دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ۴۶۶۸-۲۰۰۸
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی

جلد ۱۴، شماره۴، سال ۱۴۰۱، (۳۲۷-۳۱۴)

بررسی اثرات کشنده و زیرکشنده ترکیبات هگزافلومورون و فلوفنوکسورون بر روی برخی از فراسنجه های زیستی بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* Stephens. (Neuroptera:Chrysopidae)

حسن میرزاهاشمی داودآبادی[۱]، مهدی دهقانی زاهدانی[۲*]، سلطان رون[۱]، عباس خانی[۱]

۱-دانش آموخته مقطع کارشناسی رشد گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۲- استادیار گروه گیاهپزشکی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران
۳-استادیار گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۴- دانشیار گروه حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

چکیده

بالتوری سبز یکی از دشمنان طبیعی مهم پسیل پسته در باغ های پسته استان کرمان و یزد می‌باشد. با توجه به اهمیت اقتصادی پسیل پسته و در راستای اجرای برنامه های مدیریت تلفیقی آفات، آگاهی از بر هم کنش و روابط متقابل آفت کش های مورد استفاده با عوامل مهار زیستی آفت در مورد پسیل پسته امری ضروری به نظر می رسد. در این تحقیق تاثیر حشره‌کش‌های هگزافلومورون و فلوفنوکسورون روی برخی فراسنجه های زیستی بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens) در آزمایشگاه و در اتاقک رشد با شرایط دمایی ۱ ± ۲۶ سانتیگراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. مقادیر LC_{50} برآورد شده برای هگزافلومورون و فلوفنوکسورون روی لارو سن اول بالتوری سبز به ترتیب ۱/۸ و ۵/۲ میکروگرم ماده موثر در میلی‌لیتر بودند. برای ارزیابی اثرات زیرکشندگی، لاروهای سن اول با غلظت LC_{25} هر حشره‌کش بر اساس روش آورده شده در زیست سنجی تیمار شدند که برای هگزافلومورون و فلوفنوکسورون به ترتیب ۰/۶۶ و ۳/۳ میلی‌گرم ماده موثر در میلی‌لیتر بود بنابر نتایج تجزیه‌ی واریانس طول دوره‌ی مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل در تیمار با فلوفنوکسورون و هگزافلومورون در مقایسه با شاهد به طور معنی‌دار در سطح ۱ درصد به ترتیب افزایش و کاهش یافت. در ارتباط با اثرات زیرکشندگی فلوفنوکسورون و هگزافلومورون، طول دوره‌ی مراحل نابالغ بالتوری سبز به ترتیب ۷/۶ و ۹/۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش و طول عمر حشرات کامل به ترتیب ۶/۹ و ۱۰/۶ درصد کاهش نشان داد. هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمار فلوفنوکسورون و هگزافلومورون از نظر طول دوره نابالغ و طول عمر حشره کامل مشاهده نشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که باروری و تفریخ تخم بالتوری سبز در تیمار با فلوفنوکسورون و هگزافلومورون در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌دار در سطح ۱ درصد داشته است. مقادیر LC_{25} فلوفنوکسورون و هگزافلومورون، باروری بالتوری سبز را به ترتیب ۱۹/۷و ۳۳/۲ درصد و تفریخ تخم بالتوری سبز را به ترتیب ۲۱/۷ و ۳۱/۴ درصد در مقایسه با شاهد کاهش داد. با توجه به تاثیر کمتر ترکیب فلوفنوکسورون نسبت به هگزافلومورون بر روی برخی پارامترهای زیستی *C.carnea*، استفاده از ترکیب فلوفنوکسورون در مقایسه با هگزافلومورون در مدیریت تلفیقی پسیل پسته بیشتر توصیه می گردد.

واژه های کلیدی: بالتوری سبز، هگزافلومورون، فلوفنوکسورون، زیرکشندگی، سم شناسی دموگرافیک

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *dehghanizahedani@gmail.com*

تاریخ دریافت مقاله:۱۴۰۱/۱۰/۷ – تاریخ پذیرش مقاله:۱۴۰۱/۱۲/۱۲

مقدمه

آفت‌کش‌ها، از راه‌های متفاوتی روی دشمنان طبیعی اثر می‌گذارند و می‌توانند روی رشد و نمو و یا رفتار آن‌ها موثر باشد. باروری، زادآوری، میزان رشد و بقای موجود ممکن است تغییر کند (Croft, 1990). به دلیل شباهت های فیزیولوژیکی اساسی بین بندپایان هدف و دشمنان طبیعی آن‌ها، آفت‌کش‌ها اغلب مرگ و میر شدیدی در هر دو گروه از این موجودات ایجاد می‌کنند. در بسیاری از موارد پیش بینی سازگاری یک ترکیب حشره کش بر مبنای مطالعات آزمایشگاهی و محاسبه میزان مرگ و میر در اثر برخورد مستقیم حشره با حشره کش در غلظتهای مختلف انجام می گیرد (Stapel, *et al*.2000). مطالعه اثرات جانبی آفت کش ها روی گونه های جانوری موجود در سامانه های بوم شناختی تحت عنوان علم سم شناسی بوم[1] شناخته می شود. سم شناسی دموگرافیک یک روش یا زیر مجموعه ای از علم سم شناسی بوم است که فراسنجه های جداول زیستی برای جمعیت در معرض آفت کش و جمعیت شاهد را مورد مقایسه قرار می دهد (Golmohammadi, *et al*. 2009). ارزیابی اثرات حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی باید همه جانبه و با در نظرگرفتن اثرات کشندگی و زیرکشندگی آن‌ها باشد، به این منظور از سم شناسی دموگرافیک استفاده می‌شود (Alan and Daniel, 1982). پیشگویی نوع اثر و پی بردن به سازگاری یک حشره‌کش با عوامل کنترل بیولوژیک اغلب روی مطالعات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری سطوح مرگ و میر در برخورد مستقیم حشره با حشره‌کش مزبور پایه‌گذاری شده است (تخمین دز کشنده‌ی پنجاه درصد جمعیت)، درحالیکه اثرات غیرکشندگی حشره‌کش‌ها کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Croft, 1990). دزهای زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌ها می‌توانند روی عوامل کنترل زیستی زیان‌بار باشند. گزارش‌های مربوط به اثرات غیرکشندگی حشره‌کش‌ها نسبتا کم هستند. بیشتر مطالعات، مربوط به محاسبه‌ی غلظت کشنده‌ی ۵۰٪ جمعیت (LC_{50}) بوده و تنها بخش کمی برای بررسی اثرات غیرکشندگی اختصاص دارد. در اکثر مطالعات، اثرات کشندگی و زیرکشندگی به صورت جداگانه برآورد شده است. اثرات غیرکشندگی گزارش شده عموما روی فراسنجه‌های باروری و طول‌عمر بوده است (Stapel *et al*., 2000). استانداردهای سازمان بین المللی کنترل بیولوژیک IOBC/WPRS جهت ارزیابی باقیمانده‌ی سموم و نیز اثرات زیرکشنده‌ی آفت کش‌ها روی دشمنان طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفته است و معیاری به نام شاخص اثر کل (E) تعیین کردند. بر اساس معیار، حشره کش‌ها را به ۳۰٪ >E (بی‌ضرر)، ۳۱٪<E<۷۹٪ (کم‌ضرر)، ۸۰٪<E<۹۹٪ (باضرر متوسط) و E>۹۹٪ (مضر) تقسیم بندی کردند. دزهای زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌ها در بعضی موارد به خاطر اثرات مضر روی دشمنان طبیعی و اثرات تحریک‌کنندگی روی آفات، موجب افزایش انبوهی آفات گردیده در نتیجه فاصله‌ی طغیان‌های آفات را کم کرده و بر طول دوره‌ی طغیانی آن‌ها می‌افزایند (Alford and Holmes, 1986). اثرات زیرکشندگی باعث دو نوع تغییر در دشمنان طبیعی می‌شود:

۱- تغییر در نرخ ذاتی افزایش جمعیت: این نوع تغییرات نتیجه‌ی تاثیر دزهای زیرکشنده روی زادآوری و باروری، نشو و نما، طول عمر و نسبت جنسی دشمنان طبیعی است.

۲- تغییر در رفتار: دزهای زیرکشنده ممکن است در تحرک، رفتارجستجوگری، تغذیه و تخمگذاری دشمنان طبیعی اثر گذاشته و آن‌ها را تغییر دهند. مجموعه‌ی این تغییرات به توانایی دشمن طبیعی برای کنترل جمعیت میزبان یا شکار اثر می‌گذارد (Galvan *et al*., 2005; Desneux *et al*., 2006).

بالتوری سبز *Chrysoperla carnea* (Stephens) یکی از موثرترین و مفیدترین شکارگرهای عمومی شته‌ها و حشرات ریز دیگر محسوب شده و از میزبان های (طعمه‌های) مختلف از جمله تخم و لاروهای جوان بال‌پولک‌داران، شته‌ها، کنه-

[1] Ectotoxicology

های تارتن، شپشک‌ها، پسیل‌ها، سفید بالک‌ها، تریپس‌ها، زنجرک‌ها و سایر میزبان‌های با بدن نرم تغذیه می‌کند. بالتوری سبز به طور ترجیحی ابتدا شته‌ها، سپس تریپس‌ها و در نهایت کنه‌های خانواده Tetranychidae را مورد حمله قرار می-دهند (Golmohammadi and Hejazi, 2014.; حاتمی و سبحانی، ۱۳۷۹). این حشره تخم‌های خود را برای جلوگیری از حمله سایر شکارگرها، از جمله لاروهای خودشان که تازه تفریخ می‌شوند با توجه به رفتار همخواری لاروها، بر روی پایه‌هایی به ارتفاع حدود ۶-۳ میلیمتر می‌گذارد. لاروها از نوع Compodeiform و به رنگ زرد متمایل به خاکستری می-باشند و قسمت قفسه سینه آن‌ها متورم است (Canard, *et al*. 1984). بالتوری سبز به طور ترجیحی ابتدا شته ها، سپس تریپسها و در نهایت کنه های خانواده Tetranychidae را مورد حمله قرار می دهند (Canard and Dueli, 1984).

*C.carnea*به عنوان یک دشمن طبیعی چندخوار بیشتر علیه آفاتی مورد استفاده قرار می گیرد که سطح جلدی آنها دارای بافتی نرم باشد. چنین خصوصیتی مطالعات آزمایشگاهی کارایی *C.carnea* بر روی طعمه ها را سهولت می بخشد (Suarez-lopez, *et al*. 2020). با توجه به پراکنش جهانی و دامنه میزبانی وسیع این حشره، طول عمر زیاد، قدرت پرواز نسبتا خوب، قدرت سازگاری و جستجوگری بالا، امکان پرورش و تکثیر نسبتا راحت در آزمایشگاه و امکان ذخیره سازی تخم و حشره کامل به منظور استفاده در زمان مورد نیاز این حشره یکی از گزینه های مهم برای اجرای طرح مهار زیستی برای کنترل آفات بوده است (Canard, *et al*. 1984, Khuhro. *et al*. 2012). همچنین مقاومت بالتوری سبز به تعداد زیادی از سموم متداول علیه آفات محصولات کشاورزی باعث اهمیت این حشره مفید در برنامه های کنترل تلفیقی آفات شده است (Bigler and Waldburger, 1994).

برای ارزیابی موفقیت و عدم موفقیت عامل مهار زیستی جهت کنترل آفات در یک محیط خاص، آگاهی از عوامل موثر روی پارامترهای زیستی و رفتاری ضروری می‌باشد. با توجه به این‌که آفت‌کش‌های بیورشنال هگزافلومورون و فلوفنوکسورون سابقه به نسبت کارسازی در کنترل آفات مکنده نظیر شته ها، تریپس ها و سفیدبالک ها دارند، (Ahmad *et al*., 2004; Pineda *et al*., 2009)، مطالعه‌ی اثرات این حشره‌کش‌ها روی بالتوری سبز *C. carnea* می تواند در جهت اجرای برنامه های کنترل تلفیقی آفات در اکوسیستم های گلخانه و مزرعه مفید واقع گردد.

با توجه به مباحث زیست محیطی و تلاش برای کاهش تاثیر ترکیبات آفت کش بر روی موجودات زنده غیر هدف بالاخص دشمنان طبیعی، تیمار آفات با حشره کش هایی که دارای ویژگی انتخابی می باشند، از مهمترین راهکارهای سوق دادن سیستم به سمت کشاورزی پایدار می باشد. در این راستا ترکیبات فیزیولوژیکی از قبیل گروه‌های مختلف تنظیم-کننده‌های رشد حشرات، حشره‌کش‌های با منشا زیستی می‌توانند جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌های فسفره وکارباماتی باشند (Xu *et al*., 2004). با توجه به آنکه پارازیتوئیدها و شکارگرها اغلب حساسیت بیشتری نسبت به میزبانشان برای آفت‌کش دارند (Croft, 1990**;** Kazmirowa and Ortel, 2000; Buyukguzel, 2006; Ergin *et al*., 2007; Uckan *et al*., 2007)، مساله استفاده از آفت کش های ایمن برای دشمنان طبیعی در سالهای اخیر اهمیتی روزافزون یافته است. در حال حاضر مطالعه اثرات زیرکشندگی حشره کش‌ها روی دشمنان طبیعی برای ارزیابی شایستگی حشره‌کش‌ها در برنامه‌های IPM مهم و ضروری می باشد (Saber, 2011).

در ارتباط با این تحقیق دو حشره کش از گروه بازدارنده های سنتز کیتین برای آزمایش های زیرکشندگی بر روی مراحل زیستی *C.carnea* مورد آزمایش قرار گرفتند. ترکیب فلوفنوکسورون (®Cascade) از ترکیبات بنزویل اوره و یک حشره‌کش – کنه‌کش و مهار کننده سنتز کیتین است. این ترکیب آفت‌کشی، تماسی – گوارشی است و لارو تیمار شده با آن در زمان پوست اندازی می‌میرد. هگزافلومورون (®Consult) اولین بار در سال ۱۹۹۴ علیه موریانه‌ها در آمریکا به ثبت

رسید. این ترکیب به وسیله EPA در گروه حشره‌کش‌هایی با ریسک کم برای پستانداران و محیط زیست قرار گرفته است. فرمولاسیون ۱۰ درصد آن به نسبت ۰/۵ تا ۰/۷ در هزار برای کنترل پسیل پسته توصیه می شود (طالبی جهرمی، ۱۳۸۶). علت انتخاب این گروه از آفت کش ها را می توان در انتخابی بودن، تاثیر درازمدت و عدم گزارش سمیت برای پستانداران خلاصه نمود (Wright and Verkert.1995). از طرف دیگر تاثیر کشنده و زیر کشنده این ترکیب بر روی بندپایان به اثبات رسیده و لازم است که تاثیر آنها بر روی حشرات مورد استفاده در برنامه های مهار زیستی آفات مورد آزمایش و بررسی قرار گیرد (Chen and Liu, 2002).

مواد و روش ها

پرورش بالتوری سبز

در راستای تهیه نمونه جهت پرورش نمونه ها برای تست های زیست سنجی، حشرات کامل *C. carnea* از باغات پسته شهرستان انار و گلخانه های استان یزد توسط تله نوری به وسیله آسپیراتور و تور حشره گیری جمع آوری گردیدند. نمونه ها در یک لوله پلاستیکی از جنس پی وی سی به قطر ۱۶ و ارتفاع ۲۰ سانتی متر که سطح داخلی آن به وسیله کاغذ A۴ پوشیده شده و دو طرف آن با پارچه‌ی توری ۵۰ مش مسدود شده بود نگه داری گردیدند. حشرات کامل با غذای مصنوعی متشکل از دو قسمت مخمر و دو قسمت عسل تغذیه گردیدند. آب مورد نیاز حشرات کامل نیز با قرار دادن یک اسفنج اشباع از آب بر روی ظروف پرورش تامین شد (شکل ۱ و ۲).

شکل ۱- تکثیر حشرات کامل *Chrysoperla carnea* در ظروف پرورش به منظور همگن سازی عناصر آزمایش

Propagation of the Chrysoperla carnea's adults in breeding containers to homogenize the experiment's features.

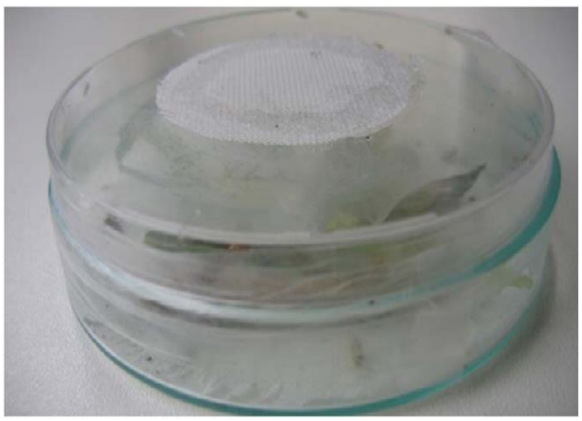
جمع آوری تخم بالتوری سبز

در ادامه تحقیق و با هدف همگن سازی نمونه های مورد آزمایش از نظر سن و شرایط فیزیولوژیک ، ظروف محتوی حشرات بالغ به منظورجمع‌آوری تخم‌های بالتوری سبز به مدت ۱۰-۵ دقیقه درون یخچال قرار داده شد، پس از گذشت این مدت زمان حشرات بالغ اندکی بی حس شده و پس از آن پارچه‌ی توری ۵۰ مش را به آرامی بلند کرده و حشرات بالغ با پنس به ظرف دیگری منتقل شدند. بالتوری تخم‌های خود را روی مقوای آبی رنگ به ابعاد A_4 که در سطح داخلی لوله استوانه‌ای تعبیه شده بود قرار می‌دادند. پس از جدا کردن مقوای آبی رنگ از درون لوله استوانه‌ای پرورش، تخم‌ها را با دقت و به آرامی توسط یک تیغه از پایه جدا شده و به درون پتری‌دیش‌هایی که در کف آن‌ها یک کاغذ صافی وجود

داشت منتقل گردیده و جهت تفریخ تخم، پتری‌دیش‌ها درون اتاقک رشد با شرایط دمایی۱ ± ۲۶ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی۵ ± ۷۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

نگه‌داری و ذخیره تخم‌ها و حشرات بالغ

جهت ذخیره تخم‌های بالتوری به منظور انجام آزمایش‌های بررسی جدول زندگی و پارامترهای زیستی، ظروف درب دار حاوی تخم درون یخچال با دمای ۱۰-۸ درجه سانتی‌گراد به مدت دو هفته نگهداری شدند. برای ذخیره طولانی مدت حشرات بالغ، آن‌ها توسط غذای مصنوعی متشکل از یک قسمت مخمر و یک قسمت عسل که با آب به صورت خمیر در آمده، تغذیه شده و در ظرف و درون یخچال با دمای ۱۰-۸ درجه سانتی‌گراد برای مدت پنج تا شش هفته نگه‌داری گردیدند. در مواقع نیاز به حشرات کامل، آن‌ها را از یخچال خارج کرده و ابتدا به مدت ۳-۲ ساعت آن‌ها را در محیط بیرون قرار داده و سپس برای فعالیت بیشتر حشرات بالغ، ظروف پرورش درون اتاقک رشد با دمای۱ ۲۶ درجه سانتی-گراد، رطوبت نسبی۵ ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. لاروهای تازه از تخم خارج شده بالتوری سبز روی تخم بید آرد .*Ephestia kuehniella* Zeller نگه‌داری شدند. جهت پرورش انبوه لاروها در شرایط آزمایشگاهی با توجه به رفتار هم‌خواری[1] آن‌ها، لاروها به صورت انفرادی داخل ظرف‌های پتری پلاستیکی به قطر شش سانتی‌متر انتقال داده شدند. به منظور تأمین تهویه، یک سوراخ دایره‌ای به قطر یک سانتی‌متر در وسط درپوش هر پتری ایجاد و با پارچه‌ی توری ۵۰ مش پوشانده شدند (شکل ۲).



شکل۲- لاروهای سن یک بالتوری سبز در پتری دیش به منظور انجام آزمایش های زیست سنجی قرار داده شدند.

Fig. 2. First larval instars of green wing were placed in Petri dishes for bioassay test.

آزمون زیست سنجی بر روی لاروهای بالتوری سبز

در این پژوهش به منظور برآورد تاثیر آفت کش ها بر مراحل رشدی بالتوری سبز از هگزافلومورون با فرمولاسیون ۱۰٪ EC ساخت شرکت داو آگروساینس با نام تجارتی کنسالت[2] و فلوفنوکسورون با فرمولاسیون ۵٪ DC ساخت شرکت BASF آلمان با نام تجارتی کاسکید[3] استفاده گردید. در ابتدا برای تعیین محدوده دز غلظت هایی که باعث تلفات بین ۲۵ درصد تا ۷۵ درصد شدند، فاصله لگاریتمی غلظت ها از طریق فرمول شرح داده شده توسط تامسون و هافمن (۲۰۰۶)[4]

1- Cannibalism
10- hexaflumuron, (Consult®), Dow AgroSciences
11-flufenoxuron, (Cascade®), 5%DC, BASF Germany
12- Thomson and Hoffmann (2006)

محاسبه گردید:

$$d = \frac{x_6 - x_1}{n-1}$$

d: فاصلهٔ لگاریتمی میان غلظت‌ها.

x_1 : لگاریتم غلظتی که ۲۵ درصد تلفات ایجاد کرده است

X6 : لگاریتم غلظتی که ۷۵ درصد تلفات ایجاد کرده است

n : تعداد غلظت‌ها

سایر غلظت‌ها نیز با منظور کردن فاصلهٔ لگاریتمی (d) محاسبه گردید و سپس آنتی‌لگاریتم این اعداد به دست آمده و غلظت‌های اصلی تعیین شد.

زیست سنجی حشره‌کش‌ها روی لارو سن یک بالتوری سبز به روش غوطه وری پوره پسیل پسته در محلول سمی انجام گردید. آزمایش اصلی با استفاده از شش غلظت مختلف بر مبنای فاصله‌ی لگاریتمی انجام گرفت.

پس از تهیه غلظت‌های حشره‌کش‌ها، پوره‌های پسیل پسته (که از باغات پسته جمع‌آوری شده بودند) به روش غوطه وری به مدت ۵ ثانیه در غلظت‌های تهیه شده تیمار گردیدند. پوره‌های مورد استفاده برای تیمار شاهد در آب مقطر غوطه-ور شدند. تعداد ۲۰ عدد لارو سن یک بالتوری سبز در سه تکرار برای هر غلظت به طور جداگانه به داخل پتری دیش-هایی به قطر ۶ سانتی‌متر منتقل و به‌وسیله پوره‌های پسیل پسته تیمار شده با غلظت‌های معینی از هر حشره‌کش مورد تغذیه قرار گرفتند. آزمایشات اصلی در ۳ تکرار و برای هر تکرار از ۱۴۰ لارو سن یک بالتوری سبز استفاده گردید. مرگ و میر لاروها به علت کند اثر بودن حشره‌کش‌های مورد آزمایش پس از گذشت ۷۲ ساعت ثبت گردید.

دراین پژوهش تاثیر زیرکشنده به صورت LC_{25} تعریف گردید. از مقادیر LC_{25} حشره‌کش‌های هگزافلومورون و فلوفنوکسورون برای اندازه‌گیری فراسنجه‌های زیستی استفاده گردید. ابتدا تعداد حدود ۱۴۰ عدد لارو سن یک هم سن بالتوری سبز به طور جداگانه به‌وسیله پوره‌های پسیل پسته که با مقادیر LC_{25} هر یک از حشره‌کش‌ها به روش غوطه-ورسازی تیمار شده بودند، موردتغذیه قرار گرفتند. پس از گذشت ۷۲ ساعت حشرات زنده مانده از هر تیمار جدا گردیده و تا زمان تبدیل شدن به حشرات کامل به صورت انفرادی در داخل پتری دیش‌هایی به قطر ۶ سانتی‌متر نگه‌داری شدند. با توجه به آن که هگزافلومورون و فلوفنوکسورون جز ترکیباتی با تاثیر کند بوده و برای موثر بودن روی آفات و دشمنان طبیعی نیاز به مدت زمان بیشتری دارند به همین خاطر در مطالعه حاضر زمان در معرض قرار گیری، ۷۲ ساعت و به علت گوارشی بودن این ترکیبات روش زیست سنجی به روش گوارشی انجام گردید.

برای اندازه‌گیری باروری حشرات کامل، حشرات نر و ماده ظاهر شده، جمع‌آوری گردید و به صورت یک جفت نر و ماده در داخل استوانه‌های پلاستیکی به ابعاد ۱۵×۷ سانتی‌متر نگه‌داری شد. برای شناسایی جنس نر و ماده انتهای شکم حشره را جدا گردید و در محلول هیپوکلراید سدیم شفاف سازی شد. تعداد تخم‌های گذاشته شده هر ماده تا زمان مرگش و میزان تفریخ تخم‌ها به صورت روزانه شمارش و طول عمر حشرات کامل هم یادداشت گردید. حشرات کامل با غذای مصنوعی متشکل از دو قسمت مخمر و دو قسمت عسل که با آب به صورت خمیر در می‌آیند، تغذیه گردیدند. تمام مراحل آزمایش در داخل اتاقک رشد با شرایط دمایی $26 \pm 1\ ^{\circ}C$، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰٪ و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گردید.

نتایج و بحث

زیست سنجی حشره‌کش‌ها

نتایج حاصل از آزمایش‌های زیست‌سنجی روی لاروهای سن یک بالتوری سبز و تجزیه داده‌های مربوط به آن نشان داد بین حشره‌کش‌های مورد آزمایش اختلاف معنی داری وجود دارد که دلیل این امر می تواند به هم عدم هم پوشانی محدوده اطمینان مقادیر LC_{50} این حشره‌کش‌ها مربوط باشد (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌های مورد آزمایش بر روی لاروهای سن یک بالتوری. میزان LC_{50} نمایانگر سمیت بیشتر ترکیب هگزافلوموورون در مقایسه با فلوفنوکسورون می باشد.

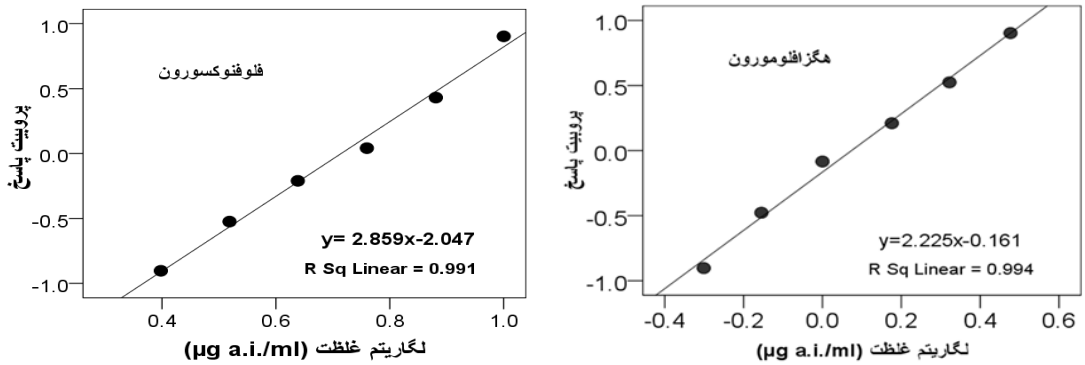
Table.1. The LC50 value represents the more significant toxicity of hexafluoromoron compared to flufenoxuron on *C.carnea* larvae.

حشره کش	تعداد افراد تست شده	(درجه آزادی)$\chi 2$	احتمال	میزان کشندگی ۵۰ درصد (µg a.i./ml)	محدوده اطمینان ۹۵ درصد	شیب خط ± SE
هگزافلوموورون	۳۶۰	(۰/۴۵ ۴)	۰/۹۸	۱/۱۸	۱/۰۲-۱/۳۷	۰/۲۷±۲/۲۲
فلوفنوکسورون	۳۶۰	(۰/۶۱ ۴)	۰/۹۶	۵/۲۰	۴/۶۵-۵/۸۴	۰/۳۶±۲/۸۶

مقایسه اثرات حشره‌کش‌های فلوفنوکسورون و هگزافلوموورون پس از ۷۲ ساعت نشان داد که میزان LC_{50} در حشره-کش هگزافلوموورون (۱/۱۸ میکروگرم بر میلی‌لیتر) کمتر از ترکیب فلوفنوکسورون (۵/۲ میکروگرم بر لیتر) بود که نشان از سمیت بیشتر هگزافلوموورون در مقایسه فلوفنوکسورون بر روی لاروهای سن یک بالتوری سبز داشت (جدول۱). نتایج حاصل از تعیین میزان LC_{50} نشان داد که هر دوی حشره‌کش‌های مورد آزمایش به روش گوارشی بر روی لاروهای سن یک بالتوری سبز موثر هستند. گل محمدی (۱۳۸۷) حساسیت مراحل تخم، لارو سن اول و شفیره بالتوری سبز *C. carnea* را نسبت به حشره‌کش‌های اندوسولفان، ایمیداکلوپرید[1] و ایندوکساکارب[2] در شرایط آزمایشگاهی بررسی کرد. نتایج نشان دادند که مرحله‌ی تخم متحمل‌ترین ولارو سن اول حساس‌ترین مرحله به حشره‌کش‌های مورد آزمایش است. به طور کلی روش گوارشی در مورد ترکیبات بازدارنده کیتین میزان دقیق تری از مرگ و میر و یا اثرات جانبی را نشان می دهد (Karimzadeh, *et al*. 2007; Sohail, *et al*. 2019). با این حال شعبانی و همکاران (۱۳۹۱) اثر عصاره گیاهی استبرق رادر مقایسه با حشره کش های هگزافلوموورون و استامی پراید بر شاخص های زیستی بالتوری سبز را بررسی کردند و گزارش کردند که تیمار هگزافلوموورون به روش گوارشی روی طول دوره مراحل نابالغ بالتوری سبز اثر معنی داری در مقایسه با شاهد نداشت. اختلاف در نتایج این دو پژوهش می تواند مربوط به تفاوت در طول مدت در معرض قرار گیری به حشره کش هگزافلوموورون باشد که در مطالعه حاضر این زمان ۷۲ ساعت بوده ولی در مطالعه شعبانی و همکاران طول مدت زمان در معرض قرار گیری ۴۸ ساعت می باشد. هگزافلوموورون و فلوفنوکسورون جز ترکیباتی با تاثیر کند بوده و برای موثر بودن روی آفات و دشمنان طبیعی نیاز به مدت زمان بیشتری دارند به همین خاطر در مطالعه حاضر زمان در معرض قرار گیری، ۷۲ ساعت و به علت گوارشی بودن این ترکیبات روش زیست سنجی به روش گوارشی انجام گردید.

1- imidacloprid
2- indoxacarb

در مقایسه‌ی شیب خط دز- اثر مربوط به حشره‌کش‌های مورد آزمایش، فلوفنوکسورون بیشترین شیب خط دز- اثر (۲/۸۶) را داشت (جدول ۱ و شکل ۳). بیشتر بودن شیب خط دز- اثر حشره‌کش فلوفنوکسورون بیانگر این است که کمترین افزایش در دز حشره‌کش، سبب مرگ و میر بیشتری در مقایسه با هگزافلوموروون خواهد شد (شکل ۳). این موضوع باید در مدیریت آفات مد نظر قرار گیرد چرا که استفاده‌های مکرر و در دزهای بالاتر جمعیت را تحت فشار قرار داده و احتمال انتخاب افراد مقاوم را افزایش می دهد (Pineda, *et al*. 2009). نتایج نعمت اللهی و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان از تاثیر کم ترکیب هگزافلوموروون بر زنده مانی و تولیدمثل *C.carnea* داشت. با این حال ایران نژاد و همکاران (۲۰۱۲) بیان نمودند که هگزافلوموروون دارای سمیتی متوسط بر روی بالتوری سبز می باشد. همچنین Vasuki (1992) اثر هگزافلوموروون را روی گونه‌های پشه بررسی نمود و گزارش کرد که در معرض قرار گیری مراحل لارو و شفیره پشه‌ها به غلظت‌های زیرکشنده هگزافلوموروون باعث کاهش طول عمر حشرات کامل می‌گردد. تاثیر منفی و کشنده ترکیب هگزافلوموروون روی سایر عوامل مهار زیستی آفات به خصوص کفشدوزکها در نتایج اولساک و همکاران (۱۹۹۴)[1] مشخص است.



شکل۳- خطوط دز- اثر حشره‌کش های مورد آزمایش روی لاروهای سن ۱ بالتوری سبز. شیب خط دز- اثر حشره‌کش فلوفنوکسورون در مقایسه با هگزافلوموروون بالاتر بوده و در نهایت کمترین افزایش در دز فلوفنوکسورون ، سبب مرگ و میر بیشتری در مقایسه با هگزافلوموروون خواهد شد.

Fig. 3. The Probit of Hexaflumuron and Flufenoxuron is shown on the first larval instar of *Crysoperla carnea*. The slope of the dose-effect line of flufenoxuron was higher than hexaflumoron, which indicates that the smallest increase in the dose of Flufenoxuron causes more mortality compared to Hexaflumoron.

اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های فلوفنوکسورون و هگزافلوموروون

نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که غلظت LC_{25} به عنوان معیار زیرکشندگی حشره‌کش‌های مورد آزمایش اثر معنی داری روی پارامترهای طول دوره‌ی مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل دارد. همچنین نتایج حاصل از مقایسه اثرات زیرکشندگی مقادیر LC_{25} فلوفنوکسورون و هگزافلوموروون روی طول دوره‌ی مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل مشخص نمود که طول دوره‌ی مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل در تیمار با فلوفنوکسورون و هگزافلوموروون در مقایسه با شاهد به ترتیب افزایش و کاهش یافته است. مقادیر LC_{25} فلوفنوکسورون و هگزافلوموروون، طول دوره ی مراحل نابالغ بالتوری سبز را به ترتیب ۷/۶ و ۹/۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش و طول عمر حشرات کامل را به ترتیب ۶/۹ و ۱۰/۶ درصد کاهش داده است، اما دامنه تغییرات چندان زیاد نبود (جدول ۲).

[1] Olszak, *et al*. (1994)

جدول۲- اثرات زیرکشندگی مقادیر LC_{25} فلوفنوکسورون و هگزافلوموورون روی طول دوره‌ی مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل

Table. 2. Hexaflumuron and Flufenoxuron's sublethal effects were detected on immatures and *Chrysoperla carnea*'s adult longevity. The sublethal impact is measured as LC25.

حشره‌کش	غلظت (µg a.i./ml)	میانگین طول عمر حشرات کامل ± SE	طول مراحل نابالغ±SE	میانگین کاهش طول عمر حشرات کامل (درصد)	میانگین افزایش طول مراحل نابالغ (درصد)
فلوفنوکسورون	۳/۳	۳۲/۳±۰/۵b	۲۴/۹±۰/۳b	۶/۹	۷/۶
هگزافلوموورون	۰/۶۶	۳۱/۰±۰/۲c	۲۵/۳±۰/۳a	۱۰/۶	۹/۱
شاهد	-	۳۴/۷±۰/۴a	۲۳/۰±۰/۲c	-	-

جدول ۳- اثرات زیرکشندگی مقادیر LC_{25} فلوفنوکسورون و هگزافلوموورون روی باروری و تفریخ تخم‌ها

Table.3. Hexaflumuron and Flufenoxuron's sublethal effects were detected on *Chrysoperla carnea*'s fecundity and egg's hatch. The sublethal impact is measured as LC25.

حشره‌کش	غلظت (µg a.i./ml)	میانگین تخم‌گذاری هر ماده±SE	درصد تفریخ تخم‌ها (%±SE)	میانگین کاهش باروری(درصد)	میانگین کاهش تفریخ تخم-ها(درصد)
فلوفنوکسورون	۳/۳	۳۸۳/۱±۶/۱b	۶۵/۳±۱/۸b	۱۹/۷	۲۱/۷
هگزافلوموورون	۰/۶۶	۳۱۸/۴±۵/۵c	۵۷/۲±۲/۲c	۳۳/۲	۳۱/۴
شاهد	-	۴۷۷/۱±۵/۳a	۸۳/۴±۱/۵a	-	-

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار است (F-LSD, P<0.05)

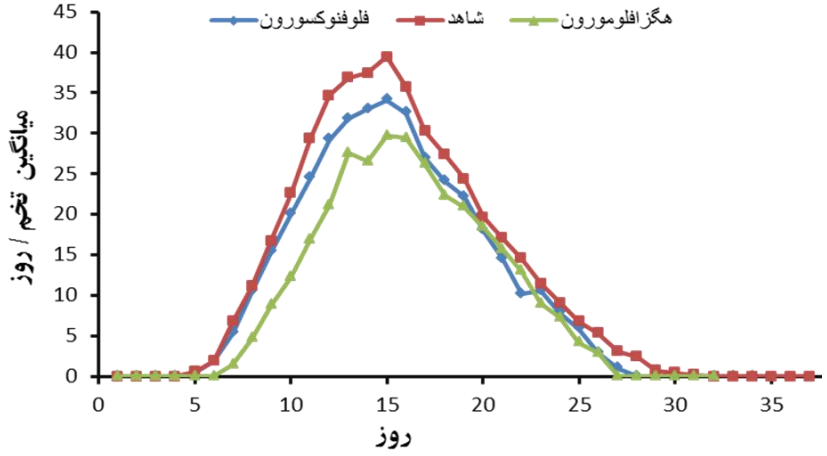
تاثیر LC_{25} بر روی پارامترهای باروری و تفریخ تخم بالتوری سبز نیز معنی دار بوده و ضریب تغییرات نشان داد که این آزمایش دارای دقت قابل قبولی می‌باشد. با مشاهده اثرات زیرکشنده مقادیر LC_{25} فلوفنوکسورون و هگزافلوموورون روی باروری و تفریخ تخمها مشخص گردید میزان باروری بالتوری سبز در اثر تیمار با فلوفنوکسورون و هگزافلوموورون، به ترتیب ۲۱/۷ و ۳۱/۴ درصد در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که بین تیمار هگزافلوموورون و فلوفنوکسورون در مقادیر باروری و تفریخ تخم بالتوری سبز اختلاف معنی‌داری وجود دارد. هگزافلوموورون مقادیر باروری و تفریخ تخم بالتوری سبز را به ترتیب ۱۶/۳ و ۱۲/۴ درصد در مقایسه با فلوفنوکسورون بیشتر کاهش داد. Liu و Chen در سال ۲۰۰۲ تأثیر پایری‌پروکسی‌فن[1] را در سه غلظت روی بقا و رشد تمام مراحل نابالغ *Chrysoperla rufilabris* در

1- pyriproxyfen

شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. میزان بقای تخم‌ها، لاروهای سن اول و سوم تیمار شده به وسیله این حشره‌کش بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد اما این حشره‌کش روی شفیره و لارو سن دوم تأثیر معنی‌داری نداشت.

تاثیر ترکیبات فلوفنوکسورون و هگزافلومورون بر میزان تخمگذاری حشرات ماده *C.carnea*

میانگین تخم‌گذاری حشرات ماده *C.carnea* در طول ۳۵ روز نشان داد که میزان تخمگذاری در تیمار شاهد بیش از دو حشره کش مورد آزمایش بوده و همچنین میزان تخمگذاری حشرات ماده *C.carnea* در تماس با حشره کش فلوفنوکسورون بیش از هگزافلومورون می باشد (شکل ۴). البته پس از روز بیستم روند کاهش تخمگذاری در هردو حشره کش و تیمار شاهد تقریباً ثابت بود. در مجموع حشره‌کش‌های فلوفنوکسورون و هگزافلومورون طول عمر حشرات کامل، میزان باروری و میزان تفریخ تخم‌های بالتوری سبز را در مقایسه با شاهد، به طور معنی‌داری کاهش و طول دوره‌ی مراحل نابالغ را افزایش دادند. با توجه به نمودار شکل۴ به نظر می رسد حشره کش های مورد آزمایش در زمان تخمگذاری حشرات ماده *C.carnea* چندان تاثیری نداشته اند و این تاثیر بر روی تخمگذاری بیشتر به صورت کمی بوده است.



شکل ۴ – میزان تخم‌ریزی حشرات کامل بالتوری سبز در روزهای مختلف نشان می دهد که این میزان در تیمار هگزافلومورون در مقایسه با فلوفنوکسورون با روند کاهشی بیشتری روبرو است.

Fig.4. The oviposition rate of *C.carnea*'s adults on different days shows that this rate is reduced in hexaflumoron compared to flufenoxuron.

بر اساس نتایج استارک و وینرگن (۱۹۹۵)[1] دزهای زیرکشنده ترکیبات دیر–اثر بر روی حشرات اگرچه تاثیری مرگ آفرین ندارند، اما در اکثر موارد می‌توانند بر پارامترهای جدول زندگی و باروری دشمنان طبیعی تاثیرگذار باشند. اگرچه اساس ارزیابی اثرات آفت‌کش‌ها روی بندپایان بر پایه میزان مرگ و میر آن‌ها استوار است اما امروزه مشخص شده است که اثرات زیرکشنده این ترکیبات می‌تواند روی فیزیولوژی و رفتار حشرات آفت و دشمنان طبیعی آن‌ها تاثیر بگذارد که این مقوله به نوبه خود مسئله‌ی مهمی در مدیریت و برنامه ریزی کنترل آفات مختلف توسط دشمنان طبیعی می باشد(Johnson and Tabashnik., 1999). این رهیافت در مورد ترکیبات بازدارنده سنتز کیتین شکل جدی تری به خود گرفته است (Suárez-López,*et al.* 2020). البته باید توجه داشت که مهارکننده های سنتز کیتین در مقایسه با سایر

[1] Stark and Wennergren (1995)

ترکیبات حشره کش مرگ و میر کمتری را بر روی *C.carnea* ایجاد نموده اند (Chen and Liu, 2002; Sohail,*et al*. 2019; Suárez-López,*et al*. 2020). نتایج اونو و همکاران (۲۰۱۶)[1] حاکی از آن بود که مهارکننده های رشد نظیر پیریپیروکسی فن به عنوان ترکیبات دیر اثر مولفه هایی نظیر زادآوری بالقوه[2] و دوره رشد[3] را تحت الشعاع خود قرار می دهند. در حالیکه همین ترکیبات در تحقیقات سهیل و همکاران (۲۰۱۹)[4] جزو ترکیبات با خطر کمتر بر روی مراحل لاروی *C.carnea* تشخیص داده شدند. در نهایت مشخص شد که احتمالا عملیات رهاسازی بالتوری اگر همراه با استفاده از ترکیبات دی فلوبنزورون و لوفنرون باشد، می تواند بر روی پروژه های کنترل تلفیقی آفات که در آن از بالتوری سبز استفاده می شود، تاثیر منفی بگذارد. بررسی آفت‌کش‌ها در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد که سموم مورد مطالعه می‌توانند باعث طولانی تر شدن مراحل زیستی حشره گردند که در اصطلاح به این حالت هورمولیگوزیس[5] گفته می‌شود (van Emden, 2002) و شاید این پدیده بتواند میزان تغذیه بالتوری سبز را از آفات مورد نظر افزایش دهد. با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر پیشنهاد می گردد که رها سازی بالتوری سبز در مزرعه و علیه آفات زمانی انجام شود که از آفت‌کش‌ها استفاده نشده و یا مدت زمان لازم جهت دفع آن‌ها از محیط سپری شده باشد. چرا که آفت‌کش‌ها می‌توانند بر پارامترهای زیستی از جمله باروری، طول عمر و مدت زمان باقی ماندن حشره در هر مرحله از سیکل زندگی آن تاثیرگذار باشند. لذا در صورت ضرورت استفاده از آفت‌کش‌ها بهتر است این کار زمانی صورت پذیرد که دشمنان طبیعی از قبیل بالتوری سبز در مرحله‌ای از سیکل زندگی باشد که تحمل بیشتری در برابر آفت‌کش‌ها داشته باشد. در نهایت می توان چنین برداشت نمود که اگرچه هر دو ترکیب فلوفنوکسورون و هگزافلومورون دارای تاثیر معنی داری بر روی لاروهای سنین یک و میزان تخمگذاری بالتوری سبز داشته و همچنین غلظت LC_{25} حشره کش های مورد آزمایش اثر معنی داری روی پارامترهای طول دوره‌ی مراحل نابالغ و طول عمر حشرات کامل دارد، اما با توجه به اینکه این نوع تاثیر به مرور زمان ایجاد می شود لذا به نظر می رسد ترکیبات فلوفنوکسورون و هگزافلومورون می توانند به همراه بالتوری سبز در کنترل بهینه آفات هدف در سیستم های مدیریتی آفات نقش آفرینی کنند. با توجه به تاثیر کمتر ترکیب فلوفنوکسورون نسبت به هگزافلومورون بر روی برخی پارامترهای زیستی*C.carnea* ، استفاده از ترکیب فلوفنوکسورون در مقایسه با هگزافلومورون در مدیریت تلفیقی آفات بیشتر توصیه می گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد و گروه حشره شناسی دانشگاه زابل برای اختصاص برخی بودجه های پژوهش و قراردادن امکانات پرورش حشرات قدردانی می گردد.

Referrences

Ahmad, S., Zia, K. and Rehman Shah, N. 2004. Validation of chemical control of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* with new insecticide. *International Journal of Agriculture and Biology*. 6(6): 978-980.

Alan, J.D. and Daniel, R.E. 1982. Life table evaluation of chronic exposure of *Eurytemora affinis* (Copepoda) to kepone. *Journal of Marine Biology*. 66: 179-184.

[1] Ono, *et al*. (2016)
[2] Fecundity
[3] Longevity
[4] Sohail, *et al*. (2019)
[5] Hormoligosis

Alford, A.R. and Holmes, J.A. 1986. Sublethal effects of carbaryl, aminocarb, fenitrothion, and *Bacillus thuringiensis* on the development and fecundity of the spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*. 97: 31-34.

Bigler, F. and Waldburger, M. 1994. Effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* (steph). (Neuroptera: Chrysopidae) in the laboratory and semi- field. *Pesticide and Benefical Organisms.* 17(10): 55-71.

Buyukguzel, K. 2006. Malathion-induced oxidative stress in a parasitoid wasp: effect on adult emergence, longevity, fecundity, oxidative and antioxidative response of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Economic Entomology*. 99: 1225-1234.

Canard, M. and Dueli, P.G. 1984. Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: Canard, M., Semeria, Y., New, T.R. (eds.).1984 .*Biology of Chrysopidae . Ser Entomol . W.Junk Pablisher, the Hauge.* pp. 92-100.

Canard, M., Semeria, Y., and New, T.R. 1984. Biology of Chrysopidae. *Dr. W. junk Publishers*. 293 p.

Chen, T.Y. and Liu, T.X. 2002. Susceptibility of immature stages of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) to pyriproxyfen, a juvenile hormone analog. *Journal of Applied Entomology*. 126: 125–129.

Croft, B.A. 1990. Arthroptera biological control agents and pesticides. *Wiley, New York*. 723pp.

Costa, D.B., Souza, B.,Carvalho, A.G. and Carvalho, C. 2003. Residual action of insecticides to larvae of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) under greenhouse conditions. *Ciencia agrotecnologia*. 27: 835-839.

Desneux, N., Denoyelle, R. and Kaiser, L. 2006. A multi- step bioassay to assess the effect of the deltamethrin on the parasitic wasps, *Aphidius ervi*.*Chemosphere*. 62: 1697-1706.

Ergin, E., Er, A., Uckan, F. and Rivers D.B. 2007. Effect of Cypermethrin Exposed Hosts on Egg-Adult Development Time, Number offspring, Sex Ratio, Longevity, and Size *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae). *Belgian Journal of Zoology*. 137(1): 27-31.

Galvan, T.L., Koch, R.L. and Hutchison, W.D. 2005. Effects of spinosad and indoxacarb on survival, development, and reproduction of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Biological Control*. 34:108–114.

Golmohammadi, G.H., Hejazi, M., Iranipour, Sh. and Mohammadi, S.A. 2009. Lethal and sublethal effects of endosulfan, imidacloprid and indoxacarb on first instar larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 28(2): 37-47.

Golmohammadi, G.H. and Hejazi, M. 2014.Toxicity and side effects of three insecticides on adult *Chrysoperla carnea* (Neu.Chrysopidae) under laboratory conditions.Journal of Entomological society of Iran. 33(4): 23-28.

Iran-nezhad, M.K., Samie, M.A, Talebi, K. and Alizadeh, A. 2012. Effect of some Pesticide and Botanical extract on functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on *Agonoscena pistaciae'*s dencities. *Plant Conservation Journal*.[In Persian]. 26(3): 316-326.

Johnson, M.W., Tabashnik, B.E. 1999. Enhanced biological control through pesticide selectivity. **In: Bellows, T.S., Fisher, T.W., Caltagirone, L.E., Dahlsten, D.L., Huffaker, C., Gordh, G.** (Eds.), *Handbook of Biological Control*. Academic Press, San Diego, CA. pp. 297–317.

Karimzadeh, R., Hejazi, M.J., RahimzadehKhoei, F. and Moghaddam, M. 2007. Laboratory evaluation of five chitin synthesis inhibitors against the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Journal of Insect Science*. 7: 1-6.

Kazmirowa, M. and J. Ortel. 2000. Metal accumulation by *Ceratitis capitata* (Diptera) and transfer to the parasitic wasp *Coptera occidentalis* (Hymenoptera). *Environmental Toxicology and Chemistry*. 7: 1824-1830.

Khuhro, N.H., Chen, H., Zhang, Y., Zhang, L., and Wang, M. 2012. Effect of different prey species on the life history parameters of *Chrysoperla sinica* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Entomology*. 109: 175-180.

Nematollahi, B., Gheibi, M., Hesami, S. and Hassani, M. 2022. The side effects of two insecticide, flupyradifurone and hexaflumuron on the biological parameters of the *Chrysoperla*

carnea (Stephens) feeding on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer. *Applied Entomology and Phytopathology*. .[In Persian].90(1).99-113.

Olszak, R.W., Pawlik, B. and Zajac, R.Z. 1994. The influence of some insect growth regulators on mortality and fecundity of the *aphidophagous coccinellids, Adalia bipunctata* and *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology.* 117: 58–63.

Ono, É.K., Zanardi, O.Z., Aguiar Santos, K.F. and Yamamoto, P.T. 2016. Susceptibility of *Ceraeochrysa cubana* larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides. *Chemosphere*. 168: 49-57.

Pineda, S., Martinez, A.M., Figueroa, J.I., Schneider, M.I., Estal, P.D. 2009. Influence of Azadirachtin and Methoxyfenozide on life parameters of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*. 102(4): 1490-1496.

Rezaei, M., Talebi, K., Naveh, V.H. and Kavousi, A. 2007. Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table assays. *Journal of Biological Control.* 58: 385-398.

Saber, M. 2011. Acute and population level toxicity of imidacloprid and fenpyroximate on an important egg parasitoid, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ecotoxicology*. 20(6): 1476-1484.

Shabani, Z, Samei, M.A.,Talebi-Jahromi, K., Mirzaee, F, and Bayat-Asadi, H. (2012). Effect of *Calotropis procera* extract in compare of Hexaflumorun and Stami pride on biological parameters of *Chrysoperla carnea*. *Proceedings of 20th of Iranian plant protection congress*. Shiraz University 2012. [In Persian]. P. 315.

Sohail, M., Khan, S.S. and Muhammad, R. 2019. Impact of insect growth regulators on biology and behavior of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Ecotoxicology 28, 1115–1125.

Stapel, J.O, Cortesero, A.M. and Lewis, W.J. 2000. Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: altered foraging ability and span of a parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. *Journal of Biological control.* 17:243-249.

Stark, J.D. and Wennergren, U. 1995. Can population effects of pesticides be predicted from demographic toxicological studies?. *Journal of Economic Entomology*, 88(5): 1069-1089.

Suárez-López,Y.A. Hatem, A.E. Aldebis, H.K. and Vargas-Osuna, E. 2020. Lethal and sublethal effects of lufenuron on the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Crop Protection*. 135: 250-256.

Talebi-Jahromi, K. 2004. Pesticides Toxicology. Tehran University press.[In Persian]. 492pp.

Thomson, L.J. and Hoffmann A.A. 2006. Field validation of laboratory-derived IOBC toxicity ratings for natural enemies in commercial vineyards. *Journal of Biological Control*. 39: 507-515.

Uckan, F., Hepcorman Sengul, S., Sak, O. and Korkmaz, M. 2007. Effects of 5-aza-2-deoxycytidine on biological parameters of larval endoparasitoid *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae) and on its host *Achoria grisella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 100: 265-269.

van Emden H.F. 2002. Conservation biological control: from theory to practice. InProceedings of the International Symposium on Biological Control of Arthropods 2002 Jan 14 (pp. 14-18).

Vasuki, V. 1992. Adult longevity of certain mosquito species after larval and pupal exposure to sublethal concentration of an insect growth regulator, hexaflumuron.*The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Pablic Health*. 23(1): 121-124.

Wright, D.J. and Verkert, R.H.J. 1995. Integration of chemical and biological control systems for arthropods; evaluation in a multitrophic context. *Pesticide Science.* 44: 207–218.

Xu, Y.Y., Liu, T.X., Leibee, G.L. and Jones, W.A. 2004. Effects of selected insecticides on *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Biocontrol Science and Technology*. 14: 713–723.

IAU Journal of Entomological Research

Volume 14, Issue 4, pages: 314-327

Islamic Azad University, Arak Branch
ISSN 2008-4668
http://jer.iau-arak.ac.ir

Investigating the lethal and sublethal effects of Hexaflumoron and Flufenoxuron on some biological parameters of *chrysoperla carnea* Stephens. (Neuroptera:Crysopidae).

H. Mirzahashemi-Davoudabadi[1], M. Dehghani-Zahedani[2*], S. Ravan[3], A. Khani[4]

1- Department of Plant Protection, College of Agriculture, Zabul University, Zabul, Iran
2- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
3- Associate Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Zabul University, Zabul, Iran
4- Associate Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Zabul University, Zabul, Iran

Abstract

The common green lacewing *Chrysoperla carnea* Stephens. is one of the critical natural enemies of pistachio psyllid *Agonoscena pistaciae* Burkhardt and Lauterer. in pistachio orchards of the Kerman province of Iran. Considering the economic importance of the pistachio psyllid, knowledge of the interactions between the pesticides used and biological pest control agents in the case of pistachio psyllid is necessary to implement IPM programs. In this research, the effects of some Hexaflumoron and Flufenoxuron insecticides were investigated on some biological parameters of *C.carnea* in the laboratory and the growth chamber with temperature conditions of 26±1C°, Relative humidity of 70±5 and photoperiod 16 hours of light and eight the hour of darkness. The estimated LC_{50} values for Hexaflumoron and Flufenoxuron on first-instar larvae of the *C.carnea* were 1.8 µg/ml and 5.2 µg/ml, respectively. LC_{25}, as a measure of sub-lethal effects for hexaflumoron and flufenoxuron was estimated as 0.66 µg/ml and 3.3 µg/ml, respectively. According to the analysis of variance, the duration of immature stages and the lifespan of adults in the treatment with Flufenoxuron and Hexaflumoron significantly increased and decreased at 1% compared to the control. Concerning the sublethal effects of Flufenoxuron and Hexaflumoron, the duration of the immature stages of *C.carnea* increased by 7.6 and 9.1%, respectively, compared to the control, and the lifespan of adult insects decreased by 6.9% and 10.6% respectively. No significant difference was detected between Flufenoxuron and Hexaflumoron in terms of the immature and adult lifespans. The LC_{25} values of Flufenoxuron and Hexaflumoron reduced the fertility of *C.carnea* by 19.7% and 33.2%, respectively. Also, the hatching rate of *C.carnea* eggs in contact with Flufenoxuron and Hexaflumoron decreased by 21.7% and 31.4%, respectively. Due to Flufenoxuron's lower effect than Hexaflumoron on some biological parameters of *C.carnea*, using Flufenoxuron is more recommended according to the integrated management of *A.pistaciae*.

Keywords: Green lacewing, Hexaflumuron, Flufenoxuron, Sublethal dose, Demographic Toxicology.

* Corresponding Author, E-mail*: dehghanizahedani@gmail.com*
Received: 28 Dec. 2022 – Accepted: 3 Mar. 2023