مدیریت آفات کشاورزی
بهار ۱۳۹۳، جلد ۱، شماره ۱، ص. ۳۶-۴۵

Agricultural Pest Management
Spring 2014, 1(1): 36-45

سمیت حاد و اثرات زیرکشندگی دیازینون بر روی حشرات بالغ زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae)

وحید مهدوی *، موسی صابر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۶

چکیده

Habrobracon hebetor Say از پارازیتوئیدهای خارجی مهم لاروهای بالپولکدار مختلف می‌باشد. در این مطالعه، اثرات کشندگی و زیرکشندگی حشره‌کش دیازینون بر روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* پرورش یافته بر روی *Anagasta kuehniella* Zeller تحت شرایط آزمایشگاهی ارزیابی شد. حشرات کامل در معرض باقیمانده‌ی حشره‌کش به کار رفته بر روی صفحات شیشه‌ای در شرایط دمایی ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ±۶۰ درصد و دوره ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. بر مبنای مطالعات دز-واکنش، مقدار LC_{50} دیازینون ۶/۳۸ میکروگرم ماده‌ی موثر بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. در این مطالعه جهت بررسی اثرات زیرکشندگی دیازینون، زنبورهای بالغ در معرض غلظت LC_{30} دیازینون قرار گرفتند و شاخص‌های دموگرافیک زنبورهای زنده مانده مطالعه گردید. نتایج نشان داد که غلظت LC_{30} دیازینون اثر سوئی بر روی شاخص‌های زیستی و جمعیت پایدار زنبور *H. hebetor* (مانند نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت، متوسط مدت زمان یک نسل، تعداد تخم گذاشته شده، درصد تفریخ تخم) دارد. نسبت جنسی نتاج زنبور پارازیتوئید اثر معنی‌داری را بین شاهد و تیمار حشره‌کش نشان نداد. نتایج نشان می‌دهد که دیازینون دارای اثر سوئی بر روی شاخص‌های دموگرافیک زنبور پارازیتوئید بوده و انجام آزمایش‌های نیمه مزرعه‌ای و مزرعه‌ای ضروری به نظر می‌رسد.

واژه های کلیدی: *Habrobracon hebetor*، زیست‌سنجی، اثرات زیرکشندگی، دیازینون.

* گروه گیاهپزشکی، دانشگاه مراغه
نویسنده مسئول: vahidmahdavi@live.com

مقدمه

پنبه یکی از محصولات استراتژیک در ایران می‌باشد که در اکثر مناطق کشاورزی ایران کشت می‌شود. کرم قوزه‌ی پنبه *Helicoverpa armigera* Hübner یکی از مهم‌ترین آفات این محصول می‌باشد که انتشار جهانی داشته و به محصولات زراعی متعددی مانند پنبه، گوجه فرنگی، نخود، توتون، لوبیا، سویا و ذرت خسارت وارد می‌کند (Mattews 1974). در سال‌های اخیر استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک در راستای برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) رشد و توسعه یافته است. در همین راستا استفاده از زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say به عنوان یکی از مهم‌ترین پارازیتوئیدهای کرم قوزه‌ی پنبه توصیه می‌شود. *H. hebetor* پارازیتوئید خارجی و ایدیوبایونت[2] لارو بسیاری از آفات زراعی و انباری بالپولکدار می‌باشد (Baker and Fabrick 2000، Eliopoulos and Stathas 2008). در برخی مناطق ایران از جمله دشت مغان، گرگان و خوزستان این پارازیتوئید به طور عمده پرورش داده شده و در مزارع پنبه و گوجه فرنگی بر علیه کرم قوزه‌ی پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد (رفیعی دستجردی، ۱۳۸۶).

از اثرات مهم دشمنان طبیعی می‌توان به تاثیر آنها در کاهش تراکم جمعیت آفات در اکوسیستم‌های زراعی اشاره نمود (Obrychi and Kring 1998) و حمایت از دشمنان طبیعی در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات (IPM) در این اکوسیستم‌ها امری اجتناب ناپذیر می‌باشد (De Bach and Rosen 1991). از طرف دیگر جهت موفقیت در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، استفاده‌ی توأم از عوامل کنترل بیولوژیک و ترکیبات شیمیایی توصیه می‌شود، ولی ترکیبات شیمیایی علاوه بر اثری که روی موجود هدف می‌گذارند، ممکن است اثرات سویی را روی موجودات غیرهدف نیز موجب شوند (Casida and Quistad 1998). بنابراین بررسی اثرات ترکیبات شیمیایی بر روی عوامل کنترل بیولوژیک امری ضروری می‌باشد.

امروزه یکی از چالش‌های فراروی محققین، تخمین دقیق اثرات یک عامل خارجی مانند آفت‌کش روی جمعیت حشرات می‌باشد. عموما برای بررسی توانایی یک آفت‌کش روی آفت و دشمن طبیعی در آزمایشگاه از روش محاسبه‌ی LC_{50} و LD_{50} استفاده می شود. یکی از محدودیت‌های این روش لحاظ نکردن اثرات زیرکشندگی می‌باشد که این اثرات زیرکشندگی ممکن است به صورت کاهش در طول دوره‌ی زندگی (Stark and Rangus 1994، Stark and Banks 2003)، میزان رشد (Vinson 1974)، باروری (Grosch and Haffman 1973، Stark *et al*. 1992)، زادآوری (Grapel 1982، Rezaei *et al*. 2007)، تغییر در نسبت جنسی (Vinson 1974)، تغییر در رفتارهایی مانند تغذیه (Desneux *et al*. 2006)، جستجوگری (Dabrowski 1969، Desneux *et al*. 2007) و تخم‌گذاری باشد (Lawrence 1981). اثرات مثبت آفت‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی شامل افزایش باروری (Fleshner and Scriven 1957، Attalah and Newsom 1966)، افزایش فعالیت شکارگر و پارازیتوئید (Irving and Wyatt 1973)، افزایش تحرک (Dempester 1968) و کاهش دوره‌ی رشد (Lawrence *et al*. 1973) می‌باشد. بنابراین بررسی اثرات کلی آفت‌کش‌ها بر روی دشمنان طبیعی ضروری به نظر می‌رسد (Desneux *et al*. 2007). در این رابطه روش سم‌شناسی دموگرافیک یک روش مطلوب برای ارزیابی اثرات کلی و قطعی آفت‌کش‌ها پیشنهاد شده است و در آن شاخص‌های جدول زیستی شاهد و تیمار مقایسه می‌شوند (Stark and Wennegren 1995). در مطالعات دموگرافیک هم مهم‌ترین شاخص نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) می‌باشد که دلیل آن کاربرد نرخ بقا و تولیدمثل باهم در محاسبه‌ی این شاخص می‌باشد. در راستای بررسی اثرات زیرکشندگی آفت‌کش‌ها بر روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* مطالعات اندکی وجود دارد (Rafiee-Dastjerdi *et al*. 2008). هدف از این مطالعه بررسی اثرات کشندگی و زیرکشندگی آفت‌کش رایج دیازینون بر روی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

جمعیت شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Anagasta kuehniella* Zeller به عنوان میزبان آزمایشگاهی از دانشگاه تبریز تهیه گردید. جمعیت زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* از انسکتاریوم شهرستان کلیبر در آذربایجان‌شرقی تهیه شد که در محل تهیه هم بر روی

[2] Idiobiont

میزبان ذکر شده پرورش داده می‌شد. جمعیت زنبور پارازیتوئید در اتاقک رشدی با شرایط دمایی ۱ ± ۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بر روی لاروهای سن آخر شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد پرورش یافت. قبل از شروع آزمایش‌های زیست‌سنجی، زنبورهای پارازیتوئید پنج نسل در آزمایشگاه بر روی لاروهای شب‌پره پرورش داده شدند. از نوار کاغذی آغشته به عسل به عنوان منبع غذایی زنبورهای پارازیتوئید استفاده گردید. آزمایش‌ها در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه گیاه پزشکی دانشگاه مراغه انجام گرفت.

حشره‌کش مورد استفاده

حشره‌کش مورد آزمایش در این مطالعه دیازینون با فرمولاسیون 60EC ساخت شرکت آریاشیمی، ایران بود.

آزمایش‌های زیست‌سنجی بر روی حشرات کامل

برای زیست‌سنجی حشرات بالغ از روش تماس با باقیمانده‌ی سم استفاده شد، بدین‌صورت که زنبورهای موردآزمایش، حشره‌کش را از طریق تماس با سطح تیمار شده دریافت کردند. برای این منظور (بررسی اثرات کشندگی) از قفس‌های درمعرض قراردهی[3] استفاده شد (Saber *et al.* 2005). این قفس‌ها از یک چهارچوب پلی‌اتیلنی و دو صفحه‌ی شیشه‌ای به عنوان کف و سقف، تشکیل شده بود. ابعاد صفحات شیشه‌ای ۱۲×۱۲ سانتی‌متر بود. سطوح تماس چهارچوب با صفحات شیشه‌ای، اسفنج چسبانده شده بود تا صفحات شیشه‌ای به خوبی روی چهارچوب قرار گیرند و از فرار زنبورها جلوگیری شود. در هر طرف چهارچوب پنج سوراخ جهت تهویه، تعبیه شده بود و به جز دو سوراخ که یکی برای قرار دادن لوله‌ی حاوی آب و دیگری برای قرار دادن نوار کاغذی آغشته به عسل به عنوان منبع غذایی بود، بقیه‌ی سوراخ‌ها به وسیله‌ی توری پوشانده شده بودند. برای آنکه صفحات روی چهارچوب محکم شوند، اطراف قفس به وسیله‌ی گیره‌های فلزی محکم شدند. برای انجام زیست‌سنجی غلظت‌های مختلف تهیه شده‌ی حشره‌کش به وسیله‌ی آب‌پاش فشنگی بعد از کالیبره شدن به سطح شیشه‌ای پاشیده شد. جهت جلوگیری از پاشش حشره‌کش به حاشیه‌های سطح شیشه‌ای و آلوده شدن لبه‌های قفس، روی سطح شیشه‌ای طلقی قرار داده می‌شد. پس از خشک شدن سطح شیشه‌ها، حشرات ماده‌ی یک روزه که به وسیله گاز CO_2 بیهوش شده بودند به داخل قفس‌ها رهاسازی شده و شیشه‌ها به وسیله‌ی گیره‌ها روی چهارچوب نصب شدند. آزمایش‌های اصلی با پنج غلظت در سه تکرار انجام گرفت.

اثرات زیرکشندگی بر روی شاخص‌های جدول زندگی

برای تعیین اثرات زیرکشندگی حشره‌کش مذکور روی زنبورهای پارازیتوئید *H. hebetor* در مرحله‌ی بالغ، از روش جدول‌های زیستی سم‌شناختی استفاده شد. جهت انجام آزمایش‌ها ۶۰ عدد زنبور ماده‌ی یک روزه (با عمر کمتر از ۲۴ ساعت) در معرض LC_{30} دیازینون (۴/۱۹ میکروگرم ماده ی موثر بر میلی لیتر) قرار داده شدند. پس از ۲۴ ساعت به طور تصادفی ۲۵ عدد زنبور ماده‌ی زنده تیمار شده انتخاب و هر کدام همراه با یک عدد حشره‌ی نر به پتری‌دیش‌های پلاستیکی (با قطر ۶ سانتی متر) که حاوی لاروهای میزبان بودند، انتقال داده شدند. لاروهای میزبان در ابتدا هفت عدد در نظر گرفته شدند و رفته رفته تعداد آنها کاهش داده می‌شد تا در نهایت دو عدد لارو میزبان در پتری‌دیش‌ها باقی بماند (رفیعی دستجردی، ۱۳۸۶). بر روی درپوش پتری‌دیش‌ها یک سوراخ (با قطر ۲ سانتی‌متر) جهت تهویه که توسط توری پوشانده شده بود و سوراخ دیگری جهت تامین رطوبت روی درپوش تعبیه شده بود. از نوار کاغذی آغشته به عسل نیز به عنوان منبع غذایی در داخل پتری‌دیش‌ها استفاده گردید. اینکار برای تیمارهای حشره‌کش و شاهد صورت گرفت. در نهایت این پتری‌دیش‌ها به اتاقک رشد با شرایط دمایی ۱ ± ۲۶ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انتقال داده شدند. پس از ۲۴ ساعت زنبورها به پتری‌دیش‌های جدید که حاوی لاروهای سالم میزبان بودند انتقال داده شدند. ظروف پتری حاوی لاروهای پارازیته شده، هر روز پس از شمارش تعداد تخم گذاشته شده توسط هر زنبور تا ظهور حشرات کامل در اتاقک رشد

[3] Exposure cages

نگهداری شدند. در این فاصله شاخص‌هایی مانند تعداد تخم تفریخ شده و تعداد حشرات کامل نر و ماده‌ی ظاهر شده در هر ظرف ثبت شدند. این کار تا زمان مرگ تمامی زنبورها ادامه یافت و با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده شاخص‌های زیستی و جمعیت پایدار محاسبه گردیدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه‌ی داده‌های حاصل از زیست سنجی حشرات کامل جهت به دست آوردن مقدار LC_{50} با استفاده از برنامه PROC PROBIT نرم افزار SAS (SAS Institute 2002) صورت گرفت.

داده‌های حاصل از دموگرافی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* با استفاده از نرم افزار SAS و جداول زندگی رایج براساس جنس ماده و ویژه ی سنی تجزیه و تحلیل شد. شاخص‌های جمعیت پایدار مانند نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR)، متوسط مدت زمان یک نسل (T) و مدت زمان لازم برای دوبرابر شدن جمعیت (DT)، با استفاده از روش Carey (1993) محاسبه شدند. برای اینکه بتوان شاخص‌های رشد جمعیت پارازیتوئید را در شاهد و تیمار حشره کش باهم مقایسه آماری کرد، باید مقادیر بدست آمده برای هر شاخص دارای میانگین و واریانس باشد. در حالت عادی برای هر شاخص یک عدد به دست می‌آید که فاقد تکرار می‌باشد که جهت تکراردار کردن آن از روش جک نایف استفاده گردید (Maia *et al.* 2000). مقایسه‌ی میانگین داده ها براساس آزمون t انجام شد.

نتایج

آزمایش‌های زیست سنجی بر روی حشرات کامل

نتایج بررسی حساسیت مرحله‌ی بالغ زنبور *H. hebetor* به حشره‌کش دیازینون در جدول ۱ آورده شده است. مقدار LC_{50} برای حشره‌کش ۶/۳۸ میکروگرم ماده‌ی موثر بر میلی‌لیتر به دست آمد (جدول ۱).

اثرات زیرکشندگی بر روی شاخص‌های جدول زندگی

تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط *H. hebetor* بطور معنی‌داری توسط تیمار حشره‌کش تحت تاثیر قرار گرفت (P <۰/۰۰۰۱) (جدول۲). درصد تخم‌های تفریخ شده به طور معنی‌داری در تیمار دیازینون کاهش یافته است (P <۰/۰۰۰۱) (جدول۲). تیمار دیازینون نسبت به شاهد میانگین طول عمر زنبور پارازیتوئید را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داده است (P <۰/۰۰۰۱) (جدول۲). نسبت جنسی (نر/ (نر+ماده)) نتاج زنبور پارازیتوئید تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای دیازینون و شاهد نشان ندادند (P =۰/۹۹) (جدول۲). میزان m_x (تعداد نتاج ماده‌ی تولید شده از هر فرد ماده در هر مرحله‌ی سنی) در تیمار حشره‌کش نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۱). همچنین دیازینون نرخ بقای زنبور پارازیتوئید را نسبت به شاهد کاهش داده است (شکل ۲). اثر غلظت LC_{30} دیازینون بر روی شاخص‌های جمعیت پایدار در جدول ۳ نشان داده شده است. نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) اثر معنی‌داری را بین تیمارهای مورد مطالعه نشان داده است (P <۰/۰۰۰۱). نرخ خالص تولیدمثل (R_0) هم به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمار حشره‌کشی قرار گرفته است (P <۰/۰۰۰۱). نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) در تیمار دیازینون (۰/۱۸) نسبت به شاهد (۰/۲۳) به طور معنی‌داری کاهش یافته است (P <۰/۰۰۰۱). نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) با استفاده از مقادیر r_m تعیین می‌شود. بنابراین، تغییرات در λ مشابه با تغییرات r_m بوده است (P <۰/۰۰۰۱). متوسط مدت زمان یک نسل (T) بین تیمارها، تفاوت معنی‌داری را نشان داده است (P <۰/۰۰۰۱). مدت زمان لازم برای دوبرابر شدن جمعیت نیز بین تیمار دیازینون و شاهد دارای تفاوت معنی داری بوده است (P <۰/۰۰۱).

بحث

برای موفقیت در یک برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفات (IPM) از طریق تلفیق روش‌های کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیک، آگاهی از اثرات منفی آفت‌کش ها بر روی بندپایان مفید لازم و ضروری می‌باشد (Croft 1990). چندین روش برای مطالعه‌ی اثرات آفت‌کش‌ها بر روی

جدول ۱. سمیت حشره‌کش دیازینون بر روی حشرات ماده‌ی زنبور *H. hebetor*

حشره‌کش‌ها	تعداد	اشتباه استاندارد ± شیب	χ^2	غلظت‌های کشنده (ppm) یا [µgr a.i./ml]		
				$LC_{۳۰}$ ۹۵ ٪FL	$LC_{۵۰}$ ۹۵ ٪FL	$LC_{۹۰}$ ۹۵ ٪FL
دیازینون	۳۱۵	۲/۸۷ ± ۰/۴۵	$۴/۱۲^{ns}$	۶/۹۹ (۵/۵۱-۸/۱۶) [۴/۱۹]	۱۰/۶۴ (۹/۲۵-۱۲/۳) [۶/۳۸]	۲۹/۷۵ (۲۲/۶۴-۴۸/۴۹) [۱۷/۸۵]

جدول۲. اثرات زیرکشندگی دیازینون بر روی زادآوری، باروری، طول عمر و نسبت جنسی *H. hebetor* (میانگین ± اشتباه استاندارد).

تیمار	تعداد تخم گذاشته شده	درصد تفریخ تخم	طول عمر (روز)	نسبت جنسی (نر به کل جمعیت)
شاهد	۳۶۲/۲۸ ± ۲۶/۷۶ a	۸۸/۹۴ ± ۰/۶۸ a	۲۸/۶۴ ± ۲/۷۵ a	۰/۴۵۸ ± ۰/۰۲۲ a
دیازینون	۱۰۶/۶۸ ± ۶/۱۷ b	۸۲/۹۳ ± ۰/۸۰ b	۱۷/۰۰ ± ۰/۸۱ b	۰/۴۵۹ ± ۰/۰۱۶ a

حروف متفاوت نشانگر تفاوت بین تیمارها در مقایسه میانگین ها با آزمون t-test

جدول ۳. پارامترهای جمعیت پایدار زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در تیمارهای حشره کش و شاهد (میانگین ± اشتباه استاندارد).

پارامتر	شاهد	دیازینون
نرخ های تولیدمثلی (ماده/ماده/نسل)		
نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR)	۲۱۷/۶۴ ± ۲/۸۹ a	۵۵/۲۵ ± ۲/۴۱ b
نرخ خالص تولیدمثل (R_0)	۱۷۳/۸۹ ± ۱۲/۹۳ a	۴۹/۵۸ ± ۳/۱۳ b
نرخ های رشد (بر روز)		
نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)	۰/۲۳ ± ۰/۰۰۳ a	۰/۱۸ ± ۰/۰۰۲ b
نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)	۱/۲۶ ± ۰/۰۰۳ a	۱/۲۰ ± ۰/۰۰۳ b
مدت زمان رشد (روز)		
متوسط مدت زمان یک نسل (T)	۲۲/۴۱ ± ۰/۲۲ a	۲۱/۷۶ ± ۰/۱۴ b
مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT)	۳/۰۱ ± ۰/۰۳ b	۳/۸۶ ± ۰/۰۵ a

حروف متفاوت نشانگر تفاوت بین تیمارها در مقایسه میانگین ها با آزمون t-test

دشمنان طبیعی وجود دارد که از جمله‌ی آنها می‌توان به اثرات کشنده و زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌ها بر روی دشمنان طبیعی اشاره نمود (Desneux *et al.* 2006). ارزیابی اثرات کشنده‌ی آفت‌کش‌ها به تنهایی می‌تواند بیانگر بخشی از اثرات آفت‌کش‌ها بر روی موجودات در معرض قرار گرفته باشد (Walthall and Stark 1996). بنابراین، مطالعه‌ی اثرات زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌ها می‌تواند اهمیت زیادی داشته باشد (Desneux *et al.* 2007). هدف از این مطالعه، بررسی اثرات کشندگی و زیرکشندگی دیازینون بر روی شاخص‌های جمعیتی و زیستی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* می‌باشد. نتایج مطالعات ما نشان داد که دیازینون بر روی شاخص‌های جمعیت پایدار از جمله نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) دارای اثر سوء می‌باشد (جدول ۳).

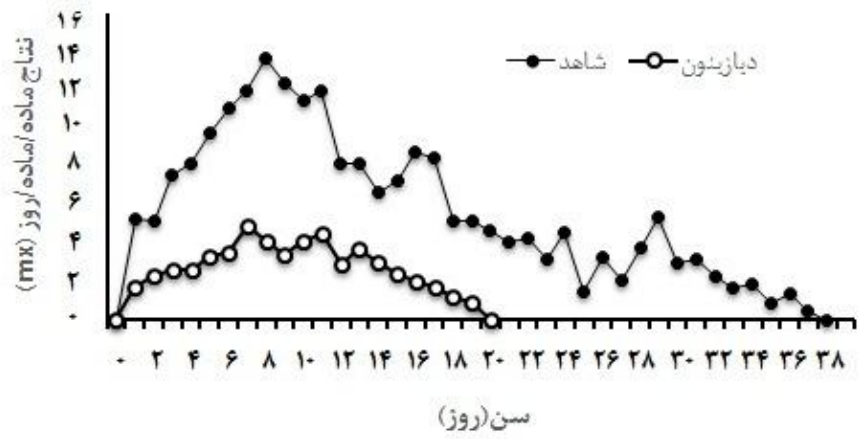
نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که مقدار LC_{50} برای دیازینون ۶/۳۸ میکروگرم ماده‌ی موثر بر میلی‌لیتر می‌باشد و این حشره‌کش دارای اثرات کشندگی بر روی مرحله‌ی بالغ زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* می‌باشد. سرمدی (۱۳۸۷) در بررسی اثرات دلتامترین، ایندوکساکارب و ایمیداکلوپراید بر روی زنبور *H. hebetor* گزارش کرد که تیمارهای حشره‌کشی دارای تاثیر سوئی بر روی زنبور *H. hebetor* می‌باشند.

آزمایش‌های سمیت زیست‌شناختی می‌تواند تعیین‌کننده‌ی اثرات کلی آفت‌کش‌ها باشد چرا که همه‌ی اثرات یک ترکیب سمی را بر روی یک جمعیت مورد ارزیابی قرار می‌دهد (Stark *et al.* 2004). در هر دو تیمار مورد بررسی، مقدار نرخ خالص تولیدمثلی (R_0) کمتر از نرخ ناخالص تولیدمثلی (GRR) می‌باشد. این نشان‌دهنده‌ی نقش نرخ بقاء (l_x) در رابطه با R_0 می‌باشد. همچنین مشاهده شد که نرخ بقاء در تیمار حشره‌کش نسبت به شاهد کاهش یافته است (شکل ۲).

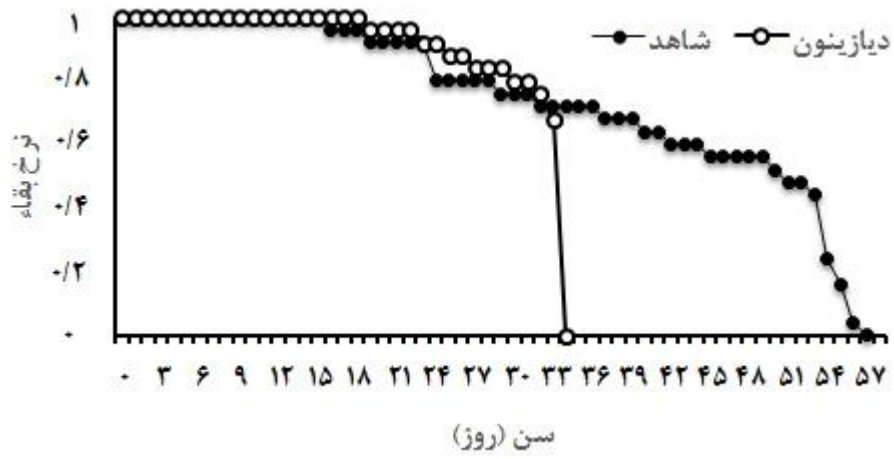
نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های زیستی و جمعیتی حشرات می‌باشد که پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه را نشان می‌دهد. این شاخص نشان‌دهنده‌ی تعداد ماده‌های افزوده شده به جمعیت به ازاء هر فرد ماده در هر روز می‌باشد. این شاخص در شاهد ۰/۲۳ و در تیمار دیازینون ۰/۱۸ به دست آمد که نشان‌دهنده‌ی تاثیر منفی حشره‌کش بر روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت زنبور پارازیتوئید می‌باشد. Rafiee-Dastjerdi *et al.* (2008) نیز در بررسی اثرات تعدادی از حشره‌کش‌ها بر روی زنبور *H. hebetor* نتایج مشابهی را بدست آوردند و گزارش کردند که تیمارهای حشره‌کشی دارای اثرات منفی بر روی شاخص‌های جمعیت پایدار از جمله r_m می‌باشند. همچنین نتایج مطالعه‌ی ما نشان‌دهنده‌ی کاهش در مقدار m_x با قرار گرفتن در معرض حشره‌کش می‌باشد و از آنجائیکه مقدار m_x با شاخص نرخ ذاتی افزایش جمعیت دارای رابطه‌ی مستقیمی می‌باشد در نتیجه مقدار r_m نیز در تیمار دیازینون نسبت به شاهد کاهش نشان می‌دهد. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) برای شاهد و دیازینون به ترتیب ۱/۲۶ و ۱/۲۰ بود که نشان‌دهنده‌ی تاثیر سوء تیمار آفت‌کش بر روی این شاخص می‌باشد. فعال محمدعلی (۱۳۸۹) در بررسی اثرات زیرکشندگی حشره‌کش‌های کلرپایریفوس و فن پروپاترین بر روی شاخص‌های جدول زندگی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* گزارش کردند که تیمارهای حشره‌کشی نسبت به شاهد مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت را کاهش داده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. مقادیر مربوط به مدت زمان لازم برای دوبرابر شدن جمعیت (DT) شاخص دیگری است که نشان‌دهنده‌ی نرخ رشد جمعیت می‌باشد. مقدار این شاخص در شاهد و تیمار دیازینون به ترتیب ۳/۰۱ و ۳/۸۶ روز می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی آن است که مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا جمعیت تیمار شده با حشره‌کش دیازینون در مقایسه با جمعیت شاهد دو برابر شود. عابدی (۱۳۹۱) در بررسی اثرات کشندگی و زیرکشندگی آفت‌کش‌های آزادیراکتین، سایپرمترین، متوکسی فنوزاید و پایریدالیل بر روی شاخص‌های زیستی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* گزارش کردند که مدت زمان لازم برای دوبرابر شدن جمعیت در تیمارهای حشره‌کشی نسبت به شاهد طولانی‌تر می‌باشد. مقدار T (متوسط مدت زمان یک نسل) در شاهد نسبت به تیمار دیازینون بیشتر می‌باشد و مشاهده می‌شود که بین مقادیر T و DT رابطه‌ی معکوسی وجود دارد. نسبت نتاج در این تحقیق نشان داد که بین تیمار حشره‌کش و شاهد تفاوت معنی داری مشاهده نمی‌شود که با نتایج Mahdavi *et al.* (2011) مطابقت دارد. میزان تخم گذاشته شده و درصد تفریخ تخم‌ها نیز در تیمار حشره‌کشی نسبت به شاهد کاهش نشان می‌دهد که تایید کننده‌ی تحقیقات Rafiee-Dastjerdi *et al.* (2009) می‌باشد که گزارش کردند تیمار

حشره‌کشی تولید تخم و درصد تفریخ آن را کاهش داده و دارای اثر منفی بر روی این شاخص‌ها می‌باشند. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه، کاهش در طول عمر زنبور پارازیتوئید را در تیمار حشره‌کش نسبت به شاهد نشان داد که با نتایج Rafiee-Dastjerdi *et al*. (2009) مغایرت دارد. ایشان گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری میان طول عمر زنبورهای *H. hebetor* تیمار شده با حشره‌کش هگزافلومورون و شاهد مشاهده نکردند.

در کل می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حشره‌کش دیازینون دارای اثر سوئی بر روی شاخص‌های جدول زندگی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* می‌باشد. بررسی اثرات حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی در شرایط کنترل‌شده‌ی آزمایشگاهی به این دلیل اهمیت دارد که پارازیتوئید در معرض بیشترین اثر حشره‌کش قرار می‌گیرد. البته معمولا اثر حشره‌کش‌ها در شرایط مزرعه‌ای روی دشمنان طبیعی کمتر است چرا که دشمنان طبیعی از نزدیک شدن به مزارع سم‌پاشی‌شده امتناع می‌کنند. علاوه بر این نور خورشید نقش مهمی در مزرعه دارد و از طریق تبخیر سبب کاهش اثر حشره‌کش روی دشمن طبیعی می‌شود (Hassan 1992). در نهایت هیچ‌کدام از روش‌های آزمایشگاهی، نیمه‌مزرعه‌ای و مزرعه‌ای به تنهایی نمی‌توانند اثر کلی حشره‌کش‌ها را روی دشمنان طبیعی نشان دهند. حشره‌کش‌هایی که در شرایط آزمایشگاهی زیان‌آور عمل می‌کنند نیاز است در شرایط نیمه‌مزرعه‌ای برای ارزیابی دوام باقیمانده حشره‌کش و در شرایط مزرعه‌ای برای ارزیابی اثر نور خورشید، پناهگاه و عوامل دیگر موثر بر حشره‌کش، آزمایش شوند.



شکل ۱. زادآوری ویژه سنی (m_x) در زنبور *H. hebetor* تیمار شده با حشره کش و شاهد.



شکل ۲. نرخ بقاء (l_x) در زنبور *H. hebetor* تیمار شده با حشره‌کش و شاهد.

منابع

رفیعی‌دستجردی، ه. ۱۳۸۶. بررسی اثرات کشندگی حشره‌کش‌های تیودیکارب، پروفنوفوس، اسپاینوسد و هگزافلوموران روی کرم قوزه‌ی پنبه و اثرات کشندگی و زیرکشندگی آنها روی زنبور اکتوپارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say (Hym.:Braconidae)، پایان‌نامه‌ی دکتری، دانشگاه تبریز، ۱۰۸ صفحه.

سرمدی، س. ۱۳۸۷. بررسی آزمایشگاهی اثرات کشندگی و زیرکشندگی ترکیبات ایمیداکلوپراید، ایندوکساکارب و دلتامترین روی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera:Braconidae)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی، ۱۰۳ صفحه.

عابدی، ز. ۱۳۹۱. اثرات کشندگی و زیرکشندگی آزادیراکتین، پایریدالیل، سایپرمترین و متوکسی فنوزاید بر روی پارامترهای زیستی *Habrobracon hebetor* Say (Hym.:Braconidae). پایان‌نامه ی کارشناسی ارشد. دانشگاه مراغه. ایران. ۱۰۴ صفحه.

فعال محمدعلی، ه. ۱۳۸۹. بررسی اثرات زیرکشندگی آفت‌کش‌های کلرپایریفوس و فن‌پروپاترین بر روی پارامترهای جدول زیستی و واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera:Braconidae) در شرایط آزمایشگاهی، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۲۸ صفحه.

Attalah, Y. H., Newsom, L. D. 1966. Ecological and nutritional studies on *Coleomegillan maculate* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). The effect of DDT, toxaphene and endrin on the reproductive and survival potentials. Journal of Economic Entomology, 59: 1181-1187.

Baker, J. E., Fabrick, J. A. 2000. Host hemolymph proteins and protein digestion in larval *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera:Braconidae). Insect Biochemistry and Molecular Biology, 30: 937-946.

Carey, J. R. 1993. Applied demography for biologists with special emphasis on insects. Oxford University Press, New York, 105 pp.

Casida, J. E., Quistad, G.B. 1998. Golden age of insecticides research: past, present or future. Annual Review of Entomology, 43: 1-16.

Croft, B. A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. 1 st Edn., John Wiley and Sons, New York,725 pp.

Dabrowski, Z. T. 1969. Laboratory studies on the toxicity of pesticides for *Typhlodromus finlandicus* Oud and *Phytoseius macropilis* Banks (Phytoseiidae, Acarina). Roczniki Nauk Rolniczych, 95: 337–369.

De Bach, P., Rosen, D. 1991. Biological Control by Natural Enemies. Cambridge University Press.

Dempester, J. P. 1968. The sublethal effect of DDT on the rate of feeding by the groundbeetle *Harpalus rufipes*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 11: 51-54.

Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J. M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual Review of Entomology, 52: 81-106.

Desneux, N., Denoyelle, R., Kaiser, L. 2006. A multi-step bioassay to assess the effect of the deltamethrin on the parasitic wasp *Aphidius ervi*. Chemosphere, 65: 1697-1706.

Eliopoulos, P. A., Stathas, G. J. 2008. Life tables of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Anagasta kuehniella* and *Plodia interpunctella* (Lepidoptea: Pyralidae): effect of host density. Journal of Economic Entomology, 10: 982-988.

Fleshner, C. A., Scriven, G. T. 1957. Effect of soil-type and DDT on ovipositional responses of *Chrysopa californica* on lemon. Journal of Economic Entomology, 50: 221-222.

Grapel, H. 1982. Investigations on the influence of some insecticides on natural enemies of aphids. Zeitschrift fur Pflanzenkrnkheiten und Pflanzenschutz, 89: 241–252.

Grosch, D. S., Hoffman, A.C. 1973. The vulnerability of specific cells in the oogenetic sequence of *Bracon hebetor* to some degradation products of carbamate pesticides. Environmental Entomology, 2: 1029–1032.

Hassan, S. A. 1992. Guideline for the evaluation of side-effects of plant protection product on *Trichogramma cacoeciae*. In: Hassan SA (ed) Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin, 15: 18–39.

Irving, S. N., Wyatt, I. J. 1973. Effects of sublethal doses of pesticides on the ovipisition behavior of *Encarsia formosa*. Annals of Applied Biology, 75: 57-62.

Lawrence, P. O. 1981. Developmental and reproductive biologies of the parasitic wasp, *Biosteres longicaudatus*, reared on hosts treated with a chitin synthesis inhibitor. International Journal of Tropical Insect Science, 1: 403–406.

Lawrence, P. O., Kerr, S. H., Whitcomb, W. H. 1973. *Chrysopa rufilabris*. Effect of selected pesticides on duration of third larval stadium, pupa stage and adult survival. Environmental Entomology, 2: 477-480.

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

Maia, A., De, H. N., Luiz, A. J. B., Campanhola, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational aspects. Journal of Economic Entomology, 93: 511-518.

Mattews, R. W. 1974. Biology of Braconidae. Annual Review of Entomology, 19: 15-32.

Obrychi, J. J., Kring, T. J. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. Annual Review of Entomology, 43: 295-321.

Rafiee-Dastjerdi, H., Hejazi, M. J., Nouri-Ghanbalani, G., Saber, M. 2008. Toxicity of some biorational and conventional insecticides to cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and its ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Entomological Society Iran, 28: 27–37.

Rafiee-Dastjerdi, H., Hejazi, M. J., Nouri-Ghanbalani, G., Saber, M. 2009. Effects of some insecticides on functional response of ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae). Journal of Entomology, 6: 161-166.

Rezaei, M., Talebi, K., Hosseininaveh, V., Kavousi, A. 2007. Impacts of the pesticides imidacloprid, propargite and pymetrozine on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae): IOBC and life table Assays. Biocontrol, 52: 385–398.

Saber, M., Hejazi, M. J., Kamali, K., Moharramipour, S. 2005. Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on the egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hym: Scelionidae). Journal of Economic Entomology, 98: 35–40.

SAS Institute. 2002. The SAS system for Windows. SAS Institute, Cary, NC.

Stark, J. D., Banks, J. E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. Annual. Review of Entomology, 48: 505–519.

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

Stark, J. D., Rangus, T. 1994. Lethal and sublethal effects of the neem insecticide, Margosan-O, on the pea aphid. Pesticide Science, 41: 155-60.

Stark, J. D., Wennergren, U. 1995. Can population effects of pesticides be predicted from demographic toxicologicsl studies, Journal of Economic Entomology, 88: 1089-1096.

Stark, J. D., Wong, T. T. Y., Vargas, R. I., Thalman, R. K. 1992. Survival, longevity and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin. Journal of Economic Entomology, 85: 1125-1129.

Vinson, S. B. 1974. Effect of an insect growth regulator on two parasitoide developing from treated tobacco budworm larvae. Journal of Economic Entomology, 67: 335-336.

Walthall, W. K., Stark, J. D. 1996. A comparison of acute mortality and population growth rate as endpoints of toxicological effect. Ecotoxicological Environment Safety, 37: 45–52.

Acute toxicity and sublethal effects of diazinon on adult stage of *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae)

Vahid Mahdavi* and Moosa Saber

Department of Plant Protection, University of Maragheh, East Azarbaijan, Maragheh, Iran.

Date received: 4.20.2014 Date accepted: 5.27.2014

Abstract

Habrobracon hebetor Say is an important ectoparasitoid of various lepidopterous larvae. In this study, lethal and sublethal effects of diazinon were evaluated on *H. hebetor* under laboratory conditions. The adults were exposed to fresh residue of the insecticide applied on glass plates at 26 ± 1°C, 60 ± 5% RH and a photoperiod of 16:8(L: D) h. Based on the dose-response study, the LC_{50} value of diazinon was 6.38 µgr a.i. ml^{-1}. In order to assess the sublethal effects of the insecticides, adult wasps were exposed to an LC_{30} of the insecticide and then the demographic parameters of live wasps were studied. The results showed that LC_{30} concentration of diazinon negatively affected the stable population and biological parameters (e.g., r_m, λ, DT, T, eggs laid, hatch rate). The sex ratio of *H. hebetor* offspring was not significantly affected by the insecticide treatment. The results indicated that diazinon has negative effects on demographic parameters of the parasitoid and semi-field and field tests seem to be necessary.

Keywords: *Habrobracon hebetor*, bioassay, sublethal effects, diazinon.