

اثرات کشندگی حشره‌کش‌های کلوتیانیدین، تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران روی تخم، لارو سن دوم، لارو سن سوم و شفیره بالتوری سبز *Chrysoperla carnea*

رضا رضایی ترشیزی^۱، رضا وفایی شوشتری^{۱*}، غلامرضا گلمحمدی^۲، زهرا رفیعی کرهرودی^۱، لیلا فرآورده^۲

۱-به‌ترتیب مربی و استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، گروه حشره‌شناسی

۲-استادیار، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) یکی از مهمترین شکارگرهای شته‌ها، شپشک‌ها، تریپس‌ها و سفید بالک‌ها می‌باشد علاوه بر این، از تخم، لاروهای جوان و شفیره پولکداران و کنه‌ها تغذیه می‌کند اما در هنگام مبارزه شیمیایی علیه آفات مختلف، بالتوری سبز نیز تحت تاثیر سموم مختلف کشاورزی قرار می‌گیرد. در پژوهش جاری، اثرات کشندگی حشره‌کش‌های کلوتیانیدین، تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران روی تخم، لارو سن دوم، لارو سن سوم و شفیره بالتوری مورد مطالعه قرار گرفت. زیست‌سنجی تخم و شفیره بالتوری سبز با روش غوطه‌وری، ولی لاروهای سن دوم و سوم با روش تماسی انجام شد. آزمایشات در شرایط قابل کنترل، دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) صورت گرفت. میزان LC_{50} برآورد شده برای حشره‌کش‌های کلوتیانیدین، تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران روی تخم بالتوری سبز به‌ترتیب $23/41$ ، $1048/95$ و $774/95$ میلی‌گرم بر لیتر، روی لارو سن دوم $12/47$ ، $476/64$ و $761/78$ میلی‌گرم بر لیتر، روی لارو سن سوم $23/47$ ، $490/35$ و $855/09$ میلی‌گرم بر لیتر و روی مرحله شفیرگی به‌ترتیب $37/41$ ، $1401/95$ و $796/82$ بودند. بنابراین، در همه مراحل زیستی بیشترین حساسیت به حشره‌کش کلوتیانیدین بود در حالی که کمترین حساسیت در مراحل زیستی تخم و شفیره مربوط به حشره‌کش تبوفنوزاید اما در لاروهای سن دوم و لاروهای سن سوم ناشی از حشره‌کش فلوپیرادیفوران بود. لذا با توجه به نتایج این پژوهش در صورت تایید آزمایشات مزرعه‌ای از حشره‌کش‌های تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران می‌توان در برنامه‌های IPM تحت کاربرد بالتوری سبز استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بالتوری سبز، اثرات کشندگی، سنین لاروی، LC_{50} ، مرحله شفیرگی

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: orius131@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۱۰/۴ - تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۲/۱



مقدمه

یکی از مهمترین انواع شکارگرها، بالتوری‌ها هستند که متعلق به خانواده Chrysopidae می‌باشند (Wang & Nordlund, 1994) این شکارگرها از مهم‌ترین و موثرترین دشمنان طبیعی و حشرات شکارگری محسوب می‌شوند که در گلخانه‌ها، باغات و مزارع کشاورزی فعال بوده و از شته‌ها، شپشک‌ها، زنجبرک‌ها، سفید بالک‌ها، پسیل‌ها، تریپس‌ها و سایر حشرات نرم‌تن و لاروهای سنین مخلف حشرات سخت‌بال‌پوش تغذیه می‌کند (Fathipour & Jafari, 2004). در ارتباط با انواع بالتوری، برخی پژوهشگران ذکر کرده‌اند که بیشترین گونه‌های مورد استفاده که به صورت مداوم و انبوه پرورش یافته و رهاسازی شده‌اند، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* می‌باشد که نقش‌های مهمی در برنامه‌های کنترل زیستی آفات ایفا می‌کند (Golmohammadi et al., 2013). بالتوری سبز یکی از مهمترین شکارگرهای آفات بندپا در محصولات کشاورزی است. لاروهای این دشمن طبیعی به‌طور حریصانه‌ای از لاروهای اولیه بالپولکداران، سخت بالپوشان و نیم‌بالان و همچنین از پوره کنه‌ها تغذیه می‌کنند. این شکارگر دارای توان بالقوه قابل توجهی برای استفاده در برنامه‌های کنترل زیستی به‌صورت رهاسازی اشباعی و تلقیحی برای تعداد زیادی از آفات می‌باشد (Golmohammadi et al., 2011).

بر همین اساس، برنامه مدیریت تلفیقی آفات (IPM) که به منظور بهره‌برداری از برهمکنش بین عوامل کنترل بیولوژیکی و شیمیایی به دنبال توسعه آفت‌کش‌های انتخابی ارائه می‌شود (Mandour, 2009)، روی کنترل بیولوژیک آفات به‌وسیله شکارگرها و پارازیتوئیدها استوار است. اما کنترل بیولوژیک به تنهایی نمی‌تواند به طور موفقیت‌آمیزی آفات را کنترل کند و لازم است با کاربرد آفت‌کش‌هایی که حداقل تاثیر سوء را در عوامل کنترل بیولوژیک ایجاد می‌کند، تلفیق شود (Bueno and Fteitas, 2004; Silva et al., 2012). بدیهی است که تلفیق روش‌های کنترل شیمیایی و کنترل زیستی در موفقیت برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات مهم است (Croft, 1990). بنابراین، با توجه به اثرات قابل توجه حشره‌کش‌ها بر موجودات هدف و شکارگرها، برای کاهش اثرات سوء آن‌ها می‌توان از آفت‌کش‌هایی استفاده نمود که با دارا بودن حداقل تاثیر سوء روی دشمنان طبیعی، کارایی لازم برای کنترل آفات و موجودات هدف را داشته باشند (Khaje hosieniet al., 2014). بر همین اساس، استفاده از ترکیبات شیمیایی کم‌خطر برای انسان و یا سایر موجودات زنده، به‌خصوص دشمنان طبیعی آفات، ضروری است (Jafari & Saghaei, 2017). به‌طور کلی کاربرد آفت‌کش‌ها یکی از تاکتیک‌های موثر در کنترل آفات است. البته کنترل شیمیایی اثرات جانبی از جمله؛ توسعه مقاومت در آفات، آلودگی‌های زیست محیطی و اثرات تخریبی روی دشمنان طبیعی و موجودات غیر هدف دارد بنابراین استفاده از مدیریت تلفیقی می‌تواند کاربرد سموم شیمیایی را کاهش دهد (Croft, 1990). به دلیل وجود تشابه فیزیولوژیکی بین آفات و دشمنان طبیعی، معمولاً آفت‌کش‌ها سبب تلفات شدید در هر دو گروه می‌شوند (Golmohammadi et al., 2013). لذا کاربرد آفت‌کش‌های انتخابی می‌تواند بیشترین تاثیر روی آفات هدف و کمترین تاثیر روی دشمنان طبیعی را داشته باشد.

حشره‌کش کلوتیانیدین یکی از حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی است که به لحاظ کلی مشابه با حشره‌کش‌های ایمیدوکلوپراید و تیامتاکسام می‌باشد، در جهت بررسی اثرات سمیت آن بر کفشدورک‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که پس از ۴۸ ساعت، در ۴ برابر غلظت توصیه شده سبب از بین رفتن کامل حشرات مذکور شد (Cloyd & Dickinson, 2006). حشره‌کش فلوپیرادیفوران نیز حشره‌کشی سیستمیک و فعال، از گروه بوتنولیدها است که در برابر آفات مکنده مختلف اعمال می‌شود. این حشره‌کش گیرنده‌های استیل کولین نیکوتین حشرات را مورد هدف قرار می‌دهد و به راحتی توسط گیاهان جذب می‌شود و طی پژوهشی، مقادیر LC_{50} و LC_{95} آن به ترتیب معادل ۰/۳۲ و ۲۳۴۱

نانوگرم بر میکرولیتر گزارش شده است؛ همچنین، درصد کشندگی این حشره‌کش طی ۶۰ دقیقه در غلظت‌های ۰/۰۰۱۵، ۰/۰۱۵، ۰/۱۵ و ۱/۵ نانوگرم بر میکرولیتر به ترتیب معادل با ۴۷/۳، ۶۸/۷، ۸۵/۳ و ۱۰۰ درصد گزارش شده است (Chen & Stelinski, 2017). حشره‌کش تبوفنوزاید جزء ترکیبات بنزیل اوره می‌باشد که در مطالعات قبلی مشخص شده است که علیه لاروهای سنین مختلف بالتوری سبز زیان‌آور بود در حالی که بر مراحل تولید مثل حشره کامل بالتوری ماده بی تاثیر بوده است (Medina et al., 2003). بنابراین، در پژوهش حاضر، اثرات کشندگی حشره‌کش‌های کلوتیانیدین، تبوفنوزاید و فلوپیرادیفورانروی تخم، لارو سن دوم، لارو سن سوم و شفیره بالتوری سبز *C. carnea* مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

جمعیت اولیه شب‌پره آرد (*Ephestia kuehniella* Zell (Lep., Pyralidae) از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه گردید. جهت پرورش شب‌پره آرد، یک ظرف بزرگ (به قطر ۷۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر) حاوی یک پارچه توری انتخاب گردید. در هر ظرف یک لایه مخلوط آرد گندم و مخمر (۴۰:۲/۵ کیلوگرم:گرم) اضافه شد سپس یک گرم تخم شب‌پره آرد به طورت یکنواخت روی سطح پاشیده گردید. ظروف پلاستیکی مذکور در شرایط کنترل شده دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) قرار گرفت. بعد از تخم‌ریزی بالغین، تخم‌ها جمع‌آوری و در یخچال جهت تغذیه بالتوری سبز نگهداری گردید.

کلنی اولیه بالتوری سبز از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی تهیه شد. برای پرورش بالتوری سبز از ویال‌های پلاستیکی استفاده شد که با پارچه توری درب آن‌ها پوشیده شد. افراد بالغ از رژیم مصنوعی شامل مخمر، عسل و آب مقطر (۴:۷:۵ گرم:گرم:میلی‌لیتر) و روزانه از تخم شب‌پره آرد تغذیه کردند. به منظور جلوگیری از همخواری لاروها در کلنی، لاروها بین ظروف حاوی یک لایه پارچه نرم قرار گرفتند. هر لایه حاوی ۱۵ عدد لارو بالتوری سبز و مقدار کافی تخم شب‌پره آرد بود. بعد از ظهور لاروهای سن اول، لاروهای سن دوم، لاروهای سن سوم و شفیره‌ها، جمع‌آوری شدند و به ظروف دیگری منتقل شدند و در آزمایشات اصلی استفاده شدند. این ظروف پرورش در شرایط کنترل شده دمای 25 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) نگهداری شدند.

حشره‌کش‌های مورد استفاده

حشره‌کش‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر شامل تبوفنوزاید (Mimic[®], SC 20 %)، کلوتیانیدین (Poncho[®], WG) 20 % و فلوپیرادیفوران (Sivanto[®], SC 48 %) می‌باشند. همه سموم مورد استفاده در پژوهش حاضر، از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور تهیه گردید که در جدول ۳-۱، مشخصات آن‌ها ذکر می‌گردد.

جدول ۱- مشخصات حشره‌کش‌های مورد استفاده در پژوهش جاری

Table 1. Characteristics of the used insecticides in current research

| INSECTICIDE | CATEGORY | COMPANY | LETHAL DOSE (LD ₅₀) |
|------------------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Tebufenozide 20% SC | IGR | Ishihara Sangyo Kaisha, Japan | 5000 MG/KG> |
| Clothinidin 20% WG | Neonicotinoid | Bayer, Germany | 2000 MG/KG> |
| Flupyradifurone SL 200 | Butenolides | Bayer, Germany | 2000 MG/KG> |

زیست‌سنجی تخم‌های بالتوری سبز

از روش غوطه‌وری سازی^۱ برای زیست‌سنجی تخم‌ها استفاده گردید (Golmohammadi et al., 2009). پس از آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های تیوفنوزاید (۲۱۰۰-۶۴۸ میلی‌گرم)، فلوپیرادیفوران (۱۵۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم) و کلوتیانیدین (۷۰-۱۵ میلی‌گرم) برای تیمار تخم‌ها استفاده گردید. برای زیست‌سنجی در یک تکرار ۱۰ عدد تخم ۲۴-۱۲ ساعته که توسط حشرات ماده روی قطعات کاغذی سیاه رنگ گذاشته شدند، به مدت ۱۰ ثانیه داخل هر غلظت از حشره‌کش‌های استفاده شده به تفکیک غوطه‌ور شدند. برای تمیاز شاهد از آب مقطر استفاده شد. سی دقیقه پس از خشک شدن کاغذهای حاوی تخم‌ها در دمای اتاق، آن‌ها را در داخل ظروف پتری شیشه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر گذاشته و سپس ظروف در شرایط قابل کنترل، دمای 25 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) منتقل شدند. لاروهایی که زودتر از تخم خارج شدند، جهت جلوگیری از خوردن سایر تخم‌ها، کنار گذاشته شدند. در صورت عدم تفریح تخم‌ها پس از ۱۲۰ ساعت، تخم‌های تفریح نشده مرده محسوب شدند. هر غلظت از حشره‌کش‌های مورد استفاده در ۵ تکرار در روزهای مختلف انجام شد.

زیست‌سنجی لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبز

لاروها با استفاده از روش تماسی^۲ در ظروف پتری شیشه‌ای تیمار شدند. پس از آزمایش‌های مقدماتی، غلظت‌های مختلفی از حشره‌کش‌های کلوتیانیدین (۳۰-۸ میلی‌گرم برای لاروهای سن دوم و ۶۰-۱۶ میلی‌گرم برای لاروهای سن سوم)، تیوفنوزاید (۱۵۰۰-۲۵۰ میلی‌گرم برای لاروهای سن دوم و ۲۵۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم برای لاروهای سن سوم) و فلوپیرادیفوران (۱۵۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم برای لاروهای سن دوم و ۲۰۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم برای لاروهای سن سوم) برای تیمار لاروهای سنین دوم و سوم بالتوری سبز استفاده شد. پس از تهیه محلول‌های سمی برای هر غلظت، مقدار دو میلی‌لیتر از هر غلظت در هر پتری شیشه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر ریخته شد. سطح داخل پتری و درب آن به‌طور کامل آغشته به محلول سمی شد. پتری‌ها در دمای اتاق به مدت سی دقیقه ساعت نگهداری شدند، تا کاملاً خشک گردند. سی دقیقه پس از خشک شدن، در یک تکرار برای هر غلظت تعداد ۱۰ عدد لارو ۲۴ ساعته از لاروهای سنین دوم و سوم استفاده شد. هر غلظت از حشره‌کش‌ها در ۵ تکرار در روزهای مختلف انجام شد. مرگ و میر لاروها بعد از ۷۲ ساعت ثبت گردید و ملاک مرگ و میر سنین مختلف لاروی، عدم تحرک آن‌ها بود. جهت تغذیه لاروها و جلوگیری از هم‌خواری آن‌ها، مقداری تخم شب‌پره آرد به هر ظرف اضافه گردید، تیمار شاهد با آب مقطر بود.

^۱Dipping method^۲Contact method

زیست‌سنجی شفییره‌های بالتوری سبز

برای زیست‌سنجی مرحله شفیرگی از روش غوطه‌وری استفاده شد. غلظت‌ها مختلف از حشره‌کش‌های کلوتیانیدین (۸۵-۱۵ میلی‌گرم)، تبوفنوزاید (۲۶۵۰-۷۴۴ میلی‌گرم) و فلوپیرادیفوران (۲۸۰۰-۳۲۵ میلی‌گرم) استفاده گردید. تعداد ۱۰ عدد شفیره یک تا دو روزه به مدت ۱۰ ثانیه برای هر غلظت، در محلول‌های سمی غوطه‌ور شدند. شفیره‌های تیمار شاهد، در آب مقطر غوطه‌ور شده، سپس در دمای اتاق به مدت سی دقیقه از خشک شدند و داخل ظروف پتری شیشه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر قرار گرفتند. این ظروف داخل انکوباتور با دمای 25 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند، مرگ‌ومیر شفیره‌ها پس از نه روز و ظهور حشرات کامل در همه تیمارها ثبت گردید. هر تیمار دارای ۵ تکرار در روزهای مختلف بود.

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه داده‌های حاصل از زیست‌سنجی مراحل مورد استفاده (تخم، لارو سن دوم، لارو سن سوم و شفیره بالتوری سبز) با استفاده از روش پروبیت و نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت (SPSS Institute, 2016). برای مقایسه LC_{50} حشره‌کش‌ها از روش مقایسه دامنه مقادیر LC_{50} ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

اثرات کشندگی حشره‌کش‌های استفاده شده روی تخم بالتوری سبز

مقادیر LC_{50} و LC_{90} هر کدام از حشره‌کش‌های استفاده شده و شیب خط‌های غلظت- اثر در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که LC_{50} حشره‌کش‌های کلوتیانیدین، تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران به ترتیب ۳۲/۴۱، ۷۷۴/۹۵ و ۱۰۴۸/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر بود. لذا مقایسه LC_{50} حشره‌کش‌های استفاده شده نشان داد که حشره‌کش کلوتیانیدین حدود ۳۲ برابر تبوفنوزاید و ۲۳ برابر فلوپیرادیفوران برای تخم‌های بالتوری سبز سمیت داشت (جدول ۲). لذا میزان سمیت این حشره‌کش‌ها روی تخم بالتوری سبز به ترتیب کلوتیانیدین < فلوپیرادیفوران < تبوفنوزاید می‌باشد. مقدار LC_{90} حشره‌کش‌های کلوتیانیدین، تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران در پژوهش جاری به ترتیب ۸۸/۳۶، ۲۱۴۸/۵۳ و ۱۴۲۰/۸۷ میلی‌گرم بر لیتر برآورد شد.

نمودار پروبیت بر حسب لگاریتم غلظت‌های استفاده شده روی تخم بالتوری سبز در شکل ۱ ارائه شده است. مقایسه شیب خطوط غلظت-اثر حشره‌کش‌های استفاده شده نشان داد که تیمار کلوتیانیدین بیشترین شیب خط را داشت و بالا بودن شیب خط بیانگر این است که افزایش مقادیر کم غلظت این حشره‌کش موجب مرگ‌ومیر بیشتری در مقایسه با تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران دارد. اگر چه که بیشتر بودن شیب خط در مورد حشرات آفت در صورت مصرف بی‌رویه و بی‌درپی باعث بروز سریع‌تر افراد مقاوم می‌گردد که این مهم در مورد حشرات آفت یک عیب محسوب می‌شود اما ظهور افراد مقاوم در مورد دشمنان طبیعی یک مزیت قلمداد می‌شود. علاوه بر این، کمترین مقدار به ترتیب مربوط به کلوتیانیدین بود که نشان‌دهنده یکنواخت‌تر بودن واکنش جمعیت مورد آزمایش نسبت به این حشره‌کش در مقایسه با دو حشره‌کش دیگر است. گرچه مقدار حشره‌کش‌های تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران نیز پایین بود. گاندی (۲۰۰۵) نشان داد که حشره‌کش کوئینالفوس روی تخم بالتوری سبز به طور معنی‌داری اثر سوء داشته و تفریخ آنها را کاهش داد در حالی که تاثیر حشره‌کش اندوسولفان روی تفریخ تخم‌ها ناچیز بوده است (Gandhi, 2005). در پژوهش مشابه‌ای غلظت‌های ۲۱۰۰،

۱۹۲۵، ۱۶۱۰ و ۱۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اندوسولفان روی تخم بالتوری سبزی باعث ایجاد تلفات ۴۵/۶، ۳۷/۷، ۲۸/۸ و ۲۲/۲ درصدی گردید. علاوه بر این، حشره‌کش ایندوکساکارپ در غلظت‌های ۶۰۰، ۶۶۵، ۳۶۷ و ۲۸۵ به ترتیب ۵۴/۵، ۴۸، ۲۵/۵ و ۲۴ درصد روی تخم بالتوری سبزی ایجاد نمود (Golmohammadi *et al.*, 2011). در مطالعه‌ای مشخص شد که حشره‌کش آزادیراختین روی تخم‌گونه‌های متعددی از حشرات راسته‌های مختلف اثر سوء نداشت در حالی که روی تفریخ تخم‌های مگس مدیترانه‌ای اثر کاهشی داشت (Medina *et al.*, 2003). نتایج پژوهش جاری با سایر مطالعات تفاوت‌های جزئی دارد لذا اثر تخم‌کشی حشره‌کش‌های مختلف بسته به نوع فرمولاسیون مود استفاده، گونه‌های تیمار شده و غلظت‌های استفاده متفاوت است. به احتمال زیاد غشای محکم کوریونی تخم در حشرات می‌تواند یکی از موانع نفوذ حشره‌کش‌ها به درون تخم باشد گرچه وجود رشته‌های ابریشمی در تخم بالتوری سبزی در شرایط مزرعه نیز می‌تواند برخورد تخم‌ها با حشره‌کش‌ها را کاهش دهد (Medina *et al.*, 2003).

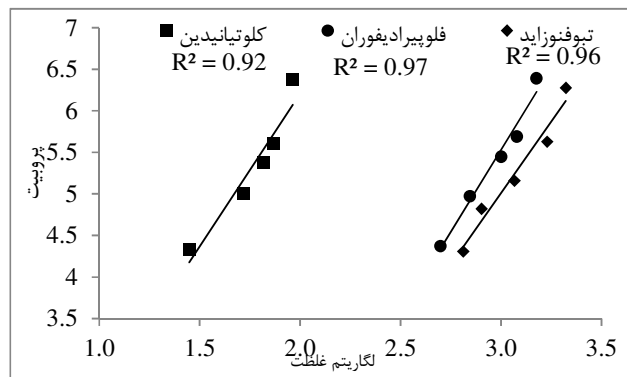
جدول ۱. سمیت حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی تخم بالتوری سبزی *C. carnea*

Table 1. Toxicity of the tested insecticides on egg of green lacewing, *C. carnea*

| INSECTICIDE | DF | N | SLOP ±SE | LC ₅₀ (LOWER-UPPER) 95% CL | LC ₉₀ (LOWER-UPPER) 95% CL | □□ | SIG. |
|-----------------|----|-----|--------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|------|------|
| CLOTHINIDIN | 3 | 300 | 0.025 ±0.004 | 32.41 ^a (22.91-39.57) | 88.36 ^a (76.81-107.88) | 0.25 | 0.97 |
| TEBUFENOZIDE | 3 | 300 | 0.001 ±0.00 | 1048.95 ^c (877.49-1193.64) | 2148.53 ^c (1901.51-2563.78) | 2.22 | 0.53 |
| FLUPYRADIFURONE | 3 | 300 | 0.002 ±0.00 | 774.95 ^b (653.81-869.73) | 1460.87 ^b (1315.07-1702.13) | 1.25 | 0.74 |

حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

The similar letters in each column are not statistical significant difference.



شکل ۱: نمودار پروبیت- لگاریتم غلظت حشره‌کش‌های استفاده شده روی تخم بالتوری سبزی

اثرات کشندگی حشره‌کش‌های استفاده شده روی لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبزی

مقادیر LC₅₀ و LC₉₀ حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کلوتیانیدین و فلوپیرادیفوران و شیب خطوط غلظت-اثر روی لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبزی در جدول ۲ و ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که LC₅₀ حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کلوتیانیدین و فلوپیرادیفوران روی لاروهای سن دوم به ترتیب ۴۷۶/۶۴، ۱۲/۴۷ و ۷۶۱/۷۸ میلی‌گرم بود (جدول ۲)، در حالی که LC₅₀ حشره‌کش‌های مذکور روی لاروهای سن سوم به ترتیب ۴۹۰/۳۵، ۲۳/۴۷ و ۸۵۵/۳۷ میلی‌گرم بر لیتر بود (جدول ۳). بر این اساس، حشره‌کش کلوتیانیدین، بالغ بر ۳۸ برابر نسبت به تبوفنوزاید روی لاروهای سن دوم و تقریباً

۲۰ برابر نسبت به تبوفنوزاید روی لاروهای سن سوم سمیت بیشتری دارد، بنابراین حساسیت لاروهای سن دوم نسبت به سن سوم بیشتر بود. همچنین مقایسه مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌های استفاده شده روی هر سن لاروی با هم تفاوت معنی‌دار داشتند. لذا سمیت حشره‌کش‌های استفاده شده روی لارو سن دوم بالتوری سبز به صورت کلوتیانیدین < تبوفنوزاید < فلوپیرادیفوران می‌باشد در حالی که سمیت آن‌ها روی لارو سن سوم بالتوری سبز به حالت کلوتیانیدین < فلوپیرادیفوران < تبوفنوزاید بود. بنابراین، حشره‌کش کلوتیانیدین بیشترین سمیت را روی هر دو سن لاروی دوم و سوم بالتوری سبز داشت اما کمترین سمیت روی لارو سن دوم را فلوپیرادیفوران و روی لارو سن سوم را تبوفنوزاید داشت. به علاوه، مقادیر LC_{90} این حشره‌کش‌ها روی هر دو سن لاروی دوم و سوم با هم تفاوت معنی‌دار آماری داشتند (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲. سمیت حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی لارو سن دوم بالتوری سبز *C. carnea*

Table 1. Toxicity of the tested insecticides on 2nd instar larvae of green lacewing, *C. carnea*

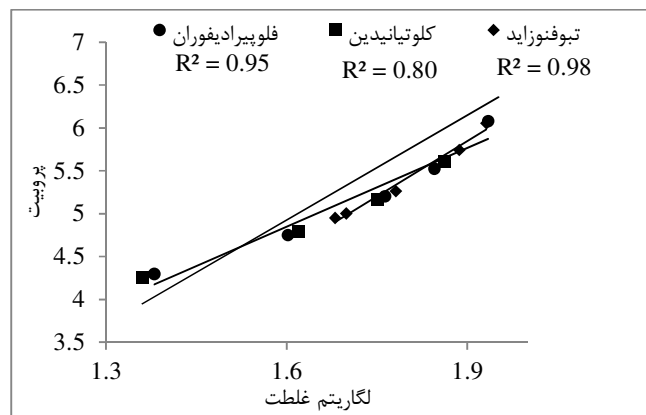
| Insecticide | df | N | Slop ±SE | LC ₅₀ | LC ₉₀ | □ [□] | Sig. |
|-----------------|----|-----|------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|-------------|
| | | | | (Lower-Upper) 95% CL | (Lower-Upper) 95% CL | | |
| Clothinidin | 3 | 300 | 0.07 ±0.01 | 12.47 ^a (9.23-14.94) | 30.76 ^a (26.69-37.85) | 3.65 | 0.31 |
| Tebufenozide | 3 | 300 | 0.001±0.00 | 476.64 ^b (314.49-600.63) | 1393.86 ^b (1186.03-1763.53) | 3.19 | 0.36 |
| Flupyradifurone | 3 | 300 | 0.002±0.00 | 761.78 ^c (652.29-853.39) | 1437.77 ^c (1286.16-1691.32) | 1.08 | 0.78 |

حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

The similar letters in each column are not statistical significant difference.

مقایسه LC_{50} و LC_{90} حشره‌کش‌های استفاده شده نشان داد که حساسیت لاروهای سن دوم و سوم نسبت به هر سه حشره‌کش تفاوت معنی‌دار داشتند. به علاوه، بر اساس مقادیر، کمترین مقدار در مورد هر دو سن لاروی دوم (۱/۰۸) و سوم (۰/۷۴) متعلق به تیمار فلوپیرادیفوران بود و نشان می‌دهد که واکنش جمعیت مورد آزمایش نسبت به این حشره‌کش در مقایسه با دو حشره‌کش دیگر (کلوتیانیدین و تبوفنوزاید) همگن‌تر بود.

نمودار پروبیت بر حسب لگاریتم روی لارو سن دوم و سوم بالتوری سبز در شکل ۲ و ۳ ارائه شده است. بالاترین شیب خط در هر دو سن لاروی دوم و سوم مربوط به تیمار کلوتیانیدین بود که دال بر افزایش مرگ‌ومیر بیشتر این سنین لاروی ناشی از افزایش مقدار اندک حشره‌کش کلوتیانیدین در مقایسه با سایر حشره‌کش‌ها است.



شکل ۲: نمودار پروبیت- لگاریتم غلظت حشره‌کش‌های استفاده شده روی لاروهای سن دوم

نتایج کاربرد غلظت‌های حشره‌کش‌های تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران بر لارو سن سوم بالتوری سبز، حاکی از اثرات مضر خیلی کم یا به عبارتی حاکی از ایمن بودن این حشره‌کش‌ها بر این سن لاروی می‌باشد. تیمار لاروهای سن سوم بالتوری سبز توسط حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید، ایندوکساکارب و اندوسولفان نشان داد که کشندگی قابل توجهی روی لاروهای سن سوم بالتوری سبز نداشت (Golmohammadi *et al.*, 2011). سمیت حشره‌کش‌های فلونیکامید، تیاکلوپراید، اسپینوساد، پرمیکارب و اسپیروترامات را روی لارو *Episyrphus balteatus* (Degeer) مطالعه شد و نتایج نشان داد که از تیمارهای فوق، فقط تیمار پرمیکارب به طور ۱۰۰ درصد لاروهای مورد آزمایش را از بین برد اما میانگین کشندگی ناشی از اسپینوساد در مرحله لاروی ۶۰ درصد برآورد شد (Moens *et al.*, 2011).

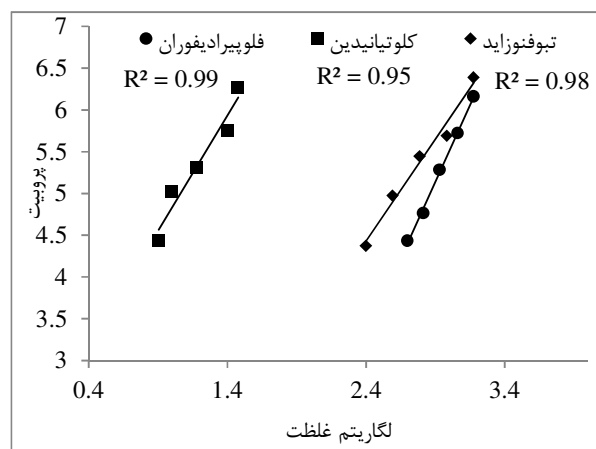
جدول ۳. سمیت حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی لارو سن سوم بالتوری سبز *C. carnea*

Table 1. Toxicity of the tested insecticides on 3rd instar larvae of green lacewing, *C. carnea*

| Insecticide | df | N | Slop ±SE | LC ₅₀ | LC ₉₀ | □□ | Sig. |
|-----------------|----|-----|-------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|------|-------------|
| | | | | (Lower-Upper) 95% CL | (Lower-Upper) 95% CL | | |
| Clothinidin | 3 | 300 | 0.038±0.006 | 23.47 ^a (18.24-28.09) | 57.01 ^a (49.03-70.67) | 2.26 | 0.52 |
| Tebufenozide | 3 | 300 | 0.001±0.00 | 490.35 ^b (331.98-859.98) | 2882.81 ^c (2282.89-4485.04) | 1.64 | 0.65 |
| Flupyradifurone | 3 | 300 | 0.001±0.00 | 855.09 ^c (625.85-1034.17) | 2228.93 ^b (1907.61-2777.38) | 0.74 | 0.86 |

حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

The similar letters in each column are not statistical significant difference



شکل ۳: نمودار پروبیت- لگاریتم غلظت حشره‌کش‌های استفاده شده روی لاروهای سن سوم بالتوری سبز

اثرات کشندگی شفیره بالتوری سبز

مقادیر LC₅₀ و LC₉₀ حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، تیاکلونیدین و فلوپیرادیفوران روی شفیره‌های بالتوری سبز و همچنین شیب خطوط غلظت-اثر در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که LC₅₀ این حشره‌کش‌ها به ترتیب ۱۴۰۱/۹۵، ۳۷/۴۱ و ۷۹۶/۸۲ میلی‌گرم بر لیتر در حالی که مقدار LC₉₀ آن‌ها به ترتیب ۳۰۱۷/۱۲، ۸۸/۳۶ و ۳۰۸۷/۸۳ میلی‌گرم بود. لذا حشره‌کش کلوتیانیدین بالغ بر ۳۷ برابر نسبت به تبوفنوزاید و ۲۱ برابر نسبت به فلوپیرادیفوران برای شفیره‌های بالتوری

سبز سمی بود. مقایسه مقادیر LC_{50} و LC_{90} حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، تیاکلونیدین و فلوپیرادیفوران نشان داد که باهم تفاوت معنی‌دار آماری دارند (جدول ۴). لذا میزان سمیت این حشره‌کش‌ها روی شفیره‌های بالتوری سبز به صورت کلوتیانیدین < تبوفنوزاید < فلوپیرادیفوران بود.

جدول ۴. سمیت حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی شفیره بالتوری سبز *C. carnea*

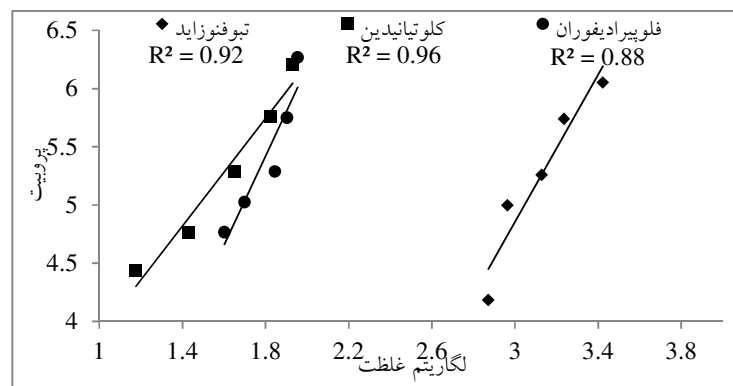
Table 1. Toxicity of the tested insecticides on pupa of green lacewing, *C. carnea*

| INSECTICIDE | DF | N | SLOP ±SE | LC ₅₀ | LC ₉₀ | □ □ | SIG. |
|-----------------|----|-----|-------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------|------|
| | | | | (LOWER-UPPER) 95% CL | (LOWER-UPPER) 95% CL | | |
| Clothinidin | 3 | 300 | 0.025±0.004 | 37.41 ^a (29.01-44.39) | 88.36 ^a (76.81-107.88) | 0.24 | 0.97 |
| Tebufenozide | 3 | 300 | 0.001±0.00 | 1401.95 ^c (1175.43-1628.46) | 3017.12 ^b (2567.06-3891.82) | 4.15 | 0.25 |
| Flupyradifurone | 3 | 300 | 0.001±0.00 | 796.82 ^b (309.68-1116.23) | 3087.83 ^c (2576.49-4069.03) | 1.66 | 0.65 |

حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

The similar letters in each column are not statistical significant difference.

بررسی اثرات حشره‌کش‌های اندوسولفان، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب نشان داد که هیچ‌کدام از حشره‌کش‌ها مرگ و میر قابل توجهی در شفیره‌ها نشد به طوری که کشندگی آن‌ها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند (Golmohammadi *et al.*, 2011). یکی از دلایل اینکه سموم کمی می‌توانند وارد شفیره شوند، ضخامت زیاد و جنس پيله شفیرگی در بالتوری سبز است به طوری که مدینا و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که باقی‌مانده ترکیب سمی یا متابولیت حشره‌کش فیرونیل روی سطح پيله شفیره ممکن است سبب مرگ حشرات کاملی گردد که از آن خارج می‌شوند. نمودار پروبیت بر حسب لگاریتم روی شفیره بالتوری سبز در شکل ۳ ارائه شده است. مقایسه شیب خطوط نیز نشان داد که بیشترین شیب خط غلظت- اثر مربوط به کلوتیانیدین بود لذا میتوان نتیجه گرفت که افزایش ناچیز این حشره‌کش، می‌تواند باعث افزایش مرگ و میر بیشتری در جمعیت شفیره بالتوری سبز شود. علاوه بر این، کمترین مقدار نیز متعلق به حشره‌کش کلوتیانیدین بود و بیانگر این است که جمعیت شفیره‌های مورد آزمایش عکس‌العمل یکنواخت و همگن‌تری نسبت به تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران دارد.



شکل ۳: نمودار پروبیت- لگاریتم غلظت حشره‌کش‌های استفاده شده روی شفیره‌های بالتوری سبز

با توجه به دوز مصرفی حشره‌کش‌ها، هیچکدام از سموم آزمایشی نتوانستند سبب از بین رفتن مراحل زیستی بالتوری سبز شوند. در این بین، در ارتباط با اثرات حشره‌کش‌ها بر مرحله تخم، گزارش شده است که به دلیل اینکه در شرایط طبیعی، بالتوری سبز تخم‌های خود را را روی پایه قرار می‌دهد، احتمالاً حشره‌کش‌ها اثر کمی روی تخم‌ها بگذارند. بنابراین در صورت تأیید آزمایشات در شرایط مزرعه‌ای، می‌توان آنها را در صورتی که جمعیت غالب، تخم باشد مورد استفاده قرارداد. از طرفی، با توجه به این موضوع که بالتوری سبز در طبیعت تخم‌های خود را بر روی تار ظریف و قابل انعطاف (پایه تخم) قرار می‌دهد، می‌توان بیان نمود که این حالت تخم‌گذاری مزید بر علت خواهد بود تا تخم‌های این حشره مفید از تأثیرات منفی سموم ایمن باشند (Golmohammadi & Hejazi, 2014). خان و همکاران (۲۰۱۵) طی پژوهشی، اثرات باقی‌مانده برخی از سموم از جمله امامکتین بنزوات، اسپینوزاد، استوارد و عصاره گیاهی نیم را روی مراحل مختلف زیستی بالتوری سبز مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که ابامکتین بنزوات دارای کمترین اثر باقیمانده و استوارد دارای بیشترین بقایای سم بر مراحل زیستی تخم، لارو، شفیره و حشرات کامل بالتوری سبز بود (Khan *et al.*, 2015). همچنین، پژوهشگران فوق اظهار کردند که بنزوات امامکتین می‌تواند در برنامه مدیریت تلفیقی آفات، بدون هیچ گونه اثر جانبی باقی‌مانده روی عوامل کنترل زیستی مورد استفاده در IPM گنجانده شود.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج پژوهش جاری، میانگین کشندگی هر سه حشره‌کش استفاده شده روی سنین تخم و شفیره به صورت کلوتیانیدین < فلوپیرادیفوران < تبوفنوزاید در حالی که روی لارو سن دوم و سوم به صورت کلوتیانیدین < تبوفنوزاید < فلوپیرادیفوران بود لذا بیشترین سمیت روی مراحل نابالغ مذکور ناشی از حشره‌کش کلوتیانیدین بود، با این حال، کمترین سمیت روی مرحله تخم و شفیرگی مربوط به تبوفنوزاید بود در حالی که لاروهای سن دوم و سوم، کمترین سمیت را نسبت به فلوپیرادیفوران داشتند بنابراین، با انجام و تأیید آزمایشات مزرعه‌ای میتوان از دو حشره‌کش تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران جهت مبارزه با آفات در مدیریت آفات تحت کاربرد بالتوری سبز استفاده نمود.

References

- Gandhi, P. I., Gunasekaran, K., Poonguz hali, S., Anandham, R., Kim, G. H., Chung, K.Y. & Sa, T. (2005).** Laboratory evaluation of relative toxicities of some insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hy menoptera: Trichogrammatidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology* 8, 381-386
- Bueno, A. F. and S. Freitas. 2004.** Effects of the insecticides adamantine and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory condition. *Biological Control*, 49: 277-283.
- Croft, A. B. 1990.** Arthropod biological control agents and pesticides. 723 pp. John Wiley, New York.
- SPSS Institute, 2017. SPSS for Windows. Version 24. SPSS Institute Inc Chicago, Illinois, USA.
- Fathipour, Y. and A. Jafari. 2004.** Biology of *Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) on *Creontiades pallidus* (Het., Miridae). *Iranian Journal of Animal Science*, 35(3): 721-729. [In Persian with English summary].
- Golmohammadi, G. and M. Hejazi. 2014.** Toxicity and side effects of three insecticides on adult *Chrysoperla carnea* (Neu: Chrysopidae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 23: 33(4): 23-28.

- Golmohammadi, GH., Hejazi, M., Iranipour, SH. and S. A. Mohammadi. 2011.** Effects of imidacloprid, indoxacarb and endosulfan on egg, thirdinstarlarva and pupa of green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neu.: Chrysopidae). Journal of Entomological Society of Iran, 31: 37-50.
- Golmohammadi, GH., Hejazi, M., Iranipour, SH., and S. A. Mohammadi. 2009.** Lethal and sublethal effects of endosulfan, imidacloprid and indoxacarb on first instars larvae of *Chrysoperlacarnea* (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. Journal of Entomological Society of Iran, 28(2): 35-47.
- Golmohammadi, GH., Nejati, M., Iranipour, SH. and S. A. Mohammadi. 2013.** Sublethal effects of three insecticides on adults green lacewing *chrysoperla carneastephens* with demographic toxicology method. Journal of Plant pests and diseases, 81(1): 73-82. [In Persian with English summary].
- Jafari, H. and N. Saghaei. 2017.** A comparison of the toxicity of two commercial botanical extracts and two synthetic insecticides on *Chromaphis juglandicola* (Hemiptera, Aphididae). Journal of Entomological Research, 9(3): 231-243. [In Persian with English summary].
- Khaje hosieni, M., Samia, M. A. and K. Mahdavian. 2014.** Investigate the effects of several plant extracts and thiamethoxam pesticide on the parameters of the two-sex life table of the elderly stage, *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae) in laboratory conditions. Journal of Plant Protection, 28(1): 125-137. [In Persian].
- Khan, S. Z., Ullah, F., Khan, S., Anwar Khan, M. and M. Asif Khan. 2015.** Residual effect of insecticides against different stages of green lacewing, *Chrysoperla Carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Journal of Entomology and Zoology Studies, 3(4): 114-119.
- Mandour N. S. 2009.** Influence of spinosad on immature and adult stages of *Chrysoperlacarnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). BioControl, 54(1): 93-102.
- Medina, P., Budia, F., Estal, P. D. and E. Vinueia. 2003.** Effects of three modern insecticides, pyriproxyfen, Spinosad and tebufenozide, on survival and reproduction of chrysoperla carnea adults. Annals of pplied Biology, 142: 55-61.
- Moens, J., Gent, U., Patrick, D. C., and Gent, L. T. 2011.** Side effects of pesticides on the larvae of the hoverfly *Episyrphus balteatus* in the laboratory. Ghent University Academic Bibliography, 39(1): 1-9.
- Silva, R. A., Carvalho, G. A., Carvalho, C. and D. B. SILVA. 2012.** Effects of pesticides on eggs of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) and consequences on subsequent development. Revista Colombiana de Entomología, 38 (1): 58-63.
- Wang R. and D. A. Nordlund. 1994.** Use of *Chrysoperla* spp. (Neuroptera: Chrysopidae) in augmentative release programs for control of arthropod pests. Biocontrol News and Information, 15: 51-57.

Lethal effects of insecticides clothianidin, tebufenozide and flupyradifurone on egg, 2nd and 3rd instar larvae and pupae of green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens

H. R. Rezaei Torshizi¹, R. vafaie^{1*}, Gh. Golmohammadi², Z. Rafiei Karahroodi¹, I. Faravardeh²

- 1- Respectively Lecturer and Assistant Professor, entomology Dep. Agriculture faculty, Arak branch, Islamic Azad University, Arak. Iran.
2- Assistant Professor, Iranian research institute of plant protection, agricultural research education and extension organization. Tehran. Iran

Abstract

The green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neo., Chrysopidae) is one of most important predators of aphids, mealybugs, thrips and whiteflies. Moreover, fed on egg, young larvae and pupa of lepidopterans and mites but when chemical treatment on various insect pests, the green lacewing is also influenced by different agricultural pesticides. In current study, lethal effects of three insecticides; clothianidin, tebufenozide and flupyradifurone on egg, 2nd and 3rd instar larvae and pupae of green lacewing, *C. carnea* were evaluated. Bioassay of egg and pupa of green lacewing with dipping method but 2nd and 3rd instar larvae with contact method were carried out. All experiments were conducted at controllable conditions of 25±1 °C, 65±5 % and a photoperiod 16: 8 h (L: D). The results revealed that LC₅₀ of clothianidin, tebufenozide and flupyradifurone on egg were 23.41, 1048.95 and 774.95 mg/lit; on 2nd instar larvae were 12.47, 476.64 and 761.78 mg/lit; on 3rd instar larvae were 23.47, 490.35 and 855.09 mg/lit and on pupal stage were 37.41, 1401.95 and 796.82 mg/lit. Therefore, in all stages the highest sensitivity was due to clothianidin insecticide while the lowest sensitivity in egg and pupa stages associated to tebufenozide but in 2nd and 3rd instar larvae were related to flupyradifurone. Thus, based on results of this study, conclude that from insecticides tebufenozide and flupyradifurone can be utilized in program of IPM under application green lacewing.

Keywords; Green lacewing, Lethal effects, Larvae instar, LC₅₀, Pupal stage.

* Corresponding Author, E-mail: orius131@yahoo.com
Received: 25 Dec. 2018– Accepted: 21 Apr. 2019