

مطالعه تأثیرات کشندگی و زیرکشندگی چهار حشره کش روی تخم و لارو سن اول بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* (stephens)) در شرایط آزمایشگاهی

محمد رضا اسدی عیدوند^۱، غلامرضا گل محمدی^{۲*} و حمید قاجاربه^۳

۱ و ۳. کارشناسی ارشد و استادیار، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

۲. استادیار، بخش تحقیقات حشره شناسی کشاورزی، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۹/۷)

چکیده

بالتوری سبز یکی از مهم ترین شکارگرها در گلخانه ها و مزارع کشاورزی است. در این مطالعه، تأثیرات کشندگی حشره کش های آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلام روی تخم و لارو سن اول بالتوری سبز در آزمایشگاه بررسی شد. زیست سنجی لاروها به روش تماسی در ظروف پتری شیشه ای و تیمار تخم ها به روش غوطه وری در محلول سمی انجام گرفت. مرگ و میر لاروها و تخم به ترتیب بعد از ۷۲ و ۹۶ ساعت اندازه گیری شد. برای بررسی تأثیرات زیرکشندگی، لاروهای سن اول با LC_{۲۵} هر ترکیب تیمار شدند و تأثیرات آنها به روش سازمان بین المللی کنترل زیستی (IOBC) برآورد گردید. آزمایش ها در دمای ۲۵±۲ درجه سلسیوس، ۶۵±۵ درصد رطوبت نسبی و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) انجام گرفت. بنا بر نتایج زیست سنجی مرحله تخم، مقادیر LC_{۵۰} برای حشره کش های آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلام به ترتیب ۱۸۱۰، ۴۵۱، ۳۹۴ و ۸۶۲ و برای لارو سن اول به ترتیب ۵۹۶، ۳۴/۸، ۱۲۴، ۲۷۱/۳ پی پی ام برآورد شدند. میانگین زادآوری در شاهد و تیمارهای آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلام (LC_{۲۵}) به ترتیب ۲۹۱/۳۲±۱۳/۷، ۲۷۹/۶۷±۱۱/۸۶، ۲۳۵/۷۵±۱۲/۸۴، ۱۷۷/۸۴±۱۳/۸۷ و ۹۹/۸±۱۰/۵۸ تخم به ازای هر حشره برآورد شد. بر اساس شاخص اثر کل طبقه بندی IOBC، در تیمارهای آزادیراکتین و فلونیکامید به ترتیب در دسته بی خطر و تیاکلوپرید و تیوسیکلام در دسته کم خطر قرار گرفتند. در صورت تأیید نتایج مزرعه ای، دو حشره کش فلونیکامید و آزادیراکتین می توانند در برنامه مدیریت تلفیقی آفات در مزرعه ای که این شکارگر فعال است، به کار روند.

واژه های کلیدی: بالتوری سبز، تأثیرات زیرکشندگی، تأثیرات کشندگی، حشره کش ها، روش IOBC، زیست سنجی.

مقدمه

راستای کنترل آفات متفاوتی مانند حشرات، نماتدها، کنه ها، علف های هرز، قارچ ها و باکتری ها استفاده می شود. اگر چه هدف اصلی آفت کش ها کنترل آفات است، بسیاری از آنها ترکیباتی با طیف اثر وسیع بوده

امروزه کشاورزی مدرن برای کنترل آفات به شدت به استفاده از آفت کش های شیمیایی مختلف وابسته است. در این راستا، از ترکیبات شیمیایی مختلف در

می‌شوند و در مواردی موجب افزایش جمعیت آفات ثانوی به سطحی بالاتر از سطح قبل از تیمار و سبب طغیان آنها می‌گردند (Croft, 1990). دُزهای 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 مطالعه سمیت سه حشره‌کش آزادیراکتین، اسپینوسد و تیوفنوزاید روی تخم‌ها و شفیره‌های *C. carnea*، هیچ اثر زیان‌باری روی حشرات کامل مشاهده نشد؛ در حالی‌که بعد از کاربرد این حشره‌کش‌ها روی شفیره‌های زنبور *Hyposoter didymator* Thunberg کاهش طول عمر و زادآوری حشرات کامل مشاهده گردید (Medina et al., 2001). بعد از تیمار تخم‌های *C. carnea* با دُز مزرعه‌ای ۱۳ آفت‌کش، ۱۴-۱۰ درصد کاهش تفریح تخم‌ها گزارش شد (Vogt, 1994). از آنجایی که در بسیاری از کشورها و از جمله ایران، روش معمول کشاورزان برای کنترل آفات، کنترل شیمیایی آنها است؛ به همین دلیل بررسی تأثیرات کشندگی و زیرکشنده‌گی آفت‌کش‌های مختلف روی دشمنان طبیعی و همچنین بالتوری سبز برای دستیابی به یک آفت‌کش مناسب و سازگار با دشمنان طبیعی و برنامه‌های IPM مفید خواهد بود (Golmohammadi & Hejazi, 2014).

هدف از این تحقیق، مطالعه تأثیرات چهار آفت‌کش آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکللام (که در ۲-۳ سال اخیر در کشور ثبت شده‌اند) روی مراحل تخم و لارو سن اول بالتوری سبز *C. carnea* در شرایط آزمایشگاهی بوده است. تا میزان سازگاری آفت‌کش‌های مذکور با این حشره مفید مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

پرورش بالتوری سبز

کلونی اولیه بالتوری سبز از مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه شد. حشرات بالغ در ظروف استوانه‌ای پلاستیکی شفاف با قطر ۱۴ و ارتفاع ۲۲ سانتی‌متر که دهانه آنها با پارچه توری ارگاندی ۵۰ پوشانده شده بود، نگهداری شدند. افراد بالغ از رژیم

و گونه‌های غیر هدف را نیز از بین می‌برند (Croft, 1990). از آنجا که سمپاشی علیه بعضی از آفات موجب آلودگی محصول و به مخاطره افتادن سلامت مصرف‌کننده می‌گردد، برای کاهش مصرف حشره‌کش‌ها، باید کاربرد آنها را با روش کنترل دیگری جایگزین کرد. در این میان، کاربرد عواملی چون شکارگرها در مبارزه بیولوژیک، یکی از بهترین روش‌های قابل استفاده است. همین امر موجب شده است که مطالعه در زمینه تأثیر بندپایان شکارگر و اهمیت دشمنان طبیعی (پارازیتوئیدها، شکارگرها و عوامل بیماری‌زا) به عنوان عوامل کنترل، مرکز توجه تحقیقات در سامانه‌های کشاورزی قرار گیرد (Bailey, 1991). در میان شکارگرها، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* از اهمیت ویژه‌ای در جهان و ایران برخوردار است. این حشره یک شکارگر چندگونه‌خوار و همه‌جازی است که در زیستگاه‌های مختلف طبیعی، کشاورزی و جنگلی زندگی می‌کند و به‌طور وسیعی در کنترل بیولوژیک علیه شته‌ها در محصولات گلخانه‌ای استفاده می‌شود. لارو بالتوری غیر از شته‌ها، تریپس‌ها، کنه‌های Tetranychidae و سفیدبالک‌ها را هم شکار می‌کند (Canard et al., 1984).

با اینکه برنامه مدیریت تلفیقی آفات (IPM) روی کنترل بیولوژیک آفات به‌وسیله شکارگرها و پارازیتوئیدها استوار شده، کنترل بیولوژیک به تنهایی نمی‌تواند به‌طور موفقیت‌آمیزی آفات را کنترل کند و لازم است با کاربرد آفت‌کش‌هایی که حداقل تأثیر سوء را در عوامل کنترل بیولوژیک ایجاد می‌کنند، تلفیق شوند. برای کاهش تأثیرات سوء، می‌توان از آفت‌کش‌هایی استفاده کرد که دارای حداقل تأثیر سوء روی دشمنان طبیعی باشند و از طرفی، کارایی لازم را برای کنترل آفات داشته باشند (Bueno & Freitas, 2004). بندپایان شکارگر و پارازیتوئید از مهم‌ترین عوامل کنترل زیستی حشرات و کنه‌های آفت در بسیاری از مزارع و باغ‌ها به‌شمار می‌روند. به دلیل وجود تشابه فیزیولوژیک بین آفات و دشمنان طبیعی، معمولاً آفت‌کش‌ها سبب تلفات شدید در هر دو گروه می‌شوند. علاوه بر اثر مستقیم، آفت‌کش‌ها سبب برهم زدن روابط تغذیه‌ای گونه‌های موجود در بوم‌سامانه‌ها

برای هر حشره کش)، ۲۰ عدد تخم ۲۴-۱۲ ساعته که توسط حشرات ماده روی قطعه‌های کاغذی سیاه‌رنگ گذاشته شده بودند، داخل هر غلظت سمی به مدت ۱۰ ثانیه فرو برده شده و به حالت غوطه‌وری نگه داشته شدند. گروه شاهد با آب مقطر تیمار گردید. پس از خشک شدن کاغذهای حاوی تخم‌ها در فضای آزمایشگاه، آنها داخل ظروف پتری شیشه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر گذاشته شدند و سپس به داخل اتاقک رشد^۲ با دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند.

لاروهایی که زودتر از تخم خارج شدند (۷۲ ساعت بعد)، به منظور جلوگیری از خورده شدن تخم‌های دیگر، حذف شدند. میزان تفریخ تخم‌ها پس از ۹۶ ساعت ثبت شد. در صورت عدم تفریخ تخم‌ها پس از ۹۶ ساعت، تخم‌های تفریخ نشده مرده محسوب شدند.

زیست‌سنجی - لارو سن اول

تیمار لاروها با استفاده از روش قرارگیری در معرض تماس با باقی‌مانده حشره‌کش در ظروف پتری شیشه‌ای انجام گرفت (Golmohammadi *et al.*, 2009). پس از آزمایش‌های مقدماتی و تعیین دامنه غلظت‌ها برای هر کدام از حشره‌کش‌ها، پنج غلظت برای هر ترکیب در نظر گرفته شد. به هر کدام از غلظت‌ها، به حجم ۵۰ میلی‌لیتر یک قطره ماده کن خیس‌کننده Triton X-100 (قطره‌چکان مورد استفاده کالیبره شد و غلظت ماده خیس‌کننده تقریباً معادل ۵۵۵ ppm بود) برای کاهش کشش سطحی اضافه گردید. پس از آماده‌سازی غلظت‌ها، دو میلی‌لیتر از هر غلظت روی هر دو سطح و دیواره ظروف پتری شیشه‌ای به قطر ده سانتی‌متر ریخته شد (هر سطح دو میلی‌لیتر). نیم ساعت پس از خشک شدن در محیط آزمایشگاه، ۱۵ عدد لارو سن اول ۱۸-۶ ساعته در داخل هر ظرف گذاشته شد و به اتاقک رشد با شرایط ذکر شده، انتقال داده شد. مرگ و میر لاروها بعد از ۷۲ ساعت ثبت گردید. برای تغذیه لاروها، مقداری تخم

غذایی مصنوعی حاوی مخمر، عسل و آب مقطر به نسبت ۴:۷:۵ تغذیه شدند (Golmohammadi & Hejazi, 2014). مخلوط غذا در یخچال نگهداری شد و هر روز به صورت خمیر روی نوار پلاستیکی شفاف داخل ظروف پرورش برای تغذیه افراد بالغ گذاشته شد. ظروف حشرات کامل هر روز برای جمع‌آوری تخم‌های گذاشته‌شده روی پارچه توری و کاغذ دیواره ظروف، تعویض شدند و به داخل ظروف پلاستیکی به قطر دهانه ۱۲ و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر که روی سرپوش آنها دو سوراخ با قطر دو سانتی‌متر تعبیه و با توری پوشانده شده بود، منتقل شدند (Golmohammadi & Hejazi, 2014). تغذیه لاروهای بالتوری، با تخم‌های بید آرد انجام گرفت. با مشاهده شفیره‌ها که معمولاً بین لایه‌های حوله کاغذی تشکیل می‌شدند، شفیره‌ها جمع‌آوری و به ظروف دیگری منتقل شدند. حشرات کامل بعد از ظهور، با استفاده از دستگاه مکش (آسپیراتور دستی) جمع‌آوری و به ظروف تخم‌ریزی منتقل شدند. ظروف پرورش در اتاقک پرورش با دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند.

حشره‌کش‌های به‌کاررفته

حشره‌کش‌های به‌کاررفته عبارت بودند از: آزادیراکتین با نام تجاری نیمارین[®] (EC 1500) تولید شرکت آفت‌کش‌های صنایع زیستی ایرانیان، فلونیکامید با نام تجاری تیکی[®] (WG50) تولید شرکت ISK (Ishihara Sangyo Kaisha) ژاپن، تیاکلوپرید با نام تجاری کالیپسو[®] (SC 48) تولید شرکت بایر آلمان و تیوسیکلام با نام تجاری اویسکت[®] (SP 50) محصول شرکت آریستا لایف ساینس.

زیست‌سنجی تخم

زیست‌سنجی تخم‌ها به روش غوطه‌ورسازی^۱ تخم‌ها در محلول‌های سمی انجام گرفت (Golmohammadi *et al.*, 2012). پس از تهیه محلول‌های سمی (پنج غلظت

بید آرد به هر ظرف اضافه شد. برای هر تیمار، ۵ تکرار در روزهای مختلف در نظر گرفته شد.

تأثیرات زیرکشندگی

از غلظت LC₂₅ برآورد شده برای بررسی اثر آفت‌کش‌ها روی زادآوری و طول عمر حشرات ماده و محاسبه شاخص اثر کل به روش سازمان بین‌المللی کنترل زیستی (IOBC) استفاده گردید. برای بررسی تأثیرات زیرکشندگی، لاروهای زنده مانده از تیمارهای آزمایشی و شاهد (۵۰ عدد برای هر تیمار) به‌طور انفرادی به ظروف پرورش انتقال یافته و روزانه میزان مرگ‌ومیر آنها تا ظهور حشرات کامل بررسی و در نهایت میزان تخم‌ریزی حشرات کامل به‌طور روزانه ثبت گردید (Golmohammadi & Hejazi, 2014). تأثیرات زیرکشندگی بر اساس شاخص اثر کل (Total Effect Index) محاسبه گردید (Hassan, 1994). شاخص اثر کل حشره‌کش روی زنبور از معادله زیر محاسبه شد:

$$TEI = 100 - (100 - Ma) \times F$$

F: نسبت تخم به ازای هر ماده در تیمار به شاهد

Ma: مرگ‌ومیر اصلاح‌شده تیمار

سپس با استفاده از طبقه‌بندی IOBC <math>TEI < 30</math> (بی‌خطر)، <math>30 < TEI < 79</math> (با خطر کم)، <math>79 < TEI < 98</math> (با خطر متوسط) و $TEI > 99$ (خطرناک) دسته‌بندی شد (Rezaie et al., 2006).

تجزیه آماری

تجزیه آماری داده‌های حاصل از زیست‌سنجی مراحل

مختلف زیستی با استفاده از تجزیه پروبیت و نرم‌افزار SPSS Ver. 13 انجام گرفت. برای نرمال کردن داده‌های حاصل از مطالعه تأثیرات آفت‌کش‌ها، روی مراحل مختلف نشو و نما، از تبدیل داده‌های لگاریتمی استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver. 13 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (سطح ۵ درصد) انجام گرفت.

نتایج و بحث

زیست‌سنجی تخم

نتایج زیست‌سنجی مرحله تخم در جدول ۱ نشان داده شده است. مقادیر LC₅₀ برای حشره‌کش‌های آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلام به ترتیب ۱۸۱۰، ۴۵۱، ۳۹۴ و ۸۶۲ پی پی ام برآورد گردید.

کمترین و بیشتر میزان LC₅₀ به ترتیب در تیمارهای تیاکلوپرید (۳۹۴ پی پی ام) و آزادیراکتین (۱۸۱۰ پی پی ام) برآورد شد. درباره ترکیبات فلونیکامید و تیوسیکلام مقادیر LC₅₀ برآورده شده به ترتیب به میزان حدود ۲ و ۳ برابر غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای (غلظت توصیه‌شده به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۳) آنها بود. بنابراین احتمالاً در شرایط مزرعه‌ای اثر چندانی روی تخم نخواهند داشت. عدم معنادار شدن کای اسکوار (χ^2) نشان می‌دهد که جمعیت تحت آزمایش یکنواخت بوده (فاقد هتروژنی) و برازش خط دز- پاسخ نیز به درستی انجام گرفته است. اعداد شیب خطوط دز- پاسخ تقریباً نزدیک به هم بوده و بالاترین مقدار آن در تیمار تیوسیکلام مشاهده شد.

جدول ۱. مقادیر LC₂₅ و LC₅₀ برآورد شده حشره‌کش‌های تحت آزمایش روی مرحله تخم بالتوری سبز

حشره‌کش	تعداد حشره	اشتباه استاندارد \pm شیب	LC ₂₅ (ppm) (حدود اطمینان ۹۵٪)	LC ₅₀ (ppm) (حدود اطمینان ۹۵٪)	درجه آزادی	χ^2
آزادیراکتین	۴۱۰	۳/۰۳±۰/۴۲	۱۱۷۰ ^b (۵۴۹/۴۲ - ۱۴۹۵/۸۸)	۱۸۱۰ ^b (۱۳۷۶/۲۸ - ۲۳۸۱/۸۷)	۳	۳/۰۶۸
فلونیکامید	۳۸۷	۲/۳۵±۰/۳۵	۲۳۳/۷۷ ^a (۱۶۸/۲۱ - ۲۸۶/۱۹)	۴۵۱ ^a (۳۸۵/۸۰ - ۵۳۰/۱۸)	۳	۰/۹۳
تیاکلوپرید	۳۹۰	۲/۵۶±۰/۴۰	۲۱۵/۲۹ ^a (۱۴۸/۲۴ - ۲۶۸/۱۸)	۳۹۴ ^a (۳۲۹/۸۱ - ۴۷۱/۴۷)	۳	۳/۱۸
تیوسیکلام	۴۰۰	۳/۷۹±۰/۴۹	۴۷۲/۷۸ ^b (۲۹۱/۸۳ - ۶۴۹/۳۷)	۸۶۲ ^a (۴۱۵/۸۶ - ۱۲۴۰/۱۲)	۳	۳/۲

حروف متفاوت در ستون نشان‌دهنده اختلاف معنادار بین مقادیر LC₂₅ و LC₅₀ برآورد شده به روش رابرتسون و پریسلر (۱۹۹۲) است.

که به نوع اثر این حشره کش بستگی دارد (Bortolotti *et al.*, 2005). از تحقیقات مختلف و نتایج این تحقیق چنین استنباط می شود که حساسیت تخم بالتوری سبز به نوع ترکیب آفت کش تحت آزمایش بستگی دارد. بنابراین و با توجه به نتایج، در تحقیق حاضر و مطالعات انجام گرفته می توان گفت که حشره کش های تحت آزمایش احتمالاً به دلیل وجود غشای کوریونی تخم، اثر چندانی روی تخم های بالتوری سبز نشان نداده اند. از طرفی، با توجه به اینکه بالتوری سبز تخم های خود را روی تار ظریف و قابل انعطاف (پایه تخم) قرار می دهد (Madina *et al.*, 2001)، می توان بیان کرد که این حالت تخم گذاری مزید بر علت خواهد بود، تا تخم های این شکارگر از تأثیرات منفی حشره کش ها دور باشند.

زیست سنجی لارو سن اول

نتایج زیست سنجی مرحله لارو سن اول بالتوری سبز به روش تماسی در جدول ۲ نشان داده شده است. مقادیر LC₅₀ برای ترکیبات آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپراید و تیوسیکلام به ترتیب ۵۹۶، ۳۴/۸، ۱۲۴/۳ و ۲۷۱/۳ پی پی ام برآورد شدند. مقایسه LC₅₀ تیمارها به روش رابرتسون و پریسلر از نظر میزان حساسیت لاروهای سن اول به حشره کش ها، اختلاف معناداری را نشان دادند. کمترین مقدار LC₅₀ (۳۴/۸ پی پی ام) مربوط به تیمار فلونیکامید و بالاترین مقدار LC₅₀ (۵۹۶ پی پی ام) مربوط به تیمار حشره کش گیاهی آزادیراکتین بود.

در دیگر مطالعات نیز حشره کش ها سمیت کمی روی تخم بالتوری سبز نشان دادند. بنا بر تحقیقی، مرحله تخم *C. carnea* تحت تأثیر مهارکننده های سنتز کیتین، دیفلوبنزورون و تیوفنوزاید قرار نمی گیرد (Medina *et al.*, 2003). در مطالعه ای دیگر، حشره کش های ایمیداکلوپراید، اندوسولفان و ایندوکساکارب در دزهای بالاتر از دز مزرعه ای اثر تخم کشی قابل توجهی روی تخم های بالتوری سبز نداشتند (Golmohammadi *et al.*, 2012). در تحقیق Bueno & Freitas (2004)، حشره کش های آبامکتین و لوفنورون روی مرحله تخم بالتوری سبز تأثیر بدی نداشتند. بنا به گزارش Ayubi *et al.* (2013)، حشره کش تیمودیکارب روی مرحله تخم اثر نداشت؛ در حالی که تیمتوکسام (ترکیبی مشابه تیاکلوپراید و از گروه نئونیکوتنوئیدها) اثر تخم کشی نسبتاً بالایی روی تخم های بالتوری سبز نشان داد. در تحقیق حاضر نیز تیاکلوپراید بالاترین میزان سمیت را نشان داد. در مطالعه ای دیگر، درصد مرگ و میر در دزهای مزرعه ای حشره کش های سای فلوترین، لوفنورون، متومیل، کربوسولفان و فن پروپاترین روی تخم بالتوری سبز به ترتیب ۱۱/۹۱، ۶/۹۱، ۲۷/۹۰، ۲۱/۹۰ و ۱۲/۹۰ درصد گزارش شده است که نشان می دهد تخم *C. carnea* به این حشره کش ها حساسیت نسبتاً کمی دارد (Nasreen *et al.*, 2005). بر عکس این نتایج، اثر تخم کشی فنوکسی کارب (ترکیبی با خاصیت تخم کشی قوی) روی تخم های بالتوری سبز گزارش شده است

جدول ۲. مقادیر LC₂₅ و LC₅₀ حشره کش های تحت آزمایش روی مرحله زیستی لارو سن اول بالتوری سبز

حشره کش	تعداد حشره	اشتباه استاندارد ± شیب	LC ₂₅ (ppm) (حدود اطمینان در سطح ۰/۹۵)	LC ₅₀ (ppm) (حدود اطمینان در سطح ۰/۹۵)	درجه آزادی	χ ²
آزادیراکتین	۳۰۰	۱/۸۲ ± ۰/۲۱	۲۵۴ ^d (۱۷۶/۰۴ - ۳۲۹/۲۹)	۵۹۶ ^d (۴۸۲/۹۶ - ۷۲۱/۶۱)	۳	۲/۰۲
فلونیکامید	۳۰۰	۱/۰۵ ± ۰/۲۵	۸ ^{ab} (۱/۹۷ - ۱۴/۷۵)	۳۴/۸ ^a (۲۰/۳۴ - ۶۴/۸۲)	۳	۱/۴۴
تیاکلوپراید	۲۸۵	۱/۲۶ ± ۰/۲۴	۳۶/۳ ^{ab} (۱۴/۱۶ - ۵۸/۹۲)	۱۲۴/۳ ^b (۸۲/۶۴ - ۱۸۰/۵۹)	۳	۰/۶۷
تیوسیکلام	۳۱۰	۱/۸۲ ± ۰/۲۱	۱۲۳/۶ ^c (۶۸/۹۳ - ۱۶۹/۵۱)	۲۷۱/۳ ^c (۲۰۸/۲۸ - ۳۳۰/۱۸)	۳	۲/۰۲

حروف متفاوت در ستون نشان دهنده اختلاف معنادار بین مقادیر LC₂₅ و LC₅₀ برآورد شده به روش رابرتسون و پریسلر است.

کامل بالتوری سبز که لارو آنها در معرض سموم تحت آزمایش قرار گرفته بودند، مطالعه شد. بنا بر نتایج، تیمارهای اسپیرودیکلوفن، استامی پرید و تیاکلوپرید اختلاف معناداری با شاهد داشتند (Kazemi, 2012). حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید، تیاکلوپرید، استامی پرید و تیمتوکسام به ترتیب در غلظت‌های ۹۵، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۲۵ ppm سبب کاهش زادآوری کنه‌های ماده *T. urticae* از روز چهارم تا چهاردهم تخم‌ریزی شدند (Ako et al., 2004).

میانگین طول عمر حشرات کامل ماده نیز اختلاف معناداری بین تیمارها نشان داد، به نحوی که تیمارهای تیوسیکلوم کمترین (۲۸/۵۵ روز) و آزادیراکتین بالاترین طول عمر (۴۶/۹۱ روز) را بین تیمارها داشتند. محققان دیگر نیز اثر آفت‌کش‌ها را روی کاهش طول عمر حشرات کامل بالتوری سبز گزارش کردند. بنا بر مطالعه‌ای، تیمار لاروهای سن اول بالتوری سبز با حشره‌کش اسپینوسد (ترکیبی با نحوه عمل مشابه تیوسیکلوم) سبب کاهش معنادار در نرخ شفیرگی، بقا و طول عمر حشرات کامل بالتوری سبز شد؛ اما روی نرخ ظهور حشرات کامل بدون تأثیر بود (Mandour, 2009). در مطالعه حاضر، تیوسیکلوم سبب کاهش معنادار در زادآوری حشرات کامل شد. در مطالعه‌ای دیگر روی توانایی جست‌وجوگری میزبان و طول عمر زنبور *Microplitis croceipes* (Cresson) بعد از تغذیه از شهد گل‌های گیاهانی که ۱۰ روز قبل با حشره‌کش‌های سیستمیک (آسفیت، آلدیکارب و ایمیداکلوپرید) تیمار شده بودند، حشرات ماده هنگام تغذیه از گیاهان تیمار شده در مقایسه با شاهد تحت تأثیر قرار گرفتند (Staple et al., 2000). در این تحقیق، تیاکلوپرید (ترکیبی مشابه ایمیداکلوپرید هر دو از گروه نئونیکوتنوئیدها) طول عمر حشرات کامل را نسبت به شاهد به طور معناداری کاهش داد.

در مطالعه‌ای، سمیت فلونیکامید، تیاکلوپرید، اسپینوسد، پرمیکارب و اسپروتترامات روی مگس شکارگر *Episyrphus balteatus* (شکارگرهای شته مومی کلم)، بررسی شده است. از پنج حشره‌کش به کاررفته، تنها پرمیکارب سبب مرگ‌ومیر ۱۰۰ درصدی روی لاروهای تحت آزمایش گردید. مرگ‌ومیر ناشی از اسپینوسد در مرحله لاروی ۶۰ درصد بود، گرچه حشرات کامل حاصل از لاروهای باقی‌مانده نیز قادر به تخم‌ریزی نبودند. درباره فلونیکامید میزان تخم‌ریزی ۲۵/۶ درصد بوده که با نتایج این تحقیق تطابق کمی دارد و احتمالاً به دلیل تفاوت در گونه تحت آزمایش است (Moens et al., 2011). به طور کلی، همه حشره‌کش‌های تحت آزمایش سمیت بالایی روی لاروهای سن اول بالتوری سبز داشتند. در صورت تأیید نتایج مزرعه‌ای، زمانی که تراکم لاروهای سن اول در مزرعه بالاست، از سم‌پاشی با این ترکیبات باید خودداری کرد.

اثر روی زادآوری، طول عمر و شاخص IOBC

بنا بر نتایج تجزیه واریانس، از نظر اثر حشره‌کش‌ها روی زادآوری ($F_{۴,۹۷}=۲۶/۶$; $P \leq 0/0001$) و طول عمر حشرات کامل ماده ($F_{۴,۹۷}=۱۷$; $P \leq 0/001$) اختلاف معناداری بین تیمارها وجود داشت. بنا بر نتایج مقایسه میانگین، زادآوری در تیمارهای شاهد، آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلوم به ترتیب ۲۹۱/۳۲، ۲۷۹/۶۷، ۲۳۵/۷۵، ۱۷۷/۸۴ و ۹۹/۸۵ تخم به ازای یک ماده مشاهده شد. بیشترین کمترین مقدار زادآوری به ترتیب در تیمارهای شاهد و تیوسیکلوم مشاهده گردید (جدول ۳). محققان تأثیرات جانبی حشره‌کش‌ها را روی بالتوری سبز مطالعه کردند. در آزمایشی تأثیرات جانبی آفت‌کش‌های اسپیرودیکلوفن، تیمتوکسام، استامی پرید، تیاکلوپرید و آمیتراز روی میزان تخم‌ریزی حشرات

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیرات حشره‌کش‌ها روی پارامترهای زیستی بالتوری سبز به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن

صفات	شاهد	اشتباه استاندارد \pm میانگین	
		تیاکلوپرید	فلونیکامید
زادآوری	۲۹۱/۳۲ \pm ۱۳/۷a	۲۳۵/۷۵ \pm ۱۲/۸b	۲۷۹/۶۷ \pm ۱۱/۸a
طول عمر	۴۵/۶۳ \pm ۱/۲a	۴۶/۵۵ \pm ۱/۲a	۴۶/۹۱ \pm ۰/۶a

حروف متفاوت در هر ردیف اختلاف معنادار بین تیمارها را در سطح ۵ درصد نشان می‌دهد.

شکارگر *E. baleatus* به روش IOBC، حشره کش‌های پرمیکارب و اسپینوسد در دسته سموم خطرناک و فلونیکامید و تیاکلوپرید در دسته سموم کمی خطرناک قرار گرفتند (Moens et al., 2011) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

به‌طور کلی مرحله تخم نسبت به مرحله لارو سن اول نسبت به حشره کش‌های مورد آزمایش حساسیت کمتری نشان داد. همچنین به‌جز ترکیب آزادیراکتین با منشأ گیاهی، حشره کش‌های فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلوم اثر کشندگی حاد بالایی (نسبت به غلظت‌های مزرعه‌ای توصیه شده) روی لاروهای سن اول نشان دادند. با محاسبه شاخص IOBC که ترکیبی از مرگومیر حاد و اثر روی زادآوری است، ترکیبات آزادیراکتین و فلونیکامید در گروه بی‌خطر و ترکیبات تیاکلوپرید و تیوسیکلوم در گروه با خطر کم قرار گرفتند. در صورت تأیید نتایج مزرعه‌ای، دو حشره کش فلونیکامید و آزادیراکتین می‌توانند در برنامه مدیریت تلفیقی آفات در مزارعی که این شکارگر فعال است، به کار روند.

با توجه به اینکه شاخص اثر کل (TEI) ترکیبی از درصد مرگومیر و زادآوری است، لذا از این روش برای طبقه‌بندی میزان زیان بار بودن حشره کش‌ها استفاده شد. در مطالعه‌ای از این روش برای طبقه‌بندی اثر ترکیبات فنیتروتیون و دلتامترین روی زنبورهای پارازیتوئید (*Trissolcus grandis* (Thoms) و *T. semistriatus* (Nees) استفاده شده است (Saber et al., 2005). بنا بر طبقه‌بندی حشره کش‌های تحت آزمایش به روش IOBC، شاخص اثر کل برای تیمارهای آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلوم به ترتیب ۱۴/۵، ۲۲/۴، ۵۳/۲ و ۷۶/۲ برآورد شد که ترکیبات آزادیراکتین و فلونیکامید در دسته بی‌خطر و تیاکلوپرید و تیوسیکلوم در دسته سموم کم‌خطر قرار می‌گیرند. در مطالعه‌ای، اثر آفت‌کش‌های ایمیداکلوپرید، پروپارژیت و پای‌متروزین روی بالتوری *C. carnea* به این روش، ایمیداکلوپرید در گروه یک و دو ترکیب دیگر در گروه دو قرار گرفتند (Rezaie et al., 2006). در بررسی اثر چند حشره کش روی مگس

REFERENCES

1. Ako, M., Borgemeister, G., Poehling, H. M., Elbert, A. & Nauen, R. (2004). Effect of neonicotinoid insecticides on bionomics of two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic of Entomology*, 97, 1587-1594.
2. Ayubi, A., Moravvej, Gh., Karimi, J. & Jooyandeh, A. (2013). Lethal effects of four insecticides on immature stages of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 37, 399-407
3. Bailey, W. J. (1991). *Acoustic Behavior of insects: an evolutionary perspective*. Chapman & Hall, New York. 356 pp.
4. Bortolotti, L., Miccianiarelli Sbrenna, A. & Sbrenna, G. (2005). Action of fenoxycarb on metamorphosis cocoon spinning in *Chrysoperla cornea* (Neuroptera: Chrysopidae): identification of the JHA-sensitive period. *European journal of Entomology*, 102, 27-32.
5. Bueno, A.F. & Freitas, S. (2004). Effects of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *chrysoperla externa* under laboratory condition. *Biological Control*, 49, 277-283.
6. Canard, M., Semeria, Y. & New, T. R. (1984). *Biology of chrysopidae*. W. Junk Publishers. 308pp.
7. Croft, B. A. (1990). *Arthropod biological control agents and pesticides*. John Wiley, New York, 723 pp.
8. Desneux, N., Decourtye, A. & Delpuech, J.M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52, 81-106.
9. Golmohammadi, Gh., Hejazi, M., Iranipour, Sh. & Mohammadi, S. A. (2009). Lethal and sublethal effects of endosulfan, imidacloprid and indoxacarb on first instars larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. *Journal of Entomological Society of Iran*, 28, 35-47.
10. Golmohammadi, Gh., Hejazi, M., Iranipour, Sh. & Mohammadi, S.A. (2012). Effects of imidacloprid, indoxacarb and endosulfan on egg, third-instar larva and pupa of green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae). *Journal of Entomological Society of Iran*, 31, 37-50
11. Golmohammadi, Gh. & Hejazi, M. (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.
12. Hassan, S.A. (1994). Comparison of three laboratory methods and one semi-field test method to assess side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*. *Bulletin OILB SROP*, 17, 133-141.

13. Kazemi, F. (2012). The side effect of insecticides Envidore, Actara, Mospilan, Calipso and Mitac on common green lacewings (*Chrysoperla carnea*) and their effect on development and fecundity of this insect in laboratory condition. *from: agrisis.areo.ir/_agrisis/documents/42030.pdf*
14. Mandour, N. S. (2009). Influence of spinosad on immature and adult stages of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *BioControl*, 54, 93-102.
15. Medina, P., Budia, F., Tirry, L., Smaghe, 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.
16. Medina, P., Budia, F., Estal, P. D., Adan, A. & Viñuela, E. (2003). Side effects of six insecticides on different developmental stages of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Pesticides Beneficial Organization IOBC/wprs Bulletin*, 26, 33-40.
17. Moens, J., Gent, U., Patrick, D. C. & Gent, L. T. (2011). Side effects of pesticides on the larvae of the hoverfly *Episyrphus balteatus* in the laboratory. *Phytoparasitica*, 39, 1-9.
18. Nasreen, A., Ashfaq, M., Mustafa, G. & Rasoolkhan, R. (2005). Mortality of *Chrysoperla carnea* (Stephens), (Neuroptera: Chrysopidae) after exposure to some insecticides; laboratory studies. *Journal of South Pacific studies*, 26, 1-6.
19. Rezaei, M., Talebi, K., Naveh, V. H. & Kavousi, A. (2006). Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite, and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table. *BioControl*, 52, 385-398.
20. Robertson, J. L. & Preisler, H. K. (1992). Pesticides bioassays with arthropods, CRC Press, 127 pp.
21. 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.
22. Stapel, J. O., Cortesero, A. M. & Lewis, W. J. (2000). Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: Altered foraging ability and life span of the parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. *Biological Control*, 17, 243-249.
23. Vogt, H. (1994). Effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* in the field and comparison with laboratory and semi-field results. *Pesticides Beneficial Organization IOBC/wprs Bulletin*, 17, 71-82.

Lethal and sublethal effects of four insecticides on egg and first larvae green lacewing *Chrysoperla carnea* in laboratory conditions

Mohammadreza Asadi Eidvand¹, Gholamreza Gol Mohammadi^{2*} and Hamid Ghajariyeh³

1, 3. Former M.Sc. Student and Assistant Professor, Aboureyhan Campus, University of Tehran

2. Assistant Professor, Department of Agricultural Entomology, Plant Protection Research Institute, Tehran, Iran

(Received: Dec. 6, 2014 - Accepted: Nov. 28, 2015)

ABSTRACT

The common green lacewing is one of the important predators in the field and greenhouse. In this study, lethal effects of azadirachtin, flonicamid, thiacloprid and thiocyclam against egg and first instar of *Chrysoperla carnea* were studied in the laboratory. Larval bioassay was carried out with contact method in glass Petri dishes, while egg bioassay was conducted with immersion method. Mortality of eggs and larvae were measured after 72 h and 96 h, respectively. In order to study the sub-lethal effects of the treatments, first instars were subjected to LC₂₅ of each treatment, and the effects were estimated based on IOBC method. Experiments were conducted at 25 ± 2 °C, 65 ± 5% relative humidity and a photoperiod of 16: 8 h (L:D). The estimated LC₅₀ of azadirachtin, flonicamid, thiacloprid and thiocyclam for eggs were 510, 451, 394, 862 ppm, while for the first instar, it was 596, 37, 124, 271 ppm, respectively. The mean fertility rate for control, azadirachtin, flonicamid, thiacloprid and thiocyclam were 291.32±13.7, 279.67±11.86, 235.75±12.84, 177.84 ± 13.87 and 99.85 ± 10.58 eggs, respectively. Based on IOBC classification method, azadirachtin and flonicamid were categorized as 'not harmful', while thiacloprid and thiocyclam were categorized as 'slightly harmful' against *C. carnea*. If our results are corroborated with field tests, flonicamid and azadirachtin can be incorporated in integrated pest managements of the field where this predator is active.

Keywords: lethal effects, sublethal effects, green lacewing, bioassay, insecticides, IOBC method.