نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۷۰-۱۵۹

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, P. 159-170

اثر غلظت‌های کشنده و زیرکشنده سه حشره‌کش روی برخی فرآسنجه‌های رشدی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* به روش تماسی و میزبان مسموم

مژگان رضایی[۱]- شهرام حسامی[۲*]- مهدی غیبی[۳]- هادی زهدی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۳۰

چکیده

تعیین اثرات غلظت‌های کشنده و زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌ها بر فرآسنجه‌های رشدی دشمنان طبیعی زنده مانده یکی از نیازهای تحقیقاتی در برنامه های مدیریت آفات می‌باشد. هرچه این اثرات کمتر باشد حشره‌کش انتخابی‌تر عمل کرده و در برنامه کنترل آفات از جایگاه بهتری برخوردار می‌باشد. زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say به‌عنوان یک دشمن طبیعی مؤثر نیز از این قاعده مستثنی نیست. در این تحقیق اثر کشنده و زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌های رایج آبامکتین® و پروتئوس® و سیرینول® به دو روش تماسی و میزبان مسموم بر خصوصیات رشدی این زنبور بررسی گردید. آزمایش‌های زیست‌سنجی در شرایط آزمایشگاهی (دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و روشنایی L۱۶:D۸) در پنج تکرار و هر تکرار با ۳۰ زنبور در روش تماسی و هر تکرار با ۱۵ لارو میزبان آزمایشگاهی (شب‌پره آرد، *Ephestia kuhniella* Zeller) در روش میزبان مسموم انجام شد. غلظت کشنده این تیمارها در روش تماسی روی این زنبور پارازیتوئید به ترتیب ۱/۳۸، ۰/۰۳۷ و ۶/۶۲۱ میلی‌لیتر بر لیتر و روی لارو میزبان آزمایشگاهی برای این زنبور به ترتیب ۰/۴۹۰، ۲/۱۵۵ و ۰/۱۳۸ میلی‌لیتر بر لیتر بدست آمد. نتایج نشان داد که بیشترین کل طول دوره‌ی رشدی این زنبور پس از تیمار شاهد (۰/۷۹± ۲۵/۹۵ روز) مربوط به تیمار سیرینول در روش میزبان مسموم با غلظت زیرکشنده (۰/۸۶ ± ۲۳/۴۲ روز) بود. بیشترین طول عمر حشرات ماده زنبور مربوط به تیمار سیرینول در کاربرد غلظت زیرکشنده به صورت تماسی (۰/۱۷ ±۳۰/۳۱ روز) و بیشترین طول عمر حشرات نر مربوط به کاربرد تیمار سیرینول در غلظت زیرکشنده در روش میزبان مسموم (۰/۱۵± ۲۲/۰۲ روز) بود. بیشترین میزان تخم گذاشته‌شده در تیمار سیرینول در غلظت زیرکشنده به صورت کاربرد تماسی (۱/۴۸ ± ۱۷۷/۰۱ عدد) مشاهده شد. نتایج نشان داد که تیمار سیرینول به صورت کاربرد تماسی کمترین اثر سوء را روی زنبور پارازیتوئید داشت.

واژه‌های کلیدی: آبامکتین، پروتئوس، سیرینول، زیست‌سنجی، کنترل بیولوژیک

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت موجب نیاز غذایی شدید گردیده که سبب شده انسان در جهت تولید بیشتر محصولات کشاورزی اقدام نماید. با ظهور سموم شیمیایی مختلف و تولید و عرضه آن‌ها و تشویق کشاورزان به استفاده بیش از حد سموم، تأثیر سریع سموم در کنترل آفات و مصرف آسان، روزبه‌روز بر وسعت سم‌پاشی علیه آفات گیاهی افزوده شده است. ولی در مدت زمان کوتاهی اثرات سوء مخرب آفت کش‌ها بر محیط‌زیست و آثار سوءمصرف آن‌ها بر روی انسان و سایر جانداران آشکار شد. با گسترش مبارزه بیولوژیکی و بکارگیری روش‌های غیرشیمیایی در مبارزه با آفات، دوران مدیریت تلفیقی آفات آغاز شد. زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* علیه لارو بالپولکداران کاربرد وسیعی پیدا کرده است. این زنبور با حمله به مرحله لاروی میزبان‌های خود، از ادامه تغذیه و ایجاد خسارت جلوگیری می‌کند، در عین حال مراحل رشد و نمو را سریع طی می‌کند و نرخ پارازیتیسم بالایی دارد. با توجه به اهمیت زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در کنترل بیولوژیک، اخیراً مطالعات مختلفی در بررسی فرآسنجه‌های رشدی آن انجام شده است و از میان مطالعات صورت گرفته می‌توان به بررسی‌های امیرمعافی و چی (۲) اشاره نمود. با توجه به استفاده‌ی زیاد از سموم شیمیایی در کنترل لاروهای بالپولکداران آفت که میزبان اصلی این زنبور می‌باشند، تعیین اثرات جانبی این سموم بر روی فرآسنجه‌های

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادیاران حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: hesami@iaushiraz.ac.ir)
۴- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v33i2.77262

رشدی زنبورهای زنده مانده، لازم به نظر می رسد تا بر اساس این نتایج در انتخاب سموم دقت لازم به عمل آید. رفیعی دستجردی (۱۶) اثرات کشندگی و زیرکشندگی آفت‌کش‌های تیودیکارب، پروفنوفوس، اسپینوساد و هگزافلوموران را بر زنبور *H. hebetor* بررسی نموده و مشخص کرد که آفت‌کش‌های فوق سبب تأثیر سوء روی زادآوری و نسبت جنسی زنبور داشتند، اما طول عمر زنبور بوسیله این آفت‌کش‌ها تحت تأثیر قرار نگرفت. سرمدی (۱۹) مشخص کرد که در مرحله شفیرگی زنبور *H. hebetor* دو آفت‌کش ایندوکساکارب و ایمیداکلوپرید با غلظت توصیه‌شده مزرعه‌ای مرگ‌ومیری روی این زنبور نداشته و آفت‌کش دلتامترین را کم‌ضرر معرفی کرد. همچنین مشخص نمود که آفت‌کش دلتامترین دارای بیشترین اثر سوء بر فرآسنجه‌های جمعیت زنبور *H. hebetor* بوده است. گروش (۱۳) کاهش باروری روزانه زنبور *H. hebetor* که با سم کاربارایل تیمار شده بودند را نتیجه تغییرات فیزیولوژیک در سیستم تولیدمثل دانسته است. عابدی و همکاران (۱) در بررسی اثر کشنده و زیر کشنده‌ی حشره‌کش‌های آزادیراختین و سایپرمترین روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* مشاهده کردند سایپرمترین سمیت حادتری روی مراحل لاروی و بلوغ این زنبور نسبت به آزادیراختین دارد. همچنین مهدوی و همکاران (۱۴) در بررسی اثر کشندگی و دموگرافی حشره‌کش‌های کلروپیریفوس و اسپینوزاد روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* سازگاری نسبی بین استفاده از اسپینوزاد و این زنبور را مشاهده کردند. در تحقیق حاضر از حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول استفاده شد و اثرات جانبی آن‌ها روی این زنبور مفید به صورت کاربرد مستقیم (تماسی) و غیر مستقیم (میزبان مسموم) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

سموم مورد آزمایش

– آبامکتین® (1.8٪ EC): حشره‌کش و کنه‌کش با اثر تماسی و فعالیت سیستمیک محدود از گروه Avermectin می‌باشد. این محصول از شرکت تولیدات پاک سم ایرانیان تهیه گردید.

– پروتئوس® (تیاکلوپراید+دلتامترین 11٪ OD): حشره‌کشی تماسی و سیستمیک از گروه کلرونیکونیتیل و پیرتروئید است. این محصول شرکت بایر آلمان می‌باشد.

– سیرینول® (سیرینول): حشره‌کش تماسی حاوی عصاره‌ی روغنی سیر که توسط شرکت کیمیا سبزآور عرضه می‌گردد و با فرمولاسیون مایع غلیظ امولسیون شونده می‌باشد.

پرورش بید آرد *Ephestia kuehniella* (Lep., Pyralidae) Zeller

به‌منظور پرورش بید آرد، در ظروف پلاستیکی به ابعاد ۵/۵× ۱۵/۵۵×۲۵ سانتی‌متر مقدار ۵۰۰ گرم آرد گندم سبوس‌دار به همراه ۱۵ گرم مخمر آرد گذاشته شد و سپس ۰/۱ گرم از تخم بید آرد به صورت یکنواخت روی آن پخش شد. این ظروف در دمای ثابت ۲۵±۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰±۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ به مدت ۳۰ تا ۳۵ روز تا زمان ظهور حشرات کامل نگهداری شدند. سپس شب‌پره‌های بالغ به کمک دستگاه آسپیراتور از ظرف‌ها جمع‌آوری و به‌منظور تخم‌ریزی به قیف‌هایی بافاصله‌ای در حدود سه سانتی‌متر بالاتر از مقواهای تیره‌رنگ منتقل شدند و به صورت روزانه تخم‌های ریخته شده توسط این شب‌پرها جمع‌آوری و برای آلوده سازی آرد مجدداً مورد استفاده قرار گرفتند (۱۵).

جمع‌آوری و پرورش زنبور *Habrobracon hebetor*

حشرات کامل زنبور *H. hebetor* از انبارهای آلوده خرما به آفت شب‌پره هندی در شهرستان شهداد کرمان جمع‌آوری گردید و پس از شناسایی در مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان، برای پرورش زنبور پارازیتوئید از لیوان‌های یک‌بارمصرف پلاستیکی استفاده گردید. ابتدا در هر لیوان تعداد ۱۰–۱۲ لارو سن چهارم بید آرد قرار داده شد و چهار جفت زنبور نر و ماده به آن اضافه گردید. برای تغذیه زنبورها از پنبه حاوی آب عسل ۱۰ درصد در کنار دیواره‌ی هر لیوان استفاده شد. پس از ۲۴ ساعت زنبورها بوسیله اسپیراتور از ظرف خارج‌شده و به ظرف جدید منتقل گردیدند. ظروف در دمای ۲۵±۲ سلسیوس و رطوبت ۶۰±۵ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ تا ظهور حشرات کامل نگهداری شدند (۱۵).

زیست‌سنجی زنبور *H. hebetor* به روش تماسی

در این مرحله از پتری‌دیش‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر که درب آن‌ها به قطر دو سانتی‌متر بریده و با توری پوشیده شده بود استفاده شد. کف پتری‌دیش‌ها با کاغذ صافی مفروش گردید. ابتدا با یک پیش آزمایش زیست‌سنجی غلظت‌هایی که باعث مرگ‌ومیر ۲۵ تا ۷۵ ٪ جمعیت شدند، مشخص شد. غلظتی که حدود ۲۵ درصد تلفات ایجاد کرد به‌عنوان پایین‌ترین و غلظتی که حدود ۷۵ درصد تلفات را ایجاد کرد به‌عنوان بالاترین غلظت مؤثر برای انجام آزمایش‌های اصلی انتخاب شد (۱۷). غلظت‌های استفاده‌شده در آزمایش تماسی عبارت بودند از : آبامکتین (۰/۰۳۸، ۰/۱۰۲، ۰/۲۶۹، ۰/۹۵۴، ۱/۰۹۶ و ۲ میلی‌لیتر بر لیتر) ، پروتئوس (۰/۰۰۳، ۰/۰۱۳، ۰/۰۵۲، ۰/۱۶۵، ۰/۲ و ۰/۵ میلی‌لیتر بر لیتر) و سیرینول (۱، ۲/۰۸۹، ۳/۰۹۰، ۴/۵۷۰، ۶/۷۶۰ و ۱۰ میلی‌لیتر بر لیتر) . ۳۰ عدد زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* که ۲۴ ساعت از عمر آن‌ها گذشته بود درون هر پتری دیش آغشته به غلظت‌های مختلف سموم قرار داده شد این

پتری‌ها به اتاق رشد منتقل‌شده و پس از ۲۴ ساعت تعداد حشرات زنده و مرده شمارش شد (۱۵). برای هر غلظت پنج تکرار انجام شد. در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزار Probit Analysis-MSChart محاسبه غلظت کشنده و زیرکشنده و تجزیه داده‌ها انجام شد (۵).

زیست‌سنجی لارو شب‌پره بید آرد

لارو شب‌پره بید آرد به‌عنوان میزبان زنبور با تیمارهای مختلف سموم فوق آلوده و غلظت کشنده برای آن‌ها تعیین شد. غلظت‌های استفاده شده در آزمایش تماسی عبارت بودند از: آبامکتین (۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۸ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر)، پروتئوس (۰/۱۳، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۸ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر) و سیرینول (۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۱۲۵، ۰/۲۱۱ و ۱ میلی‌لیتر بر لیتر). آزمایش زیست‌سنجی روی لاروهای میزبان درون لیوان‌های یک‌بارمصرف (۸×۴/۵ سانتی‌متر) انجام شد. ۱۰ گرم آرد گندم سبوس‌دار درون هر لیوان ریخته و مقدار ۳/۵ سی‌سی از غلظت‌های مختلف هر حشره‌کش به‌صورت یکنواخت روی آرد اسپری شد و مخلوط گردید. در هر ظرف ۱۵ لارو سن دوم بید آرد وارد شد (۹). این کار در پنج تکرار انجام شد. پس از ۷۲ ساعت تعداد لاروهای زنده و مرده شمارش شد و با نرم‌افزار Probit Analysis-MSChart غلظت‌های کشنده و زیر کشنده تعیین گردید (۵). HQ (Hazard Quotient: مقایسه‌ی نسبت انتخابی یک حشره‌کش بوسیله‌ی ضریب خطر) از تقسیم میزان توصیه شده برای کاربرد یک سم (برحسب گرم بر هکتار یا لیتر بر هکتار) بر میزان سمیت سم بر موجود هدف که با LC_{50} مشخص می‌شود تعیین گردید. اگر نسبت HQ از یک بیشتر باشد (HQ>1) نشان‌دهنده‌ی این است که این سم برای موجود هدف سمیت بالایی دارد و خطرناک است حتی ممکن است ۵۰٪ از موجودات هدف را از بین ببرد (۳).

تأثیر غلظت کشنده و زیرکشنده سموم روی فرآسنجه‌های رشدی به روش تماسی

در این مطالعه اثرات غلظت‌های کشنده و زیر کشنده حشره‌کش‌ها روی فرآسنجه‌های زیستی پارازیتوئید *H. hebetor* مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تمامی سطوح درونی لیوان یک‌بار مصرف (۸×۴/۵ سانتی‌متر) با دو سی‌سی از غلظت‌های کشنده و زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌ها آغشته گردید و پس از خشک شدن، درون هر لیوان ۱۵ جفت زنبور نر و ماده یک‌روزه رهاسازی شد و آب به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. به‌منظور تغذیه زنبورها روی سطح کناری هر لیوان پنبه‌ی آغشته به آب عسل ۱۰٪ تعبیه گردید. لیوان‌ها به اتاقک رشد (دمای۲±۲۵درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت روشنایی) منتقل شدند. بعد از ۲۴ ساعت از بین زنبورهای زنده مانده، یک جفت زنبور پارازیتوئید نر و ماده انتخاب و به همراه چهار عدد لارو سن آخر بید آرد به درون لیوان‌های یک‌بارمصرف جدید حاوی پنبه آغشته به آب و عسل منتقل شدند. درب لیوان‌ها با توری بسته شد. این لیوان‌ها با لیوان‌های حاوی لارو سالم روزانه تعویض شده و لاروهای هر لیوان به‌صورت مجزا نگهداری می‌شدند. این عمل تا پایان عمر زنبور ماده ادامه یافت. میزان تخم‌ریزی زنبورها به‌صورت روزانه تا پایان عمر آن‌ها شمارش و ثبت گردید. این آزمایش برای هر تیمار در ۱۵ تکرار که هر تکرار حاوی یک جفت زنبور نر و ماده بود انجام شد. در طول آزمایش تمام مراحل تخم، لارو، شفیرگی و حشره کامل هر ظرف به‌طور روزانه مورد بررسی و طول مدت هر مرحله رشدی، تلفات مراحل مختلف، زمان ظهور حشرات کامل و جنسیت آن‌ها ثبت گردید (۱۵). تجزیه داده ها با نرم‌افزار SPSS و تجزیه آماری ANOVA مورد ارزیابی قرار گرفتند.

تأثیر غلظت کشنده سموم روی فرآسنجه‌های رشدی به روش میزبان مسموم

جهت انجام این آزمایش ابتدا درون هر لیوان میزبان آلوده شده با هر یک از سموم با غلظت کشنده قرار داده شد و در هر ظرف ۱۵ لارو سن دوم بید آرد قرار داده شد. پس از ۷۲ ساعت لاروهای زنده مانده مربوط به هر تیمار به لیوان‌های تازه با آرد سالم منتقل شدند و به مدت ۲۴ ساعت در مجاورت زنبور ماده جفت‌گیری کرده قرار داده شدند. پس از اطمینان از تخم‌گذاری زنبور روی لاروهای شب‌پره بید آرد، لاروها به صورت تکی به پتری سالم منتقل و روزانه مراحل زندگی زنبور (تخم، لارو، شفیره و حشره کامل) بررسی و ثبت شد (۸). این آزمایش در پنج تکرار برای هر تیمار انجام شد. داده‌های مربوط به هر دو روش آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Two Sex Life Table (v:2015.002) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (۴ و ۶). فرآسنجه های مختلفی شامل نسبت بقاء مراحل مختلف رشدی، طول دوره‌های زیستی (Longevity) مراحل مختلف رشدی، طول دوره‌های تخم‌ریزی زنبور، طول دوره‌ی زندگی حشرات نر و ماده ، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی زنبور *H. hebetor* با دز کشنده و زیرکشنده در روش تماسی و میزبان مسموم بررسی شدند.

نتایج

زیست‌سنجی: نتایج آزمایش‌های مربوط به زیست‌سنجی زنبور پارازیتوئید و لارو شب‌پره بید آرد و تعیین غلظت‌های کشنده و زیر کشنده سموم مورد آزمایش در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- نتایج آزمایش زیست‌سنجی زنبور *H. hebetor* در روش تماسی

Table 1- Results of bioassay test of *H. hebetor* in contact method

حشره‌کش‌ها Insecticides	LC_{30} (ml/l)	LC_{50} (ml/l)	ضریب کای Chi squre	درجه آزادی df	یکنواختی Hetero	شیب خط Slop±SE	ضریب خطر HQ
Abamectin	0.276	1.38	0.006	5	0.01	0.749±0.688	0.43
Proteus	0.0086	0.037	0.0643	5	0.03	0.815±0.93	3.33
Sirinol	0.369	6.621	3.102	5	0.52	0.419±0.85	0.301

جدول ۲- نتایج آزمایش زیست‌سنجی لارو *E. kuehniella*

Table 2- Results of bioassay test of *E. kuehniella* larvae

حشره‌کش‌ها Insecticides	LC_{30} (ml/l)	LC_{50} (ml/l)	ضریب کای Chi squre	درجه آزادی df	یکنواختی Hetero	شیب خط Slop±SE	ضریب خطر HQ
Abamectin	0.179	0.490	7.976	4	1.99	1.199±0.34	1.22
Proteus	0.982	2.155	4.07	4	1.018	1.535±0.409	1.46
Sirinol	0.004	0.138	0.577	4	0.14	0.361±0.3	0.53

تأثیر غلظت‌های کشنده و زیرکشنده سموم روی فرآسنجه‌های رشدی زنبور *H. hebetor*

نتایج مرگ‌ومیر مراحل مختلف رشدی زنبور پارازیتوئید تیمار شده با غلظت‌های کشنده و زیرکشنده حشره‌کش‌های مورد آزمایش در جداول ۳ و ۴ آورده شده است. بیشترین نسبت بقاء پس از تیمار شاهد در مراحل قبل از بلوغ در تیمار سیرینول در غلظت کشنده مشاهده شد و بیشترین نسبت بقاء حشرات ماده بالغ تیمار شده با غلظت کشنده‌ی سیرینول در روش تماسی ثبت شد.

جدول ۳- نسبت بقاء زنبور *H. hebetor* تیمار شده با سموم مختلف در روش میزبان مسموم

Table 3- Survival rate (SR) of *H. hebetor* treated with different insecticides in poisonous-host method

حشره‌کش‌ها Insecticides	مراحل رشدی Stages / عوامل Factors	تخم Egg	لارو ۱ L_1	لارو ۲ L_2	لارو ۳ L_3	شفیره Pupa	ماده Female	نر Male
Abamectin	SR (LC_{50})	1	0.92	0.91	0.91	0.75	0.46	0.29
	SR (LC_{30})	1	1	1	0.91	0.76	0.47	0.27
Proteus	SR (LC_{50})	1	0.94	0.92	0.91	0.80	0.40	0.32
	SR (LC_{30})	1	0.95	0.95	0.87	0.80	0.25	0.32
Sirinol	SR (LC_{50})	1	0.98	0.97	0.97	0.83	0.51	0.34
	SR (LC_{30})	1	0.96	0.96	0.88	0.85	0.50	0.38
Control	Water	1	0.98	0.93	0.92	0.92	0.67	0.25

جدول ٤- نسبت بقاء زنبور *H. hebetor* تیمار شده با سموم مختلف در روش تماسی

Table 4- Survival rate (SR) of *H. hebetor* treated with different insecticides in contact method

حشره‌کش‌ها Insecticides	مراحل رشدی Stages / عوامل Factors	تخم Egg	لارو ۱ L_1	لارو ۲ L_2	لارو ۳ L_3	شفیره Pupa	ماده Female	نر Male
Abamectin	SR (LC_{50})	1	0.86	0.80	0.80	0.80	0.47	0.31
	SR (LC_{30})	1	0.85	0.80	0.80	0.80	0.47	0.33
Proteus	SR (LC_{50})	1	0.75	0.63	0.63	0.63	0.31	0.32
	SR (LC_{30})	1	0.84	0.75	0.75	0.75	0.40	0.35
Sirinol	SR (LC_{50})	1	0.87	0.82	0.82	0.82	0.49	0.35
	SR (LC_{30})	1	0.87	0.83	0.83	0.83	0.48	0.35
Control	Water	1	0.98	0.93	0.92	0.92	0.67	0.25

در روش میزبان مسموم بیشترین نسبت بقاء مراحل قبل از بلوغ در تیمار سم سیرینول مشاهده شد. به علاوه حشرات کامل ماده تیمار شده با غلظت کشنده‌ی سیرینول بیشترین نسبت بقاء را داشتند. در کل در روش میزبان مسموم نسبت بقاء بالاتر از روش تماسی ثبت شد.

بررسی طول دوره‌های زیستی (Longevity) مراحل مختلف رشدی زنبور *H. hebetor*

بررسی طول دوره‌های زیستی مراحل مختلف رشدی زنبور *H. hebetor* تحت تأثیر غلظت کشنده و زیرکشنده تیمارها با روش تماسی و میزبان مسموم در جداول ۵ و ۶ آمده است. تمامی تیمارهای مورد استفاده در این تحقیق در روش تماسی با غلظت کشنده و زیرکشنده سبب کاهش طول دوره‌ی تفریخ تخم نسبت به شاهد شده است. در خصوص طول دوران قبل از بلوغ، در غلظت زیرکشنده تنها تیمار سیرینول سبب کاهش معنی‌دار طول این دوران شده اما در غلظت کشنده سیرینول و پروتئوس نیز این کاهش را نشان می‌دهد. در کل استفاده از غلظت‌های زیرکشنده و کشنده سبب کاهش مجموع طول مراحل رشدی زنبور به صورت معنی‌دار شده است که در هر دو غلظت بکار رفته پروتئوس بیشترین کاهش را نشان می‌دهد.

جدول ۵- طول دوره‌های زیستی (روز) مراحل مختلف زنبور *H. hebetor* تیمار شده با حشره‌کش‌ها در روش تماسی

Table 5- Longevity (days) of different stages of *H. hebetor* treated with insecticides in contact method

مراحل رشد Life stages	دز Dose	آبامکتین Abamectin	پروتئوس Proteus	سیرینول Sirinol	شاهد Control	تجزیه داده‌ها Analysis
تخم Egg	LC_{30}	1.85±0.03^{b}	1.88±0.03^{b}	1.54±0.05^{c}	1.99±0.01^{a}	$F_{3,354}$=2143.71 Sig=0
	LC_{50}	1.93±0.02^{a}	1.88±0.03^{b}	1.59±0.05^{c}	1.99±0.01^{a}	$F_{3,346}$=2457.29 Sig=0
لارو سن ۱ L_1	LC_{30}	1.01±0.01^{a}	1.01±0.03^{a}	1.01±0.01^{a}	1.01±0.04^{a}	$F_{3,354}$=0.01 Sig=0.99
	LC_{50}	1.03±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	1.03±0.01^{a}	$F_{3,346}$=0.24 Sig=0.995
لارو سن ۲ L_2	LC_{30}	1.01±0.01^{a}	1.01±0.03^{a}	1.01±0.03^{a}	1.01±0.01^{a}	$F_{3,331}$=0.3 Sig=0.82
	LC_{50}	1.01±0.01^{a}	1.02±0.01^{a}	1.03±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	$F_{3,318}$=0.38Sig=0.76
لارو سن ۳ L_3	LC_{30}	1.96±0.02^{a}	1.96±0.02^{a}	1.96±0.01^{a}	1.97±0.02^{a}	$F_{3,330}$=3.27 Sig=0.021
	LC_{50}	1.89±0.03^{a}	1.95±0.02^{a}	1.96±0.02^{a}	1.97±0.02^{a}	$F_{3,317}$=165.75 Sig=0
شفیره Pupa	LC_{30}	4.44±0.05^{a}	4.52±0.05^{a}	4.35±0.05^{b}	4.32±0.05^{b}	$F_{3,330}$=205.79 Sig=0
	LC_{50}	4.46±0.05^{a}	3.94±0.10^{c}	4.67±0.04^{a}	4.32±0.05^{b}	$F_{3,317}$=1874.20 Sig=0
حشره کامل Adult	LC_{30}	15.10±0.49^{b}	13.87±0.42^{c}	15.99±0.57^{b}	17.45±0.49^{a}	$F_{3,330}$=750.65 Sig=0
	LC_{50}	14.36±0.42^{b}	14.14±0.52^{b}	14.61±0.45^{b}	17.45±0.49^{a}	$F_{3,317}$=1169.59 Sig=0
دوران قبل از بلوغ Pre adult	LC_{30}	10.24±0.06^{a}	10.35±0.07^{a}	9.87±0.07^{b}	10.28±0.06^{a}	$F_{3,330}$=752.40 Sig=0
	LC_{50}	10.45±0.06^{a}	9.75±0/10^{c}	10.20±0.07^{b}	10.28±0.06^{a}	$F_{3,317}$=1024.04 Sig=0
مجموع طول مراحل رشدی Total longevity	LC_{30}	20.67±1.02^{b}	18.81±1.01^{c}	21.80±1.02^{ab}	25.84±0.79^{a}	$F_{3,330}$=692.40 Sig=0
	LC_{50}	20.31±0.97^{b}	15.93±1.09^{c}	20.73±0.96^{b}	25.84±0.79^{a}	$F_{3,317}$=1326.20 Sig=0

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each row show significant differences at P<0.0 5 (Tukey test).

در روش میزبان مسموم تمامی تیمارها سبب کاهش دوره‌ی تفریخ تخم شده که در سیرینول این میزان در هر دو غلظت کمتر است. در دوره‌ی پیش از بلوغ در غلظت کشنده و زیرکشنده تیمارها سبب افزایش طول عمر این دوره حشرات شده است. بیشترین طول عمر دوره‌ی قبل از بلوغ در روش میزبان مسموم در سیرینول با غلظت زیرکشنده و آبامکتین با غلظت کشنده مشاهده شد. نتایج کلی طول دوره‌ی زیستی زنبور پارازیتوئید تیمار شده با تیمارهای مختلف در این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از غلظت کشنده و زیرکشنده به روش میزبان مسموم سبب کاهش این آماره شده است بیشترین کاهش نسبت به شاهد در استفاده از غلظت زیر کشنده تیمار آبامکتین و غلظت کشنده‌ی سیرینول می‌باشد.

جدول ٦- طول دوره‌های زیستی (روز) مراحل مختلف زنبور *H. hebetor* تیمار شده با حشره‌کش‌ها در روش میزبان مسموم

Table 6- Longevity (days) of different stages of *H. hebetor* treated with insecticides in poisonous host method

مراحل رشد Life stages	دز Dose	آبامکتین Abamectin	پروتئوس Proteus	سیرینول Sirinol	شاهد Control	تجزیه داده‌ها Analysis
تخم Egg	LC_{30}	1.86±0.03^{b}	1.78±0.04^{c}	1.70±0.04^{d}	1.99±0.01^{a}	$F_{3,409}$=1119.56 Sig=0
	LC_{50}	1.93±0.02^{b}	1.86±0.03^{c}	1.79±0.04^{c}	1.99±0.01a	$F_{3,384}$=868.84 Sig=0
لارو سن ۱ L_1	LC_{30}	1.01±0.01^{a}	1.03±0.01^{a}	1.03±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	$F_{3,409}$=0.014 Sig=0.998
	LC_{50}	1.02±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	$F_{3,383}$=0.198 Sig=1
لارو سن ۲ L_2	LC_{30}	1.04±0.01^{b}	1.03±0.04^{b}	1.71±0.04^{a}	1.01±0.01^{b}	$F_{3,404}$=1123.312 Sig=0
	LC_{50}	1.01±0.01^{a}	1.03±0.01^{a}	1.03±0.01^{a}	1.01±0.01^{a}	$F_{3,378}$=0.182 Sig=0.90
لارو سن ۳ L_3	LC_{30}	3.56±0.05^{a}	1.97±0.02^{c}	2.61±0.05^{b}	1.97±0.02^{c}	$F_{3,369}$=27105.60 Sig=0
	LC_{50}	1.95±0.02^{c}	1.98±0.01^{b}	2.74±0.04^{a}	1.97±0.02^{b}	$F_{3,365}$=14453.96 Sig=0
شفیره Pupa	LC_{30}	4.86±0.04^{b}	4.64±0.07^{b}	6.68±0.05^{a}	4.32±0.05^{d}	$F_{3,324}$=30419.21 Sig=0
	LC_{50}	5.61±0.05^{a}	5.27±0.04^{b}	4.81±0.04^{c}	4.32±0.05^{d}	$F_{3,324}$=9774.21 Sig=0
حشره کامل Adult	LC_{30}	9.08±0.22^{c}	12.39±0.34^{b}	12.78±0.43^{b}	17.57±0.05^{a}	$F_{3,324}$=7368.16 Sig=0
	LC_{50}	11.93±0.39^{b}	11.63±0.33^{b}	10.12±0.21^{c}	17.57±0.05^{a}	$F_{3,324}$=6766.95 Sig=0
دوران قبل از بلوغ Pre adult	LC_{30}	12.42±0.07^{b}	10.34±0.07^{c}	13.78±0.08^{a}	10.28±0.06^{c}	$F_{3,324}$=38456.24 Sig=0
	LC_{50}	11.47±0.06^{a}	11.08±0.06^{c}	11.24±0.09^{b}	10.28±0.06^{d}	$F_{3,324}$=4416.91 Sig=0
مجموع طول مراحل رشدی Total longevity	LC_{30}	18.70±0.56^{c}	16.44±0.72^{d}	23.42±0.86^{b}	25.95±0.79^{a}	$F_{3,324}$=4841.73 Sig=0
	LC_{50}	19.32±0.80^{c}	20.12±0.67^{b}	18.19±0.58^{a}	25.95±0.79^{a}	$F_{3,324}$=4649.08 Sig=0

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each row show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

جدول ۷- طول دوره قبل از تخم‌ریزی و دوره تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor* تیمار شده با سموم مختلف در دو روش تماسی و میزبان مسموم

Table 7- Total pre Ovipositin period (TPOP) and Ovi-day of *H. hebetor* treated with insecticides in contact and poisonous-host methods

حشره‌کش‌ها Insecticide	دز Dose	روش تماسی Contact method		روش میزبان مسموم Poisonous-host method	
		دوره تخم‌ریزی Ovi-day	دوره قبل از تخم‌ریزی TPOP	دوره تخم‌ریزی Ovi-day	دوره قبل از تخم‌ریزی TPOP
Abamectin	LC_{30}	13.93±0.18^{e}	12.49±0.11^{c}	7.46±0.07^{f}	14.63±0.07^{b}
	LC_{50}	13.17±0.35^{f}	13.26±0.13^{a}	10.06±0.42^{d}	13.96±0.09^{bc}
Proteus	LC_{30}	12.75±0.25^{g}	13.05±0.07^{b}	12.25±0.24^{c}	12.30±0.07^{f}
	LC_{50}	15.87±0.41^{c}	11.44±0.15^{f}	11.35±0.21^{c}	13.25±0.06^{e}
Sirinol	LC_{30}	18.19±0.12^{a}	11.92±0.08^{e}	13.20±0.07^{b}	16.02±0.09^{a}
	LC_{50}	16.01±0.17^{d}	12.45±0.08^{c}	8.75±0.07^{e}	13.05±0.07^{d}
Control	water	17.80±0.31^{b}	12.15±0.06^{d}	17.91±0.31^{a}	12.19±0.05^{g}
Analysis	LC_{30}	$F_{3,202}$=6973.77	$F_{3,202}$=1685.49	$F_{3,195}$=24134.52	$F_{3,195}$=25187.17
	LC_{50}	$F_{3,194}$=2467.44	$F_{3,194}$=2475.72	$F_{3,204}$=11814.12	$F=_{3,204}$=5619.20
	Total	$F_{6,410}$=2422.19	$F_{6,410}$=896.97	$F_{6,410}$=1060.02	$F_{6,410}$=3295.59

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each column show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

بررسی طول دوره‌های تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor*

بررسی طول دوره تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor* تیمار شده با غلظت زیرکشنده به روش تماسی و میزبان مسموم در جدول ۷ آمده است. در خصوص دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی (TPOP) در روش کاربرد

تماسی غلظت زیرکشنده‌ی تیمار پروتئوس نسبت به شاهد سبب افزایش این دوره به صورت معنی‌داری شده است و سیرینول این دوره را به صورت معنی‌داری کاهش داده است. در غلظت کشنده‌ی آبامکتین سبب افزایش این دوره به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد شده و پروتئوس مجدد این دوره را کاهش داده است. در خصوص دوره‌ی تخم‌ریزی (Ovi-day) کاربرد غلظت زیر کشنده به صورت تماسی نتایج نشان داد که سیرینول این دوره را نسبت به شاهد افزایش داده و سایر تیمارها سبب کاهش دوره‌ی تخم‌ریزی نسبت به شاهد شده است. در غلظت کشنده کلیه تیمارها نسبت به شاهد کاهش نشان می‌دهند. در روش میزبان مسموم طول دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی (TPOP) در تمامی تیمارهای بکار رفته در غلظت کشنده و زیرکشنده‌ی افزایش‌یافته و بیشترین میزان این مقدار در کاربرد غلظت زیرکشنده‌ی آبامکتین می‌باشد. در خصوص دوره‌ی تخم‌ریزی (Ovi-day) همین روند مشاهده شده و کمترین میزان طول دوره تخم‌ریزی در تیمار آبامکتین با غلظت زیرکشنده مشاهده می‌شود.

طول دوره‌ی زندگی حشرات نر و ماده، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی

طول دوره‌ی زندگی حشرات نر و ماده، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی با غلظت کشنده و زیرکشنده در روش تماسی و میزبان مسموم در جداول ۸ و ۹ آمده است. در روش تماسی طول دوره‌ی زندگی حشرات ماده و نر در تیمارهای این تحقیق نشان می‌دهد که کاربرد این تیمارها سبب کاهش معنی‌داری در طول دوره‌ی زندگی حشرات ماده و نر نسبت به شاهد شده است. بیشترین کاهش در غلظت کشنده‌ی پروتئوس مشاهده گردید و کمترین کاهش در غلظت زیرکشنده‌ی سیرینول بود. همچنین مجموع تخم‌های گذاشته‌شده توسط یک حشره‌ی ماده در تمام تیمارها نسبت به شاهد کاهش‌یافته بود که بیشترین کاهش مربوط به غلظت زیرکشنده‌ی پروتئوس و کمترین کاهش مربوط به غلظت کشنده و زیرکشنده‌ی سیرینول بود. تیمارهای بکار رفته در این آزمایش سبب تغییرات نسبت جنسی نسبت به شاهد شده است بدین‌صورت که کاربرد غلظت کشنده‌ی سیرینول سبب افزایش نسبت جنسی ماده به نر شده و سایر تیمارها سبب کاهش این نسبت شدند (جدول ۸).

جدول ۸- طول دوره زندگی حشرات ماده و نر، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی زنبور *H. hebetor* تیمار شده به روش تماسی
Table 8- Female and male Longevity, eggs laid and sex ratio of *H. hebetor* treated in contact method

حشره‌کش‌ها Insecticide	دز Dose	عمر ماده Female L.	عمر نر Male L.	تعداد تخم total egg	نسبت جنسی (ماده/نر) Sex ratio(F/M)
Abamectin	LC_{30}	28.91±0.02[b]	20.44±0.14[b]	93.91±1.49[e]	0.58
	LC_{50}	27.76±0.18[b]	20.16±0.21[c]	113.89±3.11[d]	0.61
Proteus	LC_{30}	27.75±0.26[c]	20.17±0.18[d]	71.05±2.03[f]	0.53
	LC_{50}	27.55±0.22[d]	20.34±0.23[c]	156.22±10.86[c]	0.49
Sirinol	LC_{30}	30.31±0.17[b]	19.74±0.15[b]	177.01±1.48[b]	0.57
	LC_{50}	28.47±0.20[b]	19.89±0.15c	172.26±5.18[b]	0.57
Control	water	30.21±0.34[a]	21.08±0.25[a]	227.47±3.30[a]	0.58
Analysis		F6,342=1282.90 Sig=0	F6,232=193.67 Sig=0	F6,331=230.56 Sig=0	-

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.
*Different letters within each column show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

در روش میزبان مسموم، طول زندگی نر و ماده نسبت به شاهد کاهش‌یافته که بیشترین میزان کاهش در غلظت زیرکشنده‌ی آبامکتین مشاهده شد. کاربرد این روش آزمایش نیز سبب کاهش میزان تخم‌ریزی نسبت به شاهد گردید که بیشترین میزان کاهش در غلظت زیرکشنده‌ی آبامکتین مشاهده شد. تغییرات نسبت جنسی نشان داد که تنها کاربرد سیرینول به این روش سبب کاهش نسبت جنسی ماده به نر نسبت به شاهد شده و در سایر تیمارها این مقدار افزایش‌یافته است (جدول ۹). مقایسه‌ی دو روش کاربرد نشان می‌دهد میزان تخم‌ریزی یک حشره‌ی ماده در طول زندگی در روش میزبان مسموم (با میانگین ۳/۶۰ ± ۱۰۹/۰۷) سبب کاهش معنی‌داری نسبت به روش تماسی (با میانگین ۳/۲۶ ± ۱۴۱/۹۸) شده است (df=661 و t=6.76 و Sig=0). در طول دوره‌ی زندگی یک حشره‌ی ماده بین دو

روش کاربرد اختلاف معنـی‌داری وجـود دارد (df=685 و t=14.31 و Sig=0). در روش کاربرد تماسی میزان طـول عمـر حشـره‌ی مـاده (۰/۰۶۱ ±۲۸/۹۰) بیشتر از روش میزبان مسموم (۰/۱۶ ±۲۶/۴۳) بـود اما در میزان طول عمر حشرات نر اخـتلاف معنـی‌داری بـین ایـن دو روش وجود ندارد (df=460 و t=0.51 و Sig=0.61).

جدول ۹- طول دوره زندگی حشرات ماده و نر، میزان تخم‌ریزی و نسبت جنسی زنبور *H. hebetor* تیمار شده به روش میزبان مسموم

Table 9- Female and male Longevity, eggs laid and sex ratio of *H. hebetor* treated in poisonous host method

حشره کش ها Insecticide	دز Dose	عمر ماده Female L.	عمر نر Male L.	تعداد تخم total egg	نسبت جنسی (ماده/نر) Sex ratio(F/M)
Abamectin	LC30	23.08±0.10^{cd}	18.56±0.19^{f}	36.14±0.64^{f}	0.64
	LC50	25.04±0.49^{bc}	20.79±0.25^{c}	47.54±3.69^{e}	0.61
Proteus	LC30	25.71±0.31^{b}	20.01±0.19^{d}	88.41±3.13^{c}	0.61
	LC50	25.16±0.16^{b}	18.81±0.20^{f}	87.47±1.47^{c}	0.61
Sirinol	LC30	30.23±0.26^{a}	22.02±0.15^{a}	93.48±1.51^{b}	0.55
	LC50	22.85±0.17^{d}	19.62±0.30^{e}	66.17±0.71^{d}	0.54
Control	water	30.36±0.35^{a}	21.12±0.25^{b}	227.47±3.33^{a}	0.58
Analysis		F6,345=6118.79 Sig=0	F6,230=1136.19 Sig=0	F6,302=697.65 Sig=0	-

* حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

*Different letters within each column show significant differences at P<0.05 (Tukey test).

بحث

در تحقیـق حاضـر در غلظـت زیرکشـنده بـا کـاربرد تماسـی حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شـاهد طـول عمـر یـک نسـل ایـن زنبـور بـه ترتیـب ۱/۰۲±۲۰/۶۷، ۱/۰۱±۱۸/۸۱، ۱/۰۲±۲۱/۸ و ۰/۷۹±۲۵/۸۴ روز بدست آمـد. فـولادی و همکـاران (۱۰) طول عمر یک نسـل زنبـور *H. hebetor* تیمـار شـده بـا آب و غلظت زیر کشنده‌ی LC_{25} حشره‌کش‌هـای آزادیـراکتین، فلونیکامیـد، تیاکلوپراید و تیوسیکلام به روش تماسی را به ترتیـب ۰/۱۹±۱۷/۶۸، ۰/۲۱±۱۷/۸۲، ۰/۱۷±۱۷/۹۶ و ۰/۱۵±۱۷/۹۸ روز گزارش نمـود کـه با نتایج فوق متفاوت است که این تفاوت به دلیـل نـوع سـموم بکـار رفته، غلظت کاربرد و روش تجزیه داده‌ها می‌باشد.

در آزمایش حاضر استفاده از غلظت زیرکشنده‌ی حشره‌کـش‌هـای آبامکتین و پروتئوس و سیرینول باعث کاهش طول عمر حشره کامـل در زنبور پارازیتویید *H. hebetor* نسبت به تیمار شاهد شـد کـه ایـن کاهش طول عمر نتایج گلین و همکاران (۱۱) بر روی سـن شـکارگر *Orious insidious* و گلمحمدی و همکاران (۱۲) بـر روی بـالتوری سبز، *Crysoperla carnea* نیز دیده مـی‌شـود. همچنـین عابـدی و همکـاران (۱) در بررسـی اثـرات کشـندگی و زیرکشـندگی دو فرمولاسیون تجاری حشره‌کش آزادیراختین روی زنبـور *H. hebetor* هم کاهش طول عمر حشرات را گزارش کردند. کاهش طول عمر بـا کاربرد غلظت‌های زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌ها توسط رفیعـی دسـتجردی (۱۶) در زنبور *H. hebetor* نیز گزارش شده است.

در این پژوهش غلظـت زیرکشـنده تیمارهـای بکـار رفتـه باعـث کاهش میزان تخم‌ریزی در زنبور *H. hebetor* نسبت به تیمار شـاهد شد. که این نتیجه با نتایج گلین و همکاران (۱۱) روی سـن شـکارگر *O. insidious* تیمـار شـده بـا حشـره‌کـش‌هـای ایندوکسـاکارب و ایمیداکلوپرید نیز مطابقـت دارد. رفیعـی دسـتجردی و همکـاران (۱۶) کاهش نتاج در مقایسه با شاهد در زنبورهای *H. hebetor* تیمار شـده با غلظـت‌هـای زیرکشـنده‌ی اسپینوسـاد، پروفنوفـوس، تیودیکـارب و هگزافلوموران گزارش نمودند. کاهش تخم‌ریزی توسط دسـنئوکس و همکـاران (۷) روی زنبـور پارازیتوئیـد *Aphidius ervi* در معـرض غلظت زیرکشنده‌ی لامبادا- سی هـالوتین نیـز مشـاهده شـد. تـرن و همکاران (۲۱) کاهش تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی میزبان توسط زنبـور پارازیتوئیـد *Neochrysocharis formosa* تیمـار شـده بـا آفت‌کش ایمیداکلوپراید گزارش نمودند.

در این تحقیق مقدار HQ در حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول با روش تماسی به ترتیب ۰/۴۳، ۳/۳۳ و ۰/۳۰ بدست آمد. صابر و عابدی (۱۸) در بررسی تأثیر متوکسی فنوزاید و پیریدالیل روی لارو زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* مقـدار HQ را بـرای حشـره‌کـش متوکسی فنوزاید ۱/۷ و برای پیریدالیل ۰/۶ بدست آوردنـد. همچنـین عابدی و همکاران (۱) در بررسی تـأثیر غلظـت کشـنده و زیرکشـنده آزادیراکتین و سایپرمترین روی *H. hebetor* مقدار HQ را برای نـیم گارد، بیو نیم و سایپرمترین به ترتیب ۲/۳ ، ۲/۲ و ۳۷ بدسـت آوردنـد که با نتایج ما متفاوت بود که این اختلاف ناشی از نوع حشـره‌کـش و

نوع روش آزمایش بود.

در این تحقیق نسبت جنسی ماده به کل با غلظت LC_{30} در حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد به ترتیب ۰/۵۸، ۰/۵۳، ۰/۵۷ و ۰/۵۸ بدست آمد. صابر و عابدی (۱۸) مقدار نسبت جنسی ماده به کل زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* تیمار شده با غلظت LC_{30} حشره‌کش‌های متوکسی فنوزاید، پیریدالیل و شاهد را به ترتیب ۰/۵۰، ۰/۴۸ و ۰/۵۵ بدست آوردند. عابدی و همکاران (۱) مقدار نسبت جنسی نر در کل را برای غلظت LC_{30} حشره‌کش‌های سایپرمترین و آزادیراختین (نیم گارد و بیونیم) و شاهد را به ترتیب ۰/۴۴، ۰/۴۶، ۰/۴۶ و ۰/۴۵ بدست آوردند. سرمدی و همکاران (۲۰) مقدار نسبت جنسی نر در کل زنبور *H. hebetor* را با غلظت توصیه‌شده‌ی مزرعه‌ای در شاهد و حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید و دلتامترین را به ترتیب ۰/۵۱، ۰/۵۵، ۰/۴۵ و ۰/۵۱ بدست آوردند. نتایج این تحقیق نشان داد که روند کاهش ماده زایی در تیمار پروتئوس و سیرینول نسبت به شاهد با نتایج عابدی و همکاران (۱) مطابقت دارد.

در این تحقیق طول دوره‌ی زیستی زنبور *H. hebetor* تیمار شده با غلظت LC_{30} با حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد به روش تماسی به ترتیب ۱/۰۲±۲۰/۶۷، ۱/۰۱±۱۸/۸۱، ۱/۰۲±۲۱/۸ و ۰/۷۹±۲۵/۸۴ بدست آوردند. صابر و عابدی (۱۸) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* تیمار شده با غلظت LC_{30} حشره‌کش‌های متوکسی فنوزاید، پیریدالیل و شاهد به صورت تماسی به ترتیب ۱/۲±۲۵، ۱/۰±۲۴/۶ و ۲/۱±۲۶/۵ را گزارش کردند. عابدی و همکاران (۱) مقدار طول دوره‌ی زیستی این زنبور پارازیتوئید که با غلظت LC_{30} حشره‌کش‌های سایپرمترین و آزادیراختین (نیم گارد و بیونیم) به روش برخورد با باقیمانده‌ی سم تیمار شده بودند و تیمار شاهد را به ترتیب ۰/۸±۱۵/۳، ۱/۵±۲۱/۴، ۱/۵±۲۳/۶ و ۲/۱±۲۶/۵ روز بدست آوردند که اختلاف مشاهده شده مربوط به نوع روش کار و تیمارها می‌باشد.

در این تحقیق طول دوره‌ی زیستی زنبور ماده که با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول تیمار شده و در تیمار شاهد به ترتیب ۰/۰۲±۲۸/۹۱، ۰/۲۶±۲۷/۷۵، ۰/۱۷±۳۰/۳۱ و۰/۳۴±۳۰/۲۱ بدست آمد. فعال محمدعلی و همکاران (۹) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور بالغ پارازیتوئید ماده *H. hebetor* را که با غلظت LC_{30} حشره‌کش‌های کلروپیریفوس، فن‌پروپاترین به روش باقیمانده سم تیمار شده بودند و شاهد را به ترتیب ۱/۰۴±۱۵/۸۶ و ۱/۰۸±۷/۵۰، ۰/۷۲±۲۰/۴۱ روز بدست آوردند. سرمدی و همکاران (۱۹) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور ماده‌ی *H. hebetor* با غلظت توصیه‌شده‌ی مزرعه‌ای حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید و دلتامترین و شاهد تیمار شده بود را به ترتیب ۲/۰۶±۲۵/۸۶، ۱/۴۷±۲۰/۳۰، ۲/۳۹±۲۹/۲۳ و ۲/۱۳±۲۹/۳۳ روز بدست آوردند که روند کاهشی طول عمر در حشرات تیمار شده نسبت به شاهد همانند سایرین دیده می‌شود، البته نوع ماده بکار رفته و روش کار سبب اختلافاتی در نتایج شده است.

در این تحقیق طول دوره‌ی زیستی زنبور نر تیمار شده با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و به روش تماسی و شاهد به ترتیب برابر با ۰/۱۴±۲۰/۲۴، ۰/۱۸±۲۰/۱۷، ۰/۱۵±۱۹/۷۴ و ۰/۲۵±۲۱/۰۸ روز بدست آمد. فعال محمدعلی و همکاران (۹) مقدار طول دوره‌ی زیستی زنبور پارازیتوئید نر *H. hebetor* را که با غلظت LC_{30} حشره‌کش‌های کلروپیریفوس، فن پروپاترین در مرحله‌ی حشره‌ی بالغ به روش برخورد تماسی با باقیمانده‌ی سم و تیمار شاهد تیمار شده بودند را به ترتیب برابر با ۰/۴۷±۱۵/۵۷، ۰/۲۹±۶/۸۵ و ۱/۰۸±۲۰/۴۴ روز گزارش کردند که روند کاهشی مشاهده‌شده نسبت به شاهد در نتایج این تحقیق نیز مشاهده می‌گردد و اختلاف بین اعداد مربوط به نوع روش کار و تیمارهای بکار رفته می‌باشد.

در این تحقیق مقدار کلی تخم‌ریزی یک زنبور تیمار شده با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد به ترتیب برابر با ۱/۴۹±۹۳/۹۱، ۲/۰۳±۷۱/۰۵، ۱/۴۸±۱۷۷/۰۱ و ۳/۳۰±۲۲۷/۴۷ بدست آمد. عابدی و همکاران (۱) میزان کل تخم‌های گذاشته شده زنبور ماده تیمار شده با غلظت زیرکشنده حشره‌کش‌های سایپرمترین و آزادیراختین (نیم گارد و بیونیم) به روش تماسی و شاهد را به ترتیب برابر با ۴/۵±۷۶/۶، ۵/۵±۷۶/۶، ۵/۴±۹۵/۷ و ۵/۱±۱۱۷/۹عدد گزارش نمودند. سرمدی و همکاران (۲۰) مقدار کل تخم‌ریزی زنبور *H. hebetor* را که با غلظت توصیه‌شده حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، ایمیداکلوپرید و دلتامترین به روش برخورد با باقیمانده سم تیمار شده بودند و تیمار شاهد را به ترتیب برابر با ۴۷/۳۷±۳۳۷/۶۹، ۳۶/۸±۲۵۲/۴۳ و ۲۹/۷۹±۱۸۰/۶۳و ۵۴/۹۹±۴۶۶/۱ عدد بدست آوردند. فعال محمدعلی و همکاران (۹) این میزان را برای حشره‌کش‌های کلروپیریفوس، فن پروپاترین و شاهد به ترتیب برابر با ۱۸/۵۳±۱۴۶/۰۷،۱۲/۱۴۶±۵۸/۸۷ و۱۲/۹۵±۲۸۱/۰۲ بدست آوردند. کاهش میزان تخم‌ریزی با تحقیقات عابدی و همکاران (۱) و سرمدی و همکاران (۲۰) و فعال محمدعلی و همکاران (۹) مطابقت دارد اما اختلاف مشاهده‌شده مربوط به نوع روش کار و تیمارها می‌باشد. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار سیرینول به صورت کاربرد تماسی کمترین اثر سوء را روی زنبور پارازیتوئید*H. hebetor* داشت و از این حشره کش گیاهی در کنترل آفات برگخوار می توان استفاده نمود تا ضمن کنترل آفت تاثیر سوء کمتری روی دشمنان طبیعی داشته باشیم.

منابع

1- Abedi Z., Saber M., Gharekhani G.H., Mehrvar A., and Kamita S.G. 2014. Lethal and sub lethal effect of Azadirachtin and Cypermethtin on *Habrobracon hebetor* (Hymemoptera: Braconidae). Journal of Economic Entomology 107: 635-645.

2- Amir-Maafi M., and Chi H. 2006. Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymemoptera: Braconidae) on Two Pyralid Hosts (Lepidoptera: Pyralidae). Annals of Entomological Society of America 99 (1): 84-90.

3- Campbell P.J., Brown K.C., Harrison E.G., Bakker F., Barrett K.L., Candolfi M.R., Canez V., Dinter A., Lewis G., Mead-Briggs M., Miles M., Neumann P., Romijan K., Schmuck R., Shires S., Ufer A., and Waltersdorfer A. 2000. A Hazard Quotient approach for assessing the risk to non-target arthropods form plant protection product under 91/414/EEC: hazard quotient trigger value proposal and validation. Journal of Pest Science 73: 117-124.

4- Chi H. 1988. Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Environmental Entomology 17: 26-34.

5- Chi H. 2009. Probit-MSChart: a computer program for probit analysis. http://140.120.197.173/Ecology/.

6- Chi H., and Liu H. 1985. Two new method for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica 24: 225-240.

7- Desneux N., Pam-Delegue M.H., and Kaiser L. 2004. Effects of sub lethal and lethal doses of lambda-cyhalothrin on oviposition experience and host searching behavior of a parasitic wasp, *Aphidius ervi* (Hym., Aphidiidae). Pest Management Science 60: 381-89.

8- Huang Y., Ho S.H., Lee H.C., and Yap Y.L. 2002. Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effects on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsch (Col., Culculionidae) and *Tribolium castaneum* Herbst (Col., Tenebrionidae). Journal of Stored Products Research 38: 403-412.

9- Faal–Mohammadali H., Seraj A.A., and Talebi-Jahromi K. 2014. Effects of traditional insecticides on *H. hebetor* (Hymenoptera: Braconidae): bioassay and life-table assay. Archives of Phytology and Plant Protection 47(9): 1089-1102.

10- Fooladi M., Golmohammadi G.H., and Ghajarieh H.R. 2015. Lethal and sub lethal effects of insecticides Azadirachtin, Flonicamid, Thiacloprid and Thiocyclam on parasitoid wasp *Habrobracon hebetor*. Biocontrol in Plant Protection 3: 9-18.

11- Glean E.S., and Timothy J.K. 2000. Lethal and sub lethal effects of early season insecticides on insidious flower bug (*Orius insidious*): an important predator in cotton. Proceeding of the 2000 cotton Research Meeting.

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

13- Grosch D.S. 1975. Reproductive performance of *Bracon hebetor* after Sub lethal Dose of carbaryl. Journal of Economic Entomology 68: 659-662.

14- Mahdavi V., Saber M., Rafiee-Dastjerdi H., and Kamita S.G. 2015. Lethal and demographic impact of Chlorpyrifos and Spinosad on the Ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). Neotropical Entomology 44: 626-633.

15- Morseli H. 2008. Study of sub lethal effect of Indoxacarb and Thiodicarb on life table parameters on *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). M.Sc. Thesis of Entomology, Tehran University, Iran, 87 pp. (In Persian)

16- Rafiee-Dastjerdi H. 2007. Study of lethal effect of thiodicarb, profenofos, spinosad and hexaflumuron on cotton boll worm and sub lethal effect of these on *Habrobracon hebetor* Say. Ph.D Thesis. Agricultural faculty. Tabriz University. (In Persian)

17- Robertson J.L., and Preisler H.K. 1991. Pesticide Bioassay with Arthropods. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 224 pp.

18- Saber M., and Abedi Z. 2013. Effects of methoxyfenozide and pyridalyl on the larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor*. Journal of Pest Science 86: 685–693.

19- Sarmadi S. 2008. Study of sensitive of pupal stage of *H. hebetor* (Hymemoptera: Braconidae) to the recommended field concentration of Imidacloprid, Indoxacarb and Deltamethrin. 18th congress of plant pathology. 24-27 August, Hamedan. Iran. 274 pp. (In Persian)

20- Sarmadi S., Nouri-Ganbalani G., Rafiee-Dastjerdi H., Hassanpour M., and Pour-Abed R.F. 2010. The effects of Imidacloprid, Indoxacarb and Deltamethrin on some biological and demographic parameters of *H. hebetor* (Hymemoptera: Braconidae) in adult stage treatment. Munis Entomology and Zoology 5: 646-651.

21- Tran D.H., Takagi M., and Takasu K. 2004. Effects of selective insecticides on host searching and oviposition behavior of *Neochrysocharis Formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae), a larval parasitoid of the American serpentine leafminer: Applied Entomology and Zoology 39: 435-41.

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, P. 159-170

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۷۰-۱۵۹

Effect of Lethal and Sub-lethal Concentrations of Three Insecticides on Some Growth Parameters of Parasitoid Wasp, *Habrobracon hebetor* by Contact and Poisonous-host Method

M. Rezaei[1]**- Sh. Hesami**[2*]**- M. Gheibi**[3]**- H. Zohdi**[4]

Received: 14-01-2019
Accepted: 21-07-2019

Introduction: Population growth and the high food demand have led to more efforts to increase agricultural production. With making chemical pesticides, farmers were encouraged to use much chemicals, but their destructive effects on the environment, human and other organisms have been later revealed. Parasitoids are important natural enemies of crop pests. Most of them belong to order hymenoptera and superfamily Ichneumonoidea. The Braconidae is a family of parasitoid wasps and one of the richest families of insects. Nowadays, parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* Say has been widely used against lepidopteran larvae. *Habrobracon hebetor* is a well-known gregarious, idiobiont, ectoparasitoid of the larvae of a wide range of economically important moths infesting stored grains ,nuts, and fruits as well as field crops worldwide. Due to overuse of chemical pesticides for larvae controlling, determining the side effects of insecticides on the biocontrol agents such as parasitoids is required.

Materials and Methods: In the present study, we investigated the side effects of three insecticides on *H. hebetor* by direct (contact) and indirect (poisonous-host) methods. After rearing this parasitoid on the laboratory host, *Ephestia kuhniella* Zeller (Lep.; Pyralidae), the lethal and sub-lethal concentrations of insecticides were evaluated. Bioassay experiments were carried out under laboratory condition (25±2°C, 60±5% RH, 16L: 8D photoperiods) in five replicates and each replication included 30 parasitoids in contact method and 15 flour moth larvae in poisonous-host method. The lethal concentrations of these insecticides in contact method on the parasitoid were determined to be 1.38, 0.037 and 6.621 ml/L and on flour moth larvae were 0.490, 2.155 and 0.138 ml/L, respectively. For contact method, different concentrations of insecticides were applied on all inner sides of transparent plastic cup (4.5×8 cm) and air-dried. 15 pairs of 24-hours old parasitoids were introduced inside each cup. After 24 hours, one pair of alive parasitoids was introduced into cup with four last instar host larvae to oviposit. The host larvae were replaced daily. The parasitoid characteristics such as longevity and survival rate of different stages, TPOP and Ovi-day, the number of deposited eggs and sex ratio were then recorded. As to poisonous-host method, whole wheat flour (10 g) was mixed with 3.5 ml of each tested concentration of insecticides per each experimental set. After 72 hours, alive larvae were transferred in a plastic cup with one pair of *H. hebetor* wasp for 24 hours. Then, each larva was transferred separately in a petri dish with untreated flour. Different growth factors of parasitoids such as longevity and survival rate, TPOP and Ovi-day, the number of deposited eggs and sex ratio were recorded. Estimated LC_{30} and LC_{50} were considered as sub-lethal and lethal concentrations in all experiments, respectively.

Results and Discussion: In contact method, the highest survival rate of pre-adult stages and adult female were observed in Sirinol treatment at lethal concentration, after control. In poisonous-host method, the highest survival ratio of the pre-adult stages belongs to Sirinol and in adult female the highest survival ratio was observed in lethal concentration of Sirinol. The lethal concentration of Proteus reduced pre-adult longevity of the parasitoid significantly, followed by lethal and sub-lethal concentration of Sirinol. Lethal and sub-lethal concentrations of Proteus also exhibited a significant reduction of total longevity. In poisonous-host method, all concentrations of all insecticides generally induced highly significant differences for ovi-day compared with that of control (17.91 days), as the shortest value was recorded for sub-lethal dose of Abamection (7.46 days) and the longest period was found for sub-lethal dose of Sirinol (13.2 days). In poisonous-host method, the longest TPOP

1, 2 and 3- Ph.D. Candidate of Entomology and Assistant Professors, Department of Plant Protection, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: hesami@iaushiraz.ac.ir)
4- Plant Protection Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran

was observed in sub-lethal concentration of Sirinol (16.02 days), followed by sub-lethal concentration of Abamection (14.63 days), and the shortest period was recorded in sub-lethal concentration of Proteus (12.3 days), after control (12.19 days). On the other hand, in contact method, the longest ovi-day and TPOP were observed in sub-lethal concentration of Sirinol (18.19 days) and lethal concentration of Abamection (13.26 days), respectively. The shortest adult female longevity was observed in lethal concentration of Proteus (27.55 days) in contact method and lethal concentration of Sirinol (22.85 days) in poisonous-host method. In all treatments, the number of deposited eggs was significantly reduced compared with control. The largest reduction in egg deposition was recorded for sub-lethal concentration of Proteus (71.05 eggs) in contact method and sub-lethal concentration of Abamection (36.14 eggs) in poisonous-host method, compared with control (227.47 eggs). It seems that Sirinol is suited to be used as a component of IPM alongside with *H. hebetor*.

Keywords: Abamectin, Proteus, Sirinol, Longevity, Survival rate