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

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد ۹، شماره۴، سال ۱۳۹۶، (۳۳۶-۳۲۱)

تاثیر دز کشنده حشره‌کش‌های آبامکتین®، پروتئوس® و سیرینول® روی پارامتر های زیستی زنبور پارازیتویید *Habrobracon hebetor* در شرایط آزمایشگاهی

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

۱-دانشجوی دکترا، گروه حشره‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی ، شیراز
۲- استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز
۳- استادیار، گروه حشره‌شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز
۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان

چکیده

در برنامه مدیریت تلفیقی آفات استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک در کنار سایر برنامه‌های کنترل آفات متداول است. زنبور *Habrobracon hebetor* Say (Hym., Braconidae) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پارازیتویید های لارو بسیاری از آفات راسته بالپولکداران مطرح می‌باشد. در این تحقیق اثر سموم آبامکتین، پروتئوس و سیرینول بر خصوصیات بیولوژیکی این پارازیتویید به روش اثر مستقیم (تماسی) و غیر مستقیم (میزبان مسموم) بررسی گردید. پرورش زنبور روی شب‌پره بید آرد *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep., Pyralidae) در شرایط آزمایشگاهی (دوره نوری ۱۶L:۸D، رطوبت ۶۵ ٪ و دمای ۲۵±۲°C) صورت گرفت. آزمایشات زیست‌سنجی روی زنبور پارازیتویید به دو روش تماسی و میزبان مسموم انجام و اثرات زیستی با بررسی شاخص‌های دموگرافیک محاسبه شدند. غلظت کشنده به روش تماسی برای سموم فوق به‌ترتیب ۱/۳۸، ۰/۰۳۷ و ۶/۶۲ پی‌پی‌ام و به روش طعمه مسموم ۰/۴۹، ۲/۱۵ و ۰/۱۳۸ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) در زنبور تیمار شده با این سموم به روش مستقیم و غیر مستقیم نسبت به زنبورهای شاهد کمتر بوده و در روش مستقیم این فاکتور به ترتیب برای آبامکتین، پروتئوس، سیرینول و شاهد ۰/۲۲۰، ۰/۲۱۱، ۰/۲۲۷ و ۰/۲۶۱(ماده/ ماده/ روز) و در روش میزبان مسموم به‌ترتیب ۰/۲۱۲، ۰/۲۰۵، ۰/۱۸۶ و ۰/۲۶۰ (ماده/ ماده/ روز) به‌دست آمد. سیرینول و آبامکتین در کاربرد تماسی کمترین تاثیر نسبت به شاهد و در روش کاربرد میزبان مسموم آبامکتین کمترین تاثیر را روی فاکتور نرخ ذاتی افزایش جمعیت داشته‌اند. همچنین آبامکتین (۱۸/۲۱ روز) کمترین تاثیر را روی طول دوره زیستی زنبور نسبت به شاهد (۱۹/۲۲ روز) داشته است. لذا استفاده از آبامکتین در برنامه‌های کنترل تلفیقی آفات با توجه به کم اثر بودن آن روی این دشمن طبیعی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: *Habrobracon hebetor*، حشره‌کش، زیست‌سنجی، جدول زندگی

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

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۱۴- تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۱۲/۲۲

مقدمه

با توجه به آثار زیانبار آفت‌کش‌ها بر اکوسیستم و سلامتی انسان، تولید محصولات عاری از آفت‌کش ضروری به نظر می‌رسد. از این رو اکثر کشورهای پیشرفته دنیا به دنبال روش‌هایی برای جایگزینی آفت‌کش ها و تولید محصولات ارگانیک هستند تا نیازهای غذایی خود را بدون به خطر انداختن منابع زیست محیطی تامین نمایند. به این منظور روش‌های مختلفی برای کنترل آفات، مانند روش های مکانیکی، فیزیکی، زراعی، بیولوژیک و غیره، پیشنهاد گردیده است که نتایج سودمندی را در زمینه کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به دنبال داشته است. در این میان روش کنترل بیولوژیک که در آن از موجودات زنده علیه عوامل زیانبار استفاده می‌کنند، از جایگاه و اهمیت خاصی برخوردار است. در ایران نیز با توجه به رویکرد مثبت در امر تولید محصولات ارگانیک عاری از آفت‌کش، تحقیقات ارزشمندی در زمینه کنترل بیولوژیک آفات صورت پذیرفته است و در این زمینه حشرات مفیدی مانند بالتوری سبز (*Chrysoperla carnea* Stephens) علیه آفات گلخانه‌ای، کفشدوزک کریپتولموس (*Cryptolemus montrouzieri* Mulsant) علیه شپشک‌های آرد آلود (Pseudococcidae) تولید و رهاسازی گردیده است. در کنار عوامل بیولوژیک ذکر شده زنبور پارایتویید *Habrobracon hebetor* Say نیز پس از تولید انبوه علیه لارو بالپولکداران رهاسازی گردیده 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 و با توجه به اینکه پرورش انبوه آن نیازی به امکانات و تجهیزات پیشرفته ندارد، از این رو این زنبور می‌تواند به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک مؤثر به طور گسترده ای علیه آفات شب‌پره‌ای به‌خصوص خانواده‌های Pyralidae و Noctuidae به کار گرفته شود (Lawrence & Koundal 2002). علی‌رغم اهمیت زنبور پارازیتویید *H.hebetor* در کنترل بیولوژیک آفات، اطلاعات مربوط به بررسی پارامترهای زیستی این زنبور پارازیتوئید محدود می‌باشد و از میان مطالعات صورت گرفته می‌توان به بررسی Amir- maafi & Chi (2006) اشاره نمود. با توجه به اینکه این زنبور پارازیتوئید در برخی مناطق کشور به‌صورت انبوه پرورش می‌یابد لذا انتخاب جمعیت‌هایی از این دشمن طبیعی که از کارایی بالاتری در کنترل آفات برخوردار باشند به‌منظور استفاده در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات بسیار ضروری است (Fields & White, 2002; Lawrence & Koundal 2002; Phillips & Throne, 2009). به‌عنوان بخشی از یک برنامه مدیریت تلفیقی آفات، استفاده از آفت‌کش‌های انتخابی به‌عنوان یک استراتژی معقولانه مورد توجه است، چون این استراتژی می‌تواند منجر به حفاظت از دشمنان طبیعی در اکوسیستم‌های زراعی شود. از طرف دیگر لازم است اثرات ناخواسته این آفت‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی مورد بررسی قرار گیرند تا بتوان با انتخاب درست آفت‌کش‌ها، گامی در جهت تدوین برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات برداشته شود. اکثر مطالعاتی که سمیت حشره‌کش‌ها را بر دشمنان طبیعی نشان داده‌اند از سمیت حاد به‌عنوان معیار حساسیت دشمنان طبیعی در مقابل این سموم استفاده کرده‌اند (Bueno & Fritas, 2004). اما آزمایش‌های سمیت کشنده تنها اثرات کشنده حشره‌کش‌ها را نشان می‌دهند ولی اثرات دزهای زیر کشندگی بر دشمنان طبیعی بررسی نمی‌شود (Wennergen & Stark, 2000). روش جدول زیستی سم‌شناختی برای ارزیابی سمیت آفت‌کش‌ها روشی مناسبی است زیرا اثر آفت‌کش بر کل دوره زندگی موجود زنده، زنده مانی و تولیدمثل ارزیابی می‌گردد (Bank & Stark, 1998; Stark *et al.*, 2004; Mahdavi *et al.*, 2011). با توجه به استفاده روز افزون از این زنبور پارازیتوئید همراه با سموم شیمیایی، لازم است اثرات جانبی آفت‌کش‌های مختلف روی زنبور پارازیتوئید مورد بررسی قرار گیرد.

در این جهت، در این تحقیق اثرات برخی از سموم شامل آبامکتین، پروتئوس و سیرینول روی فاکتور های زیستی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* بررسی گردید. حشره‌کش‌های پروتئوس و آبامکتین دارای طیف وسیع در کنترل آفات مکنده وتعدادی از آفات مهم جونده در سبزیجات و سایر محصولات زراعی است، سیرینول حشره‌کشی که در آزمایشات انجام گرفته کارایی بالای خود را در مبارزه با آفات از جمله سفید بالک‌ها، کنه‌ها و تریپس‌ها و غیره بدون به جای گذاردن اثر سمی به اثبات رسانیده است.

مواد و روش‌ها

پرورش بید آرد *Ephestia kuehniella*

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 به‌صورت یکنواخت روی آن پخش شد. این ظروف در دمای ثابت ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۵±۶۰ 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 به منظور تخم‌ریزی به قیف‌هایی با فاصله‌ای در حدود ۳ سانتی‌متر بالاتر از مقواهای تیره رنگ منتقل شدند و به‌صورت روزانه تخم‌های ریخته شده توسط این شب‌پرها جمع‌آوری و برای آلوده سازی آرد مجددا مورد استفاده قرار گرفتند.

جمع‌آوری و پرورش *Habrobracon hebetor*

حشرات کامل زنبور *H. hebetor* از انبارهای خرما آلوده 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 یکبار مصرف 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 دیواره هر لیوان استفاده شد. پس از ۲۴ ساعت زنبورها به وسیله اسپیراتور از ظرف خارج شده و به ظرف جدید منتقل گردیدند. ظروف در دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) تا ظهور حشرات کامل نگهداری شدند (Morseli *et al*, 2008).

سموم مورد استفاده

آبامکتین® ۱/۸٪ EC :

آبامکتین حشره‌کش و کنه‌کش با اثر تماسی گوارشی با فعالیت سیستمیک محدود از گروه Avermectin است. این حشره‌کش روی گیرنده‌های گابا در سیستم عصبی اثر می‌گذارد. این محصول از شرکت تولیدات پاک سم ایرانیان تهیه گردید.

پروتئوس® ۱۱٪ OD (تیاکلوپرید+ دلتامترین)

پروتئوس حشره‌کشی تماسی و سیستمیک از گروه کلرونیکونیتیل و پیروتروئید است. تیاکلوپرید از گروه حشره‌کش‌های کلرونیکوتینیل در انتقال پیام‌های عصبی به سیستم عصبی مرکزی و دلتامترین از گروه حشره‌کش‌های پیریتروئیدی در کانال سدیم اختلال ایجاد می‌کنند. این محصول ساخته شرکت بایر آلمان می‌باشد.

سیرینول® (عصاره ی سیر)

سیرینول حشره‌کشی است حاوی عصاره روغنی سیر که با نام سیرینول و با فرمولاسیون مایع غلیظ امولسیون شونده توسط شرکت کیمیا سبز آور عرضه می گردد. سیرینول حشره‌کشی تماسی است که کارآیی بالایی در مبارزه با آفات از جمله سفیدبالک‌ها، کنه‌ها و تریپس‌ها دارد.

زیست‌سنجی زنبور *H. hebetor* با روش تماسی

در این آزمایش از پتری دیش‌های پلاستیکی به قطر ۱۰ سانتی‌متر که درب آن‌ها به قطر ۲ سانتی‌متر بریده و با توری پوشیده شده بود استفاده شد. کف پتری دیش‌ها با کاغذ صافی مفروش گردید. ابتدا با یک پیش آزمایش زیست‌سنجی غلظت‌هایی که باعث مرگ ومیر ۲۵٪ و ۷۵٪ جمعیت شدند، مشخص شد. غلظت‌های بین آن‌ها نیز از طریق فاصله لگاریتمی به‌دست آمد (Robertson & Preisler, 1991). برای محاسبه LC_{50} از برنامه نرم‌افزاری Polo-Plus استفاده شد. غلظت‌های استفاده شده در آزمایش تماسی عبارت بودند از : آبامکتین (۰/۰۳۸، ۰/۱۰۲، ۰/۲۶۹، ۰/۹۵۴، ۱/۰۹۶ و ۲ پی‌پی‌ام)، پروتئوس (۰/۰۰۳، ۰/۰۱۳، ۰/۰۵۲، ۰/۱۶۵، ۰/۲ و ۰/۵ پی‌پی‌ام) و سیرینول (۱، ۲/۰۸۹، ۳/۰۹۰، ۴/۵۷۰، ۶/۷۶۰ و ۱۰ پی‌پی‌ام).

تعداد ۳۰ عدد زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* که ۲۴ ساعت از عمر آن‌ها گذشته بود درون هر پتری دیش آغشته به غلظت‌های مختلف سم و سیرینول قرار داده شد. این پتری‌ها به اتاق رشد منتقل و پس از ۲۴ ساعت تعداد حشرات زنده و مرده شمارش شد. برای هر غلظت ۵ تکرار در نظر گرفته شد. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده گردید.

زیست‌سنجی لارو شب‌پره بید آرد

برای این آزمایش لارو شب‌پره بید آرد به‌عنوان منبع غذایی لارو زنبور با تیمارهای مختلف سموم آلوده و غلظت کشنده برای آن تعیین شد. غلظت‌های استفاده شده در آزمایش تماسی عبارت بودند از: آبامکتین (۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۸ و۱ پی‌پی‌ام)، پروتئوس (۰/۱۳، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۸ و ۱ پی‌پی‌ام) و سیرینول (۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۴، ۰/۱۲۵، ۰/۲۱۱ و ۱ پی‌پی‌ام). آزمایش زیست‌سنجی لاروهای میزبان درون لیوان‌های یکبار مصرف (ابعاد ۸×۴/۵ سانتی‌متر) انجام شد. ۱۰ گرم آرد سبوس‌دار درون هر لیوان ریخته ومقدار ۳/۵ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف هر حشره‌کش را به‌صورت یکنواخت روی آرد اسپری نموده و مخلوط گردید. در هرظرف ۱۵ لارو سن ۲ شب‌پره آرد قرار داده شد (Huang *et al.*, 2002) . این آزمایش در ۵ تکرار انجام و پس از ۷۲ ساعت تعداد لاروهای زنده و مرده شمارش شد. محاسبه LC_{50} با نرم‌افزار Polo-Plus انجام شد. مقایسه نسبت انتخابی یک حشره‌کش به وسیله ضریب خطر Hazard Quotient (HQ) تعیین شد (Campbell *et al.*, 2000). HQ از تقسیم میزان مصرف سم توصیه شده کارخانه (بر حسب گرم بر هکتار یا لیتر بر هکتار) بر میزان سمیت سم بر موجود هدف که با LC_{50} مشخص می شود تعیین می‌گردد:

$$HQ= Recommend\ dose / LC_{50}\ target$$

اگر نسبت HQ از یک بیشتر باشد (HQ>1) نشان‌دهنده 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 ، اگر مساوی یا کمتر از یک باشند برای موجود هدف کم‌خطر یا بی‌خطر می‌باشد (Campbell *et al.*, 2000).

تاثیر غلظت کشنده سموم روی فاکتورهای زیستی زنبور پارازیتوئید:

الف: روش مستقیم (تماسی): در این مطالعه اثر غلظت کشنده (LC_{50}) تماسی حشره‌کش‌ها روی پارامترهای زیستی پارازیتوئید *H. hebetor* مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور تمامی سطوح درونی لیوان یکبار مصرف با ۲ میلی‌لیتر از غلظت‌های کشنده سموم آغشته گردید و پس از خشک شدن، درون هر لیوان ۱۵ جفت زنبور نر و ماده یکروزه رها سازی شد و از آن‌جایی‌که تمامی سموم با آب مقطر رقیق شده بودند، آب مقطر به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. به‌منظور تغذیه زنبورها روی سطح کناری هر لیوان پنبه آغشته به آب عسل ۱۰٪ تعبیه گردید. لیوان‌ها به اتاقک رشد با دمای ثابت با دمای۲±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۵±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ منتقل شدند. بعد از ۲۴ ساعت از بین زنبورهای زنده مانده، یک جفت زنبور پارازیتوئید نر و ماده انتخاب و به همراه حداقل ۴ عدد لارو سن چهار بید آرد به درون لیوان‌های یک‌بار مصرف 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 شدند. این عمل تاپایان عمر زنبور ماده ادامه یافت. میزان تخم‌ریزی زنبورها به‌صورت روزانه تا پایان عمر آن‌ها شمارش و ثبت گردید. این آزمایش برای هر تیمار در ۵ تکرار که هرتکرار حاوی یک جفت زنبور نر و ماده بود انجام شد. مراحل مورد بررسی در آزمایشات جدول زندگی از مرحله تخم شروع و تا پایان مرحله تخم‌گذاری حشرات خارج شده ادامه داشت. بر اساس توصیه‌های انجام شده در فایل تکمیلی نرم‌افزار جدول زندگی دوجنسی سعی شد در ابتدای آزمایش بیش از ۱۰۰ عدد تخم در نظر گرفته شود. در طول آزمایش تمام مراحل تخم ، لارو، شفیره و حشره کامل هر ظرف به‌طور روزانه مورد بررسی و تمامی وقایع از جمله طول مدت هر مرحله رشدی، تلفات مراحل مختلف، زمان ظهور حشرات کامل و جنسیت آن‌ها ثبت گردید.

ب: روش غیر مستقیم (میزبان مسموم): جهت تهیه میزبان مسموم برای زنبور ابتدا لارو شب‌پره بید آرد مسموم شد. جهت این امر درون هر لیوان ۱۰ گرم آرد سبوس‌دار ریخته ومقدار ۳/۵ میلی‌لیتر از غلظت کشنده تماسی هر حشره‌کش به‌صورت یکنواخت روی آرد اسپری و مخلوط گردید و در هرظرف ۱۵ لارو سن ۲ بید آرد رها سازی شد. این کار در ۵ تکرار برای هر تیمار انجام 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، لاروها به‌صورت تکی به پتری جدید حاوی آرد سالم منتقل و روزانه مراحل زندگی زنبور (تخم، لارو، شفیره و حشره کامل) بررسی وثبت شد. در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های جدول زندگی مربوط به هر دو روش آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Two sex-MS Chart (Chi, 2015) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988). با استفاده از این نرم‌افزار نرخ بقا ویژه مرحله سنی (S_{xj}) (x: سن، j: مرحله)، باروری ویژه مرحله سنی (F_{xj})، میانگین باروری ماده (F)، نرخ تولیدمثل مرحله سنی (V_{xj})، نرخ بقا ویژه سن (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x) و پارامترهای جمعیت (r_m: نرخ ذاتی افزایش جمعیت، λ: نرخ متناهی افزایش جمعیت، R_0: نرخ خالص تولیدمثل، GRR: نرخ ناخالص تولید مثل وT: میانگین مدت زمان نسل) محاسبه شدند.مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها با اسـتفاده ازآزمون توکی در سطح ۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج

زیست‌سنجی

نتایج آزمایش‌های مربوط به زیست‌سنجی زنبور پارازیتویید و لارو شب‌پره بید آرد و تعیین غلظت کشنده با روش مستقیم و غیر مستقیم در جداول ۱ و ۲ آمده است.

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

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

Insecticides	LC50 (ppm)	Chi squre	Df	Hetero	Slop	g	HQ
Abamectin	1.38(0.32-16.86)	0.006	5	0.01	0.688±0.749	3.23	0.43
Proteus	0.037(0.003-0.83)	0.0643	5	0.03	0.93±0.815	5.012	27.02
Sirinol	6.621(1.91-40.33)	3.102	5	0.52	0.85±0.419	0.157	0.301

جدول شماره ۲- نتایج آزمایش زیست‌سنجی لارو شب‌پره آرد در روش گوارشی

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

Insecticides	LC50 (ppm)	Chi squre	df	Hetero	Slop	G	HQ
Abamectin	0.490(1.081-10.51)	7.976	4	1.99	0.34±1.199	1.272	1.22
Proteus	2.155(10.16-28.71)	4.07	4	1.018	0.409±1.535	0.556	0.46
Sirinol	0.138(0.003-3.04)	0.557	4	0.14	0.3±0.361	2.64	14.38

تاثیر غلظت کشنده سموم روی فاکتورهای زیستی زنبور *H. hebetor* به روش مستقیم و غیر مستقیم

الف- بررسی پارامتر های جدول زندگی زنبور *H. hebetor*

پارامترهای جدول زندگی در زنبور های تیمار شده با غلظت کشنده تیمار های استفاده شده در این تحقیق در جدول ۳ آورده شده است.

λ: در خصوص این پارامتر اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($F_{7,800}$=1918.11 ,Sig=0). بیشترین نرخ متناهی رشد پس از تیمار شاهد در تیمار کاربرد مستقیم سیرینول دیده شد و کمترین در کاربرد غیرمستقیم سیرینول دیده شد. در کل کاربرد مستقیم سبب افزایش این پارامتر نسبت به کاربرد غیرمستقیم این ترکیبات شده است (جدول۳).

R_0: در خصوص این پارامتر اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($F_{7,800}$=4990.97 , Sig=0). بیشترین نرخ خالص تولید مثل پس از شاهد در کاربرد مستقیم سیرینول مشاهده شد و کمترین در کاربرد غیرمستقیم سیرینول دیده شد. نتایج نشان می‌دهد کاربرد تماسی مواد سبب افزایش نرخ خالص تولید مثل نسبت به کاربرد گوارشی دارد (جدول ۳).

T: در خصوص این پارامتر اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($F_{7,800}$=3289.05 ,Sig=0). در این خصوص کاربرد تماسی سیرینول پس از شاهد بیشترین طول دوره زندگی را داشته و کاربرد غیرمستقیم این ماده کمترین طول عمر را داشته است (جدول ۳).

r_m: در خصوص این پارامتر اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($F_{7,800}$=1860.66 , Sig=0). بیشترین نرخ ذاتی رشد پس از تیمار شاهد مربوط به کاربرد تماسی سیرینول و کمترین مربوط به کاربرد میزبان مسموم شده با سیرینول بود. در کل کاربرد تماسی مواد سبب افزایش نرخ ذاتی رشد جمعیت نسبت به کاربرد گوارشی آن‌ها شده است (جدول ۳).

ب- نرخ بقای ویژه‌ی سن ماده

نرخ بقای ویژه سن (l_x)، نرخ بقای ویژه سن در مرحله سنی (f_x)، باروری ویژه سن (m_x) و زادآوری ویژه سن (l_xm_x) برای زنبور *H. hebetor* تیمار شده با غلظت‌های کشنده حشره‌کش‌های آبامکتین، پروتئوس و سیرینول در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است.

بقای حشرات ماده زنبور پارازیتوئید تیمار شده به روش مستقیم با غلظت کشنده حشره‌کش‌های پروتئوس و آبامکتین و سیرینول به علاوه شاهد به‌ترتیب ۳۰، ۲۹، ۳۲ و ۳۴ روز و دوره تخم‌گذاری آن به‌ترتیب ۱۹، ۱۷، ۲۱ و ۲۴ روز بود (شکل ۱).

بقای حشرات ماده زنبور پارازیتوئید تیمار شده به روش میزبان مسموم (روش غیرمستقیم) با غلظت کشنده حشره‌کش‌های پروتئوس و آبامکتین و سیرینول به علاوه شاهد به‌ترتیب ۳۰، ۳۱، ۲۷ و ۳۵ روز و دوره تخم‌گذاری آن به‌ترتیب ۱۷، ۱۸، ۱۴ و ۲۴ روز محاسبه شد (شکل ۲).

ج- نرخ تولیدمثل:

نتایج مربوط به نرخ تولید مثل غلظت کشنده در تیمار های مورد آزمایش با روش مستقیم و غیرمستقیم در شکل‌های ۳ و ۴ آمده است.

در روش تماسی در تیمار پروتئوس نرخ تولید مثل تا روز ۳۰ ام ادامه داشته و حداکثر نرخ تولید مثل مربوط به روز ۱۷ ام با ۵۶ عدد نتاج بوده و در تیمار سیرینول که نرخ تولید مثل تا روز ۳۲ ام ادامه داشت و حداکثر نرخ تولید مثل مربوط به روز ۱۸ ام با ۶۱ نتاج بود. در تیمار آبامکتین نرخ تولید مثل تا روز ۲۹ ام ادامه داشت و حداکثر نرخ تولید مثل مربوط به روز ۱۷ ام با ۵۰ نتاج بود که همه تیمار ها نسبت به شاهد کمتر شده اند. در تیمار شاهد حشرات ماده تا روز ۳۴ ام زنده بودند و بیشترین نرخ تولید مثلی در روز ۱۹ ام طول عمر حشره ماده با ۷۲ عدد نتاج بوده است (شکل ۳).

در روش میزبان مسموم (غیرمستقیم) در تیمار پروتئوس نرخ تولید مثل تا روز ۳۰ ام ادامه داشته و حداکثر نرخ تولید مثل مربوط به روز ۱۷ ام با ۴۲ عدد نتاج بوده که نسبت به شاهد کمتر شده است این روند کاهشی در تیمار سیرینول که نرخ تولید مثل تا روز ۲۴ ام ادامه داشت و حداکثر نرخ تولید مثل مربوط به روز ۱۵ ام با ۳۹ نتاج بود نیز دیده شد همچنین روند کاهشی در تیمار آبامکتین که نرخ تولید مثل تا روز ۲۹ ام ادامه داشت و حداکثر نرخ تولید مثل مربوط به روز ۱۶ ام با ۵۳ نتاج بود نیز مشهود بود. در تیمار شاهد حشرات ماده تا روز ۳۵ ام زنده بودند و بیشترین نرخ تولید مثلی در روز ۱۹ ام طول عمر حشره ماده با ۷۲ عدد نتاج (تخم) بوده است (شکل ۳).

د- امید به زندگی

نتایج مربوط به امید به زندگی تیمار های مورد آزمایش در این تحقیق با غلظت کشنده با روش مستقیم و غیرمستقیم در شکل‌های ۵ و ۶ آمده است.

امید به زندگی در تیمارهای غلظت کشنده با روش تماسی (مستقیم) در شاهد و حشره‌کش‌های پروتئوس، سیرینول و آبامکتین به‌ترتیب ۳۴/۹۵، ۲۹/۸۷، ۳۱/۸۸ و ۲۹/۹۵ روز محاسبه شد که امید زندگی در تمامی تیمار ها نسبت به شاهد کاهش یافته‌اند (شکل۵).

امید به زندگی در غلظت کشنده با روش میزبان مسموم (غیرمستقیم) در شاهد و حشره‌کش‌های پروتئوس، سیرینول و آبامکتین به‌ترتیب ۳۵/۸۸، ۲۷/۸۸، ۲۴/۸۸ و ۲۹/۹۰ روز می‌باشد که امید به زندگی در تمامی تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافته‌اند (شکل ۶).

بحث

از آن‌جا که برنامه‌های جدید مدیریت آفات بر استفاده از آفت‌کش‌های کم‌خطر تاکید زیادی می‌کند، بنابراین بررسی ابعاد تاثیر حشره‌کش‌های مصرفی روی حشرات مفید ضروری به نظر می‌رسد. در همین ارتباط Grosch (1975) کاهش باروری روزانه زنبور *H. hebetor* که با سم کاربارل تیمار شده بودند را نتیجه تغییرات فیزیولوژیک در سیستم تولید مثل دانسته است. مطالعه اثرات کشندگی و زیرکشندگی آفتکش‌های تیودیکارب، پروفنوفوس، اسپینوساد و هگزافلوموران بر زنبور *H. hebetor* مشخص کرد که آفت‌کش های فوق تاثیر سوء روی زادآوری، نسبت جنسی و نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور*H. hebetor* دارند، اما طول عمر زنبور به‌وسیله این آفت‌کش ها تحت‌تاثیر قرار نمی‌گیرد (Rafiee-Dastjerdi *et al.*, 2009). در مرحله شفیرگی زنبور *H. hebetor* دو آفت‌کش ایندوکساکارب و ایمیداکلوپرید با غلظت توصیه شده مزرعه‌ای مرگ و میری روی این زنبور نداشته و آفت‌کش دلتامترین کم ضرر می‌باشد (Sarmadi *et al.*, 2010). در بررسی کشندگی و زیر کشندگی دو فرمولاسیون تجاری آزادیراختین به نام‌های بیونیم و نیم گارد روی زنبور *H. hebetor* مشاهده گردید که نرخ بقا در تمامی تیمارها کاهش داشته است (Abedi *et al.*, 2012). در بررسی اثر کشنده و زیر کشنده حشره‌کش‌های آزادیراختین و سایپرمترین روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* مشاهده گردید سایپرمترین سمیت حادتری روی مراحل لاروی و بلوغ این زنبور نسبت به آزادیراختین دارد (Abedi *et al.*, 2014). همچنین Mahdavi *et al.* (2015) در بررسی اثر کشندگی و دموگرافی حشره‌کش‌های کلروپیریفوس و اسپینوزاد روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* سازگاری نسبی بین استفاده از اسپینوزاد و زنبور را مشاهده کردند.

در تحقیق حاضر در کاربرد تماسی مقدار LC_{50} برای حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول به‌ترتیب ۱/۳۸، ۰/۰۳۷ و ۶/۶۲ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌های دیفلوبنزورون، هگزافلوموران، پروفنوفوس، اسپاینوسد و تیودیکارب را روی حشرات کامل زنبور *H. hebetor* با استفاده از روش تماسی به‌ترتیب ۲۰۰۰، ۲۰۰۰، ۱۲/۴۴، ۱۵/۶۴ و ۸۱/۰۴ میلی‌گرم ماده موثر در لیتر برای حشرات ماده گزارش شده است Rafiee-Dastjerdi *et al.* (2008). مقدار LC_{50} حشره‌کش‌های آزادیراکتین (بیونیم)، آزادیراکتین (نیم گارد)، پیریدالیل، سایپرمترین و متوکسی فنوزاید را روی حشرات بالغ ۲۴ساعته به‌ترتیب ۱۱۲۹۳، ۴۳۵۴، ۲۴۵۱، ۱۳/۵۶و ۶۸۹ میلی‌گرم بر میلی‌لیترگزارش شده است Abedi *et al.* (2012) .

همچنین در تحقیق Saber & Abedi (2013) در بررسی تاثیر متوکسی فنوزاید و پیریدالیل روی لارو زنبور پارازیتوئید *H.hebetor* مقدار LC_{50} برابر ۱۵۵و ۱/۲۲۶ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به‌دست آمد.

در این تحقیق با غلظت کشنده در کاربرد تماسی فاکتور میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* درحشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول و شاهد به‌ترتیب ۰/۰۰۶ ±۲۲۰ /۰ ، ۰/۰۰۹ ±۰/۲۱۱، ۰/۰۰۶ ±۰/۲۲۷ و ۰/۰۰۵ ± ۰/۲۳۱ (ماده/ ماده/ روز) و در بررسی تاثیر حشره‌کش های کلروپایریفوس و فن پروپاترین روی زیست‌سنجی و جدول زندگی این زنبور پارازیتوئید میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت حشره‌کش‌ها به‌ترتیب ۰/۰۲ ±۰/ ۱۹ و ۰/۰۲±۰/۱۷ (ماده/ ماده/ روز) به‌دست آمد (Faal–Mohammadali *et al.,* 2013). در بررسی اثرات کشندگی و زیر کشندگی حشره‌کش‌های آزادیراکتین و سایپرمترین روی *H. hebetor* مقدار این فاکتور برای غلظت زیرکشنده آزادیراختین با دو فرمول نیم گارد و بیونیم و سایپرمترین به‌ترتیب ۰/۱۶، ۰/۱۴ و ۰/۱۵ به‌دست آوردند که روند کاهشی در نتایج این تحقیق نیز مشاهده می‌شود (Abedi *et al.,* 2014). همچنین Fooladi *et al.* (2015) مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور *H.hebetor* در تیمار های شاهد و حشره‌کش‌های آزادیراکتین ، فلونیکامید، تیاکلوپراید و تیوسیکلام ۰/۲۶، ۰/۲۴، ۰/۲۳، ۰/۲۲ و ۰/۲۱ تخم در روز برآورد کردند. کاهش در r_m باعث اثر منفی در سطح پایداری جمعیت می‌شود (Stark & Banks, 2003).

در این پژوهش نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) درغلظت کشنده با روش تماسی در تمامی تیمارها نسبت به تیمار شاهد کمتر شده (جدول۳) که این روند کاهشی با نتایج RafieeDastjerdi *et al.* (2009) و Amir-Maafi & Chi (2006) و Morseli *et al.* (2008) مطابقت دارد. همچنین مقدار نرخ خالص تولید مثل (R_0) در غلظت کشنده با روش تماسی در تیمار های حشره‌کش آبامکتین و پروتئوس و سیرینول نسبت به تیمار شاهد کاهش چشمگیری پیدا کرده بود (جدول ۳) که این کاهش در نرخ ناخالص تولید مثل و نرخ خالص تولید مثل با کاربرد غلظت‌های زیر کشنده آفت‌کش‌ها توسط Rafiee-Dastjerdi *et al.* (2009) در زنبور *H. hebetor* و در زنبور های *Trissolcus grandis* و *T. semistriatus* توسط Saber *et al.* (2002) نیز گزارش شده است.

نتایج درصد مرگ و میر مرحله تخم در غلظت کشنده با کاربرد تماسی با استفاده از حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول به‌ترتیب ۱۴، ۲۵ و ۱۳ تعیین شد ولی Saber & Abedi (2013) در بررسی تاثیر متوکسی فنوزاید و پیریدالیل روی لارو زنبور *H. hebetor* درصد مرگ و میر تخم به‌ترتیب ۲۴/۴ و ۲۹/۳ تعیین کردند.

در تحقیق حاضر نرخ ناخالص تولید مثل (RO) در غلظت کشنده با کاربرد تماسی در تیمار شاهد و حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول به‌ترتیب ۶/۹۸±۲۰۴/۹۶، ۵/۱۹۲±۸۳/۹۱، ۱۰/۳۹۶±۱۱۵/۰۵و ۶/۲۵۸±۱۴۹/۲۴ (ماده/ماده/نسل) به‌دست آمد. در بررسی اثر برخی حشره‌کش‌ها روی همین زنبور، نرخ ناخالص تولید مثل برای تیمارهای شاهد و حشره‌کش‌های آزادیراکتین، فلونیکامید، تیاکلوپرید و تیوسیکلام ۲/۳۷± ۹۳/۰۷، ۱/۷۷± ۸۲/۹۹، ۱/۷۷± ۹۴ /۷۸، ۰/۸۵± ۶۹/۸۴ و ۱/۰۱±۶۲/۰۱ (ماده/ماده/نسل) بر آورد شد (Fooladi *et al*., 2015). روند کاهشی در تیمار های سم نسبت به شاهد قابل مشاهده است.

مقدار T با طول دوره یک نسل برای حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول نسبت به شاهد کاهش نشان داد که با نتایج Fooladi *et al.* (2015) مطابقت دارد. در این آزمایش استفاده از غلظت‌های کشنده حشره‌کش‌های آبامکتین و پروتئوس و سیرینول باعث کاهش طول عمر حشره کامل در زنبور پارازیتویید *H. hebetor* نسبت به تیمار شاهد شد که با نتایج Abedi *et al.* (2014) در بررسی اثرات کشندگی و زیر کشندگی دو فرمولاسیون تجاری حشره‌کش آزادیراختین و

نتایج Rafiee-Dastjerdi *et al.* (2009) و Saber *et al.*(2002) نیز مطابقت دارد. کاهش طول عمر در حشرات مفید تیمار شده با سموم مختلف در حشرات شکارگر هم دیده شده است مانند تحقیقات Glean *et al.* (2000) روی سن شکارگر *Orious insidious* و همچنین نتایج Golmohammadi *et al.* (2009) روی *Crysoperla carnea*. به‌طورکلی می‌توان گفت که سیرینول و آبامکتین در کاربرد تماسی (مستقیم) کمترین تاثیر را روی فاکتور نرخ ذاتی افزایش جمعیت نسبت به شاهد داشته‌اند و در روش کاربرد میزبان مسموم (غیر مستقیم)، آبامکتین کمترین تاثیر را روی این فاکتور داشته است. همچنین سم آبامکتین کمترین تاثیر را روی طول دوره زیستی زنبور نسبت به شاهد داشته است. لذا استفاده از این سم همراه با این زنبور پارازیتوئید در برنامه‌های کنترل آفات با توجه به کم اثر بودن آن روی این دشمن طبیعی پس از مطالعات تکمیلی و مزرعه‌ای، توصیه می‌شود.

References

Abedi, Z., Saber, M., Gharekhani, G. H., Mehrvar, A. and Mahdavi, V. 2012. Effects of Azadirachtin, Cypermethrin, Methoxyfenozide and Pyridalil on functional response of *Habrobracon hebetor* Say (Hym.:Braconidae). Journal of Plant Protection Research, 52: 353-358.

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.

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.

Banks, J. and Stark, J. D. 1998. What is ecotoxicology? An ad-hoc grab bag or an interdisciplinary science? *Integrative Biology*, 5, 195–204

Bueno, A. F. and Freitas, S. 2004. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. BioControl 49, 277–283.

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

Chi, H. 2015. TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. http://140.120.197.173/Ecology/

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.

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 Reseach, 38: 403-412.

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.

Fields, P. G. and White, N. D. G. 2002. Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product and quarantine insects. Annual Review of Entomology, 47, 331–359.

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

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

Golmohammadi, G. H., Hejazi, M., Iranipour, S. H. and Mohammadi, S. A. 2009. Lethal and Sublethal 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.

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

Lawrence, P. K. and Koundal, K. R. 2002. Plant protease inhibitors in control of phytophagous insects. Electronic Journal of Biotechnology, 5: 93–109.

Mahdavi, V., Saber, M., Rafee-Dastjerdi, H. and Mehrvar, A. 2011. Comparative study of the population level effects of carbaryl and abamectin on larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). BioControl, 56 (6): 823-830.

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.

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.

Phillips, T. W. and Throne, J. E. 2009. Biorational approaches to managing stored-product insects. Annual Review of Entomology, 55: 375–397.

Rafiee-Dastjerdi, H., Hejazi, M. J., Nouri-Ghanbalani, G. H. and Saber, M. 2009. Sublethal effect of some conventional and biorational insecticides on ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Entomology, 6(2):82-89.

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

Saber, M., Hejazi, M. J., Kamali, K. and Moharramipour, S. 2002. Effects of Fenitrothion and Deltamethrin on preimaginal stages and adult life table parameters of *Trissolcus semistriatus* Nees (Hym.; Scelionidae). Applied Entomology and Phytopathology, 1-69:119-133.

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

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.

Stark, J. D. and Banks, J. E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Annual Review of Entomology, 48:505-19.

Stark, J. D., Banks, J. E. and Acheampong, S. 2004. Estimating susceptibility of biological control agents to pesticides: influence of life history strategies and population structure. Biological Control, 29,392–398.

Wennergen, U. and Stark, J. D. 2000. Modeling longterm effects of pesticides on population: beyond just counting dead animals. Ecology and Application, 10, 295-302.

جدول۳- پارامتر های (Mean±SE)جدول زندگی زنبور *H. Hebetor* با استفاده از غلظت کشنده سموم در روش مستقیم و غیر مستقیم (میزبان مسموم)

Table 3- Life table parameters (Mean±SE) of *H. hebetor* using lethal dose by direct and indirect method.

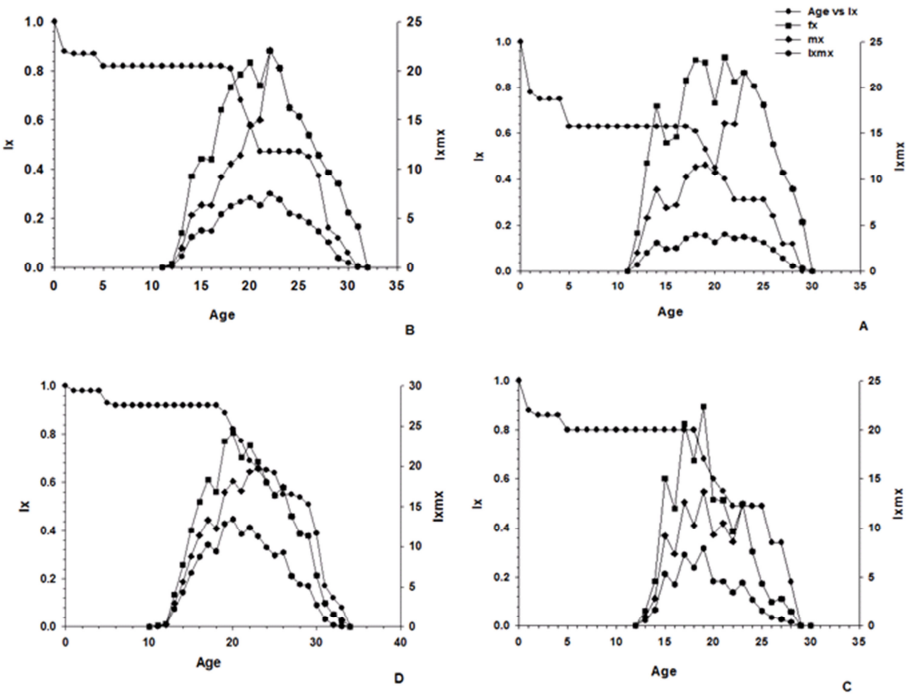
Insecticides		r_m	λ	R_0	T	GRR	F
Abamectin	Contact	± 0.006b 0.220	± 0.007b 1.246	± 5.867c 55.916	± 0.032b 18.217	± 5.192d 83.91	± 3.111d 113.94
	Poisonous host	± 0.006c 0.212	c ± 0.004c 1.236	± 5.593c 49.243	± 0.116b 18.326	±5.513d 87.8	± 3.94d 107.08
Proteus	Contact	± 0.009c 0.211	± 0.011cd 1.235	±7.926cd 48.327	± 0.143b 18.308	±10.396c 115.05	±10.905c 156.34
	Poisonous host	± 0.005d 0.205	± 0.006d 1.227	± 4.439d 44.648	± 0.11b 18.506	±3.241e 72.98	±1.462e 78.47
Sirinol	Contact	± 0.006b 0.227	± 0.007d 1.225	± 8.898b 80.940	± 0.147a 19.283	±6.258b 149.24	±3.982b 172.27
	Poisonous host	± 0.007e 0.186	± 0.008e 1.205	± 3.241e 26.433	± 0.094c 17.498	±3.401f 42.41	±0.706f 66.017
Control*	Contact	± 0.004a 0.261	± 0.005a 1.298	± 10.93a 152.41	± 0.12a 19.22	± 6.98a 204.96	±3.33a 227.48
	Poisonous host	± 0.004a 0.260	± 0.005a 1.296	± 10.88a 152.92	± 0.11a 19.34	± 6.83a 205.98	± 3.29a 228.24

–حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنی دار بین میانگین ها در سطح ۵درصد با آزمون توکی می باشد.

* در تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شده است

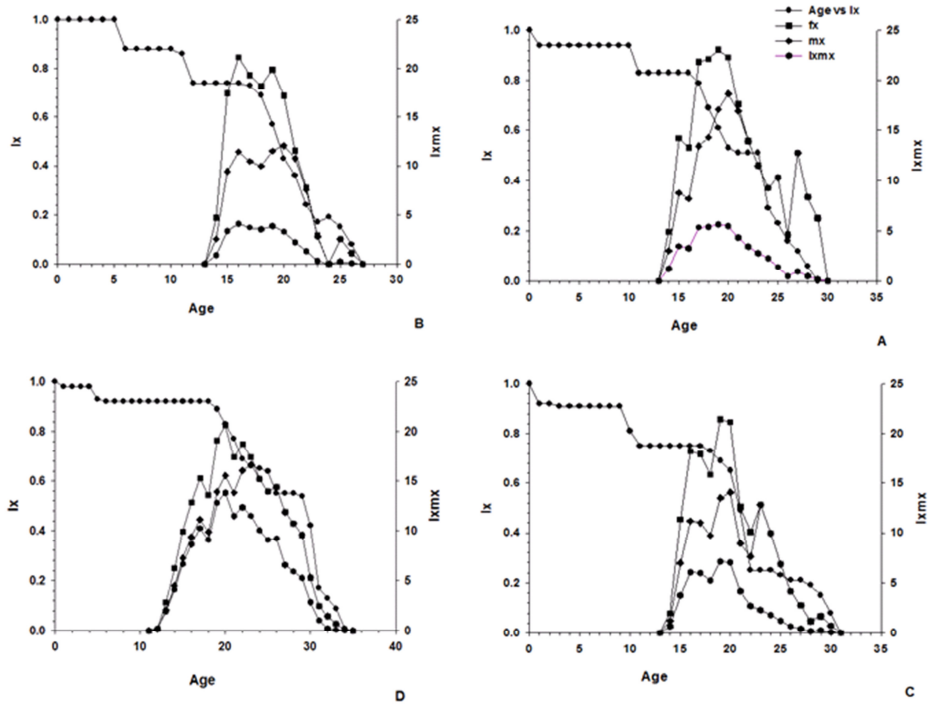
–Mean ± SE values in each row followed by different letters are significantly different by Tukey (P<0.05).

* Control groups were treated with distilled water.



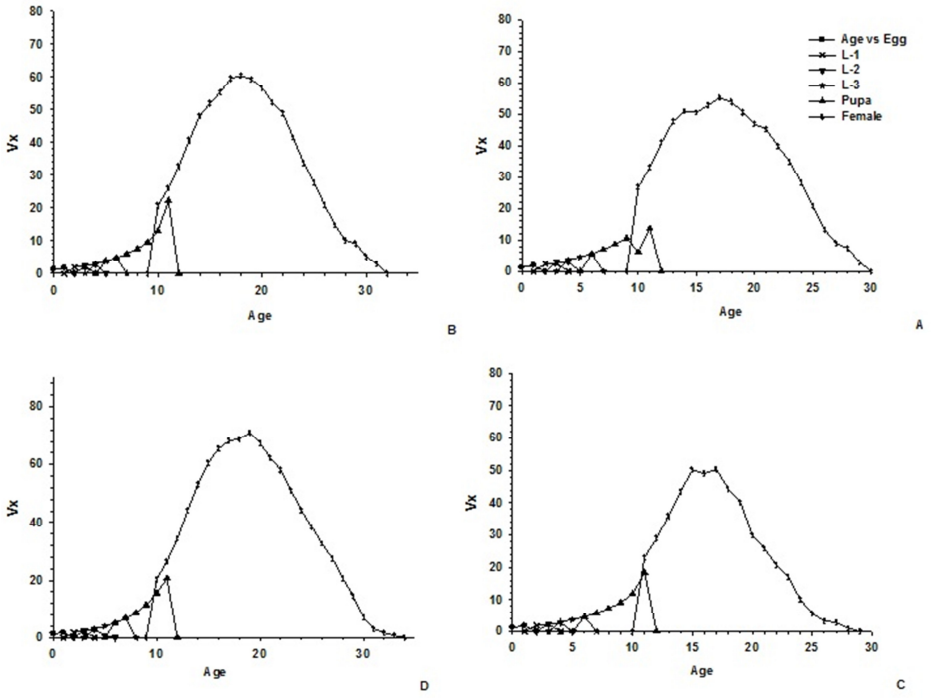
شکل ۱- نرخ بقای ویژه ماده زنبور *H. hebetor* با غلظت کشنده سموم در روش مستقیم (تماسی)

Fig. 1- Age-specific maternity (l_xm_x) of *H. hebetor* using lethal dose by contact effect.
A: Proteus, B:Sirinol, C:Abamectin, D:Control



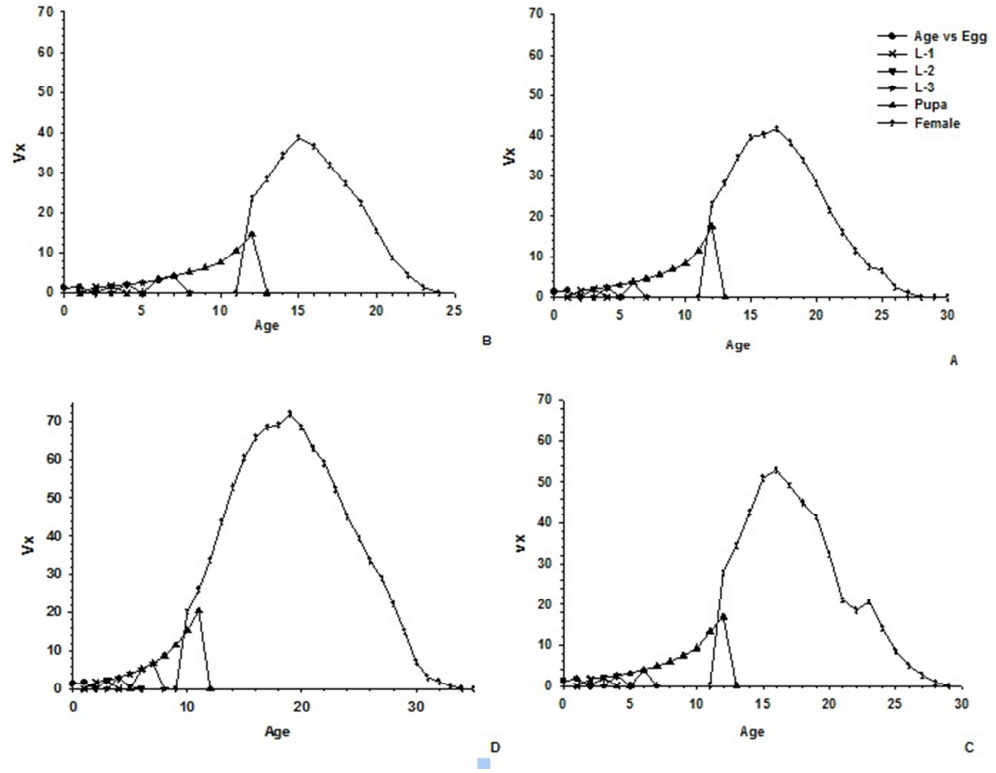
شکل ۲: نرخ بقای ویژه ماده زنبور *H. hebetor* با غلظت کشنده سموم در روش غیر مستقیم (میزبان مسموم)

Fig. 2- Age-specific maternity (l_xm_x) of *H. hebetor* using lethal dose by indirect method
A: Proteus, B: Sirinol, C:Abamectin, D:Control



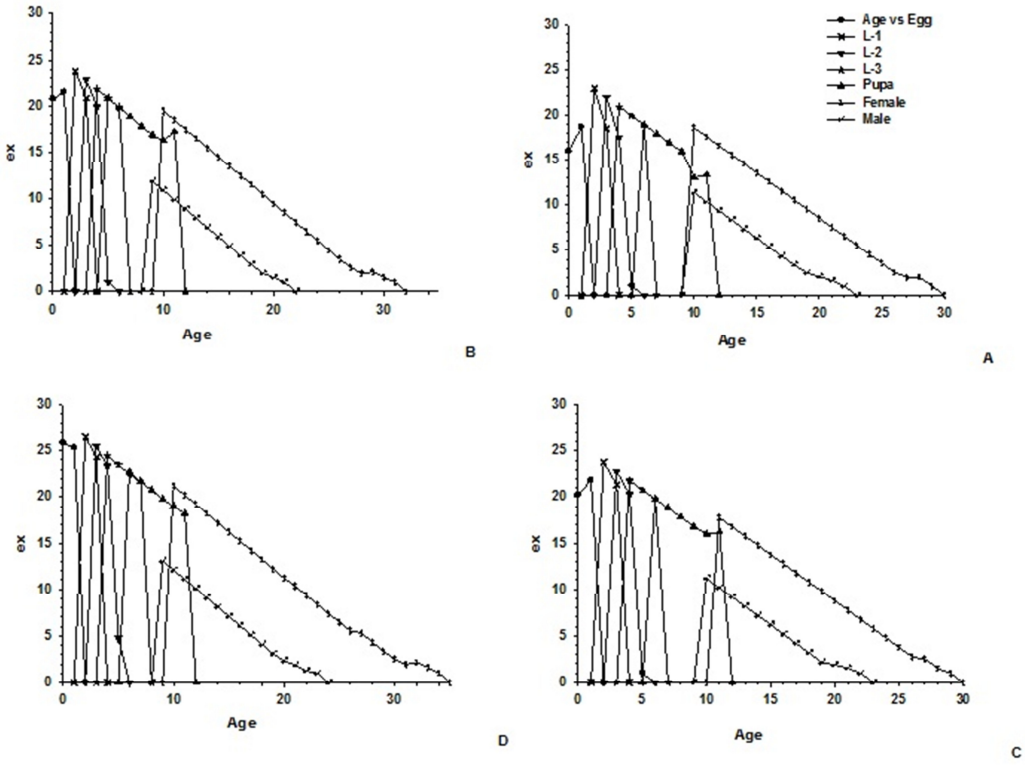
شکل ۳- نرخ تولید مثل زنبور *H. hebetor* در غلظت کشنده سموم با روش مستقیم (تماسی)

Fig. 3- Age-stage specific reproductive value (Vx) of *H.hebetor* using lethal dose by contact method
A:Proteus, B:Sirinol, C:Abamectin, D:Control



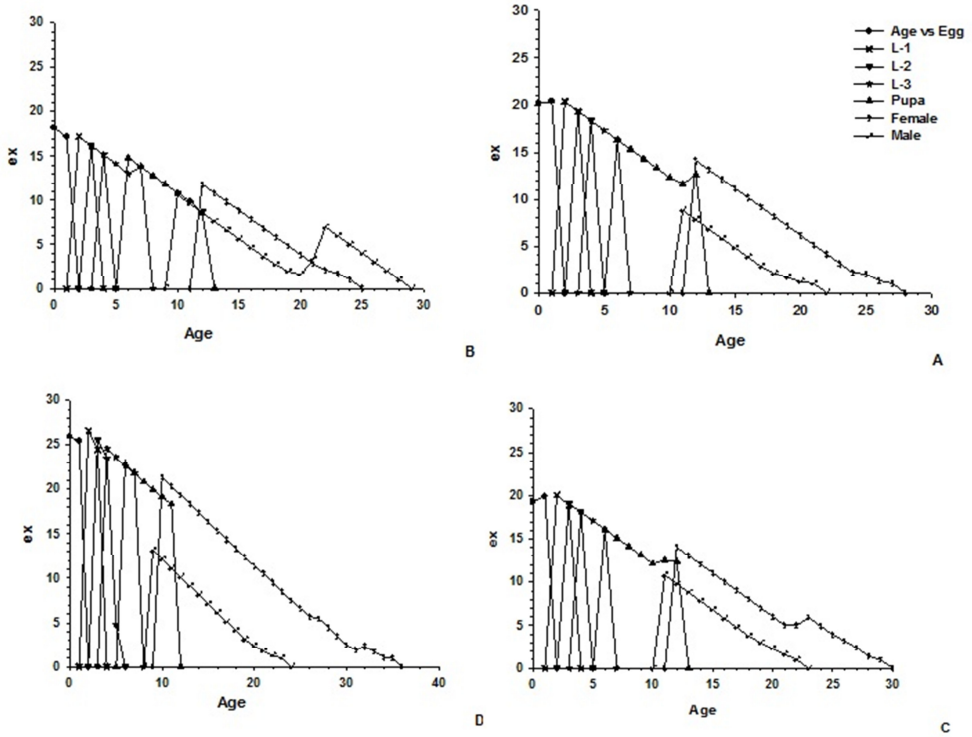
شکل ۴: نرخ تولید مثل زنبور *H. hebetor* در غلظت کشنده سموم با روش غیرمستقیم (میزبان مسموم)

Fig. 4- Age-stage specific reproductive value (Vx) of *H. hebetor* using lethal dose by indirect method
A:Proteus, B:Sirinol, C:Abamectin, D:Control



شکل ۵- امید به زندگی زنبور *H.hebetor* در غلظت کشنده سموم با روش مستقیم (تماسی)

Fig. 5- Age-stage specific expectation of life(ex) of *H.hebetor* using lethal dose by contact method.
A:Proteus, B:Sirinol, C:Abamectin, D:Control



شکل ۶ - امید به زندگی زنبور *H. hebetor* در غلظت کشنده سموم با روش غیرمستقیم (میزبان مسموم)

Fig. 5- Age-stage specific expectation of life (ex) of *H.hebetor* using lethal dose by indirect effect.
A:Proteus, B:Sirinol, C:Abamectin, D:Control

Journal of Entomological Research
Volume 9, Issue 4, pages: 321-336

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

Effect of lethal dose of Abamectin®, Proteus® and Sirinol® on biological parameters of *Habrobracon hebetor* in laboratory conditions

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

1-Ph.D. Student, Department of Entomology, Faculty of Agricultural Sciences, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
2-Assistant professor, Department of Entomology, Faculty of Agricultural Sciences, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
3- Assistant professor, Department of Entomology, Faculty of Agricultural Sciences, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran
4- Assistant professor, Plant Protection Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran.

Abstract

The usage of biological control agents has a significant role in the IPM programs. *Habrobracon hebetor* Say (Hym., Braconidae) is considered as one of the most important larval parasitoid in many Lepidoptera pests. In this study, the effect of Abamectin®, Proteus® and Sirinol® on biological parameters of this parasitoid was investigated in direct (contact) and indirect (poisonous host) methods. The parasitoid was breeding on *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep.;Pyralidae) under controlled condition (25 ± 2 °C, 60 ± 5% RH, and 16L:8D photoperiod). Bioassay tests of insecticides were done by contact (direct) and poisonous host (indirect) and the demographic parameters of the wasp were calculated. Lethal concentration was obtained in contact method as 1.38, 0.037, 6.62 ppm and in poisonous host as 0.49, 2.15, 0.138 ppm, respectively. Intrinsic rate of population increase (r_m) of the wasp treated with these pesticides were reduced in compare to control (0.220, 0.211, 0.227 and 0.261 female/female/day in direct and 0.212, 0.205, 0.186 and 0.260 in indirect method, respectively). In direct method, Abamectin and Sirinol had the least effect on r_m compared the control. In poisonous host method Abamectin had also the least effect on this factor. Since, Abamectin had also the least effect on the longevity of this parasitoid, it can be recommended in IPM programs using the combination of parasitoid and the insecticide.

Key words: *Habrobracon hebetor*, insecticide, bioassay, life table

* Corresponding Author, E-mail*: S_hesami@yahoo.com*
Received:3 Feb. 2018– Accepted: 13 Mar. 2018