

اثر روغن‌های معدنی، پالیزین و بوپروفزین روی فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک شکارگر *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae)

سیروس آقاجانزاده^{۱*}، مولود غلامزاده چیتگر^۲، محمود حسن‌زاده^۳ و اسماعیل غلامیان^۴
۱. دانشیار و استادیار پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران
۲. استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۳. محقق بخش کنترل بیولوژیک، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، آمل، ایران
(تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۲۶)

چکیده

کفشدوزک شکارگر *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant از عوامل مفید در باغ‌های مرکبات علیه شپشک‌های گیاهی می‌باشد. اثر چهار تیمار حشره‌کش در دزهای توصیه شده شامل روغن معدنی EC ۱ درصد، روغن معدنی مایونز ۱ درصد، صابون حشره‌کش پالیزین ۲/۵ در هزار و بوپروفزین ۰/۵ در هزار به همراه تیمار شاهد (آب) روی فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک شکارگر *C. montrouzieri* تعیین شد. آزمایش روی لاروهای سن چهارم کفشدوزک انجام و از نتایج افراد بالغ ظاهر شده برای ارزیابی جدول زیستی استفاده شد. کمترین میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده مربوط به تیمار بوپروفزین (۵۰/۶ عدد تخم) بود که این مقدار در حدود ۲/۸ برابر کمتر از شاهد (۱۴۶/۵ عدد تخم) بود. همه ترکیبات آزمایش شده به جز روغن مایونز ۱ درصد، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و نرخ خالص تولید مثل (R_0) را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند. فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک کریپتولوموس در تیمار با بوپروفزین از سایر تیمارها بیشتر تحت تاثیر قرار گرفتند و در تیمارهای روغن معدنی EC و پالیزین با تیمار روغن مایونز اختلاف معنی‌دار آماری نداشتند. طبق نتایج، از کاربرد همزمان بوپروفزین در مدیریت تلفیقی شپشک‌های گیاهی به همراه کفشدوزک *C. montrouzieri* اجتناب شود. پس از تایید نتایج با انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای، می‌توان از ترکیبات جایگزین نظیر روغن‌های معدنی و پالیزین استفاده کرد.
واژه‌های کلیدی: مرکبات، شپشک‌های گیاهی، شکارگر، صابون حشره‌کش، مدیریت تلفیقی.

Effect of mineral oils, palizin and buprofezin on life table parameters of predatory ladybeetle, *Cryptolaemus montrouzieri* (Col.: Coccinellidae)

Sirous Aghajanzadeh^{1*}, Moloud Gholamzadeh-Chitgar², Mahmoud Hasanzadeh³ and Esmail Gholamian

1. Associate Professor and Assistant Professor Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ramsar, Iran

2. Assistant Professor Plant Protection Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran

3. Researcher Department of Biological Control, Iranian Research Institute of Plant Protection, Amol, Iran.

(Received: February 15, 2021 - Accepted: November 17, 2021)

Abstract

Predatory ladybeetle, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant is a beneficial agent in citrus orchards against scale insects. Effect of four insecticide treatments at recommended doses including mineral oil EC 10 ml/L, mineral oil mayonnaise 10 ml/L, insecticidal soap 2.5 ml/L and buprofezin 0.5 ml/L with control treatment (water) was evaluated on life table parameters of *C. montrouzieri*. The experiment was performed on fourth instar larvae and the offspring of emerged adults used to evaluate the life table parameters. The lowest mean number of eggs was related to buprofezin treatment (50.6 eggs) which was about 2.8 times less than the control (146.5 eggs). All tested compounds except mayonnaise oil 10 ml/L significantly reduced the intrinsic rate of increase (r_m), the finite rate of increase (λ) and the net reproductive rate (R_0) compared to the control. The life table parameters of *C. montrouzieri* were more affected by buprofezin treatment than other treatments, and these parameters were not significantly different in EC and palizin treatments compared with mayonnaise oil treatment. According to our results, simultaneous use of buprofezin with *C. montrouzieri* should be avoided in integrated management of scale insects. After confirming the results by conducting field experiments, alternative compounds such as mineral oils and palizin can be used.

Keywords: Citrus, Scale insects, Predator, Insecticidal soap, Integrated management

* Corresponding author E-mail: aghajanzadehs@yahoo.com

مقدمه

شپشک‌های گیاهی از جمله شپشک آردآلود، *Planococcus citri* (Hem.: Pseudococcidae) و بالشک مرکبات، *Pulvinaria aurantii* Cockerell (Hem.: Coccidae) به عنوان مهم‌ترین آفات باغ‌های مرکبات شمال کشور هستند که خسارت اقتصادی ایجاد می‌کنند (Mafi, 2006; Pashakolaei, 1997). تغذیه از شیره گیاهی، ریزش برگ‌ها، میوه‌ها و حتی خشک شدن گیاه میزبان، دفع مقدار زیادی عسلک، رشد قارچ‌های مولد دوده، کاهش فتوسنتز از علائم آلودگی به شپشک‌ها محسوب می‌شوند. این وضعیت نه تنها از زیبایی گیاه و میوه بلکه از ارزش بازاری محصول نیز می‌کاهد (Helyer et al., 2003). کنترل آفات مذکور با توجه به اینکه بیشترین میزان تولید از بین محصولات باغبانی مربوط به میوه پرتقال (حدود ۳/۱ میلیون تن) بوده و استان مازندران با سهم ۵۹/۱ درصدی در رتبه اول تولیدکنندگان پرتقال کشور قرار دارد، اهمیت قابل توجهی دارد (Ahmadi et al., 2018). حشره‌کش‌هایی نظیر کلریپریفوس، دیازینون، بوپروفزین، مالاتیون، گوزاتیون و اتریملفوس در باغ‌های مرکبات علیه بالشک و شپشک آردآلود توصیه و مصرف می‌شوند (Nourbakhsh, 2020). کارایی ترکیباتی نظیر روغن‌ها (EC و مایونز ۱ درصد) و یا صابون حشره‌کش پالیزین (۵±۶۵٪ روغن نارگیل) (۲/۵ در هزار) نیز در کنترل شپشک‌های گیاهی توسط محققین، مثبت ارزیابی شده است (Halagisani et al., 2018; Aghajanzadeh et al., 2016).

این در حالی است که برخی از ترکیبات شیمیایی می‌توانند روی ویژگی‌های مختلف زیستی کفشدوزک کریپتولموس *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant به عنوان یکی از مهم‌ترین شکارگران فعال در باغ‌های مرکبات اثر منفی داشته باشند (Alvandy et al., 2013; Saedi et al., 2018). از این رو در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات در راستای کنترل شپشک‌ها، باید حساسیت این شکارگر نسبت به آفت‌کش‌های به کار رفته مطالعه شود. یکی از ارزیابی‌های دقیق جهت تعیین اثرات کشندگی و

زیرکشندگی آفت‌کش‌ها روی موجودات غیرهدف، سم-شناسی دموگرافیک و مطالعات جدول زیستی است (Stark et al., 2007). جدول زیستی توصیف دقیقی از یک جمعیت است که احتمال مرگ و میر و دیگر فراسنجه‌های جمعیت را در هر سنی نشان می‌دهد (Carey, 1993).

این نوع تجزیه و تحلیل بر پایه‌ی نرخ رشد جمعیت، به طور موفقیت آمیزی برای تعیین اثر جانبی آفت‌کش‌ها روی گونه‌های مختلف دشمنان طبیعی به کار می‌رود (Stark et al., 2004). اثر آفت‌کش‌ها روی جدول زیستی و فراسنجه‌های آن در دشمنان طبیعی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (Gholamzadeh et al., 2012; Gholamzadeh et al., 2015; Asim et al., 2020). محققین اذعان می‌کنند در صورتی که یک آفت‌کش روی فراسنجه‌های جدول زیستی دشمن طبیعی اثر سوء نداشته باشد، استفاده از آن در تلفیق با دشمن طبیعی در برنامه‌های مدیریتی تلفیقی آفات پیشنهاد می‌شود. در غیر این صورت کاربرد هر ترکیب زیان‌بار، اثر نامطلوبی به جای خواهد گذاشت (Golmohammadi et al., 2009). فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک *C. montrouzieri* با تغذیه از شپشک آردآلود مرکبات، *P. citri*، شپشک آردآلود صورتی *Maconellicoccus hirsutus* Green و شپشک آردآلود چای *Signoret Pseudococcus viburni* توسط محققین بررسی شده است (Persad & Khan, 2002; Özgokce et al., 2006; Ghorbanian et al., 2011; Abdollahi Ahi et al., 2015).

اما در مورد اثر آفت‌کش‌ها رو فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک مذکور اطلاعات کمی موجود است (Khani et al., 2012). همانطور که اشاره شد صابون حشره‌کش پالیزین، روغن معدنی و حشره‌کش بوپروفزین در باغ‌های مرکبات شمال کشور علیه شپشک‌های گیاهی زیان‌بار مصرف می‌شوند. از این رو در تحقیق حاضر اثر ترکیبات مذکور روی فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک *C. montrouzieri* بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پرورش کفشدوزک

برای پرورش کفشدوزک از شپشک آردآلود مرکبات *P. citri* به عنوان طعمه استفاده شد. شپشک‌ها و کفشدوزک‌های اولیه از انسکتاریوم واقع در آزمایشگاه کنترل بیولوژیک آمل تهیه و در اتاقک پرورش با دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی روی میوه‌های کدو حلوایی *Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir. تکثیر شدند. پس از تکثیر کفشدوزک، از این شکارگر در زیست‌سنجی‌ها استفاده شد.

ترکیبات آزمایش شده

ترکیبات مورد استفاده در تحقیق حاضر در حداکثر غلظت توصیه شده در باغ مرکبات (Nourbakhsh, 2020) استفاده شدند. این ترکیبات شامل روغن معدنی امولسیون غلیظ یا مایونز (سایان ولک با درجه سولفوناسیون ۸۰٪/ شرکت سایان شیمی) در غلظت ۱ درصد، روغن امولسیون شونده (EC) (شرکت غزال شیمی با درجه سولفوناسیون ۹۲٪) در غلظت ۱ درصد، صابون حشره‌کش پالیزین (شرکت کیمیا سبزآور) در غلظت ۲/۵ در هزار و حشره‌کش بوپروفرین (۴۰ درصد سوسپانسیون تغلیظ شده (SC) شرکت نیهون نوهیاکو ژاپن) در غلظت ۰/۵ در هزار بودند.

آزمایش اثر سموم روی کفشدوزک

زیست‌سنجی در شرایط آزمایشگاهی در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. این کار روی لاروهای سن چهارم یک روزه انجام و برای این منظور از روش (Karamaouna et al., 2013) استفاده شد. بدین ترتیب که ابتدا لاروها به مدت ۲۰ دقیقه در دمای یخچال (۵ درجه سلسیوس) قرار داده شدند تا بی‌حرکت شوند. سپس به مقدار یک میلی‌لیتر از محلول سمی روی تعداد ۱۰ عدد حشره

در هر پتری (با قطر ۹ سانتی‌متر) با یک محلول‌پاش دستی پاشیده شد. محلول اضافی فوراً از ظرف حذف و حشرات تیمار شده به ظروف جدید منتقل شدند. حشرات مرده ۲۴ ساعت پس از تیمار شمارش و درصد تلفات محاسبه شد.

آزمایش جدول زیستی

در ادامه آزمایش زیست‌سنجی، لاروهای سن چهارم زنده مانده از هر تیمار، هر یک به طور جداگانه به همراه تعداد مناسبی طعمه (شپشک آردآلود) درون پتری قرار داده و سرنوشت آنها تا زمان ظهور حشرات کامل بررسی شد. پس از خروج حشرات کامل، افراد نر و ماده جفت و پس از تخم‌ریزی درصد تفریح تخم‌ها محاسبه شد. با خروج لارو سن یک، از هر تیمار تعداد ۳۰ عدد لارو برای تشکیل جدول زیستی آماده شدند. هر لارو در پتری جداگانه قرار داده و به طور روزانه تا ظهور حشرات کامل بررسی شد. در این مدت، طول دوران لاروی، پیش‌شغیرگی و شفیرگی بررسی و با شاهد مقایسه گردید. طول عمر و برخی از ویژگی‌های تولیدمثلی شامل طول دوران پیش‌تخم‌ریزی، تخم‌ریزی و پس‌تخم‌ریزی و تعداد تخم در حشرات کامل تا پایان عمر مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه آماری

قبل از تجزیه آماری، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد. تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح ۵ درصد و با کمک نرم افزار SAS (2002) انجام شد. فراسنجه‌های جدول زیستی با استفاده از نرم‌افزار آماری TWOSEX-MSChart بدست آمدند (Chi, 2020). میانگین و خطای استاندارد فراسنجه‌های جدول زیستی با تکرار کردن فراسنجه‌ها به تعداد ۱۰۰۰۰۰ طبق آزمون بوت‌استرپ و مقایسه‌ی آماری آنها با آزمون بوت-استرپ جفت شده در فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد. نرخ زنده‌مانی ویژه‌ی سن (l_x)، نرخ باروری ویژه‌ی سن (m_x)، ارزش تولیدمثلی ویژه‌ی

دو تیمار دیگر گروه‌بندی شدند. طول دوران لاروی سن چهارم ($F=3.37$, $df=4$, 145 , $P=0.0113$)، پیش شفیره ($F=10.62$, $df=4$, 133 , $P<0.0001$) و شفیره ($F=3.70$, $df=4$, 130 , $P=0.0069$) در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). طول دوران لاروی، پیش‌شفیرگی و شفیرگی در تیمار بوپروفزین ۰/۵ در هزار نسبت به سایر تیمارها طولانی‌تر و در مقایسه با شاهد معنی‌دار بود (جدول ۱). درصد تفریح تخم در ماده‌های حاصل از لاروهای سن چهارم تیمار شده در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد ($F=23.70$, $df=4$, 10 , $P<0.0001$) (جدول ۱). به جز پالیزین بقیه ترکیبات سمی درصد تفریح تخم را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند.

سن-مرحله (V_{ij}) (x =سن و j =مرحله)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، متوسط مدت زمان نسل (T) و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) برآورد و نمودارها با نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۶ رسم شدند.

نتایج

تلفات لاروهای سن چهارم در بین تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد ($F=6.63$, $df=4$, 10 , $P=0.0071$) (جدول ۱). بالاترین مقدار درصد تلفات (۲۶/۶ درصد) مربوط به تیمار بوپروفزین ۰/۵ در هزار بود که به همراه تیمار پالیزین (۲۳/۳ درصد تلفات) در یک گروه آماری قرار گرفتند و با شاهد تفاوت آماری معنی‌داری داشتند. در حالیکه بدون اختلاف آماری با

جدول ۱. درصد تلفات و طول (میانگین \pm انحراف معیار) دوره رشدی مراحل مختلف زیستی کفشدوزک *Cryptolaemus*

montrouzieri پس از تیمار لارو سن چهارم با روغن‌های معدنی، بوپروفزین و پالیزین

Table 1. Percentage of mortality and developmental period (mean \pm SE) of different life stages of *Cryptolaemus montrouzieri* treated at fourth instar larval stage by mineral oils, buprofezin and palizin

Treatments (ml/lit)	Mortality (%) (n=30)	Developmental time (days) (Mean \pm SE)			Egg hatching of emerged adults (n=60)
		Larva IV (n=30)	Prepupa	Pupa	
Control	6.6 \pm 0.3 b	4.06 \pm 0.1 b	5.4 \pm 0.09 c (n=29)	10.3 \pm 0.2 b (n=28)	98.3 \pm 0.3a
Oil (EC) 10	16.6 \pm 0.3 ab	4.6 \pm 0.1 ab	5.3 \pm 0.1 c (n=27)	10.2 \pm 0.2 b (n=26)	81.6 \pm 0.3b
Oil (mayonesis) 10	20 \pm 0 ab	4.5 \pm 0.2 ab	6.1 \pm 0.24 b (n=27)	11.0 \pm 0.2 ab (n=27)	86.6 \pm 0.3b
Buprofezin 0.5	26.6 \pm 0.3 a	4.83 \pm 0.2 a	6.7 \pm 0.2 a (n=28)	11.3 \pm 0.3 a (n=27)	83.3 \pm 0.3b
Palizin 2.5	23.3 \pm 0.3 a	4.06 \pm 0.04 b	5.5 \pm 0.09 c (n=27)	10.2 \pm 0.3 b (n=27)	98.3 \pm 0.3a

= تعداد حشرات تحت آزمایش n

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون بر اساس آزمون توکی ($p \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

n= number of tested insects

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Tukey's tests $p \leq 0.05$)

با افزایش طول این دوره (۵/۸ روز) در گروه آماری a قرار گرفت. طول دوران لاروی در لاروهای سن دوم ($F=2.75$, $df=4$, 141 , $P=0.0308$)، سن سوم ($F=2.12$, $df=4$, 136 , $P=0.0820$) و سن چهارم ($F=4.43$, $df=4$, 135 , $P=0.0021$) و طول دوره شفیرگی ($F=2.87$, $df=4$, 129 , $P=0.0257$) از شاهد

در طول دوره جنینی تخم‌ها بین تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد ($F=0.42$, $df=4$, 145 , $P=0.7929$) (جدول ۲). طول دوره لاروی در لاروهای سن یک که نسل حاصل از لاروهای سن چهارم تیمار شده بودند بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری نشان داد ($F=16.88$, $df=4$, 145 , $P<0.0001$) و بوپروفزین

طولانی‌تری (۵/۱ روز) داشتند هر چند این تیمار بدون اختلاف معنی‌دار آماری با شاهد گروه‌بندی شد. دوران لاروی سن چهارم و شفیرگی در تیمار روغن مایونز در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری طولانی‌تر بود (جدول ۲).

متفاوت بود. در حالی‌که طول دوره پیش‌شفیرگی ($F=0.11$, $df=4$, 132 , $P=0.9798$) در بین تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. همه ترکیبات سمی، طول دوره لاروی سن دو را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری افزایش دادند. لاروهای سن سه در تیمار بوپروفزین نسبت به سایر تیمارها دوره لاروی

جدول ۲. درصد تفریخ تخم و طول (میانگین \pm خطای معیار) دوره رشدی مراحل زیستی نابالغ در حشرات کامل *Cryptolaemus montrouzieri* ظاهر شده پس از تیمار لاروهای سن چهارم با روغن‌های معدنی، بوپروفزین و پالیزین

Table 2. Percentage of egg hatching and immature developmental period (mean \pm SE) of *Cryptolaemus montrouzieri* emerged adults treated at fourth instar larval stage by mineral oils, buprofezin and palizin

Treatments (ml/lit)	Developmental time (days) (Mean \pm SE)						
	Egg (n=30)	Larva I	Larva II	Larva III	Larva IV	Prepupa	Pupa
Control	8.0 \pm 0.0a	4 \pm 0.04c	4.06 \pm 0.0b (n=29)	4.6 \pm 0.1ab (n=29)	4.3 \pm 0.2b (n=28)	6.2 \pm 0.1a (n=28)	10.2 \pm 0.1b (n=28)
Oil (EC) 10	8.0 \pm 0.1a	5.2 \pm 0.2bc	4.5 \pm 0.2a (n=30)	4.3 \pm 0.2b (n=27)	4.4 \pm 0.1b (n=27)	6.2 \pm 0.1a (n=27)	10.2 \pm 0.2b (n=27)
Oil (mayonesis) 10	8.1 \pm 0.5a	4.5 \pm 0.1bc	4.6 \pm 0.1a (n=28)	4.2 \pm 0.2b (n=27)	5.2 \pm 0.1a (n=27)	6.1 \pm 0.2a (n=26)	11.3 \pm 0.2a (n=26)
Buprofezin 0.5	8.0 \pm 0.0a	5.8 \pm 0.17a	4.7 \pm 0.1a (n=30)	5.1 \pm 0.2a (n=29)	4.3 \pm 0.2b (n=29)	6.2 \pm 0.1a (n=28)	11.2 \pm 0.3a (n=25)
Palizin 2.5	8.1 \pm 0.1a	5.1 \pm 0.1b	4.7 \pm 0.1a (n=30)	4.4 \pm 0.1ab (n=29)	4.8 \pm 0.1ab (n=29)	6.2 \pm 0.0a (n=28)	10.4 \pm 0.4ab (n=28)

= تعداد حشرات تحت آزمایش n

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون بر اساس آزمون توکی ($p \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

n= number of tested insects

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Tukey's tests $p \leq 0.05$)

نسبت به شاهد و بدون آن در مقایسه با تیمارهای بوپروفزین و پالیزین مشخص شد (جدول ۳). تعداد کل تخم‌های گذاشته شده در تیمار با همه ترکیبات آزمایش شده نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت ($F=33.10$, $df=4$, 81 , $P<0.0001$) (جدول ۳). کمترین میانگین تعداد تخم‌های گذاشته شده مربوط به تیمار بوپروفزین (۵۰/۶ عدد تخم) بود که این مقدار در حدود ۲/۸ برابر کمتر از شاهد (۱۴۶/۵ عدد تخم) بود. از این نظر، سه تیمار دیگر در گروه آماری مشابه قرار گرفتند. طول عمر افراد ماده در تیمار با ترکیبات آزمایش شده در مقایسه با شاهد به طور معنی‌دار کوتاه‌تر بود ($F=8.06$, $df=4$, 81 , $P<0.0001$) (جدول ۳). طول عمر افراد نر در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($F=3.76$, $df=4$, 40 , $P=0.0109$) (جدول ۳). افراد نر در تیمارهای بوپروفزین و پالیزین

طول دوران پیش‌تخم‌ریزی ($F=11.49$, $df=4$, 81)، تخم‌ریزی ($F=13.97$, $df=4$, 81)، و پس‌تخم‌ریزی ($F=3.06$, $df=4$, 81) در بین تیمارها تفاوت آماری معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). دوره پیش‌تخم‌ریزی در تیمار روغن مایونز نسبت به سایر تیمارها طولانی‌تر (۸/۱ روز) بود و با حرف آماری a مشخص شد. همه ترکیبات آزمایش شده، دوره تخم‌ریزی را نسبت به شاهد به طور معنی‌دار کاهش دادند. در این میان، تیمار بوپروفزین با میانگین ۳۱/۵ روز تخم‌ریزی، کوتاه‌ترین طول دوره را در بین سایر تیمارها داشت هر چند با تیمارهای روغن مایونز و پالیزین با داشتن حرف مشترک آماری در یک گروه قرار گرفت (جدول ۳). دوره پس‌تخم‌ریزی در تیمار روغن EC (۸/۸ روز) نسبت به سایر تیمارها کوتاه‌تر بود و با اختلاف آماری

در مقایسه با شاهد طول عمر کمتری داشتند و با اختلاف آماری معنی‌داری نسبت به آن گروه‌بندی شدند (جدول ۳).

جدول ۳. طول (میانگین \pm خطای معیار) دوره‌های پیش از تخم‌ریزی، تخم‌ریزی و پس از تخم‌ریزی، باروری و طول عمر در حشرات کامل *Cryptolaemus montrouzieri* ظاهر شده پس از تیمار لاروهای سن چهارم با روغن‌های معدنی، بوپروفزین و پالیزین

Table 3. Pre-ovipositional, ovipositional and post-ovipositional periods (mean \pm SE), fecundity and longevity of *Cryptolaemus montrouzieri* emerged adults treated at fourth instar larval stage by mineral oils, buprofezin and palizin

Treatments (ml/lit)	Pre-ovipositional period(days)	Ovipositional period(days)	Post-ovipositional period(days)	Fecundity (Total eggs)	Longevity (days)	
					Female	Male
Control	6.9 \pm 0.0b	58.0 \pm 2.9a	19.3 \pm 1.5a	146.5 \pm 9.0a	84.3 \pm 4.0a	20.8 \pm 2.9a
Oil (EC) 10	6.9 \pm 0.1b	42.0 \pm 2.5b	8.8 \pm 1.7b	109.6 \pm 3.5b	57.8 \pm 3.6b	16.0 \pm 1.9ab
Oil (mayonesis) 10	8.1 \pm 0.2a	33.4 \pm 2.5bc	18.3 \pm 3.4a	115 \pm 3.7b	60.0 \pm 5.5b	16.3 \pm 1.3ab
Buprofezin 0.5	7.0 \pm 0.0b	31.5 \pm 2.8c	13.1 \pm 2.2ab	50.6 \pm 6.1c	51.7 \pm 3.9b	10.2 \pm 1.0c
Palizin 2.5	7.2 \pm 0.1b	36.5 \pm 3.4bc	14.0 \pm 2.7ab	99.2 \pm 4.1b	57.7 \pm 5.7b	14.2 \pm 1.05bc

میانگین‌های با حروف مشابه در ستون بر اساس آزمون توکی ($p \leq 0.05$) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Means followed by same letters within column are not significantly different (according to Tukey's tests $p \leq 0.05$)

تیمارهای روغن EC و مایونز با شاهد اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشده است (جدول ۴).

نسبت سرانه مدت زنده ماندن در کفشدوزک کریپتولوموس از هر تیمار در فاصله سنی x تا $x+1$ (I_x) در همه تیمارها با افزایش سن حشره کاهش یافت (شکل ۱). به طوری که در ابتدای عمر بیش‌ترین مقدار را داشت و با افزایش سن رو به کاهش نهاد. بیش‌ترین مقدار m_x (تعداد نتاج ماده تولید شده در واحد زمانی توسط یک ماده با سن x) در کفشدوزک کریپتولوموس در شاهد (۵/۸۸ تخم به ازای هر فرد در روز) در روز ۵۴ عمر حشره و در تیمارهای بوپروفزین، روغن EC، روغن مایونز و پالیزین به ترتیب در روزهای ۵۸ (۲/۱۵) تخم به ازای هر فرد در روز، ۶۵ (۳/۴۴) تخم به ازای هر فرد در روز، ۷۰ (۵/۶۹) تخم به ازای هر فرد در روز و ۵۸ (۵/۵۳) تخم به ازای هر فرد در روز (شکل ۱).

فراسنجه‌های جدول زیستی از جمله نرخ ذاتی افزایش جمعیت^۱ (r)، نرخ واقعی افزایش یک جمعیت با توزیع سنی پایدار، نرخ متناهی افزایش جمعیت^۲ (R_0)، نسبت تعداد افراد بعد از یک واحد زمانی بر تعداد اولیه جمعیت، زمان دو برابر شدن جمعیت^۳ (DT)، میانگین طول هر نسل^۴ (T)، دوره‌ای که از تولد والدین تا تولد نتاج طول می‌کشد و نرخ خالص تولیدمثل^۵ (R_0)، تعداد تخم تولید شده توسط هر ماده در هر نسل) در جدول ۴ آورده شده است.

همه ترکیبات آزمایش شده به جز روغن مایونز ۱ درصد، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولید مثل را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند. میانگین طول یک نسل در تیمارهای حشره‌کش بدون اختلاف معنی‌دار با شاهد گروه‌بندی شد. زمان دو برابر شدن جمعیت در تیمارهای بوپروفزین و پالیزین به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داشت در حالیکه بین

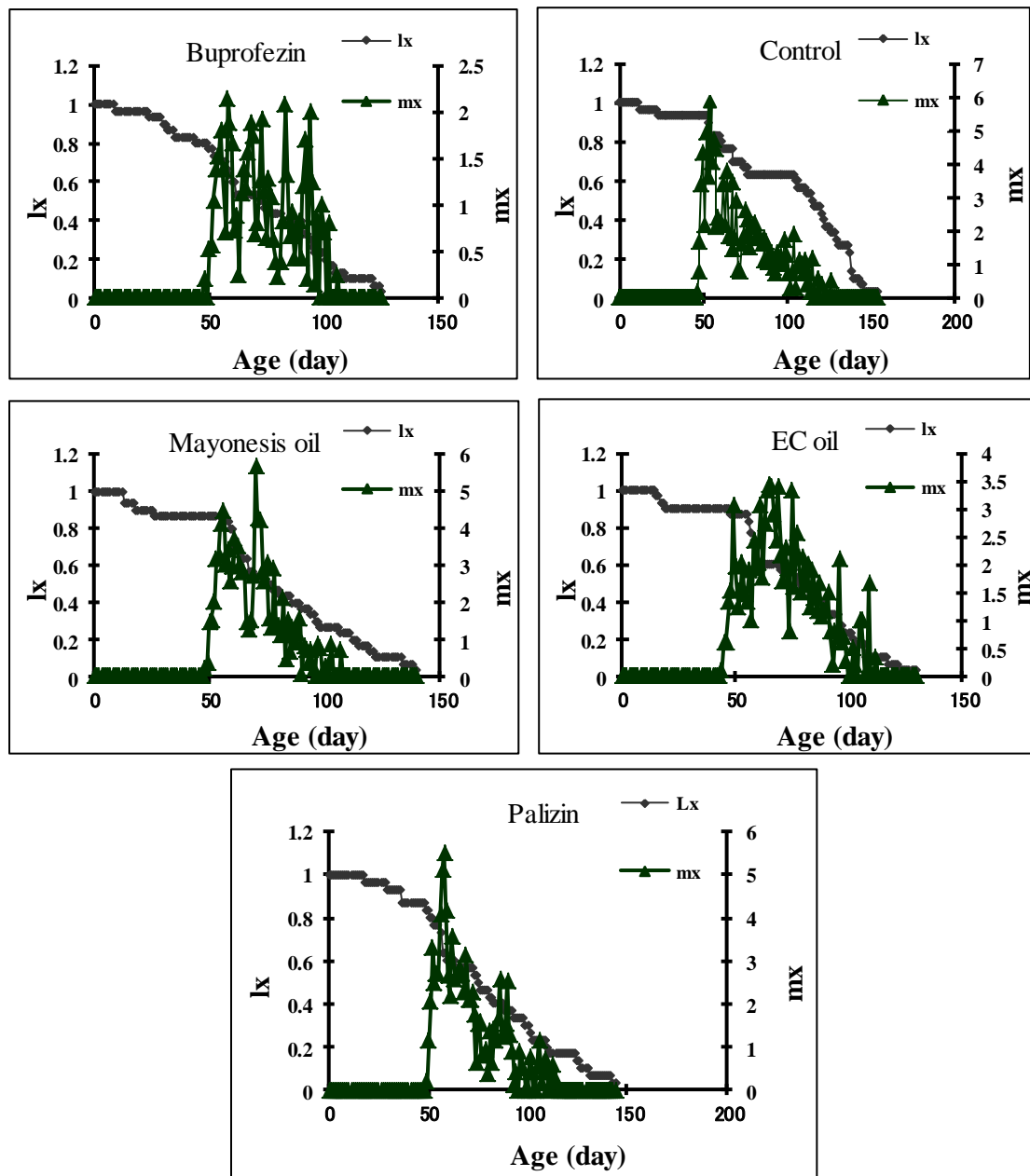
1. Intrinsic rate of population increase
2. Finite rate of increase
3. Doubling time of the population
4. Mean generation time
5. Net reproductive rate

جدول ۴. فراسنجه‌های جمعیت پایدار (میانگین ± خطای معیار) کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* در تیمار با روغن‌های معدنی، بوپروفزین و پالیزین

Table 4. Population parameters (mean ± standard error) of *Cryptolaemus montrouzieri* treated with mineral oils, buprofezin and palizin

Treatments (ml/lit)	Intrinsic rate of increase (r_m) (day ⁻¹)	Finite rate of increase (λ) (day ⁻¹)	Mean generation time (T) (day)	Doubling time (DT) (day)	Net reproductive rate (R_0)
Control	0.073±0.002a	1.076±0.002a	62.5±0.64a	9.4±0.001c	97.7±6.8a
Oil (EC) 10	0.065±0.003b	1.067±0.003b	62.36±1.0a	10.62±0.001bc	58.5±5.1b
Oil (mayonesis) 10	0.066±0.002ab	1.068±0.003ab	62.87±0.65a	10.43±0.001bc	65.1±5.5ab
Buprofezin 0.5	0.049±0.003c	1.051±0.003c	65.9±1.7a	13.87±0.002a	27.0±5.5c
Palizin 2.5	0.064±0.002b	1.066±0.003b	62.92±0.85a	10.82±0.001b	56.2±4.2b

Means within a column followed by same letters are not significantly different ($P < 0.05$) using the paired bootstrap test (B= 100.000).

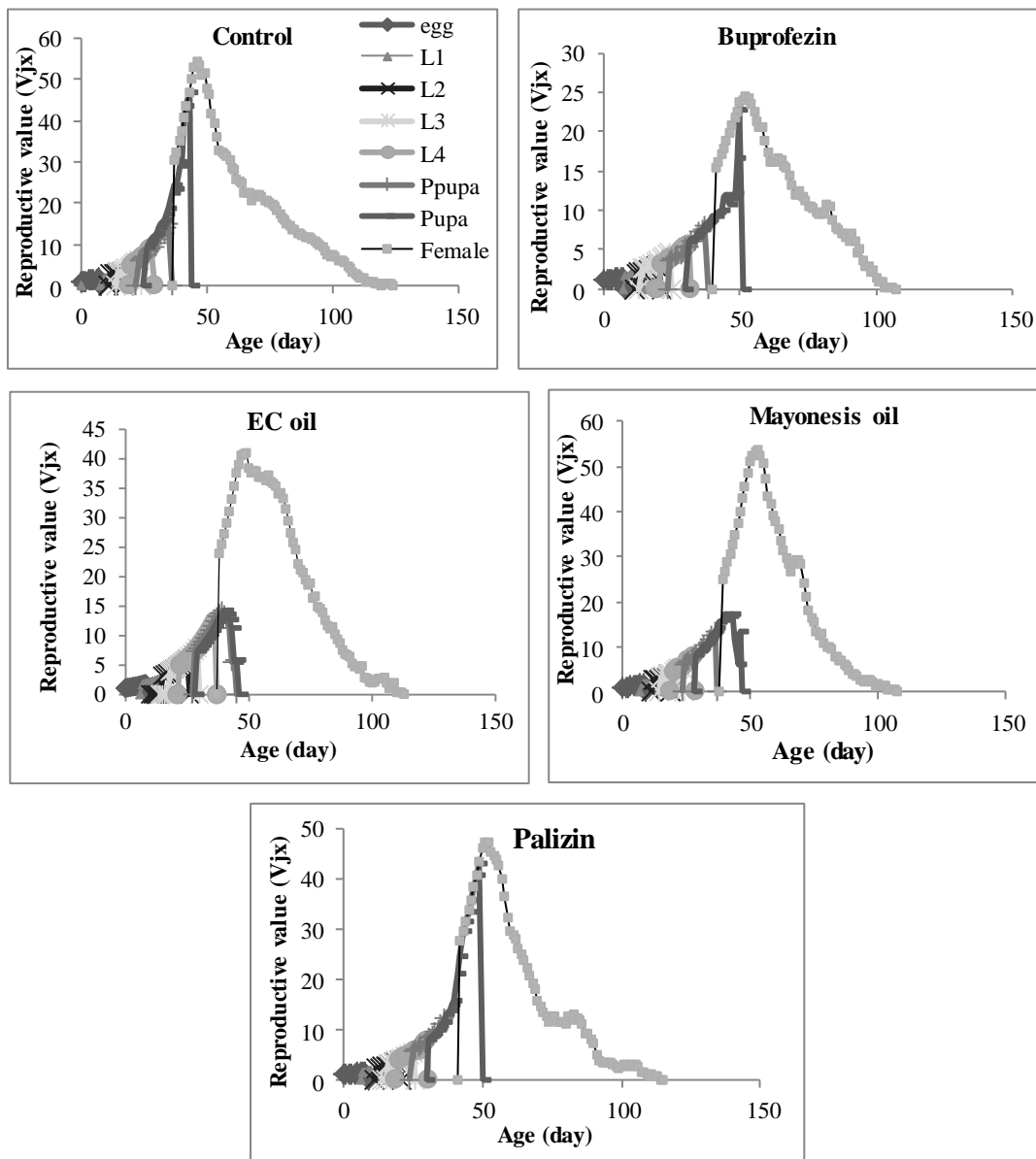


شکل ۱. تغییرات نسبت سرانه زنده ماندن (l_x) و تولید افراد ماده (m_x) در کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* در تیمارهای شاهد، بوپروفزین، روغن‌های معدنی و پالیزین

Figure 1. Age-specific survival rate (l_x), and age-specific fecundity (m_x) of *Cryptolaemus montrouzieri* treated with control, buprofezin, oils and palizin

بوپروفزین (۲۳/۶ تخم در روز) در روز ۵۰ عمر، در تیمار EC (۴۰/۹ تخم در روز) در روز ۴۹ عمر، در تیمار روغن مایونز (۵۳/۸ تخم در روز) در روز ۵۳ عمر و در تیمار پالیزین (۴۷/۱۵ تخم در روز) در روز ۵۱ عمر در مقایسه با شاهد (۵۴/۴ تخم در روز) در روز ۴۶ عمر بدست آمد (شکل ۲).

منحنی‌های ارزش تولیدمثل ویژه سن-مرحله رشدی (v_{ij}) در کفشدوزک کریپتولموس در هر تیمار ترسیم شده‌اند (شکل ۲). ارزش تولیدمثل تعداد نتاجی است که انتظار می‌رود توسط هر فرد کفشدوزک که در سن x و مرحله رشدی z است، در آینده تولید شود. نتایج نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار v_{ij} در تیمار



شکل ۲. ارزش تولیدمثلی ویژه‌ی سن-مرحله (v_{ij}) در کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* در تیمارهای شاهد، بوپروفزین، روغن‌های معدنی و پالیزین

Figure 2. Reproductive value (v_{ij}) of *Cryptolaemus montrouzieri* treated with control, buprofezin, oils and palizin

بحث

بوپروفزین، تلفات معنی‌داری در مقایسه با شاهد

در تحقیق حاضر در لاروهای سن چهارم تیمار شده با

(Smith, 1995).

وقتی که لاروهای سن چهارم کفشدوزک کریپتولموس تحت تیمار با ترکیبات سمی قرار گرفتند بعد از ظهور افراد بالغ، برخی از خصوصیات زیستی در نتاج آنها نیز به طور منفی تحت تأثیر قرار گرفت. این مطلب تایید می‌کند که ترکیبات آفت‌کش می‌توانند در بدن والدین به صورت متابولیزه نشده باقی بمانند و به تخم‌ها منتقل شده و روی نسل بعدی نیز تأثیرگذار باشند (Abd-Elghafar *et al.*, 1991). از جمله این اثرات سوء، کاهش تعداد تخم در حشرات تیمار شده می‌باشد که نشان دهنده این احتمال است که ترکیبات به سیستم تولیدمثلی حشره نفوذ کرده و منجر به تغییراتی در آن شده‌اند (Retnakaran *et al.*, 1992; Mathew *et al.*, 1985). تولید تعداد تخم کمتر توسط کفشدوزک‌های ماده در تیمارهای روغن، بوپروفزین و پالیزین در مقایسه با شاهد می‌تواند به تغییر در پارامترهای تولیدمثلی از جمله کاهش معنی‌دار طول دوره تخم‌ریزی و نیز کوتاه‌تر شدن طول عمر ماده‌ها مرتبط باشد. این کاهش تعداد تخم، در تیمار بوپروفزین نسبت به سایر تیمارها بارزتر بوده به طوری که تعداد تخم گذاشته شده در این تیمار در حدود ۲/۸ برابر کمتر از شاهد بوده است. بوپروفزین با جلوگیری از ساخته شدن هورمون پروستاگلندین می‌تواند بر تشکیل تخم در حشرات کامل اثر منفی بگذارد (Ishaaya *et al.*, 1988; Uchida *et al.*, 1987). تحقیقات زیادی تایید می‌کنند که بوپروفزین تولید تخم در کفشدوزک‌ها را به طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Grafton-Cardwell & Gu, 2003; James, 2004). اثر مخرب این حشره‌کش در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ گرم ماده فعال بر لیتر، بر تشکیل تخم در بالغ کفشدوزک شکارگر *Delphastus catalinae* Horn نیز گزارش شده است (Liu and Stansly, 2004). وقتی که پوره‌های سن سوم زنجربک *Sogatella furcifera* Horvath (به عنوان نسل F₀) در مواجهه با غلظت‌های زیرکشنده بوپروفزین، LC₁₀ (۰/۱۷۳ میلی گرم ماده فعال بر لیتر) و LC₃₀ (۰/۸۴۷ میلی گرم ماده فعال بر لیتر) قرار گرفتند تعداد تخم گذاشته

مشاهده شد. در این لاروها، دوران لاروی، پیش‌شفیرگی و شفیرگی نسبت به شاهد طولانی‌تر بود. احتمالاً به این دلیل که بعد از تیمار، عمده انرژی در حشره تیمار شده صرف غیرسمی کردن ماده شیمیایی می‌شود (Hannig *et al.*, 2009). در یک بررسی، وقتی بوپروفزین (۰/۵ گرم ماده فعال بر لیتر) روی لاروهای سن آخر کفشدوزک کریپتولموس که در حال تکمیل رشد و نمو خود بودند آزمایش شد تعداد لاروها نسبت به شاهد بیش از ۲۰ درصد کاهش یافت (Smith and Papacek, 1990). پاشش محلول بوپروفزین در دز توصیه شده روی لاروهای کفشدوزک *Coccinella undecimpunctata* Linnaeus نیز به کاهش بقای لاروها در مقایسه با شاهد منجر شد. در لاروهای مذکور، رشد و نمو دوره شفیرگی مختل شد به طوری که اکثر شفیره‌ها تبدیل به افراد بالغ نشدند و یا بالغ‌های غیر عادی ظاهر شدند (Cabral *et al.*, 2008). همچنین وقتی بوپروفزین (۰/۵ گرم ماده فعال بر لیتر) روی لاروهای سن چهارم کفشدوزک *Chilocorus circumdatus* Gyllenhal in Schönherr آزمایش شد، میانگین درصد تعداد لاروهای سن چهارم که به مرحله بلوغ رسیدند در مقایسه با شاهد ۵/۲ برابر کاهش یافت (Smith, 1995). در آزمایشی دیگر، رشد و نمو لاروهای کفشدوزک *C. circumdatus* که در مواجهه با غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر بوپروفزین قرار گرفتند به شدت مختل شد. این حشره‌کش در ظهور افراد بالغ کفشدوزک از مرحله شفیرگی ۶۰ درصد کاهش ایجاد کرد (Robinson, 2001). بوپروفزین یک تنظیم‌کننده رشد حشرات و مهارکننده پوست‌اندازی در لارو و شفیره است و روی تخم‌گذاری حشره تأثیر می‌گذارد (SheikhiGorjan *et al.*, 2009). Smith (1995) اظهار کرد که مسمومیت با بوپروفزین در کفشدوزک‌ها به عنوان عوامل کنترل زیستی بااهمیت، فاکتور منفی مهمی محسوب می‌شود. ازین رو مصرف حشره‌کش بوپروفزین برای کنترل آفات باید محدود و نباید بیش از یک یا دو مرتبه در فصل انجام شود. همچنین در مکان‌هایی که فعالیت کفشدوزک زیاد است از کاربرد این ترکیب باید اجتناب شود

مقدار r بیشتر باشد افزایش جمعیت سریع‌تر خواهد بود. r فراسنجه دقیقی است و می‌تواند برای مقایسه پتانسیل تولیدمثل در جمعیت‌ها به کار رود. در میان فراسنجه‌های جدول زیستی برآورد r در ارزیابی اثر زیرکشنده آفت‌کش‌ها توصیه شده است، زیرا که اثر کلی شامل بقا و باروری را منعکس می‌کند (Stark & Wennergren, 1995). با توجه به اینکه r به عنوان بهترین ویژگی و معیار مقایسه اثر تیمار روی یک حشره به شمار می‌آید (Hoddle, 2006)، تغییر در نرخ ذاتی رشد جمعیت در اثر ترکیبات حشره‌کش همزمانی فنولوژیکی دشمنان طبیعی را با شکار یا میزبانان تحت تأثیر قرار می‌دهد (Fernandes *et al.*, 2010). از λ به همراه r برای تجزیه و تحلیل جمعیت و مقایسه جمعیت‌ها استفاده می‌شود. با توجه به اینکه λ به صورت نسبت تعداد افراد بعد از یک واحد زمانی بر تعداد اولیه جمعیت تعریف می‌شود، اختلاف در r با λ جمعیت‌ها منجر به تفاوت در تعداد افراد در طی زمان خواهد شد (Hoddle, 2006). دو فراسنجه λ و r به طور جامع برای ارزیابی اثر یک آفت‌کش روی حشره کاربرد دارند (Stark *et al.*, 2007). در تحقیق حاضر میانگین نرخ ذاتی و متناهی افزایش جمعیت در تیمار بوپروفزین در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بود. وقتی که نرخ رشد جمعیت کاهش می‌یابد فاکتورهای مرتبط با آن نظیر زمان دو برابر شدن جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. افزایش زمان دو برابر شدن جمعیت در تیمار بوپروفزین به کاهش کارایی کفشدوزک در تنظیم جمعیت میزبان منجر می‌شود. ازین رو می‌توان نتیجه گرفت که حشره‌کش مذکور در مقایسه با سایر ترکیبات آزمایش شده روی کفشدوزک کریپتولوموس اثر سوء بیشتری دارد. این در حالی است که میانگین مقادیر فراسنجه‌های مذکور در تیمار روغن مایونز ۱ درصد بدون اختلاف معنی‌دار با شاهد گروه‌بندی شدند. با این فرض که اگر آفت‌کش یا هر ترکیب سمی که یک دشمن طبیعی در معرض آن قرار گیرد مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت را به طور منفی تحت تأثیر قرار دهد آن ترکیب به احتمال زیاد برای استفاده در

شده توسط ماده‌های حاصل از این نسل و نسل F_1 به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. ازین رو نتیجه‌گیری شد که بوپروفزین می‌تواند روی افراد نسل بعدی نیز تأثیر منفی ایجاد کند (Ali *et al.*, 2017).

در بررسی فراسنجه‌های جدول زیستی، در جمعیت‌های تیمار نشده از کفشدوزک *C. montrouzieri* که با شیشک آردآلود مرکبات تغذیه شدند مقادیر R_0 ، DT ، T ، λ ، r_m و به ترتیب $0/08$ ، $1/085$ ، $57/1$ ، $8/5$ و $103/8$ گزارش شد (Abdollahi *et al.*, 2015) که نزدیک با مقادیر بدست آمده از کفشدوزک‌های شاهد در آزمایش حاضر است. اما اثر ترکیبات آزمایش شده روی فراسنجه‌های جدول زیستی به طور معنی‌داری نشان دهنده کاهش میانگین مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولید مثل در همه ترکیبات آزمایش شده به جز روغن مایونز ۱ درصد نسبت به شاهد بود. همچنین افزایش زمان دو برابر شدن جمعیت در تیمارهای بوپروفزین و پالیزین به طور معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده شده است. تغییر در فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک مذکور در تیمار با ترکیبات سمی گزارش شده است. چنانچه آفت‌کش‌های ایمیداکلوپرید (۲۳/۹ پی‌پی‌ام) و آبامکتین (۶۶/۷ پی‌پی‌ام)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولیدمثل را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش و زمان مضاعف شدن جمعیت را افزایش دادند (Khani *et al.*, 2012). اثر منفی ترکیبات سمی روی فراسنجه‌های جدول زیستی دشمنان طبیعی در تحقیقات محققین مشاهده شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولید مثل در تیمار کفشدوزک *Harmonia axyridis* Pallas با مقادیر LC10 (۴/۶۲ میلی‌گرم ماده فعال بر لیتر) و LC30 (۹/۵۹ میلی‌گرم ماده فعال بر لیتر) حشره‌کش کلرپیریفوس در مقایسه با شاهد کاهش یافتند (Asim *et al.*, 2020).

نرخ ذاتی افزایش جمعیت، یک مبنای آماری مناسب برای توصیف نرخ رشد جمعیت است. هر چه

همزمان این حشره‌کش به همراه کفشدوزک مذکور اجتناب شود. در باغاتی که قرار است کنترل بیولوژیک با رهاسازی کفشدوزک *C. mountrouzieri* انجام گیرد در صورت نیاز به مبارزه شیمیایی با ترکیب مذکور، توصیه می‌شود قبل از رهاسازی لارو و یا حشرات کامل کفشدوزک، سم‌پاشی انجام گیرد تا اثر سوء آن کاهش یابد. همچنین در باغ‌هایی که قبلاً رهاسازی کفشدوزک انجام گرفته در صورت افزایش تراکم جمعیت آفت، می‌توان از ترکیبات جایگزین نظیر روغن‌های معدنی (مایونز ۱ درصد و EC ۱ درصد) و یا حشره‌کش پالیزین ۲/۵ در هزار برای کاهش جمعیت شپشک‌های گیاهی استفاده کرد. هر چند در استفاده از روغن و پالیزین همزمان با حضور کفشدوزک در باغ باید از پاشش‌های بی‌رویه و غیرضروری اجتناب شود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر منتج از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۱۳۹۶/۰۳/۲۸ مورخ ۳-۱۷-۳۳۱۶-۰۲۸-۹۶۰۳۲۵ موسسه تحقیقات علوم باغبانی بوده و بدینوسیله از حمایت‌های مالی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران و پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، برای انجام پروژه قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

" هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد."

مدیریت تلفیقی همراه با دشمن طبیعی بحث برانگیز خواهد بود. در غیر اینصورت و با حصول نتایج مشابه در شرایط مزرعه، امکان استفاده از آن ترکیب در مدیریت تلفیقی آفات همراه با دشمن طبیعی مورد نظر وجود دارد (Golmohammadi *et al.*, 2009). به عنوان مثال، حشره‌کش‌های اسپیروتترامات (۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر) و ایمیداکلوپرید (۰/۴ میلی‌لیتر در لیتر)، فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک شکارگر *Hippodamia variegata* Goeze از جمله نرخ ذاتی و متناهی افزایش جمعیت را در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند. ازین رو پیشنهاد شد که این حشره‌کش‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی پس‌پسته، با احتیاط مصرف شوند (Zeinadini Meymand *et al.*, 2019). از طرفی اسپیروتترامات (۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر) نسبت به شاهد اثر مغایری روی طول عمر و تولید نتاج کفشدوزک *C. mountrouzieri* ایجاد نکرد و به عنوان ترکیب سازگار با این کفشدوزک معرفی شد (Planes *et al.*, 2013).

نتیجه‌گیری

فراسنجه‌های جدول زیستی کفشدوزک کریپتولموس در تیمارهای روغن معدنی EC، مایونز و پالیزین بدون اختلاف معنی‌دار آماری از هم گروه‌بندی شدند و نسبت به تیمار حشره‌کش بوپروفزین کمتر تحت تاثیر قرار گرفتند. بر این اساس و نیز کاهش قابل توجه در تعداد تخم کفشدوزک در نتیجه کاربرد بوپروفزین، در بحث مدیریت تلفیقی شپشک‌های گیاهی، از کاربرد

REFERENCES

1. Abd-Elghafar, S.F., Appel, A.G. & Mack, T.P. (1991). Effects of several insecticide formulations on oothecal drop and hatchability in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *Journal of Economic Entomology*, 84, 502-509.
2. Abdollahi Ahi, Gh., Afshari, A., Baniameri, V., Dadpour, H., Yazdani, M. & Golizadeh, A. (2015). Laboratory survey on biological and demographic parameters of *Cryptolaemus mountrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on two mealybug species. *Journal of Crop Protection*, 4 (3), 267-276.
3. Aghajanzadeh, S., Gholamian, E. & Halagisani, M.F. (2016). *EC oil usage in control of citrus pests to reduce chemical pesticides*. Final report of research, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization. 34 pp. (in Farsi)
4. Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Hosseinpour, R. & Abdshah, H. (2018). *Agricultural Statistics. Ministry of Agriculture Jihad Publication*, volume 3, garden crops. 233 pp. (in Farsi)
5. Ali, E., Liao, X., Yang, P., Mao, K., Zhang, X., Shakeel, M., Salim, A., Wan, H. & Li, J. (2017). Sublethal effects of buprofezin on development and reproduction in the white-backed planthopper,

- Sogatella furcifera* (Hemiptera: Delphacidae). *Scientific Reports*, 7: 1-9.
6. Alvandy, S., Aghabaglou, S., Goldasteh, S.H. & Rafiei Karahroudi, Z. (2013). Study on ovicidal and Side Effects of diazinon and imidaclopride on *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 1 (5), 78-80.
 7. Asim Rasheed, M., Musa Khan, M., Hafeez, M., Zhao, J., Islam, Y., Ali, S.H., Ur-Rehman, S.H. & U Zhou, X. (2020). Lethal and sublethal effects of chlorpyrifos on biological traits and feeding of the aphidophagous predator *Harmonia axyridis*. *Insects*, 11(491), 2-15.
 8. Cabral, S., Garcia, P. & Soares, A.O. (2008). Effects of pirimicarb, buprofezin and pymetrozine on survival, development and reproduction of *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Science and Technology*, 18(3): 307-318.
 9. Carey, J.R. (1993). *Applied demography for biologists with special emphasis on insects*. Oxford University Press, New York. 206 Pp.
 10. Chi, H. (2020). TWSEX-MS chart: a computer program for the age-stage, two sex life table analysis. From: <http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwosexMSChart.zip>.
 11. Fernandes, F.L., Bacci, L. & Fernandes, M.S. (2010). Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. *Entomo Brasilis*, 3, 1-10.
 12. Gholamzadeh, M., Ghadamyari, M., Salehi, L. & Hoseininaveh, V. (2012). Effects of amitraz, buprofezin and propargite on some fitness parameters of the parasitoid *Encarsia Formosa* (Hym.: Aphelinidae), using life table and IOBC methods. *Journal of Entomological Society of Iran*, 31(2), 1-14. (in Farsi)
 13. Gholamzadeh, M., Hajizadeh, J., Ghadamyari, M., Karimi-Malati, A. & Hoda, H. (2015). Effects of sublethal concentration of diazinon, fenitrothion and chlorpyrifos on demographic and some biochemical parameters of predatory bug, *Andrallus spinidens* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae) in laboratory conditions. *International Journal of Pest Management*, 61(3), 204-211.
 14. Ghorbanian, S., Ranjbar Aghdam, H., Ghajarieh, H. & Malkeshi, S.H. (2011). Life Cycle and Population Growth Parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) Reared on *Planococcus citri* (Risso) (Hem.: Pseudococcidae) on *Coleus*. *Journal of Entomological Research Society*, 13(2), 53-59.
 15. Golmohammadim, G., Hejazim, Iranipourm, Sh. & Mohammadin, S.A. (2009). Lethal and sublethal effects of endosulfan, imidacloprid and indoxacarb on first instar larvae of *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 28(2), 37-47. (in Farsi)
 16. Grafton-Cardwell, E. & Gu, P. (2003). Conserving vedalia beetle, *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) in citrus: A continuing challenge as new insecticides gain registration. *Journal of Economic Entomology*, 96, 1388-1398.
 17. Halagisani, M.F., Aghajanzadeh, S. & Gholamian, E. (2018). *Management of Pulvinaria aurantii Cockerell in mazandaran citrus orchards*. Final report of research, Citrus and Subtropical Fruits Research Center. 26 pp. (in Persian)
 18. Hannig, G.T., Ziegler, M. & Paula, G.M. (2009). Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. *Pest Management Science*, 65: 969-974.
 19. Hashemi, B. (2006). *Effect of pre-spring spray to reduce of citrus important pests and biology of pulvinaria aurantii cock, (Hem.: coccidae)*. Msc Thesis, Arak, Islamic Azad University, Arak, Iran. (in Farsi)
 20. Helyer, N., Brown, K. & Cattlin, N.D. (2003). *Biological control in plant protection*. Manson Publishing. 116 pp.
 21. Hoddle, M.S. (2006). Phenology, life tables and reproductive biology of *Tetraleurodes perseae* (Hymenoptera: Aleyrodidae) on California Avocados. *Annual Entomology Society America*, 99, 553-559.
 22. Ishaaya, I., Mendelson, Z. & Melamed-Madjar, V. (1988). Effect of buprofezin on embryogenesis and progeny formation of sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 81 (3), 781-784.
 23. James, D.G. (2004). Effects of buprofezin on survival of immature stages of *Harmonia axyridis*, *Stethorus punctumipices* (Coleoptera: Coccinellidae), *Orius tristicolor* (Hemiptera: Anthocoridae), and *Geocoris* spp. (Hemiptera: Geocoridae). *Journal of Economic Entomology*, 97, 900-904.
 24. Karamaouna, F., Kimbaris, A., Michaelakis, A., Papachristos, D., Polissiou, M., Papatsakona, P. & Tsora, E. (2013). Insecticidal activity of plant essential oils against the vine mealybug, *Planococcus ficus*. *Journal of Insect Science*, 13, 142.

25. Khani, A., Ahmadi, F. & Ghadamyari, M. (2012). Side effects of imidacloprid and abamectin on the mealybug destroyer, *Cryptolaemus monterozieri*. *Trakia Journal of Sciences*, 10(3), 30-35.
26. Liu, T. & Stansly, P. (2004). Lethal and sublethal effects of two insect growth regulators on adult *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae), a predator of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological Control*, 30, 298-305.
27. Mafi Pashakolaei, Sh.A. (1997). *Identification of mealybug species Pseudococcidae in Mazandaran province and study on dominant species and natural predators*. MSc Thesis, Tarbiat Modarress University, Tehran, Iran. (in Farsi)
28. Mathew, G., Vijayalaxmi, K.K. & Rahiman, M.A. (1992). Methyl parathion-induced sperm shape abnormalities in mouse. *Mutation Research*, 280, 169-173.
29. Nourbakhsh, S. (2020). *List of important pests, diseases and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods to control them*. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 213 pp. (in Farsi)
30. Özgökce, M.S., Atlıhan, R. & Karaca, I. (2006). The life table of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) after different storage periods. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 4(1), 282-287.
31. Persad, A. & Khan, A. (2002). Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*, *Anagyrus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* and *Scymnus coccivora*. *Biocontrol*, 47, 137-149.
32. Planes, L., Catala'n, J., Tena, A., Porcuna, J. L., Jacas, J. A., Izquierdo, J. & Urbaneja, A. (2013). Lethal and sublethal effects of spirotetramat on the mealybug destroyer, *Cryptolaemus montrouzieri*. *Journal of Pest Science*, 86: 321-327.
33. Retnakaran, A., Granett, J. & Ennis, T. (1985). *Insect growth regulator*. In Kerkut GA, Gillbert LI (eds). *Insect control. Comprehensive insect physiology. Biochemistry and Pharmacology*. Oxford, Pergamon Press, New York. pp. 530-601.
34. Robinson, P. (2001). Evaluation of the new active buprofezin in the product applaud insecticide. National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals Canberra Australia, 42 pp.
35. Saedi, S., Damavandian, M.R. & Dadpour Moghanloo, H. (2018). Laboratory evaluation of the toxicity of mineral oil, diazinon, malathion and chlorpyrifos on ladybird, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae). *Journal of Crop Protection*, 7 (1): 1-11.
36. SAS Institute, (2002). *SAS/STAT user's guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC Inc.
37. SheikhiGorjan, A., Najafi, H., Abassi, S., Saber, F., & Rashid, M. (2009). *The pesticide guide of Iran*. Pytakht Press.
38. Smith, D. (1995). Effect of the insect growth regulator buprofezin against citrus pests *Coccus viridis* Green, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) and *Aonidiella aurantii* (Maskell) and the predatory coccinellid *Chilocorus circumdatus* Gyllenhal. *Plant Protection Quarterly*, 10(3): 112-115.
39. Smith, D. & Papacek, D.F. (1990). Buprofezin: an effective and selective insect growth regulator against *Unaspis citri* (Hemiptera: Diaspididae) on citrus in south-east Queensland. *General and Applied Entomology*, 22: 25-8.
40. Stark, J.D., Banks, J.E. & Acheampong, S. (2004). Estimating susceptibility of biological control agents to pesticides: influence of life history strategies and population structure. *Biological Control*, 29: 392-398.
41. Stark, J.D., Vargas, R. & Banks, J.E. (2007). Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. *Journal of Economic Entomology*, 100(4): 1027-1032.
42. Stark, J.D. & Wennergren, U. (1995). Can population effects of pesticides be predicted from demographic toxicological studies? *Journal of Economic Entomology*, 88:1089-1096.
43. Uchida, M., Isawa, Y. & Sugimoto, T. (1987). Inhibition of prostaglandin biosynthesis and oviposition by an insect growth regulator, buprofezin, in *Nilaparvata lugens* Stal. *Pest Biochemistry and Physiology*, 27: 71-75.
44. Zeinadini Meymand, M., Sahebzadeh, N., Ravan, S. & Basirat, M. (2019). Side Effects of spirotetramat and imidacloprid on *Hippodamia variegata* Goezee feeding on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer. *Journal of Nuts*, 10 (1): 35-45.