نامه انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹۳ – ۳۴(۱): ۱-۸

اثر سه حشره‌کش متوکسی‌فنوزاید، لوفنوران و فلوفنوکسوران روی برگ‌خوار چغندرقند، *Spodoptera exigua* (Lep.: Noctuidae) در شرایط آزمایشگاهی

بتول شیخ‌زاده، میرجلیل حجازی* و رقیه کریم‌زاده
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز.
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mjhejazi@tabrizu.ac.ir

Effects of methoxyfenozide, lufenuron and flufenoxuron on beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lep.: Noctuidae) in laboratory conditions

B. Sheikhzadeh, M. J. Hejazi* and R. Karimzadeh
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*Corresponding author, E-mail: mjhejazi@tabrizu.ac.ir

چکیده

برگ‌خوار چغندرقند، *Spodoptera exigua* (Hübner)، از آفات مهم گیاهان زراعی است و دامنه میزبانی وسیعی دارد. استفاده از حشره‌کش‌های امن‌تر با نحوه اثر متفاوت و احتمال کم‌تر بروز مقاومت، مثل تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات، در برنامه‌های مدیریت این آفت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش، اثر سه تنظیم‌کننده رشد حشرات به نام‌های متوکسی‌فنوزاید، لوفنوران و فلوفنوکسوران روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی اثر حشره‌کش‌های مذکور، آزمایش‌های زیست‌سنجی با استفاده از دو روش غوطه‌ور کردن دیسک‌های برگی و تیمار غذای مصنوعی انجام و نتایج ۱٤٤ ساعت بعد از تیمار ثبت شدند. مقادیر LC_{50} برای حشره‌کش‌های متوکسی‌فنوزاید، فلوفنوکسوران و لوفنوران در روش تیمار غذای مصنوعی به‌ترتیب ۰/۱٥٤، ۰/۲٥٤ و ۲/۳۹۸ و در روش غوطه‌ور کردن دیسک‌های برگی به‌ترتیب ۱/۳۰۲، ۰/٤۲۷ و ۳/٥۱۰ میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر به‌دست آمدند. مقایسه مقادیر LC_{50} با استفاده از روش محاسبه حدود اطمینان نسبت آن‌ها نشان داد که در هر دو روش زیست‌سنجی، بین مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌ها تفاوت معنی‌دار وجود داشت. در هر دو روش مورد بررسی، لوفنوران کم‌ترین سمیت را روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند داشت. هر سه حشره‌کش در غلظت‌های پایین، روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند موثر بودند.

واژگان کلیدی: *Spodoptera exigua*، تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات، لوفنوران، متوکسی‌فنوزاید، فلوفنوکسوران

Abstract

Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner), is an important pest of field crops with a wide range of host plants. Using safer insecticides, such as insect growth regulators (IGRs), with different modes of action and lower possibility of development of resistance would be useful for an effective control program. The effects of three IGRs namely methoxyfenozide, lufenuron and flufenoxuron were assessed on 1st instar larvae of *S. exigua*. The bioassays were performed using diet incorporation and leaf dipping methods. Mortalities were recorded 144 hours after the treatment. The LC_{50} values for methoxyfenozide, flufenoxuron and lufenuron were found to be 0.154, 0.254 and 2.398 mg ai/l, in diet incorporation method; and 1.302, 0.427and 3.510 mg ai/l in leaf dipping method, respectively. Based on the 95% confidence interval of the ratios of LC_{50}s, for all of the insecticides tested, the LC_{50} values were significantly different in the two bioassay methods used. Lufenuron had the lowest toxicity against the 1st instars of beet armyworm in both assays. All insecticides were effective against 1st instar larvae of beet armyworm at low concentrations.

Key words: *Spodoptera exigua*, insect growth regulators, lufenuron, methoxyfenozide, flufenoxuron

مقدمه

برگ‌خوار چغندرقند، *Spodoptera exigua* (Hübner)، از آفات مهم سبزی‌ها، گیاهان زراعی و گلخانه‌ای بوده و میزبان‌های متعددی از جمله چغندرقند دارد. این آفت دارای اهمیت جهانی است و بومی جنوب شرقی آسیا می‌باشد (Capinera, 2001). در ایران نیز برای اولین‌بار در سال ۱۳۱۷ توسط افشار گزارش شد و امروزه در اکثر نقاط کشور، به‌ویژه در مناطقی که چغندر کاشته می‌شود، به‌شدت شیوع دارد و از آفات مهم چغندرقند محسوب می‌گردد (Behdad, 2002).

برگ‌خوار چغندرقند به‌دلیل چندخوار بودن و تاریخچه طولانی قرارگیری در معرض انواع

دریافت: ۱۳۹۱/٥/۹، پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۱۴.

Archive of SID
www.SID.ir

حشره‌کش‌ها، به گروه‌های مختلف حشره‌کش‌های شیمیایی مقاوم شده است (Smagghe *et al*., 2003). موارد متعددی از مقاومت توسط محققین مختلف گزارش شده‌اند (Brewer *et al*., 1990; Aldosari *et al*., 1996; Kerns *et al*., 1998). به‌علت مقاوم شدن حشرات آفت به خیلی از حشره‌کش‌های رایج و طیف وسیع اثر این ترکیبات که علاوه‌بر آفات هدف برای سایر موجودات و محیط زیست نیز مضرند، به استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی و به‌نسبت امن‌تر توجه بیش‌تری شده است. ازجمله این حشره‌کش‌ها می‌توان به تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات اشاره کرد (Casida & Quistad, 1998). در رابطه با تأثیر این ترکیبات روی لاروهای بال‌پولک‌داران تحقیقات مختلفی صورت گرفته‌اند.

Ahmad *et al*. (2006) تأثیر حشره‌کش‌های متوکسی‌فنوزاید و لوفنوران را روی لاروهای سن دوم *Spodoptera litura* Feb. که تازه پوست‌اندازی کرده بودند، با استفاده از روش فرو بردن برگ در محلول سمی بررسی نمودند. ایشان مقادیر LC_{50} را ٤٨ ساعت بعد از تیمار به‌ترتیب برای متوکسی‌فنوزاید و لوفنوران ۲۳/۳ و ۷۲/۷ میکروگرم در میلی‌لیتر محاسبه کردند.

Mosallanejad & Smagghe (2009) برای بررسی احتمال خطر مقاومت به متوکسی‌فنوزاید و سازوکارهای احتمالی آن، برگ‌خوار پنبه، *Spodoptera littoralis* (Boisduval)، را طی ۱۳ نسل در آزمایشگاه در معرض متوکسی‌فنوزاید قرار دادند. داده‌های حاصل از آزمایش‌های بررسی سمیت این آفت‌کش نشان دادند که در سویه انتخاب‌شده نسبت به سویه حساس، پنج برابر مقاومت به متوکسی‌فنوزاید ایجاد شده بود. اندازه‌گیری آنزیم‌های غیرسمی‌کننده نشان داد که فعالیت مونواکسیژناز در سویه انتخاب‌شده ۲/۱ برابر افزایش یافته بود، درحالی‌که استرازها و گلوتاتیون اس-ترنسفرازها تغییری نکرده بودند. این پژوهشگران، ترکیبات (DEF) S,S,S-tributyl phosphorotrithioate، Piperonyl butoxide (PBO) و Diethyl maleate را به‌عنوان تشدیدکننده امتحان کردند و PBO اثر تشدیدکنندگی معنی‌دار نشان داد. براساس نتایج آزمایش‌های تشدیدشوندگی و بررسی‌های آنزیمی، نتیجه گرفته شد که مونواکسیژنازها مهم‌ترین آنزیم‌های دخیل در مقاومت به متوکسی‌فنوزاید هستند و از این یافته می‌توان برای مقابله با بروز مقاومت در این گروه حشره‌کش‌ها استفاده کرد.

Enríquez *et al*. (2010) سمیت و اثرات زیرکشندگی متوکسی‌فنوزاید را روی لاروهای سن سوم *S. exigua* بررسی کردند و مقدار LC_{50} را ٢٤ ساعت بعد از تیمار، ۰/۲۳ میلی‌گرم ماده مؤثر بر کیلوگرم (mg ai/kg) غذای مصنوعی به‌دست آوردند. Khan *et al*. (2011) اثر چند حشره‌کش، ازجمله لوفنوران و متوکسی‌فنوزاید، را روی *S. litura* بررسی نمودند. همه حشره‌کش‌های مورد مطالعه سمیت بالایی روی *S. litura* نشان دادند و لوفنوران و متوکسی‌فنوزاید به‌ترتیب در دوزهای ۵۵ و ۱۰۰ میلی‌لیتر بر جریب (ml/acre) مرگ و میر بالای ۸۰٪ ایجاد کردند.

در مطالعه حاضر اثر سه حشره‌کش تنظیم‌کننده رشد حشرات، متوکسی‌فنوزاید، لوفنوران و فلوفنوکسوران با دو روش زیست‌سنجی تیمار غذای مصنوعی و غوطه‌ورسازی دیسک‌های برگی روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

حشره‌کش‌های مورد استفاده، متوکسی‌فنوزاید (با نام تجارتی Runner® 2 F، ساخت شرکت داو اگروساینسز انگلستان، www.dowagro.com)، لوفنوران (با نام تجارتی Match® 50 EC، ساخت شرکت سینجنتا

Archive of SID

www.SID.ir

سویس، www.syngenta.com) و فلوفنوکسوران (با نام تجارتی Cascade® 5 DC، ساخت شرکت سیانامید فرانسه) بودند.

حشرات آغازگر کلنیِ مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی به‌صورت لاروهای سنین مختلف برگ‌خوار چغندرقند از مزارع چغندرقند شهرستان میاندوآب واقع در استان آذربایجان غربی جمع‌آوری شدند. حشرات در شرایط گلخانه‌ای با دمای ۲ ± ۲۶ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۵۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی نگه‌داری شدند. برای تغذیه لاروها از غذای مصنوعی استفاده شد. مواد لازم برای تهیه غذای مصنوعی عبارت بودند از ۱۰۶ گرم ماش پخته‌شده، ۱۶ گرم مخمر نانوایی، ۶/۴ گرم آگار، یک گرم متیل ۴- هیدروکسی بنزوات، ۱/۶ گرم اسید اسکوربیک، یک میلی‌لیتر فرمالدهاید و ۳۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر (Singh, 1977).

برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی به‌روش دیسک برگی از برگ‌های چغندرقند استفاده شد. برای پرورش این گیاه از بذر مونوژنوم هیبرید رقم شیرین ZB2285 تولید شده توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج استفاده شد. بذور چغندر در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۰ و ارتفاع ۱۸/۵ سانتی‌متر کاشته شدند و گلدان‌ها در شرایط ذکرشده برای پرورش حشره مورد بررسی نگه‌داری شدند.

بعد از شش نسل خالص‌سازی، برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی، از لاروهای سن اول با عمر حداکثر ۲۴ ساعت استفاده شد. به‌منظور هم‌سن‌سازی لاروها، روز قبل از انجام آزمایش، تخم‌های نزدیک به تفریخ که رنگ‌شان تیره‌تر بود جدا گردیده و در یک ظرف پلاستیکیِ دردار قرار داده شدند. لاروهای حاصل از تفریخ این تخم‌ها برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایش‌های زیست‌سنجی با استفاده از دو روش تیمار غذای مصنوعی و غوطه‌ورسازی دیسک‌های برگی انجام شدند.

زیست‌سنجی با دیسک برگی

در این روش با استفاده از یک قالب دایره‌ای، دیسک‌هایی به قطر دو سانتی‌متر از برگ‌های یک‌سوم پایینی گیاهان چغندرقند و از دو طرف رگبرگ میانی، بدون اینکه خود رگبرگ را دربرگیرد، بریده شدند. پس از تهیه غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌ها، دیسک‌های برگی حین به‌هم‌زده‌شدنِ سوسپانسیون حشره‌کش با استفاده از بهم‌زن مغناطیسی، به‌مدت پنج ثانیه در داخل هر غلظت فرو برده شده و حدود یک ساعت در معرض هوای آزاد قرار داده شدند تا خشک گردند. به‌ازای هر ۵۰ میلی‌لیتر آبی که برای تهیه غلظت‌های حشره‌کش‌ها مورد استفاده قرار گرفت، یک قطره Triton X-100 (معادل غلظت ۰/۵۵ درصد) به‌عنوان ماده خیس‌کننده استفاده شد. دیسک‌های شاهد در این روش با آب مقطر و ماده خیس‌کننده تیمار شدند. برای جلوگیری از پلاسیده و خشک شدن سریع، دیسک‌های برگی روی ژل آگار قرار داده شدند. برای این منظور، حدود ۱۰ میلی‌لیتر آگار دو درصدِ ذوب‌شده در پتری‌های پلاستیکی شفاف به قطر ۵/۸ و ارتفاع ۱/۱ سانتی‌متر ریخته شد. بعد از آنکه آگار حالت نیمه‌جامد پیدا کرد، دو عدد دیسک برگی تیمارشده روی آن قرار داده شدند. سپس تعداد ۲۰ عدد لارو سن اول تغذیه‌نکرده و با عمر حداکثر ۲۴ ساعت، به روی دیسک‌های برگی منتقل گردیدند. نود و شش ساعت بعد، به‌دلیل پایین آمدن کیفیت دیسک‌های برگی تیمارشده، دیسک‌های پلاسیده با دیسک‌های تازهٔ تیمارنشده تعویض شدند. هر آزمایش شامل چهار تکرار بود. در این روش برمبنای آزمایش‌های مقدماتی،

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت‌ها برای آزمایش اصلی حشره‌کش متوکسی‌فنوزاید، ۱/۹۲، ۱/٦۰۸، ۱/۳٤٤، ۱/۱۵۲، ۰/۹٦ و صفر؛ لوفنوران، ۰/٦، ۰/۵۲۵، ۰/٤٦، ۰/٤، ۰/۳۵ و صفر؛ و فلوفنوکسوران، ۵، ٤/۲، ۳/۵۵، ۳، ۲/۵ و صفر میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر به‌دست آمدند.

زیست‌سنجی با غذای مصنوعی

در این روش، با استفاده از حرارت غیرمستقیم غذای مصنوعی نیمه‌جامد به‌صورت مایع درآورده شد و برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی مورد استفاده قرار گرفت. برای هر تیمار، پس از تهیه غلظت مربوطه، داخل ظرف شیشه‌ای به حجم ۵۰ میلی‌لیتر مقدار یک میلی‌لیتر غلظت مورد نظر، ۹ میلی‌لیتر ماده غذایی و ۰/۲ میلی‌لیتر ماده رنگی[1] (به‌منظور اطمینان از مخلوط شدن محلول سمی با ماده غذایی) ریخته و به‌هم زده شد تا مخلوط یکنواختی به‌دست آید. این مخلوط داخل ظرف شیشه‌ای به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد و پس از آن که به حالت جامد درآمد، تعداد ۲۰ عدد لارو سن اول تغذیه‌نکرده و با عمر حداکثر ۲٤ ساعت، به داخل ظرف منتقل شدند. برای جلوگیری از فرار لاروها، قبل از بستن درِ ظرف، ابتدا روی دهانه آن با برگ‌پوش (فویل) آلومینیومی پوشیده شد. برای ایجاد تهویه، به‌وسیله سوزن نازکی ۲۰ عدد سوراخ روی برگ‌پوش آلومینیومی ایجاد شد. در این روش نیز هر آزمایش شامل چهار تکرار بود و غلظت‌ها برای آزمایش اصلی حشره‌کش متوکسی‌فنوزاید، ۰/۲۳۵، ۰/۱۹۵، ۰/۱٦۲، ۰/۱۳٦، ۰/۱۱۳ و صفر؛ لوفنوران، ۳/٤۳۱، ۲/۷۷٤، ۲/۲٤۵، ۱/۸۱۸، ۱/٤۷۱ و صفر؛ و فلوفنوکسوران، ۰/۳٤۳، ۰/۲۸۸، ۰/۲٤۲، ۰/۲۰٤، ۰/۱۷۲ و صفر میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر بودند.

تیمارها در اتاق پرورش حشرات (اینسکتاریوم) گروه گیاه‌پزشکی در دمای ۲ ± ۲٦ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۱۰ ± ۵۵ درصد و دوره نوری ۱٦ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی نگه‌داری شدند. نقطه پایانی مرگ‌ومیر و ثبت نتایج ۱٤٤ ساعت در نظر گرفته شد. لاروهایی که بعد از تحریک سطح پشتیشان با قلم‌مو نمی‌توانستند در مدت ۹۰ ثانیه به‌اندازه یک سانتی‌متر حرکت کنند، مرده محسوب می‌شدند.

تجزیه‌های آماری و تعیین LC_{50} حشره‌کش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 1996) صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel و برای مقایسه سمیت حشره‌کش‌های مختلف با همدیگر و نیز مقایسه نتایج در دو روش زیست‌سنجی مورد بررسی، از روش Robertson *et al*. (2007) استفاده شد.

نتایج و بحث

مقادیر LC_{50}

نتایج حاصل از آزمایش اثر حشره‌کش‌ها روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند به دو روش تیمار غذای مصنوعی و غوطه‌ورسازی دیسک‌های برگی به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده‌اند. مقایسه مقادیر LC_{50} به‌روش محاسبه حدود اطمینان نسبت آن‌ها، که براساس آن اگر حدود اطمینان نسبت مقادیر LC_{50} عدد یک را شامل شود تفاوت‌ها معنی‌دار نیست (Robertson *et al*., 2007)، نشان داد که بین مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌ها در هریک از روش‌های زیست‌سنجی تفاوت معنی‌داری وجود داشت، چراکه هیچ‌کدام از حدود اطمینان‌ها عدد یک را شامل نمی‌شد.

Rafiee Dastjerdi *et al*. (2008) در بررسی تأثیر حشره‌کش‌های دایفلوبنزوران، هگزافلومووران، پروفنوفوس، اسپینوسد و تیودیکارب روی لاروهای سن اول کرم قوزه پنبه با دو روش اختلاط حشره‌کش

[1] رنگ غذای سبز روشن، ساخت شرکت اسانس و رنگ ابیض شیمی

Archive of SID

www.SID.ir

با غذای مصنوعی و فرو بردن برگ در محلول سمی نیز به این نتیجه رسیدند که بین مقادیر LC_{50} حاصل از دو روش زیست‌سنجی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. این محققین، متفاوت بودن مقدار ماده سمی واردشده به بدن لاروها در دو روش فوق را دلیل احتمالی این اختلاف بیان نموده و توضیح دادند که در روش دیسک برگی تنها سطح دیسک‌های برگی به حشره‌کش‌ها آغشته می‌شود، درحالی‌که در روش تیمار غذای مصنوعی، حشره‌کش‌ها به‌طورکامل با غذای مصنوعی مخلوط می‌شوند. در آزمایش‌های آن‌ها نیز همانند بررسی حاضر، مقادیر LC_{50} در روش دیسک برگی بیش‌تر از مقادیر LC_{50} در روش اختلاط با غذای مصنوعی بودند.

مقایسه مقادیر LC_{50} سه حشره‌کش در روش تیمار غذای مصنوعی نشان داد که متوکسی‌فنوزاید با LC_{50} برابر ۰/۱۵٤ میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر بیش‌ترین سمیت و لوفنوران با LC_{50} برابر ۲/۳۹۸ میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر پایین‌ترین سمیت را برای لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند داشتند (جدول ۱). در روش تیمار دیسک برگی فلوفنوکسوران با LC_{50} برابر ۰/٤۲۷ میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر بیش‌ترین و لوفنوران با LC_{50} برابر ۳/۵۱۰ میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر کم‌ترین تأثیر را روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند داشتند (جدول ۲). در هر دو روش، لوفنوران کم‌ترین سمیت را روی لاروها داشت. در روش تیمار غذای مصنوعی، متوکسی‌فنوزاید و در روش تیمار دیسک برگی فلوفنوکسوران مؤثرترین حشره‌کش‌ها علیه لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند بودند.

Ahmad *et al.* (2006) در بررسی تأثیر چند حشره‌کش روی لاروهای سن دوم *S. litura*، مقادیر LC_{50} را برای دو حشره‌کش لوفنوران و متوکسی‌فنوزاید بعد از ٤۸ ساعت به‌ترتیب ۷۲ و ۲۳/۳ میکروگرم ماده مؤثر در میلی‌لیتر تخمین زدند و نشان دادند که متوکسی‌فنوزاید روی لاروهای سن دوم این آفت مؤثرتر از لوفنوران بود که مشابه نتایج بررسی حاضر می‌باشد. اختلاف زیاد بین مقادیر LC_{50} در این دو بررسی می‌تواند ناشی از متفاوت بودن نقطه پایانی ثبت نتایج، تفاوت در گونه‌های مورد بررسی و سنین لاروی باشد. جمعیت‌های مورد مطالعه در دو بررسی نیز با هم متفاوت بودند؛ جمعیت مورد بررسی این محققین

جدول ۱- مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی لاروهای سن اول *Spodoptera exigua* در روش تیمار غذای مصنوعی.

Table 1. The LC_{50} values of the insecticides tested on 1st instars of *Spodoptera exigua* in diet incorporation method.

Insecticide	n	Slope ± SE	LC_{50} (%95 CL) mg ai/L	χ^2	*P*-value
Methoxyfenozide	445	4.200 ± 0.642	0.154 (0.142-0.166)	1.552	0.840
Flufenoxuron	472	4.612 ± 0.655	0.254 (0.238-0.274)	0.840	0.670
Lufenuron	470	3.307 ± 0.537	2.398 (2.185-2.664)	1.967	0.579

جدول ۲- مقادیر LC_{50} حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی لاروهای سن اول *Spodoptera exigua* در روش غوطه‌ورسازی دیسک‌های برگی.

Table 2. The LC_{50} values of tested insecticides on 1st instars of *Spodoptera exigua* in leaf dipping method.

Insecticide	n	Slope ± SE	LC_{50} (%95 CL) mg ai/L	χ^2	*P*-value
Methoxyfenozide	466	4.282 ± 0.663	1.302 (1.202-1.400)	3.443	0.455
Flufenoxuron	463	5.474 ± 0.861	0.427 (0.397-0.451)	2.610	0.504
Lufenuron	464	4.914 ± 0.707	3.510 (3.269-3.754)	2.343	0.328

Archive of SID

www.SID.ir

جمعیت مزرعه‌ای، ولی جمعیت مورد استفاده در بررسی حاضر چندین نسل در آزمایشگاه پرورش داده شده بود که احتمالاً باعث بالا رفتن حساسیت لاروها شده است.

Mohammadi (2004) در بررسی تأثیر حشره‌کش‌های فلوفنوکسوران و لوفنوران روی لاروهای سن اول کرم قوزه پنبه در شرایط آزمایشگاهی، مقادیر LC_{50} این دو حشره‌کش را با استفاده از روش تیمار غذای مصنوعی ۹٦ ساعت بعد از تیمار به‌ترتیب ۰/٦۷ و ٤/٤۱ میلی‌گرم ماده مؤثر در لیتر گزارش کرد و مشابه نتایج بررسی حاضر نشان داد که فلوفنوکسوران روی لاروهای سن اول کرم قوزه پنبه مؤثرتر از لوفنوران بود. باتوجه به مشابه بودن سنین لاروی و روش زیست‌سنجی می‌توان تفاوت بین LC_{50} فلوفنوکسوران را در دو گونه مورد بررسی به متفاوت بودن گونه‌ها و نقطه پایانی ثبت نتایج ربط داد.

همان‌طور که در جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود تمام خطوط دارای شیب نسبتاً زیادی می‌باشند. باتوجه به اینکه این حشره‌کش‌ها در ایران علیه این آفت استفاده نشده‌اند، بنابراین جمعیت آفت واکنش همگنی نسبت به آن‌ها دارد و اگر در شرایط مزرعه‌ای هم واکنش جمعیت مشابه نتایج آزمایشگاهی باشد باید در کاربرد این حشره‌کش‌ها در مزرعه بسیار محتاط بود. زیرا تغییری خیلی جزئی در غلظت حشره‌کش مصرفی، تغییر زیادی در درصد مرگ و میر افراد آفت ایجاد می‌کند و بر این اساس استفاده از دوزهای بالاتر از مقادیر توصیه‌شده می‌تواند موجب حذف افراد حساس و انتخاب افراد مقاوم شود.

علایم مسمومیت

حشره‌کش متوکسی‌فنوزاید از ترکیبات تسریع‌کننده پوست‌اندازی می‌باشد، ازاین‌رو در اکثر لاروهایی که در معرض این حشره‌کش قرار گرفته بودند، فرایند پوست‌اندازی زودهنگام صورت گرفت؛ به‌طوری‌که در آن‌ها کپسول سر قدیمی به‌صورت چسبیده به کپسول سر جدید مشاهده می‌شد. در تعدادی از لاروهای تیمارشده با متوکسی‌فنوزاید، سیاه شدن کوتیکول در قسمت‌هایی از بدن، به‌ویژه در ناحیه میانی مشهود بود. در مواردی این سیاه‌شدگی پاهای شکمی را هم شامل و سبب فلج شدن آن‌ها می‌شد، بنابراین برای حرکت از پاهای سینه‌ای و مخرجی استفاده می‌کردند. درنهایت، چنین لاروهایی به‌دلیل تغذیه نکردن و متوقف شدن رشد می‌مردند. توقف تغذیه لاروهای مسموم و کم‌تحرکی آن‌ها از دیگر علایم مشاهده شده در این بررسی بودند. القای پوست‌اندازی‌های زودهنگام و ناقص، و تشکیل کپسول سر جدید پشت کپسول سر قدیمی، به‌طوری‌که کپسول سر دوتایی به‌نظر می‌رسید، توسط Smagghe *et al*. (1998, 2003) در مطالعه تأثیر متوکسی‌فنوزاید و تبوفنوزاید روی لاروهای *S. exigua*، و نیز توسط Smagghe & Degheele (1993) در لاروهای *Spodoptera exempta* (Wlk.) و *S. exigua* تیمارشده با ترکیب RH-5849 گزارش شده‌اند. سیاه شدن کوتیکول که از دیگر علایم مشاهده‌شده در بررسی حاضر بود، در بررسی اثر متوکسی‌فنوزاید و تبوفنوزاید روی لاروهای برگ‌خوار چغندرقند توسط Moulton *et al*. (2000)، و در بررسی اثر متوکسی‌فنوزاید و RH-5849 روی لاروهای کرم قوزه پنبه توسط Sabour Moghaddam (2005) نیز مشاهده شد.

دو حشره‌کش لوفنوران و فلوفنوکسوران از ترکیبات مهارکننده ساخت کیتین می‌باشند. لاروهای تیمارشده با این دو حشره‌کش تا زمان شروع پوست‌اندازی هیچ علایم مسمومیتی نشان ندادند. علایم مشخصِ مسمومیت و مرگ‌ومیر در لاروها در زمان پوست‌اندازی و بعد از آن اتفاق افتادند که دلیل آن،

Archive of SID

www.SID.ir

نحوه عمل این گروه از حشره‌کش‌ها، یعنی ایجاد اختلال در ساخت کیتین می‌باشد. تعدادی از لاروهای تیمارشده به‌صورت ناقص پوست‌اندازی کردند، به‌طوری‌که تا نیمه بدن، پوسته قدیمی از پوسته جدید جدا شد و رنگ این قسمت شفاف بود اما در نیمه انتهایی بدن، پوسته قدیمی به‌صورت چسبیده به بخش شکمی بدن باقی ماند و رنگ تیره به‌خود گرفت. Saenz-De-Cabezon *et al.* (2006) در مطالعه اثر لوفنوران روی لاروهای خوشه‌خوار انگور و Mohammadi (2004) در بررسی تأثیر تعدادی از مهارکننده‌های ساخت کیتین روی کرم قوزه پنبه علایم مشابهی را گزارش کردند. در بررسی حاضر، تعدادی از لاروهای تیمارشده پوست‌اندازی کردند اما بدن آن‌ها چروکیده و کوچک بود. رنگ این لاروها نسبت به لاروهای سالم تیره‌تر و کپسول سر قدیمی به قسمت جلویی کپسول سر جدید چسبیده بود که مانع تغذیه لاروها می‌شد. تیرگی رنگ، چروکیدگی بدن و کوچک شدن اندازه آن، در اثر کاربرد لوفنوران روی لاروهای سن اول بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller)، نیز ایجاد شد (Edomwande *et al*., 2000).

نتایج حاصل نشان دادند که هر سه حشره‌کش مورد آزمایش، به‌ویژه متوکسی‌فنوزاید و فلوفنوکسوران، در دوزهای پایین روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند مؤثر بودند. اگر در شرایط مزرعه‌ای هم چنین نتیجه‌ای حاصل شود، باتوجه به اثرات ناخواستهٔ کم‌تر این حشره‌کش‌ها، می‌توان این ترکیبات را برای کنترل برگ‌خوار چغندرقند پیشنهاد نمود.

سپاس‌گزاری

از معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه تبریز به‌خاطر حمایت مالی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Ahmad, M., Saleem, M. A., Ahmad, M. & Sayyed, A. H. (2006) Time trends in mortality for conventional and new insecticides against leafworm, *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9, 360-364.

Aldosari, S. A., Watson, T. F., Sivasupramaniam, S. & Osman, A. A. (1996) Susceptibility of field populations of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) to cyfluthrin, methomyl, and profenofos, and selection for resistance to cyfluthrin. *Journal of Economic Entomology* 89, 1359-1363.

Behdad, E. (2002) *Introductory entomology and important plant pests in Iran*. 1st ed. 824 pp. Yadboud Press. [In Persian].

Brewer, M. J., Trumble, J. T., Alvarado-Rodriguez, B. & Chaney, W. E. (1990) Beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) adult and larval susceptibility to three insecticides in managed habitats and relationship to laboratory selection for resistance. *Journal of Economic Entomology* 83, 2136-2146.

Capinera, J. L. (2001) *Handbook of vegetable pests*. 730 pp. Academic Press.

Casida, J. E. & Quistad, G. B. (1998) Golden age of insecticide research: past, present, or future? *Annual Review of Entomology* 43, 1-16.

Edomwande, E. O., Schoeman, A. S., Brits, J. A. & Merwe, M. V. D. (2000) Laboratory evaluation of lufenuron on immature stages of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology* 93, 1741-1743.

Archive of SID

www.SID.ir

Enríquez, C. L. R., Pineda, S., Figueroa, J. I., Schneider, M. I. & Martinez, A. M. (2010) Toxicity and sublethal effects of methoxyfenozide on *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology* 103, 662-667.

Kerns, D. L., Palumbo, J. C. & Tellez, T. (1998) Resistance of field strains of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) from Arizona and California to carbamate insecticides. *Journal of Economic Entomology* 91, 1038-1043.

Khan, R. R., Ahmed, S. & Nisar, S. (2011) Mortality responses of *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepodoptera: Noctuidae) against some conventional and new chemistry insecticides under laboratory conditions. *Pakistan Entomologist* 33, 147-150.

Mohammadi, D. (2004) Effects of some chitin synthesis inhibitors on cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hübner) in laboratory. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tabriz, 64 pp.

Mosallanejad, H. & Smagghe G. (2009) Biochemical mechanisms of methoxyfenozide resistance in the cotton leafworm *Spodoptera littoralis*. *Pest Management Science* 65, 732-736.

Moulton, J. K., Pepper, D. A. & Dennehy, T. J. (2000) Pro-active management of beet armyworm (*Spodoptera exigua*) resistance to the IGRs, tebufenozide and methoxyfenozide. Available from: *http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1177* (accessed 6 April 2008).

Rafiee Dastjerdi, H., Hejazi, M. J., Nouri Ganbalani, 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 of Iran* 28, 27-37.

Robertson, J. L., Russell, R. M., Preisler, H. K. & Savin, N. E. (2007) *Bioassays with arthropods*. 2nd ed. 224 pp. CRC Press.

Sabour Moghaddam, N. (2005) Investigation on the effect of methoxyfenozide, indoxacarb, thiacloprid, pyridalyl and RH-5849 for control of early instar of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in laboratory condition. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tabriz, 73 pp.

Saenz-De-Cabezon, F. J., Perez-Moreno, I., Zalom, F. G. & Marco, V. (2006) Effects of lufenuron on *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) egg, larval, and adult stages. *Journal of Economic Entomology* 99, 427-431.

SAS Institute (1996) *The SAS system for windows, release 6.1*. SAS Institute, Cary, NC.

Singh, P. (1977) *Artificial diets for insects, mites and spiders*. 594 pp. IFI/Plenum.

Smagghe, G. & Degheele, D. (1993) Metabolism, pharmacokinetics, and toxicity of the first non-steroidal ecdysteroid agonist RH 5849 to *Spodoptera exempta* (Walker), *Spodoptera exigua* (Hübner), and *Leptinotarsa decemlineata* (Say). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 46, 149-160.

Smagghe, G., Dhadialla, T. S., Derycke, S., Tirry, L. & Degheele, D. (1998) Action of the ecdysteroid agonist tebufenozide in susceptible and artificially selected beet armyworm. *Pesticide Science* 54, 27-34.

Smagghe, G., Pineda, S., Carton, B., Estal, P. D., Budia, F. & Vinuela, E. (2003) Toxicity and kinetics of methoxyfenozide in greenhouse-selected *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Management Science* 59, 1203-1209.

Archive of SID

www.SID.ir