

اثرات آفت‌کش‌های استامی‌پراید، اسپیروتترامات و گوگرد روی پارامترهای زیستی کفشدوزک شکارگر (*Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae)

معصومه عرفانی ناطق^۱، کامران مهدیان^{۲*}، حمزه ایزدی^۳

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱

چکیده

کفشدوزک (*Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) از شکارگران مهم پسیل پسته می‌باشد. در این مطالعه، تأثیر سه آفت‌کش استامی‌پراید، اسپیروتترامات و گوگرد روی میزان مرگ‌ومیر لاروهای سن اول و چهارم، درصد بقا حشرات کامل، طول دوره رشدی مراحل مختلف و ویژگی‌های تولیدمثلی و تغذیه کفشدوزک *H. variegata* بررسی شد. تخم، لارو سن اول، لارو سن چهارم و حشره کامل ماده در معرض تماس با دزهای مختلف این آفت‌کش‌ها قرار گرفتند. کلیه آزمایش‌ها تحت طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شدند. نتایج نشان دادند که آفت‌کش‌های مختلف با دزهای متفاوت استفاده شده، تأثیر منفی روی طول دوره رشدی تخم، لارو، شفیره و دوره پیش از تخم‌ریزی و همچنین پارامترهای درصد تفریح تخم و خروج حشرات کامل داشتند. روند تغذیه حشرات کامل تیمار شده نیز نشان داد که تأثیر هر سه آفت‌کش وابستگی مستقیم به غلظت دارد. همچنین، نتایج نشان داد که باروری و تولیدمثل کفشدوزک *H. variegata* تحت تأثیر تیمارهای مختلف آفت‌کش و دزهای متفاوت قرار گرفت. بیشترین میزان کاهش پارامترهای میزان تخم‌ریزی حشرات ماده، درصد تفریح تخم، میانگین تخم‌ریزی روزانه حشرات ماده و همچنین درصد بقا حشرات کامل در آفت‌کش استامی‌پراید و در دز مزرعه مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد استامی‌پراید برای استفاده در کنترل تلفیقی پسیل معمولی پسته همراه با *H. variegata* گزینه مناسبی نیست ولی استفاده از آفت‌کش‌های جایگزین مانند اسپیروتترامات و آفت‌کش‌های معدنی مانند گوگرد با تأثیر کمتر روی این کفشدوزک و با انجام آزمایشات تکمیلی می‌تواند به کشاورزان در استفاده بهینه از آن‌ها در کنترل تلفیقی آفت و کاهش خسارت آن کمک کند.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای رشدی، پسیل معمولی پسته، کنترل تلفیقی، ویژگی‌های تولیدمثلی

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر عجلو، رفسنجان، رفسنجان، ایران

^۲ دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر عجلو، رفسنجان، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: KamranMahdian@vru.ac.ir

^۳ استاد، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر عجلو، رفسنجان، رفسنجان، ایران

مقدمه

در مدیریت تلفیقی آفات انتخابی بودن حشره‌کش‌ها یکی از مهمترین نیازها است. این حشره‌کش‌ها باید بر علیه آفات موثر باشند ولی از ایمنی بالایی برای دشمنان طبیعی برخوردار باشند. دشمنان طبیعی اغلب حساسیت بالایی به حشره‌کش‌های با دوام در مقایسه با میزبان‌ها و طعمه‌های خود نشان می‌دهند (Croft, 1990; Ruberson *et al.*, 1998; Xu *et al.*, 2022). این حساسیت بالا توسط عوامل مختلفی مثل رفتار جستجوگری فعال، ظرفیت سم‌زدایی کمتر، تنوع ژنتیکی پایین‌تر و محدودیت غذایی بیشتر می‌باشد (Johnson & Tabashnik, 1999). حفاظت و افزایش جمعیت دشمنان طبیعی از مهمترین اجزا برنامه‌های مدیریت مبارزه با آفات است که اغلب به دلیل ناسازگاری بین حشره‌کش‌های مورد استفاده در کنترل آفات و دشمنان طبیعی محدود می‌شود. ایجاد مشکلات زیست‌محیطی فراوان ناشی از مصرف بالای آفت‌کش‌ها در باغات پسته و ایجاد مقاومت نسبت به آفت‌کش‌های مختلف که باعث گسترش و طغیان این آفات شده است، ضرورت بازنگری در کنترل شیمیایی برای کاهش میزان مصرف آفت‌کش‌ها و تشخیص و به‌کارگیری روش‌های غیرشیمیایی به‌ویژه کنترل بیولوژیک را ایجاب می‌کند (Hassani *et al.*, 2009). (Coleoptera: کفشدوزک)

Hippodamia variegata Coccinellidae گونه‌ای با

پراکنش بسیار زیاد در منطقه پالئارکتیک بوده که به منطقه نئارکتیک نیز منتقل شده است (Obrzycki & Orr, 1990). این کفشدوزک یک‌گونه پلی‌فاژ بوده که به شته‌ها و شپشک‌های درختان میوه حمله می‌کند (Gordon, 1987; Mehrnejad *et al.*, 2011). همچنین تخم‌ها و پوره‌های پسپیل معمولی پسته *Agonoscyta pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) برای این کفشدوزک در باغ‌های پسته است (Asghari *et al.*, 2012; Mehrnejad & Copland, 1998).

علاوه بر اثرات مستقیم آفت‌کش‌ها که بر اساس میزان مرگ‌ومیر برآورد می‌شود، غلظت‌های زیر کشنده آفت‌کش‌ها روی فیزیولوژی و رفتار دشمنان طبیعی نیز مؤثر است (Johnson & Tabashnik, 1999; Dong *et al.*, 2023). اثرات زیرکشندگی ممکن است به‌صورت کاهش طول دوره زندگی (Obrycki & Kring, 1998)، میزان رشد (Vinson, 1974)، باروری (Grosch & Hoffman, 1973; Stark *et al.*, 1992; Peiru *et al.*, 2023)، زادآوری (Graepel, 1982; Stark *et al.*, 1992; Rezaei *et al.*, 2007)، تغییر در نسبت جنسی (Abbas *et al.*, 2022; Vinson, 1974)، تغییر در رفتارهایی مانند تغذیه (Desneux *et al.*, 2006; Bibi *et al.*, 2022)

پسته و مزارع یونجه مؤسسه تحقیقات پسته کشور در رفسنجان (عرض جغرافیایی $39^{\circ}28'30''$ و طول جغرافیایی $55^{\circ}93'89''$) جمع‌آوری و درون ظروف پلاستیکی به ابعاد $14 \times 8 \times 5$ سانتی‌متر به آزمایشگاه منتقل شده و در شرایط آزمایشگاهی (دمای 25 ± 3 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 10 درصد و دوره نوری $8:16$ روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند. برای پرورش کفشدوزک در آزمایشگاه از ظروف پرورش پلاستیکی به ابعاد $23 \times 11 \times 6$ سانتی‌متر استفاده شده که در قسمت بالای آن یک سوراخ پوشیده شده توسط توری، به‌منظور تبادل هوا تعبیه شده و داخل اتاقک رشد با شرایط آزمایشگاهی (دمای 25 ± 3 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 10 درصد و دوره نوری $8:16$ روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند. بازدید روزانه ظرف‌ها برای تأمین غذای حشرات و رطوبت داخل آن‌ها به‌طور منظم انجام شد. به‌منظور جلوگیری از رشد قارچ‌ها، برگ‌های درون ظرف‌های پرورش روزانه تعویض، برگ‌های دارای تخم جدا و به پتری‌های جداگانه منتقل شدند. جیره غذایی مورد استفاده برای پرورش کفشدوزک شامل تخم و پوره پسیل پسته بود. پسیل پسته به‌صورت روزانه از روی درختان بدون سمپاشی پسته مرکز تحقیقات پسته کشور در رفسنجان جمع‌آوری شده و به‌صورت تازه در اختیار کفشدوزک‌ها قرار گرفت. کفشدوزک‌های استفاده

جستجوگری (Dabrowski, 1969; Talebi et al., 2022) و تخم‌گذاری (Lawrence, 1981) باشد. هم‌چنین عقیم شدن و دورکنندگی نیز در بررسی‌های آزمایشگاهی دیده شده است (Croft, 1990). در این تحقیق اثر دو حشره کش استامی‌پراید و اسپیروتترامات و عنصر گوگرد که در باغات پسته برای مبارزه با آفات مختلف به کار می‌روند روی کفشدوزک *H. variegata* مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از این تحقیق مشخص کردن سمیت این سه حشره‌کش روی لارو سن اول، چهارم و کفشدوزک‌های بالغ ماده بود. علاوه بر این ویژگی‌های تولیدمثلی، پارامترهای زیستی و رفتار تغذیه‌ای کفشدوزک وقتی با نصف دوز توصیه شده مورد آزمایش قرار گرفت بررسی شد. با توجه به این‌که کفشدوزک *H. variegata* به عنوان عامل کنترل بیولوژیک در موارد مشخص معرفی شده است، بنابراین میزان حساسیت آن به حشره‌کش‌های شیمیایی از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج این تحقیق می‌تواند کنترل تلفیقی پسیل پسته را با تاکید بر حفاظت از کفشدوزک *H. variegata* بهبود بخشد.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

به‌منظور ایجاد کلنی آزمایشگاهی، حشرات کامل نر و ماده کفشدوزک *H. variegata* از روی درختان

شده در این تحقیق از نسل چهارم پرورش آزمایشگاهی بودند.

حشره‌کش‌ها

حشره‌کش‌های مورد استفاده در این تحقیق، شکل فرموله شده استامی‌پراید (SP20%)، اسپیروتترامات (SC10%) و قارچ‌کش و کنه‌کش غیرسیستمیک گوگرد (SC 80%) بودند که به ترتیب متعلق به شرکت‌های خزر سم، بایر آلمان و آریا شیمی بودند و از فروشندگان تجاری خریداری شدند.

تأثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش‌ها روی درصد

مرگ‌ومیر لارو سن اول و چهارم کفشدوزک

variegata

تعداد ۶۰ عدد لارو سن اول و چهارم (با سن کمتر از ۱۲ ساعت از ظهور) کفشدوزک *H. variegata* در سه تکرار ۲۰ تایی در تماس با دزهای مختلف آفت‌کش‌ها شامل دز توصیه‌شده در مزرعه (استامی‌پراید ۲۵۰ گرم در هزار، اسپیروتترامات ۰/۵ در هزار و گوگرد ۲ در هزار)، نصف دز توصیه‌شده و دو برابر دز توصیه‌شده در پتری دیش‌های شیشه‌ای به قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفتند. حشره‌کش‌ها با آب مقطر رقیق گردید و بوسیله برج پاشش (Potter Spray Tower (BS00282) Standard Model) به سطح داخل پتری دیش پاشیده شد. هر پتری دیش با ۶۰۰ میکرولیتر از محلول

حشره‌کش در فشار ۱ بار محلول‌پاشی شد که به این ترتیب ۱/۵ میلی‌گرم از محلول در ۱ سانتیمتر مربع از سطح پتری دیش قرار گرفت. برای تیمارهای شاهد پتری دیش‌ها با ۶۰۰ میکرولیتر آب مقطر محلول‌پاشی شد. پتری دیش‌های محلول‌پاشی شده تا زمان خشک شدن محلول در دمای اتاق نگهداری شدند. سپس تیمارها در داخل پتری دیش قرار گرفتند. سطح بالای پتری دیش‌ها توسط پارچه توری جهت تبادلات هوا پوشیده شد. میزان مرگ‌ومیر لاروها بعد از ۲۴ ساعت ثبت شد.

تأثیر آفت‌کش‌ها روی پارامترهای زیستی

کفشدوزک *H. variegata*

بدین منظور تخم‌های دو روزه کفشدوزک *H. variegata* به مدت ۵ ثانیه در دزهای تهیه‌شده آفت‌کش (شامل دز توصیه‌شده در مزرعه (استامی‌پراید ۲۵۰ گرم در هزار، اسپیروتترامات ۰/۵ در هزار و گوگرد ۲ در هزار)، نصف دز توصیه‌شده و دو برابر دز توصیه‌شده) فروبرده شده (جهت تیمار شاهد تخم‌های دو روزه کفشدوزک *H. variegata* به مدت ۵ ثانیه در آب مقطر قرار گرفت) و سپس به مدت یک ساعت در معرض جریان هوا قرار گرفت تا خشک شوند. هر کدام از تخم‌های تیمار شده به صورت جداگانه داخل پتری دیش به قطر ۶ سانتی‌متر و روی یک قطعه کاغذ صافی قرار گرفت و داخل انسکتاریوم نگهداری شدند. در پتری‌دیش‌ها مجهز به

سوراخ پوشیده شده با توری ارگانزا جهت تهویه هوا بود. وضعیت تخم‌ها روزانه و تا زمان تبدیل شدن آن‌ها به حشره کامل مورد بررسی قرار گرفت. سنین مختلف لاروی و حشرات کامل کفشدوزک با پوره‌های پسیل پسته که مازاد نیاز آنها بود تغذیه شدند. درصد تفریح تخم، مدت‌زمان رشد و نمو دوره لاروی و شفیرگی، درصد خروج حشرات کامل از شفیره و طول دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل اندازه‌گیری و ثبت شدند. این آزمایش در سه تکرار بیست‌تایی انجام گرفت.

تأثیر آفت‌کش‌ها روی رفتار تغذیه‌ای کفشدوزک

H. variegata

تعداد ۱۰ عدد حشره کامل ماده کفشدوزک *H. variegata* که دو هفته از عمر آن‌ها گذشته بود، به محض مشاهده اولین جفت‌گیری به‌طور تصادفی انتخاب و در پتری دیش‌هایی به قطر ۶ سانتی‌متر قرار داده شدند. در این آزمایش از دیسک برگ‌گی پسته برای پوشش کف پتری دیش استفاده شد. به‌منظور تعیین میزان تغذیه حشرات ماده کفشدوزک از پوره‌های پسیل تیمار شده با آفت‌کش‌های مورد آزمایش در غلظت‌های ذکر شده در آزمایش بالا، ابتدا برگ‌های پسته آلوده به پسیل را به مدت ۱۰ ثانیه در محلول حاوی آفت‌کش فروبرده و پس از گذشت ۳۰ دقیقه ۷۰ عدد پوره پسیل سن چهار و پنج زنده جمع‌آوری و داخل پتری دیش حاوی دیسک

برگی پسته قرار گرفت. سپس یک عدد کفشدوزک ماده در پتری دیش رهاسازی شد. در طول مدت آزمایش هرروز پوره‌های باقیمانده از روز قبل جمع‌آوری شده و پوره‌های تازه تیمار شده در اختیار شکارگر قرار گرفت. میزان تغذیه کفشدوزک از آفت به مدت ۱۴ روز شمارش و ثبت شد. در مورد هر تیمار تعداد تکرارها در شروع آزمایش ۱۰ کفشدوزک بود.

تأثیر آفت‌کش‌ها روی درصد مرگ‌ومیر بالغین،

باروری ماده‌ها و درصد تفریح تخم کفشدوزک *H.*

variegata

۶۰ جفت از حشرات بالغ کفشدوزک در سه تکرار ۲۰ تایی با سن دو هفته انتخاب شد. با استفاده از برج پاشش (با خصوصیات پاشش مطابق آزمایش تاثیر آفت‌کش‌ها روی لاروها) کفشدوزک‌ها در معرض غلظت‌های تهیه‌شده از آفت‌کش‌ها (دز توصیه‌شده در مزرعه، نصف دز توصیه‌شده و دو برابر دز توصیه‌شده) قرار گرفتند. کفشدوزک‌ها در تیمار شاهد در معرض آب مقطر قرار گرفتند. مرگ‌ومیر کفشدوزک‌ها پس از ۲۴ ساعت ثبت شد. سپس تعداد ۲۰ جفت از کفشدوزک‌های زنده مانده در هر غلظت بصورت جداگانه در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری قرار گرفتند و به‌صورت روزانه با پسیل تغذیه شدند. در این مدت تعداد تخم‌های گذاشته‌شده توسط هر فرد ماده تا آخر عمر آن به‌صورت

روزانه ثبت شد و دسته تخم‌ها در هر روز به صورت جداگانه نگهداری شدند؛ تا لاروها از تخم خارج شوند. در صورت مرگ حشره نر با حشره نر تیمار شده جایگزین می‌شد و ماده‌هایی که در مدت پنج روز مردند در تجزیه و تحلیل آماری حذف شدند. در این آزمایش درصد بقا حشرات کامل، تعداد کل تخم‌های گذاشته‌شده توسط هر فرد ماده و میزان تفریح دسته تخم‌ها ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری

مقایسه تاثیر آفت‌کش‌ها در مرگ و میر لارو و حشره کامل کفشدوزک، تاثیر بر پارامترهای زیستی شامل درصد تفریح تخم، مدت‌زمان رشد و نمو دوره لاروی و شفیرگی، درصد خروج حشرات کامل از شفیره و طول دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل، باروری حشرات ماده و تاثیر آفت‌کش‌ها بر میزان تغذیه حشرات کامل ماده کفشدوزک با آنالیز واریانس یک طرفه و در ادامه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. نرمال بودن داده‌ها قبل از آزمون آنالیز واریانس مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با کمک نرم‌افزار SAS و از نرم‌افزار اکسل برای رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج

تأثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش‌ها روی درصد

مرگ‌ومیر لارو سن اول و چهارم کفشدوزک *H.*

variegata

نتایج تاثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش‌ها

روی درصد مرگ‌ومیر لارو سن اول و چهارم کفشدوزک

H. variegata در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

نتایج بیانگر اختلاف معنی‌دار در درصد مرگ‌ومیر لارو

سن اول کفشدوزک *H. variegata* در تیمارهای مختلف

آفت‌کش می‌باشد ($F= 2213.65$, $df= 2,6$, $P<$

0.0001) بیشترین درصد مرگ‌ومیر لارو سن اول در دز

مزرعه مربوط به استامپی‌پراید به میزان $61/12 \pm 1/06$ و

کمترین درصد مرگ‌ومیر مربوط به گوگرد به میزان

$17/0 \pm 09/75$ مشاهده گردید. همچنین در غلظت نصف

دز مزرعه آفت‌کش استامپی‌پراید تفاوت معنی‌دار را نسبت

به گوگرد و اسپیروتترامات از خود نشان داد اما

آفت‌کش‌های گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار را

نشان ندادند. در غلظت دو برابر دز هر سه تیمار آفت‌کش

دارای تفاوت معنی‌دار بودند به طوری که بیشترین درصد

مرگ‌ومیر مربوط به تیمار استامپی‌پراید به میزان

$86/0 \pm 66/58$ و کمترین مربوط به گوگرد به میزان

$23/0 \pm 63/9$ مشاهده گردید (جدول ۱). نتایج بیانگر این

بود که گوگرد حتی در دو برابر دز توصیه شده دارای اثر

تفاوت معنی‌دار نشان داد ($F= 94.83, df= 2,6, P< 0.0001$). همچنین در آفت‌کش اسپیروتترامات نیز بین سه غلظت تفاوت معنی‌دار در درصد مرگ و میر لارو سن اول مشاهده گردید ($F= 176.48, df= 2,6, P< 0.0001$). بیشترین درصد مرگ‌ومیر مربوط به دز دو برابر به میزان $30/18 \pm 1/04$ و کمترین مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $10/14 \pm 0/58$ مشاهده شد. در کل بیشترین میزان مرگ‌ومیر لارو سن اول کفشدوزک در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید در غلظت دو برابر دز توصیه‌شده در مزرعه به میزان $86/66 \pm 0/58$ و کمترین میزان در تیمار گوگرد در غلظت نصف دز توصیه‌شده در مزرعه به مقدار $10/14 \pm 0/58$ مشاهده گردید (جدول ۱).

به‌مراتب کمتری در مرگ‌ومیر لاروهای کفشدوزک می‌باشد. همچنین اختلاف معنی‌دار در میزان مرگ‌ومیر لارو سن اول کفشدوزک *H. variegata* در غلظت‌های مختلف آفت‌کش وجود دارد ($F= 118.46, df= 2,6, P< 0.0001$). به‌طوری‌که غلظت‌های نصف دز، دز مزرعه و دو برابر در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، تفاوت معنی‌دار را نشان دادند که بیشترین درصد مرگ‌ومیر مربوط به دز دو برابر به میزان $86/66 \pm 0/58$ و کمترین مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $31/28 \pm 0/57$ مشاهده شد ($F= 118.46, df= 2,6, P< 0.0001$). در تیمار آفت‌کش گوگرد درصد مرگ و میر لارو سن اول در هر سه غلظت

جدول ۱- درصد مرگ‌ومیر لارو سن اول کفشدوزک *Hippodamia variegata* (SE± میانگین) در تیمارهای مختلف آفت‌کش‌ها در غلظت‌های مختلف

غلظت (بر اساس دز توصیه‌شده)*			
تیمار آفت‌کش	نصف دز مزرعه	دز مزرعه	دو برابر دز مزرعه
استامی‌پراید	$31/28 \pm 0/57^{aC}$	$61/12 \pm 1/06^{aB}$	$86/66 \pm 0/58^{aA}$
گوگرد	$8/02 \pm 0/69^{bC}$	$17/09 \pm 0/75^{cB}$	$23/63 \pm 0/94^A$
اسپیروتترامات	$10/14 \pm 0/58^{bC}$	$19/11 \pm 0/57^{bB}$	$30/18 \pm 1/04^{bA}$

* دز توصیه‌شده در مزرعه استامی‌پراید (SP20%) ۲۵۰ گرم در هزار، اسپیروتترامات (SC10%) ۰/۵ در هزار و گوگرد (SC 80%) ۲ در هزار

میانگین‌های دارای حروف کوچک مشابه در هر ستون و میانگین‌های دارای حروف بزرگ مشابه در هر ردیف از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار نیستند (آزمون چند دامنه دانکن، $P= 0.05$)

سن چهارم کفشدوزک *H. variegata* به‌طور معنی‌دار متفاوت بود ($F= 8.53, df= 2,6, P< 0.0025$) (جدول

بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که تأثیر آفت‌کش‌های مختلف روی میزان مرگ‌ومیر لارو

0.0001). که بیشترین درصد مرگ‌ومیر مربوط به دز دو برابر به میزان $14/11 \pm 2/88$ و کمترین مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $3/78 \pm 1/24$ مشاهده شد. در تیمار آفت‌کش اسپیروتترامات بین سه غلظت مختلف، تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($F= 66.29, df= 2,6, P<$). که بیشترین درصد مرگ‌ومیر به میزان $23/37 \pm 4/62$ و کمترین به میزان $13/6 \pm 1/66$ مشاهده شد. در کل بیشترین میزان مرگ‌ومیر لارو سن چهارم کفشدوزک در غلظت دو برابر دز توصیه‌شده در مزرعه و کمترین مرگ‌ومیر هم مربوط به دز نصف مزرعه بود. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین میزان مرگ‌ومیر در تیمارهای مربوط به آفت‌کش استامی‌پراید مشاهده شد (جدول ۴-۲).

۲). به طوری که در دز مزرعه تیمار آفت‌کش استامی‌پراید تفاوت معنی‌دار را نسبت به گوگرد و اسپیروتترامات از خود نشان داد اما آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار نداشتند. استامی‌پراید با میانگین $44/3 \pm 66/33$ درصد بیشترین و گوگرد با میانگین $9/1 \pm 44/66$ درصد کمترین میزان درصد مرگ‌ومیر را در لارو سن چهارم کفشدوزک داشتند. در دو برابر دز مزرعه نیز هر سه تیمار آفت‌کش تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بیشترین میزان درصد مرگ‌ومیر لارو سن چهارم به مقدار $68/66 \pm 3/33$ مربوط به استامی‌پراید و کمترین میزان مرگ‌ومیر مربوط به گوگرد به مقدار $14/2 \pm 11/88$ مشاهده شد (جدول ۲).

همچنین تأثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش روی درصد مرگ‌ومیر لارو سن چهارم کفشدوزک *H. variegata* دارای تفاوت معنی‌دار بود. به طوری که در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید بین سه غلظت متفاوت دز مزرعه و نصف دز و دو برابر دز تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($F= 76.43, df= 2,6, P< 0.0001$). بیشترین درصد مرگ و میر به میزان $68/66 \pm 3/33$ مربوط به دز دو برابر و کمترین به میزان $19/05 \pm 2/88$ مربوط به نصف دز می‌باشد. در آفت‌کش گوگرد نیز، هر سه غلظت تفاوت معنی‌دار را نشان دادند ($F= 53.72, df= 2,6, P<$

جدول ۲- درصد مرگومیر اصلاح شده لارو سن چهارم کفشدوزک *Hippodamia variegata* (SE± میانگین) در تیمارهای مختلف آفت کش ها در غلظت های مختلف

تیمار آفت کش	غلظت (بر اساس دز توصیه شده)*		
	دو برابر دز مزرعه	دز مزرعه	نصف دز مزرعه
استامی پراید	۶۸/۶۶±۳/۳۳ ^{aA}	۴۴/۶۶±۳/۳۳ ^{aB}	۱۹/۰۵±۲/۸۸ ^{aC}
گوگرد	۱۴/۱۱±۲/۸۸ ^{cA}	۹/۴۴±۱/۶۶ ^{bB}	۳/۷۸±۱/۲۴ ^{cC}
اسپیروتترامات	۲۳/۳۷±۴/۶۲ ^{bA}	۱۶/۲۱±۴/۴ ^{bB}	۱۳/۶±۱/۶۶ ^{bC}

* دز توصیه شده در مزرعه استامی پراید (SP20%) ۲۵۰ گرم در هزار، اسپروتترامات (SC10%) ۰/۵ در هزار و گوگرد (SC 80%) ۲ در هزار

میانگین های دارای حروف کوچک مشابه در هر ستون و میانگین های دارای حروف بزرگ مشابه در هر ردیف از نظر آماری دارای تفاوت معنی دار نیستند (آزمون چند دامنه دانکن، P= 0.05)

تأثیر آفت کش ها روی پارامترهای زیستی

کفشدوزک *H. variegata*

نتایج تاثیر آفت کش ها روی پارامترهای زیستی کفشدوزک *H. variegata* در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که تأثیر غلظت آفت کش روی طول دوره جنینی تخم کفشدوزک ($F=$) 8.33, $df= 2,6$, $P< 0.0008$) روی طول کل دوره لاروی ($F= 3.66$, $df= 2, 6$, $P< 0.0331$)، طول دوره شفیرگی ($F= 3.47$, $df= 2, 6$, $P< 0.0046$) و طول دوره پیش از تخم ریزی ($F= 6.03$, $df= 2, 6$, $P< 0.0046$) معنی دار بود. به طوری که در تیمارهای آفت کش استامی پراید، اسپروتترامات و گوگرد بین دو غلظت دز مزرعه و نصف دز تفاوت معنی دار مشاهده نشد اما در غلظت دو برابر دز، تفاوت معنی دار نشان دادند. بنابراین نتایج نشان داد

طول دوره جنینی تخم در همه تیمارها در غلظت دو برابر دز مزرعه دارای بیشترین تأثیر بود (جدول ۳). همچنین بین تیمارهای مختلف آفت کش و شاهد نیز تفاوت معنی دار در طول دوره جنینی تخم ($F= 16.89$) تفاوت معنی دار مشاهده گردید به طوری که در $df= 3, 8$, $P< 0.0001$) غلظت دز مزرعه بیشترین طول دوره تخم در تیمار آفت کش استامی پراید با طول دوره ۳ روز بود در صورتی که اسپروتترامات و گوگرد با هم تفاوت معنی دار را نشان ندادند. همچنین در غلظت نصف دز و دو برابر دز مزرعه تیمار آفت کش استامی پراید تفاوت معنی دار را با تیمار آفت کش اسپروتترامات و گوگرد نشان داد ولی اسپروتترامات و گوگرد از نظر آماری تفاوت معنی دار نداشتند.

نتایج تاثیر آفت کشها بر طول دوره لاروی نشان داد در هر سه غلظت بیشترین تاثیر در افزایش طول دوره

استامی‌پراید تفاوت معنی‌دار را با گوگرد و اسپیروتترامات نشان داد اما گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار را از نظر آماری نشان ندادند. بیشترین دوره لاروی مربوط به آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $9/6 \pm 0/5$ و کمترین مربوط به آفت‌کش گوگرد به میزان $7 \pm 0/54$ مشاهده شد. همچنین در نصف دز مزرعه آفت‌کش استامی‌پراید تفاوت معنی‌دار با گوگرد و اسپیروتترامات و شاهد نشان داد، اما گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار را نسبت به هم نشان ندادند. بیشترین دوره لاروی مربوط به آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $8/8 \pm 0/86$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $6 \pm 0/44$ بود. در غلظت دو برابر دز، کل دوره لاروی در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید تفاوت معنی‌دار را نسبت به گوگرد و اسپیروتترامات نشان داد، اما بین تیمار گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار وجود نداشت و طولانی‌ترین کل دوره لاروی در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید مشاهده شد (جدول ۳).

بیشترین تاثیر آفت‌کش‌های مورد آزمایش در طول دوره شفیرگی در غلظت دو برابر و دز مزرعه و کمترین تاثیر در غلظت نصف دز مزرعه در هر سه آفت‌کش بود و در دو غلظت دز مزرعه و دو برابر دز مزرعه اختلافی بین دو آفت‌کش از نظر تاثیر بر طول دوره شفیرگی وجود نداشت. (جدول ۳). همچنین بین

لاروی مربوط به آفت‌کش استامی‌پراید بود و کمترین تاثیر را آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات داشتند. تاثیر غلظت آفت‌کش روی طول کل دوره لاروی کفشدوزک معنی‌دار بود. به طوری که تیمار آفت‌کش استامی‌پراید در سه غلظت نصف دز، دز مزرعه و دو برابر دز تفاوت معنی‌دار را نشان داد ($F= 3.66, df= 2, 6, P< 0.0331$) بطوری که بیشترین دوره لاروی مربوط به دو برابر دز به میزان $10 \pm 0/89$ و کمترین مربوط به نصف دز به میزان $8/8 \pm 0/86$ مشاهده شد. همچنین در کل دوره لاروی در تیمار آفت‌کش گوگرد نیز، در ۳ دز مختلف تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید، که بیشترین دوره لاروی مربوط به دو برابر دز به میزان $8/2 \pm 0/37$ و کمترین مربوط به نصف دز به میزان $6 \pm 0/44$ مشاهده شد. در تیمار آفت‌کش اسپیروتترامات، طول کل دوره لاروی در نصف دز مزرعه و دز مزرعه تفاوت معنی‌دار را نشان نداد. ولی با دو برابر دز مزرعه تفاوت معنی‌دار وجود داشت که بیشترین دوره لاروی مربوط به دو برابر دز به میزان $8/8 \pm 0/58$ و کمترین مربوط به نصف دز به میزان $7/6 \pm 0/76$ مشاهده گردید (جدول ۳).

همچنین بین تیمارهای مختلف آفت‌کش و شاهد نیز تفاوت معنی‌دار روی کل دوره لاروی ($F= 24.18, df= 3, 8, P< 0.0001$) مشاهده گردید. به طوری که در غلظت دز مزرعه تیمار آفت‌کش

تیمارهای مختلف آفت‌کش و شاهد، تفاوت معنی‌دار روی طول دوره شفیرگی ($F= 4.89, df= 3, 8, P< 0.0048$) مشاهده شد. به طوری که در مزرعه بیشترین طول دوره شفیرگی در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $2/8 \pm 0/48$ مشاهده شد که تفاوت معنی‌دار را با گوگرد و اسپیروتترامات نشان داد. اما آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات با میانگین $2/0 \pm 0/31$ و $2/4 \pm 0/5$ تفاوت معنی‌دار را نشان ندادند. همچنین در غلظت نصف دز مزرعه و دو برابر دز، طول دوره شفیرگی در ۳ تیمار آفت‌کش استامی‌پراید و گوگرد و اسپیروتترامات از نظر آماری تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید (جدول ۳).

در پژوهش انجام‌شده نتایج نشان داد که تأثیر غلظت آفت‌کش روی دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل کفشدوزک ($F= 6.03, df= 2, 6, P< 0.0046$) معنی‌دار بود به این صورت که در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، در غلظت‌های نصف دز، دز مزرعه و دو برابر تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیشترین دوره پیش از تخم‌ریزی مربوط به دو برابر دز و کمترین مربوط به نصف دز دیده شد. آفت‌کش گوگرد در غلظت‌های نصف دز و دز مزرعه، تفاوت معنی‌دار در دوره پیش از تخم‌ریزی نشان نداد اما با دز دو برابر تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

در تیمار آفت‌کش اسپیروتترامات در هر سه غلظت نصف دز، دز مزرعه و دو برابر دز تفاوت معنی‌دار در دوره پیش از تخم‌ریزی مشاهده گردید. بیشترین دوره پیش از تخم‌ریزی مربوط به دو برابر دز و کمترین مربوط به نصف دز ثبت شد (جدول ۳).

همچنین بین تیمارهای مختلف آفت‌کش و شاهد نیز تفاوت معنی‌دار روی دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات کامل ($F= 22.81, df= 3, 8, P< 0.0001$) مشاهده شد. به طوری که در غلظت دز مزرعه، تفاوت معنی‌دار بین سه تیمار آفت‌کش استامی‌پراید و گوگرد و اسپیروتترامات مشاهده گردید. بیشترین دوره پیش از تخم‌ریزی مربوط به آفت‌کش استامی‌پراید و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد بود. در غلظت نصف دز مزرعه نیز آفت‌کش استامی‌پراید تفاوت معنی‌دار نسبت به گوگرد و اسپیروتترامات نشان داد اما دو تیمار آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار را نسبت به هم نشان ندادند. در غلظت دو برابر دز نیز، آفت‌کش‌های استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار را نسبت به هم نشان دادند. (جدول ۳).

جدول ۳- طول دوره رشدی مراحل مختلف زندگی کفشدوزک *Hippodamia variegata* (SE میانگین) در تیمارهای مختلف آفت‌کش‌ها در غلظت‌های مختلف

غلظت (بر اساس دز توصیه‌شده)*			تیمار آفت‌کش	مرحله رشدی (روز)
دو برابر دز مزرعه	دز مزرعه	نصف دز مزرعه		
۴/۰±۰/۳۱ ^{aA}	۳/۱±۰/۳۱ ^{aB}	۳/۰±۰/۳۱ ^{aB}	استامی‌پراید	طول دوره تخم (روز)
۳/۰±۰/۳۱ ^{bA}	۲/۲±۰/۳۱ ^{bB}	۲/۰±۰/۳۱ ^{bB}	گوگرد	
۳/۱±۰/۳۱ ^{bA}	۲/۰±۰/۳۱ ^{bB}	۲/۱±۰/۳۱ ^{bB}	اسپیروتترامات	
۱/۰±۰/۲۱ ^{cA}	۱/۰±۰/۲۴ ^{cA}	۱/۰±۰/۲۴ ^{cA}	شاهد	
۱۰±۰/۸۹ ^{aA}	۹/۶±۰/۵ ^{aB}	۸/۸±۰/۸۶ ^{aC}	استامی‌پراید	کل دوره لاروی (روز)
۸/۲±۰/۳۷ ^{bA}	۷±۰/۵۴ ^{bB}	۶±۰/۴۴ ^{bC}	گوگرد	
۸/۸±۰/۵۸ ^{bA}	۷/۸±۰/۵۸ ^{bB}	۷/۶±۰/۷۶ ^{bB}	اسپیروتترامات	
۵/۴±۰/۵ ^{cA}	۵/۴±۰/۵ ^{cA}	۵/۴±۰/۵ ^{bA}	شاهد	
۳/۲±۰/۳۷ ^{aA}	۲/۸±۰/۴۸ ^{aB}	۲/۲±۰/۳۷ ^{aB}	استامی‌پراید	دوره شفیرگی (روز)
۳/۰±۰/۳۱ ^{aA}	۲/۰±۰/۳۱ ^{bB}	۲/۰±۰/۳۱ ^{aB}	گوگرد	
۳/۰±۰/۳۱ ^{aA}	۲/۴±۰/۵ ^{bB}	۲/۲±۰/۳۷ ^{aB}	اسپیروتترامات	
۱/۶±۰/۴ ^{bA}	۱/۶±۰/۴ ^{cA}	۱/۶±۰/۴ ^{bA}	شاهد	
۸/۶±۰/۶۷ ^{aA}	۸/۸±۱/۱۵ ^{aB}	۵/۶±۰/۵ ^{aC}	استامی‌پراید	پیش از تخم‌ریزی (روز)
۵/۴±۰/۸ ^{cA}	۴/۹±۰/۶۷ ^{cB}	۴/۸±۰/۳۷ ^{bB}	گوگرد	
۶/۹±۰/۴۴ ^{bA}	۷±۱/۰۴ ^{bB}	۴/۹±۰/۵۸ ^{bC}	اسپیروتترامات	
۴/۸±۰/۸ ^{dA}	۴/۸±۰/۳۷ ^{cA}	۴/۸±۰/۳۷ ^{bA}	شاهد	

* دز توصیه‌شده در مزرعه استامی‌پراید (250) (SP20%) گرم در هزار، اسپیروتترامات (5/0) (SC10%) در هزار و گوگرد (2) (SC 80%) در هزار

در هر مرحله رشدی، میانگین‌های دارای حروف کوچک مشابه در هر ستون و میانگین‌های دارای حروف بزرگ مشابه در هر ردیف از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار نیستند (آزمون چند دامنه دانکن، P= 0.05)

همچنین تأثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش‌ها روی درصد تفریح تخم، ($F= 219.23, df= 2, 6, P < 0.0001$) به طوری که در غلظت دز مزرعه درصد تفریح تخم در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیشترین درصد تفریح تخم مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $95/0 \pm 0/57$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $66/66 \pm 2/18$ بود. در غلظت نصف دز نیز، آفت‌کش استامی‌پراید با گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت

همچنین تأثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش‌ها روی درصد تفریح تخم، ($F= 219.23, df= 2, 6, P < 0.0001$) دارای تفاوت معنی‌دار بود. به طوری که در هر سه تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، اسپیروتترامات و گوگرد بیشترین درصد تفریح تخم مربوط به نصف دز و کمترین مربوط به دو برابر دز در هر تیمار بود (جدول ۴). همچنین بین تیمارهای مختلف آفت‌کش و شاهد نیز تفاوت معنی‌دار روی درصد تفریح تخم ($F=$

معنی دار را نشان دادند. بیشترین درصد تفریخ تخم مربوط به تیمار آفت کش گوگرد به میزان $98/0 \pm 0/57$ و کمترین مربوط به تیمار آفت کش استامی پراید به میزان $76/33 \pm 1/76$ مشاهده گردید. همچنین در غلظت دو برابر دز نیز تیمار آفت کش استامی پراید، تفاوت معنی دار با گوگرد و اسپیروترامات نشان داد اما گوگرد و اسپیروترامات تفاوت معنی دار را نشان ندادند. بیشترین درصد تفریخ تخم مربوط به تیمار آفت کش گوگرد به میزان $81/33 \pm 1/45$ و کمترین مربوط به تیمار آفت کش استامی پراید به میزان $39/66 \pm 2/02$ مشاهده شد (جدول ۴).

طبق نتایج این پژوهش تأثیر غلظت‌های مختلف آفت کش روی درصد خروج حشرات کامل از سفیره ($F=219.67, df=2, 6, P<0.0001$) دارای تفاوت معنی دار بود. به طوری که در تیمار آفت کش استامی پراید در غلظت‌های نصف دز و دز مزرعه و دو برابر دز تفاوت معنی دار وجود داشت. بیشترین درصد خروج حشرات کامل از سفیره مربوط به نصف دز گوگرد و کمترین مربوط به دو برابر دز استامی پراید بود. در تیمار آفت کش گوگرد در هر سه غلظت، تفاوت معنی دار وجود داشت. همچنین در تیمار آفت کش اسپیروترامات در غلظت‌های نصف دز و دز مزرعه و دو برابر دز تفاوت معنی دار وجود داشت (جدول ۴).

جدول ۴- درصد تفریخ تخم و درصد خروج حشرات کامل از سفیره، کفشدوزک *Hippodamia variegata* (SE \pm میانگین) در تیمارهای مختلف آفت کش‌ها در غلظت‌های مختلف

غلظت (بر اساس دز توصیه شده)*			تیمار آفت کش	مرحله رشدی (روز)
دو برابر دز مزرعه	دز مزرعه	نصف دز مزرعه		
$39/66 \pm 2/02^{aA}$	$66/66 \pm 2/18^{aB}$	$76/33 \pm 1/76^{aC}$	استامی پراید	درصد تفریخ تخم (روز)
$81/33 \pm 1/45^{bA}$	$95/0 \pm 0/57^{cB}$	$98/0 \pm 0/57^{bC}$	گوگرد	
$72/33 \pm 0/88^{bA}$	$86/33 \pm 1/76^{bB}$	$96/66 \pm 0/33^{cB}$	اسپیروترامات	
$97/66 \pm 0/88^{cA}$	$97/66 \pm 0/88^{cA}$	$97/66 \pm 0/88^{cA}$	شاهد	درصد خروج حشرات کامل (روز)
$56/52 \pm 0/57^{aA}$	$63/63 \pm 0/57^{aB}$	$68/13 \pm 0/06^{aC}$	استامی پراید	
$75/0 \pm 0/57^{cA}$	$86/36 \pm 0/57^{cB}$	$90/95 \pm 0/57^{cC}$	گوگرد	
$66/66 \pm 0/57^{bA}$	$73/33 \pm 0/57^{bB}$	$80/95 \pm 0/57^{bC}$	اسپیروترامات	(روز)
$98/66 \pm 1/33^{dA}$	$98/66 \pm 1/33^{dA}$	$98/66 \pm 1/33^{dA}$	شاهد	

* دز توصیه شده در مزرعه استامی پراید (250) (SP20%) گرم در هزار، اسپیروترامات (5/0) (SC10%) در هزار و گوگرد (2) (SC 80%) در هزار در هر ویژگی زیستی، میانگین‌های دارای حروف کوچک مشابه در هر ستون و میانگین‌های دارای حروف بزرگ مشابه در هر ردیف از نظر آماری دارای تفاوت معنی دار نیستند (آزمون چند دامنه دانکن، $P=0.05$)

خورده شده طی ۱۴ روز دوره‌ی آزمایشی در شکل ۱ آمده است. مطابق با نتایج حاصل، تفاوت معنی‌دار در میزان شکار خورده شده در دزهای مختلف وجود داشت. نتایج نشان داد میزان تغذیه کفشدوزک *H. variegata* از پوره‌های پسیل آلوده‌شده به آفت‌کش در تیمار استامی‌پراید کمترین میزان است، به طوری که بیشترین میزان اختلاف با تغذیه تیمار شاهد در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید مشاهده شد. همچنین در تمامی آفت‌کش‌ها، میزان تغذیه حشرات کامل کفشدوزک در حالتی که پوره‌های پسیل در معرض غلظت دو برابر دز توصیه‌شده مزرعه قرار گرفتند، کمتر از دو غلظت دیگر شامل دز توصیه‌شده در مزرعه و نصف دز توصیه‌شده در مزرعه بود (شکل ۱).

در تمامی تیمارها و دزهای مختلف، میزان پسیل خورده شده در تیمار شاهد بیش از تیمارهای آفت‌کش بود. در بین تیمارهای آفت‌کش و در کل دوره‌ی آزمایش، در نصف دز مزرعه، بالاترین میزان پسیل خورده شده مربوط به تیمار گوگرد و پایین‌ترین آن مربوط به تیمار استامی‌پراید بود. روند مشابهی در دز مزرعه‌ای مشاهده شد و بالاترین و پایین‌ترین پسیل خورده شده توسط کفشدوزک به ترتیب مربوط به تیمارهای گوگرد و استامی‌پراید بود. در دو برابر دز مزرعه، بالاترین و پایین‌ترین مقدار پسیل خورده شده توسط کفشدوزک

همچنین بین تیمارهای مختلف آفت‌کش و شاهد نیز تفاوت معنی‌دار روی درصد خروج حشرات کامل از شفیره ($F= 10.889$, $df= 3, 8$, $P< 0.0001$) مشاهده گردید. به طوری که در غلظت دز مزرعه درصد خروج حشرات کامل از شفیره در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیشترین درصد خروج حشرات کامل از شفیره در غلظت دز مزرعه مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $86/36 \pm 0/57$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $63/63 \pm 0/57$ دیده شد. همچنین در غلظت نصف دز مزرعه نیز بین هر سه آفت‌کش تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید. در این غلظت بیشترین درصد خروج حشرات کامل مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد و کمترین درصد مربوط به تیمار استامی‌پراید بود. در غلظت دو برابر دز نیز درصد خروج حشرات کامل، در هر سه آفت‌کش تفاوت معنی‌دار نشان دادند. بیشترین درصد خروج حشرات مربوط به آفت‌کش گوگرد و کمترین درصد، مربوط به تیمار استامی‌پراید بود (جدول ۴).

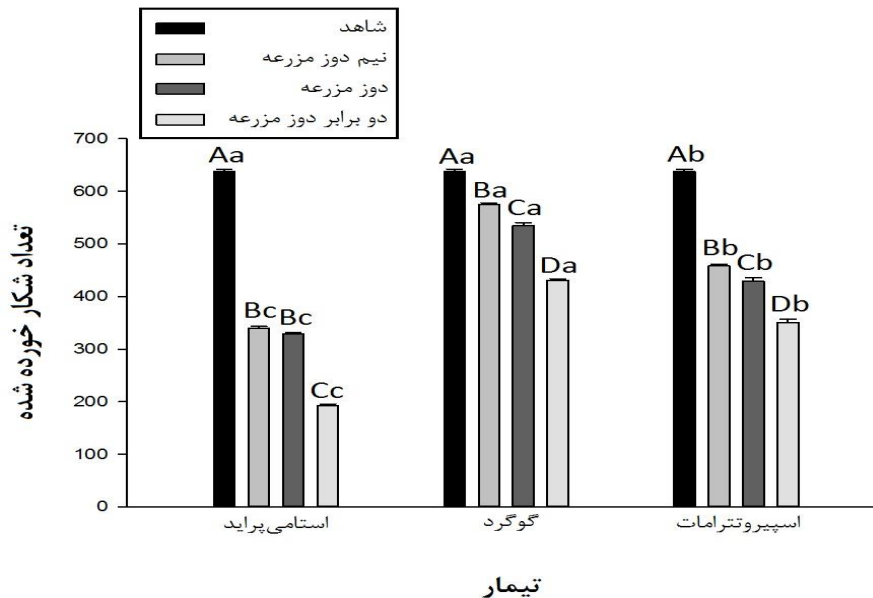
تأثیر آفت‌کش‌ها روی رفتار تغذیه‌ای کفشدوزک

H. variegata

نتایج مربوط به تأثیر غلظت‌های مختلف سموم استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات روی مجموع شکار

به ترتیب مربوط به تیمارهای گوگرد و استامی پراید بود

(شکل ۱).



شکل ۱- میزان (\pm میانگین) شکر خورده شده توسط حشرات کامل کفشدوزک *Hippodamia variegata* پس از تیمار طعمه با غلظت‌های مختلف استامی پراید، گوگرد و اسپیروتترامات. میانگین‌های نشان داده شده با حروف بزرگ (غلظت‌های مختلف سم) و حروف کوچک (هر غلظت از سموم مختلف) مشابه نشان‌دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن، $P < 0.5$).

تخم ($F=13.27$, $df= 3, 8$, $P < 0.0001$) به میزان قابل توجهی تحت تأثیر معنی‌دار آفت‌کش‌های مختلف قرار گرفتند و نسبت به شاهد نیز تفاوت معنی‌دار نشان دادند. همچنین بین میانگین تخم‌ریزی روزانه حشرات کامل ماده در تیمارهای مختلف حشره‌کش‌ها ($F=76.73$, $df= 3, 8$, $P < 0.0001$) تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

درصد بقا حشرات کامل ($F= 21.1$, $df= 3, 8$, $P < 0.0001$) در تیمار آفت‌کش

تأثیر آفت‌کش‌ها روی درصد مرگ‌ومیر بالغین و

باروری ماده‌ها و درصد تفریح تخم کفشدوزک *H.*

variegata

نتایج نشان داد که باروری و تولیدمثل کفشدوزک *H. variegata* تحت تأثیر تیمارهای مختلف آفت‌کش و غلظت‌های متفاوت آن‌ها قرار می‌گیرد. درصد بقا حشرات کامل ($F= 21.1$, $df= 3, 8$, $P < 0.0001$)

میزان تخم‌ریزی حشرات ماده در طی دو ماه ($F=76.82$, $df= 3, 8$, $P < 0.0001$) و درصد تفریح دسته‌های

هر سه تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات نسبت به هم تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیشترین میزان تخم‌ریزی مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $15/31 \pm 166/6$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $61/8 \pm 0/57$ مشاهده شد. در غلظت نصف دز مزرعه نیز، هر سه تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات نسبت به هم تفاوت معنی‌دار نشان دادند. بیشترین میزان تخم‌ریزی مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $12/65 \pm 171/8$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $74/0 \pm 9/27$ بود. در غلظت دو برابر دز مزرعه هر سه تیمار آفت‌کش استامی‌پراید و گوگرد و اسپیروتترامات نسبت به هم تفاوت معنی‌دار را نشان دادند بیشترین میزان تخم‌ریزی مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $141/8 \pm 9/11$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، به میزان $35/0 \pm 6/89$ بود. همچنین میزان تخم‌ریزی حشرات کامل در طی دو ماه تحت تأثیر غلظت‌های متفاوت آفت‌کش‌ها ($F=8.07$, $df=2,48$, $P<0.0001$) شامل نصف دز، دز مزرعه و دو برابر تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید و تیمار گوگرد تفاوت معنی‌دار بین سه غلظت وجود داشت. در این دو تیمار بیشترین میزان تخم‌ریزی مربوط به نصف

استامی‌پراید با گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار داشت و هر سه تیمار تفاوت معنی‌دار با شاهد نشان دادند. در این غلظت بیشترین درصد بقا حشرات کامل مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $83/7 \pm 2/15$ و کمترین مربوط به آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $54/6 \pm 4/17$ دید شد. همچنین در غلظت نصف دز، آفت‌کش استامی‌پراید با گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار را نشان داد. اما تیمار آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات نسبت به هم دارای تفاوت معنی‌دار نبودند و هر سه تیمار با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بیشترین درصد بقا حشرات کامل مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $90/8 \pm 2/22$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $65/2 \pm 3/04$ بود. در غلظت دز دو برابر میزان درصد بقا در هر سه تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات از نظر آماری معنی‌دار بود. بیشترین درصد بقا حشرات کامل مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $76/2 \pm 5/59$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $40/1 \pm 3/83$ مشاهده گردید. (جدول ۵).

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان تخم‌ریزی حشرات ماده در طی دو ماه ($F=76.82$, $df=3,8$, $P<0.0001$) در غلظت دز مزرعه

به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $2/34 \pm 0/15$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $0/0 \pm 58/11$ مشاهده شد.

در غلظت‌های متفاوت به‌کاربرده شده از هرآفت‌کش، میانگین تخم‌ریزی روزانه حشرات کامل ماده ($F=8.22$, $df=2,6$, $P<0.0009$) تفاوت معنی‌دار وجود داشت. در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید تفاوت معنی‌دار بین دز مزرعه و نصف دز مشاهده نگردید. اما نسبت به دو برابر دز مزرعه تفاوت معنی‌دار بود. بیشترین تخم‌ریزی روزانه مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $1/0 \pm 23/15$ و کمترین مربوط به دو برابر دز به میزان $0/0 \pm 58/11$ بود. همچنین در تیمار آفت‌کش گوگرد غلظت‌های دز مزرعه و نصف دز تفاوت آماری معنی‌دار را نشان ندادند. اما با غلظت دو برابر مزرعه تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیشترین تخم‌ریزی روزانه مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $2/92 \pm 0/21$ و کمترین مربوط به دو برابر دز به میزان $2/34 \pm 0/15$ بود. در آفت‌کش اسپیروتترامات نیز تفاوت معنی‌دار بین غلظت دز مزرعه و نصف دز مشاهده نشد. اما با غلظت دو برابر تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیشترین تخم‌ریزی روزانه مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $2/14 \pm 0/21$ و کمترین مربوط به دو برابر دز به میزان $1/43 \pm 0/09$ بود.

دز مزرعه و کمترین مربوط به دو برابر دز مشاهده گردید. در غلظت‌های متفاوت تیمار آفت‌کش اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار بین غلظت دز مزرعه و نصف دز مشاهده نگردید. اما با دو برابر دز مزرعه تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بیشترین میزان تخم‌ریزی مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $128/8 \pm 13/13$ و کمترین مربوط به دو برابر دز به میزان $86/0 \pm 5/64$ ثبت شد.

همچنین در میزان میانگین تخم‌ریزی روزانه در تیمارهای مختلف حشره‌کش‌ها ($F=76.73$, $df=3,8$, $P<0.0001$) تفاوت معنی‌دار وجود داشت. به‌طوری‌که در غلظت دز مزرعه تفاوت معنی‌دار بین تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات مشاهده گردید. بیشترین درصد تخم‌ریزی روزانه مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $2/77 \pm 0/25$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، به میزان $1/01 \pm 0/25$ مشاهده شد. همچنین در غلظت نصف دز و دو برابر دز نیز بین آفت‌کش‌های استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیشترین میزان تخم‌ریزی روزانه در غلظت نصف دز مربوط به تیمار آفت‌کش گوگرد به میزان $2/92 \pm 0/21$ و کمترین مربوط به تیمار آفت‌کش استامی‌پراید به میزان $1/23 \pm 0/15$ ثبت شد. و در دز دو برابر بیشترین میزان تخم‌ریزی روزانه مربوط

تخم ($F=2.6$, $df= 2,6$, $P< 0.00434$) مؤثر هستند. به‌طوری‌که در تیمار آفت‌کش استامی‌پراید بین غلظت‌های دز مزرعه، نصف دز و دو برابر دز تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید. بیشترین درصد تفریح تخم مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $77/0 \pm 5/14$ و کمترین مربوط به دو برابر دز به میزان $59/0 \pm 9/13$ بود. اما در تیمار آفت‌کش گوگرد غلظت دز مزرعه و نصف دز تفاوت معنی‌دار را نشان ندادند. اما با دز دو برابر مزرعه تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بیشترین درصد تفریح تخم مربوط به نصف دز و دز مزرعه به میزان $90/0$ و کمترین مربوط به دو برابر دز به میزان $83/0 \pm 4/63$ بود.

در تیمار آفت‌کش اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار بین غلظت‌های مختلف دز مزرعه، نصف دز و دو برابر دز مشاهده گردید. بیشترین درصد تفریح تخم مربوط به نصف دز مزرعه به میزان $89/0 \pm 3/67$ و کمترین مربوط به دو برابر دز به میزان $83/0 \pm 3/39$ بود جدول (۵). در تمامی غلظت‌ها بعد از آفت‌کش استامی‌پراید که بیشترین تأثیر را روی پارامترهای محاسبه‌شده داشت بیشترین تأثیر مربوط به آفت‌کش اسپیروتترامات بوده و کمترین تأثیر نیز در تیمار آفت‌کش گوگرد مشاهده شد.

همچنین درصد تفریح دسته تخم ($F=13.27$, $df= 3,8$, $P< 0.0001$) بصورت معنی‌داری تحت تأثیر آفت‌کش‌های مختلف قرار داشتند به‌طوری‌که در غلظت دز مزرعه بین تیمار آفت‌کش استامی‌پراید، گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار وجود داشت. در این غلظت کمترین درصد تفریح تخم مربوط به استامی‌پراید به میزان $70/0 \pm 4/47$ و بیشتر مربوط به گوگرد به میزان $90/5 \pm 0/24$ بود. همچنین در غلظت نصف دز مزرعه آفت‌کش استامی‌پراید، تفاوت معنی‌دار را نسبت به گوگرد و اسپیروتترامات نشان داد. اما تیمار آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار را نشان ندادند. در این غلظت کمترین درصد تفریح تخم مربوط به استامی‌پراید به میزان $77/0 \pm 5/14$ و بیشتر مربوط به گوگرد به میزان $90/0 \pm 3/53$ بود. همچنین در غلظت دو برابر دز تیمار آفت‌کش استامی‌پراید تفاوت معنی‌دار با تیمار آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات نشان داد اما آفت‌کش گوگرد و اسپیروتترامات تفاوت معنی‌دار نداشتند. کمترین درصد تفریح تخم مربوط به استامی‌پراید به میزان $59/0 \pm 9/13$ و بیشترین مربوط به گوگرد و اسپیروتترامات به میزان 83 درصد بود.

غلظت‌های مختلف به‌کاربرده شده از هر آفت‌کش به‌طور معنی‌دار بر روی درصد تفریح دسته‌های

جدول ۶- درصد بقا حشرات کامل، میزان تخم‌ریزی حشرات ماده در دو ماه، میانگین تخم‌ریزی روزانه و درصد تفریح دسته تخم کفشدوزک *Hippodamia variegata* (SE± میانگین) در تیمارهای مختلف آفت‌کش‌ها در غلظت‌های مختلف

غلظت (بر اساس دز توصیه‌شده)			تیمار آفت‌کش	فاکتور رشد
دو برابر دز مزرعه	دز مزرعه	نصف دز مزرعه		
۴۰/۱±۳/۸۳ ^{dC}	۵۴/۴±۶/۱۷ ^{dB}	۶۵/۲±۳/۰۴ ^{Ac}	استامی‌پراید	درصد بقا
۷۶/۵±۲/۵۹ ^{bC}	۸۳/۷±۲/۱۵ ^{bB}	۹۰/۸±۲/۲۲ ^{abA}	گوگرد	
۶۹/۸±۶/۵۹ ^{cC}	۷۷/۶±۲/۱۰ ^{cB}	۸۶/۴±۳/۵۷ ^{ba}	اسپیروترامات	
۹۴/۱±۲/۷۷ ^{aA}	۹۵/۰±۲/۴۱ ^{aA}	۹۴/۶±۱/۸۶ ^{aA}	شاهد	میزان تخم‌ریزی
۳۵/۰±۶/۸۹ ^{aA}	۶۱/۰±۸/۵۷ ^{aB}	۷۴/۰±۹/۲۷ ^{aC}	استامی‌پراید	
۱۴۱/۰±۹/۱۱ ^{cA}	۱۶۶/۶±۱۵/۳۱ ^{cB}	۱۷۱/۸±۱۲/۶۵ ^{cC}	گوگرد	
۸۶/۰±۵/۶۴ ^{bA}	۱۲۶/۰±۱۱/۱۳ ^{bB}	۱۲۸/۸±۱۳/۱۳ ^{bB}	اسپیروترامات	
۱۷۴/۰±۱۰/۲۵ ^{dA}	۱۷۷/۰±۸/۶ ^{dA}	۱۷۲/۰±۱۱/۵۱ ^{cA}	شاهد	میانگین تخم‌ریزی روزانه
۰/۵۸±۰/۱۱ ^{aA}	۱/۰±۰/۱۴ ^{aB}	۱/۲۳±۰/۱۵ ^{aB}	استامی‌پراید	
۲/۳۴±۰/۱۵ ^{cA}	۲/۷۷±۰/۲۵ ^{cB}	۲/۹۲±۰/۲۱ ^{cB}	گوگرد	
۱/۴۳±۰/۰۹ ^{bA}	۲/۰۸±۰/۱۸ ^{bB}	۲/۱۴±۰/۲۱ ^{bB}	اسپیروترامات	درصد تفریح دسته تخم
۲/۸۹±۰/۱۶ ^{dA}	۲/۹۳±۰/۱۳ ^{dA}	۲/۸۳±۰/۱۹ ^{cA}	شاهد	
۵۹/۰±۹/۱۳ ^{aA}	۷۰/۰±۴/۴۷ ^{aB}	۷۷/۰±۵/۱۴ ^{cC}	استامی‌پراید	
۸۳/۰±۴/۶۳ ^{bA}	۹۰/۰±۵/۲۴ ^{cB}	۹۰/۰±۳/۵۳ ^{bB}	گوگرد	درصد تفریح دسته تخم
۸۳/۰±۳/۳۹ ^{bA}	۸۶/۰±۴/۳ ^{bB}	۸۹/۰±۳/۶۷ ^{bC}	اسپیروترامات	
۹۰/۰±۴/۱ ^{cA}	۹۳/۰±۲/۵۴ ^{dA}	۹۳/۰±۲/۵۴ ^{cA}	شاهد	

در هر مرحله رشدی، میانگین‌های دارای حروف کوچک مشابه در هر ستون و میانگین‌های دارای حروف بزرگ مشابه در هر ردیف از نظر آماری دارای تفاوتی معنی‌دار نیستند (آزمون چند دامنه دانکن، $P=0.05$)

بحث و نتیجه‌گیری

آفت‌کش‌ها از اهمیت بیشتری برخوردارند (Croft, 1990; Bishop, 1996; Martinou *et al.*, 2014). علاوه بر این اثرات مثبت آفت‌کش‌ها شامل افزایش باروری (Fleshner and Scriven, 1957; Rumschlag *et al.*, 2019)، افزایش فعالیت شکارگر و پارازیتوئید (Desneux *et al.*, 2007)، افزایش تحرک (Dempester, 1968; Pathak *et al.*, 2022) و کاهش دوره رشد (Lawrence *et al.*, 1973; Ndakidemi *et al.*, 2016) هستند. در تحقیق حاضر نتایج نشان‌دهنده این موضوع

به دلیل وجود همانندی فیزیولوژیک بین بندپایان آفت و دشمنان طبیعی آن‌ها، آفت‌کش‌ها اغلب باعث مرگ‌ومیر در هر دو گروه از این موجودات می‌شوند (Croft, 1990; Desneux *et al.*, 2007; Sánchez-Bayo, 2021). عوامل متعددی بر حساسیت دشمنان طبیعی نسبت به آفت‌کش‌ها تأثیر می‌گذارد که از این میان ویژگی‌های ذاتی دشمنان طبیعی، خصوصیات میزبان یا شکار، ویژگی‌های محیطی و نیز مشخصات

نشان‌دهنده اثربخشی کم و آهسته گوگرد می‌باشد
(Guerreiro *et al.*, 2013).

بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که آفت‌کش‌های اسپیروتترامات و گوگرد مورد استفاده در این تحقیق اثر سوء بسیار کمتری روی کفشدوزک *H. variegata* به عنوان دشمن طبیعی پسپل معمولی پسته نسبت به آفت‌کش استامی‌پراید داشتند. این آفت‌کش‌ها ۲۵ درصد مرگومیر و تلفات کمتری را نسبت به آفت‌کش استامی‌پراید ایجاد کردند. آفت‌کش استامی‌پراید نه‌تنها در دز توصیه‌شده، بلکه در غلظت نصف دز توصیه‌شده روی بقا و تولیدمثل کفشدوزک تأثیر منفی از خود نشان داد. آفت‌کش استامی‌پراید دارای اثر تماسی گوارشی با خاصیت سیستمیک بسیار قوی و نفوذ موضعی زیاد است. اگرچه این آفت‌کش حشرات را از راه گوارشی یا تماسی با ایجاد اختلال در سیستم عصبی در مراحل لاروی و حشره کامل می‌کشد اما بر اساس تحقیقات انجام شده در مورد توانایی آفت‌کش‌ها برای نفوذ به داخل تخم حشرات (Sohrabi *et al.*, 2011)، این امکان وجود دارد که استامی‌پراید قادر به نفوذ به تخم شکارگر و ایجاد سمیت بالا باشد. همچنین نتایج پژوهش ما مشخص کرد که آفت‌کش‌های استفاده‌شده علاوه بر اثرات کشنده روی کفشدوزک شکارگر، دارای اثرات زیرکشنده مانند کاهش بقا، کاهش

است که آفت‌کش استامی‌پراید اثرات بیشتری در مرگومیر لاروهای سن اول کفشدوزک دارد درحالی‌که آفت‌کش گوگرد می‌تواند در دز مزرعه‌ای اثرات کمتری روی مرگومیر لاروهای کفشدوزک داشته باشد. به-طور کلی نتایج بیانگر تأثیر وابسته به دز در مورد هر سه سم رایج اسپیروتترامات و استامی‌پراید و آفت‌کش معدنی گوگرد است. با توجه به این‌که اسپیروتترامات با مهار آنزیم استیل کولین کربوکسیلاز بیوسنتز چربی‌ها را مختل می‌کند و استامی‌پراید با گیرنده‌های نوع نیکوتینی استیل کولین واکنش داده و باعث اختلال عصبی-ماهیچه‌ای می‌شود، بنابراین هر دو آفت‌کش با تأثیر بر سیستم عصبی باعث مرگ سریع حشره حتی در غلظت‌های پایین می‌شوند. در صورتی‌که گوگرد یک آفت‌کش تنفسی است که با بخار شدن به گاز سولفید هیدروژن تبدیل شده و باعث اختلال در سیستم تنفسی حشره می‌شود. بنابر این تأثیر آن به شرایط محیطی از جمله وزش باد، غلظت گاز تشکیل شده و عوامل دیگر بستگی دارد. گوگرد از عناصر طبیعی موجود در محیط است که به عنوان حشره‌کش، قارچ‌کش و جونده‌کش و نیز به عنوان کود و اصلاح‌کننده خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. نکته مهم در تمام موارد اثربخشی آهسته این عنصر می‌باشد. مطالعه انجام شده در مورد لارو شب‌پره *Spodotera frugiperda* (Col.: Noctuidae)

(Khani et al., 2012). بررسی اثرات مستقیم آفت‌کش‌های بوپروفزین، پایی پروکسی‌فن، استامی‌پراید، کلوتیانیدین و دینوتفورون روی حشرات بالغ کفشدوزک *C. montrouzieri* مشخص نمود که بوپروفزین و پایی پروکسی‌فن کمترین اثر را (۱۰ تا ۲۰ درصد) بعد از ۴۸ ساعت داشتند. اما استامی‌پراید، کلوتیانیدین و دینوتفورون بعد از ۴۸ ساعت، ۱۰۰ درصد تلفات ایجاد کردند (Cloyd & Dickinson, 2006).

در پژوهشی اثرات کشنده و زیرکشنده اسپیروتترامات بر تخم کفشدوزک *M. sexmaculatus* Fabricius در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. تخم‌های کفشدوزک به روش غوطه‌وری در محلول آفت‌کش (غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام) تیمار شدند. در این آزمایش درصد تفریخ تخم‌ها، مدت‌زمان رشد مراحل نابالغ، درصد خروج حشرات کامل از شفیره و طول دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی اندازه‌گیری شد. نتایج پژوهش نشان داد تیمار تخم‌ها با اسپیروتترامات موجب کاهش معنی‌دار درصد تفریخ تخم‌ها و درصد خروج حشرات کامل از شفیره و افزایش معنی‌دار طول دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی و طول دوره‌ی لاروی شد. نتایج نشان داد که درصد تفریخ تخم در تیمار شاهد با تیمار اسپیروتترامات ۲۵ پی‌پی‌ام بدون تفاوت معنی‌دار، در صورتی که در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام کاهش معنی‌دار مشاهده

درصد خروج حشرات کامل از شفیره و باروی است. Nazari-Fathabad & Shahidi-Noghabi (2019) پژوهشی با فروبردن تخم‌های کفشدوزک *Cheilomenes sexmaculata* داخل آفت‌کش ایمیداکلوپراید در غلظت ۱۴۰ میلی‌گرم/لیتر، نشان دادند فقط ۳۶ درصد تخم‌ها تفریخ شدند. همچنین در پژوهشی دیگر با فروبردن تخم‌های کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* در داخل ایمیداکلوپراید با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام، فقط ۴۶ درصد تخم‌ها تفریخ شدند (Aghabaglou et al., 2013). مقایسه این نتایج با نتایج پژوهش حاضر نشان دهنده کاهش درصد تفریخ تخم در اثر تیمار تخم کفشدوزک شکارگر با غلظت‌های مختلف آفت‌کش است. در پژوهشی دیگر با بررسی تأثیر آفت‌کش ایمیداکلوپراید از طریق تغذیه شکارگر *Menochilus sexmaculatus* از پوره‌های پسیل معمولی پسته آلوده به آفت‌کش، ۱۰۰ درصد مرگ‌ومیر مشاهده شد (Nazari et al., 2016). بررسی سم‌پاشی مستقیم استامی‌پراید روی حشرات ماده کفشدوزک *C. montrouzieri* نشان داد که این آفت‌کش ۱۰۰ درصد تلفات روی حشرات ماده ایجاد کرد (حلاجی ثانی و همکاران، ۱۳۹۸). در مطالعه دیگر گزارش شد که ایمیداکلوپراید و آبامکتین باعث کاهش طول عمر و بقای حشرات ماده کفشدوزک *C. montrouzieri* شدند

مونوکلروتوفوس، پرمترین، سایپرمتترین و فنوالرات بیش از ۷۵ درصد و دیفلوبنزورون و پریمیکارپ کمتر از ۲۵ درصد تلفات را در کفشدوزک *H. variegata* ایجاد کردند. همچنین بصیرت (۱۳۸۳) نشان داد آفت‌کش تیمتوکسام سمیت بیشتری نسبت به آفت‌کش آمیتراز برای کفشدوزک *O. conglobata* دارد. در تحقیق حاضر مشخص شد که آفت‌کش استامی‌پراید در مجموعه آفت‌کش‌های پرخطر برای دشمنان طبیعی قرار می‌گیرد که با نتایج سایر تحقیقات انجام شده با این آفت‌کش روی دشمنان طبیعی دیگر مشابه است (Moura et al., 2010; Hall & Nguyen, 2006). کبیری رئیس‌آباد و امیری بشلی (۱۳۹۳) نشان دادند تأثیر آفت‌کش‌های مورد آزمایش روی لارو سن یک کفشدوزک *O. conglobata* در تمامی غلظت‌ها تلفات زیر ۲۰ درصد را ایجاد کردند اما حشره‌کش شیمیایی استامی‌پراید تلفات بالای ۹۰ درصد را ایجاد کرد. Michaud & (2004) Mckenize تحقیق مشابهی را انجام داده و نشان دادند آفت‌کش دیکوفول تأثیر کم و آبامکتین تأثیر بسیار زیادی روی لاروهای دو گونه کفشدوزک *Harmonia axyridis* L. و *Cycloneda sanguine* L. دارد.

بررسی‌های احمدی و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که تیمار کفشدوزک *C. montrouzieri* Mulsant با دو حشره‌کش ایمیداکلوپراید و آبامکتین طول عمر

شد. درصد خروج حشرات کامل از شفیره در سه غلظت آفت‌کش به‌طور معنی‌دار نسبت به شاهد کاهش داشت. طول دوره قبل از تخم‌ریزی در تیمار شاهد با تیمار اسپیروتترامات ۲۵ پی‌پی‌ام (۲ روز) یکسان بود، درحالی‌که در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام طول دوره قبل از تخم‌ریزی به ۴ روز افزایش یافت و تفاوت چشم‌گیر در غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام داشت (Azod et al., 2016). از آنجاکه آفت‌کش اسپیروتترامات دارای قابلیت‌های قابل‌توجهی از جهت کنترل حشرات مکنده و به‌ویژه پسپل معمولی پسته است، لذا توصیه می‌شود تا با تنظیم روش‌های کاربرد و با در نظر گرفتن زمان مناسب برای مصرف آن تا حد امکان به اثر انتخابی دست یافت.

تحقیق مشابهی برای بررسی اثرات جانبی آفت‌کش‌های کلروپایریفوس، کلروپایریفوس متیل، آزینوفوس متیل، مالاتیون، متومیل و کارتاپ روی گونه‌هایی از کفشدوزک‌های شته‌خوار از جمله کفشدوزک *Oenopia conglobata* در کشور ایتالیا در شرایط مزرعه‌ای در باغات سیب، گلابی و هلو انجام شد و مشخص شد آزینوفوس متیل نسبت به سایر ترکیبات سمیت بیشتری برای کفشدوزک‌ها دارد و کارتاپ کمترین تأثیر را روی کفشدوزک‌ها داشت (Pasqualini & Civolani, 2003). مشابه چنین نتایجی را دانیالی (۱۳۷۲) به دست آورد و نشان داد آفت‌کش‌های

لارو سن اول تا حشره‌ی کامل، طولانی‌تر شدن زمان نشو و نما و کاهش زادآوری کفشدوزک شکارگر شدند (Galvan et al., 2005).

در مورد ایمنی ترکیبات گوگردی برای بندپایان مفید، نتایج متنوعی گزارش شده است. به‌طور کلی، اثرات منفی بر اثر استفاده از ترکیبات گوگردی روی حشرات شکارگر وجود دارد؛ که توسط بسیاری از پژوهشگران ذکر شده است. اما برخی دیگر از محققان نتایج متضاد ارائه دادند که ممکن است به دلیل تفاوت در شرایط آزمایش‌های انجام شده باشد، به عنوان مثال، زمان استفاده، مرحله زندگی حشرات، دما، رطوبت و همچنین ساختار طبیعی سطح برگ گیاهان و در آخر، بقایای موجود در ترکیب گوگرد اعمال شده ممکن است در آزمایش‌های مختلف متفاوت باشد. زیست‌سنجی و مطالعات مزرعه‌ای که توسط James & Coyle (2001) و Gent et al. (2009) انجام شده، نشان داده است که گوگرد و سایر قارچ‌کش‌ها برای اکثر حشرات شکارگر بی‌ضرر هستند. علاوه بر این در این مطالعات، هیچ مدرکی در مورد جمعیت سرکوب شده حشرات شکارگر یافت نشد. James (2004) نشان داد که گوگرد قابل و تابل نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها برای شکارگر *Stethorus picipes* ایمن‌تر است. علاوه بر این، Godhani (2014) مشخص کرد که فرمولاسیون گوگرد

حشرات کامل را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در پژوهشی دیگر مشخص شد که سم دیفلوبنزون باعث کاهش طول عمر حشرات کامل سن شکارگر *Riptortus calvatus* Thunberg شد (Kim et al., 1992). همچنین تحقیقی دیگر نشان داد که کاربرد ایمیداکلوپراید باعث کاهش طول عمر حشرات کامل و لارو بالتوری *Chrysoperla carnea* Stephens شد (Kumar and Santharan, 1999). این کاهش طول عمر با اثرگذاری بر مدت زمان تخم‌ریزی می‌تواند دینامیسم جمعیت دشمن طبیعی و میزبان آن را تحت تأثیر قرار دهد (Croft, 1990).

نتایج بدست آمده از این تحقیق در خصوص تاثیر آفت‌کش‌ها بر میزان بقاء، طول دوره رشد و نمو و طول عمر حشره کامل با مطالعات قبلی انجام شده در این زمینه هماهنگ است. به عنوان نمونه در پژوهشی با مطالعه اثرات تعدادی از ترکیبات شیمیایی مرسوم در کنترل سوسک کلرادو در مزرعه بادمجان روی *C. carnea* و *Colemogilla maculate* (Degeer) به عنوان شکارگرهای مرحله‌ی تخم آفت مشخص شد که تغذیه از میزبان‌های آلوده به آفت‌کش‌های مصرفی باعث کاهش معنی‌دار طول عمر حشرات کامل و لارو این دو شکارگر شد (Hamilton & Lashomb, 1997). در تحقیق دیگری ترکیبات اسپینوزاد و ایندوکساکارب سبب کاهش بقا از

تولیدمثل شکارچی توسط گوگرد ممکن است مربوط به فعالیت ترکیب به عنوان دورکننده تخم‌گذاری یا خاصیت خشک‌کنندگی تخم باشد.

نتایج این پژوهش را می‌توان در سطح کاربردی چنین بیان نمود که هم‌زمان با حضور پسیل معمولی پسته، دشمنان طبیعی این آفت نیز شروع به فعالیت می‌کنند. در این زمان نوع آفت‌کش مصرفی نقش بسزایی در حفظ و حمایت از دشمنان طبیعی به‌ویژه زنبورهای پارازیتوئید و کفشدوزک‌ها را دارد. بنا به ضرورت استفاده از ترکیبات شیمیایی جهت کنترل آفت، آفت‌کش استامی‌پراید به دلیل اثرات کشندگی کمتر روی پسیل پسته و اثر سوء روی دشمنان طبیعی این آفت توصیه نمی‌شود. آفت‌کش‌های جایگزین مانند اسپیروتترامات و گوگرد با تأثیر سوء بسیار کمتری که نسبت به آفت‌کش شیمیایی استامی‌پراید روی دشمنان طبیعی پسیل پسته داشته و با توجه به اینکه دارای سمیت کمتری برای انسان و محیط‌زیست بوده می‌توانند با انجام آزمایشات بیشتر و کامل‌تر به عنوان یکی از گزینه‌های کنترلی در برنامه مدیریت تلفیقی این آفت مطرح باشند.

منابع

۱. احمدی، ف، خانی، ع، قدمیاری، م و نوری قنبلانی، ق. (۱۳۸۹). اثرات جانبی حشره‌کش آبامکتین و ایمیداکلوپراید بر پارامترهای

در هر یک از غلظت‌های آزمایش‌شده برای *Stethorus* spp. ایمن‌تر است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات ذکر شده قابل تطبیق است. اثرات دورکنندگی گوگرد روی شکارگرها توسط محققین متعددی گزارش شده است. به عنوان مثال Araya et al. (1997) گزارش کردند که ترکیب گوگرد برای حشرات کامل کفشدوزک‌ها و سن‌های خانواده Nabidae دورکننده است. همچنین، نتایج تحقیقات Zappalá et al. (2012) روی شکارگر *Nesidiocoris tenuis* به عنوان یک دشمن طبیعی برای *Tuta absoluta* در مزارع گوجه‌فرنگی با استفاده از دو فرمولاسیون گوگرد نشان داد که پاشش هفتگی گوگرد روی بوته‌های گوجه‌فرنگی آلوده به *T. absoluta* در گلخانه هم باعث کاهش جمعیت و هم باعث کاهش تخم‌ریزی شکارگر می‌شود. علاوه بر این، آن‌ها اشاره کردند که آزمایش اثر باقیمانده آفت‌کش با *N. tenuis* نشان داد که فقط گوگرد پودری به عنوان یک باقیمانده تازه تا حدودی مضر بوده و ۷ روز پس از تیمار کمی مضر است و وقتی که شکارگر ۱۴ روز پس از تیمار در معرض باقیمانده گوگرد قرار گرفت، هیچ عوارضی ثبت نشد. از طرف دیگر تحقیقات Biondi et al. (2012) روی شکارگر *Orius laevigatus*، نشان داد که گوگرد وتابل می‌تواند با ایجاد مرگ‌ومیر و کاهش ظرفیت تولیدمثل برای این شکارگر مضر باشد. کاهش ظرفیت

۵. کبیری رئیس‌آباد، م. و امیری بشلی، ب. (۱۳۹۳). سمیت حشره‌کش گیاهی تنداکیسیر و حشره‌کش شیمیایی استامی‌پراید روی دو گونه از مهم‌ترین دشمنان طبیعی پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* فصل‌نامه گیاه‌پزشکی، ۶(۳)، ۲۵۱-۲۶۳.
6. Aghabaglou, S., Alvandt, S., Goldasteh, S., & Rafiei Karharoudi, Z. (2013). Study on ovicidal and side effects of diazinon and imidacloprid on *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 1(6), 22-26.
7. Abbas, A., Iqbal, J., Zeshan A., Ali Q., Nadeem I., Malik H., Nazir T., Akhter M. F., & Iqbal B. B. (2022). Lethal and sublethal effects of flonicamid (50 WG) and spirotetramat (240 SC) on *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): an age-stage two sex life table study. *Phytoparasitica*, 50, 727-742.
8. Araya, J. E., Arretz, P., Lamborot, L., & Guerrero, M. A. (1997). Natural control by predators of *Rachiplusia nu* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) on *Phaseolus* beans in Central Chile/Natürliche Bekämpfung von *Rachiplusia nu* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) an Bohnen (*Phaseolus vulgaris*) in Zentral-Chile. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection*, 104, 147-152.
- جدول زندگی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. تهران. صفحه ۲۵۳.
۲. بصیرت، م. (۱۳۸۳). بررسی اثر حشره‌کش آکتارا روی پسیل پسته و اثرات جانبی آن روی دو گونه از دشمنان طبیعی پسیل. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات پسته کشور، ۱-۲۹.
۳. حلاجی ثانی، م. ف.، ناصری، ب.، رفیعی دستجردی، ه. آقا‌جانزاده، س. و قدمیاری، م. (۱۳۹۸). بررسی اثر چند ترکیب حشره‌کش روی بالشتک مرکبات *Pulvinaria aurantii* Ckll و شکارگر آن *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant نشریه نامه انجمن حشره‌شناسی ایران، ۳۹(۳)، ۲۹۵-۳۰۹.
۴. دانیالی، م. (۱۳۷۲). گزارش نهایی شناسایی اثر مضر برخی از سموم دفع آفات بر برخی دشمنان طبیعی در گیاهان پنبه در شرایط مزرعه‌ای. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران، ایران.

- Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), natural enemies of citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of Economic Entomology*, 99(5), 1596-1604.
15. Croft, B. A. (1990). Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley and Sons Inc., New York, 723 p.
 16. Dabrowski, Z. T. (1969). Laboratory studies on the toxicity of pesticides for *Typhlodromus finlandicus* (Oud.) and *Phytoseius macropilis* (Banks) (Phytoseiidae, Acarina). *Roczniki nauk rolniczych*, 95, 337-369.
 17. Desneux, N., Decourtye, A., & Delpuech, J. M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual review of entomology*, 52, 81-106.
 18. Dong-Soon K., Deborah J. B., & Helmut R. (2006) Lethal and sublethal effects of abamectin, spinosad, methoxyfenozide and acetamiprid on the predaceous plant bug *Deraeocoris brevis* in the laboratory. *BioControl*, 51, 465-484.
 19. Fleshner, C. A., & Scriven, G. T. (1957). Effect of soil-type and DDT on ovipositional responses of *Chrysopa californica* on lemon. *Journal of Economic Entomology*, 50(2), 221-222.
 20. Galvan, T. L., Koch, R. L., & Hutchison, W. D. 2005. Effects of spinosad and indoxacarb on survival, development, and reproduction of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control*, 34(1), 108-114.
 21. Gent, D. H., James, D. G., Wright, L. C., Brooks, D. J., Barbour, J. D., Dreves, A. J.,
 9. Asghari, F., Samih, M. A., Mahdian, K., Basirat, M., & Izadi, H. (2012). Predatory efficiency of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) on common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Aphalaridae), under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 32(1), 37-58.
 10. Azod, F., Shahidi-Noghabi, SH., Mahdian, K., & Smagghe, G. (2016). Lethal and sublethal effects of spirotetramat and abamectin on predatory beetles (*Menochilus sexmaculatus*) via prey (*Agonoscena pistaciae*) exposure, important for integrated pest management in pistachio orchards. *Belgian Journal of Zoology*, 146(2), 113-122.
 11. Bibi, R., Ahmad, M., Gulzar, A., & Tariq, M. (2022). Effect of profenofos and citrus oil on *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant and *Chrysoperla carnea* Stephens, key predators of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso), under laboratory conditions. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42, 379-387.
 12. Biondi, A., Desneux, N., Siscaro, G., & Zappala, L. (2012). Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. *Chemosphere*, 87(7), 803-812.
 13. Bishop, B. (1996). We should develop and release pesticide resistant natural enemies. *American Entomologist*, 3, 167-168.
 14. Cloyd, R. A., & Dickinson, A. (2006). Effect of insecticides on mealybug destroyer (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoid

- (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 43, 485-493.
28. Hall, D. G., & Nguyen, R. (2010). Toxicity of pesticides to *Tamarixia radiata*, a parasitoid of the Asian citrus psyllid. *BioControl*, 55(5), 601-611.
 29. Hamilton, G. C., & Lashomb, J. H. (1997). Effect of insecticides on two predators of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Florida Entomologist*, 80, 10-23.
 30. Hassani, M. R., Nouri-ganbalani, G., Izadi, H., Shojai, M., & Basirat, M. (2009). Economic injury level of the psyllid, *Agonoscena pistaciae*, on pistachio, *Pistacia vera* cv. Ohadi. *Journal of Insect Science*, 9, 1-4.
 31. James, D. G. (2004). Beneficial arthropods in Washington vineyards: screening the impact of pesticides on survival and function. *Final Report for Washington State Commission for Pesticide Registration*, 1-24.
 32. James, D. G. & Coyle, J. (2001). Which pesticides are safe to beneficial insects and mites? *Agrichemical Environmental News*, 178, 12-14.
 33. Johnson, M. W., & Tabashnik, B. E. (1999). Enhanced biological control through pesticide selectivity. pp. 297-317, In: T. Fisher, TS, Bellows, LE, Caltagirone, DL, Dahlsten, C, Huffaker, & G, Gordh (eds.). *Handbook of biological control*. Academic Press, San Diego.
 34. Khani, A., Ahmadi, F., & Ghadamyari, M. (2012). Side effects of imidacloprid and abamectin on the mealybug destroyer Fisher, G. C., & Walton, V. M. (2009). Effects of powdery mildew fungicide programs on two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae), hop aphid (Hemiptera: Aphididae), and their natural enemies in hop yards. *Journal of Economic Entomology*, 102(1), 274-286.
 22. Godhani, H. S. 2014. Aspects of the biology of the ladybird beetle *Stethorus pauperculus* Weise (Coleoptera: Coccinellidae). MSc Thesis. Navsari Agricultural University, India. 202 p.
 23. Gordon, R. D. (1987). The first North American records of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 95(2), 307-309.
 24. Graepel, H. (1982). Investigations on the influence of some insecticides on natural enemies of aphids. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 89 (5), 241-252.
 25. Grosch, D. S., & Hoffman, A. C. (1973). The vulnerability of specific cells in the oogenetic sequence of *Bracon hebetor* Say to some degradation products of carbamate pesticides. *Environmental Entomology*, 2(6), 1029-1032.
 26. Guerreiro, J. C., Camolese, P. H., & Busoli, A. C. (2013). Eficiência de inseticidas associados a enxofre no controle de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional. *Scientia Agraria Paranaensis*, 12(4), 275-285.
 27. Hakan Balci M., & Ay R. (2023) Effects of some insecticides on the biological parameters of *Tetranychus urticae* Koch

- pistachio orchards. *Journal of Applied Entomology*, 135(9), 673-681.
42. Michaud, J. P., & McKenzie, C. L. (2004). Safety of a novel insecticide, sucrose octanoate, to beneficial insects in Florida citrus. *Florida Entomologist*, 87 (1), 6-9.
43. Moura, A. P., Carvalho, G. A., Pereira, A. E., & Rocha, L. C. D. (2006). Selectivity evaluation of insecticides used to control tomato pests to *Trichogramma pretiosum*. *BioControl*, 51(6), 769-778.
44. Ndakidemi, B., Mtei K., & Ndakidemi, P. A. (2016) Impacts of Synthetic and Botanical Pesticides on Beneficial Insects. *Agricultural Sciences*, 7(6), 365-372.
45. Nazari, M., Shahidi Noghabi, S., & Mahdian, K. (2016). Effects of pyriproxyfen and imidacloprid on mortality and reproduction of *Menochilus sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae), predator of *Agonoscena pistaciae*. *Journal of Crop Protection*, 5(1), 89-98.
46. Nazari-Fathabad, M., & Shahidi-Noghabi, S. (2019). Susceptibility of immature stages of a biocontrol agent, *Cheilomenes sexmaculata*, to imidacloprid and pyriproxyfen. *Iran Agricultural Research*, 38(1), 67-74.
47. Obrycki, J. J., & Orr, C. J. (1990). Suitability of three prey species for Nearctic populations of *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, and *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology*, 83(4), 1292-1297.
48. Obrycki, J. J., & Kring, T. J. (1998). Predaceous Coccinellidae in biological *Cryptolaemus montrouzieri*. *Trakia Journal of Sciences*, 10(3), 30-35.
35. Kim, G. H., Ahn, Y. J., & Cho, K. Y. (1992). Effects of diflubenzuron on longevity and reproduction of *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae). *Journal of Economic Entomology*, 85(3), 664-668.
36. Kumar, K., & Santharam, G. (1999). Laboratory evaluation of imidacloprid against *Trichogramma chilonis* Ishii and *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Journal of Biological Control*, 13, 73-78.
37. Lawrence, P. O. (1981). Developmental and reproductive biologies of the parasitic wasp, *Biosteres longicaudatus*, reared on hosts treated with a chitin synthesis inhibitor. *International Journal of Tropical Insect Science*, 1(4), 403-406.
38. Lawrence, P. O., Kerr, S. H., & Whitcomb, W. H. (1973). *Chrysopa rufilabris*. Effect of selected pesticides on duration of third larval stadium, pupa stage and adult survival. *Environmental Entomology*, 2(3),: 477-480.
39. Martinou A. F., Seraphides, N., & Stavrinides, M.C. (2014) Lethal and behavioral effects of pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*. *Chemosphere* 96, 167-173.
40. Mehrnejad, M. R., & Copland, M. J. V. (1998). Host acceptance by the parasitoid *Psyllophagus* an endoparasitoid of the common pistachio psylla. *The 6th European Congress of Entomology August*, 23, 1-24.
41. Mehrnejad, M. R., Jalali, M. A., & Mirzaei, R. (2011). Abundance and biological parameters of *psyllophagus* coccinellids in

54. Sánchez-Bayo, F. (2021). Indirect Effect of Pesticides on Insects and Other Arthropods. *Toxics*, 9, 177.
55. Sohrabi, F., Shishehbor, P., Saber, M. & Mosaddegh, M. S. (2011). Lethal and sublethal effects of buprofezin and imidacloprid on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Crop Protection*, 30(9), 1190-1195.
56. Stark, J. D., Wong, T. T., Vargas, R. I. & Thalman, R. K. (1992). Survival, longevity, and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin. *Journal of Economic Entomology*, 85(4), 1125-1129.
57. Talebi, A. A., Kazemi, M., Rezaei, M., Mirhosseini M. A., & Moharramipour, S. (2022). Host stage preference and temperature-dependent functional response of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) on *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Tropical Insect Science*. 42, 415-424.
58. Xu, C., Coline, C., Jaworski, H. D., Yuyong L., Xiaojun G., Su W., Lian-Sheng Z., & Nicolas D. (2022). Combining banker plants to achieve long-term pest control in multi-pest and multi-natural enemy cropping systems. *Journal of Pest Science*. 95, 685-697.
59. Vinson, B. S. (1974). Effect of an insect growth regulator on two parasitoids developing from treated tobacco budworm larvae. *Journal of Economic Entomology*, 67(3), 335-336.
- control. *Annual Review of Entomology*, 43(1), 295-321.
49. Pasqualini, E., & Civolani, S. (2003). Studies on side effects of some insecticides on aphid-feeding Coccinellidae in Emilia-Romagna fruit crops. *IOBC WPRS Bulletin*, 26(5), 51-56.
50. Peiru, L., Deqiang Q., Hao W., Qun Z., Weihua Z., Cuiyi Y., Shigang S., Suqing H., Dongmei C., & Zhixiang Z. (2023) Azadirachtin affected the intestinal structure and microbiota of adult *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) while controlling *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Pest Science*, 96, 973-988.
51. Rezaei, M., Talebi, K., Naveh, V. H., & Kavousi, A. (2007). Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite, and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table assays. *BioControl*, 52(3), 385-398.
52. Ruberson J. R., Nemoto H., & Hirose Y. (1998) Pesticides and conservation of natural enemies. pp. 207-220. In: Barbosa, P. (ed), Conservation biological control. Academic Press, San Diego.
53. Rumschlag, S. L., Halstead N. T., Hoverman J. T., Raffel T. R., Carrick H. J., Hudson P. J., & Rohra J. R., (2019). Effects of Pesticides on Exposure and Susceptibility to Parasites can be Generalized to Pesticide Class and Type in Aquatic Communities. *Ecology letters*. 22(6), 962-972.

and its side effects on the predator
Nesidiocoris tenuis. *Journal of Applied
Entomology*, 136(6), 401-409.

60. Zappalá, L., Siscaro, G., Biondi, A., Mollá,
O., González-Cabrera, J. & Urbaneja, A.
(2012). Efficacy of sulphur on *Tuta absoluta*

Effects of Acetamiprid, Spirotetramat and Sulfur on Biological Parameters of the Predatory Coccinellid *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae)

Masoume Erfani Nategh¹, Kamran Mahdian^{2*}, Hamzeh Izadi³

Abstract

The coccinellid *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) is one of the important predators of pistachio psylla. In this study, effect of three pesticides acetamiprid, spirotetramat and sulfur were investigated on the mortality rate of the first and fourth instar larvae, the percentage of survival of adults, the longevity of the developmental period of different stages, and the reproductive and feeding characteristics of *H. variegata*. Eggs, the first instar and fourth instar larvae and adult females were exposed to different doses of these pesticides. All experiments were carried out under the factorial design in the form of a completely randomized block design. The results showed that different pesticides with different doses used had a negative effect on the development duration of eggs, larvae, pupae and pre-oviposition period, as well as the percentage of egg hatching and emergence of adult insects parameters. The feeding process of treated adult insects also showed that the effect of all three pesticides is directly dependent on the concentration. Also, the results showed that the fertility and reproduction of the coccinellid *H. variegata* was affected by different pesticide treatments and different concentrations. In the field dose, the highest reduction in different parameters including fecundity, the egg hatch percentage, the mean daily egg laying of female adults and the percentage of survival rate of adults were observed in acetamiprid. The results of this research showed that Stamipride is not a suitable option for the combined control of common pistachio psyllid along with *H. variegata*, but the use of alternative pesticides such as spirotetramat and inorganic pesticides such as sulfur with less effect on this ladybug with doing more experiments can help farmers to use them optimally. Help in integrated pest control and damage reduction.

Keywords: Developmental parameters, The common pistachio psylla, Integrated control, Reproductive attributes

¹ Msc. Student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

² Associate professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

* Corresponding author: KamranMahdian@vru.ac.ir

³ Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran