مجله‌ی حشره‌شناسی گیاهان زراعی سال اول، شماره‌ی دوم، صفحه‌های ۴۵- ۵۶
شاپا: ۷۴۴۸-۲۲۵۱

اثرات زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌های آزادیراکتین، سایپرمترین و متوکسی‌فنوزاید روی زنبور *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae)

زهرا عابدی*[۱]، موسی صابر[۱]، علی مهرور[۲] و غلامحسین قره‌خانی[۱]

۱ - * مسئول مکاتبات گروه گیاه‌پزشکی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
e-mail :za.abedi88@yahoo.com
۲- گروه گیاه‌پزشکی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه شهید مدنی، تبریز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۶

چکیده

زنبور *Habrobracon hebetor* Say یکی از پارازیتوییدهای مهم لارو بسیاری از آفات به‌خصوص بال‌پولک‌داران خانواده‌های Noctuidae و Pyralidae می‌باشد. با توجه به پتانسیل این پارازیتویید در کنترل برخی از آفات مهم بالپولکی، اثرات چند حشره‌کش روی آن مورد اررزیابی قرار گرفت. پرورش زنبور پارازیتویید روی لاروهای سن آخر شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* Zeller در اتاقک رشدی با شرایط دمایی ۱ ± ۲۶ ℃، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰٪ و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت. آزمایش‌های زیست‌سنجی روی حشرات کامل زنبور به‌روش تماس با باقیمانده‌ی سموم صورت گرفت. در این مطالعه، اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های سایپرمترین، متوکسی‌فنوزاید و دو فرمولاسیون تجاری آزادیراکتین (بیونیم® و نیم‌گارد®)روی فراسنجه‌های جدول زندگی و تولیدمثلی زنبور پارازیتویید بررسی شد. در شاهد و تیمارهای حشره‌کشی، با افزایش سن زنبور نرخ بقا روند نزولی داشت. تیمارهای شاهد و سایپرمترین به‌ترتیب بیشترین و کمترین امید زندگی را داشتند. حداکثر طول عمر ثبت شده برای زنبور در شاهد، بیونیم، نیم‌گارد، متوکسی‌فنوزاید و سایپرمترین به‌ترتیب ۴۰، ۳۶، ۳۰، ۳۳ و ۲۱ روز بود. بیشترین نرخ خالص باروری در شاهد (۹۳/۶۴ تخم) دیده شد و تیمار نیم گارد (۵۳/۶۹ تخم) بیشترین اثر سوء را روی نرخ خالص باروری داشت. درصورت تایید نتایج توسط مطالعات تکمیلی مزرعه‌ای، می‌توان غیر از سایپرمترین از بقیه‌ی حشره‌کش‌های مورد مطالعه، همراه با این عامل کنترل بیولوژیک در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات استفاده نمود.

واژگان کلیدی: *Habrobracon hebetor*، حشره‌کش‌های زیست‌سازگار، فراسنجه‌های جمعیتی، زنبور اکتوپارازیتویید.

مقدمه

زنبور پارازیتویید *Habrobracon hebetor* Say یک پارازیتویید خارجی[۱]، جمعی[۲] و ایدیوبایونت[۳] لارو بال پولک‌داران می‌باشد (Taylor 1988, Eliopoulos and Stathas 2008). این زنبور از پتانسیل بالایی برای پارازیته کردن لاروهای میزبان برخوردار است و از سال ۱۳۷۴ تاکنون در نقاط مختلف ایران به‌طور انبوه پرورش داده شده و رهاسازی می‌گردد (Forouzan 2003). این پارازیتویید همراه با زنبور پارازیتویید تریکوگراما جهت کنترل کرم قوزه‌ی پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تخم‌های پارازیته نشده‌ی کرم قوزه‌ی پنبه که به لارو تبدیل می‌شوند توسط این زنبور مورد حمله قرار گرفته و از بین می‌روند (Attaran 1996). در اغلب موارد، کنترل بیولوژیک به‌تنهایی به‌حد کافی مؤثر نبوده، لذا همراه با عوامل کنترل بیولوژیک، آفت‌کش‌ها هم استفاده می‌شوند ولی این آفت‌کش‌ها ممکن است روی گونه‌های غیرهدف تأثیر سوء داشته باشند (Croft 1990, Suh *et al.* 2000). از ابتدا تأکید IPM به تلفیق دو روش مذکور (کنترل بیولوژیک و شیمیایی) بوده است (Bartlet 1964)، چرا که این دو روش دو استراتژی مهم می‌باشند که موفقیت برنامه‌های IPM تا حدود زیادی از طریق تلفیق این دو شیوه

1. Ectoparasitoid
2. Gregarious
3. Idiobiont

امکان‌پذیر می‌باشد (Wright and Verkert 1995).

ارزیابی اثرات حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی باید همه‌جانبه و با درنظرگرفتن اثرات کشندگی و زیرکشندگی آن‌ها باشد، برای این منظور از سم‌شناسی دموگرافیک[1] استفاده می‌شود (Alan and Daniel 1982). جدول زندگی شرح جزئیات مرگ و میر جمعیت بوده، با تلفیق اطلاعات مربوط به بقا و زادآوری تشکیل می‌شود. جدول های زندگی را می‌توان برای تشریح میزان و سرعت نشو و نما، نرخ بقا، امید زندگی، تعیین اندازه‌ی جمعیت یک آفت و ساختار سنی آن در یک زمان مشخص به‌کار برد (Southwood and Henderson 2000).برای ارزیابی موفقیت و عدم موفقیت یک عامل کنترل بیولوژیک جهت کنترل آفات در یک محیط خاص، آگاهی از عوامل مؤثر روی فراسنجه‌های زیستی و تولیدمثلی آن ضروری می‌باشد.

با توجه به این‌که آفت‌کش‌های آزادیراکتین[2]، سایپرمترین[3] و متوکسی‌فنوزاید[4] بال‌پولک‌داران آفت را به‌خوبی کنترل می‌کنند (Ahmad *et al*. 2004, Pineda *et al*. 2009)، مطالعه‌ی اثرات این حشره‌کش‌ها روی فراسنجه‌های جدول زندگی و تولیدمثلی زنبور اکتوپارازیتوید *H. hebetor* می‌تواند مفید باشد. آزادیراکتین یک تترانورتری‌پنویید است که از مغز دانه‌ی درخت چریش *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) استخراج می‌شود (Naumann and Isman 1995, Spollen and Isman 1996). دو اثر ضد تغذیه ای و تنظیم‌کنندگی رشد مهم‌ترین اثرات آزادیراکتین هستند و اثرات ثانویه‌ی آن شامل اثر دورکنندگی، ضد تخم‌ریزی، عقیم‌کنندگی، کاهش باروری، کاهش توانایی پرواز و اختلال در ارتباط جنسی می‌باشد (Schmutterer 1990, Ilio *et al*. 1999).

پایریتروییدها حشره‌کش‌های رایج و معمولی هستند که استفاده‌ی گسترده‌ای دارند و بیش از ۳۰٪ سموم مصرفی دنیا را شامل می‌شوند (Usmani and Knowles 2001). سایپرمترین یک پایریتروییدبسیار کشنده و یک حشره‌کش تماسی، گوارشی است که بر طیف وسیعی از آفات راسته‌ی بال‌پولک‌داران، سخت‌بال‌پوشان، دوبالان و ناجوربالان مؤثر است (Suh *et al*. 2000). متوکسی‌فنوزاید متعلق به گروه جدیدی از IGR ها است که یک ترکیب غیراسترووییدی با خاصیت تسریع‌کننده‌ی پوست‌اندازی حشرات و از گروه بیس‌آسیل هیدرازین‌ها می‌باشد. حشره‌کش‌های بیس‌آسیل هیدرازین‌ها سازگار با محیط زیست هستند که نحوه‌ی اثر جدیدی داشته، در مقایسه با حشره‌کش‌های رایج خطر کمتری روی موجودات غیرهدف دارند (Dhadiallaa *et al*. 2007).هدف پژوهش حاضر، ارزیابی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های سایپرمترین، متوکسی‌فنوزاید و دو فرمولاسیون تجاری آزادیراکتین (بیونیم®، نیم‌گارد®) روی فراسنجه‌های جمعیتی زنبور پارازیتوییدی *H. hebetor* بود تا با انتخاب حشره‌کش‌هایی که ایمنی نسبتاً بالایی برای دشمنان طبیعی و محیط زیست دارند بتوان از آن‌ها همراه با این عامل کنترل بیولوژیک در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و پرورش زنبور پارازیتوییدی *H.hebetor*

جمع‌آوری زنبور *H. hebetor* از منطقه‌ی دشت ناز ساری در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. پس از انتقال زنبور به آزمایشگاه نسبت به پرورش آن اقدام گردید. در داخل هر ظرف پتری ۵۰ عدد لارو سن آخر شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* Zeller به‌همراه ۱۰ جفت زنبور نر و ماده رهاسازی شدند و سپس ظروف در اتاقک رشدی با شرایط دمایی ۱°C ± ۲۶، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰٪ و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت، زنبورها با استفاده از آسپیراتور دستی جمع‌آوری و به ظروف پرورش جدید انتقال داده شد و ظروف حاوی لاروهای پارازیته شده تا ظهور حشرات کامل نسل جدید در شرایط مذکور نگهداری شدند. زنبورهای تازه ظاهر شده، برای انجام زیست سنجی‌ها یا برای پرورش و نگهداری جمعیت مورد استفاده قرار گرفتند.

1. Demographic toxicology
2. Azadirachtin
3. Cypermethrin
4. Methoxyfenozide

حشره‌کش‌های مورد استفاده

۱-۱- آزادیراکتین (BioNeem® 0.09 EC) ساخت شرکت Safer کشور آمریکا.

۱-۲- آزادیراکتین (NeemGuard® 1 EC) ساخت شرکت Shalimar International L.L.C. کشور آلمان.

۲- سایپرمترین (Patron® 40 EC) ساخت شرکت آریاشیمی کشور ایران.

۳- متوکسی‌فنوزاید (Runner 2F® 21-24 SC) ساخت شرکت Dow AgroSciences کشور اسپانیا.

اثرات زیرکشندگی

برای بررسی اثرات زیرکشندگی، ابتدا LC_{50} حشره‌کش‌ها محاسبه شد. زیست‌سنجی حشرات کامل به‌روش تماس با باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها انجام گرفت. برای این منظور از قفس‌های در معرض قراردهی استفاده شد (Saber 2011).

این قفس‌ها از دو صفحه‌ی شیشه‌ای به ابعاد ۱۳×۱۳cm و یک چارچوب پلی‌اتیلنی تشکیل شده بود. در روی چارچوب، سوراخ‌هایی جهت تهویه و تغذیه‌ی حشرات کامل ایجاد شده بود. در یکی از این سوراخ‌ها یک لوله‌ی آزمایش به‌صورت وارونه تعبیه گردید که محتوی آب بود و جهت تغذیه‌ی زنبورها از لایه‌ی نازک عسل روی کاغذ استفاده شد. از سم‌پاش دستی جهت پخش محلول سمی در سطوح شیشه‌ای استفاده گردید (شکل ۱).

برای مطالعه‌ی اثرات زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌ها روی فراسنجه‌های جدول زندگی و تولیدمثلی زنبور *H. hebetor* از غلظت زیرکشنده‌ی LC_{30} حشره‌کش‌ها استفاده شد. مقدار LC_{30} بیونیم®، نیم‌گارد®، سایپرمترین و متوکسی‌فنوزاید به‌ترتیب ۵/۵۳ µg a.i./ml، ۲۵/۰۸، ۳/۸۸ و۹۸/۷۷ بود. جهت انجام آزمایش‌ها ۷۰ زنبور ماده‌ی یک روزه (با عمر کمتر از ۲۴ ساعت) در معرض LC_{30} حشره‌کش‌ها قرار داده شدند. زنبورها به‌ترتیب ۲۴ ساعت در معرض سایپرمترین و ۷۲ ساعت در معرض بیونیم، نیم‌گارد و متوکسی‌فنوزاید قرار داده شدند زیرا LC_{30} این حشره‌کش‌ها بر مبنای ۲۴ و ۷۲ ساعت محاسبه شده بود. سپس به‌طور تصادفی ۲۵ عدد زنبور ماده‌ی زنده مانده در تیمار انتخاب و با ۲۵ عدد زنبور نر تیمار نشده به پتری‌های شش سانتی‌متری حاوی لاروهای میزبان انتقال داده شدند. روزانه هفت عدد لارو سن آخر میزبان در اختیار هر زنبور ماده قرار داده شد. ظروف پتری هر روز با ظروف پتری جدید حاوی لاروهای میزبان سالم جای‌گزین شدند. پس از شمارش تعداد تخم گذاشته شده توسط هر زنبور، پتری‌ها تا ظهور حشرات کامل نگهداری شدند. در این فاصله، تعداد تخم تفریخ شده، تعداد لارو و شفیره‌ی تشکیل شده و تعداد حشرات کامل نر و ماده‌ی ظاهر شده‌ی زنبور در هر پتری ثبت شدند. این کارها تا مرگ تمامی زنبورهای مورد آزمایش ادامه یافت و با استفاده از داده‌های جمع آوری شده، جدول‌های زندگی و تولیدمثلی زنبور تشکیل گردید.

شکل ۱- قفس‌های در معرض قرار دهی برای زیست‌سنجی حشره‌کش‌ها.

Figure 1. Exposure cages for bioassay of insecticides.

برای تعیین اثرات کلی حشره‌کش‌ها روی زنبور پارازیتویید از روش جدول‌های زیستی سم شناختی[1] استفاده گردید (Elzan *et al.* 2000). تنظیم جدول‌های زیستی و تجزیه و تحلیل داده‌های دموگرافی، داده‌های مربوط به مرگ‌ومیر و باروری روزانه، با روش Carey (1993) انجام شد. برای تشکیل جدول زندگی پارازیتویید، داده‌ها بر اساس سن x و تعداد افراد زنده مانده در سن x (N_x)، در یک جدول و در دو ستون سازمان داده شدند و بقیه‌ی فراسنجه‌ها شامل نرخ بقا، مرگ و میر در فاصله‌ی سنی، امید زندگی و نرخ مرگ و میر از داده‌های این دو ستون محاسبه گردید.

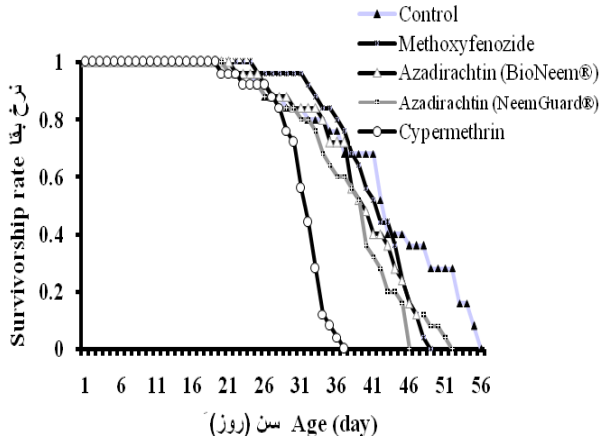
برای تشکیل جدول‌های تولیدمثل، چهارستون سن (x)، بقای بین دو گروه سنی (L_x)، متوسط تعداد تخم گذاشته شده توسط حشرات ماده در فاصله‌ی سنی x تا x+1 (M_x) و نرخ تفریخ روزانه‌ی تخم (h_x) ایجاد شدکه از طریق آن‌ها، سایر فراسنجه‌های تولیدمثلی محاسبه شدند. با تقسیم نرخ ناخالص تولیدمثل به تعداد روزهای زندگی ماده، متوسط تعداد تخم گذاشته شده به‌ازای هر ماده در روز[2] به‌دست آمد. برای به‌دست آوردن متوسط تعداد تخم بارور گذاشته شده به‌ازای هر ماده در روز[3]، نرخ‌های باروری به متوسط تعداد روزهای زندگی ماده تقسیم شد.

این آزمایش برای هر تیمار در ۲۵ تکرار انجام شد و با روش جک‌نایف تکرارهای دروغین ایجاد و واریانس آن‌ها برآورد شد. محاسبات و رسم نمودارها با نرم افزار Excel و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ در نرم‌افزار SAS صورت گرفت (SAS Institute 2002).

نتایج

حداکثر طول عمر ثبت شده برای زنبور در تیمارهای شاهد، متوکسی‌فنوزاید، بیونیم، نیم‌گارد و سایپرمترین به‌ترتیب ۴۰، ۳۳، ۳۶، ۳۰ و ۲۱ روز بود. برخی از فراسنجه‌های مهم جدول زندگی زنبور پارازیتویید شامل نرخ بقا، مرگ و میر در فاصله‌ی سنی x تا x+۱، و امیدزندگی در شکل های ۲ تا ۴ آمده است.

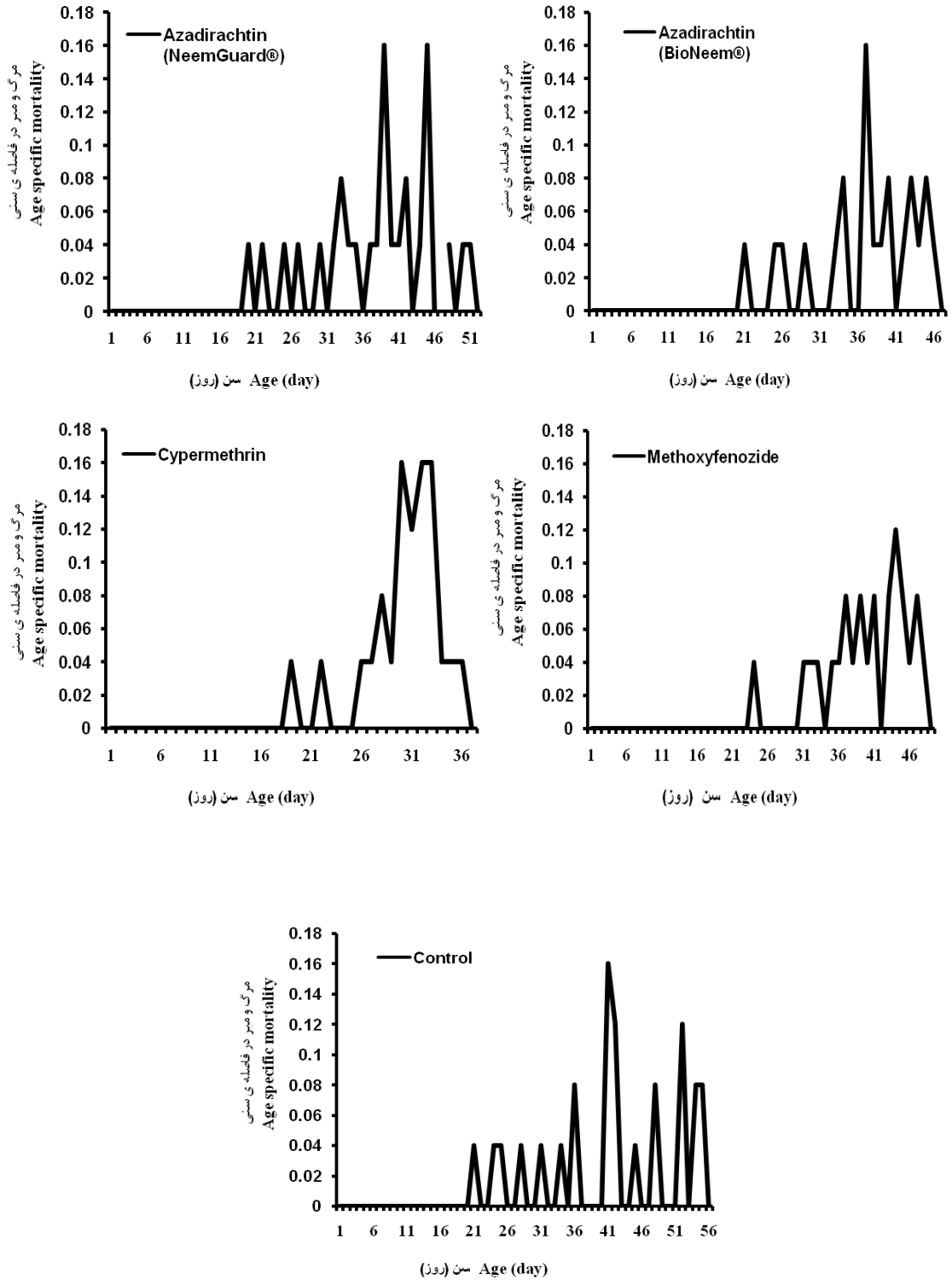
روند کاهش بقا در تیمارهای مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. در تمامی تیمارها، با افزایش سن زنبور نرخ بقا روند نزولی داشته است. امید زندگی حشرات کامل در اولین روز زندگی در تیمارهای شاهد، متوکسی‌فنوزاید، بیونیم، نیم گارد و سایپرمترین به ترتیب ۴۱/۱، ۳۹/۴۶، ۳۸/۰۶، ۳۵/۹۴ و ۲۹/۷۸ روز بود که تیمارهای شاهد و سایپرمترین به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار امیدزندگی را داشتند (شکل ۴). کاهش امید زندگی در همه‌ی تیمارها روند یک-نواختی داشت که می‌تواند به‌علت مرگ‌ومیر بیشتر افراد حساس در روزهای اول و باقی ماندن افراد مقاوم با امید زندگی بالا باشد.



شکل ۲- منحنی‌های بقای (l_x) زنبور *H. hebetor* تیمار شده با غلظت زیرکشنده‌ی (LC_{30}) چهار حشره‌کش مختلف در مقایسه با شاهد.

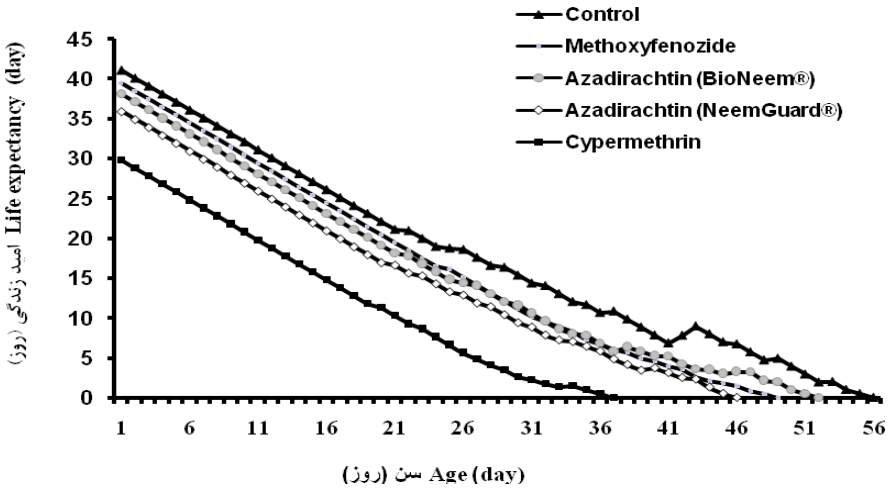
Figure 2. Survivorship curves of adult *H. hebetor* exposed to LC_{30} of four insecticides compared to control.

1.Toxicological life table approach
2. Fecundity egg/female/day
3. Fertile egg/female/day



شکل ۳- مرگ‌ومیر در فاصله‌ی سنی x تا x+1 (d_x) زنبور *H. hebetor* تیمار شده با غلظت کشنده‌ی (LC_{30}) چهار حشره‌کش مختلف و شاهد.

Figure 3. Age specific mortality of adult *H. hebetor* exposed to LC_{30} of four insecticides and control.



شکل ۴- امید زندگی(e_x) زنبور *H. hebetor* تیمار شده با غلظت کشنده‌ی (LC_{30}) چهار حشره‌کش در مقایسه با شاهد.
Figure 4. Life expectancy of adult *H. hebetor* exposed to LC_{30} of four insecticides compared to control.

جدول‌های تولیدمثلی

فراسنجه‌های تولیدمثلی زنبور پارازیتویید *H. hebetor* در شاهد و تیمارهای حشره‌کش در جدول ۱ آورده شده است. نرخ ناخالص زادآوری[1] که متوسط تعداد نتاج تولید شده توسط ماده‌ها در طول عمرشان را نشان می‌دهد از مجموع M_x به‌دست می‌آید. این نتایج نشان می‌دهند که تعداد نتاج تولید شده در شاهد بیشتر از تیمارهای حشره‌کشی بود. بالاترین تعداد تخم‌های تفریخ شده در طول عمر ماده‌ها که نرخ ناخالص باروری[2] نامیده می‌شود، در تیمار شاهد (۱۰۸/۱۳تخم) می‌باشد. نیم‌گارد و سایپرمترین به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر سوء را روی نرخ ناخالص باروری داشتند.

نرخ ناخالص تفریخ[3] در سایپرمترین بیشتر از شاهد بود. نرخ‌های خالص زادآوری[4] و باروری[5] که به‌ترتیب نشان دهنده‌ی متوسط تعداد تخم گذاشته شده و تخم تفریخ شده در طول زندگی برای ماده‌های مؤثر در تخم‌ریزی می‌باشند، در شاهد بیشترین (به‌ترتیب ۱۱۷/۸ و ۹۳/۶۴ تخم) و نرخ زادآوری خالص در آزادیراکتین و سایپرمترین و نرخ خالص باروری در آزادیراکتین کمترین بود. تیمار نیم‌گارد بیشترین تأثیر سوء را روی نرخ خالص باروری داشت.

تفاوت میان فراسنجه‌های ناخالص تولیدمثلی با فراسنجه‌های خالص تولیدمثلی در این می‌باشد که در فراسنجه‌های ناخالص تولیدمثلی مرگ و میر در نظر گرفته نمی‌شود ولی در فراسنجه‌های خالص تولیدمثلی، مقدار L_x که عبارت است از نسبت افراد زنده مانده در وسط هر رده‌ی سنی، دخالت داده می‌شود. استفاده از نرخ‌های خالص به‌علت دخالت داشتن فراسنجه‌هایی مانند بقا و طول عمر که تحت تأثیر حشره‌کش‌ها می‌باشند، به‌منظور مقایسه‌ی اثر حشره‌کش‌ها روی تولیدمثل دقیق‌تر می‌باشند. در برخی موارد با وجود افزایش باروری به‌دلیل کم شدن طول عمر ممکن است در کل میزان باروری کاهش یابد. با توجه به نتایج میانگین‌های سنی تولیدمثلی، سایپرمترین بیشترین تأثیر سوء را روی میانگین سن تفریخ[6] زنبور پارازیتویید داشته است. از نرخ‌های تولیدمثل روزانه نیز فراسنجه‌هایی مانند تعداد تخم گذاشته شده توسط هر ماده و تعداد تخم بارور گذاشته شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

1. Gross fecundity rate
2. Gross fertility rate
3. Gross hatch rate
4. Net fecundity rate
5. Net fertility rate
6. Mean age hatch

جدول ۱- فراسنجه‌های تولیدمثل زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در شاهد و تیمارهای حشره‌کش‌ها

Table 1. Reproduction parameters of *H. hebetor* in the insecticide treatments and the control

Parameters **فراسنجه‌ها**	Treatments **تیمارها**				
	شاهد Control	Azadirachtin (BioNeem®)	Azadirachtin (Neem Guard®)	Cypermethrin	Methoxyfenozide
Reproduction (egg) rate in Longevity					
Gross fecundity rate	136.12 a ±0.12	123.25 b ± 0.12	99.07 d ± 0.15	91.56 e ± 0.42	107.18 c ±0.21
Gross fertility rate	108.13 a ± 0.09	81.75 b ± 0.08	67.11 d ± 0.08	83.8 b ± 0.04	73.72 c ± 0.12
Gross hatch rate	0.79 b ± 0.0001	0.66 e ± 0.0001	0.68 d ± 0.003	0.91a ± 0.002	0.69 c ± 0.0001
Net fecundity rate	117.86 a ± 0.27	95.84 b ± 0.41	76.53 d ± 0.28	76.46 d ± 0.17	93.03 c ± 0.22
Net fertility rate	93.64 a ± 0.21	67.59 c ± 0.27	53.69 e ± 0.19	72.21 b ± 0.18	66.1 d ± 0.14
Mean age (day) reproduction					
Mean age gross fecundity	26.2 c ± 0.01	29.77 a ± 0.04	28.3 b ± 0.06	23.75 d ± 0.08	28.3 b ± 0.07
Mean age gross fertility	25.99 c ± 0.07	27.97 a ± 0.03	27.42 b ± 0.07	23.41 d ± 0.04	27.24 b ± 0.08
Mean age hatch	24.3 c ± 0.03	27.09 a ± 0.005	26.36 b ± 0.04	21.95 d ± 0.06	26.68 b ± 0.05
Mean age net fertility	24.22 c ± 0.2	26.16 a ± 0.03	25.99 b ± 0.02	22.98 d ± 0.23	26.02 ab ± 0.17
Mean age hatch	34.29 a ± 0.004	31.01 b ± 0.25	29.92 c ± 0.01	25.24 d ± 0.04	30.89 bc ± 0.16
Reproduction rate daily					
Fecundity egg/female/day	2.87 a ± 0.24	2.52 b ± 0.04	2.13 d ± 0.05	2.57 b ± 0.01	2.35 c ± 0.02
Fertile egg/female/day	2.28 b ± 0.17	1.77 c ± 0.07	1.5 d ± 0.08	2.42 a ± 0.31	1.67 cd ± 0.16

میانگین‌های دارای حروف مشترک انگلیسی در هر ردیف فاقد تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ آزمون LSD می‌باشند.

Means bearing the same lowecase English letters in a row have no significant difference at 5% level by LSD test.

بحث

محیط اطراف ما در معرض انواع مختلفی از آلاینده‌ها و سموم کشاورزی قرارگرفته وآلودگی‌های زیست محیطی روزبه‌روز درحال افزایش است و اثرات مداوم باقیمانده‌ی حشره‌کش‌های رایج (فسفره، کارباماتی و کلره) موجب بروز مشکلات متعددی برای موجودات غیرهدف به‌ویژه پارازیتوییدها شده است (Sak *et al.* 2009). بنابراین حشره‌کش‌های با ویژگی انتخابی بودن فیزیولوژیکی از قبیل گروه‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات، حشره‌کش‌های با منشاء زیستی[1] می‌تواند جای‌گزین مناسبی برای حشره‌کش‌های فسفره و کارباماتی باشند (Xu *et al.* 2004). سم‌شناسان اکولوژیست[2] در برنامه‌های خود تأکید بیشتری به استفاده از حشره‌کش‌های کم‌دوام در IPM دارند (Garcia *et al.* 2006).

در این بررسی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های سایپرمترین، دو فرمولاسیون تجاری آزادیراکتین ومتوکسی‌فنوزاید روی فراسنجه‌های جمعیتی زنبور اکتوپارازیتویید مورد بررسی قرار گرفت و جدول‌های زندگی و تولیدمثلی تشکیل و مورد ارزیابی قرار گرفت. یک اندازه‌گیری کلی از اثرات سمی به‌دست نمی‌آید بلکه

1. Biorationals

2. Ecotoxicologists

سایر اثرات متقابل که در آزمایش‌های سمیت کوتاه مدت قابل درک نیستند نیز ارزیابی می‌شوند. از فراسنجه‌های جدول زندگی زنبور پارازیتویید می‌توان به نرخ بقا، مرگ‌ومیر در فاصله‌ی سنی، امید زندگی و نرخ مرگ‌ومیر اشاره کرد. در واقع در تمامی تیمارها منحنی‌های بقا شبیه به منحنی بقای نوع اول بود، یعنی مرگ و میر در سنین اولیه کمتر بود و در سنین آخر افزایش یافت. در تمامی تیمارها، با افزایش سن زنبور نرخ بقا روند نزولی داشت و کمترین نرخ بقا در تیمار سایپرمترین مشاهده شد. Rafiee Dastjerdi (2008) گزارش نمود میزان بقای زنبور *H. hebetor* در تیمارهای تیودیکارب، پروفنوفوس، اسپینوسد و هگزافلومورون کمتر از شاهد بود.

امید زندگی در همه‌ی تیمارها به جز تیمار سایپرمترین اختلاف چندانی با شاهد نداشت. هم‌سو با نتایج این تحقیق، Heydari *et al.* (2006) گزارش کردند که امید زندگی زنبور *Encarsia formosa* Gahan در اولین روز زندگی تحت تأثیر حشره‌کش‌های بوپروفزین و پایریپروکسیفن تفاوت چندانی با شاهد نداشت. Sarmadi (2009) امید زندگی حشرات کامل زنبور *H. hebetor* را در اولین روز زندگی در شاهد و تیمارهای ایندوکساکارب، ایمیداکلوپراید و دلتامترین به‌ترتیب ۲۸/۸۳، ۲۵/۳۶، ۱۹/۸ و ۲۷/۷۳ روز تعیین نمود.

از فراسنجه‌های تولیدمثلی می‌توان به نرخ ناخالص تفریخ اشاره کرد که مقدار آن در سایپرمترین بیشتر از شاهد بود.

در نگاه اول انتظار می‌رود که دوزهای زیرکشنده‌ی حشره‌کش‌ها برای موجود زنده مضر باشد و کارایی را کاهش دهد ولی محققین متعددی مواردی را گزارش نموده‌اند که دوزهای زیرکشنده‌ی آفتکش‌ها قادر به افزایش نقش دشمنان طبیعی در برخی جنبه‌ها شده است (Croft 1990). واژه‌ی هورمولایگوز[1] برای توصیف وضعیتی به‌کار می‌رود که مقادیر زیرکشنده‌ی یک عامل تنش‌زا برای موجود زنده مفید واقع می‌شود. عوامل تنش زا نه‌تنها شامل مواد شیمیایی سمی بلکه پرتوتابی، تغییرات دمایی و صدمات جزیی هم می‌تواند باشد. Lucky (1968) (نقل از Saber 2002) گزارش کرد که غلظت‌های زیرکشنده‌ی چندین حشره‌کش مختلف نرخ رشد را در سیرسیرک *Acheta domesticus* L. افزایش داد و در نتایج ما سایپرمترین باعث افزایش نرخ ناخالص تفریخ و در نتیجه افزایش تعداد تخم بارور گذاشته شده توسط هر ماده‌ی پارازیتویید شده است.

براساس نتایج به‌دست آمده، سایپرمترین بیشترین تأثیر سوء را روی جدول‌های زندگی و فراسنجه‌های تولیدمثلی زنبور پارازیتویید *H. hebetor* داشت و پس از مطالعات تکمیلی مزرعه‌ای از دو فرمولاسیون تجاری آزادیراکتین و متوکسی‌فنوزاید می‌توان همراه با این عامل کنترل بیولوژیک در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات استفاده نمود.

1.Hormoligosis

References

Ahmad S, Zia K, 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 JD, Daniel RE. 1982. Life table evaluation of chronic exposure of *Eurytemora affinis* (Copepoda) to kepone. *Marin Biology* 66: 179-184.

Attaran MR. 1996. Effect of laboratory hosts on the biological attributes of parasitoid wasp, *Habrobarcon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). M.Sc. Thesis on Agricultural Entomology, Tarbiat Modarres University, 83 pp.

Bartlet BR. 1964. Toxicity of some pesticides to egg, larvae and adults of the green lacewing, *Chrysoperla carnea. Journal of Economic Entomology* 57: 366-369.

Carey JR. 1993. *Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects*. Oxford University Press, Inc. 205 pp.

Croft BA. 1990. *Arthroptera Biological Control Agents and Pesticides*. Wiley, New York.

Dhadiallaa TS, Le D, Palli SR, Raikheld A, Carlson GR. 2007. A photoaffinity, non-steroidal, ecdysone agonist, bisacylhydrazine compound, RH-131039: Characterization of binding and functional activity. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 37: 865–875.

Eliopoulos PA, Stathas GJ. 2008. Life tables of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Anagasta kuehniella* and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): effect of host density. *Journal of Economic Entomology* 101: 982-988.

Elzen GW, Maldonado SN, Rojas MG. 2000. Lethal and sublethal effects of selectes and an insect growth regulator on the boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) Ectoparasitoid *Catolaccas grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae*). Journal of Economic Entomology* 2: 300-303.

Forouzan M. 2003. Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on two pyralid hosts of *Ephestia kuehniella* Zeller and *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). M. Sc. Thesis on Agricultural Entomology, Guilan University, Rasht, Iran, 160 pp.

Garcia JF, Grisoto E, Vendramim JD, Machado BPS. 2006. Bioactivity of neem, *Azadirachta indica,* against spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. *Journal of Economic Entomology* 99: 2010-2014.

Heydari A, Moharramipour S, Poormirza AA, Talebi AA. 2006. Effects of buprofezin, fenpropathrin on the reproductive parameters of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae*). Journal of Entomological Society of Iran* 25(2): 17- 34.

Ilio VW, Cristofaro M, Marchini D, Nobili P, Dallai R. 1999. Effects of a neem compound on the fecundity and longevity of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 92: 76–82.

Naumann K, Isman MB. 1995. Evaluation of neem *Azadirachta indica* seed extracts and oils as oviposition deterrents to noctuid moths. *Entomologia Expermentalis et Applicata* 76: 115–120.

Pineda S, Martinez AM, Figueroa JI, Schneider MI, Estal PD. 2009. Influence of azadirachtin and Methoxyfenozide on life parameters of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journalof Economic Entomology* 102(4): 1490-1496.

Rafiee-Dastjerdi, H. 2008. Lethal effects of thiodicarb, profenofos, spinosad and hexaflumeron on *Helicoverapa armigera* Hübner (Lep., Noctuidae) and their lethal and sublethal effects on *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Ph.D. Thesis on Agricultural Entomology, University of Tabriz, 108pp.

Saber M. 2002. Sublethal effects of fenithrothion and deltamethrin on the life table parameters of the *Trissolcus grandis* and *T. semistriatus.* Ph.D. Thesis on Agricultural Entomology, University of Tarbiat Modarres, Tehran, 144pp.

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.

Sak O, Gülügnül EE, Uckan F. 2009. Effects of cypermethrin exposed to host on the developmental biology of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Annals of the Entomological Society of America* 102(2): 288-294.

Sarmadi S. 2009. Lethal and sublethal effects of imidacloprid, indoxacarb and deltamethrin on *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). M.Sc. thesis on Agricultural Entomology, University of Mohaghegh Ardebili, Ardebil, 103 pp.

SAS Institute. 2002. *The SAS System for Windows*. SAS Institute, Cary, NC.

Southwood R, Henderson PA. 2000. *Ecological Methods*. Blackwell Science, Oxford, USA. 3th ed.

Schmutterer H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica. Annual Review of Entomology* 35: 271-297.

Spollen KM, Isman MB. 1996. Acute and sublethal effects of a neem insecticide on the commercial biological control agents *Phytoseilus persimilis* and *Amblyseius cucumeris* (Acari., Phytoseiidae) and *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). *Journal of Economic Entomology* 89: 1379–1386.

Suh CPC, Orr DB, Van Duyn JW. 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) preimaginal development and adult survival. *Journal of Economic Entomology* 93: 577-583.

Taylor AD. 1988. Host effect on functional and ovipositional response of *Bracon hebetor*. *Journal of Animal Ecology* 57: 173-184.

Usmani KA, Knowles CO. 2001. Toxicity of pyrethroids and effect of synergists to larval and adult *Helicoverpa zea*, *Spodoptera frugiperda*, and *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology* 94: 868-873.

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

Xu YY, Liu TX, Leibee GL, Jones WA. 2004. Effects of selected insecticides on *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Biocontrol Science and Technology* 14: 713–723.

Sublethal effects of azadirachtin, cypermethrin and methoxyfenozide on *Habrobracon hebetor* Say (Hym.:Braconidae)

Zahra Abedi[1*], Moosa Saber[1], Ali Mehrvar[2]and Gholamhossein Gharekhani[1],

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran,
([*] Corresponding author, e-mail: za.abedi88@yahoo.com)
2-Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Azarbaijan University of Shahid Madani -5375171379, Tabriz, Iran

Abstract

The *Habrobracon hebetor* Say is an important ectoparasitoid of larval stage of various lepidopterous insect pests such as the families Noctuidae and Pyralidae. Because of the potency of the parasitoid for controlling several important lepidopteran insect pests, the effects of three insecticides were assessed on it. The wasps were reared on the last instar larvae of *Anagasta kuehniella* Zeller at 26±1°C, 70±5% RH and a photoperiod of 16:8 (L:D) h. The adult wasps were exposed to fresh residues of the insecticides. In this study, sublethal effects of cypermethrin, methoxyfenozide and two formulations of azadirachtin (BioNeem® and Neem guard®) were evaluated based on the life table and reproduction parameters of *H. hebetor*. The survivorship was affected by the insecticides. The maximum and minimum of life expectancy was observed in the control and cypermethrin, respectively. The maximum life span of females was estimated 40, 36, 30, 33 and 21 days in the control, BioNeem, Neem Guard, methoxyfenozide and cypermethrin, respectively. The highest net fertility rate was recorded in the control (93.64 eggs). Net fertility rate was affected significantly by Neem Guard treatment (53.69 eggs). Results showed that almost all insecticides excluding cypermethrin had less adverse effects on the parasitoid. Semi field and field studies aiming to assess efficacy of combined use of insecticides and *H. hebetor* is needed to obtain more applicable results.

Key words: *Habrobracon hebetor*, Biorational insecticides, Population parameters, Ectoparasitoid wasp.