

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

حسین رضا رضایی ترشیزی<sup>۱</sup>، غلامرضا گل محمدی<sup>۲\*</sup>، رضا وفایی شوشتری<sup>۱</sup>، لیلیا فراورده<sup>۲</sup>، زهرا رفیعی کرهرودی<sup>۳</sup>

۱- گروه حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران  
۲- موسسه تحقیقات و گیاهپزشکی ایران، تهران، ایران  
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، ساختمان امیرکبیر، واحد اراک، ایران

### چکیده

بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) یکی از مهمترین شکارگرهای شته‌ها، شپشک‌ها، تریپس‌ها و سفیدبالک‌ها 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 تأثیر 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  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  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 به ترتیب  $10.48/23.95/41$  و  $77.4/95$  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 شفیرگیبه ترتیب  $37/41$ ،  $1401/95$  و  $796/82$  بودند. در میان مراحل زیستی قبل از بلوغ، حشره‌کش کلوتیانیدین، بیشترین اثر منفی را در مقایسه با حشره‌کش‌های تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران را به خود اختصاص داد. 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: gholmohamai@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۱۰/۴ - تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۱۲/۱



## مقدمه

یکی از مهمترین انواع شکارگرها، بالتوری‌ها هستند که متعلق به خانواده Chrysopidae می‌باشند (Wang and 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، زنجرفک‌ها، سفید بالک‌ها، پسیل‌ها، تریپس‌ها و سایر حشرات با بدن نرم و لاروهای سنین مختلف حشرات سخت‌بال‌پوش تغذیه می‌کند (Fathipour and Jafari, 2004). در ارتباط با انواع بالتوری، برخی پژوهشگران ذکر کرده‌اند که بیشترین گونه‌های مورد استفاده که به صورت مداوم و انبوه‌پرورش یافته و رهاسازی شده‌اند، بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* می‌باشد که نقش‌های مهمی در برنامه‌های کنترل زیستی آفات ایفا می‌کند (Golmohammadiet al., 2013). بالتوری سبز یکی از مهمترین شکارگرهای آفات بندپا در محصولات کشاورزی است. لاروهای این دشمن طبیعی بطور حریصانه‌ای از لاروهای سنین پایین بالپولکداران، سخت‌بالپوشان و نیم‌بالان و همچنین از کنه‌ها تغذیه می‌کنند. این شکارگر دارای توان بالقوه قابل توجهی برای استفاده در برنامه‌های کنترل زیستی به صورت رهاسازی اشباعی و تلفیقی برای تعداد زیادی از آفات می‌باشد (Golmohammadiet al., 2011).

- بر همین اساس، برنامه مدیریت تلفیقی آفات (IPM) که به منظور بهره‌برداری از برهمکنش بین عوامل کنترل بیولوژیکی و شیمیایی به‌دنبال توسعه آفت‌کش‌های انتخابی ارائه می‌شود (Mandour, 2009)، روی کنترل بیولوژیک آفات به وسیله شکارگرها و پارازیتوئیدها استوار است. با این حال، کنترل بیولوژیک به تنهایی نمی‌تواند به طور موفقیت‌آمیزی آفات را کنترل کند و لازم است با کاربرد آفت‌کش‌هایی که حداقل تأثیر سوء را روی عوامل کنترل بیولوژیک دارند، 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 تأثیر سوء روی دشمنان طبیعی، کارایی لازم برای کنترل آفات و موجودات هدف را داشته باشند (Khajehosieniet al., 2014). بر همین اساس، استفاده از ترکیبات شیمیایی کم‌خطر برای انسان و سایر موجودات زنده، بخصوص دشمنان طبیعی آفات، ضروری است (Jafari and Saghaei, 2017). به طور 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 (Golmohammadiet al., 2013)، لذا کاربرد آفت‌کش‌های انتخابی می‌تواند بیشترین تأثیر را روی آفات هدف و کمترین تأثیر را روی دشمنان طبیعی داشته باشد. حشره‌کش تبوفنوزاید، دارای اثر تماسی و گوارشی علیه بسیاری از آفات زراعی و باغی بوده و همچنین برای بالتوری سبز در مرحله لاروی زیانبار معرفی شده اما بر روی مراحل تولیدمثل حشره‌ی کامل بالتوری ماده بی تأثیر است (Medina et al., 2003). کلوتیانیدین، حشره‌کشی سیستمیک با اثر تماسی گوارشی از گروه Neonicotinoid علیه آفات نباتی بویژه حشرات مکنده کاربرد دارد. این حشره‌کش، روی گیرنده‌های نیکوتینیک استیل کولین در سیستم عصبی مرکزی حشره اثر می‌گذارد (Latifian 2011). در یک پژوهش که به بررسی اثرات سمیت کلوتیانیدین 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  $0/32$  و  $2341$  نانوگرم بر میکرولیتر گزارش شده است؛ همچنین، درصد کشندگی این حشره‌کش طی  $60$  دقیقه در غلظت‌های  $0/15$ ،  $0/10$ ،  $0/015$  و  $1/5$  نانوگرم بر میکرولیتر به ترتیب معادل با  $47/3$ ،  $68/7$ ،  $85/3$  و  $100$  درصد گزارش شده است (Chen and Stelinski, 2017). حشره‌کش تبوفنوزاید جزو 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 تولیدمثل حشره کامل بالتوری ماده بی تأثیر بوده است (Medina et al., 2003). بنابراین، در پژوهش حاضر، اثرات کشندگی حشره‌کش‌های کلوتیانیدین، تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران روی 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 (*Ephesiakuehniella* Zell (Lep., Pyralidae) از موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور تهیه شد. جهت پرورش شب‌پره آرد، یک ظرف بزرگ (به قطر  $70$  سانتی‌متر و ارتفاع  $25$  سانتی‌متر) حاوی یک پارچه توری انتخاب گردید. در هر ظرف یک لایه مخلوط آرد گندم و مخمر ( $40:2/5$  کیلوگرم:گرم) اضافه شد سپس یک گرم تخم شب‌پره آرد به طورت یکنواخت روی سطح پاشیده شد. ظروف پلاستیکی مذکور در شرایط کنترل شده در دمای  $25 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری  $16:8$  ساعت (تاریکی:روشنایی) قرار گرفت. تخم‌ها جمع‌آوری و در یخچال جهت تغذیه بالتوری سبز نگهداری می‌شد.

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 شده بود. افراد بالغ از رژیم غذایی مصنوعی شامل مخمر، عسل و آب مقطر ( $4:7:5$  گرم:گرم:میلی‌لیتر) و لاروها از تخم شب‌پره آرد تغذیه کردند. به‌منظور جلوگیری از هم‌نوع‌خواری لاروها در کلنی، بین ظروف یک لایه پارچه نرم قرار داده شد. هر لایه حاوی  $15$  عدد لارو بالتوری سبز و مقدار کافی تخم شب‌پره آرد بود. بعد از ظهور لاروهای سن اول، دوم، سوم و شفیره‌ها، جمع‌آوری و به ظروف دیگری جهت استفاده در آزمایشات اصلی منتقل شدند. این ظروف پرورش در شرایط کنترل شده دمای  $25 \pm 5$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری  $16:8$  ساعت (تاریکی:روشنایی) نگهداری شدند.

### حشره‌کش‌های مورد استفاده

حشره‌کش‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر شامل تبوفنوزاید ( $Mimic^{\circledR}$ , SC 20 %)، کلوتیانیدین ( $Poncho^{\circledR}$ , WG) و فلوپیرادیفوران ( $Sivanto^{\circledR}$ , SC 48 %) بودند. همه سموم مورد استفاده در پژوهش حاضر، از موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور تهیه شد که در جدول ۳-۱، مشخصات آنها ذکر می‌شود.

جدول ۱- مشخصات حشره‌کش‌های مورد استفاده

Insecticide	Category	Company	Lethal Dose (LD <sub>50</sub> )
Tebufenozide 20% SC	IGR	Ishihara Sangyo Kaisha, Japan	5000 mg/kg>
Clothidin20% WG	Neonicotinoid	Bayer, Germany	2000 mg/kg>
Flupyradifurone SL 200	Butenolides	Bayer, Germany	2000 mg/kg>

## زیست‌سنجی تخم‌های بالتوری سبز

از روش غوطه‌وری سازی<sup>۲</sup> برای زیست‌سنجی تخم‌ها استفاده شد (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 شد. برای زیست‌سنجی در یک تکرار ۱۰ عدد تخم ۱۲-۲۴ ساعته که توسط حشرات ماده روی قطعات کاغذی سیاه رنگ گذاشته شده بودند، به مدت ۱۰ ثانیه داخل هر غلظت از حشره‌کش‌های استفاده شده به تفکیک غوطه‌ور شدند. برای تیمار 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 ۲۵±۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: روشنایی) منتقل شدند. لاروهایی که زودتر از تخم خارج شدند، جهت جلوگیری از خوردن سایر تخم‌ها، شمارش و 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 سنین دوم و سوم بالتوری سبز

لاروها با استفاده از روش تماسی<sup>۳</sup> 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 ظرف پتری شیشه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر ریخته شد. سطح داخل پتری و درب آن بطور کامل آغشته به محلول سمی شد. ظروف 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. مرگ‌ومیر لاروها بعد از ۷۲ ساعت ثبت گردید و ملاک مرگ‌ومیر سنین مختلف لاروی، عدم تحرک آنها بود. جهت تغذیه لاروها و جلوگیری از هم‌نوع‌خواری آنها، مقداری تخم شب‌پره آرد به هر ظرف اضافه شد. در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد.

<sup>۲</sup>Dipping method<sup>۳</sup>Contact method

## زیست‌سنجی شفیره‌های بالتوری سبز

برای زیست‌سنجی مرحله شفیرگی از روش غوطه‌وری استفاده شد. بعد از آزمایشات مقدماتی، غلظت‌های مختلف از حشره‌کش‌های کلوتیانیدین (۸۵-۱۵ میلی‌گرم)، تبوفنوزاید (۲۶۵۰-۷۴۴ میلی‌گرم) و فلوپیرادیفوران (۲۸۰۰-۳۲۵ میلی‌گرم) در آزمایشات اصلی استفاده شد. 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  $25 \pm 5$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند. مرگ و میر شفیره‌ها پس از نه روز و ظهور حشرات کامل در همه تیمارها ثبت شد. 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 شد.

## نتایج و بحث

### اثرات کشندگی حشره‌کش‌های استفاده‌شده 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، ۱۰۴۸/۹۵ و ۱۰۹۵/۹۵ میلی‌گرم بر لیتر بود. 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 نیز 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 در غلظت این حشره‌کش موجب مرگ‌ومیر بیشتری در تخم بالتوری سبز در مقایسه با تبوفنوزاید و فلوپیرادیفوران می‌شود. اگر چه که بیشتر بودن شیب خط در مورد حشرات آفت در صورت مصرف بی‌رویه و پی‌درپی 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  $LC_{50}$  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 به‌طور معنی‌داری اثر سوء داشته و تفریخ آن‌ها را کاهش داد در حالی که تاثیر حشره‌کش اندوسولفان روی تفریخ تخم‌ها ناچیز بود (Gandhi, 2005). در پژوهش مشابهی غلظت‌های ۲۱۰۰، ۱۹۲۵، ۱۶۱۰ و ۱۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اندوسولفان روی تخم بالتوری سبز باعث ایجاد تلفات ۴۵/۶، ۳۷/۷، ۲۸/۸ و ۲۲/۲ درصدی گردید. علاوه بر این، حشره‌کش ایندوکساکارپ در غلظت‌های ۶۰۰، ۶۱۵، ۳۶۷ و ۲۸۵ به‌ترتیب ۵/۵، ۴۸، ۲۵/۵ و ۲۴ درصد روی تخم بالتوری سبز ایجاد نمود (Golmohammadi et al., 2011). در مطالعه‌ای مشخص شد که حشره‌کش آزادیراختین روی تخم‌گونه‌های متعددی از حشرات راسته‌های مختلف اثر سو 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 مورد استفاده، گونه‌های تیمار شده و غلظت‌های مورد 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 سبز در شرایط مزرعه نیز می‌تواند برخورد تخم‌ها با حشره‌کش‌ها را کاهش دهد (Medina et al., 2003).

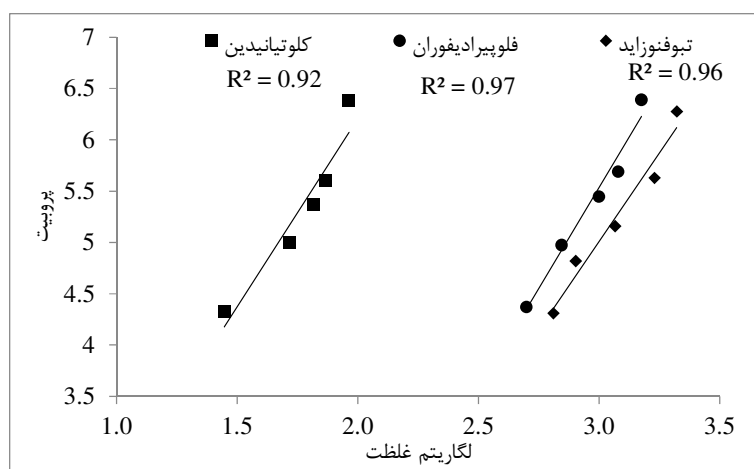
جدول ۱. سمیت حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی تخم بالتوری سبز *C. carnea*

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

Insecticide	N	Slop ±SE	LC <sub>50</sub> (Lower-Upper) 95% CL	LC <sub>90</sub> (Lower-Upper) 95% CL	□ □	Sig.
Clothinidin	300	0.025 ±0.004	32.41 <sup>a</sup> (22.91-39.57)	88.36 <sup>a</sup> (76.81-107.88)	0.25	0.97
Tebufenozide	300	0.001 ±0.00	1048.95 <sup>c</sup> (877.49-1193.64)	2148.53 <sup>c</sup> (1901.51-2563.78)	2.22	0.53
Flupyradifurone	300	0.002 ±0.00	774.95 <sup>b</sup> (653.81-869.73)	1460.87 <sup>b</sup> (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 سبز

## اثرات کشندگی حشره‌کش‌ها روی لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبز

مقادیر  $LC_{50}$  و  $LC_{90}$  حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کلوتیانیدین و فلوپیرادیفوران و شیب خطوط غلظت-اثر روی لاروهای سن دوم و سوم بالتوری سبز در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که  $LC_{50}$  حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کلوتیانیدین و فلوپیرادیفوران روی لاروهای سن دوم به ترتیب  $۱۲/۴۷۶،۴۷/۶۴$  و  $۷۶۱/۷۸$  میلی‌گرم بود (جدول ۲)، در حالی که  $LC_{50}$  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 حساست 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 2<sup>nd</sup> instar larvae of the green lacewing, *C. carnea*

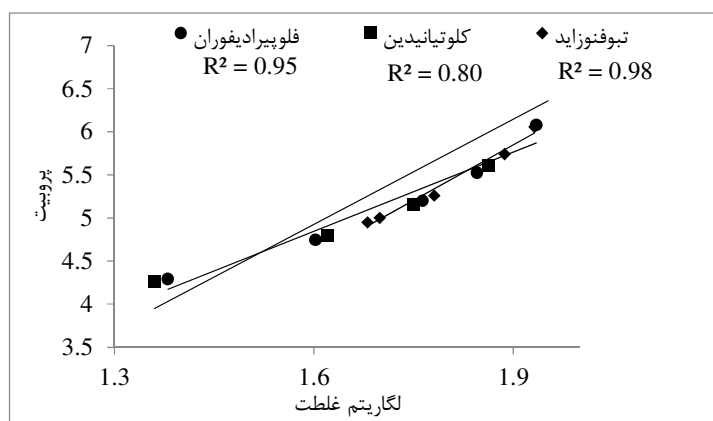
Insecticide	N	Slop $\pm$ SE	$LC_{50}$	$LC_{90}$	$\square^{\square}$	Sig.
			(Lower-Upper) 95% CL	(Lower-Upper) 95% CL		
Clothinidin	300	0.07 $\pm$ 0.01	12.47 <sup>a</sup> (9.23-14.94)	30.76 <sup>a</sup> (26.69-37.85)	3.65	0.31
Tebufenozide	300	0.001 $\pm$ 0.00	476.64 <sup>b</sup> (314.49-600.63)	1393.86 <sup>b</sup> (1186.03-1763.53)	3.19	0.36
Flupyradifurone	300	0.002 $\pm$ 0.00	761.78 <sup>c</sup> (652.29-853.39)	1437.77 <sup>c</sup> (1286.16-1691.32)	1.08	0.78

حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

The values in a column followed by similar letters are not significantly different.

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 تBUFنوزاید 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 لارویمی‌باشد. 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 به‌طور 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*

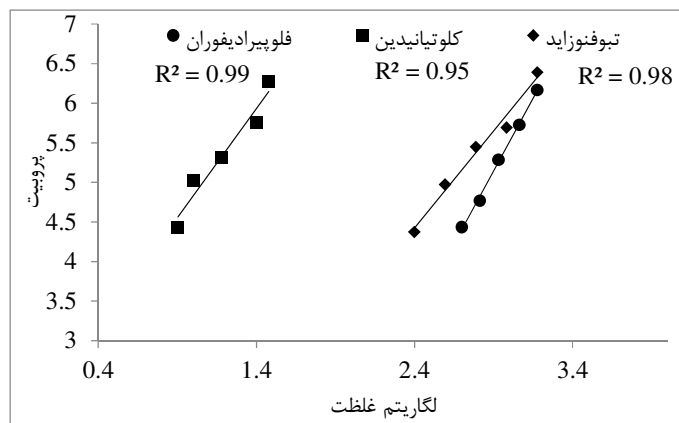
Table 1. Toxicity of the tested insecticides on 3<sup>rd</sup> instar larvae of green lacewing, *C. carnea*

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

حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

The values in a column followed by similar letters are not significantly different.





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

### اثرات کشندگی حشره‌کش‌ها روی شفیره بالتوری سبز

مقادیر  $LC_{50}$  و  $LC_{90}$  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  $LC_{50}$  این حشره‌کش‌ها به ترتیب ۱/۹۵، ۳۷/۴۱ و ۷۹۶/۸۲ میلی‌گرم بر لیتر و مقدار  $LC_{90}$  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 با هم 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 the green lacewing, *C. carnea*

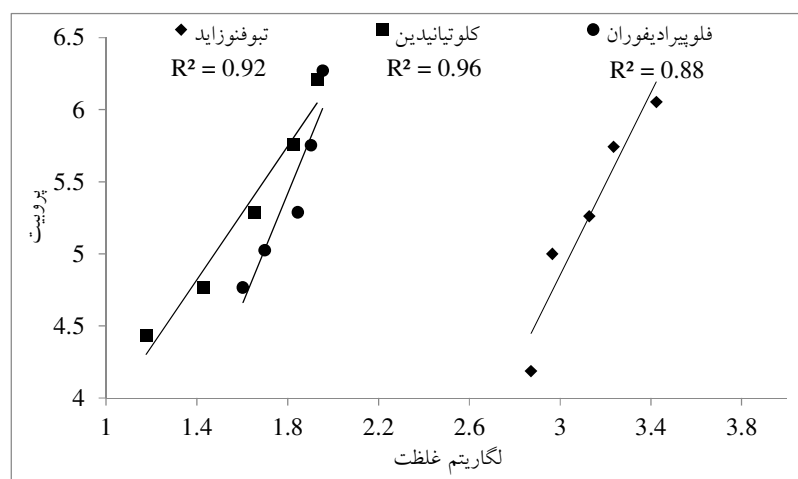
Insecticide	N	Slop ±SE	$LC_{50}$	$LC_{90}$	□ □	Sig.
			(Lower-Upper) 95% CL	(Lower-Upper) 95% CL		
Clothianidin	300	0.025±0.004	37.41 <sup>a</sup> (29.01-44.39)	88.36 <sup>a</sup> (76.81-107.88)	0.24	0.97
Tebufenozide	300	0.001±0.00	1401.95 <sup>c</sup> (1175.43-1628.46)	3017.12 <sup>b</sup> (2567.06-3891.82)	4.15	0.25
Flupyradifurone	300	0.001±0.00	796.82 <sup>b</sup> (309.68-1116.23)	3087.83 <sup>c</sup> (2576.49-4069.03)	1.66	0.65

حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌دار آماری ندارند.

The values in a column followed by similar letters are not significantly different.

در یک تحقیق روی اثرات حشره‌کش‌های اندوسولفان، ایمیداکلوپرید و ایندوکساکارب نشان داده شد که هیچ‌کدام از این حشره‌کش‌ها سبب مرگ‌ومیر قابل توجهی در شفیره‌ها نشدند 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 باقی مانده ترکیب سمی یا متابولیت حشره‌کش فیپرونیل روی سطح پيله شفیره ممکن است سبب مرگ حشرات کاملی گردد که از آن خارج می‌شوند.

نمودار پروبیت بر حسب لگاریتم رویشفیره 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 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 and 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 فوق‌الذکر اظهار کردند که بنزوات امامکتین می‌تواند در برنامه مدیریتی 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 تایید 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., 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
- Bueno, A. F. and S. Freitas. 2004.** Effects of the insecticides adiantine 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, third instar larva 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 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(2): 35-47.
- Golmohammadi, GH., Nejadi, M., Iranipour, SH. and Mohammadi, S. A. 2013.** Sublethal effects of three insecticides on adults green lacewing *Chrysoperla carnea* Stephens with demographic toxicology method. *Journal of Plant pests and diseases*, 81(1): 73-82. [In Persian with English summary].
- Jafari, H. and Saghaei, N. 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].
- Khajehosieni, M., Samia, M. A. and Mahdavian, K. 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 Asif Khan, M. 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.

- Latifian, M. 2011.** Effects of several insecticides to control different developmental stages of date palm leafhoppers. The first national conference on achieving sustainable agriculture.
- Mandour N. S. 2009.** Influence of spinosad on immature and adult stages of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *BioControl*, 54(1): 93-102.
- Medina, P., Budia, F., Estal, P. D. and Vinueia, E. 2003.** Effects of three modern insecticides, pyriproxyfen, Spinosad and tebufenozide, on survival and reproduction of chrysoperlacarneaadults. *Annals of Applied Biology*, 142: 55-61.
- Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L. and Vinuela, E. 2003.** Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental Entomology*, 32, 196-203.
- 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 SILVA, D. B. 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 Nordlund, D. A. 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, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> instar larvae and pupae of green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens

H. R. RezaeiTorshizi<sup>1</sup>, Gh. Golmohammadi<sup>2\*</sup>, R. Vafaei-Shoostari<sup>1</sup>, L. Faravardeh<sup>2</sup>, Z. Rafaei-Karehroudi<sup>3</sup>

1- Department of Entomology, Islamic Azad University, Arak Branch, Iran

2- Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

3- Amirkabir Building, Islamic Azad University, Arak Branch, 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, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> instar larvae and pupae of green lacewing, *C. carnea* were evaluated. Bioassay of egg and pupa of green lacewing with dipping method but 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> 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 LC<sub>50</sub> of clothianidin, tebufenozide and flupyradifurone on egg were 23.41, 1048.95 and 774.95mg/lit; on 2<sup>nd</sup> instar larvae were 12.47, 476.64 and 761.78mg/lit; on 3<sup>rd</sup> instar larvae were 23.47, 490.35 and 855.09mg/lit and on pupal stage were 37.41, 1401.95 and 796.82mg/lit. In the pre-puberty phases, the clothianidin insecticide had the most negative effect compared to the tebufenozide and flupyradifurone insecticides. 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, LC<sub>50</sub>, Pupal stage.

\* Corresponding Author, E-mail: [ghgholmohamadi@gmail.com](mailto:ghgholmohamadi@gmail.com)

Received: 25 Dec. 2019 – Accepted: 20 Feb. 2020

