Archive of SID

گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۳۷ شماره ۳، پاییز ۹۳

# اثرات جانبی حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون بر زنبور پارازیتوئید *Trichogramma brassicae* Bezde. (Hym.: Trichogrammatidae) در شرایط آزمایشگاهی

علی افشاری[۱*]، ملیحه گرزالدین[۲] و اسماعیل متکی[۳]

۱*- **نویسنده مسوول**: استایار حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (Afshari@gau.ac.ir)
۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- کارشناس ارشد سازمان حفظ نباتات استان گلستان

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۷

## چکیده

**این تحقیق با هدف بررسی اثرات کشنده و زیرکشنده‌ی فرمولاسیون‌های تجاری حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون بر زنده‌مانی، نشو و نما و پارازیتیسم زنبور *Trichogramma brassicae* Bezde. در شرایط آزمایشگاه (دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) انجام شد. هر کدام از حشره‌کش‌ها در چهار غلظت مختلف شامل ۱۰۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰ و ۲۵۰ پی.پی.ام (به ترتیب، غلظت توصیه شده در مزارع و سه غلظت پایین‌تر از آن) تهیه شدند و تاثیر آن‌ها به سه روش آغشته کردن غذای حشرات کامل (آب عسل ده درصد) به حشره‌کش، قرار دادن حشرات کامل در معرض باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها و فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان (در مرحله‌ی پیش‌شفیرگی زنبور) درون محلول حشره‌کش روی زنبور بررسی گردید. نتایج نشان دادند که هر دو حشره‌کش نسبت به شاهد موجب افزایش معنی‌دار مرگ و میر و کاهش معنی‌دار طول عمر، قدرت پارازیتیسم و درصد ظهور حشرات کامل شدند و با افزایش غلظت آفت‌کش‌ها، اثرات منفی آن‌ها نیز شدیدتر شد. بیش‌ترین میزان مرگ و میر (۶±۵۲/۵ درصد)، کوتاه‌ترین طول عمر ماده‌ها (۰/۱±۱/۷۲روز) و کم‌ترین قدرت پارازیتیسم (۰/۹۷±۱۴/۷درصد)، در تغذیه‌ی حشرات کامل از آب عسل آغشته به غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب مشاهده گردید. فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان درون غلظت‌های توصیه شده‌ی ایندوکساکارب و لوفنورون، بر زنده‌مانی پیش‌شفیره‌ها تاثیر منفی گذاشت و خروج حشرات کامل را به ترتیب ۱۹/۷ و ۱۹/۳ درصد کاهش داد. بر اساس استانداردهای سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک، در روش تغذیه از غذای آغشته به سم، این دو حشره‌کش در گروه "کم‌ضرر" و در روش‌های تماس با باقیمانده‌های سمی و سم‌پاشی تخم‌های پارازیته شده، در گروه "بی‌ضرر" طبقه‌بندی شدند. بنابراین، ایندوکساکارب و لوفنورون به عنوان دو حشره‌کش نسبتاً سازگار با برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات بالپولکدار توسط زنبور *T. brassicae*، توصیه می‌شوند.**

***کلید واژه‌ها: ایندوکساکارب، لوفنورون، زنبور Trichogramma brassicae، اثرات کشنده، اثرات زیرکشنده***

## مقدمه

زنبورهای خانواده‌ی Trichogrammatidae با داشتن بیش از ۸۰۰ گونه‌ی توصیف شده، مهم‌ترین گروه از پارازیتوئیدهای تخم به شمار می‌روند و به دلیل آن که آفت را پیش از شروع تغذیه و در مراحل ابتدایی زندگی از بین می‌برند، از اهمیت خاصی برخوردار هستند

www.SID.ir

Archive of SID



(ناتسون[1]، ۱۹۹۸). در حال حاضر، در حدود ۱۹ گونه‌ی مختلف از زنبورهای جنس *Trichogramma* به منظور کنترل بیش از ۲۰ گونه آفت مختلف در سطح بیش از ۳۰ میلیون هکتار از مزارع، باغ‌ها و جنگل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (کونسولی و همکاران[2]، ۲۰۱۰).

تاکنون نه گونه از زنبورهای جنس *Trichogramma* از مناطق مختلف ایران گزارش شده‌اند که از میان آن‌ها، *Trichogramma brassicae* Bezdenko فراوان‌ترین گونه‌ی جمع‌آوری شده به ویژه در استان‌های شمالی کشور می‌باشد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۷۶). در طول چند دهه‌ی اخیر، از گونه‌های مختلف تریکوگراما به منظور کنترل بیولوژیک بالپولکداران آفت مانند کرم گلوگاه انار، کرم ساقه‌خوار برنج، کرم سیب، ساقه‌خوار اروپایی ذرت و کرم غوزه‌ی پنبه در مناطق مختلف ایران استفاده شده است (شجاعی، ۱۳۷۶) و در سال‌های اخیر، این روند شتاب بیش‌تری به خود گرفته است.

حفاظت از دشمنان طبیعی یکی از راهبردهای اصلی در کنترل بیولوژیک آفات به شمار می‌رود و آگاهی از اثرات احتمالی آفت‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی برای حفاظت موثرتر از آن‌ها ضروری می‌باشد (جانسون و تاباشنیک[3]، ۱۹۹۹). زنبورهای پارازیتوئید ممکن است از راه‌های مختلفی مانند تغذیه‌ی حشرات کامل از غذای آغشته به آفت‌کش (رویو و همکاران[4]، ۲۰۰۸)، تماس مستقیم تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان (صابر و همکاران[5]، ۲۰۰۵) یا حشرات کامل با آفت‌کش (روئیز و همکاران[6]، ۲۰۰۸) و یا قرار گرفتن حشرات کامل در معرض باقیمانده‌های سمی (شی و همکاران[7]، ۲۰۰۴)، تحت تاثیر آفت‌کش‌ها قرار گیرند.

تاثیر آفت‌کش‌ها بر ویژگی‌های مختلف زیستی زنبورهای تریکوگراما مانند زنده‌مانی (برونر و همکاران[8]، ۲۰۰۱)، طول عمر حشرات کامل (کونسولی و همکاران، ۱۹۹۸؛ سوه و همکاران[9]، ۲۰۰۰)، درصد پارازیتیسم (یوسف و همکاران[10]، ۲۰۰۴؛ نوارز و همکاران[11]، ۲۰۰۹) و درصد خروج حشرات کامل (باستوس و همکاران[12]، ۲۰۰۶؛ تاکادا و همکاران[13]، ۲۰۰۱) گزارش شده است. تاثیر منفی برخی از حشره‌کش‌ها بر زنبورهای تریکوگراما توسط محققان داخلی مورد مطالعه قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان به تاثیر دیازینون بر گونه‌ی *T. brassicae* (بهرامی و همکاران، ۱۳۸۹)، آزادیراکتین بر گونه‌ی *Trichogramma cacoeciae* Marchal (صابر و همکاران، ۲۰۰۴) و ایمیداکلوپرید و فن‌پایروکسیمیت بر گونه‌ی *T. cacoeciae* (صابر، ۲۰۱۱) اشاره نمود.

کرم غوزه‌ی پنبه *Helicoverpa armigera* (Hübner) یک آفت چندخوار می‌باشد که در بیش‌تر مناطق ایران از جمله استان‌های شمالی کشور شیوع دارد و از آفات مهم محصولاتی مانند پنبه، گوجه‌فرنگی، سویا و حبوبات به شمار می‌رود (بهداد، ۱۳۷۱). کنترل این آفت در بسیاری از مناطق ایران بر راهکار شیمیایی استوار می‌باشد و ایندوکساکارب از نظر میزان مصرف در میان حشره‌کش‌های مورد استفاده علیه این آفت، در رتبه‌ی اول قرار دارد (محقق نیشابوری و همکاران، ۱۳۸۶).

ایندوکساکارب حشره‌کشی تماسی- گوارشی و از گروه اُگزادیازین‌ها می‌باشد که با بستن کانال سدیم باعث قطع تغذیه، فلجی و مرگ در حشرات می‌گردد. این حشره‌کش طیف اثر وسیعی دارد و روی آفات بالپولکدار در مزارع پنبه و سبزیجات و نیز باغ‌های درختان میوه به کار می‌رود. سوسپانسیون غلیظ ۱۵

1- Knutson
2- Consoli *et al.*
3- Johnson & Tabashnik
4- Ruiu *et al.*
5- Saber *et al.*
6- Ruiz *et al.*
7- Shi *et al.*
8- Brunner *et al.*
9- Suh *et al.*
10- Youssef *et al.*
11- Nevarez *et al.*
12- Bastos *et al.*
13- Takada *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID



درصد آن به نسبت ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار علیه کرم غوزه‌ی پنبه مصرف می‌شود (طالبی جهرمی، ۱۳۸۵؛ خانجانی و پورمیرزا، ۱۳۸۴).

لوفنورون حشره‌کشی از گروه تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشد که با جلوگیری از سنتز کیتین موجب مرگ حشرات می‌گردد و علیه بالپولکداران و سخت‌بالپوشان توصیه شده است (طالبی جهرمی، ۱۳۸۵).

تاثیر حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون بر زنبورهای تریکوگراما توسط محققان مختلف مطالعه شده است. حسن و همکاران[1] (۱۹۹۸) با بررسی اثرات پاشش مستقیم لوفنورون روی تخم‌های پارازیته شده توسط زنبور *T. cacoeciae*، این حشره‌کش را جزو سموم کم‌ضرر طبقه‌بندی نمودند. ویانا و همکاران[2] (۲۰۰۹) نیز لوفنورون را یک حشره‌کش سازگار با زنبور *Trichogramma pretiosum* Riley، معرفی نمودند، در حالی که کنسولی و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که کاربرد لوفنورون در مراحل تخم و لاروی زنبور *Trichogramma galloi* Zucchi، باعث بروز صد درصد مرگ‌ومیر در این زنبور می‌گردد.

برخی از محققان ایندوکساکارب را به دلیل عدم تاثیر بر زنده‌مانی حشرات کامل، نشوونمای مراحل نارس و درصد پارازیتیسم زنبور *T. brassicae* به طور بالقوه برای مدیریت تلفیقی کرم غوزه‌ی پنبه مناسب گزارش کرده‌اند (هوا-کاپوگ و همکاران[3]، ۲۰۰۳؛ لیو و ژانگ[4]، ۲۰۱۲). در مقابل، نتایج حسین و همکاران[5] (۲۰۱۰) نشان داد که درصد خروج حشرات کامل زنبور *Trichogramma chilonis* (Ishii) پس از فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی بید غلات درون محلول ایندوکساکارب به طور معنی‌داری کاهش یافت.

با توجه به ضرورت تلفیق راهکارهای شیمیایی و بیولوژیک در کنترل بالپولکداران آفات، در سال‌های اخیر، در کنار معرفی حشره‌کش‌های جدید، برنامه‌های پرورش انبوه و رهاسازی زنبور *T. brassicae* در مزارع و باغ‌های کشور توسعه‌ی زیادی یافته است (مقدسی، ۱۳۸۹). به دلیل نبود اطلاعات کافی در زمینه‌ی میزان و نحوه‌ی تاثیر ایندوکساکارب و لوفنورون بر زنبور *T. brassicae*، این پژوهش با هدف بررسی اثرات منفی احتمالی غلظت‌های مختلف این دو حشره‌کش بر زنده‌مانی، نشوونما و قدرت پارازیتیسم این زنبور انجام گردید.

## مواد و روش‌ها

### زمان و مکان تحقیق

این تحقیق طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در آزمایشگاه کنترل بیولوژیک گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گرفت. تمام مراحل پرورش و انجام آزمایش‌ها در یک اتاقک به ابعاد ۲×۲ متر، با دمای ۲±۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و دوره‌ی روشنایی به تاریکی ۱۶ به ۸ ساعت انجام گرفتند. برای تامین دما و رطوبت مورد نیاز به ترتیب از یک عدد بخاری برقی فن‌دار مجهز به ترموستات (مارک پارس خزر) و یک دستگاه رطوبت‌ساز (DOLF®) به همراه قرار دادن گونی‌های خیس در کف اتاق استفاده شد. همچنین دوره‌ی نوری این اتاقک، با استفاده از یک تایمر پریزی (Sassin®) تنظیم گردید.

### پرورش زنبور *T. brassicae*

به منظور پرورش این زنبور از تخم‌های بید غلات (*Sitotroga cerealella* Oliv.) به عنوان میزبان جایگزین استفاده شد. تخم‌های بید غلاتِ مورد نیاز در طول پرورش، از اینسکتاریوم حفظ نباتات شهرستان گرگان تهیه و بر سطح کاغذهای $A_4$ آغشته به چسب کاغذ دیواری پاشیده شدند. سپس، ورقه‌های کاغذی حاوی تخم به قطعات کوچک‌تر برش داده شدند و در

1- Hassan *et al*.
2- Vianna *et al*.
3- Hewa-Kapuge *et al*.
4- Liu & Zhang
5- Hussain *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID



داخل ظروف پلاستیکی شفاف به ابعاد ۹×۹×۱۶ سانتی‌متر در اختیار زنبور قرار گرفتند. پرورش زنبور به مدت سه نسل ادامه یافت و زنبورهای نسل سوم خارج شده از تخم‌ها در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

## حشره‌کش‌ها

ایندوکساکارب (SC ۱۵٪) و لوفنورون (EC ۵٪) مورد استفاده در این مطالعه به ترتیب ساخت شرکت‌های آریا شیمی ایران و سینجنتای[1] سوئیس بودند. تاثیر هر کدام از این حشره‌کش‌ها در چهار غلظت مختلف از فرمولاسیون تجاری شامل ۱۰۰۰، ۷۵۰، ۵۰۰ و ۲۵۰ پی.پی.ام (به ترتیب، غلظت توصیه شده در مزارع و سه غلظت پایین‌تر از آن) مورد ارزیابی قرار گرفت. در تیمار شاهد، از آب مقطر استفاده شد.

## بررسی تاثیر حشره‌کش‌ها بر زنبور *T. brassicae*

تاثیر غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های مورد آزمایش بر حشرات کامل و مراحل نارس زنبور *T. brassicae* به شرح زیر مورد بررسی قرار گرفت:

### الف) تاثیر بر حشرات کامل

### تغذیه‌ی حشرات کامل از غذای آغشته به حشره‌کش

در این آزمایش، بر اساس روش تغییر یافته‌ی حسیب و آمانو (۲۰۰۲)، ابتدا صد سی‌سی از محلول حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون در غلظت مورد نظر (۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰پی.پی.ام) تهیه شد. سپس، به اندازه‌ی ده درصد از وزن این محلول، عسل به آن اضافه گردید و به وسیله‌ی همزن مغناطیسی به هم زده شد تا محلول یکنواختی از آب عسل آغشته به حشره‌کش به دست آید. برای هر غلظت از یک حشره‌کش، تعداد ۲۵ جفت زنبور نر و ماده بلافاصله پس از خروج به طور جداگانه در داخل ۲۵ عدد لوله‌ی آزمایش به ابعاد ۷۵×۱۳ میلی‌متر محبوس شدند (هر لوله‌ی آزمایش با یک جفت زنبور داخل آن به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد؛ در مجموع، ۲۵ تکرار).

سپس، مقداری آب‌عسل سمیِ از پیش آماده شده به وسیله‌ی یک عدد سوزن باریک به سطح داخلی لوله‌های آزمایش کشیده شد و دهانه‌ی لوله به وسیله‌ی یک قطعه پنبه‌ی تمیز مسدود گردید. هر روز (تا زمان مرگ آخرین زنبور) تعداد صد عدد تخم بید غلات به عنوان میزبان و مقداری آب عسل آغشته به حشره‌کش به عنوان غذا در اختیار زنبورها قرار گرفت. بدین ترتیب، طول عمر زنبورهای کامل نر و ماده و درصد پارازیتیسم افراد ماده پس از تغذیه از غذای آغشته به حشره‌کش محاسبه و یادداشت گردید. در تیمار شاهد از آب عسل ده درصد عاری از حشره‌کش به عنوان غذا استفاده شد. تخم‌های پارازیته شده به طور روزانه از لوله‌های آزمایش خارج گشته، در اتاق پرورش نگه‌داری شدند و درصد خروج حشرات کامل و نسبت زنبورهای ماده در نسل بعد اندازه‌گیری و ثبت گردید.

به منظور تعیین درصد مرگ و میر ناشی از تغذیه‌ی زنبور از غذای آغشته به حشره‌کش، در یک آزمایش جداگانه، تعداد ده جمعیت صدتایی از زنبور (به نسبت مساوی از افراد نر و ماده) به همراه برش‌های کاغذی حاوی تخم میزبان درون ده عدد لوله‌ی آزمایش مختلف محبوس شدند (هر لوله‌ی آزمایش با جمعیت صدتایی داخل آن به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد؛ در مجموع، ۱۰ تکرار) و به مدت سه روز، آب عسل آغشته به حشره‌کش در اختیار آن‌ها قرار گرفت. در پایان هر روز، تعداد زنبورهای مرده در هر لوله شمارش و درصد مرگ‌ومیر آن‌ها پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت محاسبه و یادداشت گردید.

### قرار دادن حشرات کامل در معرض باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها

در این آزمایش، لوله‌های آزمایش به وسیله‌ی پنس داخل محلول غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی.پی.ام حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون فرو برده شدند تا به طور کامل به سم آغشته شوند. سپس، لوله‌های آزمایش به مدت پنج ساعت در شرایط اتاق

1- Syngenta

www.SID.ir

Archive of SID



قرار گرفتند تا خشک گردند. پس از آن، تعداد ۲۵ جفت زنبور نر و ماده بلافاصله پس از خروج از تخم میزبان به صورت جداگانه و به مدت ۲۴ ساعت در داخل ۲۵ عدد لوله‌های آزمایش سمی محبوس شدند. هر لوله‌ی آزمایشِ حاوی یک جفت زنبور به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد (حسن و همکاران، ۱۹۹۸). پس از سپری شدن این مدت زمان، زنبورها از لوله‌های آزمایش سمی خارج گشته و به داخل لوله‌های آزمایش تیمار نشده منتقل شدند و روزانه تعداد صد عدد تخم بید غلات به همراه مقداری آب عسل ده درصد در اختیار آن‌ها قرار گرفت تا طول عمر و قدرت پارازیتیسم آن‌ها اندازه‌گیری شود. تخم‌های پارازیته شده به طور روزانه از لوله‌های آزمایش خارج گشته و در اتاق پرورش نگه‌داری شدند و بدین ترتیب درصد خروج حشرات کامل و نسبت زنبورهای ماده در نسل بعد شمارش و ثبت گردید.

به منظور بررسی تاثیر باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها بر میزان مرگ‌ومیر زنبورها، در یک آزمایش جداگانه، ده جمعیت صدتایی از زنبور (به نسبت مساوی از افراد نر و ماده) به طور جداگانه درون لوله‌های آزمایشِ فرو برده شده در درون محلول حشره‌کش‌ها قرار گرفتند. هر لوله‌ی آزمایش حاوی یک جمعیت صدتایی از زنبور به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. پس از گذشت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت، تعداد افراد مرده در هر جمعیت شمارش و درصد مرگ‌ومیر آن‌ها محاسبه گردید.

### ب) تاثیر بر مراحل نارس

### فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان در داخل محلول حشره‌کش

در این روش، تخم‌های تازه‌ی بید غلات روی ورقه‌های کاغذی آغشته به چسب کاغذ دیواری پاشیده شدند و در اختیار زنبورهای ماده قرار گرفتند تا پارازیته شوند. شش روز پس از پارازیته شدن تخم‌های میزبان که با مرحله‌ی پیش‌شفیرگی زنبور در درون تخم مصادف بود (صابر و همکاران، ۲۰۰۴)، ورقه‌های حاوی تخم‌های پارازیته شده برش داده شدند و تعداد ده عدد از برش‌ها که هر کدام به طور تقریبی حاوی صد عدد تخم پارازیته شده بودند، به وسیله‌ی پنس به مدت پنج ثانیه در داخل محلول‌های سمی از پیش فراهم شده و یا آب مقطر (در تیمار شاهد) فرو برده شدند (هر برش صدتایی از تخم‌های پارازیته شده به عنوان یک تیمار در نظر گرفته شدند). سپس، برش‌های فرو برده شده در محلول حشره‌کش به مدت سه ساعت در معرض جریان هوا قرار گرفتند تا خشک گردند. برش‌ها پس از خشک شدن به طور جداگانه در داخل لوله‌های آزمایش قرار گرفتند و در شرایط اتاق پرورش نگه داشته شدند. تعداد زنبورهای نر و ماده‌ی خارج شده از هر کدام از لوله‌ها و نیز جنسیت آن‌ها به طور روزانه شمارش و یادداشت گردید.

به منظور تعیین طول عمر و درصد پارازیتیسم زنبورهای خارج شده از تخم‌های تیمار شده با حشره‌کش، تعداد ۲۵ جفت از آن‌ها به همراه صد عدد تخم بید غلات و مقداری آب عسل ده درصد به طور جداگانه درون لوله‌های آزمایش قرار گرفتند و درب آن‌ها به وسیله‌ی یک قطعه پنبه‌ی تمیز مسدود گردید. هر لوله‌ی آزمایشِ حاوی یک جفت زنبور به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. تخم‌های میزبانِ درون لوله‌های آزمایش تا زمان مرگ زنبورها به طور روزانه تعویض می‌شدند و بدین ترتیب، طول عمر افراد نر و ماده و درصد پارازیتیسم زنبورهای ماده محاسبه و یادداشت گردید.

### تجزیه و تحلیل آماری

تمام آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار (دو حشره‌کش هر کدام در چهار غلظت به علاوه‌ی تیمار شاهد) و در ۲۵ تکرار انجام شدند (به استثنای درصدهای مرگ و میر و درصد خروج زنبورهای کامل که در ۱۰ تکرار انجام گردید). ابتدا، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab 13 ارزیابی گردید و داده‌های غیرنرمال با استفاده از تبدیل‌های آماری $\sqrt{x}$ (داده‌های مربوط به طول عمر

www.SID.ir

Archive of SID



زنبورهای نر در تغذیه‌ی حشرات کامل از غذای آغشته به حشره‌کش) و $\sqrt{x+0.5}$ (داده‌های مربوط به تعداد تخم‌های پارازیته شده در روش قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های حشره‌کش‌ها) نرمال شدند و سپس با استفاده از نرم‌افزار نسخه آماری SAS (SAS، ۲۰۰۳) تجزیه‌ی واریانس گردیدند. میانگین پارامترها با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده شد.

به منظور طبقه‌بندی میزان سمیت حشره‌کش‌ها از استاندارد سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک (IOBC) در شرایط آزمایشگاهی (حسن و همکاران، ۱۹۸۵) استفاده شد. بر اساس این استاندارد، حشره‌کش‌ها بر اساس میزان کاهش در زنده‌مانی یا قدرت پارازیتیسم زنبورهای ماده به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند: زیر ۳۰ درصد، بی‌ضرر؛ بین ۳۰ تا ۷۹ درصد، اندکی مضر؛ ۸۰ تا ۹۹ درصد با ضرر متوسط و بیش از ۹۹ درصد، مضر. با توجه به وقوع مرگ و میر در تیمارهای شاهد، از فرمول آبوت (طالبی جهرمی، ۱۳۸۵) به منظور اصلاح درصدهای مرگ و میر استفاده گردید.

## نتایج وبحث

### الف) تاثیر بر حشرات کامل

### تغذیه از آب عسل آغشته به حشره‌کش

نتایج تجزیه‌ی واریانس نشان داد که تغذیه‌ی حشرات کامل از غذای آغشته به غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های مورد آزمایش، طول عمر حشرات کامل نر ($P\leq$۰/۰۱، F=۲۷/۷۸، df=۸، ۲۱۶)، طول عمر حشرات کامل ماده ($P\leq$۰/۰۱، F=۱۲/۲۵، df=۸، ۲۱۶)، درصد پارازیتیسم ($P\leq$۰/۰۱، F=۱۳/۵۷، df=۸، ۲۱۶)، درصد ظهور حشرات کامل ($P\leq$۰/۰۱، F=۹۲/۴۵، df=۸، ۲۱۶)، نسبت زنبورهای ماده در نسل بعد ($P\leq$۰/۰۱، F=۳۴/۶۶، df=۸، ۲۱۶) و زنده‌مانی زنبورهای کامل پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت (به ترتیب $P\leq$۰/۰۱، F=۱۲/۴۲، df=۸، ۸۱، $P\leq$۰/۰۱، F=۱۱/۸۴، df=۸، ۸۱ و $P\leq$۰/۰۱، F=۱۳/۴۷، df=۸، ۸۱) را به طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داد.

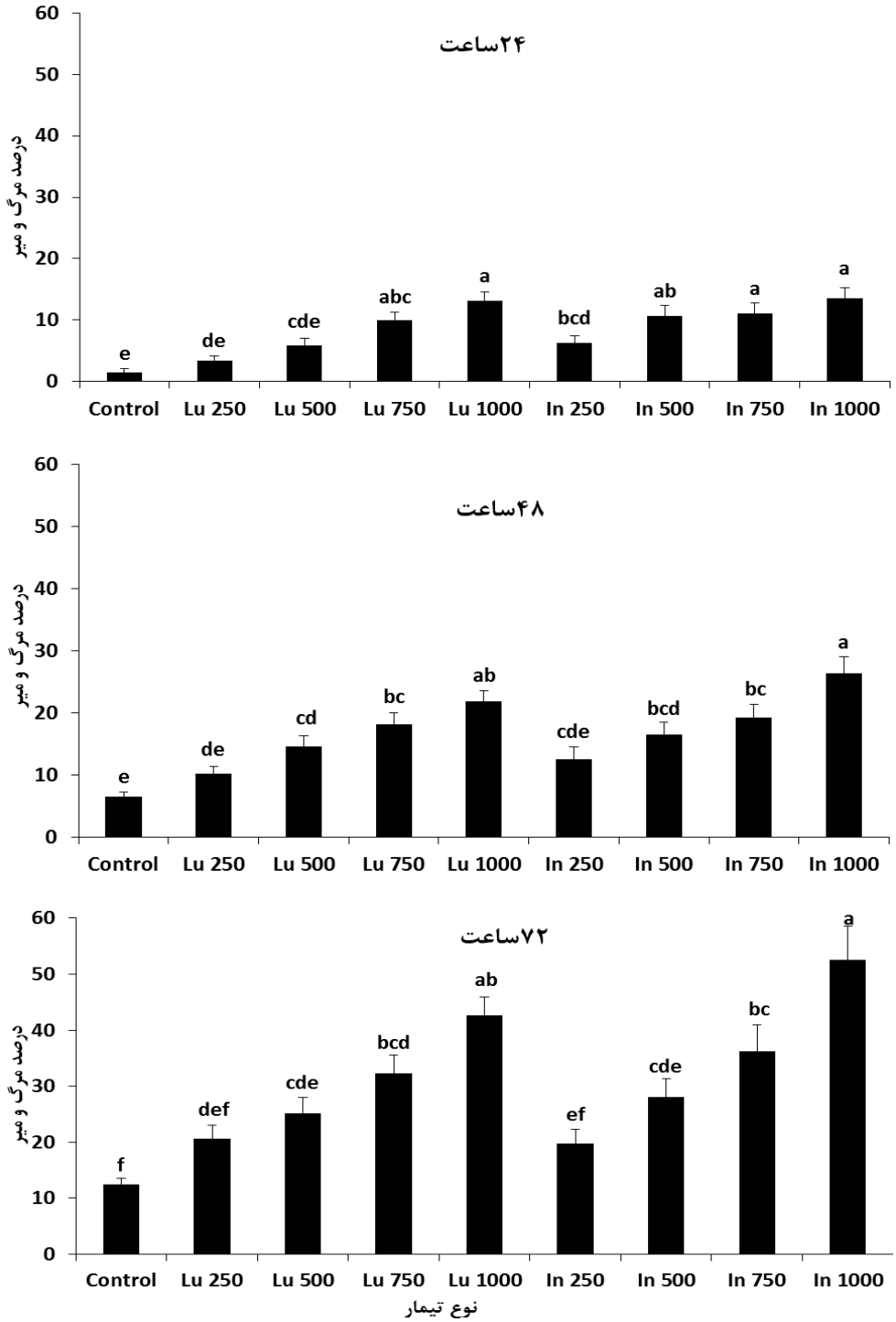
نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (شکل ۱) نشان داد که تغذیه‌ی زنبورهای کامل از آب عسل آغشته به غلظت‌های توصیه شده (۱۰۰۰ پی.پی.ام)، ۷۵۰پی.پی.ام و ۵۰۰ پی.پی.ام ایندوکساکارب، و غلظت‌های ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام لوفنورون موجب افزایش معنی‌دار مرگ و میر در جمعیت آن‌ها نسبت به شاهدگردید و با افزایش مدت زمان تغذیه (از ۲۴ ساعت به ۷۲ ساعت)، بر درصد مرگ و میر آن‌ها افزوده شد. در مقابل، میزان مرگ و میر در غلظت ۲۵۰ پی.پی.ام این دو حشره‌کش پایین بود. میزان مرگ و میر زنبورهای کامل ۲۴ ساعت پس از تغذیه از غذای آغشته به غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب ۱/۶±۱۳/۶ درصد بود که پس از ۷۲ ساعت این میزان به ۶±۵۲/۵ درصد افزایش یافت. در همین حال، میزان مرگ و میر زنبورهای کاملِ تغذیه شده با غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون از ۱/۴±۱۳/۲ درصد پس از ۲۴ ساعت به ۳/۳±۴۲/۶ درصد پس از ۷۲ ساعت رسید.

بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۱)، همه‌ی غلظت‌های مورد آزمایش ایندوکساکارب موجب کاهش معنی‌دار طول عمر زنبورهای نر و ماده شدند. همه‌ی غلظت‌های مورد آزمایش لوفنورون نیز همانند ایندوکساکارب طول عمر زنبورهای نر را به طور معنی‌دار کاهش دادند اما تاثیر آن بر طول عمر زنبورهای ماده فقط در غلظت ۱۰۰۰ پی.پی.ام (غلظت توصیه شده توسط شرکت سازنده) معنی‌دار بود(جدول ۱). در مجموع، بیش‌ترین میانگین طول عمر حشرات کامل نر (۰/۳±۴/۸۴ روز) و ماده (۰/۴±۴/۶۴ روز) در تیمار شاهد

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۱- میانگین مرگ و میر حشرات کامل زنبور *T. brassicae* پس از تغذیه‌ی آن‌ها از آب عسل آغشته به حشره‌کش در مدت زمان‌های مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه در آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند؛ Lu: لوفنورون، In: ایندوکساکارب و اعداد، نشان دهنده‌ی غلظت حشره‌کش به پی.پی.ام می‌باشند).**

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۱- مقایسه‌ی میانگین‌های پارامترهای مختلف زنبور *T. brassicae* پس از تغذیه‌ی حشرات کامل از غذای آغشته شده به حشره‌کش**

| تیمار | طول عمر نرها (روز) | طول عمر ماده ها (روز) | درصد پارازیتیسم | درصد ظهور حشرات کامل | درصد ماده‌ها |
|---|---|---|---|---|---|
| **ایندوکساکارب** | | | | | |
| ۲۵۰ پی.پی.ام | ۲/۴±۰/۱۴c* | ۳±۰/۲۴bc | ۲۸/۶±۲/۶bc | ۹۲/۶±۰/۷bc | ۶۰/۳±۰/۸ab |
| ۵۰۰ پی.پی.ام | ۲/۰۴±۰/۱cd | ۲/۴±۰/۳cd | ۲۳/۱±۲/۶cd | ۸۶/۷±۱/۲d | ۵۷/۹±۱/۱b |
| ۷۵۰ پی.پی.ام | ۱/۶±۰/۱de | ۱/۹۲±۰/۱d | ۱۷/۴±۱/۱d | ۷۴/۶±۱/۳e | ۵۳/۲±۱/۱c |
| ۱۰۰۰ پی.پی.ام | ۱/۴±۰/۱e | ۱/۷۲±۰/۱d | ۱۴/۷±۰/۹۷d | ۶۹/۱±۱/۵f | ۴۴/۲±۱/۵d |
| **لوفنورون** | | | | | |
| ۲۵۰ پی.پی.ام | ۳/۶±۰/۲۴b | ۴/۶±۰/۳۲a | ۴۵/۲±۲/۹۵a | ۹۶/۱±۰/۵ab | ۵۸/۱±۰/۹۷b |
| ۵۰۰ پی.پی.ام | ۲/۳±۰/۲c | ۴±۰/۴ab | ۴۰/۷±۳/۹ab | ۹۲/۴±۰/۹bc | ۵۸/۱±۰/۹۸b |
| ۷۵۰پی.پی.ام | ۲/۱±۰/۲ cd | ۳/۸±۰/۴ab | ۳۵/۵±۳/۶ab | ۹۱/۵±۰/۷۵c | ۴۶/۴±۱/۳d |
| ۱۰۰۰ پی.پی.ام | ۲/۰۴±۰/۱۳cd | ۳/۳±۰/۳۸bc | ۳۱/۶±۴/۰۲bc | ۹۰/۳±۱/۱cd | ۴۶/۵±۱/۶d |
| **شاهد** | ۴/۸±۰/۳a | ۴/۶±۰/۴a | ۴۵/۹±۳/۴a | ۹۷/۱±۰/۴a | ۶۵/۱±۱/۵a |

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد).

و کم‌ترین طول عمر حشرات کامل نر (۱/۴±۰/۱ روز) و ماده (۱/۷۲±۰/۱ روز) در تیمار ایندوکساکارب ۱۰۰۰ پی.پی.ام مشاهده شد.

قدرت پارازیتیسم زنبورهای ماده (میانگین درصد تخم‌های پارازیته شده به ازای هر فرد ماده در طول عمر) در تمام غلظت‌های مورد آزمایش ایندوکساکارب به طور معنی‌دار کاهش یافت و از ۴۵/۹±۳/۴ درصد در شاهد به ۱۴/۷±۰/۹۷ درصد در غلظت توصیه شده رسید. بر خلاف ایندوکساکارب، لوفنورون فقط در غلظت توصیه شده میانگین پارازیتیسم زنبورهای ماده را کاهش داد و از ۴۵/۹±۳/۴ درصد در تیمار شاهد به ۳۱/۶±۴/۰۲ درصد در غلظت هزار پی.پی.ام رساند.

درصد ظهور حشرات کامل و نسبت ماده‌ها نیز تحت تاثیر غلظت‌های مختلف ایندوکساکارب و لوفنورون قرار گرفتند. بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۱)، بیش‌ترین میانگین درصد ظهور حشرات کامل در تیمار شاهد (۹۷/۱±۰/۴ درصد) مشاهده شد که اختلاف آن با تمامی تیمارها به جز لوفنورون ۲۵۰ پی.پی.ام معنی‌دار بود. در مقابل، کم‌ترین میانگین درصد ظهور حشرات کامل (۶۹/۱±۱/۵ درصد) به تیمار ایندوکساکارب ۱۰۰۰ پی.پی.ام تعلق داشت که با تمامی تیمارهای دیگر دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین، بیش‌ترین (۶۵/۱±۱/۵ درصد) و کم‌ترین (۴۴/۲±۱/۵ درصد) میانگین درصد ماده‌ها در نسل بعد نیز به ترتیب به تیمارهای شاهد و ایندوکساکارب ۱۰۰۰ پی.پی.ام تعلق داشت. تاثیر منفی غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب بر درصد ظهور زنبورهای کامل به طور معنی‌دار از غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون بیش‌تر بود اما از نظر تاثیر بر نسبت ماده‌ها در نسل بعد، بین غلظت‌های توصیه شده‌ی این دو حشره‌کش تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

## قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها

بر اساس نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها قرار گرفتن زنبورهای کامل در معرض باقیمانده‌ی حشره‌کش‌های مورد آزمایش، طول عمر حشرات کامل نر ($P\leq$۰/۰۱، F=۱۳/۳، df=۸، ۲۱۶)، طول عمر حشرات کامل ماده ($P\leq$۰/۰۱، F=۲۱/۲، df=۸، ۲۱۶)، درصد پارازیتیسم ($P\leq$۰/۰۱، F=۲۴/۲، df=۸، ۲۱۶)، درصد ظهور حشرات کامل ($P\leq$۰/۰۱، F=۱۱/۶، df=۸، ۲۱۶)، نسبت زنبورهای ماده در نسل بعد ($P\leq$۰/۰۱، F=۱۶/۹، df=۸، ۲۱۶) و زنده‌مانی زنبورهای کامل پس از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت

www.SID.ir

Archive of SID



(به ترتیب P≤۰/۰۱، F=۳/۷، df=۸، ۸۱، P≤۰/۰۵، F=۲/۴، df=۸، ۸۱ و P≤۰/۰۱، F=۴/۵۷، df=۸، ۸۱) را به طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داد.

نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد که قرار گرفتن زنبورهای کامل به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در معرض باقیمانده‌ی غلظت‌های ۱۰۰۰ (غلظت توصیه شده)، ۷۵۰ و ۵۰۰ پی.پی.ام ایندوکساکارب و لوفنورون مرگ و میر آن‌ها را نسبت به شاهد به طور معنی‌دار افزایش داد. در مقابل، میزان مرگ و میر در غلظت ۲۵۰ پی.پی.ام هر دو حشره‌کش پایین بود و با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت (به استثنای غلظت ۲۵۰ پی.پی.ام ایندوکساکارب در تغذیه‌ی ۲۴ ساعته از آب عسل آغشته به حشره‌کش). میزان مرگ و میر زنبورهای کامل ۲۴ ساعت پس از قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌ی غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب، ۶/۸±۰/۸ درصد بود که پس از ۷۲ ساعت، این میزان به ۱۹/۸۸±۱/۵ درصد افزایش یافت. در همین حال، میزان مرگ و میر زنبورهای کاملِ قرار گرفته در معرض غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون از ۷/۶±۰/۹ درصد پس از ۲۴ ساعت به ۱۸/۳±۱/۲ درصد پس از ۷۲ ساعت رسید.

بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۲)، بیش‌ترین میانگین طول عمر زنبورهای نر (۴/۲±۰/۲ روز) در تیمار شاهد مشاهده شد. همه‌ی غلظت‌های مورد آزمایش ایندوکساکارب و لوفنورون نسبت به تیمار شاهد موجب کاهش معنی‌دار طول عمر زنبورهای نر شدند اما بین خود آن‌ها تفاوت معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. بیش‌ترین میانگین طول عمر زنبورهای ماده (۵/۱±۰/۲ روز) نیز به تیمار شاهد تعلق داشت و میانگین تیمارهای دیگر، به شکل معنی‌داری از آن کم‌تر بود.

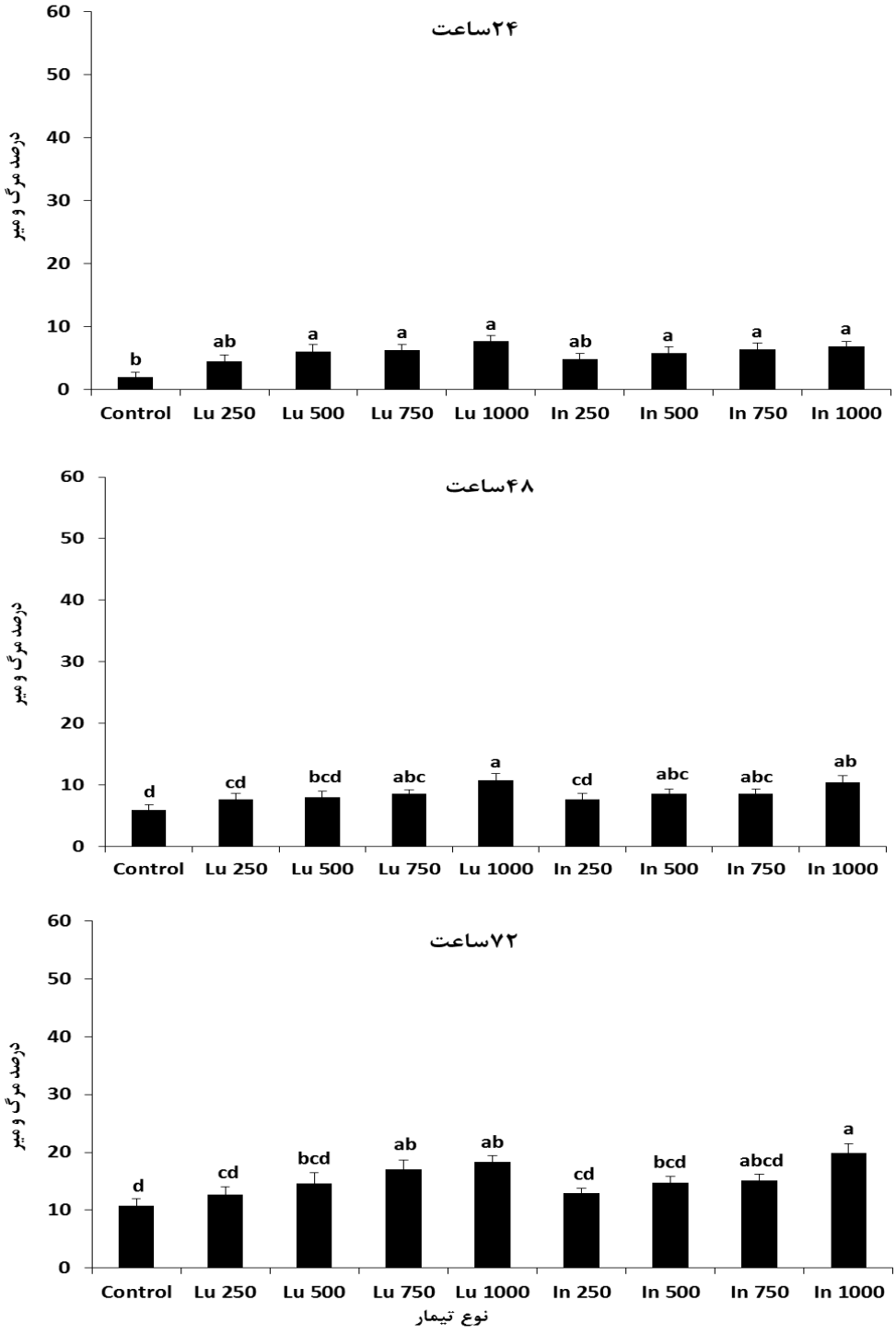
درصد پارازیتیسم زنبورهای ماده‌ی قرار گرفته در معرض باقیمانده‌ی سموم در تمام غلظت‌های مورد آزمایش ایندوکساکارب و لوفنورون نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافت و از ۵۲/۴±۳ درصد در شاهد به ۱۹/۹±۱/۳ درصد در غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون و ۱۹±۱/۵ درصد در غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب رسید. درصد پارازیتیسم در غلظت‌های ۵۰۰ و ۷۵۰ پی.پی.ام این دو حشره‌کش با غلظت توصیه شده‌ی آن‌ها تفاوت معنی‌دار نداشت اما درصد پارازیتیسم در غلظت ۲۵۰ پی.پی.ام از دزهای توصیه شده به طور معنی‌دار کم‌تر بود (جدول ۲).

بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها قرار گرفتن زنبورهای کامل در معرض باقیمانده‌ی غلظت‌های مختلف ایندوکساکارب و لوفنورون میانگین درصد ظهور حشرات کامل و نسبت ماده‌ها را در نسل بعد به طور معنی‌دار کاهش داد (جدول ۲). بیش‌ترین (۹۳/۳±۰/۴ درصد) و کم‌ترین (۷۹/۳±۱/۶ درصد) میانگین درصد ظهور حشرات کامل به ترتیب در تیمارهای شاهد و ایندوکساکارب ۱۰۰۰ پی.پی.ام مشاهده شدند. اگر چه میانگین درصد ظهور حشرات کامل در غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون (۸۱/۰۱±۱/۲ درصد) با غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب تفاوت معنی‌دار نداشت. بیش‌ترین (۶۷/۴۴±۱ درصد) و کم‌ترین (۵۶/۳±۰/۵ درصد) میانگین درصد ماده‌ها در نسل بعد نیز به ترتیب به تیمارهای شاهد و ایندوکساکارب ۱۰۰۰ پی.پی.ام تعلق داشت. با این حال، میانگین نسبت ماده‌ها در غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون (۵۸/۲±۰/۶ درصد) با غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب تفاوت معنی‌دار نداشت.

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۲- میانگین مرگ و میر حشرات کامل زنبور *T. brassicae* پس از تماس آن‌ها با باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها طی مدت زمان‌های مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه در آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار هستند؛ Lu: لوفنورون، In: ایندوکساکارب و اعداد، نشان دهنده‌ی غلظت حشره‌کش به پی.پی.ام می‌باشند).**

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین‌های پارامترهای مختلف زنبور *T. brassicae* پس از قرار گرفتن زنبورهای ماده در معرض باقیمانده‌های حشره‌کش درون لوله‌های آزمایش**

| تیمار | طول عمر نرها (روز) | طول عمر ماده ها (روز) | درصد پارازیتیسم | درصد ظهور حشرات کامل | درصد ماده‌ها |
|---|---|---|---|---|---|
| **ایندوکساکارب** | | | | | |
| ۲۵۰ پی.پی.ام | ۲/۳±۰/۱b* | ۲/۵±۰/۱bc | ۲۵/۹±۱/۶bc | ۸۶/۹±۰/۸abc | ۶۱/۱±۰/۶bc |
| ۵۰۰ پی.پی.ام | ۲/۲±۰/۱b | ۲/۱±۰/۱c | ۲۳/۲±۱/۲cd | ۸۶/۴±۰/۹bc | ۶۰/۱±۰/۷cd |
| ۷۵۰ پی.پی.ام | ۲/۲±۰/۱b | ۲/۳±۰/۱c | ۲۱/۲±۱/۴cd | ۸۲/۷±۰/۹cde | ۵۷/۶±۰/۶de |
| ۱۰۰۰ پی.پی.ام | ۲/۱±۰/۱b | ۲/۲±۰/۱c | ۱۹±۱/۵d | ۷۹/۳±۱/۶e | ۵۶/۳±۰/۵e |
| **لوفنورون** | | | | | |
| ۲۵۰ پی.پی.ام | ۲/۴±۰/۱b | ۳/۲±۰/۲b | ۳۲/۱±۱/۹b | ۸۷/۴±۱b | ۶۴/۰۱±۰/۶b |
| ۵۰۰ پی.پی.ام | ۲/۲±۰/۱b | ۲/۶±۰/۲ bc | ۲۶/۳±۲/۲bc | ۸۴/۵±۱/۷bcd | ۶۰/۱±۱/۳cd |
| ۷۵۰ پی.پی.ام | ۲/۲±۰/۱b | ۲/۴±۰/۱c | ۲۲/۳±۱/۴cd | ۸۴/۱±۰/۸bcd | ۵۹/۶±۰/۸cd |
| ۱۰۰۰ پی.پی.ام | ۲/۱±۰/۱b | ۲/۲±۰/۱c | ۱۹/۹±۱/۳cd | ۸۱±۱/۲de | ۵۸/۲±۰/۶cde |
| **شاهد** | ۴/۲±۰/۲a | ۵/۱±۰/۲a | ۵۲/۴±۳a | ۹۳/۳±۰/۴a | ۶۷/۴±۱a |

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد).

## ب) تاثیر بر مراحل نارس

## فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان درون محلول حشره‌کش‌ها

نتایج تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان (در مرحله‌ی پیش‌شفیرگی زنبور) درون محلول حشره‌کش‌های مورد آزمایش، طول عمر حشرات کامل نر ($P\leq$۰/۰۱، F=۹/۱۱، df=۸، ۲۱۶)، طول عمر حشرات کامل ماده ($P\leq$۰/۰۱، F=۴/۸۲، df=۸، ۲۱۶)، درصد پارازیتیسم ($P\leq$۰/۰۱، F=۱۱/۹، df=۸، ۲۱۶)، درصد ظهور حشرات کامل ($P\leq$۰/۰۱، F=۲۰/۹، df=۸، ۸۱) و نسبت زنبورهای ماده در نسل بعد ($P\leq$۰/۰۱، F=۱۸/۲۴، df=۸، ۲۱۶) را به طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داد.

بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۳)، بیش‌ترین میانگین طول عمر زنبورهای نر (۷/۳±۰/۳ روز) در تیمار شاهد مشاهده شد. به استثنای لوفنورون ۲۵۰ پی.پی.ام که با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت، فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان درون سایر تیمارها طول عمر زنبورهای نر خارج شده را نسبت به شاهد به طور معنی‌دار کاهش داد. بیش‌ترین طول عمر زنبورهای ماده (۶/۶±۰/۴ روز) نیز به تیمار شاهد تعلق داشت. به استثنای تیمارهای ایندکساکارب ۲۵۰ پی.پی.ام و لوفنورون ۲۵۰ و ۵۰۰ پی.پی.ام که با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند، تیمارهای دیگر موجب کاهش طول عمر زنبورهای ماده شدند.

درصد پارازیتیسم زنبورهای ماده‌ای که در مرحله‌ی پیش‌شفیرگی درون محلول حشره‌کش فرو برده شده بودند، در تمام غلظت‌های مورد آزمایش ایندوکساکارب نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافت و از ۵۱/۶±۴/۵ درصد در شاهد به ۱۶/۸±۱/۳درصد در غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب رسید. غلظت‌های توصیه شده و ۷۵۰ پی.پی.ام لوفنورون (به ترتیب با میانگین‌های پارازیتیسم ۲۰/۵±۱/۶ و ۲۷/۶±۱/۸ درصد) نیز نسبت به شاهد موجب کاهش معنی‌دار درصد پارازیتیسم زنبورهای ماده شدند، اما غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ پی.پی.ام این حشره‌کش بر خلاف ایندوکساکارب بر درصد پارازیتیسم تاثیر معنی‌دار نگذاشتند (جدول ۳).

بر اساس نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها (جدول ۳)، در نتیجه‌ی فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان درون محلول ایندوکساکارب، درصد ظهور حشرات کامل و

www.SID.ir

Archive of SID



نسبت ماده‌ها در نسل بعد در همه‌ی غلظت‌های مورد آزمایش نسبت به شاهد به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۳). لوفنورون نیز به استثنای غلظت ۲۵۰ پی.پی.ام، در غلظت‌های دیگر موجب کاهش معنی‌دار درصد ظهور حشرات کامل و نسبت ماده‌ها گردید. در مجموع، بیش‌ترین (۹۶/۱۴±۰/۴ درصد) و کم‌ترین (۸۰/۳±۱/۲ درصد) میانگین درصد ظهور حشرات کامل به ترتیب در تیمارهای شاهد و ایندوکساکارب ۱۰۰۰ پی.پی.ام مشاهده شدند. با این حال، میانگین درصد ظهور حشرات کامل در غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون (۸۰/۷±۲/۱ درصد) با غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب تفاوت معنی‌دار نداشت. همچنین، بیش‌ترین (۷۳/۵±۱/۱ درصد) و کم‌ترین (۵۱±۲/۷ درصد) میانگین درصد ماده‌ها در نسل بعد به ترتیب به تیمارهای شاهد و لوفنورون ۱۰۰۰ پی.پی.ام تعلق داشت، هر چند که تاثیر غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب بر نسبت ماده‌ها (با میانگین ۵۴/۹±۱/۱ درصد) با غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون تفاوت معنی‌دار نداشت.

## ج) طبقه‌بندی میزان سمیت حشره‌کش‌ها بر اساس استانداردهای IOBC

طبقه‌بندی شدت سمیت غلظت توصیه شده‌ی مزرعه‌ای حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون بر اساس میزان تاثیرشان بر زنده‌مانی و قدرت پارازیتیسم زنبور در روش‌های مختلف زیست‌سنجی در جدول ۴ ارایه شده است. در روش تغذیه از آب عسل آغشته به حشره‌کش، هر دو حشره‌کش از نظر میزان کاهش زنده‌مانی و پارازیتیسم زنبورهای ماده در گروه سموم "کم‌ضرر" طبقه‌بندی شدند. در روش قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های سمی، هر دو حشره‌کش از نظر میزان کاهش زنده‌مانی در گروه سموم "بی‌ضرر" و از نظر میزان کاهش قدرت پارازیتیسم زنبورهای ماده در گروه سموم "کم‌ضرر" قرار گرفتند. در روش فرو بردن تخم‌های پارازیته شده درون محلول حشره‌کش، ایندوکساکارب از نظر میزان کاهش زنده‌مانی پیش‌شفیره‌ها و قدرت پارازیتیسم زنبورهای ماده‌ی خارج شده در زمره‌ی سموم "کم‌ضرر" قرار گرفت، در حالی که لوفنورون از نظر میزان تاثیر بر زنده‌مانی پیش‌شفیره‌ها در گروه سموم "بی‌ضرر" و از نظر کاهش قدرت پارازیتیسم زنبورهای ماده جزو سموم "کم‌ضرر" طبقه‌بندی گردید.

**جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین‌های پارامترهای مختلف زنبور *T. brassicae* پس از فرو بردن تخم‌های پارازیته شده در داخل محلول حشره‌کش‌ها**

| تیمار | طول عمر نرها (روز) | طول عمر ماده‌ها (روز) | درصد پارازیتیسم | درصد ظهور حشرات کامل | درصد ماده‌ها |
|---|---|---|---|---|---|
| **ایندوکساکارب** | | | | | |
| ۲۵۰ پی.پی.ام | ۵/۱±۰/۳cd | ۵/۲±۰/۴abc | ۳۶/۷±۳/۹bc | ۹۱/۶±۱b* | ۶۴/۴±۱/۴bc |
| ۵۰۰ پی.پی.ام | ۵/۴±۰/۳bc | ۴/۴±۰/۴bcd | ۲۸/۶±۲/۸cde | ۸۶±۱/۳cd | ۶۰/۳±۱/۳cd |
| ۷۵۰ پی.پی.ام | ۴/۶±۰/۲cde | ۴/۱±۰/۲bcd | ۲۳/۱±۱def | ۸۳/۶±۱de | ۵۵/۷±۱/۲de |
| ۱۰۰۰ پی.پی.ام | ۳/۸±۰/۲e | ۳/۵±۰/۲d | ۱۶/۸±۱/۳f | ۸۰/۳±۱/۲e | ۵۴/۹±۱/۱de |
| **لوفنورون** | | | | | |
| ۲۵۰ پی.پی.ام | ۶/۵±۰/۴ab | ۵/۶±۰/۵ab | ۴۲/۲±۴/۲ab | ۹۲/۲±۰/۶ab | ۶۷/۹±۰/۷ab |
| ۵۰۰ پی.پی.ام | ۵/۲±۰/۳cd | ۵/۲±۰/۴abc | ۳۳/۸±۳/۲abc | ۸۸/۹±۰/۹bc | ۶۴/۱±۲/۱bc |
| ۷۵۰پی.پی.ام | ۵/۱±۰/۳cd | ۴/۸±۰/۳bcd | ۲۷/۶±۱/۸cdef | ۸۵/۱±۰/۸cd | ۵۵/۸±۱/۵de |
| ۱۰۰۰ پی.پی.ام | ۴/۱±۰/۳de | ۳/۸±۰/۳cd | ۲۰/۵±۱/۶ef | ۸۰/۷±۲/۱e | ۵۱±۲/۷e |
| **شاهد** | ۷/۳±۰/۳a | ۶/۶±۰/۴a | ۵۱/۶±۴/۵a | ۹۶/۱±۰/۴a | ۷۳/۵±۱/۱a |

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد).

www.SID.ir

Archive of SID



**جدول ٤- طبقه‌بندی میزان سمیت غلظت‌های توصیه شده‌ی مزرعه‌ای حشره‌کش‌های مورد استفاده برای زنبور *T. brassicae* بر اساس استانداردهای سازمان بین‌المللی کنترل بیولوژیک (IOBC) در شرایط آزمایشگاهی**

| روش زیست‌سنجی/ نوع حشره‌کش | مرگ و میر | | پارازیتیسم | |
|---|---|---|---|---|
| | میانگین درصد مرگ و میر ± SE * | طبقه‌بندی IOBC | کاهش پارازیتیسم (درصد) | طبقه‌بندی IOBC |
| **تغذیه از آب عسل آغشته به حشره‌کش** | | | | |
| ایندوکساکارب | ۴۵/۷±۶ | ۲ (کم‌ضرر) | ۶۷/۹۷ | ۲ (کم‌ضرر) |
| لوفنورون | ۳۴/۴±۳/۳ | ۲ (کم‌ضرر) | ۳۱/۱۵ | ۲ (کم‌ضرر) |
| شاهد | ۱۲/۵±۱/۱ | – | – | – |
| **قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های حشره‌کش** | | | | |
| ایندوکساکارب | ۱۰/۲۸±۱/۱ | ۱ (بی‌ضرر) | ۶۳/۷۱ | ۲ (کم‌ضرر) |
| لوفنورون | ۸/۴۹±۱/۲ | ۱ (بی‌ضرر) | ۶۱/۹۹ | ۲ (کم‌ضرر) |
| شاهد | ۱۰/۷±۱/۲ | – | – | – |
| **فرو بردن تخم‌های پارازیته شده درون محلول حشره‌کش**** | | | | |
| ایندوکساکارب | ۳۱/۷۳±۳/۸ | ۲ (کم‌ضرر) | ۶۷/۴۲ | ۲ (کم‌ضرر) |
| لوفنورون | ۲۴/۱۱±۲/۳ | ۱ (بی‌ضرر) | ۶۰/۲۴ | ۲ (کم‌ضرر) |
| شاهد | ۹/۶۱±۱/۱ | – | – | – |

* میانگین درصد مرگ و میر حشرات کامل پس از ۷۲ ساعت و پس از اصلاح با فرمول ابوت

**در روش فرو بردن تخم‌های پارازیته شده درون محلول حشره‌کش، به جای مرگ و میر حشرات کامل، مرگ ومیر پیش‌شفیره‌ها اندازه‌گیری گردید.

ایندوکساکارب حشره‌کشی تماسی- گوارشی از گروه اُگزادیازین‌ها می‌باشد (طالبی جهرمی، ۱۳۸۵) که تاثیر منفی آن بر برخی از گونه‌های خانواده‌های Trichogrammatidae گزارش شده است (هوا- کاپوگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۰؛ لیو و ژانگ، ۲۰۱۲). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که در هر سه روش زیست‌سنجی مورد آزمایش، ایندوکساکارب بر حشرات کامل و پیش‌شفیره‌ی زنبور *T. brassicae* اثرات کشنده و زیرکشنده‌ی قابل‌توجهی را بر جای گذاشت و با افزایش غلظت مصرفی، بر شدت این اثرات منفی نیز افزوده شد.

بر اساس نتایج این پژوهش، تغذیه از آب عسل آغشته به ایندوکساکارب یا قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های آن، در جمعیت حشرات کامل مرگ و میر معنی‌داری را ایجاد نمود. به طوری که ۷۲ ساعت پس از تغذیه‌ی زنبورهای کامل از آب عسل آغشته به غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب و یا قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های آن نسبت به شاهد، مرگ و میر به ترتیب بیش از چهار و دو برابر افزایش یافت.

در ارتباط با اثرات منفی ناشی از ورود ایندوکساکارب به همراه غذا بر حشرات کامل زنبورهای تریکوگراما تاکنون گزارشی ارایه نشده است، اما با توجه به تغذیه‌ی حشرات کامل زنبورهای پارازیتوئید از شهد گل‌ها یا عسلک در مزرعه (جرویس و کید[1]، ۱۹۹۶)، احتمال آلوده شدن منابع غذایی به این حشره‌کش و کاهش زنده‌مانی و زادآوری آن‌ها بسیار محتمل می‌باشد.

نتایج پژوهش ما در زمینه‌ی افزایش مرگ و میر زنبورهای کامل پس از قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های ایندوکساکارب با یافته‌های لیو و ژانگ

1- Jervis & Kidd

www.SID.ir

Archive of SID



(۲۰۱۲) در مورد گونه‌ی *T. brassicae* مطابقت داشت. با وجود این، نتایج این محققان نشان داد که در مدت زمان‌های کم‌تر از ۲۴ ساعت (به عنوان مثال، ۲، ۴ و ۶ ساعت) تماس با باقیمانده‌های ایندوکساکارب بر حشرات کامل بی‌اثر بود. همچنین، نتایج پژوهش هوا-کاپوگ و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که قرار گرفتن زنبورهای ماده‌ی *T. brassicae* در معرض برگ‌های تازه سم‌پاشی شده‌ی گوجه‌فرنگی،کاهش معنی‌داری را در جمعیت آن‌ها ایجاد نمود که این موضوع نیز با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. اما بر خلاف یافته‌های پژوهش حاضر، نتایج هوا-کاپوگ و همکاران (۲۰۰۳) حاکی از بی‌اثر بودن تماس با باقیمانده‌های ایندوکساکارب بر قدرت پارازیتیسم زنبورهای ماده بود.

مراحل نارس زنبورهای تریکوگراما درون تخم میزبان توسط پوسته‌ی تخم محافظت می‌شوند و به همین دلیل، مقاومت آن‌ها به حشره‌کش‌ها از حشرات کامل بیش‌تر گزارش شده است (حسن و همکاران، ۱۹۹۸؛ کنسولی و همکاران، ۱۹۹۸؛ صابر، ۲۰۱۱). نتایج پژوهش ما نشان داد که سم‌پاشی تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان (در مرحله‌ی پیش‌شفیرگی زنبور) با غلظت توصیه شده‌ی ایندوکساکارب، درصد خروج حشرات کامل را در حدود ۲۰ درصد کاهش داد که این میزان، در مقایسه با مرگ و میر ناشی از تغذیه از غذای آغشته به ایندوکساکارب کمتر بود؛ اما با مرگ و میر ناشی از تماس با باقیمانده‌های این آفت‌کش اختلاف چندانی نداشت. نتایج پژوهش ما در این زمینه، با یافته‌های حسین و همکاران (۲۰۱۰) در مورد کاهش درصد خروج حشرات کامل زنبور *T. chilonis* پس از فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی بید غلاتِ حاوی پیش‌شفیره‌های زنبور درون محلول ایندوکساکارب مطابقت داشت. بر خلاف نتایج پژوهش حاضر که حاکی از تاثیر منفی ایندوکساکارب بر پیش‌شفیره‌های زنبور *T. brassicae* بود، نتایج پژوهش هوا-کاپوگ و همکاران (۲۰۰۳) و لیو و ژانگ (۲۰۱۲) نشان داد که فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی بید غلات در مراحل تخم، لارو و شفیره‌ی این زنبور درون محلول ایندوکساکارب بر درصد خروج حشرات کامل زنبور بی‌تاثیر بود. با توجه به این اختلاف، می‌توان ادعا نمود که میزان حساسیت مراحل نشوونمایی مختلف یک گونه زنبور به یک آفت‌کش خاص ممکن است متفاوت باشد.

لوفنورون حشره‌کشی از گروه تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشد که با جلوگیری از سنتز کیتین موجب مرگ حشرات می‌گردد (طالبی جهرمی، ۱۳۸۵). این گروه از آفت‌کش‌ها، بر خلاف گروه‌های دیگر، به دلیل نحوه‌ی اثر خاصی که دارند برای حشرات کامل زنبورهای تریکوگراما بی‌ضرر یا کم‌ضرر و برای مراحل نارس آن‌ها مضر گزارش شده‌اند (وانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۲). با وجود این، نتایج پژوهش ما نشان داد که تغذیه‌ی حشرات کامل از آب عسل آغشته شده به لوفنورون یا قرار گرفتن آن‌ها در معرض باقیمانده‌های این آفت‌کش، زنده‌مانی زنبور *T. brassicae* را به طور معنی‌داری کاهش داد و با افزایش غلظت حشره‌کش مصرفی، بر میزان مرگ و میر زنبور افزوده شد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، تغذیه از آب عسل آغشته به لوفنورون و قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های آن بر حسب طول مدت تغذیه یا در معرض قرارگیری، به ترتیب ۱۳/۲ تا ۴۲/۶ و ۷/۶ تا ۱۸/۳ درصد از حشرات کامل را از بین برد. نتیجه‌ی پژوهش ما در زمینه‌ی مرگ و میر حشرات کامل *T. brassicae* پس از قرار گرفتن در معرض باقیمانده‌های لوفنورون با یافته‌های حسین و همکاران (۲۰۱۰) در مورد تاثیر منفی باقیمانده‌های لوفنورون بر زنده‌مانی زنبور *T. chilonis* مطابقت داشت. در زمینه‌ی تاثیر گوارشی تنظیم‌کننده‌های رشد بر حشرات کامل زنبورهای تریکوگراما تاکنون گزارشی منتشر نشده است، اما مطالعات معدود انجام گرفته روی خانواده‌های دیگر زنبورهای پارازیتوئید حاکی از کاهش زنده‌مانی حشرات کامل پس از تغذیه از غذای آغشته به

1- Wang *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID



برخی از تنظیم کننده‌های رشد می‌باشد. حسیب و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که زنبورهای ماده‌ی *Diadegma semiclausum* (Hellén) (Ichneumonidae) که به مدت ۲۴ ساعت از آب عسل آغشته به فلوفنوکسورون (با نحوه‌ی عمل مشابه لوفنورون) تغذیه نموده بودند، در مقایسه با شاهد، ۱۷ درصد بیش‌تر دچار مرگ و میر شدند. میزان مرگ و میر در شرایط مشابه برای زنبور *Cotesia plutellae* (Kurd.) (Braconidae) در حدود ۱۱ درصد گزارش شده است، هر چند که اختلاف این میزان مرگ و میر با شاهد معنی‌دار نبود (حسیب و آمانو، ۲۰۰۲).

بر خلاف حشرات کامل، تاثیر منفی تنظیم‌کننده‌های رشد بر زنده‌مانی مراحل نارس زنبورهای تریکوگراما در تعداد زیادی از مطالعات گزارش شده است. نتایج پژوهش ما نشان داد که در نتیجه‌ی سم‌پاشی تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان در مرحله‌ی پیش‌شفیرگی زنبور با لوفنورون، درصد خروج زنبورهای کامل به طور معنی‌دار کاهش یافت که این یافته با نتایج باستوس و همکاران (۲۰۰۶) در مورد کاهش خروج حشرات کامل گونه‌ی *T. pretiosum*، کُنسولی و همکاران (۲۰۰۱) در مورد کاهش خروج گونه‌ی *T. galloi* و حسین و همکاران (۲۰۱۰) در مورد کاهش خروج گونه‌ی *T. chilonis* در اثر سم‌پاشی تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان با لوفنورون مطابقت داشت. البته، تاثیر لوفنورون بر مراحل نارس زنبورهای تریکوگراما بر حسب گونه‌ی میزبان جایگزین، متفاوت گزارش شده است، به طوری که باستوس و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که بر خلاف تخم‌های بید غلات، فرو بردن تخم‌های پارازیته شده‌ی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد درون محلول لوفنورون، بر درصد خروج حشرات کامل زنبور *T. pretiosum* تاثیر معنی‌دار نداشت. بنابراین، نحوه و میزان تاثیر تنظیم‌کننده‌های رشد، حتی ترکیبات دارای نحوه‌ی اثر مشابه (به عنوان مثال مهارکنندگان سنتز کیتین) بر زنبورهای تریکوگراما ممکن است بر حسب نوع میزبان، گونه‌ی پارازیتوئید و نوع ترکیب سمی متفاوت باشد و اظهار نظر در مورد آن‌ها مستلزم انجام مطالعات جداگانه می‌باشد.

یکی از نتایج پژوهش ما افزایش معنی‌دار مرگ و میر زنبورهای کامل پس از خروج موفقیت‌آمیز از تخم‌های میزبان سم‌پاشی شده با لوفنورون و ایندوکساکارب بود (جدول ۳) که این مرگ و میر ممکن است در نتیجه‌ی جویدن یا بلعیدن پوسته‌ی سم‌پاشی شده‌ی تخم میزبان توسط زنبورهای کامل به هنگام خروج از آن باشد.

نتایج پژوهش ما نشان داد که در هر سه روش زیست‌سنجی مورد استفاده، لوفنورون علاوه بر زنده‌مانی بر ویژگی‌های دیگر زنبور *T. brassicae* نیز اثرات منفی (اثرات زیرکشنده) بر جای گذاشت. قرار گرفتن زنبورهای ماده در معرض باقیمانده‌های غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون، قدرت پارازیتیسم (میانگین تخم‌های پارازیته شده در طول عمر زنبور) آن‌ها را نسبت به تیمار شاهد حدود ۶۰ درصد کاهش داد که بر اساس گروه‌بندی IOBC (حسن و همکاران، ۱۹۸۵) در زمره‌ی سموم "کم‌ضرر" قرار گرفت. حسن و همکاران (۱۹۹۸) نیز لوفنورون را از نظر کاهش درصد پارازیتیسم زنبور *T. cacoeciae* (با حدود ۳۵ درصد کاهش)، جزو سموم "کم‌ضرر" طبقه‌بندی کردند.

همچنین، نتایج پژوهش ما نشان داد که قدرت پارازیتیسم زنبورهای ماده پس از تغذیه از غذای آغشته شده به غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون در حدود ۳۱ درصد کاهش یافت (جدول ۴). در زمینه‌ی تاثیر منفی تغذیه از غذای آغشته به لوفنورون بر قدرت پارازیتیسم زنبورهای تریکوگراما تاکنون گزارشی منتشر نشده است اما در سایر زنبورهای پارازیتوئید مانند *C. plutellae* (حسیب و آمانو[1]، ۲۰۰۲) و *D. semiclausum* (حسیب و همکاران، ۲۰۰۵) نیز چنین کاهشی گزارش شده است. سازوکار واقعی این کاهش به طور دقیق مشخص نمی‌باشد، اما این احتمال وجود دارد که تغذیه از تنظیم‌کننده‌های رشد با تاثیر بر فرایند اُاژنز در

1- Haseeb & Amano

www.SID.ir

Archive of SID



زنبورهای ماده موجب کاهش تعداد یا نابارور شدن تخم‌های گذاشته شده توسط زنبورهای ماده گردد.

طول عمر زنبورهای ماده یکی از ویژگی‌های مهم در ارزیابی کیفیت زنبورهای تریکوگراما به شمار می‌رود (ناتسون، ۱۹۹۸). نتایج پژوهش ما نشان داد که غلظت توصیه شده‌ی لوفنورون در هر سه روش زیست‌سنجی مورد استفاده، طول عمر زنبورهای نر و ماده را کاهش دادند. در بررسی منابع، در زمینه‌ی تاثیر لوفنورون بر طول عمر حشرات کامل زنبورهای تریکوگراما گزارشی یافت نشد، اما در مطالعات انجام گرفته روی سایر تنظیم‌کننده‌های رشد و زنبورهای پارازیتوئید، نتایج متفاوتی گزارش شده‌اند. حسیب و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که تغذیه از آب عسل آغشته به فلوفنوکسورون، تفلوبنزورون و کلرفلوآزورون که نحوه‌ی اثرشان با لوفنورون مشابه می‌باشد، طول عمر افراد نر و ماده‌ی زنبور *D. semiclausum* را به طور معنی‌داری کاهش داد. همچنین، سوه و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که سم‌پاشی مستقیم تخم‌های پارازیته شده‌ی *Helicoverpa zea* (Boddie) در مراحل لاروی و پیش‌شفیرگی زنبور *Trichogramma exiguum* Pinto&Platner با متوکسی‌فنوزید و تبوفنوزید (آنالوگ‌های هورمون پوست‌اندازی)، بر طول عمر زنبورهای ماده تاثیر معنی‌داری نداشت اما سم‌پاشی تخم‌های حاوی شفیره‌ی زنبور با تبوفنوزید موجب کاهش معنی‌دار طول عمر زنبورهای ماده گردید. بنابراین، به نظر می‌رسد که تاثیر لوفنورون نیز ممکن است بر حسب مرحله‌ی نشوونمایی زنبور درون تخم میزبان متفاوت باشد که این موضوع به انجام بررسی‌های بیش‌تر نیاز دارد.

نتایج طبقه‌بندی IOBC نشان داد حشره‌کش‌های ایندوکساکارب و لوفنورون از نظر کاهش زنده‌مانی حشرات کامل و پیش‌شفیره‌های زنبور و نیز درصد پارازیتیسم زنبورهای ماده هیچگاه از گروه "اندکی مضر" فراتر نرفتند و حتی از نظر شدت تاثیر باقیمانده‌های سمی بر مرگ و میر حشرات کامل (حالتی که احتمال رخ دادن آن در مزارع از روش‌های دیگر بیش‌تر می‌باشد)، جزو حشره‌کش‌های "بی‌ضرر" طبقه‌بندی شدند (لوفنورون در روش فرو بردن تخم‌های پارازیته شده درون محلول حشره‌کش نیز جزو حشره‌کش‌های بی‌ضرر طبقه‌بندی گردید). از سوی دیگر، در این پژوهش، تخم‌های پارازیته شده‌ی میزبان به طور کامل درون محلول ایندوکساکارب یا لوفنورون فرو برده شدند در حالی که در شرایط مزرعه، تعداد زیادی از تخم‌های میزبان در زیر برگ‌ها یا سایر نقاط دور از دسترس سم‌پاشی قرار داده می‌شوند و هیچگاه به طور کامل با قطرات حشره‌کش خیس نمی‌گردند. بنابراین، ایندوکساکارب و لوفنورون را می‌توان به عنوان حشره‌کش‌هایی نسبتاً سازگار با برنامه‌های کنترل بیولوژیک معرفی نمود به ویژه اگر مطابق توصیه‌ی سازمان حفظ نباتات بین سم‌پاشی با آن‌ها و رهاسازی زنبور حداقل یک هفته فاصله‌ی زمانی وجود داشته باشد.

## منابع

۱. ابراهیمی، ا.، پنتورو، ب. و شجاعی، م. ۱۳۷۶. مطالعه‌ی مرفولوژیک و آنزیماتیک گونه‌های جنس *Trichogramma* در ایران. مجله‌ی آفات و بیماری‌های گیاهی. جلد ۱، شماره‌ی ۶۶، ص.ص. ۱۲۲ تا ۱۴۲.

۲. بهداد، ا. ۱۳۷۱. آفات گیاهان زراعی ایران. نشر یادبود، اصفهان، ۶۲۹ ص.

www.SID.ir

Archive of SID



۳. بهرامی، ا.، رضاپناه، م. ر. و شیرازی، ج. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر چند آفت‌کش مورد استفاده در مزارع برنج روی مراحل زیستی زنبور *Trichogramma brassicae* Bezd. خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران (جلد دوم آفات) ۱۲-۹ مرداد ۱۳۸۹، تهران، ۲۳۲ ص.

۴. خانجانی، م. و پورمیرزا، ع.ا. ۱۳۸۴. سم‌شناسی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینای همدان، چاپ دوم، ۴۴۵ ص.

۵. شجاعی، م. ۱۳۷۶. حشره‌شناسی جلد سوم (اتولوژی، زندگی اجتماعی و دشمنان طبیعی). انتشارات دانشگاه تهران (چاپ سوم)، ۵۵۰ ص.

۶. طالبی جهرمی، خ. ۱۳۸۵. سم‌شناسی آفت‌کش‌ها (حشره‌کش‌ها، کنه‌کش‌ها و موش‌کش‌ها). انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۴۹۲ ص.

۷. محقق نیشابوری، ج.، رستمکلایی مطلق، ا. و گودرزیان، ن. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، تیودیکارب و مونوکروتوفوس بر کرم غنچه‌خوار توتون *Helicoverpa armigera* در مزرعه. مجله‌ی آفات و بیماری‌های گیاهی. جلد ۱، شماره‌ی ۸۷، ص.ص ۶۷ تا ۸۰.

۸. مقدسی، م. ۱۳۸۹. پرورش انبوه زنبور تریکوگراما (عامل کنترل بیولوژیک آفات گیاهی). انتشارات فرهنگی هنری دیباگران تهران، ۳۰ ص.

9. Bastos, C.S., Almeida, R.P., and Suinaga, F.A. 2006. Selectivity of pesticides used on cotton (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared hosts. Pest Management Science, 62: 91-98.

10. Brunner, J.F., Dunley, J.E., Doerr, M.D., and Beers, E.H. 2001. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. Journal of Economic Entomology, 94(5): 1075-1084.

11. Consoli, F.L., Botelho, P.S.M., and Parra, J.R.P. 2001. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). Journal of Applied Entomology, 125: 37-43.

12. Consoli, F.L., Parra, J.R.P., and Zucchi, R.A. 2010. Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma*. Springer publishing, 479 pp.

13. **C**onsoli, F.L., Parra, J.R.P., and Hassan, S.A. 1998. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). Journal of Applied Entomology, 122: 43-47.

14. Haseeb, M. and Amano, H. 2002. Effects of contact, oral and persistent toxicity of selected pesticides on *Cotesia plutellae* (Hym: Braconidae), a potential parasitoid of *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae). Journal of Applied Entomolology, 126: 8-13.

www.SID.ir

Archive of SID



15. Haseeb, M., Amano, H. and Liu, T. X. 2005. Effects of selected insecticides on *Diadegma semiclausum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Insect Science, 12, 163-170.

16. Hassan, E., Oomen, P.A. Overmeer, W.P.J., Plevoets, P., Reboulet, J.N., Rieckmann, W., Samsoe-Petersen, L., Shires, S.W., Stäubli, A., Stevenson, J., Tuset, J.J., Vanwetswinkel, G., and van Zon, A.Q. 1985. Standard methods to test the side-effects of pesticides on natural enemies of insects and mites developed by the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 15: 214–255.

17. Hassan, S.A., Hafes, B., Degrande, P.E., and Herai, K. 1998. The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae), acute dose response and persistence tests. Journal of Applied Entomology, 122: 569-573.

18. Hewa-Kapuge, S., Dougall, S.M., and Hoffmann, A. 2003. Effects of methoxyfenozide, indoxacarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and field conditions. Journal of Economic Entomology, 96(4): 1083-1090.

19. Hussain, D., Akram, M., Iqbal, Z., Ali, A., and Saleem, M. 2010. Effect of some insecticides on *Trichogramma chilonis* Ishii. (Trichogrammatidae: Hymenoptera) immature and adult survival. Journal of Agricultural Research, 48(4): 531-537.

20. Jervis, M., and Kidd, N. 1996. Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study and Evaluation. Chapman and Hall, London. 491pp.

21. Johnson, M.W., and Tabashnik, B.E. 1999. Enhanced biological control through pesticide selectivity. In: Bellows, T.S., and Fisher, T.W. (eds.). Handbook of Biological Control: Principles and Applications. Academic Press, San Diego, New York. pp. 297-317.

22. Knutson, A. 1998. The *Trichogramma* Manual. B-6071. Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University, 42 pp.

23. Liu, T.X., and Zhang, Y. 2012. Side effects of two reduced-risk insecticides, indoxacarb and spinosad, on two species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on cabbage. Ecotoxicology, 21: 2254-2263.

24. Nevarez, G.G., Pando, Q.F.J., Ontiveros, C.G.B., and Sanchez, N.C. 2009. Dispersal of *Trichogramma* spp. on pecan trees and its susceptibility to selective insecticides. Southwestern Entomologist, 34(3): 319-326.

25. Ruiu, L., Satta, A., and Floris, I. 2008. Effects of an azadirachtin- based formulation on the non-target muscoid fly parasitoid *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). Biological Control, 47: 66-70.

26. Ruiz, L., Flores, S., Cancino, J., Arredondo, J. Valle, J. Diaz-Fleischer, F., and Williams, T. 2008. Lethal and sublethal effects of spinosad-based GF-120 bait on the

www.SID.ir

Archive of SID



tephritid parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). Biological Control, 44: 296-304.

27. Saber, M., Hejazi, M., and Hassan, S.A. 2004. Effects of azadirachtin/neemazal on different stages and adult life table parameters of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Economic Entomology, 97(3): 905-910.

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

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

30. SAS Institute. 2003. SAS/STAT user s, version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.

31. Shi, Z.H., Guo, S.J., Lin, W.C., and Liu, S.S. 2004. Evaluation of selective toxicity of five pesticides against *Plutella xylostella* (Lep: Plutellidae) and their side-effects against *Cotesia plutellae* (Hym: Braconidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Hymenoptera: Eulophidae). Pest Management Science, 60: 1213-1219.

32. Suh, C.P., Orr, D.B., and Duyn, J.W.V. 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) preimaginal development and adult survival. Journal of Economic Entomology, 93: 577-583.

33. Takada, Y., Kawamura, S., and Tanaka, T. 2001. Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Journal of Economic Entomology, 94(6): 1340-1343.

34. Vianna, U.R., Pratissoli, D., Zanuncio, J.C., Lima, E.R., Brunner, J., Pereira, F.F., and Serra, J.E. 2009. Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) females and effect on descendant generation. Ecotoxicology, 18: 180-186.

35. Wang, Y., Yu, R., Zhao, X., Chen, L., Wu, C., Cang, T., and Wang, Q. 2012. Susceptibility of adult *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to selected insecticides with different modes of action. Crop Protection, 34: 76-82.

36. Youssef, A.I., Nasr, F.N., Stefanos, S.S., Elkhair, S.S.A., Shehata, W.A., Agamy, E., Herz, A., and Hassan, S.A. 2004. The side-effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. Journal of Emergency Nursing, 128: 593-599.

www.SID.ir