3): 161-165.
- Mohammadkhani E, Gheibi M, Basirat M. 2021.** Lethal and sub-lethal effects of spirotetramat, thiamethoxam-lambda cyhalothrin and acetamiprid insecticides, on the biological parameters of *Oenopia conglobata contaminata* Menetries (Col.: Coccinellidae). *Pistachio and Health Journal.* 4, (1, Winter): 66-85.
- Peveling R, Ould ES. 2012.** Side-effect of botanical insecticides derived from Meliaceae on coccinellid predators of the date palm scale. *Crop Protection.* 25:1253- 1258.
- Rafiei B, Ghadamyari M, Imani S, Hosseinaveh V, Ahadiyat A. 2018.** Characterization and inhibition studies of hemolymph phenoloxidase from *Dociostaurus maroccanus*. *Toxin Reviews.* 37(1): 44-51.
- Rafiei B, Imani S, Bastan SR. 2016.** Determination of residue of Deltamethrin on greenhouse cucumber. *IAU Entomological Research Journal.* 7(4): 307-316.
- Ranjbar Aghdam H, Kamali H, Foruzam M, Emami MS. 2018.** Studying on the efficacy of spirotetramat (Movento SC 10%) for chemical control of the mussel scale, *Lepidosaphes malicola*. 23rd Iranian Plant Protection Congress, Tehran, Iran.
- Ranjbar-Shoorabadi F, Basirat M, Hassani MR. 2020.** Effects of spirotetramat with different additives on the common pistachio psyllid, *Agonoscena Pistaciae* (Order: Family) and parasitoid wasp, *Psyllaephagus Pistaciae* (Hym., Encyrtidae). *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 43(2): 81-95.
- Sgolastra F, Tosi S, Medrzycki P, Porrini C, Burgio G. 2015.** Toxicity of spirotetramat on solitary bee larvae, *Osmia cornuta* (Hymenoptera: Megachilidae), in laboratory conditions. *Journal of Apicultural Science.* 59(2): 73-83.
- Smith-Pardo AH, Evans GA, Dooley JW. 2012.** A review of the genus *Chrysomphalus* Ashmead (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) with descriptions of a new species and a new, related genus. *Zootaxa.* 3570: 1-24.
- Soltani Kh. 2015.** Toxicity of kaulin, spirotetramat and acetamipride on *Agonoscena pistaciae* and *Psyllaephagus pistaciae*. M.Sc. Thesis, University of Zabol, Zabol, Iran.
- Talebi Jahromi KH. 2011.** Pesticides Toxicology. University of Tehran Press, Tehran, 508 pp.