



## مقاله پژوهشی

اثرات جانبی دو حشره‌کش فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون روی پارامترهای زیستی بالتوری سبزی معمولی *Chrysoperla carnea* با تغذیه از پسیل معمولی *Agonoscena pistaciae*

بیبا نعمت الهی<sup>۱</sup>، مهدی غیبی<sup>۱</sup>✉، شهرام حسامی<sup>۱</sup>، محمدرضا حسینی<sup>۲</sup>

۱-به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار گروه حشره‌شناسی، دانشکده علوم کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی،

شیراز، ایران؛ ۲- استادیار گروه حشره‌شناسی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

(تاریخ دریافت: مرداد ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۱)

## چکیده

بالتوری سبزی معمولی *Chrysoperla carnea* یک شکارگر چندخوار است که انتشار جهانی دارد و به آفات مختلف از جمله تخم و پوره‌های پسیل معمولی *Agonoscena pistaciae* حمله می‌کند. در این پژوهش اثرات جانبی دو حشره‌کش هگزافلومورون و فلوپیرادیفورون در غلظت توصیه شده (به ترتیب به میزان ۵۰۰ و ۷۰۰ میلی لیتر در هزار لیتر آب) روی رشد، تولید مثل و پارامترهای جمعیت بالتوری *C. carnea* با تغذیه از پوره‌های پسیل *A. pistaciae* غوطه ور شده در محلول حشره‌کش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) در شاهد، فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون به ترتیب  $0.1320 \pm 0.0066$ ،  $0.1119 \pm 0.0006$  و  $0.08239 \pm 0.0094$  روز<sup>-۱</sup> و نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) به ترتیب  $1.1411 \pm 0.0076$ ،  $1.1184 \pm 0.0073$  و  $1.0858 \pm 0.0102$  روز<sup>-۱</sup> در سه گروه آماری جداگانه جای گرفتند. همچنین نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) (نتایج) در دو تیمار شاهد ( $357.63 \pm 0.11$ ) و فلوپیرادیفورون ( $247.26 \pm 43.03$ ) با هگزافلومورون ( $38.04 \pm 12.37$ ) اختلاف آماری نشان دادند. بر اساس این نتایج، فلوپیرادیفورون بر خلاف هگزافلومورون، اثر منفی قابل توجهی بر زنده‌مانی و تولید مثل شکارگر *C. carnea* نداشت. واژه‌های کلیدی: بالتوری سبزی، پارامترهای زیستی، پسیل معمولی پسته، حشره‌کش

**The side effects of two insecticide, flupyradifurone and hexaflumuron on the biological parameters of the *Chrysoperla carnea* (Stephens) feeding on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer**

B. NEMATOLLAHI<sup>1</sup>, MEHDI GH.<sup>✉1</sup>, S. HESAMI<sup>1</sup>, M. R. HASANI<sup>2</sup>

1. PhD. Student, Assistant Professor, and Associate Professor respectively, Department of Entomology, College of Science and Agriculture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran; 2. Assistant Professor, Department of Entomology, Rafsanjan Branch, Islamic Azad University, Rafsanjan Iran

## Abstract

The common green lacewing, *Chrysoperla carnea* is a cosmopolitan polyphagous predator, attacking various pests, including eggs and nymphs of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*. In this study, side effects of two insecticides, flupyradifurone and hexaflumuron, were investigated on the biological parameters of the common green lacewing, *C. carnea* population by feeding method in which pistachio psylla nymphs immersed in the insecticide solution. Results has shown that there were significant differences among treatments for intrinsic rate of natural increase ( $r$ ), the finite rate of increase ( $\lambda$ ) and net reproductive rates ( $R_0$ ) parameters. The results of statistical analysis showed that intrinsic rate of natural increase ( $r$ ) and the finite rate of increase ( $\lambda$ ) in control ( $1.1411 \pm 0.0076$ ,  $0.1320 \pm 0.0066$ ), flupyradifurone ( $1.1184 \pm 0.0073$ ,  $0.1119 \pm 0.0006$ ) and hexaflumuron ( $0.08239 \pm 0.0094$ ,  $1.0858 \pm 0.0102$ ) d<sup>-1</sup> were placed in three separate groups. Also, the net reproduction rate in the two treatments of control ( $357.63 \pm 0.11$ ) and flupyradifurone ( $247.26 \pm 43.03$ ) (offspring) were in the same statistical group which showed a statistical difference with hexaflumuron ( $38.04 \pm 12.37$ ). According to these results, flupyradifurone, in contrast to hexaflumuron, did not have a significant negative effect on  $r$ ,  $\lambda$  and  $R_0$  of *C. carnea*.

**Keyword:** Biological parameters, pesticides, pistachio common psylla, the common green lacewing

## مقدمه

مستقیم و غیر مستقیم آفت‌کش‌ها و نیز داشتن اطلاعاتی در مورد راه‌های احتمالی قرارگیری دشمنان طبیعی در معرض این ترکیبات مهم است (Stark and Banks, 2003). به دلیل اختلافات فیزیولوژیک بین آفات و دشمنان طبیعی آنها، آفت‌کش‌ها علاوه بر اثرات مستقیم، به‌طور غیرمستقیم نیز روی فیزیولوژی و رفتارهای دشمنان طبیعی مانند طول عمر، باروری، تولید مثل، زمان رشد، تحرک، نرخ جستجو و رفتار تغذیه، تأثیر می‌گذارند (Cloyd, 2012) و اغلب باعث مرگ و میر در هر دو گروه از این موجودات می‌شوند (Croft, 1990). عوامل متعددی بر حساسیت دشمنان طبیعی نسبت به حشره‌کش‌ها تأثیر می‌گذارد که از این میان ویژگی‌های ذاتی دشمنان طبیعی، خصوصیات میزبان یا شکار، ویژگی‌های محیطی و نیز مشخصات آفت‌کش‌ها از اهمیت بیشتری برخوردارند (Bishop, 1996; Croft, 1990). علاوه بر اثر مستقیم آفت‌کش‌ها که بر اساس میزان مرگ و میر برآورد می‌شود، غلظت‌های زیرکشنده آفت‌کش‌ها روی فیزیولوژی، یادگیری و رفتار دشمنان طبیعی نیز مؤثر می‌باشد (Desneux et al., 2007). اثرات زیرکشنده آفت‌کش‌ها به‌صورت کاهش طول دوره زندگی (Stark and Rangus, 1994; Stark and Banks, 2003)، کاهش میزان رشد (Vinson, 1974)، کاهش باروری (Fertility rates) (Stark et al., 1992)، کاهش زادآوری (Grapel, 1982; Rezaei et al., 2007; Stark et al., 1992)، تغییر در نسبت جنسی (Vinson, 1974)، تغییر در رفتارهایی مانند تغذیه (Desneux et al., 2006)، جستجوگری (Dabrowski, 1969) و تخم‌گذاری (Lawrence, 1981) نمایان می‌شود. همچنین عقیم شدن و دورکنندگی نیز از آثار غلظت‌های زیرکشنده آفت‌کش‌ها گزارش شده است (Croft, 1990)، اثرات مثبتی هم مانند افزایش باروری (Attalah and Newsom, 1966)، افزایش فعالیت شکارگر و پارازیتوبیسید (Irving and Wyatt, 1973)، افزایش تحرک (Dempester, 1968) و کاهش دوره رشد (Lawrence et al., 1973) نیز برای غلظت‌های غیر کشنده آفت‌کش‌ها گزارش شده است.

پسیل معمولی پسته یا شیره خشک با نام علمی *A. pistaciae*، به‌عنوان یک آفت بومی و کلیدی در پسته-کاری‌های ایران و کشورهای همجوار، همه ساله باعث ایجاد خسارت شدید و کاهش کمی و کیفی محصول پسته می‌شود (Mehrnejad, 2010; Samih et al., 2005). در حال حاضر استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی، یکی از روش‌های معمول در کاهش جمعیت این آفت و جلوگیری از زیان آن به باغات پسته می‌باشد (Panahi et al., 2013). تاکنون از آفت‌کش‌های مختلف فسفره، ترکیبات پیرتروئیدی، تنظیم‌کننده‌های رشد، فرامیدین‌ها، ترکیبات نیکوتینوئیدی علیه این آفت استفاده شده است (Razavi & Mahdian, 2015). بالتوری سبز معمولی *C. carnea* یک شکارگر چند گونه‌خوار و همه‌جازی است که در زیستگاه‌های مختلف کشاورزی و جنگلی زندگی می‌کند (Canard and Semeria, 1984). این شکارگر از حشرات با بدن نرم از قبیل شته‌ها (Greeve, 1984)، تریپس‌ها و کنه‌های خانواده Tetranychidae (Canard & Semeria, 1984)، شپشک‌های مختلف، تخم سوسک کلرادوی سیب‌زمینی، *Phyllocnistis citrella* Stainton، *Pryas oleae* (Bernard) (Alves et al., 2021) و *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Muhammad Faisal et al., 2016; Pérez-Guerrero et al., 2013) بالتوری *C. carnea* در باغات پسته ایران گسترش داشته و لاروهای آن به تخم و پوره‌های پسیل معمولی پسته حمله می‌کنند (Samih et al., 2005). پراکنش جغرافیایی وسیع، تعدد میزبان، سهولت پرورش انبوه در شرایط آزمایشگاهی، قدرت جستجو، تحرک و پرخوری، و مقاومت به‌بعضی آفت‌کش‌ها، از جمله ویژگی‌هایی است که باعث شده این شکارگر مورد توجه متخصصین مهار زیستی قرار گیرد (Azma and Mirabzadeh, 2004). اما کاربرد روزافزون آفت‌کش‌های شیمیایی توانایی بالقوه دشمنان طبیعی آفات را به‌شدت کاهش می‌دهد (Azizi et al., 2008). بنابراین، درک تفاوت اثرات کشنده و غیرکشنده و همچنین تفاوت اثرات

بررسی تأثیر پنج حشره‌کش روی طول دوره رشدی، نسبت جنسی و باروری بالتوری سبز (Amarasekare & Shearer, 2013) و تأثیر زیست ایمنی چند آفت‌کش زیستی روی لارو سن دوم و حشره بالغ *C. carnea* (Sabry & El-Sayed, 2011) اشاره نمود.

استفاده از آفت‌کش‌های غیرانتخابی، تأثیر نامطلوبی روی جمعیت دشمنان طبیعی مستقر در زیست‌بوم‌های زراعی و باغی خواهد گذاشت. در دسترس بودن حشره‌کش‌ها به‌همراه عملکرد خوب آنها در برابر آفات هدف و همچنین تأثیر منفی کم روی بندپایان مفید، از عوامل کلیدی برای حفاظت قوی عوامل مهارکننده زیستی در مدیریت تلفیقی آفت می‌باشند (Ahmed et al., 2014; Barbosa et al., 2017). بررسی تأثیر آفت‌کش‌های مختلف روی دشمنان طبیعی علاوه بر تعیین اثر مستقیم پارامترهایی مانند مرگ و میر یا بقا در یک دوره زمانی معین، ارزیابی اثرات غیرمستقیم آنها نیز موجب موفقیت کلی یک برنامه مهار زیستی به‌همراه استفاده از آفت‌کش‌ها می‌شود (Cloyd, 2012). سم‌شناسی دموگرافیک (Demographic toxicology) یک روش سم‌شناسی بومی است که پارامترهای زیستی برای یک جمعیت در معرض آفت‌کش با شاهد مورد بررسی قرار می‌گیرد و فرض بر این است که می‌توان اثرهای یک ماده سمی روی جمعیت را پیش بینی نماید (Stark and Banks, 2003., Talebi et al., 2011 and Talebi et al., 2008).

حشره‌کش‌های فلوپیرادیفئورون (IRAC 4D) و هگزافلومورون (IRAC 15) از جمله آفت‌کش‌های متداول علیه آفات مختلف درختان پسته مانند پسپیل پسته و پروانه چوبخوار می‌باشند (حشره‌کش‌های تصویب شده از سال ۸۶ تا ابتدای مرداد ماه ۱۴۰۱، سازمان حفظ نباتات کشور) که زمان استفاده از آنها معمولاً مقارن با اوج فعالیت بالتوری سبز می‌باشد. با توجه به کاربرد بالای این دو حشره‌کش در باغات پسته و همچنین لزوم توجه و حفاظت از بالتوری سبز، بعنوان یک عامل مهارکننده طبیعی در زیست‌بوم‌های باغی و زراعی، و با توجه به اینکه در همه پژوهش‌های انجام شده تأثیر این دو

از آنجایی که در بسیاری از کشورها و از جمله ایران، روش معمول کشاورزان برای کنترل آفات، کاربرد آفت‌کش‌ها است؛ به‌همین دلیل بررسی تأثیرات کشندگی و زیرکشندگی آفت‌کش‌های مختلف روی دشمنان طبیعی و همچنین بالتوری سبز برای دستیابی به یک آفت‌کش مناسب و سازگار با برنامه‌های IPM مفید خواهد بود (Golmohammadi and Hejazi, 2014). گونه‌های خانواده Chrysopidae به‌دلیل پراکنش جهانی و چندخواری، به‌عنوان یکی از مهمترین دشمنان طبیعی کلیدی در مهار زیستی آفات کشاورزی و باغی مانند شته‌ها، تریپس، سفیدبالک‌ها، شپشک‌های آردآلود، پسپیل‌ها و به‌شمار می‌روند (Ham et al., 2019).

تحقیقات متعددی در خصوص تأثیر آفت‌کش‌های مختلف روی گونه‌های مختلف بالتوری سبز انجام شده که می‌توان به بررسی اثر زیرکشندگی حشره‌کش‌های اندوسولفان، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب روی حشرات کامل *C. carnea* (Golmohammadi et al., 2013)، اثر غلظت‌های توصیه شده‌ی مزرعه‌ای و دو برابر آن غلظت‌ها از امامکتین بنزوات و اسپینوسد روی فراسنجه‌های زیستی *C. Carnea* در شرایط آزمایشگاهی (Saber et al., 2017)، اثرات کشندگی و زیرکشندگی حشره‌کش‌های دینوتفوران و تیمتوکسام روی پارامترهای رشد جمعیت این شکارگر (Shakoorzadeh et al., 2013)، اثرات زیر کشندگی چند عصاره گیاهی و حشره‌کش ایمیداکلوپراید بر پارامترهای جدول زندگی بالتوری سبز معمولی (Pirmohammadi et al., 2013)، بررسی تغییرات فراسنجه‌های زیستی بالتوری سبز، در تماس با غلظت زیرکشنده تیمتوکسام، ایمیداکلوپراید و استامی‌پراید (Alsendi et al., 2021)، تأثیر چند آفت‌کش روی سن اول لارو بالتوری سبز (Asadi Eidvand et al. 2016)، تأثیر چند آفت‌کش و عصاره گیاهی بر پارامترهای جدول زندگی بالتوری سبز (Irannejad et al., 2011)، تأثیر غلظت کشنده و زیرکشنده حشره‌کش لیوفنورون روی لارو، تخم و ترحیح میزبانی حشره بالغ *C. carnea* (Suárez-López et al., 2020)، بررسی تأثیر ۱۲ آفت‌کش روی بالتوری *C. nipponensis* (Ham et al., 2019).

تغذیه شدند. خمیر حاصل روی کاغذهای نواری شکل ریخته و در اختیار حشرات کامل قرار گرفت. آب مورد نیاز حشرات کامل با مرطوب نگه‌داشتن توری‌ها به‌صورت روزانه تأمین می‌گردید. ظروف نگهداری حشرات کامل به‌صورت افقی قرار داده می‌شدند تا بالتوری‌ها روی تور تخم‌گذاری ننمایند. ظروف پرورش هر دو روز یک بار به‌منظور برداشتن تخم‌ها، تعویض می‌گردید تا از تفریح تخم‌ها و خروج لاروها در داخل محفظه جلوگیری شود. تخم‌های حاصل به‌ظروف مخصوص پرورش لاروها منتقل شدند. برای پرورش انبوه لاروها در شرایط آزمایشگاهی با توجه به رفتار هم‌خواری لاروها، با اقتباس از جوینده (Jooyandeh, 2000) با اندکی تغییر از ظروف پلاستیکی به ابعاد  $10 \times 18 \times 26$  سانتی‌متر استفاده و پارچه‌های توری با مشخصه ۱۲ روزنه در سانتی‌متر مربع به‌عنوان مانعی برای جلوگیری از هم‌خواری لاروها در داخل آن قرار داده شدند. لاروها پس از خروج تا تبدیل شدن به شفیره به‌صورت روزانه با استفاده از پوره‌های پسیل پسته تغذیه می‌شدند. شفیره‌های حاصل به ظروف پلاستیکی به رنگ سفید مات به قطر ۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر منتقل و حشرات کامل بلافاصله پس از ظهور به لوله‌های پرورش انتقال داده می‌شدند.

در این پژوهش دو حشره‌کش هگزافلومورون (Hexaflumuron) با نام تجاری کنسالت (Consult) محصول شرکت بایر (EC10%W/V) و فلوپیرادیفورون (Flupyradifurone) با نام تجاری سیوانتو (Sivanto) محصول شرکت بایر (SL20%) در دز توصیه شده (به‌ترتیب به‌میزان ۵۰۰ و ۷۰۰ میلی‌لیتر در هزار لیتر آب) مورد آزمایش قرار گرفتند (Noorbakhsh, 2022).

برای بررسی اثرات جانبی دو حشره‌کش فوق روی رشد، تولید مثل و پارامترهای جمعیت بالتوری *C. carnea* لاروها به‌روش گوارشی و با تغذیه از پوره‌های پسیل پسته غوطه‌ور شده در محلول آفت‌کش تیمار شدند. به ازای هر تیمار یک گروه همسن (Cohort) متشکل از ۱۱۰ عدد تخم بالتوری سبز

آفت‌کش روی شکارگر *C. carnea* به‌صورت تماسی مورد ارزیابی قرار گرفته است، لذا در این پژوهش اثرات گوارشی (تغذیه‌ای) این دو آفت‌کش روی پارامترهای زیستی شکارگر مورد بررسی قرار گرفت.

## روش بررسی

### شرایط و محل انجام آزمایش‌ها

کلیه پرورش‌ها و بررسی اثرات جانبی آفت‌کش‌ها در شرایط آزمایشگاهی و دمای  $26 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد و دوره روشنایی تاریکی ۸:۱۶ در سال ۱۳۹۶ انجام شد (Medina et al., 2003).

### پرورش بالتوری سبز *C. carnea*

حشرات کامل بالتوری سبز از باغات پسته اطراف کرمان، با تور حشره‌گیری و اسپیراتور جمع‌آوری و به‌منظور پرورش و شناسایی به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در آزمایشگاه با نمونه‌های تأیید شده گونه بالتوری *C. carnea* تطبیق و گونه مورد تأیید قرار گرفت. در طول انجام آزمایشات برای نگهداری توانایی ژنتیکی جمعیت، حشرات کامل بالتوری سبز از باغ‌های پسته به‌جمعیت اولیه اضافه می‌شد.

برای پرورش حشرات کامل بالتوری سبز از روش وگت و وینولا (Vogt and Vinula 2001) استفاده شد. به این منظور حشرات کامل از باغ‌هایی سم‌پاشی نشده جمع‌آوری و به لوله‌های استوانه‌ای از جنس پی‌وی سی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۳ سانتی‌متر که دو طرف آن‌ها با تور ارگاندی (Organdy) مسدود شده بود، منتقل شدند. به‌منظور ایجاد بستر مناسب برای تخم‌ریزی حشرات بالغ، سطح داخلی لوله‌ها به‌وسیله کاغذ رنگی آبی پوشیده شد.

حشرات کامل بر اساس روش رضایی و همکاران (Rezaei et al., 2007) روزانه با استفاده از غذای مصنوعی شامل مخمر نان، شکر (Morrison, 1985) و عسل به نسبت وزنی ۱:۱:۲ که با آب مقطر به‌صورت خمیر در آمده بود،

در این پژوهش داده‌برداری جدول زندگی بر مبنای جدول زندگی دو جنسی (Age-Stage, Two-Sex Life Table) انجام شد. برای بررسی تاثیر تیمارها بر پارامترهای زیستی بالتوری سبز افراد تیمار شده به روش گوارشی (تغذیه‌ای) از گروه هم‌سن اولیه تیمارها به صورت تصادفی انتخاب شدند. اطلاعات روزانه این افراد از تولد تا مرگ شامل طول دوره مراحل رشدی تخم، لارو سن اول، دوم، سوم، شفیره و حشره کامل و همچنین تخم‌ریزی روزانه ماده‌های حاصل از تیمار لاروها تعیین شد. جنسیت هر فرد به عنوان حشره کامل نر (M)، حشره کامل ماده (F) و افراد ناشناخته (N)، (یعنی آنهایی که قبل از تبدیل شدن به حشره کامل مردند) ثبت شد (Chi, 1988; Chi and Liu, 1985). فراسنجه‌های جدول زندگی از روش دو جنسی (Chi et al., 2020) و با استفاده از معادلات ارائه شده توسط (Huang and Chi, 2011) و به کمک نرم‌افزار TWSEX-MSchart, Version, 2022.23.02 ارزیابی شدند. در این پژوهش فراسنجه‌های نرخ زنده‌مانی ویژه سن (lx)، باروری ویژه سن ( $m_x$ )، امید به زندگی ویژه سن ( $e_{lx}$ ) و مرحله زیستی و فراسنجه‌های جمعیت شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ )، نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ )، نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) و متوسط مدت‌زمان یک نسل (T) ارزیابی و تحلیل گردید. همچنین طول دوره‌های جنینی تخم، لاروی، شفیرگی و بالغ شکارگر و سایر پارامترهای مهم زیستی آفت مورد ارزیابی قرار گرفت. برای نرمال شدن توزیع فراوانی داده‌ها، میانگین و خطای استاندارد فراسنجه‌های جمعیت با روش بوت استرپ در ده هزار تکرار محاسبه شد. همچنین تفاوت معنی‌داری داده‌ها، میانگین فراسنجه‌های جمعیت، دوره‌های رشدی و زادآوری بین تیمارهای گوناگون در سطح معنی‌داری پنج درصد با آزمون paired bootstrap توسط نرم‌افزار TWSEX-MSchart, Version, 2022.23.02 محاسبه شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Sigmaplot نسخه ۱۴ رسم شدند.

با عمر کمتر از ۲۴ ساعت به صورت تصادفی انتخاب و به ظروف پرورش انفرادی لاروها به قطر دهانه ۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر منتقل شدند. در همه تیمارها (شکارگرهایی که از پوره‌های عاری از آفت‌کش تغذیه می‌کردند و شکارگرهایی که تحت تیمار قرار می‌گرفتند)، تغذیه شکارگرها کاملاً مشابه بود به طوری که روزانه تعداد ۲۰ پوره سن ۵ پسیل پسته در اختیار هر یک از لاروهای شکارگر قرار می‌گرفت و این عمل تا زمان تبدیل شکارگر به شفیره، ادامه یافت. در تیمارهای آزمایشی فقط به مدت دو نوبت (۴۸ ساعت) لاروهای شکارگر توسط پوره‌های پسیل آغشته به آفت‌کش تغذیه شدند. به عبارت دیگر در این تیمارها جمعاً فقط تعداد ۴۰ پوره پسیل آغشته شده به آفت‌کش در اختیار شکارگر قرار می‌گرفت و ادامه تغذیه آن‌ها مشابه تیمار شاهد و تا زمانی که آخرین حشره کامل قادر به تخم‌ریزی بود، ادامه یافت. برای تهیه محلول آفت‌کش، هر یک از حشره‌کش‌ها با استفاده از آب مقطر و بر اساس غلظت توصیه شده تهیه و برای یکنواختی محلول از Tween80 یک درصد استفاده شد. تعداد نسبتاً زیادی پوره سن ۵ پسیل پسته داخل یک صافی (توری) ریخته و به مدت ۳ ثانیه داخل محلول آفت‌کش قرار داده و خارج و در دمای آزمایشگاه قرار می‌گرفتند. پس از اطمینان از خشک شدن پوره‌های پسیل، طعمه تیمار شده در اختیار لارو سن سوم شکارگر قرار می‌گرفت. در این غلظت علاوه بر مشاهده تلفات زیاد در پوره‌های پسیل، تعداد زیادی نیز زنده می‌ماندند. در این پژوهش لاروهای سن سوم شکارگر به این دلیل حریص بودن لاروی بالتوری سبز در این سن (Schneider et al., 2009) انتخاب شدند با توجه به هدف پژوهش مبنی بر بررسی تأثیرات گوارشی (تغذیه‌ای) آفت‌کش‌ها روی فراسنجه‌های بالتوری *C. carnea*، لاروهای سن سوم بالتوری که از پوره‌های تیمار شده آفت تغذیه نمی‌کردند (بیش از ۷۰ درصد)، از آزمایش حذف می‌شدند (Schneider et al., 2009). پس از اعمال تیمارها، تعیین مقادیر پارامترهای زیستی بالتوری سبز معمولی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

## نتیجه و بحث

اثرات جانبی گوارشی آفت‌کش‌ها بر ویژگی‌های زیستی و پارامترهای جدول زندگی بالتوری سبز

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که بسیاری از ویژگی‌های زیستی بالتوری سبز تحت تأثیر دو آفت‌کش فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون و تیمار شاهد با هم اختلاف آماری نداشتند ولی طول دوره (بر حسب روز) در لارو سن سه و کل مرحله قبل از بلوغ معنی‌دار بود. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، میانگین طول دوره لارو سن سوم در دو سم فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون با اختلاف معنی‌دار بیش از تیمار شاهد بود. نتایج بررسی کل دوره قبل از بلوغ، سه تیمار را در سه گروه مختلف آماری قرار داد به طوری که بیشترین طول دوره قبل از بلوغ مربوط به سم هگزافلومورون و کمترین مربوط به تیمار شاهد بود. کمترین میزان باروری بالتوری مربوط به آفت‌کش هگزافلومورون بود که با فلوپیرادیفورون و شاهد اختلاف معنی‌دار نشان داد. بنابراین آفت‌کش فلوپیرادیفورون بر خلاف هگزافلومورون تأثیر منفی بر میزان باروری شکارگر نداشت و با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار گرفت.

نتایج مقایسه نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) و نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) نشان داد که سه تیمار شاهد، فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون در سه گروه جداگانه آماری قرار گرفتند به طوری که کمترین مقادیر  $r$  و  $\lambda$  مربوط به آفت‌کش هگزافلومورون و بیش‌ترین مقدار این دو پارامتر مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲). همچنین نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) (نتایج) در دو تیمار شاهد ( $357.63 \pm 0.11$ ) و فلوپیرادیفورون ( $247.26 \pm 43.03$ ) در یک گروه آماری قرار گرفتند که با هگزافلومورون ( $38.04 \pm 12.37$ ) اختلاف آماری نشان دادند. اما متوسط مدت زمان یک نسل ( $T$ ) (روز) در سه تیمار فلوپیرادیفورون، هگزافلومورون و شاهد در یک گروه آماری جای گرفتند و اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. بر اساس بررسی رزنهایم و تابشینیک (Rosenheim and Tabashnik, 1991)

دما و کیفیت غذا دو عامل اصلی تأثیرگذار روی مدت زمان یک نسل می‌باشند. بنابراین به نظر می‌رسد آفت‌کش‌های مورد بررسی در غلظت‌های به کار رفته، مدت زمان یک نسل را تحت تأثیر قرار ندادند.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ ) بالاترین ظرفیت ذاتی افزایش جمعیت در شرایط مطلوب بوده و در واقع بیانگر تفاضل میان نرخ ذاتی تولد و مرگ و میر در یک جمعیت پایدار است. نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) بیانگر تعداد دفعاتی است که در واحد زمان جمعیت چند برابر می‌شود (Caery, 1948). همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، پارامترهای جدول زندگی بالتوری سبز تحت تأثیر دو آفت‌کش مورد استفاده با تیمار شاهد اختلاف نشان دادند.

آفت‌کش فلوپیرادیفورون نیز از نظر دو پارامتر  $r$  و  $\lambda$  هم با تیمار شاهد و هم با تیمار هگزافلومورون اختلاف معنی‌دار داشتند. غلظت‌های زیرکشنده آفت‌کش‌ها، در مواردی زادآوری بالفعل و بالقوه دشمنان طبیعی را با کاهش مستقیم تخم‌ریزی یا کاهش درصد تفریح تخم‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهند (Desneux et al., 2007).

در پژوهش دیگری نیز هگزافلومورون در کنار چند عصاره گیاهی روی بالتوری سبز *C. carnea* به‌روش تماسی آزمایش شد و نتایج آن نشان داد که این آفت‌کش در کنار عصاره شاتره اثر منفی بر پارامترهای جمعیت این شکارگر داشتند (Irannejad et al. 2011).

تغییرات زنده‌مانی ویژه سن ( $l_x$ ) (احتمال زنده ماندن یک فرد تا سن معین  $x$ )، باروری ویژه سن ( $m_x$ ) (تعداد تخم‌های تولید شده به‌ازای هر فرد ماده) باروری ویژه سن مرحله زیستی ( $f_{ij}$ ) (تخم‌های گذاشته شده و تفریح شده توسط ماده‌های بالغ در سن  $x$ ) و زادآوری ویژه سنی ( $l_{mx}$ ) برای همه افراد در شکل ۱، نشان داده شده است.

نرخ زنده‌مانی ویژه سن تخم در همه تیمارها در شروع آزمایش برابر یک بود که در تیمار شاهد تا روز هفتم و در حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون تا روز هشتم

روند کاهش نسبت زنده‌مانی بسیار کند است به طوری که در روز ۷۹ این نسبت به ۸۱ درصد رسید. در حشره‌کش فلوپیرادیفورون روند کاهش نسبت زنده‌مانی از روز هشتم آغاز و تا سن ۸۲ روزه بالتوری ماده به ۶۲ درصد کاهش یافت. اما در هگزافلومورون از روز هشتم روند کاهشی به سرعت آغاز به طوری که در سن ۲۷ روزه مقدار نسبت زنده‌مانی به ۲۲ درصد کاهش یافت. بررسی تأثیر حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی شته خردل *Lipaphis erysimi* (Kalt) نشان داد که نرخ زنده‌مانی ( $l_x$ ) در تیمار LC<sub>25</sub> (۰/۰۹۳ میلی گرم بر لیتر)، روند نزولی داشته و از سن ۱۰ روز به بعد افت شدیدی مشاهده شد و در تیمار شاهد بعد از سن ۲۱ روز روند نزولی بود (Hosseini et al., 2020).

ادامه داشت و سپس با گذشت زمان و افزایش سن بالتوری به تدریج روند نزولی داشت.

همچنین، باروری ویژه سن ( $m_x$ ) بالتوری در تیمار شاهد (۸/۵۷ تخم)، در روز چهل و نهم، حشره‌کش فلوپیرادیفورون (۱۰/۱۲ تخم)، در روز هفتادم و حشره‌کش هگزافلومورون (۶/۴۸ تخم)، در روز چهل و دوم رخ داده است. علاوه بر این باروری ویژه سن مرحله زیستی ( $f_{ij}$ ) در تیمار شاهد (۱۶/۸۴ تخم)، حشره‌کش فلوپیرادیفورون (۱۸/۸۸ تخم)، حشره‌کش هگزافلومورون (۱۱/۳۳ تخم) بود، که به ترتیب در روزهای ۴۷، ۷۴ و ۴۳ اتفاق افتاد. همانطور که در شکل ۱ دیده می‌شود با افزایش سن، نرخ زنده‌مانی ( $l_x$ ) کاهش می‌یابد. در تیمار شاهد (شکل ۱)

**جدول ۱-** مقایسه میانگین طول دوره مراحل مختلف رشدی بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* تیمار شده به روش تغذیه‌ای (گوارشی) در تیمارهای آفت‌کش فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون.

**Table 1.** Mean comparison ( $\pm$ SE) of different developmental stages of *Chrysoperla carnea* treated by feeding method in insecticide treatments of flupyradifurone and hexaflumuron.

Developmental duration	Control	Flupyradifurone	Hexaflumuron
Egg (d)	4.00 <sup>a</sup> $\pm$ 0.00	3.97 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	4.00 <sup>a</sup> $\pm$ 0.00
First instar Larva (d)	2.24 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	2.30 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	2.24 <sup>a</sup> $\pm$ 0.04
Second instar Larva (d)	2.67 <sup>a</sup> $\pm$ 0.06	2.68 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09	2.8 <sup>1a</sup> $\pm$ 0.12
Third instar Larva (d)	3.45 <sup>b</sup> $\pm$ 0.03	3.84 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07	3.95 <sup>a</sup> $\pm$ 0.12
Pupa (d)	8.11 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	8.15 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	8.21 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09
Adult longevity (d)	74.39 <sup>a</sup> $\pm$ 2.43	66.79 <sup>ab</sup> $\pm$ 3.11	63.21 <sup>b</sup> $\pm$ 4.73
Male longevity (d)	86.11 <sup>a</sup> $\pm$ 2.46	80.37 <sup>a</sup> $\pm$ 3.76	84.37 <sup>a</sup> $\pm$ 3.21
Femal longevity (d)	103.29 <sup>a</sup> $\pm$ 3.53	95.11 <sup>ab</sup> $\pm$ 4.73	84.90 <sup>b</sup> $\pm$ 8.17
Pre adult duration (d)	20.47 <sup>c</sup> $\pm$ 0.11	20.83 <sup>b</sup> $\pm$ 0.10	21.47 <sup>a</sup> $\pm$ 0.23
Total developmental time (d)	89.03 <sup>a</sup> $\pm$ 3.64	76.17 <sup>b</sup> $\pm$ 3.95	32.60 <sup>c</sup> $\pm$ 3.77
APOP* (d)	13.92 <sup>a</sup> $\pm$ 2.51	15.47 <sup>a</sup> $\pm$ 1.68	12.18 <sup>a</sup> $\pm$ 2.97
TPOP** (d)	34.66 <sup>a</sup> $\pm$ 2.57	36.73 <sup>a</sup> $\pm$ 1.70	34.00 <sup>a</sup> $\pm$ 3.07
Fecundity (eggs/female)	755.0 <sup>a</sup> $\pm$ 70.0	596.0 <sup>a</sup> $\pm$ 66.45	283.63 <sup>b</sup> $\pm$ 51.56
Oviposition days (d)	52.77 <sup>a</sup> $\pm$ 0.75	45.02 <sup>a</sup> $\pm$ 3.12	33.81 <sup>b</sup> $\pm$ 3.85

Different letters in a same row indicate significant difference (paired bootstrap test,  $P < 0.05$ )

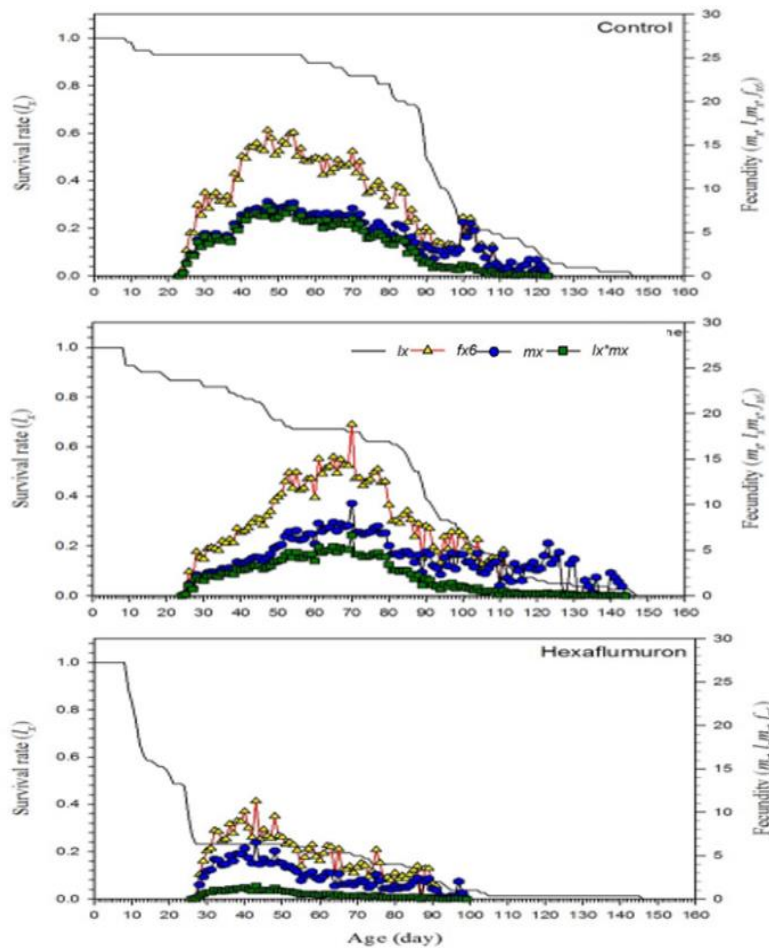
\*APOP: Pre-ovipositional period (from egg to adult), \*\*TPOP: Total pre-ovipositional period (from egg to first oviposition)

جدول ۲- مقایسه میانگین ( $\pm$ خطای معیار) فراسنجه‌های جدول زندگی دو جنسی بالتوری سبز معمولی *Chrysoperla carnea* تیمار شده به روش گوارشی در تیمارهای حشره‌کش فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون.

**Table 2.** Mean comparison ( $\pm$ SE) of two-sex life table parameters of the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* treated by feeding method in insecticide treatments of flupyradifurone and hexaflumuron.

Parameter of fertility life table	Control	Flupyradifurone	Hexaflumuron
Intrinsic rate of natural increase (r) (Female/female/day)	0.132 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup>	0.1119 $\pm$ 0.0006 <sup>b</sup>	0.08239 $\pm$ 0.0094 <sup>c</sup>
Finite rate of increase ( $\lambda$ ) (Female/female/day)	1.1411 $\pm$ 0.0076 <sup>a</sup>	1.1184 $\pm$ 0.0073 <sup>b</sup>	1.0858 $\pm$ 0.0102 <sup>c</sup>
Net rate reproduction (R0)	357.63 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	247.26 $\pm$ 43.03 <sup>a</sup>	38.04 $\pm$ 12.37 <sup>b</sup>
Mean generation time (T) (day)	44.53 $\pm$ 1.43 <sup>a</sup>	49.21 $\pm$ 2.26 <sup>a</sup>	44.16 $\pm$ 2.21 <sup>a</sup>

Different letters in a same row indicate significant difference (paired bootstrap test, P < 0.05)



شکل ۱. تغییرات زنده‌مانی ویژه سن ( $l_x$ )، باروری ویژه سن ( $m_x$ )، باروری ویژه سن - مرحله زیستی ( $fx_j$ ) و زادآوری ویژه سنی ( $l_x m_x$ ) در بالتوری سبز معمولی *Chrysoperla carnea* در سه تیمار شاهد، حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون، هگزافلومورون در شرایط آزمایشگاهی به روش تغذیه‌ای

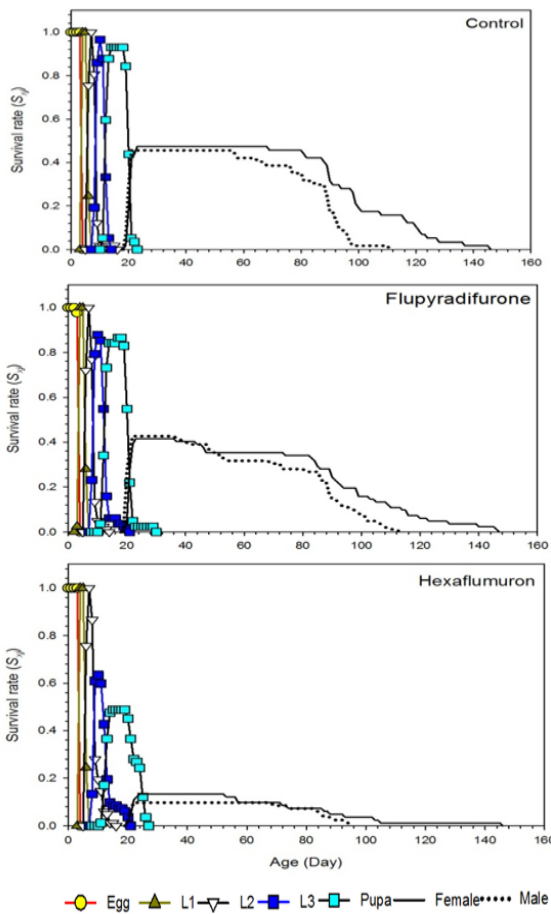
**Fig. 1.** Age-specific survival rate ( $l_x$ ), age-specific fecundity ( $m_x$ ), age-stage specific fecundity ( $fx_j$ ) and age-specific maternity ( $l_x m_x$ ) in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* in control, and two insecticide treatments, flupyradifurone and hexaflumuron under laboratory conditions by feeding method.



نتایج حاصل از امید به زندگی ویژه سن - مرحله زیستی  $(e_{xj})$  بالتوری در سه تیمار شاهد، حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون در شکل ۲ آمده است. امید به زندگی نشان‌دهنده تعداد روزها و مراحل است که یک فرد پس از سن  $x$  و مرحله  $j$  زنده می‌ماند و بیانگر متوسط طول عمر باقی‌مانده برای فرد برای رسیدن به سن  $x$  می‌باشد. در این پژوهش امید به زندگی با افزایش سن روند نزولی پیدا کرد و تغییرات آن با نرخ مرگ و میر رابطه معکوس داشت به طوری که در روزهای اول که نرخ مرگ و میر کمترین است، امید به زندگی در بالاترین سطح خود قرار دارد. میزان امید به زندگی یک تخم تازه گذاشته شده  $(e_{01})$  در تیمارهای شاهد و حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون به ترتیب ۸۹/۰۳، ۷۶/۱۷ و ۳۲/۶۰ روز بود که دقیقاً برابر طول عمر افراد در این پژوهش می‌باشد. نمودارهای شکل ۳ نشان می‌دهند که یک فرد با چه احتمالی تا سن  $x$  و مرحله  $j$  زنده خواهد ماند و علاوه بر زنده‌مانی، انتقال از یک مرحله رشد و نمو به مرحله دیگر نیز توصیف شده است (Chi, 2006). این نمودارها نشان می‌دهد که در هر سه تیمار شاهد، حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون با افزایش سن، نرخ زنده‌مانی ویژه سن - مرحله زیستی بالتوری‌های بالغ به ترتیب ۸۵، ۷۶، ۶۶ درصد در ماده‌ها و ۶۹، ۶۴، ۶۷ درصد در نرها می‌باشد. همچنین در حالیکه نرخ زنده‌مانی ویژه سن - مرحله زیستی نرها در حشره‌کش هگزافلومورون نسبت به تیمار شاهد و حشره‌کش فلوپیرادیفورون کاهش یافته است، نرخ زنده‌مانی ویژه سن مرحله زیستی در ماده‌ها اختلافی دیده نشد. بر اساس نتایج به دست آمده احتمال رسیدن یک عدد تخم به مرحله ماده بالغ در تیمار شاهد ۴۷ درصد، حشره‌کش فلوپیرادیفورون ۴۲ درصد و حشره‌کش هگزافلومورون ۱۳ درصد برآورد شد که به ترتیب در روز ۲۳، ۲۲ و ۲۳ اتفاق افتاد و این نتایج نشان‌دهنده تأثیر منفی حشره‌کش هگزافلومورون روی بالتوری سبب معمولی می‌باشد. هگزافلومورون از ترکیبات مختل کننده رشد در حشرات بوده

(Sun et al., 2015) و بدیهی است که روی فاکتورهای مربوطه و رسیدن لارو به مرحله بلوغ تأثیر منفی داشته باشد. نمودارهای مقدار زادآوری ویژه سن - مرحله زیستی  $(v_{xj})$  در شکل ۴ نشان‌دهنده سهم هر یک از افراد در سنین  $x$  و مرحله رشدی  $j$  در تشکیل جمعیت آینده است که در آن، ماده‌ها بیشترین میزان تأثیر را دارند. در تمامی موارد پیک منحنی نزدیک به میزان میانگین کل دوره پیش از تخم‌گذاری (TPOP) می‌باشد. ارزش زادآوری ویژه سن - مرحله زیستی یک تخم یک روزه  $(v_{01})$ ، برابر نرخ متناهی افزایش جمعیت می‌باشد (Rezaei et al., 2018). زمان ظهور حشرات ماده، بیشترین ارزش تولیدمثلی در سن ۴۳، ۶۰، ۳۲ به ترتیب در تیمار شاهد، حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون مشاهده شد. طبق نتایج به دست آمده بیشترین تعداد تخم به ازای هر ماده در تیمار شاهد (۱۱۸/۳۷) و کمترین آن در هگزافلومورون (۹۰/۶) بود.

پویه و همکاران (Pooye et al., 2019) از حشره‌کش هگزافلومورون به عنوان حشره‌کش سازگار با محیط زیست نام برده است که با غلظت‌های ۰/۵ تا ۰/۷۵ لیتر در هزار به ترتیب ۸۱ و ۹۱/۷۵ درصد تلفات در جمعیت پوره پسپیل معمولی پسته ایجاد می‌کند. اما پژوهش حاضر نشان داد که این آفت‌کش اثرات زیانباری بر زیست‌شناسی، زنده‌مانی، تولید مثل و پارامترهای جمعیت بالتوری سبب معمولی *C. carnea* در تیمار به‌روش گوارشی دارد. بر خلاف حشره‌کش هگزافلومورون، حشره‌کش فلوپیرادیفورون به‌روش گوارشی، به واسطه امن بودن و عدم تأثیر آن بر زنده‌مانی و تولید مثل بالتوری فوق، می‌تواند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات پسته مورد استفاده قرار گیرد. از طرفی، با توجه به نتایج تحقیقات غیبی و طاهری (Gheibi and Taheri, 2008)، آفت‌کش فلوپیرادیفورون، بالاترین میانگین تلفات را روی پسپیل معمولی پسته *A. pistaciae* نشان می‌دهد. بنابراین بر اساس نتایج این پژوهش توسعه مصرف آفت‌کش هگزافلومورون در باغ‌های پسته می‌تواند اثرات نسبتاً مخربی بر جمعیت شکارگر *C. carnea* و احتمالاً سایر دشمنان طبیعی داشته باشد.

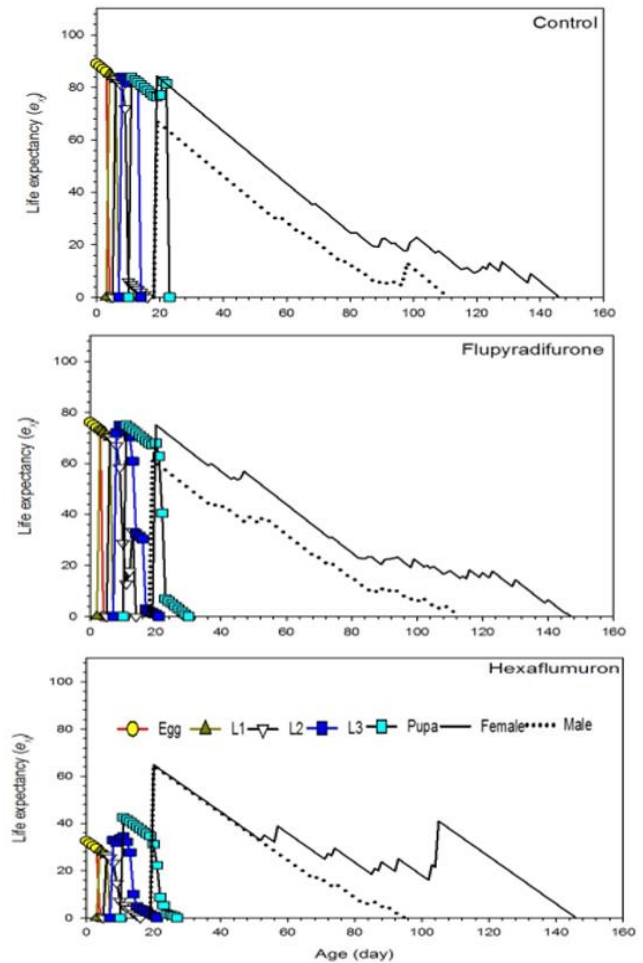


شکل ۳- نرخ زنده مانی ویژه سن- مرحله زیستی  $(s_{ij})$  بالتوری سبز معمولی *Chrysoperla carnea* در تیمارهای شاهد، حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون به روش تغذیه‌ای.

**Fig. 3.** Age-stage specific survival rates ( $s_{ij}$ ) in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* in control, and two insecticide treatments, flupyradifurone and hexaflumuron under laboratory conditions by feeding method.

اهمیت این پژوهش زمانی مشخص می‌شود که در مدیریت تلفیقی آفات معمولاً توصیه می‌شود که آفت‌کش‌ها زمانی مصرف شوند که دشمنان طبیعی آفات حضور ندارند. به عبارت دیگر در صورتیکه در بررسی رفتار بالتوری سبز معمولی مشخص گردد که این شکارگر در ساعاتی از روز خود را در پناهگاه‌های گیاهی یا سایر مکان‌ها مخفی می‌نماید، در آن صورت می‌توان مصرف آفت‌کش‌ها را صرفاً

بررسی منابع مختلف نشان داد که بیشتر تحقیقات انجام شده روی اثرات جانبی آفت‌کش‌ها بر پارامترهای زیستی شکارگرها، به روش تأثیر مستقیم آفت‌کش روی مراحل زندگی شکارگر انجام شده است. در این پژوهش، پوره‌های پس‌پسته تیمار شده به وسیله آفت‌کش در اختیار شکارگر قرار داده شدند و شکارگر در طول آزمایش در معرض آفت‌کش‌ها قرار نگرفت.



شکل ۲- امید به زندگی ویژه سن- مرحله زیستی  $(e_{ij})$  بالتوری سبز معمولی *Chrysoperla carnea* در سه تیمار شاهد، حشره‌کش‌های فلوپیرادیفورون و هگزافلومورون به روش تغذیه‌ای.

**Fig. 2.** Age-stage-specific life expectancy ( $e_{ij}$ ) in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* in control, and two insecticide treatments, flupyradifurone and hexaflumuron under laboratory conditions by feeding method.

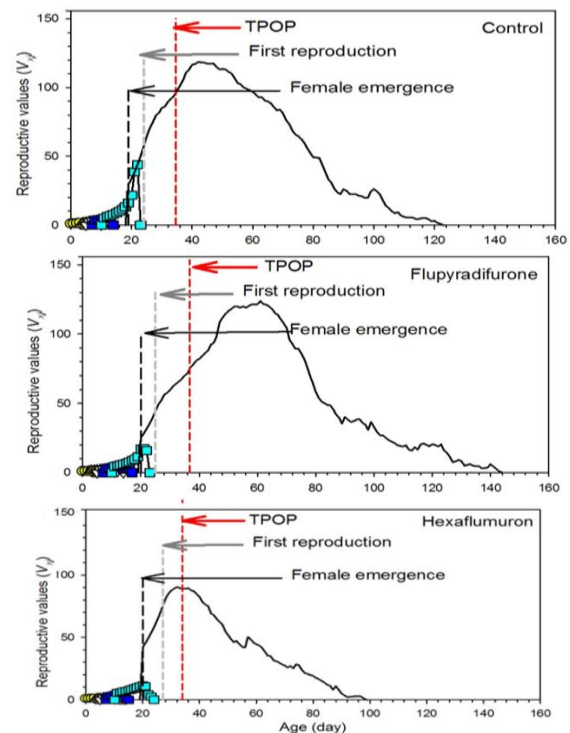
به این زمان‌ها معطوف نمود تا جمعیت کمتری از شکارگر در معرض آفت‌کش قرار بگیرد. نتایج پژوهش‌های پائولو و همکاران (Paulo *et al.*, 2017) نشان داد که صرفنظر از نحوه تأثیر آفت‌کش (تماسی یا تغذیه‌ای) روی شکارگر *C. carnea*، بالتوری‌های بالغ نسبت به لاروها حساسیت بیشتری به آفت‌کش فلویپیرادیفورون دارند. ایشان عنوان نمودند که لاروهای بالتوری معمولاً به سطوح عاری از آفت‌کش پناه برده ولی حشرات بالغ بالتوری بدنشان آغشته به بقایای آفت‌کش می‌شود. بر اساس نتایج این پژوهش، می‌توان عنوان نمود. چنانچه در زمان عدم حضور حشرات کامل بالتوری، اقدام به محلولپاشی باغ‌های پسته علیه پسیل *A. pistaciae* با استفاده از حشره‌کش‌های کم‌خطری مانند فلویپیرادیفورون شود، کاهش تلفات این شکارگر انتظار می‌رود.

#### سپاسگزاری

بدینوسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز به‌خاطر همکاری و همچنین از آقای دکتر امیر محسنی امین عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور به‌خاطر مساعدت‌هایشان کمال تشکر را داریم.

#### References

- AHMED, S., M.S., NISAR, M.M., SHAKIR, M. IMRAN and K., IQBAL. 2014. Comparative efficacy of some neonicotinoids and traditional Insecticides on sucking insect pests and their natural enemies on Bt-121 cotton crop. The Journal of Animal & Plant Sciences, 24(2): 660-663.
- ALSENDI, A., M.R, HAVASI, J., NOZARI and G.R., GOLMOHAMMADI. 2021. Changes in biological parameters of green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae), in contact with



شکل ۴- ارزش زادآوری ویژه سن - مرحله زیستی ( $v_{xj}$ ) بالتوری سبز

معمولی *Chrysoperla carnea* در

تیمارهای شاهد، حشره‌کش‌های فلویپیرادیفورون و هگزافلومورون به‌روش تغذیه‌ای.

**Fig. 4.** Age-stage specific reproductive value ( $v_{xj}$ ) in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* in control, and two insecticide treatments, flupyradifurone and hexaflumuron under laboratory conditions by feeding method.

the sub-lethal concentrations of thiamtoxa, imidacloprid, and acetamiprid. Plant Protection journal, 44:59-77.

- ALVES JF., S, MENDES., A, ALVES DA SILVA., JP, SOUSA and D, PAREDES. 2021. Land-Use Effect on Olive Groves Pest Prays oleae and on Its potential biocontrol agent *Chrysoperla carnea*. Insects 12(46): 1-14 .

- AMARASEKARE, K.G. and P.W., SHEARER. 2013. Comparing Effects of Insecticides on Two Green Lacewings Species, *Chrysoperla johnsoni* and

- Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae).  
Journal of Economic Entomology, 106(3): 1126-1133
- ASADI EEIDVAND, M., G, GOLMOHAMMADI, and H, GHAJARIYEH. 2016. Lethal and sublethal effects of four insecticides on egg and first larvae green lacewing *Chrysoperla carnea* in laboratory conditions. Iranian Journal of Plant Protection. 46(2): 331-339.
- ATTALAH, Y.H. and L.D, NEWSOM. 1966. Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculate* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). The effect of DDT, toxaphene and endrin on the reproductive and survival potentials. Journal of Economic Entomology. 59: 1181-1187.
- AZIZI, M., A, SOLTANI, and S, KHAVARI KHORASANI. 2008. Canola (physiology, agronomy, breeding and biotechnology). Jihad University of Mashhad Press. page 230 (In Farsi).
- AZMA, M. and A, MIRABZADEH. 2004. Discussions about the use of natural enemies in the biological control of pests. Sepehr Publications, Tehran. 213pp .
- BARBOSA, P.R., J.P., MICHAUD, C.L., BAIN, and J.B., TORRES. 2017. Toxicity of three aphicides to the generalist predators *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). Ecotoxicology, 26(5), pp.589-599.
- BISHOP, B. 1996 .We should develop and release pesticide resistant natural enemies. American Entomologist. 3: 167-168
- CANARD, M, and Y, SEMERIA. 1984. Biology of Chrysopidae. Junk Publishers. The Hague.
- CAREY, J. R..1993. Applied demography for biologists with special emphasis on insects”, Oxford University Press, NewvYork. Pp. 206 .
- CHI, H. 1988. Life-Table Analysis Incorporating Both Sexes and Variable Development Rates Among Individuals. Environmental Entomology. 17(1): 26-34 .
- CHI, H. 2006. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Enviromental Entomology. 17: 26-34.
- CHI, H. and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology. 24, 225-240.
- CHI, H., YOU, M., ATLIHAN, R., SMITH, C.L., KAVOUSI, A., ÖZGOKCE, M. S., GUNCAN, A., TUAN, S. J., FU, J. W., XU, Y.Y., ZHENG, F. Q., YE, B. H., CHU, D., YU, Y., GHAREKHANI, G., SASKA, P., GOTOH, T., SCHNEIDER, M. I., BUSSAMAN, P., GOKCE, A., and T. X. LIU. 2020. Age-Stage, two-sex life table: an introduction to theory, data analysis, and application. Entomologia Generalis, 40(2):103-124 .
- CLOYD, R. 2012. Indirect Effects of Pesticides on Natural Enemies. Pesticides, Advances in Chemical and Botanical Pesticides, 127-150.
- CROFT, B. A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. 1 st Edn., John Wiley and Sons, New York,725 pp
- DABROWSKI Z. T. 1969. Laboratory studies on the toxicity of pesticides for *Typhlodromus finlandicus* Oud and *Phytoseius macropilis* Banks (Phytoseiidae, Acarina). Roczniki Nauk Rolniczych. 95:337-69.
- DEMPESTER, J.P. 1968. The sublethal effect of DDT on the rate of feeding by the groundbeetle *Harpalus rufipes*. Entomologia Experimentalis et Applicata. 11: 51-54.
- DESNEUX, N., A, DECOURTYE AND J. M, DELPUECH. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annul review of entomology. 52: 81-106.
- DESNEUX, N., R, DENOYELLE and L, KAISER. 2006. A multi-step bioassay to assess the effect of the deltamethrin on the parasitic wasp *Aphidius ervi*. Chemosphere. 65: 1697-1706.
- GHEIBI, M. and Y, TAHERI. 2008. Effect of flupyradifurone, spirotetramat and thiacloprid insecticides on common pistachio psylla, *Agonoscaena*

- pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hem: Psyllidae).  
Journal of Entomological Research 8(4): 255-270 .
- GOLMOHAMMADI, G.H. and M, HEJAZI. 2014. Toxicity and side effects of three insecticides on adult *Chrysoperla carnea* (Neu: Chrysopidae) under laboratory conditions. Journal of Entomology Society of Iran. 33: 23-28 .
- GOLMOHAMMADI, GH., HEJAZI, M.J., IRANIPOUR, SH. and S.A, MOHAMMADI. 2013. Sublethal Effects of three insecticides on adults green lacewing *Chrysoperla carnea* Stephens with demographic toxicology method. Applied Entomology and Phytopathology, 81(1): 73- 82.
- GRAPEL, H. 1982. Investigations on the influence of some insecticides on natural enemies of aphids. Zeitschrift fur Pflanzenkrnkheiten und Pflanzenschutz. 89:241–252
- GREEVE, L. 1984. Chrysopid distribution in northern latitudes, in biology of Chrysopidae (Canard, M., Séméria, Y. and New, T. R. (Eds). Junk Publishers. The Hague. pp. 180-186.
- HAM, E.H., J.S., LEE, M.Y., JANG and J.K. PARK. 2019. Toxic effects of 12 pesticides on green lacewing, *Chrysoperla nipponensis* (Okamoto) (Neuroptera: Chrysopidae). Entomological Research, 49: 305–312
- HOSSEINI S., H, ABBASIPOUR., A, ASKARIANZADEH and A, NOROOZI. 2020. Sublethal effects of flupyradifurone insecticide on the life table parameters of the mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt). Plant Pest Research. 10 (1): 55-68 .
- HUANG, Y.B. and H. CHI. 2011. The age-stage, two-sex life table with an offspring sex ratio dependent on female age. Journal of Agriculture and Forestry, 60, pp.337-345.
- IRANNEJAD, M.K., M.A, SAMIH, K, TALEBI JAHROMI and A, ALIZADEH. 2011. Investigation on the Effects of some Pesticides and Plant Extracts on Life Table of *Chrysoperla carnea* (Neu: Chrysopidae). Iranian Journal of Plant Protection Science, 42: 33-46.
- IRVING, S. N. and I. J, WYATT. 1973. Effects of sublethal doses of pesticides on the oviposition behavior of *Encarsia formosa*. Annals of Applied Biology. 75: 57-62.
- JOOYANDEH, A. 2000. Mass production of common green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neu.: Chrysopidae) “New methods in group rearing of the larvae” Proceedings of the the 14th Iranian Plant Protection Congress, 5–8 Sept., Isfahan University of Technology, Isfahan Iran. p.176 .
- LAWRENCE, P. O., S.H, KERR and W.H, WHITCOMB. 1973. *Chrysopa rufilabris*. Effect of selected pesticides on duration of third larval stadium, pupa stage and adult survival. Environmental Entomology. 2: 477-480.
- 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: 403– 406 .
- MEDINA, P., SMAGGHE, G., BUDIA, F., TIRRY, L., and E, VINUELA. 2003. Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Environmental Entomology, 32(1), 196-203.
- MEHRNEJAD, M.R. 2010. Potential biological control agents of the common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, a review. Entomofauna, 31: 249-272.
- MORRISON, R.K. 1985. *Chrysopa carnea* in: Singh P, Moor RF, (Eds) Handbook of insect rear. Vol. I. Elsevier Science publishing Company Inc, Amesterdam. 414-426.
- MUHAMMAD FAISAL, S., M.R, ABU BAKAR., A, KANWER SHAHZAD., A, MUHAMMAD ASGHAR and M, MUHAMMAD ZEESHAN. 2016. Efficiency of *Chrysoperla carnea* and *Trichogramma chilonis* Against Infestation of Citrus Leafminer

- (*Phyllocnistis citrella* Stainton). Academic Journal of Entomology. 9 (1): 14-19.
- Noorbakhsh, S. 2022. List of important pests, diseases and weeds of major agricultural products and pesticides and recommended methods to control them. (revision). Ministry of Jihad Agriculture, Plant Protection Organization, Pest Control Deputy. 221 pages
- PANAHI, B., M., BASIRAT and S. J., HOSSEINIFARD. 2013. The effect of liquid detergent on common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, soil and plant. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, Vol. 6 (12): 794-807.
- PAULO, R. R. BARBOSA, P. R. R., MICHAUD, J. P., BAIN, C. L. and J. B. TORRES. 2017. Toxicity of three aphicides to the generalist predators *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). Ecotoxicology. DOI 10.1007/s10646-017-1792-5, 1-11.
- PEREZ-GUERREO, S., A., GELAN-BEGNA and E., VARGAS-OSUNA. 2013. Impact of *Cheiracanthium pelagicum* (Araneae: Miturgidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) intraguild predation on the potential control of cotton pest *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Biocontrol Science and Technology. 24(2): 216-228.
- PIRMOHAMMADI, M., MAHDIAN, K., SAMIH, M.A. and SH, SHAHIDI-NOGHABI. 2013. Sublethal effects of some plant extracts and imidachloprid on life table parameters of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Journal of Entomological Research, 6: 3, 215-232 .
- POOYE, E., Z., SHEIBANI TEZERJI, and M.R., HASSANI. 2019. Effect of different insecticides on eggs and nymphs of *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae) under field conditions. Journal of Applied Research in Plant Protection. 8(1):19-31.
- RAZAVI, S. H. and K., MAHDIAN. 2015. Evaluation the toxicity of *Viola odorata* extract and Spirotetramat pesticide on the *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidea). Journal of Entomology and Zoology Studies, 3(5): 110-114.
- REZAEI, M., K., TALEBI., V., HOSSEININAVEH and A., KAVOUSI. 2007. Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite, and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table Assays. Biological Control. 52: 385-398.
- ROSENHEIM, J. A., and B. E., TABASHNIK. 1991. Influence of generation time on the rate of response to selection. The American Naturalist, 137(4), 527-541.
- REZAEI, E., SEDARATIAN-JAHROMI, A., GHANE-JAHROMI, A. and M., HAGHANI. 2018. How sublethal concentrations of Bifenazate affect biological parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) at laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran. 38 (3), 345-359 .
- SABER, M., VOJUDI, S., FARROKHI, M. and A., AHMADI. 2017. Effect of Field Recommended Rates of Emamectin Benzoate and Spinosad on Biological Parameters of Green Lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae) under Laboratory Conditions. Journal of Applied Research in Plant Protection, 7: 57-67 .
- SABRY, K.H. and A.A., EL-SAYED. 2011. Biosafety of a biopesticide and some pesticides used on cotton crop against green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Journal of Biopesticides, 4 (2): 214-218.
- SAMIH, M.A., A., ALIZADEH and R., SABERI RISEH. 2005. Important pests and diseases of pistachio in Iran and their IPM. Organization of Jihad-e-university, Tehran. 301pp .
- SHAKOORZADEH, M., H. RAFIEE DASTJERDI, M.H., GOLMOHAMMADI, GH., HASSANPOUR, M. and A., GOLIZADEH. 2013. Lethal and sublethal effects of dinotefuran and thiamethoxam on the population

- growth parameters of the green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae), under laboratory conditions. Journal of Entomological Society of Iran. 33: 1-9.
- SCHNEIDER, M. I., SANCHEZ, N., PINEDA, S., CHI, H. and A, RONCO. 2009. Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological Approach. Chemosphere 76(10), 1451–1455.
- STARK J.D. and J.E, BANKS. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Annual review of entomology. 48: 505–519.
- STARK, J.D. and T, RANGUS. 1994. Lethal and sublethal effects of the neem insecticide, Margosan-O, on the pea aphid. Pesticide Science. 41:155-60.
- STARK, J.D., T.T.Y, WONG., RI, VARGAS. and R.K, THALMAN. 1992. Survival, longevity, and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin. Journal of Economic Entomology. 85:1125-1129 .
- SUÁREZ-LÓPEZ, Y.A., A.E., HATEM, H.K., ALDEBIS, and E., VARGAS-OSUNA. 2020. Lethal and sublethal effects of lufenuron on the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens)(Neuroptera: Chrysopidae). Crop Protection, 135, p.105217 .
- SUN, R., LIU, C., ZHANG, H., AND Q, WANG. 2015. Benzoylurea chitin synthesis inhibitors. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 63(31): 6847-6865.
- TALEBI, K., HOSSEININAVEH, V. and M, GHADAMYARI. 2011. Ecological impacts of pesticides in agricultural ecosystem. Pesticides in the Modern World–Risks and Benefits”(M. Stoytcheva, ed.). In Tech Open Access Publisher, Rijeka, Croatia, pp.143-168.
- TALEBI, K., KAVOUSI, A. and Q, SABAHI. 2008. Impacts of pesticides on arthropod biological control agents. Pest Technology, 2(2), pp.87-97.
- VINSON, S.B. 1974. Effect of an insect growth regulator on two parasitoids developing from treated tobacco budworm larvae. Journal of Economic Entomology. 67: 335-336.
- VOGT, H. and E, VINULA. 2001. Effects of pesticides, in lacewing in the crop environment (Mc-Ewen P, New TR, Whittington AE, Eds). Cambridge University Press. Cambridge. pp. 357-366.