تأثیر برخی از حشره‌کش‌های متداول روی بالتوری سبز در شرایط آزمایشگاهی

Effect of some commen insecticides on *Chrysoperla carnea* Stephens under labratory conditions

سجاد فولادی آذر[۱]، منیژه جمشیدی[۲*] و مسعود تقی زاده[۳]

دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹

چکیده

مدیریت شیمیایی و بیولوژیک دو جزء اصلی مدیریت تلفیقی آفات هستند. مدیریت شیمیایی دارای اثرات سوء روی رفتار و فیزیولوژی حشرات بوده و اغلب روی موجودات غیرهدف تأثیر نامطلوب دارند. بالتوری سبز بهترین دشمن طبیعی آفات می‌باشد که در مزارع، باغات و جنگل‌های کشورمان به‌صورت گسترده مشاهده می‌شود و در عرصه طبیعت نقش مهمی در جلوگیری از تکثیر سریع آفات و برقراری تعادل حیاتی دارد. این بالتوری بیشترین توجه را به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک امیدبخش در رهاسازی علیه آفات در گلخانه، مزارع و باغات به خود جلب نموده است. در این مطالعه، اثرات زیرکشندگی سه آفت‌کش پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل روی بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) مطالعه شد. نتایج نشان داد که هر سه آفت‌کش در غلظت LC_{30} به‌طور معنی‌داری فراسنجه‌های زیستی را در مقایسه با شاهد تغییر دادند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شاهد ۰/۱۴۲ و در تیمارهای پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل به ترتیب ۰/۱۴۱، ۰/۱۴۰ و ۰/۱۳۴ روز$^{-1}$ به‌دست آمد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از لحاظ این فراسنجه، بین شاهد و تیمار پریمیکارب اختلاف معنی‌داری نبود. ولی بین شاهد و تیمارهای ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل اختلاف معنی‌دار بود که نشان دهنده تأثیر منفی این حشره‌کش‌ها روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت بالتوری می‌باشد. همچنین آفت‌کش‌های مورد استفاده بر روی نرخ بقا و امید به زندگی اثر منفی و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشتند. با توجه به نتایج ذکر شده، آفت کش پریمیکارب دارای سمیت کمتری نسبت به بالتوری *C. carnea* بود. در حالی‌که استفاده دوره‌ای از دو آفت‌کش ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل در برنامه‌های مدیریتی با استفاده از بالتوری *C. carnea* ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: حشره‌کش، جدول زندگی، زیرکشندگی، فراسنجه، *Chrysoperla carnea*

مقدمه

کاربرد آفت‌کش‌ها یک شیوه رایج در کنترل آفات در اکوسیستم‌های زراعی است (Maia *et al*., 2016). برای کاهش اثرات سوء جانبی و کنترل بهینه آفات بحث کنترل تلفیقی مورد نظر قرار گرفته است (Zhang *et al*., 2018)؛ لذا هدف از مدیریت تلفیقی آفات، کوشش در کاربرد آفت‌کش‌ها با کمترین صدمه به دشمنان طبیعی می‌باشد (Suárez-López *et al*., 2020). از دشمنان طبیعی که در مزارع، باغات و جنگل‌ها به‌صورت گسترده مشاهده می‌شود، می‌توان به شیرشته یا بالتوری سبز با نام علمی *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) اشاره کرد که در عرصه طبیعت نقش مهمی در جلوگیری از تکثیر سریع آفات و برقراری تعادل حیاتی دارد (Abd-Ella *et al*., 2022).

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز، ایران
۳- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، اردبیل، ایران
نویسنده مسئول مکاتبات: ma.jamshidi@yahoo.com

این بالتوری بیشترین توجه را به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک امیدبخش در رهاسازی علیه آفات در گلخانه، مزارع و باغات به خود جلب نموده است (Nordlund *et al*., 2010). از دلایل این امر می‌توان پراکنش جغرافیایی و دامنه میزبانی وسیع، قدرت سازگاری مناسب با شرایط آب و هوایی مختلف، قدرت جستجوگری و میزان تغذیه بالا، مقاومت در برابر آفت‌کش‌ها، امکان پرورش و تکثیر نسبتاً آسان در انسکتاریوم و بالاخره امکان ذخیره‌سازی کوتاه‌مدت را نام برد (Agnello *et al*., 2009). بالتوری سبز از رژیم غذایی وسیعی برخوردار بوده و با شکار بسیاری از آفات از جمله شته‌ها، کنه‌ها، سفیدبالک‌ها، شپشک‌ها، تریپس‌ها، پسیل‌ها و همچنین تخم و لارو آفات مختلف باعث کاهش جمعیت آن‌ها می‌شود (McEen *et al*., 2002). حضور و نقش دشمن طبیعی در باغات، محصولات زراعی و سبزیجات به منظور کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است (Song *et al*., 2013). در این راستا پژوهش‌های زیادی در مورد آثار سوء آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی صورت گرفته است (Suárez-López *et al*., 2020). مطالعه اثر آفت‌کش‌ها روی زیست‌شناسی و جدول زندگی دشمنان طبیعی بسیار ضروری است؛ چرا که آفت‌کش‌ها زندگی دشمنان طبیعی را به‌طور نامحسوسی تحت تأثیر قرار می‌دهند (Kakde *et al*., 2014). این گونه‌ها ممکن است اثرات زیرکشندگی را روی رشد و نمو یا رفتار تجربه کنند. ممکن است صفاتی مانند باروری، زادآوری، نرخ رشد و نمو و زنده‌مانی نیز تغییر کنند و یا رفتارهایی مانند میزبان‌یابی، شکاریابی و تحرک عمومی تحت تأثیر قرار گیرد (Croft, 1990). ابدالا و همکاران (Abd-Ella *et al*., 2022) اثرات زیرکشندگی آفت‌کش‌های لامبدا، سای‌هالوترین، آبامکتین، کلروپایریفوس، لوفنوران، استامی‌پراید و متومیل را روی لارو و تخم بالتوری *C. carnea* مطالعه کردند. شارز-لوپز و همکاران اثرات زیر کشنده آفت‌کش لوفنوران را روی بالتوری *C. carnea* مورد ارزیابی قرار دادند (Suárez-López *et al*., 2020). سو و همکاران در تحقیقی اثرات آفت‌کش‌های استامی پراید و دینوتفوران را روی فراسنجه‌های جدول زندگی بالتوری *C. carnea* بررسی کردند (Su *et al*., 2022). مایا و همکاران اثرات کشندگی و زیرکشندگی آفت‌کش‌های لامبدا، آبامکتین، دلتامترین، هگزی‌تیازوکس و کلروپایریفوس را روی لارو سن اول بالتوری سبز بررسی کردند (Maia *et al*., 2016). تأثیر آفت‌کش‌های اندوسولفان، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب روی بالتوری توسط گل‌محمدی و همکاران (۱۳۹۲) مطالعه شد. با توجه به این‌که بالتوری سبز یکی ازشکارگرهای فعال در محصولاتی نظیر پنبه، چغندرقند و پسته، بوده و حشره‌کش‌های پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل از آفت‌کش‌های رایج مورد استفاده در این مزارع می باشند، لذا مطالعه اثرات جانبی آفت‌کش‌های مذکور روی بالتوری سبز امری ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

پرورش شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller به‌عنوان میزبان آزمایشگاهی بالتوری سبز

آزمایش در آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال ۱۳۹۴ انجام شد. برای این منظور کلنی اولیه شب‌پره مدیترانه‌ای به صورت تخم از انسکتاریوم موجود در شهرستان مشگین‌شهر تهیه شد. برای تدارک بستر پرورش، داخل دو تشتک با ابعاد ۱۰×۳۰×۴۰ سانتی‌متر آرد گندم و سبوس به نسبت ۴ به ۱ ریخته و سپس بر روی سطح آرد و سبوس هر کدام از تشتک‌ها مقدار ۴ گرم تخم اضافه شد. روی تشتک‌ها با پارچه مشکی پوشانیده شد. تخم‌ها پس از سه روز تفریخ شدند. لاروهای خارج شده از این تخم‌ها پس از تکمیل رشد به شفیره تبدیل می‌شدند. حشرات کامل پس از خروج با استفاده از دستگاه آسپیراتور برقی (مدل۱۷۶۰، ساخت شرکت ماهور) جمع‌آوری شده و به ظروف تخم‌گیری منتقل شدند. جهت تخم‌گیری از ظروف پلاستیکی استوانه‌ای شفاف به قطر دهانه ۱۴ و ارتفاع ۲۲ سانتی‌متر استفاده شد. پس از انتقال حشرات کامل به این ظروف، دهانه و کف آنها با استفاده از پارچه توری (۱۸ مش) پوشانده شده و سپس این ظروف به‌صورت وارونه روی صفحه کاغذی سفید قرار داده شدند. پس از ۲۴ ساعت، تخم‌های بید آرد از روی صفحات کاغذی با استفاده از قلم‌مو جمع‌آوری و برای تشکیل کلنی جدید مورد استفاده قرار گرفتند. ظروف پرورش در اتاقک پرورش

با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند (Giolo *et al*., 2009).

پرورش بالتوری سبز

کلنی اولیه بالتوری سبز از مرکز تحقیقات گیاه‌پزشکی استان اردبیل (مغان) در مرحله لاروی تهیه شد. برای تغذیه لاروها از تخم شب‌پره مدیترانه‌ای آرد استفاده شد. حشرات کامل در ظروف استوانه پلاستیکی با قطر ۲۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر نگهداری شدند. دهانه‌های ظروف با پارچه توری ظریفی پوشانده شده بود. تغذیه حشرات کامل با غذای مصنوعی با ترکیب مخمر، آب مقطر و عسل به روش اشنایدر و همکاران (Schneider *et al*., 2009) انجام شد. مخلوط غذا به‌صورت خمیری در یخچال نگهداری شده و روزانه روی نوارهای پلاستیکی شفاف در داخل ظروف پرورش جهت تغذیه حشرات بالغ گذاشته شد. آب مورد نیاز با استفاده از یک تکه اسفنج اشباع شده با آب تعبیه شده روی پارچه توری پوشاننده دهانه ظروف تأمین شد. ظروف پرورش حشرات کامل هر روز جمع‌آوری و روزانه تخم‌های گذاشته شده روی پارچه توری و دیواره ظروف تعویض شدند. تخم‌ها با استفاده از قلم‌موی نرم جمع‌آوری شدند و به ظروف پلاستیکی استوانه‌ای به قطر دهانه ۷/۵ و ارتفاع ۱۷/۵ سانتی‌متر که روی سرپوش آن‌ها دو عدد سوراخ با قطر دو سانتی‌متر ایجاد و با پارچه توری ظریفی پوشانده شده بود، منتقل شدند. جهت افزایش سطح و کاهش میزان هم‌خواری لاروها، پنج لایه حوله کاغذی داخل ظروف قرار داده شده و به ازای هر لایه حداکثر ۲۰ عدد تخم بالتوری سبز اضافه گردید. قبل از تفریخ تخم‌های بالتوری سبز برای تغذیه لاروها، تخم‌های بید آرد اضافه گردید. با توجه به اینکه طول دوره سن اول لاروی بالتوری سبز معمولاً سه روز می‌باشد، بعد از ۴۸ ساعت ظرف‌های پرورش لاروها تعویض شده و به ازای هر لایه حوله کاغذی ۱۲ عدد لارو و مقدار بیشتری تخم بید آرد به ظروف اضافه گردید. از این مرحله به بعد به دلیل هم‌خواری شدید لاروها، ظرف‌های پرورش روزانه تعویض شدند. شفیره‌های ظاهر شده در داخل ظروف جمع‌آوری و به ظروف دیگر انتقال داده و حشرات کامل پس از ظهور با استفاده از دستگاه آسپیراتور برقی جمع‌آوری و به ظرف‌های تخم‌گیری منتقل شدند. نگهداری کلنی و آزمایشات در داخل اتاقک رشد با شرایط دمایی ۱±۲۵ درجه سلسیوس رطوبت ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) بود.

حشره‌کش‌های مورد استفاده

در این تحقیق از فرمولاسیون‌های متداول سه حشره‌کش متعلق به گروه‌های مختلف شیمیایی ساخت شرکت گیاه استفاده گردید (جدول ۱).

جدول ۱- آفت‌کش‌ها، گروه شیمیایی، نام تجاری درصد ماده مؤثره، فرمولاسیون و دز توصیه شده مزرعه‌ای آفت‌کش

Table 1. List of pesticides along with their chemical group, trade names, percentage of active ingredients, formulation types, and recommended field rates.

ماده مؤثره Active ingredient	نام تجارتی Trade Name	درصد ماده مؤثره و فرمولاسیون % (a.i.) * & Formulation	گروه شیمیایی Chemical group	دز توصیه شده مزرعه ای Recommended field rate (cm^3 or mg a.i./L)
Pirimicarb	Pirimor	WP 50%	Carbamates	500 mg/L
Imidacloprid	Confidor	SC 35%	Neonicotinoides	1.5 -2.2cm^3/L
Oxydemeton-methyl	Metasystox R	EC 25%	Organophosphates	1-1.5cm^3/L

*WP: پودر وتابل، SC: سوسپانسیون کلوئیدی، EC: مایعات امولسیون شونده

* WP: Water Powder, SC: Suspension Colloidal, EC: Emulsifiable Concentrate.

بررسی اثرات زیرکشندگی روی فراسنجه‌های جداول زیستی

اثرهای زیرکشندگی حشره‌کش‌های پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل روی فراسنجه‌های جدول زیستی بالتوری سبز با استفاده از لارو سن اول بررسی شد. برای این منظور ۱۰۰ عدد لارو سن اول به روش غوطه‌وری و به‌مدت ۱۰

ثانیه در معرض LC_{30} هریک از حشره‌کش‌ها و آب مقطر برای گروه شاهد قرار داده و سپس به ظروف پتری حاوی کاغذ صافی انتقال داده شدند. بعد از ۲۴ ساعت، ۸۰ عدد لارو سن اول زنده مانده پس از تیمار حشره‌کش‌ها و شاهد انتخاب گردید. لاروها به‌صورت انفرادی به ظروف پتری پلاستیکی انتقال و در اتاقک پرورش با دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. جهت تغذیه لاروها مقداری تخم بید آرد به ظروف پتری اضافه شد. بررسی به‌صورت روزانه انجام شد و تعداد لاروهای تبدیل شده به شفیره، طول دوره لاروی و شفیرگی و میزان بقاء آن‌ها ثبت گردید. این بررسی‌ها تا زمان ظهور حشرات کامل و با اطمینان از مرگ شفیره‌ها ادامه یافت. پس از ظهور حشرات کامل زیر استریومیکروسکوپ جنسیت آن‌ها با استفاده از شکل استرنیت انتهای شکم تشخیص داده شد و تعداد ۲۰ جفت حشره کامل نر و ماده برای هر تیمار و شاهد انتخاب گردید. هر جفت حشره نر و ماده به داخل لیوان‌های پلاستیکی که دیواره آن‌ها با کاغذ سیاه رنگ و دهانه آن‌ها با توری پوشانده شده بود، جهت تخم‌ریزی انتقال داده شدند. برای تغذیه حشرات، نوار طلق پلاستیکی حاوی مواد غذایی و یک تکه اسفنج کوچک اشباع شده با آب برای تأمین آب مورد نیاز حشرات کامل تعبیه گردید. ظروف مزبور با شروع تخم‌ریزی افراد بالغ روزانه تعویض شدند. تخم‌های گذاشته شده در هر ظرف هر روز شمارش و پس از شمارش به پتری‌های پلاستیکی منتقل و تفریخ آن‌ها پس از ۷۲ ساعت ثبت شد. این عمل تا زمان مرگ آخرین فرد ادامه یافت و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده، فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار بالتوری تشکیل داده شد (Carey, 1993).س

فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار

فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار، شامل نرخ ناخالص رشد (*GRR*)، نرخ خالص تولیدمثل (*R0*)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (*r*)، نرخ متناهی رشد جمعیت (λ)، نرخ ذاتی تولد (*b*)، نرخ ذاتی مرگ (*d*)، متوسط طول مدت یک نسل (*T*)، و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (*DT*) با استفاده از روش کری (Carey, 1993) در نرم‌افزار Excel محاسبه شدند (جدول ۲).

جدول ۲- فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار و نحوه محاسبه آن‌ها

Table 2. Formulas of population parameters

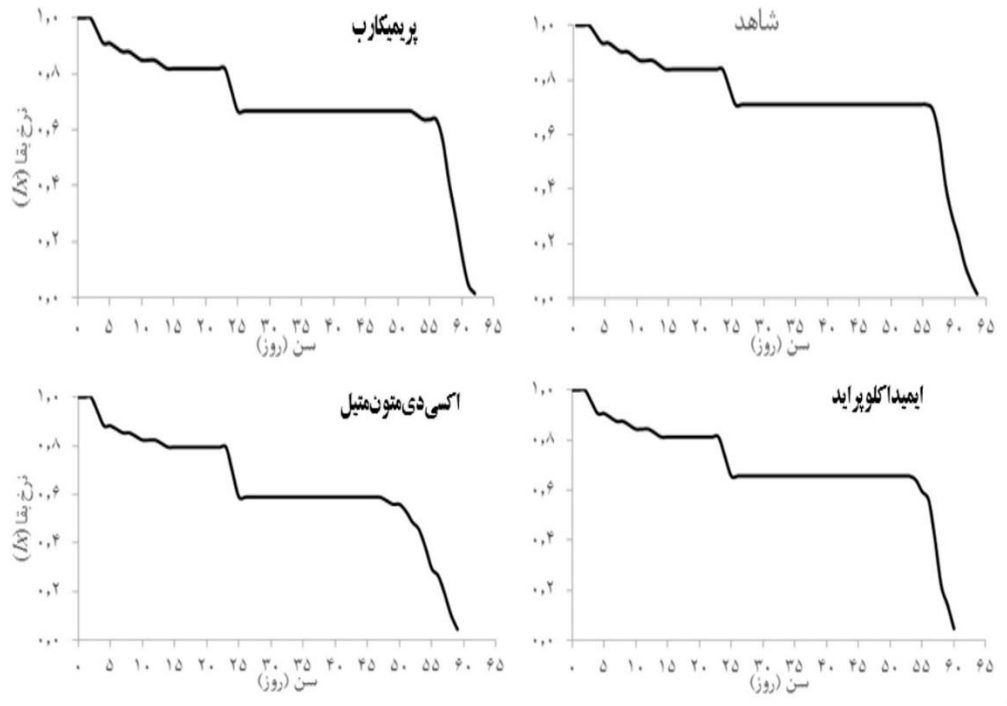
Formula	Parameter	پارامتر
$GRR=\sum_{x=\alpha}^{\beta} m_x$	Gross reproductive rate	نرخ ناخالص رشد جمعیت
$R_0=\sum_{x=\alpha}^{\beta} L_x m_x$	Net reproductive rate	نرخ خالص تولیدمثل
$1=\sum_{x=\alpha}^{\beta} e^{-rx} L_x m_x$	Intrinsic rate of increase	نرخ ذاتی افزایش جمعیت
$\lambda = e^r$	Finite rate of increase	نرخ متناهی رشد جمعیت
$b=\frac{1}{\sum_{x=o}^{\omega} e^{-rx} L_x}$	Intrinsic birth rate	نرخ ذاتی تولد
$d = b - r$	Intrinsic death rate	نرخ ذاتی مرگ
$DT=\frac{\ln 2}{r}$	Doubling time	مدت زمان دو برابر شدن جمعیت
$T=\frac{\ln R_0}{r}$	Mean generation time	متوسط طول مدت یک نسل

تجزیه آماری

آزمایش در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. عملیات محاسباتی و فراسنجه‌های مختلف جدول زندگی با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 و تجزیه‌های آماری مربوط به جدول‌های زیستی به‌روش ANOVA و مقایسه میانگین‌ها به‌روش توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

در بررسی اثرات زیرکشندگی از غلظت LC_{30} آفت‌کش‌ها استفاده گردید. در این مطالعه میانگین طول عمر افراد بالغ در تیمار با آفت‌کشها کاهش یافت. حداکثر طول دوره زندگی از تخم تا مرگ حشرات کامل ثبت شده برای بالتوری سبز در آزمایش شاهد و تیمارهای پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل به ترتیب ۶۴، ۶۲، ۶۰ و ۵۹ روز بود. فراسنجه بقا در شاهد و تیمارهای حشره‌کشی با افزایش سن کاهش یافت. اولین مرگ و میر در شاهد در مرحله لارو سن اول روز سوم (انتهای مرحله رشدی لارو سن اول)، در مرحله شفیره روز هشتم (اواخر دوره شفیرگی) و در مرحله حشره کامل روز یازدهم (اوایل مرحله حشره کامل) رخ داد. بیشترین میزان مرگ و میر در اواخر مرحله حشره کامل مشاهده شد و نمودار بقا به نوع I نزدیک بود. در تیمار پریمیکارب اولین مرگ و میر در مراحل لاروی روز سوم، در مرحله شفیره روز نهم و در مرحله حشره کامل روز چهاردهم رخ داد. در تیمار پریمیکارب، بیشترین میزان مرگ و میر در مرحله حشره کامل مشاهده گردید و نمودار بقا به نوع I نزدیک بود. در تیمار ایمیداکلوپراید، اولین مرگ و میر در مراحل لاروی روز سوم، در مرحله شفیره روز نهم و در مرحله حشره کامل روز پانزدهم رخ داد. در تیمار ایمیداکلوپراید، بیشترین میزان مرگ و میر در مرحله حشره کامل مشاهده گردید و نمودار بقا به نوع II نزدیک بود. در تیمار اکسی‌دی‌متون‌متیل، اولین مرگ و میر در مراحل لاروی روز سوم، در مرحله شفیره روز هفتم و در مرحله حشره کامل روز نهم رخ داد. در تیمار اکسی‌دی‌متون‌متیل، بیشترین میزان مرگ و میر در مرحله حشره کامل مشاهده گردید و نمودار بقا به نوع III نزدیک بود. مجموع بقا (Lx) در شاهد و پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل به‌ترتیب ۴۶، ۳۰، ۴۴ و ۳۹ بود. مقدار مجموع بقا اکسی‌دی‌متون‌متیل کمتر از شاهد و تیمارهای پریمیکارب، ایمیداکلوپراید بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که غلظت زیرکشنده اکسی‌دی‌متون‌متیل سبب کاهش بیشتری در بقاء بالتوری سبز شد (شکل ۱).



شکل۱- منحنی بقا (*lx*) نتاج *C. carnea* تیمار شده با غلظت زیرکشنده پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل

Fig. 1. Age-specific survivorship (lx) of offspring of *C. carnea* treated with sublethalconcentration of Pirimicarb, imidacloprid and Oxydemeton-methyl.

امید به زندگی (e_x) بالتوری سبز در لحظه تولد برای شاهد و تیمارهای پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل به ترتیب ۴۶/۵۱، ۴۴/۷۸، ۴۴/۴۴ و ۳۹ روز تعیین شد.

در این تحقیق فراسنجه‌های جمعیت پایدار شامل GRR، R_0، r، λ، T و DT محاسبه و مقایسه شدند (جدول۳). نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) در تیمار اکسی‌دی‌متون‌متیل کمترین مقدار بود و اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری موجب کاهش نرخ خالص تولیدمثل (R_0) شدند. میانگین به‌دست آمده برای نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شاهد ۰/۱۴۲ و در تیمارهای پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل به ترتیب ۰/۱۴۱، ۰/۱۴۰ و ۰/۱۳۴ روز$^{-1}$ بود. در این مطالعه اختلاف معنی‌دار نرخ ذاتی افزایش جمعیت در تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) یا میزان افزایش جمعیت در هر روز نسبت به روز قبل در بین شاهد و تیمارهای پریمیکارب و ایمیداکلوپراید اختلاف معنی‌داری نداشت. ولی بین شاهد و تیمار اکسی‌دی‌متون‌متیل اختلاف معنی‌دار بود. همچنین بین تیمارهای حشره‌کش و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. هر قدر میانگین طول یک نسل (T) یا مدت زمان لازم برای تکمیل رشد جمعیت، کمتر باشد یک مزیت محسوب می‌شود و بسته به اینکه آفت یا دشمن طبیعی باشد، این مزیت تعبیر متفاوتی خواهد داشت. در رابطه با این فراسنجه، اکسی‌دی‌متون‌متیل به‌طور معنی‌داری باعث کاهش طول مدت یک نسل در مقایسه با سایر تیمارها شد. مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (DT)، بین شاهد و تیمارهای پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل به ترتیب ۴/۹۹، ۴/۵، ۴/۹۷ و ۵/۰۵ روز بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود این فراسنجه در بالتوری‌های تیمار شده با پریمیکارب در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

جدول ۳- مقایسه میانگین پارامترهای جمعیت پایدار *C. carnea* تیمار شده با غلظت زیرکشنده پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل

Table 3. The mean of stable population growth parameters (±Se) of *C. carnea* treated with sublethal concentration of Pirimicarb, Imidacloprid and Oxydemeton-methyl.

Parameters	*GRR*	*R0*	*r*	*λ*	*DT*	*T*
Control	364.26±6.34^{a}	255.28±76.49 ^{a}	0.142±0.007 ^{a}	1.152±0.004 ^{ab}	4.99±0.18 ^{ab}	39.4±98.35 ^{a}
Pirimicarb	341.36±83.39 ^{b}	226.21±91.63 ^{b}	0.141±0.006 ^{ab}	1.151±0.006 ^{b}	4.5±0.26 ^{c}	39.1±23.8 ^{ab}
Imidacloprid	328.33±64.26 ^{c}	222.14±2.07 ^{b}	0.14±0.004 ^{b}	1.17±0.002 ^{a}	4.97±0.42 ^{b}	38.3±19.02 ^{b}
Oxydemeton-methyl	242.21±0.66 ^{b}	142.10±79.61 ^{c}	0.134±0.07 ^{c}	1.14±0.007 ^{c}	5.05±0.32 ^{a}	37.1±7.52 ^{c}

حروف متفاوت در هر سطر نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Means followed by different letters in each column are significantly different (P< 0.05).

بحث

در میان شیوه‌های مختلف کنترل، حشره‌کش‌ها عامل اصلی کنترل سریع حشرات آفات بوده و قادر به جلوگیری ازکاهش عملکرد محصول هستند (Gogi *et al.*, 2021). از سوی دیگر، ارزیابی اثرات سوء آفت‌کش‌ها علیه دشمنان طبیعی در توسعه مدیریت آفات مهم و ضروری بوده و نیازمند پایش، معرفی و کاربرد ترکیبات شیمیایی مؤثر و ایمن می‌باشد (Zeb Khan *et al.*, 2015; Desneux *et al.*, 2007). منابع زیادی نشان داده است که آفت‌کش‌های شیمیایی می‌توانند با تغییر فراسنجه‌های زیستی باعث تغییر در میزان رشد جمعیت دشمنان طبیعی شوند (Ricupero *et al.*, 2020). در این مطالعه حساسیت مراحل زیستی *C. carnea* نسبت به حشره‌کش‌های پریمیکارب از گروه دی‌متیل‌کاربامات، ایمیداکلوپراید از گروه نئونیکوتینوئیدها و اکسی‌دی‌متون‌متیل از گروه فسفره آلی و همچنین تأثیر این حشره‌کش‌ها روی فراسنجه‌های زیستی و رشد جمعیت پایدار این شکارگر در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است در این آزمایش کاربرد حشره‌کش‌های پریمیکارب و ایمیداکلوپراید در شفیره و تخم به روش غوطه‌وری و لارو سن سوم و حشره‌کامل به روش تماس

با باقیمانده سم، هیچ‌گونه تأثیری روی این مراحل زیستی بالتوری سبز نشان ندادند؛ به همین دلیل LC_{50} آن‌ها قابل برآورد نبود. ممکن است ضخامت و جنس پیله شفیرگی و نیز نوع و ضخامت پوسته تخم و شرایط فیزیولوژیکی لارو سن سوم و حشره‌کامل به گونه‌ای باشد که مانع نفوذ و تأثیر حشره‌کش‌ها روی این مراحل زیستی بالتوری سبز شده باشد؛ البته این موضوع جای بحث و پژوهش بیشتری دارد (Grigoraki *et al.*, 2017). در این بررسی با توجه به آزمایش‌های انجام شده، مراحل شفیرگی به روش غوطه‌وری و حشره‌کامل به روش تماسی، متحمل‌ترین مرحله زیستی و لارو سن اول این آفت حساس‌ترین مرحله بودند. هم‌سو با این یافته بوئنو و فریتاس در آزمایش‌های خود نشان دادند که تیمار تخم‌های بالتوری *C. externa* با حشره‌کش لوفنوران سبب مرگ و میر بالایی در لاروهای نئونات خارج شده از تخم می‌شود (Bueno and Freitas, 2004).

برای توصیف مرگ و میر بالتوری سبز در شاهد و تیمارهای حشره‌کشی، جدول‌های زندگی ویژه سنی از نوع جدول زندگی کامل گروه‌های هم‌سن تشکیل گردید. بقای ویژه سنی در نتاج افراد تحت تیمارغلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده شد، استفاده از حشره‌کش‌ها سبب کاهش طول عمر و بقای افراد کامل در مقایسه با شاهد گردید. کوتاه بودن طول عمر افراد ماده و در نتیجه کاهش طول دوره تخم‌ریزی از عوامل مهمی است که منجر به کاهش انبوهی جمعیت آفت می‌شود. همچنین کاهش بقا عامل مهم کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت بوده و اثر منفی روی رشد جمعیت دارد (Wankhade *et al.*, 2020). کاهش بقای ویژه سن در نتاج حاصل از افراد تیمار شده با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های تیامتوکسام، ایمیداکلوپراید واستامی‌پراید توسط گل‌محمدی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش شده است. در مطالعات انجام شده توسط شارز-لوپز و همکاران (Suárez-López *et al.*, 2022) نیز آفت‌کش لوفنوران سبب کاهش طول عمر افراد کامل بالتوری شد. هم‌سو با تحقیق حاضر در مطالعات مشابه دیگر، کاهش طول عمر و بقای افراد کامل بالتوری سبز در تیمار با ایمیداکلوپراید اثبات شده است (Zhang *et al.*, 2018). نتایج مشابهی در تیمار افراد بالغ بالتوری با دیفلوبنزورون و لوفنوران بدست آمده است (Ono *et al.*, 2017).

در این تحقیق بررسی اثر غلظت LC_{30} حشره‌کش‌های مورد استفاده روی افراد بالتوری سبز منجر به کاهش فراسنجه‌های زیستی مانند نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ناخالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت افراد تیمار شده در مقایسه با شاهد شد. Su و همکاران در مطالعات خود دریافتند کاربرد غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های استامی‌پراید و دینوتفوران روی نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) و نرخ متناهی رشد جمعیت (λ) شکارگر *C. Pallens* تأثیر منفی داشت (Su *et al.*, 2022). در تأیید یافته‌های تحقیق حاضر کاهش معنادار نرخ تولیدمثل ناخالص (GRR) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) در حشرات کامل بالتوری تیمار شده با حشره‌کش ایمیداکلوپراید اثبات شد (السندی و همکاران، ۱۴۰۰).

اثر منفی آفت‌کش‌ها روی بالتوری سبز توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (گل‌محمدی و همکاران، ۱۳۹۲). به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی همان‌طور که مشاهده شد، اکسی‌دی‌متون‌متیل و ایمیداکلوپراید نرخ ذاتی افزایش جمعیت را تحت تأثیر قرار داد و سبب کاهش معنی‌داری نسبت به تیمارهای پریمیکارب و شاهد گردید؛ در حالی‌که حشره‌کش پریمیکارب اثرات منفی روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت بالتوری سبز نداشت و برای استفاده تلفیقی با کنترل بیولوژیک از طریق رهاسازی *C. carnea* قابل توصیه می‌باشد. همچنین با در نظر گرفتن نتایج این پژوهش استفاده دوره‌ای از دو آفت‌کش ایمیداکلوپراید و اکسی‌دی‌متون‌متیل در برنامه‌های مدیریتی با استفاده از بالتوری *C. carnea* ضروری به نظر می‌رسد.

منابع **References**

السندی، ا.، هواسی، م. ر.، نوذری، ج. و گل‌محمدی، غ. ر. ۱۴۰۰. تغییرات فراسنجه های زیستی بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) در تماس با غلظت زیرکشنده تیامتوکسام، ایمیداکلوپراید و استامی‌پراید. گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی) ۴۴(۱): ۵۹-۷۵.

گل‌محمدی، غ. ر.، حجازی، م. ج.، ایرانی پور، ش.، محمدی شوطی، س. ا. ۱۳۹۲. اثرات غیرکشندگی سه حشره‌کش روی حشرات کامل بالتوری سبز، *Chrysoperla carnea* به روش سم شناسی دموگرافیک. آفات و بیماری‌های گیاهی ۸۱(۱): ۷۳-۸۲.

Abd-Ella, A., Abd-Elrahman, M., El-Zoghby, E. and Sallam, A. 2022. Toxicity evaluation of certain pesticides against green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions. Assiut Journal of Agriculture Science 53(2): 52-64.

Agnello, A. M., Atanassov, A., Bergh, J. C., Biddinger, D. J., Gut, L. J., Haas, M. J., Harper, J. K., Hogmire, H. W., Hull, L. A., Kime, L. F., Krawczyk, G., McGhee, P. S., Nyrop, J. P., Reissig, W. H., Shearer, P. W., Straub, R. W., Villanueva, R. T. and Walgenbach, J. F. 2009. Reduced-risk pest management programs for Eastern U.S. apple and peach orchards: a 4-year regional project. American Entomologist 55: 184–197.

Bueno, A. F. and Freitas, S. 2004. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. Biological Control 49: 277-283.

Carey, J. R. 1993. Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University Press, Inc. 205pp.

Croft, B. A. 1990. Arthropoda Biological Control Agents and Pesticides. John Wiley, New York. 723p.

Desneux, N., Decourtye, A. and Delpuech, J. M. 2007. The sub-lethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology 52: 81–106.

Giolo, F., Medina, P., Grutzmacher, A. D. and Vinuela, E. 2009. Effects of pesticides commonly used in peach orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. Biological Control 54: 625-635.

Gogi, M. D., Syed, A. H., Atta, B., Sufyan, M., Arif, M. J., Arshad, M. and Liburd, O. E. 2021. Efficacy of biorational insecticides against *Bemisia tabaci* (Genn.) and their selectivity for its parasitoid *Encarsia formosa* Gahan on Bt cotton. Scientific Reports 11(1): 20-37.

Grigoraki, L., Puggioli, A., Mavridis, K., Douris, V., Montanari, M., Bellini, R. and Vontas, J. 2017. Striking diflubenzuron resistance in *Culex pipiens*, the prime vector of West Nile Virus. Scientific reports 7: 1-8.

Jalali, M. A., Van Leeuwen, T., Tirry, L. and de Clercq, P. 2009. Toxicity of selected insecticides to the two-spot ladybird *Adalia bipunctata*. Phytoparasitica 37: 323–326.

Kakde, A. M., Patel, K. G. and Tayade, S. 2014. Role of life table in insect pest management-A review. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) 7: 40–43.

Maia, J. B., Carvalho, G. A., Medina, P., Garzón, A., da Costa Gontijo, P. and Viñuela, E. 2016. Lethal and sublethal effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* larvae (Neuroptera: Chrysopidae) and the influence of rain fastness in their degradation pattern over time. Ecotoxicology 25: 845–855.

McEen, P. K., New, T. R. and Wittington, A. E. 2002. Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press. 546pp.

Nordlund, D. A., Cohen, A. C. and Smith, R. A., 2010. Mass rearing, release techniques, and augmentation. Pp. 303–319. In: McEwen, P., New, T. and Whittington, A. (eds.). Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University Press, Cambridge.

Ono, É. K., Zanardi, O. Z., Santos, K. F. A., and Yamamoto, P. T. 2017. Susceptibility of *Ceraeochrysa cubana* larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides. Chemosphere 168: 49–57.

Ricupero, M., Desneux, N., Zappala, L. and Biondi, A. 2020. Target and non-target impact of systemic insecticides on a polyphagous aphid pest and its parasitoid. Chemosphere 3: 247-257.

Schneider, M. L., Sanchez, N., Pineda, S., Chi, H. and Ronco, A. 2009. Impact of glyphosate on the development, fertility and demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach. Chemosphere 76: 1451-1455.

Song, Y. Q., Dong, J. F. and Sun, H. Z. 2013. Chlorantraniliprole at sublethal concentrations may reduce the population growth of the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Acta Entomologica Sinica 56: 446–451.

Su, Y., Ren, X., Ma, X., Wang, D., Hu, H., Song, X., Cui, J., Ma, Y. and Yao, Y. 2022. Evaluation of the toxicity and sublethal effects of Acetamiprid and Dinotefuran on the predator *Chrysopa pallens* (Rambur) (Neuroptera: Chrysopidae). Toxics 10: 1-12.

Suárez-López, Y. A., Hatem, A. E., Aldebis, H. K., and Vargas-Osuna, E. 2020. Lethal and sublethal effects of lufenuron on the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Crop Protection 135: 105217.

Wankhade, S. V., Sawai, H. R., Chaure, P. R. and Pawar, R. D. 2020. Comparative effects of insecticides on mortality, longevity and fecundity of *Chrysoperla* spp.(Neuroptera:Chrysopidae). Journal of Entomology and Zoology Studies 8: 1878–1882.

Zeb Khan, S., Ullah, F., Khan, S., Khan, M. A. and Khan, M. A. 2015. Residual effect of insecticides against different stages of green lacewing, Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae). Journal of Entomology and Zoology Studies 3: 114–119.

Zhang, Q., Li, Z., Chang, C. H., Lou, J. L., Zhao, M. R. and Lu, C. 2018. Potential human exposures to neonicotinoid insecticides: A review.Environment Pollution 236: 71–8.

Effect of some commen insecticides on *Chrysoperla carnea* Stephens under labratory conditions

S. Fouladi Azar[1], M. Jamshidi[2*] and M. Taghizadeh[3]

Received: 22 Jun., 2022 Accepted: 10 Sep., 2022

ABSTRACT

Chemical control and biological control are an important part of integrated pest management (IPM). Insecticides affect the physiology or behavior of insects, posing risks to non-target organisms. The green lacewing, *Chrysoperla carnea* which is the best predator natural enemies to control pests on farms, orchards and forests of the country widely perceived to be in nature and play an important role in preventing the rapid proliferation of pests and shall have the vital balance The green lacewing most attention as a promising biological control agent released against pests in greenhouses, farms and gardens has attracted. In this study, the effects of sublethal doses of Primicarb, Imidacloprid and Oxydemetonmethyl against *Chrysopa carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) were determined and compared. The results showed that these insecticides at LC_{30} had significant effect on the stable population parameters. Intrinsic rate of population increase (*r*) values for control, Primicarb, Imidacloprid and Oxydemetonmethyl were 0.142, 0.141, 0.140 and 0.134 (day^{-1}), respectively. According to our results, there was significant differences in Imidacloprid and Oxydemetonmethyl rate of population increase ($P \leq 0.5$) compared to the control; also, three insecticides had significant effect on survival rate and life expectancy compared to control. These results provided that Primicarb had lower toxicity on *C. carnea* but theoretical basis for the rational use of Imidacloprid and Oxydemetonmethyl insecticides and the utilization and protection of *C. carnea*.

Key words: Biological parameters, *Chrysopa carnea*, life table, insecticides, natural enemy, sub-lethal effects

1 and 2. Former Ms. student, and Assistant professor, respectively, Department of Plant Protection, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

3. Instructor, Plant Protection Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, Ardabil, Iran

Corresponding author: ma.jamshidi@yahoo.com