نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹۰ - ۳۱(۱): ۳۷-۵۰

# بررسی اثرات حشره‌کش‌های اندوسولفان، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب روی تخم، لارو سن سوم و شفیره‌ی بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae)

**غلامرضا گل‌محمدی[۱و*]، میرجلیل حجازی[۲]، شهزاد ایرانی‌پور[۲] و سید ابوالقاسم محمدی[۳]**

۱- مؤسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ۲- گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۳- گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تبریز.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: golmohammadi346@yahoo.com

# Effects of imidacloprid, indoxacarb and endosulfan on egg, third-instar larva and pupa of green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae)

**Gh. R. Golmohammadi[1&*], M. J. Hejazi[2], Sh. Iranipour[2] and S. A. Mohammadi[3]**

1. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran, 3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Corresponding author, E-mail: golmohammadi346@yahoo.com

**چکیده**

بالتوری سبز به‌دلیل پراکنش جغرافیایی وسیع، سازگاری مناسب با سامانه‌های کشاورزی، رفتار تغذیه‌ای، قدرت جستجوگری بالا و امکان پرورش و تکثیر نسبتاً آسان آزمایشگاهی یکی از گونه‌های مهم مورد استفاده در برنامه‌های کنترل زیستی است. پرورش حشرات کامل بالتوری سبز با غذای مصنوعی و پرورش لاروها با تغذیه از تخم‌های شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در گلخانه انجام شد. سمیت حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و اندوسولفان روی مراحل تخم به روش غوطه‌ورسازی، لاروهای سن سوم به روش تماسی و شفیره به روش تیمار موضعی بررسی شد. اثرهای زیرکشندگی این حشره‌کش‌ها با تیمار لاروهای سن سوم با دز مزرعه‌ای هر حشره‌کش، به روش سم‌شناسی دموگرافیک در دمای ۲ ± ۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام شد. هیچ‌کدام از سه حشره‌کش مورد آزمایش حتی در غلظت‌های بالاتر از دز مزرعه‌ای، اثر تخم‌کشی قابل توجهی روی تخم بالتوری سبز نداشتند. در مرحله‌ی شفیرگی، مقادیر $LD_{50}$ برای اندوسولفان، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب به‌ترتیب ۱۴۴، ۳۳ و ۲۱ میکروگرم ماده‌ی تکنیکال به ازای هر حشره برآورد گردید. حشره‌کش‌ها در غلظت‌های توصیه‌شده‌ی مزرعه‌ای اثر کشندگی قابل توجهی روی لاروهای سن سوم بالتوری سبز نشان ندادند، بنابراین مقادیر $LC_{50}$ آن‌ها برای این مرحله‌ی زیستی تعیین نشد. اثرهای زیرکشندگی با استفاده از تیمار با دز مزرعه‌ای بررسی گردید. از بین فراسنجه‌های مورد بررسی فقط نرخ تولیدمثل خالص بین شاهد و تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. با وجود این، اختلاف بین تیمارهای حشره‌کش معنی‌دار نبود. بیشترین و کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شاهد (۰/۱۷۶) و تیمار ایندوکساکارب (۰/۱۵۲) به‌دست آمد. ترتیب سمیت این ترکیبات به روش سم‌شناسی حاد و دموگرافیک به‌صورت: ایمیداکلوپرید < اندوسولفان < ایندوکساکارب تعیین شد.

**واژگان کلیدی:** بالتوری سبز، اثرات کشندگی و زیرکشندگی، سم‌شناسی دموگرافیک

دریافت: ۱۳۸۸/۱۱/۶، پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۶.

Archive of SID

www.SID.ir

**Abstract**

The common green lacewing is a known biocontrol agent because of its wide geographical distribution, high compatibility with different agricultural systems, high searching ability and ease of rearing. Adults and larvae were reared on artificial diet and eggs of *Anagasta kuehniella* (Zell.) respectively. The toxicity of insecticides was assessed on eggs (dipping method), third-instar larvae (contact method), and pupae (topical application) of *Chrysoperla carnea* Stephens. In order to study the sublethal effects, the third-instar larvae were treated with recommended field rate of each insecticide. The effects of the insecticides were assessed using demographic toxicology methods. Rearing conditions were 26 ± 2ºC, 60 ± 10% relative humidity and a photoperiod of 16: 8 h (L: D). The results revealed that the insecticides did not affect eggs even at doses higher than recommended field rates. The $LD_{50}$ values, of endosulfan, imidacloprid and indoxacarb for pupal stage were estimated to be 144, 33, and 21 µg ai/insect respectively. Since the insecticides did not affect the third-instar larvae at the recommended field rate, the $LC_{50}$ was not estimated for this stage. The results showed that, only net reproduction rate ($R_0$) was significantly affected by treatments. The highest and lowest amounts of $r_m$ were 0.176 and 0.152 for control and indoxacarb treatmnets respectively. Based on both acute toxicity and demographic toxicology methods, the rate of toxicity of the tested insecticides was as follows: indoxacarb > endosulfan > imidacloprid.

**Key words:** green lacewing, lethal and sublethal effects, demographic toxicology

**مقدمه**

حشرات راسته‌ی بالتوری‌ها (Neuroptera)، به‌ویژه گونـه‌ی *Chrysoperla carnea* Stephens، یکی از شکارگرهای مهم بندپایان آفت می‌باشند. پراکنش جغرافیایی و دامنه‌ی میزبانی وسـیع، قدرت سازگاری مناسب در سامانه‌های کشاورزی، رفتار تغذیه‌ای و قدرت جسـتجوگری بـالا، امکان پرورش و تکثیر به‌نسبت آسان در آزمایشگاه، پتانسیل تولیدمثلی بالا و مقاومت گسترده به تعداد زیادی از حشره‌کش‌ها، به‌خصوص در دوره‌ی لاروی و شفیرگی، موجب شده اسـت کـه بالتوری سبز بتواند به‌عنوان یک عامل کنترل زیستی مهم مطرح باشد. لاروهای این شکارگر از شته‌ها، گونه‌های مختلف شپشک‌ها، زنجرک‌ها، سفیدبالک‌ها، پسیل‌ها، تریپس‌هـا، لارو و تخـم بال‌پولک‌داران، به‌خصوص کرم غوزه‌ی پنبه، کنه‌های گیـاهی، لارو و تخـم سـخت‌بـال‌پوشـان تغذیه می‌نمایند (Azma & Mirabzadae 2004).

برای کنترل آفات محصولات مختلف، تعداد زیادی از حشره‌کش‌ها به‌کار مـی‌رونـد. ایـن مواد شیمیایی علاوه بر اثرهای سوء روی گونه‌های غیرهدف، از جمله دشمنان طبیعی، موجب سایر اثرهای زیست‌محیطی نیز می‌شوند. بدیهی است که تلفیق روش‌هـای کنتـرل شـیمیایی و کنترل زیستی (biological control) در موفقیت برنامه‌های مـدیریت تلفیقـی آفـات مهـم اسـت (Croft, 1990). استفاده از آفت‌کش‌هایی که با شکارگرها و پارازیتوئیدها سازگاری ندارند، سبب طغیان آفات و ظهور آفات ثانوی در بـوم‌سـامانه‌هـا (ecosystems) مـی‌شـوند. ایـن اخـتلالات

Archive of SID

www.SID.ir

بوم‌شناختی موجب افزایش خسارت، افزایش کاربرد حشره‌کش‌ها و در نتیجه بروز سریع‌تر مقاومت به آن‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌گردند. در حال حاضر، اغلب حشره‌کش‌های رایج مورد استفاده در دنیا، حشره‌کش‌های عصبی می‌باشند. به‌طور معمول شیوه‌ی غالب در برآورد سمیت مواد شیمیایی روی گونه‌های هدف و غیرهدف برآورد $LC_{50}$ آن‌ها است (Stark & Banks, 2003). یکی‌دیگر از راهکارهای ارزیابی خطر ترکیبات شیمیایی بعد از قرار گرفتن گونه‌های مختلف در معرض آن‌ها، بررسی اثر این ترکیبات روی پارامترهای تولیدمثلی می‌باشد. این روش بر اساس تلفیق مرگ و میر و زادآوری حشرات ماده می‌باشد و به راهکار IOBC (International Organization for Biological Control) مشهور است (Desneux *et al*., 2007; Stark & Banks, 2003). معمولاً یکی از سه روش زیر برای تعیین سمیت حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی توصیه شده است: (۱) قراردادن حشره‌کش روی سطح بدن حشره در آزمایشگاه، که اثر یک حشره‌کش را موقعی که به‌طور مستقیم روی یک دشمن طبیعی پاشیده می‌شود، به‌خوبی شبیه‌سازی می‌نماید؛ (۲) قرار دادن حشرات در معرض سطوح آغشته به حشره‌کش، که یکی از بهترین روش‌ها برای اندازه‌گیری بقایای حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی است؛ و (۳) پاییدن جمعیت دشمنان طبیعی قبل و بعد از کاربرد حشره‌کش‌ها در مزرعه، که بهترین روش برای اندازه‌گیری اثر حشره‌کش‌ها در مزرعه می‌باشد. روش‌های اول و دوم قادرند اطلاعات باارزشی را در ارتباط با اثرهای مورد انتظار و مشاهده‌شده‌ی حشره‌کش‌ها روی جمعیت دشمنان طبیعی در مزرعه فراهم نمایند (Tillman & Mulrooney, 2000).

باتوجه به این‌که در محصولاتی مثل پنبه، چغندرقند و پسته، بالتوری سبز یکی از شکارگرهای فعال است و حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و اندوسولفان بالاترین میزان مصرف را در این محصولات دارند، بررسی اثرات کشندگی این ترکیبات برای تعیین حساس‌ترین و متحمل‌ترین مرحله‌ی زندگی شکارگر ضروری به‌نظر می‌رسید. پس از انجام مطالعات می‌توان در صورت عدم سازگاری یا سازگاری کم با شکارگر، با توصیه‌ی عدم مصرف هر یک از حشره‌کش‌های مورد بررسی، کاهش تعداد دفعات سم‌پاشی، کاهش مقدار مصرف و یا کاربرد در متحمل‌ترین مرحله‌ی زندگی شکارگر، در کنترل هر چه بهتر آفات و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی گام‌های مفیدی برداشت.

Archive of SID

www.SID.ir

## مواد و روش‌ها

### پرورش حشرات

شفیره‌های حشرات کامل پس از جمع‌آوری، در شرایط دمای ۲ ± ۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۸ :۱۶ ساعت (تاریکی :روشنایی) نگه‌داری شدند. حشرات کامل پس از ظهور به ظرف‌های استوانه‌ای‌شکل پلاستیکی سخت با قطر دهانه‌ی ۱۶ و ارتفاع ۲۴ سانتی‌متر که دهانه‌ی آن‌ها با پارچه‌ی توری ارگاندی ۵۰ مش مسدود شده بود، منتقل گردیدند. تغذیه‌ی حشرات کامل با مخلوطی از ۴ گرم مخمر، ۴ میلی‌لیتر آب و ۷ گرم عسل که در یخچال نگه‌داری می‌شد، صورت گرفت (Vogt, 2000). هر دو روز یک‌بار مقداری از آن روی نوار پلاستیکی طلقی جهت تغذیه‌ی حشرات کامل داخل ظرف پرورش قرار داده می‌شد. آب مورد نیاز حشرات کامل، از اسفنج مرطوبی که روی ظرف گذاشته می‌شد، تأمین گردید. ظرف‌های پرورش حشرات کامل برای جمع‌آوری تخم‌ها، روزانه تعویض شدند. لاروها پس از خروج از تخم، روزانه با تخم‌های منجمدشده‌ی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Anagasta kuehniella* Zell، تغذیه شدند.

### آزمایش‌های زیست‌سنجی و بررسی اثرهای کشندگی و زیرکشندگی

حشره‌کش‌های مورد استفاده عبارت بودند از: ایمیداکلوپرید (حشره‌کش نئونیکوتینوئیدی (neonicotinoid) فرموله‌شده به‌صورت SC 350، ماده‌ی تکنیکال به‌صورت جامد با درجه‌ی خلوص ٪۹۸/۸، تولید شرکت "گیاه")، ایندوکساکارب (حشره‌کش اگزادیازینی (oxadiazine) فرموله‌شده به‌صورت SC 150، ماده‌ی تکنیکال به‌صوررت جامد با درجه‌ی خلوص ٪۹۸/۸، ساخت شرکت Du Pont فرانسه با نام تجاری Avaunt®) و اندوسولفان (حشره‌کش کلره‌ی فرموله‌شده به‌صورت EC 35، ماده‌ی تکنیکال به‌صورت جامد با درجه‌ی خلوص ٪۹۶، تولید شرکت Partonar).

برای زیست‌سنجی تخم‌ها از روش غوطه‌ورسازی استفاده شد (Saber *et al.*, 2005). پس از آزمایش‌های مقدماتی، دامنه‌ی غلظت‌ها برای حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، ایمیداکلوپرید و اندوسولفان به‌ترتیب ۶۰۰–۲۸۵، ۱۰۵۰–۵۲۵ و ۲۱۰۰–۱۴۰۰ میلی‌گرم ماده‌ی مؤثر در لیتر

Archive of SID

www.SID.ir

برآورد شد. پس از تهیه‌ی محلول‌های حشره‌کش‌ها، تعداد ۲۰ عدد تخم ۲۴-۱۲ ساعته که توسط حشرات ماده روی نوارهای کاغذی سیاه رنگ گذاشته شده بودند، مدت ۱۰ ثانیه داخل هر غلظت فرو برده شد. گروه شاهد فقط با آب مقطر به‌علاوه ماده‌ی خیس‌کننده تیمار شد. سی دقیقه پس از تیمار و خشک شدن، تخم‌ها به داخل پتری‌های شیشه‌ای منتقل و ظرف‌های پتری به اتاقک رشد منتقل شدند. میزان تفریخ تخم‌ها پس از ۷۲ ساعت ثبت شد. پس از ۹۶ ساعت، در صورت عدم تفریخ تخم‌ها، تخم‌های تفریخ‌نشده، مرده محسوب شدند. برای هر تیمار حداقل چهار تکرار در نظر گرفته شد. به‌دلیل اینکه دامنه‌ی غلظت‌ها بالاتر از دز مزرعه‌ای حشره‌کش‌ها بودند، بنابراین $LC_{50}$ برای این مرحله‌ی زیستی محاسبه نگردید و میانگین درصد تلفات هر غلظت بر حسب تعداد کل تخم تیمارشده به تفریخ‌نشده محاسبه گردید.

برای زیست‌سنجی مرحله‌ی شفیره‌گی از ماده‌ی تکنیکال حشره‌کش‌ها و روش تیمار موضعی استفاده شد (Medina *et al.*, 2003). پس از آزمایش‌های مقدماتی، دامنه‌ی دزها برای حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب و اندوسولفان به‌ترتیب ۷۵-۲۰، ۶۰-۱۰ و ۳۰۰-۸۰ میکروگرم به ازای هر حشره برآورد گردید. برای آماده‌سازی دزهای مورد نیاز (پنج دز برای هر کدام از حشره‌کش‌ها)، مقدار لازم از ماده‌ی تکنیکال هر حشره‌کش در دو میلی‌لیتر استون حل شد. یک میکرولیتر از هر دز با استفاده از میکروسرنگ همیلتون ۵۰ میکرولیتری در سطح هر پیله‌ی شفیره‌های ۴۸-۲۴ ساعته (هر دز ۱۵-۱۰ عدد شفیره) قرار داده شد. گروه شاهد نیز فقط با یک میکرولیتر استون تیمار گردید. ملاک برای ارزیابی سمیت روی شفیره‌ها، مرگ خود شفیره‌ها و همچنین مرگ حشرات کاملی که تا پایان روز نهم از شفیره‌های تیمارشده خارج می‌شدند، بود.

برای بررسی اثرهای کشندگی و زیرکشندگی حشره‌کش‌ها روی بالتوری سبز از روش جدول زیستی سم‌شناختی استفاده گردید (Stark & Banks, 2003). به‌دلیل تحمل بالای لاروهای سن سوم (حتی در دزهای بالاتر از دز مزرعه‌ای)، $LC_{50}$ برای آن‌ها محاسبه نگردید. برای مطالعه‌ی اثرهای کشندگی و زیرکشندگی حشره‌کش‌ها روی این مرحله‌ی زیستی، از دز مزرعه‌ای حشره‌کش‌ها استفاده شد. برای این منظور، تعداد ۶۰ عدد لارو سن سوم که کمتر از ۲۴ ساعت عمر داشتند، با غلظت‌های توصیه‌شده‌ی هر حشره‌کش، ۱۵۰، ۱۷۵ و ۷۰۰ میلی‌گرم ماده‌ی مؤثر در لیتر به‌ترتیب برای ایندوکساکارب، ایمیداکلوپرید و اندوسولفان، به روش

Archive of SID

www.SID.ir

تماسی در پتری‌های شیشه‌ای به قطر ۹ و ارتفاع ۱/۵ سانتی‌متر تیمار شدند و ۲٤ ساعت بعد تعداد افراد مرده در آن‌ها ثبت شد. پس از این مدت، لاروهای زنده‌مانده به ظرف‌های پرورش انفرادی منتقل و ظرف‌های مذکور روزانه برای مشاهده‌ی تشکیل شفیره و ظهور حشرات کامل بررسی شدند. برای تعیین میزان تخم‌ریزی حشرات ماده، هر جفت از حشرات کامل نر و ماده پس از ظهور به داخل ظرف‌های تخم‌گیری که دیواره‌ی آن با کاغذ سیاه رنگ و دهانه‌ی آن با پارچه‌ی توری مش ۵۱ پوشانده شده بود، منتقل و ظرف‌ها با شروع تخم‌ریزی هر روز تعویض شدند. تخم‌های گذاشته شده، روزانه شمارش و به پتری‌های پلاستیکی به قطر ٦ سانتی‌متر انتقال یافتند. بعد از ۷۲ ساعت تفریخ آن‌ها بررسی شد و این عمل تا مرگ آخرین فرد ماده ادامه یافت.

برای مطالعه‌ی سم‌شناسی دموگرافیک، جدول‌های زیستی باروری به روش Carey (1993, 2001) تشکیل شدند. فراسنجه‌های (parameters) جمعیت پایدار شامل نرخ متناهی افزایش جمعیت، نرخ تولیدمثل ناخالص، نرخ خالص تولیدمثل، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت، میانگین زمان یک نسل، نرخ ذاتی تولد و نرخ ذاتی مرگ از جدول‌های زیستی باروری برآورد شدند (Carey, 1993; Maia *et al.*, 2000).

برای تعیین نسبت جنسی و بررسی میزان بقا و دوره‌ی نشو و نمای سنین اول و دوم لاروی، تعداد ۱۰۰ عدد تخم به‌صورت تصادفی طی سه مرحله (در روزهای ۵، ۱۵ و ۲۵ پس از شروع تخم‌ریزی) از هر کدام از تیمارها انتخاب و وضعیت زندگی آن‌ها تا ظهورحشرات کامل به‌طور روزانه جهت بررسی مرحله‌ی نشو و نمایی و میزان بقا بررسی شد. سرانجام تعداد حشرات کامل نر و ماده در هر تیمار و شاهد به‌صورت جداگانه شمارش گردید. برای مقایسه‌ی فراسنجه‌های جمعیت پایدار از روش جکنایف (Jackknife) استفاده شد (Meyer *et al.*, 1986).

**تجزیه‌ی آماری**

تجزیه‌ی داده‌های حاصل از زیست‌سنجی مراحل مختلف رشدی با استفاده از روش پروبیت و نرم‌افزار SPSS صورت گرفت (SPSS, 2004). مقایسه‌ی سمیت حشره‌کش‌های

Archive of SID

www.SID.ir

مختلف به روش Robertson & Preisler (1992) انجام شد. تجزیه‌ی واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد (SAS Institute, 2002). قبل از تجزیه‌ی واریانس، برای نرمال نمودن داده‌های حاصل از مطالعه‌ی اثرهای زیرکشندگی، از تبدیل داده‌ی لگاریتمی استفاده گردید. مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. از نرم‌افزار Excel برای ساخت و محاسبه‌ی فراسنجه‌های مختلف جدول زندگی و رسم نمودارها استفاده گردید.

## نتایج و بحث

بنابر نتایج به‌دست‌آمده، غلظت‌های ۲۱۰۰، ۱۹۲۵، ۱۶۱۰ و ۱۴۰۰ میلی‌گرم ماده‌ی مؤثر بر لیتر اندوسولفان به‌ترتیب موجب تلفاتی معادل ۴۵/۶، ۳۷/۷، ۲۸/۸ و ۲۲/۲ درصد در تخم‌های بالتوری سبز شدند. تلفات تخم‌ها با کاربرد غلظت‌های ۱۰۵۰، ۸۷۵، ۷۰۰ و ۵۲۵ حشره‌کش ایمیداکلوپرید، به‌ترتیب معادل ۵۵/۵، ۵۰، ۲۷/۷ و ۲۵ درصد بود. حشره‌کش ایندوکساکارب با غلظت‌های ۶۰۰، ۴۶۵، ۳۶۷ و ۲۸۵ به‌ترتیب موجب ۵۴/۵، ۴۸، ۲۵/۵ و ۲۴ درصد تلفات در تخم‌ها گردید. ازاین‌رو با توجه به اثر تخم‌کشی پایین این ترکیبات (در دزهای به‌مراتب بالاتر از دزهای توصیه‌شده‌ی مزرعه‌ای) مقادیر $LC_{50}$ برآورد نشد. در تحقیقات Gandhi *et al*. (2005)، اعمال تیمار کوئینالفوس روی تخم‌های بالتوری سبز سبب کاهش معنی‌دار درصد تفریخ تخم‌ها شد اما اندوسولفان اثر کمی روی تفریخ تخم‌ها داشت. اثر تخم‌کشی حشره‌کش‌ها به فرمولاسیون و گونه‌ی مورد آزمایش نیز بستگی دارد. برای مثال، گزارش شده است که حشره‌کش آزادیراکتین روی تخم‌های گونه‌های متعددی از حشرات متعلق به راسته‌های مختلف اثر سوئی ندارد، درحالی‌که درصد تفریخ تخم‌های مگس میوه مدیترانه‌ای، *Ceratitis capitata* Weidemann، را به‌شدت کاهش داد (Medina *et al.*, 2004b). احتمال دارد غشای سفت کوریونی تخم در اغلب حشرات مانع از نفوذ حشره‌کش‌ها به داخل تخم شود. علاوه بر این، بالتوری سبز تخم‌های خود را در زیست‌گاه‌های طبیعی در انتهای یک رشته‌ی ابریشمی قرار می‌دهد که از تماس با سطح تخم‌ریزی جلوگیری می‌کند (Medina *et al.*, 2001).

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج مربوط به برآورد مقادیر $LD_{50}$ و $LD_{90}$ حشره‌کش‌ها بر حسب میلی‌گرم ماده‌ی مؤثر به ازای هر حشره در جدول ۱ نشان داده شده است. هیچ‌کدام از حشره‌کش‌ها سبب مرگ و میر قابل توجهی در شفیره‌ها نشد، به‌طوری‌که در دزهای مورد بررسی کمتر از ۱۵ درصد مرگ و میر مشاهده شد که با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. مقادیر $LD_{50}$ برآورده شده در حقیقت مربوط به مرگ و میر حشرات کاملی بود که بعد از خروج از پیله‌ی شفیرگی در معرض مانده‌ی حشره‌کش‌های موجود در سطح پیله قرار گرفته و مرده بودند. مقایسه‌ی $LD_{50}$ و $LD_{90}$ حشره‌کش‌های مورد بررسی با یکدیگر به روش Robertson & Priesler (1992) نشان داد که حساسیت شفیره‌های بالتوری سبز به این سه حشره‌کش اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند. Medina *et al.* (2004a) با تیمار شفیره‌های جوان (۴۸-۲۴ ساعته) و مسن (۷ روزه) بالتوری سبز با حشره‌کش فیپرونیل به روش قراردادن ماده‌ی شیمیایی در سطح شفیره، میزان مرگ و میر کمتر از ۱۰ درصد را در آن‌ها مشاهده کردند و دلیل این امر را ضخامت زیاد و جنس پیله‌ی شفیرگی در بالتوری سبز گزارش نمودند. بنابر پژوهشی که توسط Medina *et al.* (2003) انجام گرفت، مشخص شد که باقی‌مانده‌ی ترکیب سمی یا متابولیت آن روی سطح پیله‌ی شفیرگی ممکن است سبب مرگ حشرات کاملی گردند که از آن خارج می‌شوند. در این مطالعه نیز عدم وجود تلفات در شفیره‌ها احتمال دارد به دلیل ضخامت و جنس پیله شفیرگی در بالتوری سبز باشد.

منحنی بقای سنی ($l_x$) در شاهد و تیمارها در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج حاصل تا روز دهم (زمان تیمار لاروها) اختلافی در منحنی بقا بین تیمارها مشاهده نشد، به‌عبارت دیگر تیمار لاروهای سن سوم اثری روی نشو و نمای تخم و لاروهای سن اول و دوم نتاج حشرات کامل حاصل از این لاروها نداشت. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، دز مزرعه‌ای ایندوکساکارب نسبت به دو حشره‌کش دیگر سبب مرگ و میر بیشتری در لاروهای سن سوم بالتوری سبز شد. در تیمار اندوسولفان و ایمیداکلوپرید مرگ و میر مرحله‌ی شفیرگی بیشتر از لارو سن سوم بود. در همه‌ی تیمارها در مرحله‌ی شفیرگی میزان مرگ و میر از شاهد بالاتر بود. براساس تجزیه‌ی واریانس فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار، فقط در نرخ تولیدمثل خالص بین شاهد و تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما این

Archive of SID

www.SID.ir

اختلاف بین تیمارهای حشره‌کش معنی‌دار نبود. بنابراین، زمانی‌که لاروهای سن سوم بالتوری سبز در معرض دزهای مزرعه‌ای این حشره‌کش‌ها قرار گرفتند، اثر قابل توجهی روی فراسنجه‌های رشد جمعیت مشاهده نشد. مقایسه‌ی میانگین فراسنجه‌های برآوردشده در جدول ۲ نشان داده شده است.

**جدول ۱.** سمیت حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی شفیره‌های بالتوری سبز.

**Table 1.** Toxicity of the insecticides tested on pupa *C. carnea*.

| Insecticide | Group | n | Slope ± SE | $LD_{50}$ (mg ai/l) (95% CL) | $LD_{90}$ (mg ai/l) (95% CL) | $\chi^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Endosulfan | Organochlorinate | 425 | 5.7 ± 0.8 | 144c* (127-163) | 441c (346-662) | 1.02 ns |
| Imidacloprid | Neonicotinoide | 358 | 3.5 ± 0.6 | 33b (27-39) | 119b (87-210) | 1.74 ns |
| Indoxacarb | Triazine | 355 | 2.6 ± 0.4 | 12a (17-25) | 99a (69-185) | 1.01 ns |

*Mean within each row followed by the different letter is significantly different using Robertson & Preisler method.
ns: non-significant.

بالاترین نرخ ناخالص تولید مثل در شاهد (۳۵۵ ماده) و پایین‌ترین مقدار آن در تیمار ایمیداکلوپرید (۲۸٤ ماده) بود، هرچند اختلاف آماری معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. تولیدمثل خالص روزانه در تیمارهای مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. نرخ ذاتی افزایش جمعیت در شاهد و تیمارهای اندوسولفان، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب به‌ترتیب ۰/۱۷٦، ۰/۱٦٥، ۰/۱۵۷ و ۰/۱۵۲ برآورد شد که اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب وجود داشت. در بررسی اثرهای زیرکشندگی این سه حشره‌کش که توسط Golmohammadi *et al*. (2009) روی لاروهای سن اول بالتوری سبز انجام گرفته بود، هیچیک از تیمارها روی فراسنجه‌های رشد جمعیت اختلاف معنی‌داری را نشان نداند. در مطالعه‌ی دیگری توسط Williams *et al*. (2003) روی میزان تأثیر چند حشره‌کش بر زنبور پارازیتوئید *Anaphes iole* (Girault)، ترکیبات ایمیداکلوپرید، ایندوکساکارب، آسفیت و اگزامیل در گروه حشره‌کش‌های با سمیت کم قرار گرفتند و حشره‌کش‌های سازگار با رهاسازی این دشمن طبیعی در مزارع پنبه گزارش شدند. در مطالعه‌ی حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید، پروپارژیت و پای‌متروزین روی بالتوری *C. carnea* توسط Rezaei *et al*. (2007)،

Archive of SID

www.SID.ir

فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار در تیمار ایمیداکلوپرید اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند.

**جدول ۲.** مقایسه‌ی میانگین فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار در لاروهای سن سوم تیمارشده‌ی بالتوری سبز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن.

**Table 2.** Mean comparison of population growth parameters in the treated third-instar larvae of *C. carnea* using Duncan's Multiple Range Test.

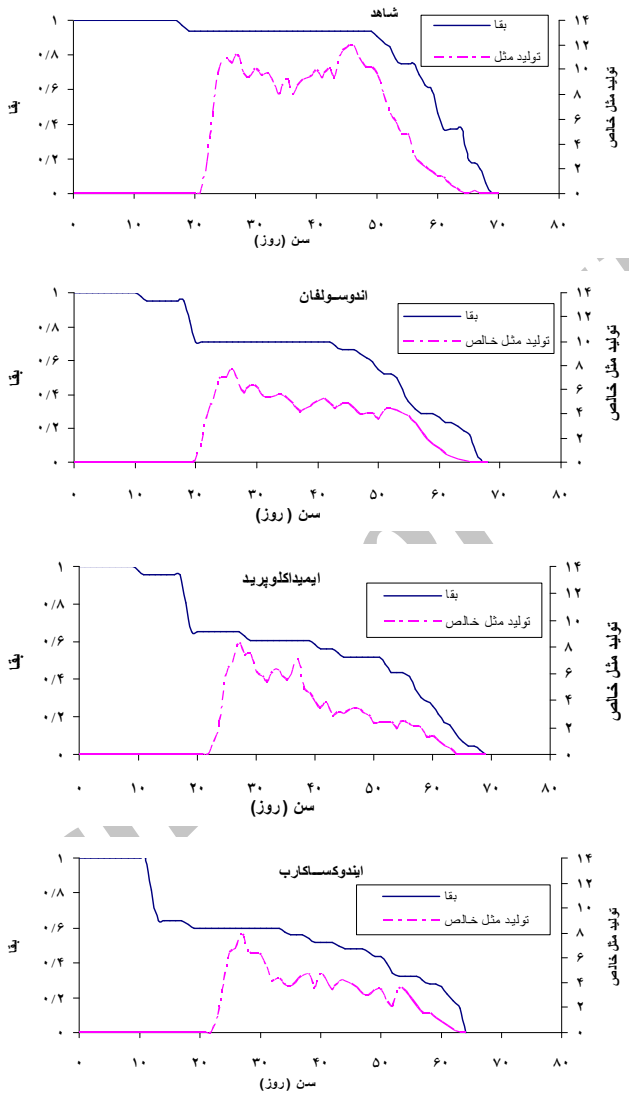
| Treatments | Mean ± SE | | | |
|---|---|---|---|---|
| Parameter | Control | Imidacloprid | Endosulfan | Indoxacarb |
| *GRR* | 355 ± 33.8a | 284 ± 34.4a | 303 ± 46.67a | 296 ± 38.5a |
| $R_0$ | 319 ± 38.3a* | 154 ± 32.2b | 183 ± 39.2b | 146 ± 32.7b |
| $r_m$ | 0.176 ± 0.005a | 0.157 ± 0.006b | 0.165 ± 0.008ab | 0.152 ± 0.007b |
| $\lambda$ | 1.196 ± 0.006a | 1.195± 0.09a | 1.192 ± 0.008a | 1.185 ± 0.009a |
| *T* | 32.9 ± 0.58a | 33.2 ± 0.68a | 31.7 ± 1.03a | 33 ± 0.8a |
| *DT* | 3.94 ± 0.09a | 4.54 ± 0.20a | 4.18 ± 0.22a | 4.55 ± 0.23a |

*Mean within each row followed by the similar letter in are not significantly different (P > 0.05).
*GRR* = Gross reproductive rate, $R_0$ = net reproduction rate, $r_m$ = intrinsic rate of natural increase, *DT* = doubling time, *T* = mean generation time, and $\lambda$= finite rate of increase.

در این بررسی با توجه به آزمایش‌های انجام‌گرفته، مرحله‌ی تخم، شفیرگی و لارو سن سوم نسبتاً متحمل بودند، هرچند که پایداری ترکیب سمی یا متابولیت‌های آن در سطح غشای تخم یا پیله امکان قرار گرفتن لاروها یا حشرات کامل در معرض ماده‌ی سمی را هنگام خروج افزایش می‌دهد. در این آزمایش با کاربرد حشره‌کش‌ها در سطح تخم به روش غوطه‌ورسازی که به‌مراتب مقدار حشره‌کش بیشتری نسبت به حالت طبیعی در مزرعه دریافت کرد، مرگ و میری در مرحله‌ی لاروی حین خروج از تخم مشاهده نشد. مقادیر $LD_{50}$ برآورد شده برای مرحله‌ی شفیرگی در این آزمایش، در حقیقت مربوط به مرگ و میر حشرات کاملی است که حین خروج از پیله‌ی شفیرگی در معرض آفت‌کش‌ها قرار گرفتند. به‌نظر می‌رسد که ضخامت به‌نسبت زیاد و جنس پیله‌ی شفیرگی مانع نفوذ حشره‌کش‌ها به داخل پیله و تماس با شفیره می‌شود. با توجه به اینکه در مزارع، پیله‌های شفیرگی در محل‌های مخفی تشکیل می‌شود، احتمالاً شفیره‌ها کمتر در معرض تماس مستقیم آفت‌کش‌ها قرار می‌گیرند. اختلاف معنی‌داری در فراسنجه‌های تولیدمثلی و رشد جمعیت وجود نداشت. اختلاف معنی‌دار فقط در نرخ

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱.** اثر حشره‌کش‌ها روی بقا ($l_x$) و تولیدمثل خالص روزانه ($l_xm_x$) در لاروهای سن سوم تیمار شده‌ی بالتوری سبز.

**Fig. 1.** The impact of insecticides on the $l_x$ and $l_xm_x$ in the treated third-instar larvae of *C. carnea*.

www.SID.ir

خالص تولیدمثل مشاهده گردید که بیشتر ناشی از مرگ و میر پس از تیمار بود. در این حالت نرخ رشد ذاتی افزایش جمعیت ($r_m$) به‌عنوان مهم‌ترین فراسنجه در ارزیابی اثرهای زیرکشندگی آفت‌کش‌ها تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی قرار نگرفت، هرچند که مقدار آن در تیمارهای حشره‌کشی کمتر از شاهد بود. به‌نظر می‌رسد کاهش $r_m$ از پایین‌تر بودن بقا در تیمارها ناشی شده باشد. مقایسه‌ی منحنی‌های بقا این موضوع را نشان می‌دهند. در مطالعه‌ی اثر حشره‌کش ایمیداکلوپرید روی لاروهای شته‌ی نخود، نرخ ذاتی افزایش جمعیت کاهش یافت. با توجه به اینکه فراسنجه‌های تولیدمثلی بین تیمار و شاهد معنی‌دار نشده بودند، مشخص شد که ایمیداکلوپرید فاقد اثر تولیدمثلی روی شته‌ی نخود است و کاهش در نرخ ذاتی افزایش جمعیت به کاهش نرخ بقا نسبت داده شد. زیرا افراد مقاوم (زنده مانده) قادر بودند که تولیدمثل را شبیه افراد شاهد بالا نگه دارند (Walthall & Stark, 1997). بنابراین، صرف‌نظر از مرگ و میر حادی که بعد از تیمار این حشره‌کش‌ها اتفاق می‌افتد، درصورتی‌که این نتایج در مزرعه تأیید شوند، کاربرد حشره‌کش‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر در زمانی که جمعیت غالب تخم، شفیره و سن سوم لاروی باشد، اثر چندانی روی این مراحل زیستی و رشد جمعیت حشرات زنده‌مانده‌ی بالتوری سبز نخواهند داشت.

**Reference**

**Azma, M. & Mirabzadae, A.** (2004) *Issues on different aspects of applying natural enemies for biological control of insect pests*. 213 pp. Markaze Nashre Sepehr Publication.

**Carey, J. R.** (1993) *Applied demography for biologists*. 206 pp. Oxford University Press.

**Carey, J. R.** (2001) Insect biodemography. *Annual Review of Entomology* 46, 79-110.

**Croft, A. B.** (1990) *Arthropod biological control agents and pesticides*. 723 pp. John Wiley, New York.

**Desneux, N., Decourtye, A. & Delpuech, J. M.** (2007) The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology* 52, 81-106.

**Gandhi, P. I., Gunasekaran, K., Poonguzhali, S., Anandham, R., Kim, G. H., Chung, K. Y. & Sa, T.** (2005). Laboratory evaluation of relative toxicities of some insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 8, 381-386

Archive of SID

www.SID.ir

**Golmohammadi, Gh., Hejazi, M. J., Iranipour, Sh. & Mohammadi, S. A.** (2009) Lethal and sublethal effects of endosulfan, imidiacloprid and indoxacarb on first instar larvae of *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran* 28, 37-47.

**Maia, A. H. N., Alferdo, J. B. L. & Campanhola, C.** (2000) Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93, 511-518.

**Medina, P., Budia, F., Estal, P. D., Adan, A. & Viñeula, E.** (2003) Side effects of six insecticides on different developmental stages of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *International Organization for Biological Control*/*West Palaearctic Regional Section* (*IOBC/WPRS*) *Bulletin* 26, 33-40.

**Medina, P., Budia, F., Estal, P. D., Adan, A. & Viñuela, E.** (2004a) Toxicity of fipronil to the predatory lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biocontrol Science and Technology* 14, 261-268.

**Medina, P., Budia, F., Estal, P. D. & Viñuela, E.** (2004b) Influence of azadirachtin a botanical insecticide, on *Chrysoperla carnea* (Stephens) reproduction: toxicity and ultra structural approach. *Journal of Economic Entomology* 97, 43-50.

**Medina, P., Budia, F., Tirry, L., Smagghe, G. & Viñuela, E.** (2001) Compatibility of spinosad, tebufenozide and azadirachtin with eggs and pupae of the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. *Biocontrol Science and Technology* 11, 597-610.

**Meyer, J. S., Igersoll, C. G., Mac Donald, L. L. & Boyce, M. S.** (1986) Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology* 67, 1156-1166.

**Rezaei, M., Talebi, K., Naveh, V. H. & Kavousi, A.** (2007) Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite, and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table. *BioControl* 52, 385-398.

**Robertson, J. L. & Preisler, H. K.** (1992) *Pesticides bioassays with arthropods*. 127 pp. CRC Press.

**Saber, M., Hejazi, M. J., Kamali, K. & Moharramipour, S.** (2005) Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on the egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Journal of Economic Entomology* 98, 35-40.

**SAS Institute** (2002) *The SAS system for Windows*. SAS Institute, Cary, NC.

Archive of SID

www.SID.ir

**SPSS** (2004) *SPSS for Windows.* SPSS INC., Chicago, Illinois.

**Stark, J. D., & Banks, J. E.** (2003) Population level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology* 48, 505-519.

**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.

**Tillman, P. G. & Mulrooney, J. E.** (2000) Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculate* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *Journal of Economic Entomology* 93, 1638-1643.

**Vogt, H., Bigler, F., Brown, K., Candolfi, M. P., Kemmeter, F., Kuhner, Ch., Moli, M., Travis, A., Ufer, A., Vineula, E., Wiadburger, M. & Waltersdorfer, A.** (2000) Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Stephen) (Neuroptera: Chrysopidae). pp. 27-44 in Condolfi, M. P., Blomel, S. & Forster, R. (Eds) *Guidelines to evaluate side effects of plant protection products to non-target arthropods*: *IOBC, BART, and EPPO joint initiative.* 158 pp. Gent, IOBC-WPRS.

**Walthall, K. W. & Stark J. D.** (1997) A comparison of acute mortality and population growth rate as endpoints of toxicological effect. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 37, 45-52

**Williams, L. J., Price, L. D. & Manrique, V.** (2003) Toxicity of field-weathered insecticide residues to *Anaphes iole* (Hymenoptera: Mymaridae), an egg parasitoid of *Lygus lineolaris* (Heteroptera: Miridae), and implications for inundative biological control in cotton. *Biological Control* 26, 217-223.

Archive of SID

www.SID.ir