دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک
شاپا ٤٦٦٨-٢٠٠٨
http://jer.iau-arak.ac.ir

فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی
(علمی- پژوهشی)
جلد۷، شماره ۳، سال ۱۳۹٤، (۲٦۱-۲۷٦)

بررسی سمیت تماسی و گوارشی حشره‌کش‌های IGR روی شپشه دندانه‌دار *Oryzaephilus surinamensis* L. (Col., Silvanidae) در شرایط آزمایشگاهی

سعیده لونی[۱]، ابراهیم سلیمان‌نژادیان[۲]، مسعود لطیفیان[۳]، عزیز شیخی‌گرجان[٤]، رضا وفایی‌شوشتری[٥]*

۱- دانش آموخته دکتری حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک ن
۲- دانشیار، گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک
۳- استادیار، موسسه خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، اهواز
٤- استادیار، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران
٥- استادیار، گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک

چکیده

شپشه دندانه‌دار، *Oryzaephilus surinamensis* L. (Col., Silvanidae)، از جمله آفات انباری مهم در ایران می‌باشد. با توجه به خطرات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد حشره‌کش‌های شیمیایی، دانشمندان به‌دنبال ترکیباتی کم‌خطر از جمله ترکیبات IGR به‌عنوان جایگزین هستند. از این روی، قابلیت حشره‌کشی سه ترکیب تبوفنوزاید، کرومافنوزاید و لوفوکس با دو روش گوارشی و تماسی در شرایط آزمایشگاهی با غلظت‌های مختلف روی لاروهای ٤-٥ روزه (جوان) و لاروهای ۱۹-۲۰ روزه (مسن) ارزیابی شد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که حشره‌کش‌های لوفوکس (۹/٦۸ پی‌پی‌ام) و تبوفنوزاید (۲٤/٤۹ پی‌پی‌ام) به‌ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر گوارشی را روی لاروهای جوان داشته و ترکیبات لوفوکس (۲۲/۸۲ پی‌پی‌ام) و تبوفنوزاید (۸۰/۱۸ پی‌پی‌ام) به‌ترتیب بیشترین و کمترین تلفات را در بین لاروهای مسن ایجاد می‌کنند. نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تماسی ترکیبات مورد آزمایش روی مراحل لاروی نشان می‌دهند که حشره‌کش‌های لوفوکس (۱ پی‌پی‌ام) و تبوفنوزاید (۳۳/۹ پی‌پی‌ام) به‌ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را روی لاروهای جوان و همچنین ترکیبات لوفوکس (۲۹/۲ پی‌پی‌ام) و تبوفنوزاید (۱٤۳/۰۳ پی‌پی‌ام) به‌ترتیب بیشترین و کمترین تلفات را روی لاروهای مسن به دنبال دارند. بر اساس نتایج به‌دست آمده مشخص می‌شود که کاربرد گوارشی ترکیبات مورد مطالعه نسبت به کاربرد تماسی آن‌ها تلفات بیشتری به دنبال خواهد داشت. حشره‌کش لوفوکس مخلوطی از ضد سنتز کیتین و شبه هورمون جوانی بوده و بهترین کارایی را روی لاروهای شپشه دندانه‌دار از خود نشان می‌دهد؛ لذا می‌توان از آن به‌عنوان یک حشره کش کم‌خطر برای کنترل آفت *O. surinamensis* در ایران استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: شپشه دندانه‌دار، تبوفنوزاید، کرومافنوزاید، لوفوکس

* نویسنده رابط، پست الکترونیکی: *soley322@rocketmail.com*
تاریخ دریافت مقاله (۹۳/۹/۱٤) - تاریخ پذیرش مقاله (۹٤/٥/۲٤)

مقدمه

شپشه دندانه‌دار *Oryzaephilus surinamensis* L. (Col., Silvanidae)، ازجمله آفات همه‌جایی است که در اغلب نقاط دنیا به فراوانی دیده می‌شود و به‌طور مداوم در انبارها، سیلوها و منازل، روی محصولات انباری مختلف از جمله غلات، سبوس، ماکارونی، نان، دانه‌های روغنی، میوه‌های خشک و کلکسیون‌ها خسارت‌های سنگینی را به‌وجود می‌آورد (Bagheri-Zenouz, 1997).

در بسیاری از نقاط دنیا برای کنترل آفات انباری به‌طور عمده از فسفین استفاده می‌شود. اما به‌دلیل سمیت فوق‌العاده آن روی انسان و دیگر موجودات غیرهدف، امروزه مصرف آن در حال محدود شدن است (Bell & Wilson, 1995; Bagheri-Zenouz, 1997; Daglish & Collins, 1998). تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در جهان روی حشره‌کش‌های دارای کمترین اثر بر دشمنان طبیعی آفات و محیط‌زیست و همچنین موثر بر آفات انجام گرفته است. از انواع این حشره‌کش‌ها می‌توان به تنظیم کننده‌های رشد حشرات، عصاره‌های گیاهی، عوامل میکروبی بیماری‌زای حشرات و صابون‌های حشره‌کش اشاره کرد (Ware & Whitacra, 2004). تنظیم کننده‌های رشد حشرات ترکیباتی هستند که مشابه هورمون‌های طبیعی حشرات عمل کرده و برای رشد و تولید مثل حشرات ضروری می‌باشند (Sutton, 2009; Mohandass *et al*., 2006). تنظیم کننده‌های رشد حشرات برای کنترل آفات انباری نیز مناسب می‌باشند (Loschiavo, 1976 , Cymborowski, 1992; Mohandass *et al*., 2006).

تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس از جمله تنظیم کننده‌های رشد حشرات می‌باشند که دارای خصوصیاتی از جمله سمیت کم برای انسان و دیگر مهره‌داران، تولید آسان و ارزان در مقیاس صنعتی، مقاومت کم حشرات به این گونه ترکیبات و پایداری کم در محیط می‌باشند (Oberlander *et al*., 1997). ترکیبات شبه هورمون‌های پوست‌اندازی از جمله تبوفنوزاید و کرومافنوزاید فعالیت بیولوژیکی هورمون پوست‌اندازی 20-hydroxyecdysone را تقلید می‌کنند. در یک بررسی از Dhadialla و همکاران در سال ۱۹۹۸ گزارش شد این گروه از ترکیبات اثرات به‌خصوصی روی لاروهای راسته‌های گوناگون حشرات دارند و تیمار لاروها با این گروه از حشره‌کش‌ها سبب پوست‌اندازی زودرس و ناقص می‌گردد که منجر به مرگ در مدت کوتاهی پس از آن می‌شود (Taıbi *et al*., 2003). لوفوکس نیز از بازدارندگان قوی رشدی می‌باشد که اثر آن روی بسیاری از آفات به اثبات رسیده است. این ماده مخلوطی از شبه هورمون جوانی (فنوکسی کارپ ۷/۵٪EC) و ضد سنتز کتین (لوفنورون ۳٪EC) است (Charmillot *et al*., 2006; Reda *et al*., 2010a) که اثرات تخم‌کشی و لاروکشی آن روی چندین گونه آفت به اثبات رسیده و همچنین اثر آن روی بالغ‌های دوبالان و راست‌بالان نیز گزارش شده است (Cantus *et al*., 2008; Reda *et al*., 2010 a,b).

در این بررسی به‌منظور یافتن ترکیبات جایگزین سموم شمیایی پرخطر، اثرات تماسی و گوارشی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی مراحل لاروی شپشه دندانه‌دار در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و پرورش شپشه دندانه‌دار

با توجه به این‌که بیشترین خسارت این حشره توسط لاروهای آن صورت می‌گیرد، اثر تماسی و گوارشی ترکیبات بازدارنده رشد شامل تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی مراحل لاروی شپشه دندانه‌دار انجام گرفت. آزمایشات

روی لاروهای ۳-٤ روزه (لاروهای جوان)، لاروهای ۱۹-۲۰ روزه (لاروهای مسن) بر پایه طرح کاملا تصادفی انجام شد. جهت پرورش شپشه دندانه‌دار، نمونه اولیه از آزمایشگاه موسسه خرما و میوه‌های گرمسیری اهواز تهیه و به آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی اراک منتقل گردید. پس از خالص‌سازی و شناسایی، به‌عنوان منبع اولیه آلودگی روی آرد نانوایی در شرایط دمایی ۲ ± ۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت‌نسبی ٥ ±٦٥ درصد در تاریکی پرورش داده شد و پس از همسن‌سازی مراحل لاروی، آزمایش‌های زیست‌سنجی روی آن‌ها انجام گردید. با توجه به سمیت کم این ترکیبات از غلظت‌های پایین تا بسیار بالا به‌صورت غلظت‌های تصاعدی و پس از آزمایشات مقدماتی استفاده شد. کلیه آزمایشات نیز در پتری دیش‌هایی به قطر٦ سانتی‌متر انجام گرفت.

حشره‌کش‌های مورد آزمایش

Mimic با نام عمومی Tebufenozide ساخت شرکت میپونسودا آمریکا و فرمولاسیون 20 SC

Matric با نام عمومی Chromafenozide ساخت شرکت آریستالاف Aristalaif فرانسه و فرمولاسیون 5 SC

Lufox مخلوطی از دو سم (فنوکسی‌کارب و لوفنورون) و ساخت شرکت سینجنتا Syngenta گیاه‌پزشکی سوییس و فرمولاسیون 105 EC

آزمایشات سمیت گوارشی

پس از انجام آزمایشات مقدماتی، غلظت‌های مورد نظر از حشره‌کش‌های مورد آزمایش انتخاب گردید. برای این منظور، لاروهای جوان با غلظت‌های ۷، ۱٥، ۳۱، ٦٥، ۱۲٥، ۲٥۰، ٥۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و لاروهای مسن با غلظت‌های ۲۳، ٤٦، ۹۳، ۱۸۷، ۳۷٥، ۷٥۰، ۱٥۰۰، ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام در سه تکرار تیمار گردیدند. برای رقیق کردن از حلال استون استفاده گردید. برای هر غلظت تعداد ۳۰ عدد لارو ۳-٤ روزه و ۱۹-۲۰ روزه استفاده شد. درون هر پتری ۳ عدد دیسک تغذیه‌ای که معادل حداکثر ظرفیت تغذیه‌ای بود که لاروها می‌توانستند داشته باشند، قرار داده شد. روش تهیه دیسک‌ها به این صورت بود که طبق روش Huang و همکاران (2002) سوسپانسیون آرد سفید گندم (بدون سبوس) در آب به نسبت ۱۰گرم در ٥۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه شد. با کمک میکروپیپت هر مرتبه ۲۰۰ میکرولیتر از این سوسپانسیون روی یک ورقه نایلونی ریخته شد. پس از٤ ساعت نگهداری در دمای اتاق سوسپانسیون آرد گندم به شکل دیسک‌های دایره‌ای در آمده و بعد به پتری دیش منتقل شد. دیسک‌های تهیه شده به‌مدت ۱۲ ساعت داخل هود نگهداری شدند تا خشک گردند. سپس به‌مدت ۲٤ ساعت در شرایط دمایی ۲±۲۸ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ٥ ±٦٥ درصد نگهداری شدند. وزن هر دیسک آردی پس از خشک شدن حدود ۳/٥ میلی‌گرم بود. دیسک‌ها با ۱۰۰ میکرولیتر از دزهای مورد نظرآغشته گردید و جهت شاهد فقط از استون استفاده شد. لاروهای شپشه‌دندانه‌دار درون پتری‌ها تا ۱۰ روز پرورش داده شدند. میزان مرگ و میر به‌صورت روزانه شمارش گردید و مرگ و میر کلی پس از ۱۰ روز تعیین گردید. ملاک مرگ و میر عدم حرکت پس از تحریک به‌وسیله سوزن بود.

آزمایشات سمیت تماسی

در این آزمایش نیز پس از انجام آزمایشات مقدماتی، غلظت‌های با تلفات بین ۲٥ تا ۷٥ درصد انتخاب گردید. برای لاروهای جوان غلظت‌های ۷، ۱٥، ۳۱، ٦٥، ۱۲٥، ۲٥۰، ٥۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و برای لاروهای مسن غلظت‌های ۲۳، ٤٦،

۹۳، ۱۸۷، ۳۷۵، ۷۵۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام جهت انجام آزمایش در نظر گرفته شد و شاهد نیز فقط با استون تیمار گردید. آزمایشات در سه تکرار انجام شد. برای هر غلظت تعداد ۳۰ عدد لارو ۳-٤ و ۱۹-۲۰ روزه مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایشات در داخل پتری دیش‌های ٦ سانتی‌متری با کاغذ صافی واتمن ٤۰ انجام شد. پس از آماده‌سازی کاغذ صافی، کف پتری دیش‌های مربوط به تیمارها با ۲۰۰ میکرولیتر از هر ترکیب روی هر کاغذ صافی موجود در پتری خیس شد. در تیمارهای مربوط به شاهد کاغذ صافی‌ها با ۲۰۰ میکرولیتر استون مرطوب گردید. پس از ۳۰ دقیقه که حلال تبخیر شد، لاروها به همراه جیره غذایی (۵ گرم آرد گندم) درون پتری‌ها تا ۱۰ روز نگهداری شدند. میزان مرگ و میر روزانه و مرگ و میر کلی پس از ۱۰ روز تعیین گردید. ملاک مرگ و میر عدم حرکت پس از تحریک به‌وسیله سوزن بود.

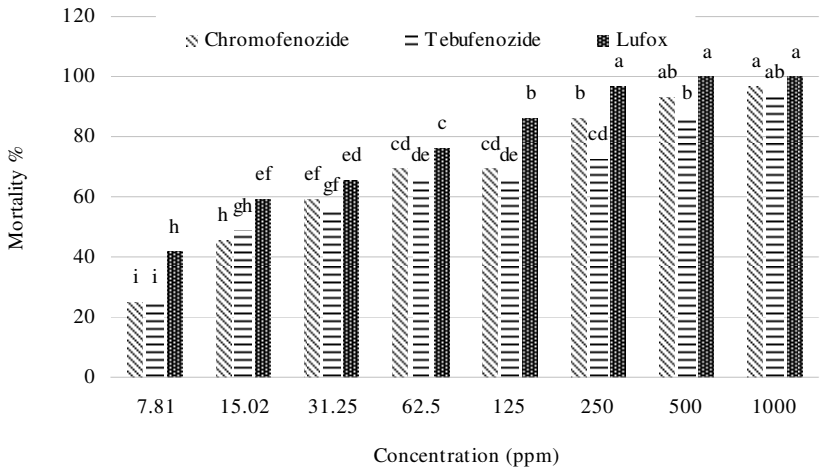
تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای ارزیابی کارایی حشره‌کش‌ها در شرایط آزمایشگاهی تاثیر تیمارها بر مبنای درصد تلفات شاهد محاسبه شد. قبل ازتجزیه آماری، داده‌ها نرمال شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS ver.13.9 و برای محاسبه LC_{50} و LT_{50}از نرم‌افزار polo-pc استفاده شد. گروه‌بندی میانگین تیمارها نیز براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

اثرات گوارشی حشره‌کش‌ها روی مراحل لاروی

نتایج حاصل از بررسی تاثیر گوارشی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کرومافنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان نشان داد که با افزایش غلظت حشره‌کش‌ها میزان تلفات گوارشی لاروها نیز افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که بعد از ۱۰ روز میزان تلفات گوارشی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان در پایین‌ترین غلظت (۷ پی‌پی ام) به‌ترتیب ۲۵، ۲۵ و ٤۲/۰٤ درصد مشاهده شد. همچنین میزان تلفات گوارشی لاروهای جوان در اثر کاربرد حشره‌کش‌های مورد آزمایش در بالاترین غلظت (۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) به‌ترتیب ۹۳/۱۸، ۹٦/۵۹ و ۱۰۰ درصد به‌دست آمد (شکل ۱). بر اساس نتایج به‌دست آمده بین غلظت‌ها ($df=7, F=154.37, p<0.0001$) و ترکیبات ($df=2, F=43.56, p<0.0001$) اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد، بالاترین تاثیر مربوط به لوفوکس بود به‌طوری‌که در دو غلظت ۱۰۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام میزان تلفات ۱۰۰ درصد بود و با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام کرومافنوزاید اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین پایین‌ترین تلفات ۲۵ درصد بود که در غلظت ۷ پی‌پی‌ام تبوفنوزاید و کرومافنوزاید مشاهده شد (شکل۱).



شکل ۱- مقایسه تاثیر گوارشی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان شپشه دندانه‌دار

Fig. 1- Comparison of oral toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox®on young larvae of *O. surinamensis*

براساس نتایج به‌دست آمده، میزانLC_{50}، گوارشی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان شپشه دندانه‌دار به‌ترتیب ۲٤/٤۹، ۱۱/۲۳ و ۹/٦۸ پی‌پی‌ام بود. مقایسه بین LC_{50}، گوارشی حشره‌کش‌های مورد بررسی روی لاروهای جوان مشخص کرد که بالاترین تاثیر مربوط به حشره‌کش لوفوکس و پایین‌ترین تاثیر مربوط به حشره‌کش تبوفنوزاید روی لاروهای جوان می‌باشد، لذا تاثیر کشندگی حشره‌کش تبوفنوزاید نسبت به دو ترکیب دیگر پایین‌تر بود (جدول ۱).

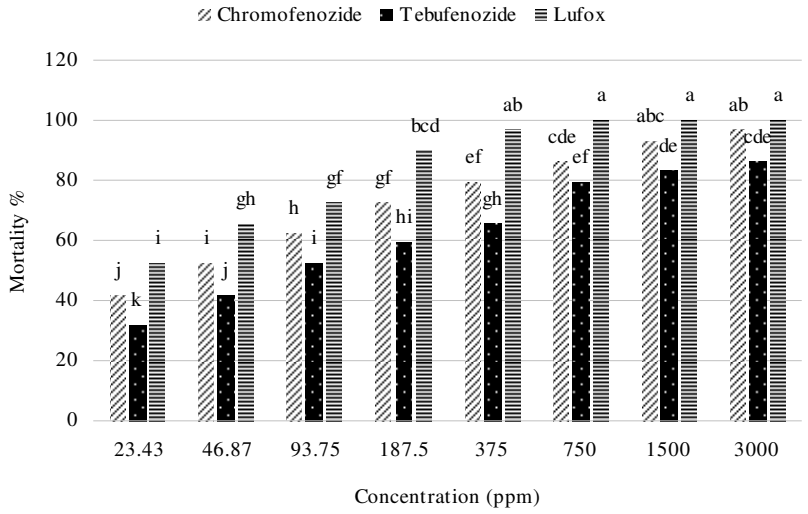
جدول ۱- سمیت گوارشی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکسرویلاروهای شپشه دندانه‌دار

Table 1- Oral toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox® on larvae of *O. Surinamensis*

Compound	Stage	Number	LD_{50}(Ml/l)	df	Chi-squar	%95 Upper	%95 Lower	Slope±SE
Tebufenozide	Young Larvae	270	24.49	22	5.72	40.84	11.7	0.817±0.13
	Old Larvae		80.18		2.63	138.16	35.89	0.74±0.13
Chromafenozide	Young Larvae	270	11.23	22	7.33	20.9	3.88	0.79±0.14
	Old Larvae		37.94		5.45	65.7	15.68	0.904±0.14
®Lufox	Young Larvae	270	9.68	22	6.49	14.45	5.73	1.139±0.14
	Old Larvae		22.82		5.04	31.1	15.82	1.44±0.16

نتایج آزمایشات تاثیر گوارشی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای مسن نشان داد که در لاروهای مسن نیز همانند لاروهای جوان، با افزایش غلظت حشره‌کش‌ها، میزان تلفات افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که پس از ۱۰ روز تلفات گوارشی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس در تیمار ۲۳ پی٦پی٦ام به‌ترتیب۳۱/۸۱، ٤۲/۰٤ و ۵۲/۲۷ درصد بود. علاوه بر این بیشترین میزان تلفات لاروهای مسن در اثر کاربرد حشره‌کش‌های ذکر شده در تیمار با ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌ترتیب به‌میزان ۸٦/۳٦، ۹٦/۵۹ و ۱۰۰ درصد به‌دست آمد. نتایج نشان داد که کاربرد گوارشی ترکیب لوفوکس روی لاروهای مسن در غلظت‌های ۳۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۷۵۰ پی‌پی‌ام۱۰۰ درصد تلفات داشت (شکل ۲). بر

اساس نتایج به‌دست آمده بین غلظت‌ها (df=7, F=113.82, p<0.0001) و ترکیبات (df=2, F=101.45, p<0.0001) اختلاف معنی‌داری وجود دارد.



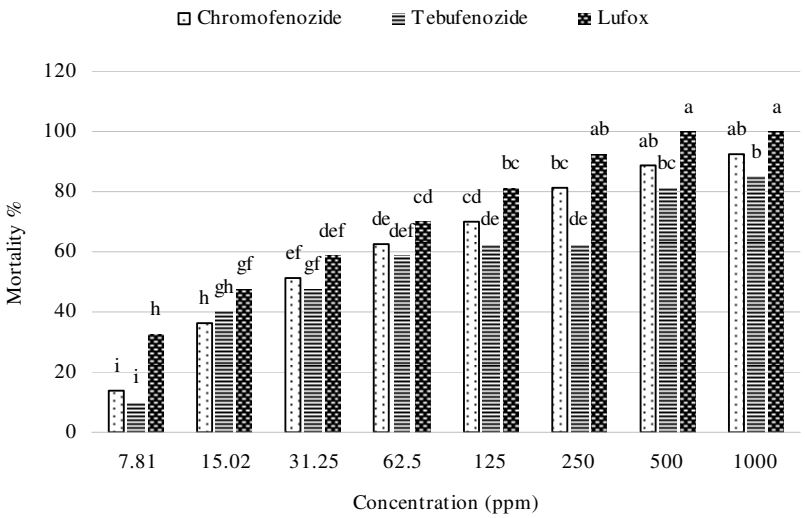
شکل ۲- مقایسه تاثیر گوارشی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکسروی لاروهای مسن شپشه دندانه‌دار

Fig. 2- Comparison of oral toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox®on old larvae of *O. surinamensis*

بر اساس نتایج به‌دست آمده میزان LC_{50} گوارشی لاروهای مسن شپشه دندانه‌دار برای حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس به‌ترتیب ۸۰/۱۸، ۳۷/۹٤ و ۲۲/۸۲ پی‌پی‌ام بود. بر این اساس و مقایسه‌ای که بین مقادیر LC_{50} صورت گرفت مشخص شد، ترکیب لوفوکس بیشترین سمیت گوارشی را برای لاروهای مسن این آفت داشته است و در مقابل، حشره‌کش تبوفنوزاید کمترین سمیت گوارشی را روی لاروهای مسن نشان داد (جدول ۱).

تاثیر تماسی حشره‌کش‌ها روی مراحل لاروی

نتایج حاصل از مطالعات تاثیر تماسی حشره‌کش‌های IGR روی لاروهای جوان نشان داد که با افزایش غلظت حشره‌کش‌ها میزان تلفات لاروها نیز افزایش می‌یابد به‌طوری‌که بعد از ۱۰ روز میزان تلفات تماسی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس در غلظت ۷ پی‌پی‌ام به‌ترتیب به‌میزان ۱۰، ۱۳/۷۵ و ۳۲/۵ درصد بود (شکل ۳). همچنین بیشترین میزان تلفات تماسی لاروهای جوان در اثر کاربرد حشره‌کش‌های ذکر شده در تیمار ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام به‌ترتیب ۸۵، ۹۲/۵ و ۱۰۰ درصد به‌دست آمد (شکل ۳). بر اساس نتایج به‌دست آمده بین غلظت‌ها (df=7, F=148.1, p<0.0001) و ترکیبات (df=2, F=45.32, p<0.0001) اختلاف معنی‌داری وجود دارد.



شکل ۳- مقایسه تاثیر تماسی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان شپشه دندانه‌دار

Fig. 3- Comparison of contact toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox®on young larvae of *O. surinamensis*

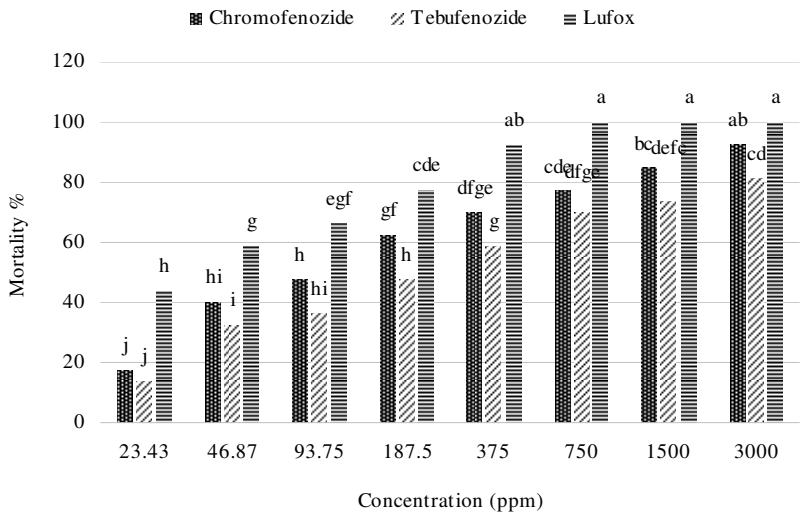
براساس نتایج به‌دست آمده، میزان LC_{50} تماسی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان شپشه دندانه‌دار به‌ترتیب ۳۳/۹، ۱۹/۳۳ و ۲۵/۰۷پی‌پی‌ام بود. مقایسه بین LC_{50} تماسی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان مشخص کرد که بالاترین تاثیر مربوط به حشره‌کش لوفوکس و همچنین حشره‌کش تبوفنوزاید کمترین تاثیر تماسی را در روی این مرحله لاروی ایجاد کرد و لذا تاثیر کشندگی تماسی تبوفنوزاید نسبت به دو ترکیب دیگر پایین‌تر بود (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر LC_{50} محاسبه شده اثر تماسی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکسروی شپشه دندانه‌دار

Table 2- Estimated LC_{50} of contact toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox® on *O. surinamensis*

Compound	Stage	Number	Lc_{50}(Ml/l)	Df	Chi-squar	%95 Upper	%95 Lower	Slop±SE
Tebufenozide	Young Larvae	270	33.9082	22	6.30	56.78	16.76	0.767±0.12
	Old Larvae		143.03		3.94	237.14	76.31	0.764±0.12
Chromafenozide	Young Larvae	270	19.33	22	3.92	32.14	9.10	0.868±0.13
	Old Larvae		76.82		5.29	122.12	40.38	0.913±0.13
®Lufox	Young Larvae	270	25.07	22	5.75	18.85	8.09	1.47±0.41
	Old Larvae		29.203		5.167	39.89	20.404	1.375±0.15

نتایج آزمایشات انجام شده روی لاروهای مسن نشان داد که در این لاروها نیز همانند لاروهای جوان، با افزایش غلظت حشره‌کش‌ها، میزان تلفات افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که پس از ۱۰ روز تلفات تماسی حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای مسن در تیمار ۲۳ پی‌پی‌ام به‌ترتیب به‌میزان ۱۳/۷۵، ۱۷/۵، ٤۳/۷۵ درصد بود. علاوه بر این بیشترین میزان تلفات لاروهای مسن در اثر کاربرد تماسی حشره‌کش‌های ذکر شده در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام به ترتیب به میزان ۸۱/۲۵، ۹۲/۵ و ۱۰۰ درصد به‌دست آمد (شکل ٤). بر اساس نتایج به‌دست آمده بین غلظت‌ها (df=7,p<0.0001, F=126.44,) و ترکیبات (df=2,p<0.0001, F=126.41,)اختلاف معنی‌داری وجود دارد.



شکل ٤- مقایسه تاثیر تماسی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکسروی لاروهای مسن شپشه دندانه‌دار

Fig. 3- Comparison of contact toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox®on old larvae of *O. surinamensis*

بر اساس نتایج به‌دست آمده میزان LC_{50} تماسی لاروهای مسن شپشه دندانه‌دار برای حشره‌کش‌های تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس به‌ترتیب ۱٤۳/۰۳، ۷٦/۸۲ و ۲۹/۲ درصد بود. بر این اساس و مقایسه‌ای که بین مقادیر LC_{50} به‌دست آمده صورت گرفت مشخص شد، حشره‌کش لوفوکس بیشترین سمیت تماسی را برای لاروهای مسن این آفت دارد و در مقابل، حشره‌کش تبوفنوزاید کمترین سمیت تماسی را نشان دهد (جدول ۲).

بررسی مدت زمان تلفات در بالاترین غلظت سه ترکیب مورد مطالعه روی لاروهای جوان نشان داد که LT_{50} ترکیب لوفوکس در دو روش گوارشی و تماسی به‌ترتیب ۲/٦ و ۲/٤ روز و در ترکیب تبوفنوزاید به‌ترتیب ۵/۱ و ۵/۳ روز به‌دست آمد و در ترکیب کرومافنوزاید نیز در دو روش گوارشی و تماسی ۵/۰۲ و ٤/۱ روز روی لاروهای جوان محاسبه شد. میزان LT_{50} تبوفنوزاید روی لاروهای جوان دو برابر ترکیب لوفوکس محاسبه شد که نشان‌دهنده تاثیر بیشتر لوفوکس روی لاروهای جوان بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقادیر LT_{50} محاسبه شده اثر تماسی و گوارشی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس در غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام روی لاروهای جوان

Table 3- Estimated LT_{50} of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox® at 1000 ppm on young larvae

Compound	Stage	LT_{50}(day)	Df	Chi-squar	%95 Upper	%95 Lower	Slop±SE
Tebufenozide	Contact	5.32	28	7.37	5.8	4.84	4.66±0.5
	Oral	25.1	22	5.22	38.33	12.4	1.48±0.25
Chromafenozide	Contact	4.17	28	7.67	4.57	3.74	4.67±0.48
	Oral	5.02	28	19.17	5.41	4.63	9.95±0.6
Lufox	Contact	2.6	28	16.01	2.88	2.31	5.69±0.65
	Oral	2.4	21	21.27	2.68	2.16	6.5±0.83

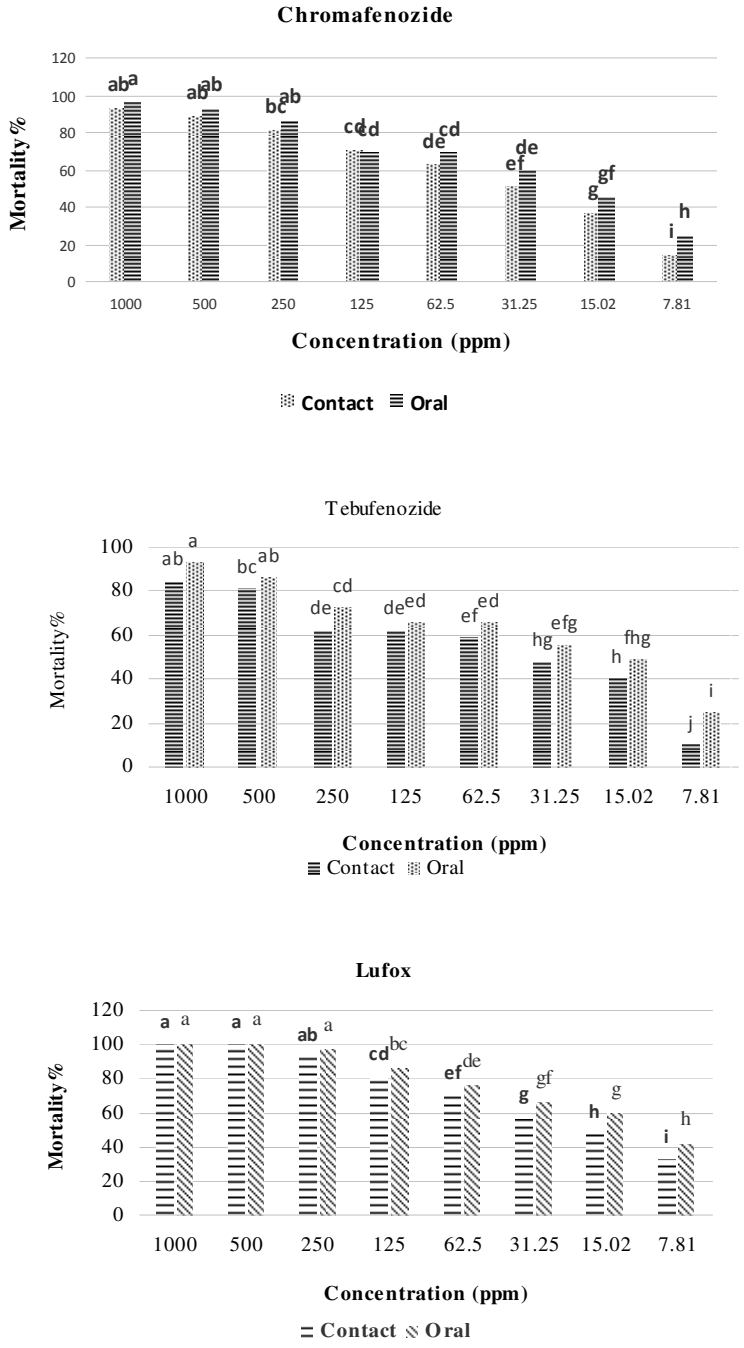
مقایسه مدت زمان تلفات بالاترین غلظت (۳۰۰۰ پی‌پی‌ام) سه ترکیب مورد مطالعه روی لاروهای مسن بر اساس شاخص LT_{50} نشان داد که LT_{50} ترکیب لوفوکس در دو روش گوارشی و تماسی به‌ترتیب ۲/۷۵ و ۳/٥٦ روز و در ترکیب تبوفنوزاید به‌ترتیب ٤/٥۲ و ٥/۱۷ روز به‌دست آمد و در ترکیب کرومافنوزاید نیز در دو روش گوارشی و تماسی ٤/٦۳ و ٤/۷۷ روز روی لاروهای مسن به‌دست آمد که میزان LT_{50} تبوفنوزاید بیشتر از ترکیب لوفوکس به‌دست آمد که نشان‌دهنده تاثیر بیشتر لوفوکس می‌باشد (جدول ٤).

جدول ٤-مقادیر LT_{50} محاسبه شده اثر ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس در غلظت ۳۰۰۰ ppm روی لاروهای مسن

Table 4- Estimated LT_{50} of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox® at 3000 ppm on old larvae

Compound	Stage	LT_{50}(day)	Df	Chi-squar	%95 Upper	%95 Lower	Slope±SE
Tebufenozide	Contact	5.17	28	6.08	5.72	4.64	3.86±0.48
	Oral	4.52	28	5.53	5.0	4.02	3.85±0.41
Chromafenozide	Contact	4.77	28	58.49	5.5	4.04	4.25±0.44
	Oral	4.63	28	12.82	5.03	4.2	5.23±0.54
®Lufox	Contact	2.75	28	26.13	3.05	2.45	5.34±0.55
	Oral	3.56	28	32.63	3.96	3.13	4.79±0.48

نتایج حاصل از بررسی تاثیر ترکیبات بازدارنده رشد در دو روش تماسی و گوارشی روی لاروهای جوان نشان داد که میانگین تلفات ترکیب لوفوکس روی لاروهای جوان به‌ترتیب ۷۸/۲٦ و ۷۲/۸۱ درصد بود که اختلاف معنی‌داری میان کاربرد گوارشی و تماسی با یکدیگر داشتند (df= 1,F= 14.83, P<0.0005) و میانگین تلفات ترکیب کرومافنوزاید در دو روش گوارشی و تماسی به‌ترتیب ٦۸/۰٤ و ٦۲/۰۳ درصد به‌دست آمد که بین دو روش کاربرد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (df= 1; F= 9.89; P<0.0036). میانگین میزان تلفات برای ترکیب تبوفنوزاید به‌ترتیب ٦٤/۲ و ٥٥/۹۳ درصد به‌دست آمد که در این ترکیب نیز کاربرد دو روش گوارشی و تماسی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (df= 1; F= 24.33; P<0.0001) که نتایج نشان می‌دهد کاربرد گوارشی ترکیبات بازدارنده رشد تاثیر بیشتری را روی لاروهای جوان دارد (شکل ٥).

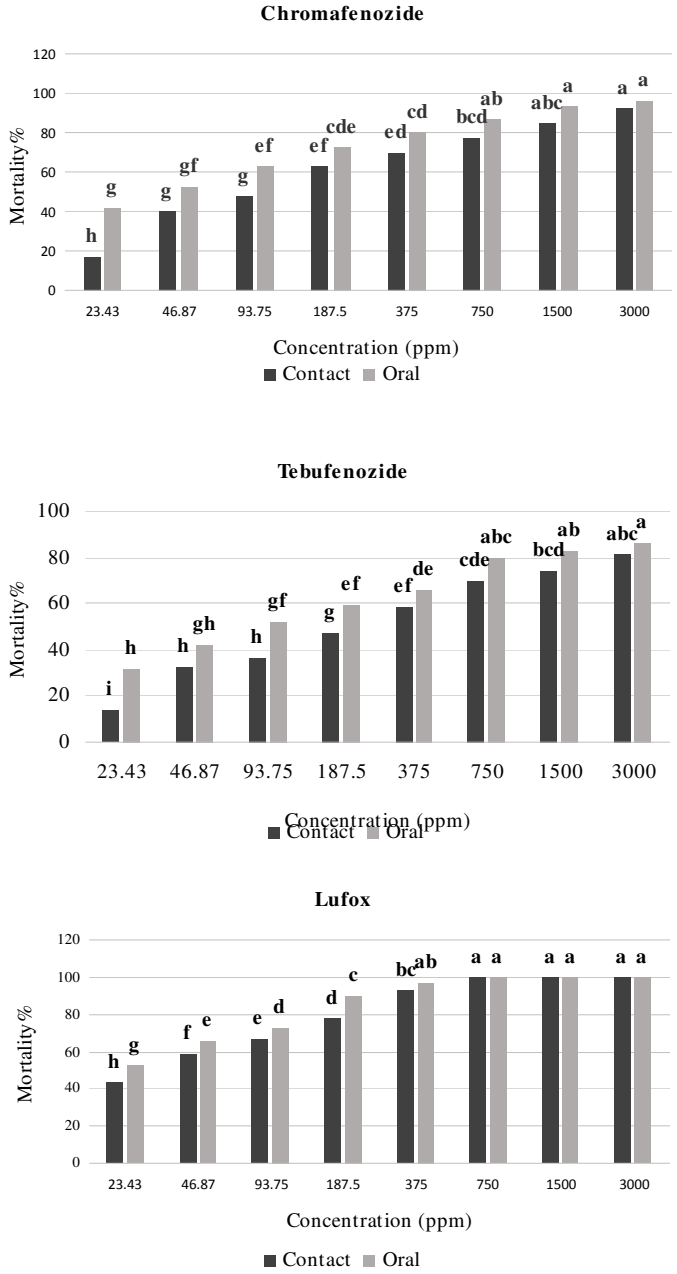


شکل ۵- مقایسه تاثیر گوارشی و تماسی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای جوان شپشه دندانه‌دار

Fig. 5- Comparison of oral and contact toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox®on young larvae of *O. surinamensis*

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اثرات ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس در دو روش تماسی و گوارشی روی لاروهای مسن نشان داد که میانگین تلفات ترکیب لوفوکس به‌ترتیب ۸٤/٦٥ و ۷۹/۸٤ درصد در دو روش گوارشی و تماسی که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند و میزان تلفات ترکیب کرومافنوزاید در دو روش گوارشی و تماسی

به‌ترتیب ۷۳/۱۵ و ٦۱/٥٦ درصد و میانگین میزان تلفات برای ترکیب تبوفنوزاید به‌ترتیب ٦۲/٥ و ٥۱/۷۱ درصد به‌دست آمد که در این دو ترکیب نیز کاربرد دو روش گوارشی و تماسی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. نتایج نشان می‌دهد کاربرد گوارشی تاثیر بیشتری را روی لاروهای مسن دارد (شکل ٦).



شکل ٦- مقایسه تاثیر گوارشی و تماسی ترکیبات تبوفنوزاید، کروموفنوزاید و لوفوکس روی لاروهای مسن شپشه دندانه‌دار

Fig. 6- Comparison of oral and contact toxicity of Tebufenozide, Chromafenozide and Lufox® on old larvae of *O. surinamensis*

بحث

بر اساس نتایج به‌دست آمده، درصد مرگ و میر لاروها در هر دو روش کاربرد گوارشی و تماسی، با افزایش غلظت و زمان (تا ۱۰ روز) بیشتر گردید که قبلا توسط دیگر محققین نیز به‌دست آمده است (Ishaaya, 1982; Mian & Mulla, 1982; Canela *et al*., 1995; Smagghe *et al*., 2012; Vazirizadeh *et al.*, 2007).

روی لاروهای جوان و مسن گردید که نشان داد، نسبت به تبوفنوزاید و کرومافنوزاید تاثیر بیشتری دارد. همچنین در تحقیقی که تاثیر لوفوکس را روی مراحل لاروی دو آفت *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lep., Tortricidae)و *Eupoecilia ambiguella* (Hubner) (Lep., Tortricidae) مورد بررسی قرار گرفته بود نشان داده شد که لوفوکس عملکرد قابل قبولی روی سنین لاروی دو آفت مورد مطالعه داشته است (Charmillot *et al*., 2006). همچنین در تحقیق دیگری نقش لوفوکس در مقایسه با چند آفت‌کش دیگر در کنترل پروانه ابریشم‌باف ناجور مورد بررسی قرار گرفت (Zartalouidis *et al*., 2009) که در آن تحقیق، لوفوکس دارای بالاترین تاثیر روی سنین لاروی این آفت بود. در همان سال، در دو تحقیق جداگانه، اثر لوفوکس در کنترل دو آفت *Chrysodeixis chalcites (*Esper) (Lep., Noctuidae) و *Dysmicoccus grassii* (Leonardi) (Hom., Pseudococcidae) مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج این تحقیقات نیز نشان دادند لوفوکس اثرات بسیار عالی در کنترل این آفات دارد (Perera Gonzalez *et al*., 2009 a,b). تحقیقات انجام شده به وسیله محققین مختلف نشان داده است که لوفوکس بازدارنده رشد قوی می‌باشد که روی بسیاری از آفات به اثبات رسیده است (Charmillot *et al*., 2006). بر اساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، لوفوکس در هر دو روش کاربرد روی هر دو مرحله لاروی، بهترین و سودمندترین اثر را در کنترل شپشه دندانه‌دار داشت که تاثیر بیشتر آن را می‌توان مرتبط با مخلوط بودن شبه هورمون جوانی (فنوکسی‌کارب ۷/۵٪ EC) و ضد سنتز کیتین (لوفنورون ۳٪EC) دانست. در طول تحقیقات متعدد روی حشرات نشان داده شده که لوفنورون اثر مخرب روی مراحل تخم، لارو و بالغ حشرات دارد در حالی که فنوکسی‌کارب که شبه هورمون جوانی است اثر مخرب روی مرحله تخم و آخرین سن لاروی و بالغ‌ها دارد. بر این اساس لوفوکس کنترل خوبی روی تمام مراحل زیستی آفت مورد هدف دارد (Hosseinzadeh *et al*., 2011).

همچنین نتایج این بررسی نشان داد که تبوفنوزاید در دو روش گوارشی و تماسی کمترین تاثیر را نسبت به دو ترکیب دیگر روی مراحل لاروی شپشه دندانه‌دار دارد. در تحقیقی مشابه، نشان داده شد که تبوفنوزاید تاثیر کمتری نسبت به کرومافنوزاید روی آفات مورد نظر دارد (Kebbeb *et al*., 2008). در تحقیق حاضر، ترکیبات کرومافنوزاید و تبوفنوزاید که از گروه شبه هورمون‌های پوست‌اندازی می‌باشند نیز، تاثیر خوبی روی تلفات مرحله لاروی شپشه دندانه‌دار داشتند (Ahmed, 2011) که این نتایج مشابه نتایجی می‌باشد که Dhadialla و همکاران (۱۹۹۸) به‌دست آوردند. آن‌ها گزارش کردند که این ترکیبات اثرات خوبی روی لاروهای راسته‌های گوناگون حشرات دارند، به طوری‌که تیمار لاروها با استفاده از این گروه از حشره‌کش‌ها منجر به پوست‌اندازی زودرس و ناقص می‌گردد و در مدت کوتاهی پس از آن منجر به مرگ آن‌ها می‌شود (Taıbi *et al*., 2003). تبوفنوزاید یک ترکیب با اثر انتخابی بالا می‌باشد که برای حشرات مفید هیچ‌گونه عوارض جانبی ندارد. بررسی‌های زیادی روی این گروه از ترکیبات با استفاده از سخت‌بالپوشان انجام شده است و در اغلب آن‌ها اثرات آن‌ها روی لاروها مورد بررسی قرار گرفته است. منجمله وقتی لاروهای *Leptinotarsa chrysomelid* (Germar) (Col., Chrysomelidae) با این گروه حشره‌کش‌ها تیمار شدند، در کوتیکول قدیمشان مردند

(Taıbi *et al*., 2003). همچنین Smagghe و Degheele (۱۹۹٤) تاکید کردند که تبوفنوزاید دارای پایداری بالایی در بدن گونه‌های مختلف حشرات هستند و کنترل خوبی روی آفات دارند (Taıbi *et al*., 2003).

در بررسی حاضر مشخص گردید که تاثیر گوارشی ترکیبات بازدارنده رشد بیشتر از تاثیرات تماسی آن‌ها روی مراحل لاروی مورد آزمایش است که این نتیجه نیز توسط Upadhyan و Ahmad (۲۰۱۱) که به بررسی اثر متوپرین و پری‌پروکسی‌فن، RH-5849 و تبوفنوزاید روی *Tribolium castaneum* Hbst. (Col., Tenebrionidae) و *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col., Bostrychidae) پرداخته بودند به‌دست آمده بود (Upadhyay & Ahmad, 2011). با کاربرد گوارشی ترکیب DPE-28 روی *Culex quinquefasciatus* به این نتیجه رسیدند که در کاربرد گوارشی ترکیبات بازدارنده رشد، میزان مرگ و میر لاروها و شفیره‌ها بسیار قابل توجه بوده است (Kalyanasundaram *et al*., 2011). همچنین نتایج مطالعات وزریان زاده و همکاران (۲۰۰۷) روی سمیت گوارشی دو ترکیب بازدارنده رشد (Cyromazine و Triflumuron) روی لارو مگس خانگی نشان داد که هر دو این ترکیبات اثر معنی‌داری در مرگ و میر لاروها در مقایسه با شاهد داشتند. Kocisova و همکاران (۲۰۰٤) کاربرد گوارشی ترکیبات بازدارنده رشد سیرومازین[۲٦] را در کاهش ۷٤-۸۱٪ لاروها به اثبات رساندند (Vazirizadeh *et al*., 2007). نوارتیس (۲۰۰٦) اثر ۱۰۰ ٪ مرگ و میر لاروهای سنین مختلف را با کاربرد گوارشی سموم بازدارنده رشد را به‌دست آورد (Novartis, 2006). Loschiavo (۱۹۷٦) نشان داد که به‌کار بردن هیدروپرن روی رژیم غذایی گونه‌های *Oryzacephalus mercator* L. ،*Oryzacephalus surinamensis* L. ،*Sitophilus oryzae* L. ،*Tribolium confusum* Duv. و *S. granaries* L. تعداد نسل F1 و F2 را کاهش می‌دهد. El-sayed (۱۹۸٤) نیز نشان دادند، به‌کار بردن متوپرن روی مواد غذایی که مورد هجوم آفات انباری *Trogoderma granarium* Everts. و *Tribolium confusum* Duv. قرار گرفته بودند موجب ممانعت از تخم‌ریزی، ایجاد بالغ‌های بد شکل و در تبدیل شفیره به بالغ اختلال ایجاد شد. Mkhize (۱۹۸۸) با به‌کار بردن R-20458 در رژیم غذایی *Sitophilus oryzae* L. مشاهده کرد که این ترکیب موجب عقیم شدن این گونه و توقف نسل F1 آن می‌گردد.

دلیل افزایش میزان تلفات و تاثیر ترکیبات بازدارنده رشد حشرات در کاربرد گوارشی آن‌ها نسبت به تماسی را می‌توان به افزایش و سهولت نفوذ ترکیبات بازدارنده رشد در بدن لاروهای *Oryzacephalus surinamensis* L. نسبت داد. چرا که به‌کار بردن گوارشی ترکیبات بازدارنده رشد حشرات روی مراحل لاروی می‌تواند نفوذ این ترکیبات را به بدن حشرات زنده محصولات انباری تسهیل نماید (Cymborowski, 1992). همچنین Upadhyan و Ahmad (۲۰۱۱) با بررسی اثر متوپرین و پری‌پروکسی‌فن، RH-5849 و تبوفنوزاید روی *T. castaneum* Hbst. و *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col., Bostrychidae) و *S. oryzae* Habitat بیان کردند که برای تاثیر بیشتر IGR ها روی آفات می‌توان آن‌ها را با مواد غذایی آفات ترکیب کرد (Upadhyay & Ahmad, 2011).

به‌طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، حساسیت لاروهای جوان و مسن به ترکیبات تنظیم کننده رشد بالا بوده و همین ویژگی کاربرد این ترکیبات را در انبارها و روی سایر سخت بالپوشان آفت انباری امکان‌پذیر می‌سازد. همچنین به‌کار بردن این ترکیبات احتمال وجود باقی‌مانده آفت‌کش را در انبارها کاهش می‌دهد. به‌منظور یافتن جایگزین‌های مناسب برای سموم پرخطر در انبارها، تحقیقات بیشتر در این زمینه ضروری است.

[1]- Cyromazine

References

Ahmed, S. 2011. Effect of Some Insect Growth Regulators on the Carbohydrates of Desert Locust, Schistocerca Gregaria (Orthoptera: Acrididae). Journal of American Science, 7(11): 529-537.

Bagheri-Zenouz, E. 1997. Storage Pests and Their Control Sepehr Press. 309pp. [In Persian]

Bell, C. H. and Wilson, S. M. 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* (Everts.) (Coleoptersa: Dermestidae). Journal of Stored Products Research, 31: 199-205.

Cymborowski, B. 1992. Insect Endocrinology, first edition, Polish scientific publishers, Poland, 234 pp.

Canela, R., Eizaguirre, M., Arquerons, X. and Estrada, J. 1995. Activity of several IGRs against Nezara viridula (L.) (Hem., Pentatomidae) eggs. Journal of Applied Entomology, 119(10): 699-701.

Cantus, J. M., Diaz, A. and Sanz, E. 2008. Nueva soluction IGR parael control de polillas Del racimo, (*Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Totricidae)) De la vid. *28as* Jornadas de productos fitosanitarios, 140-141 pp.

Charmillot, P. J., Pasquier, D., Salamin, C. and Briand, F. 2006. Efficacité larvicide et ovicide sur les vers de la grappe *Lobesia botrana* et *Eupoecilia ambiguella* de différents insecticides appliqués par trempage des grappes. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture. 38 (5), 289-295.

Cymborowski, B. 1992. Insect Endocrinology, first ed., Polish scientific publishers, Poland, p.234.

Daglish, G. J., Collins, P. J. 1998. Improving the relevance of assays for phosphine resistance. In: Zuxun J, Quan L, Yongsheng L, Xianchang T and Lianghua G (eds). Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored Product Protection. Sichuan Publishing House of Science and Technology: Beijing, China, pp: 584–593.

Dhadialla, T. S., Carlson, G. R., Le, D. P., 1998. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. Annual Review of Entomology, 43: 545–569.

EL-Sayed, F. M. A. 1984. Effect of the synthetic insect growth regulator methoprene on larval development and reproduction of two species of stored product insects. Bulletin de la Socit Entomologique d'Egypte, 65: 215-221.

Hosseinzadeh, J., Karimpour, Y. and Farazmand, H. 2011. Effect of Lufox®, on *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, 3 (1): 11- 17 .

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

Ishaaya, I. 1982. Biological and biochemical aspects of the disruption of adult formation in Tribolium by a novel Bis (thiocarbamate) R-31026 and the Juvenoid R-20458. Pesticide Science, 13: 204-210.

Kalyanasundaram, M., Mathew, N., Elango, A. and Padmanabhan, V. 2011. Development of a controlled release formulation of an indigenous insect growth regulator, DPE-28, a substituted diphenylether, for controlling the breeding of Culex quinquefasciatus. Indian Journal of Medical Research, 133, 650-654 pp.

Kebbeb, MEH., Gaouaoui, R. and Bendjeddou, F. 2008. Tebufenozide effects on the reproductive potentials of the Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. African Journal of Biotechnology, 7(8): 1166-1170.

Loschiavo, S. R. 1976. Effects of the synthetic insect growth regulators Methoprene and Hydroprene on survival, development or reproduction of six species of stored products insects. Journal of Economic Entomology, 69(3): 395-399.

Mian, L. S. and Mulla, M. S. 1982. Biological activity of insect growth regulators against four stored product coleopterans. Journal of Economic Entomology, 75(1): 80-85.

Mkhize, J. N. 1988. Synthetic juvenile hormone analogues against four species of stored product beetles. Insect Science and its Application, 9(2): 275-278.

Mohandassa, S. M., Arthurb, F. H., Zhua, K. Y. and Throne, J. E. 2006. Hydroprene: Mode of action, current status in stored-product pest management, insect resistance, and future prospects. Crop Protec tion, 25: 902–909.

Novartis Ltd. 2006. Fly control in livestock and poultry production. Technical brochure.

Oberlander, H., Silhacek, D. L., Shaaya, E. and Ishaya, I. 1997. Current status and future perspectives of the use of insect growth regulators for the control of stored product insects. Journal of Stored Products Research, 33(1): 1-6.

Perera Gonzalez, S., Hernández Suárez, E., Perez, M. D. P., Perez, A. A. and Hernandez Sanata, M. D. P. 2009a. Ensayo de eficacia de productos fitosanitarios en el control de la lagarta (Chrysodeixis chalcites) en el cultivo de la platanera. El Servicio Técnico Agricultura y Desarrollo Rural Del Cabildo Insular de, Tenerife. Spania.

Perera Gonzalez, S., Hernández Suárez, E., Perez, M. D. P., Perez, A. A. and Hernandez Sanata, M. D. P. 2009b. Ensayo de eficacia de productos fitosanitarios en el control de la cochinilla algodonosa (Dysmicoccus grassii Leonardi) en el cultivo de la platanera. El Servicio Técnico Agricultura y Desarrollo Rural Del Cabildo Insular de, Tenerife. Spania.pp??????

Reda, F., Bakr, A., Mona, I., Elazeem, M. A., El-Gammal, M. and Noura, M. M. 2010a. Histopathological alteration in the ovaries of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forskal) induced by the IGR consult and Lufox®. Egyptian academic journal of biological science. 1 (1): 1-6.

Reda, F., Bakr, A., Mona, I., Elazeem, M. A., El-Gammal, M. and Noura, M. M. 2010 b. Histopathological change in the testis of the desert locust Schistocerca gregaria (Forskal) induced by the IGR Consult and Lufox®. Egyptian academic journal of biological science. 1 (1): 23-28.

SAS Institute. 1997. SAS/STAT User 's Guide for Personal Computers. SAS Institute, Cary, NC.

Smagghe, G., Gomez, L. E. and Dhadialla, T. S. 2012. Bisacyl hydrazine Insecticides for Selective Pest Control. In T. S. Dhadialla, editor: Advances in Insect Physiology, Academic Press, pp: 163-249.

Sutton, A. E. 2009. Residual Toxicities of Synergized Pyrethrins and Methoprene applied as aerosol Insecticides. M.Sc. thesis. Kansas State University, Manhattan, 286 pp.

Taıbi, F., Smagghe, G., Amrani, L. And Soltani-Mazouni, N. 2003. Effect of ecdysone agonist RH-0345 on reproduction of mealworm, Tenebrio molitor. Comparative Biochemistry and Physiology, 135: 257–267.

Upadhyay, R. K. and Ahmad, S. 2011. Management Strategies for Control of Stored Grain Insect Pests in Farmer Stores and Public Ware Houses. World Journal of Agricultural Sciences, 7(5): 527-549.

Vazirianzadeh, B., Jervis, M. A. and Kidd, N. A. C. 2007. Original Article The Effects of Oral Application of Cyromazine and Triflumuron on House-Fly Larvae. Iranian Journal of Arthropod-Borne Diseases, 1(2): 7-13.

Ware, G. W. and Whitacre, D. M. 2004. The Pesticide Book, 6th Ed. Meister Pro Information Resources, Willoughby, pp: OH, 293-315.

Zartalouidis, Z. D., Kalapanida, M. D. and Navrozidis, E. I. 2009. Efficacy and speed of action of selected plant protection products on Lymanteria dispar in laboratory conditions. Entomologia Hellenica, 18: 62-73.

Journal of Entomological Research

Volume 7, Issue 3, pages: 261-276

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

Effect of directly contact and Oral toxicity of IGR insecticides on *Oryzaephilus surinamensis* L. (Col., Silvanidae) in *vitro*

S. Loni[1], E. Soleyman-Nejadian[*2], M. Latifian[3], A. Sheikhi-Garjan[4], R. Vafaei-Shoshtari[5]

1- Graduated student, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
2- Associate Professor, Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran
3- Assistant Professor, Date Palm and Tropical Fruits Research Institute, Ahwaz, Iran
4- Assistant Professor, Department of Agricultural Entomology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran. Iran
5- Assistant Professor, Entomology Department, Agricultural faculty, Islamic Azad University, Arak, Iran

Abstract

Oryzaephilus surinamensis L. (Col., Silvanidae) is one of the most important stored product pests in Iran. Regarding to environmental risks of pesticides, scientists are exploring substitute compounds with less hazard to man and environment, such as RGRs. The purpose of this project is to evaluate the efficacy of three IGR insecticides, Tebufenozide, Chromafenozide and Lofux® with two methods of oral and contact on *O. surinamensis* larvae in laboratory condition. Different concentrations of the above insecticides have been used on 4-5 (young) and 19-20 day-old (old) larvae. Bioassay tests showed that in oral method Lufox (LC_{50} =9.68) and Tebufenozide (LC_{50} =24.49) had the most and the least efficacy on young larvae, respectively. Lufox (LC_{50} =22.82) and Tebufenozide (LC_{50} =80.18) had also the most and the least efficacy on old larvae, respectively. The most and the least efficacy contact method, on young larvae have been induced by Lufox® (LC_{50} =1) and Tebufenozide (LC_{50} =33.9), respectively. Lufox (LC_{50} =29.2) and Tebufenozide (LC_{50} =143.03) had the most and the least efficacy on old larvae, respectively.
Based on the results obtained, the use of oral method was more effective than useing contact method. Lufox® is a mixture of chitin synthesis inhibitor and juvenile hormone mimic. This combination showed the best performans on larvae *O. Surinamensis* and can be used safely for controling the pest.

Key words: *Oryzaephilus surinamensis,* IGR, Tebufenozide, Chromafenozide, Lofux®

* Corresponding Author, E-mail*: soley322@rocketmail.com*
Received: 5 Dec. 2014 – Accepted: 15 Aug. 2014