

علمی پژوهشی

کارآیی چند حشره کش در کنترل برگخوار چمن *Spodoptera ciliium* در شرایط آزمایشگاه و مزرعه

مرضیه حاتمی، علی اصغر سراج*، معصومه ضیائی و مهدی مهربانی کوشکی

گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۶)

چکیده

پروانه برگخوار چمن، *Spodoptera ciliium* Guenée یکی از آفات چمن در فضای سبز مناطق جنوبی ایران و بسیاری از کشورهای جهان است. در این پژوهش، اثر چند حشره کش شامل ایندوکساکارب، فن والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت[®] و بی تی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی علیه لاروهای کرم برگخوار چمن مورد بررسی قرار گرفت. زیست سنجی های آزمایشگاهی روی لاروهای سن سوم با روش غوطه ورسازی برگ در محلول سمی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد، دوره نوری ۱۶:۸ ساعت انجام شد. نتایج نشان داد مقادیر LC₅₀ از کم به زیاد مربوط به حشره کش های ایمونیت[®] (آلفاسایپرترین + تفلوبنزورون)، ایندوکساکارب، دیفلوبنزورون و فن والریت، ۴۸ ساعت پس از تیمار به ترتیب ۲۷/۷، ۶۰، ۱۸۷/۸ و ۱۰۵۷/۰ پی پی ام بود. در آزمایش دوم، برگ های چمن به روش غوطه ورسازی برگ در غلظت های توصیه شده حشره کش ها و نصف آن ها تیمار شدند. تلفات لاروهای سن دوم و چهارم برگخوار روزانه تا پنج روز شمارش شد. بیشترین درصد تلفات لارو سن دوم، یک روز پس از تیمار مربوط به غلظت توصیه شده ایندوکساکارب، فن والریت و ایمونیت[®] به ترتیب با میانگین $92/0 \pm 2/3$ ، $99/0 \pm 1/0$ و $89/0 \pm 1/0$ درصد بود؛ در همین زمان بیشترین درصد تلفات لارو سن چهارم به ترتیب توسط غلظت کشته ایمونیت[®] و ایندوکساکارب با میانگین $58/0 \pm 2/0$ و $56/0 \pm 5/9$ درصد بود. بیشترین کاهش درصد خسارت در آزمایش صحرایی، ۱۹ روز پس از سمپاشی به ترتیب در غلظت توصیه شده ایمونیت[®] و ایندوکساکارب و $6/0 \pm 1/0$ و $28/0 \pm 0/0$ درصد بود. با توجه به نتایج، حشره کش های ایمونیت[®] و ایندوکساکارب به خوبی توانستند باعث کنترل جمعیت و کاهش خسارت *S. ciliium* شوند و می توانند در برنامه های کنترل این آفت استفاده شوند.

واژه های کلیدی: چمن، حشره کش، *Spodoptera ciliium*، کنترل

مقدمه

بررسی قرار گرفت. در این پژوهش زیست‌سنجی با استفاده از دو روش غوطه‌ور کردن دیسک‌های برگگی و تیمار غذای مصنوعی انجام شد و نتایج ۱۴۴ ساعت بعد از تیمار ثبت شد. در هر دو روش مورد بررسی، لوفنورون کم‌ترین سمیت را روی لاروهای سن اول برگخوار چغندر قند داشت. هر سه حشره‌کش در غلظت‌های پایین، روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندر قند موثر بودند. در پژوهشی در مصر، گمیل و همکاران (Gamil et al., 2011) اثر حشره‌کش ایندوکساکارب را روی لاروهای سن دوم و چهارم S. littoralis (Boisd) در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. نتایج ایشان نشان داد که حساسیت لاروهای سن دوم بسیار بیشتر از لاروهای سن چهارم بوده و مقدار غلظت کشنده ایندوکساکارب (LC₅₀) روی این دو سن لاروی به ترتیب ۰/۶۳ و ۲ پی‌پی‌ام به دست آمد. در مطالعه‌ای در مصر، گاگوب و همکاران (Gaaboub et al., 2012) تاثیر حشره‌کش‌های کلرپیریفوس، فن‌والریت، یک تنظیم‌کننده رشد حشرات^۱ (لوفنورون) و دو ترکیب زیستی پروتکتو^۲ (فرمولاسیون پودر و تابل *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) و روغن گیاهی فندق وحشی، جوجوبا^۳ با نام علمی *Simmondsia chinensis* (Link) را روی لاروهای سن دوم و چهارم S. littoralis در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. با توجه به مقادیر LC₅₀ فن‌والریت بیشترین سمیت را روی لاروها داشت. به طوری که مقدار LC₅₀ کلرپیریفوس، فن‌والریت، لوفنورون، پروتکتو^۲ و روغن جوجوبا، ۲۴ ساعت پس از تیمار روی لاروهای سن دوم به ترتیب ۰/۱۷، ۰/۱۵، ۰/۳۱، ۱۶/۶۴، و ۴/۶۱ میلی لیتر بر لیتر بود.

بروز پدیده مقاومت در حشرات آفت به حشره‌کش‌های شیمیایی، اثر منفی این حشره‌کش‌ها روی سایر موجودات غیر هدف و مفید، و خطرات روی محیط زیست، تمایل به استفاده از حشره‌کش‌های انتخابی و به نسبت ایمن‌تر را بیشتر کرده است (Casida and Quistad, 1998).

اهداف این مقاله تخمین غلظت‌های کشنده حشره‌کش - های ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت^۳ و

پروانه برگخوار چمن *Spodoptera ciliium* (Lepidoptera: Noctuidae) یکی از آفات زراعی گیاهان علوفه‌ای تیره گرامینه است (Brown, 1975) و در آفریقا از آفات مهم برنج محسوب می‌شود (Heinrichs and Barrion, 2004). در حوضه مدیترانه در شمال آفریقا تا قسمت‌های زیادی از جمله اروپا، آسیا و در کشورهای عراق و عربستان گزارش شده است. این آفت در ترکیه از آدانا و ناحیه اورفا نیز گزارش شده است (Demirezer, 2006; Unlu and Kornosor, 2003; Mekhlif, 2007). این گونه اولین بار از ایران توسط ابرت و هکر (Ebert and Hacker, 2002) از کرمانشاه و هرمزگان گزارش شد. سپس، شهریاری‌نژاد (Shahreyari-Nejad, 2017) نیز آن را از کرمان (جیرفت) گزارش کرد. تغذیه لارو برگخوار می‌تواند در مدت زمان کوتاهی منطقه را به طور کامل بی‌برگ کند. لاروها شب‌ها تغذیه می‌کنند و در طول روز در زیر بقایا یا سنگ‌ها، کلوخه‌های خاک مخفی می‌شوند (Ahmad and Kamaluddin, 1987).

پژوهش‌های اندکی روی روش‌های کنترل *S. ciliium* صورت گرفته است. مخلیف و همکاران (Mekhlif et al., 2007) عصاره متانلی بذر زیتون تلخ، *Melia azedarach* (L.) را با غذای لارو تیمار کردند و دریافتند که چرخه زندگی لارو و سفیره در اثر تغذیه از این عصاره طولانی‌تر شد. عصاره سمیت باقی‌مانده خود را ۸ روز پس از تیمار از دست داد. با وجود کمبود اطلاعات در مورد برگخوار چمن، در زمینه کنترل گونه‌های دیگر از جنس *Spodoptera* تحقیقات بیشتری در دسترس است.

در پژوهشی که توسط شیخ‌زاده و همکاران (Sheikhzadeh et al., 2014) صورت گرفت، اثر حشره‌کش‌های تنظیم‌کننده رشد حشرات، نظیر متوکسی‌فونزاید، لوفنورون و فلوئوکسورون روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندر قند *Spodoptera exigua* (Hübner) به عنوان یکی از آفات مهم گیاهان زراعی، مورد

³. Jojoba

¹. Insect Growth Regulator (IGR)

². Protecto[®]

محلول آب و عسل به غلظت ۲۰٪ تغذیه شدند. در ظروف پرورش، کاغذهای نواری برای تخم‌ریزی شب‌پره‌ها گذاشته شد.

حشره‌کش‌های مورد آزمایش

در این پژوهش اثرات پنج حشره‌کش شامل ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت[®] و بی تی مورد بررسی قرار گرفتند.

ایندوکساکارب ۱۵٪ (آوانت[®]) حشره‌کش تماسی گوارشی و از شرکت آریو پالیز تهیه شد. ایندوکساکارب در طبقه‌بندی ایراک (IRAC) در گروه 22A قرار گرفته است که مربوط به گروه سموم عصبی مهارکننده‌های کانال سدیم و زیر گروه اکسادیازون^۳ است. غلظت و نیم‌غلظت توصیه شده برای ایندوکساکارب ۲۵۰ و ۱۲۵ میلی لیتر در هکتار است. در آزمایش‌ها، برای هر هکتار ۵۰۰ لیتر آب در نظر گرفته شد؛ از این‌رو، غلظت و نیم‌غلظت توصیه شده برای ایندوکساکارب ۵۰۰ و ۲۵۰ پی‌پی‌ام استفاده شد. غلظت توصیه شده برای ایندوکساکارب بر اساس نظر نوربخش (Noorbakhsh, 2018) که برای گونه *S. littoralis* در مزرعه چغندرقد توصیه شده است، انتخاب شد.

فن‌والریت ۲۰٪ (سومیسیدین[®]) از شرکت کاوش کیمیا کرمان تهیه شد. فن‌والریت در طبقه‌بندی IRAC در گروه 3A قرار گرفته است که مربوط به گروه سموم عصبی تعدیل‌کننده کانال سدیم و زیر گروه پایرتروئیدها است. غلظت و نیم‌غلظت توصیه شده برای فن‌والریت ۱ و ۰/۵ لیتر در هکتار است. در آزمایش‌ها برای هر هکتار ۵۰۰ لیتر آب در نظر گرفته شد؛ از این‌رو، غلظت و نیم‌غلظت توصیه شده برای فن‌والریت ۲۰۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام استفاده شد. غلظت توصیه شده برای فن‌والریت بر اساس نوربخش (Noorbakhsh, 2018) که برای *S. exigua* در مزرعه چغندرقد توصیه شده است، انتخاب شد.

دیفلوبنزورون ۴۸٪ (دیمیلین[®]) از شرکت Agriphar بلژیک تهیه شد. دیفلوبنزورون در طبقه‌بندی

بی تی علیه لارو برگ‌خوار چمن بود. کاربرد حشره‌کش‌ها در فضای سبز شهری می‌تواند باعث بروز سمیت و خطرات زیادی روی انسان، موجودات غیرهدف و محیط زیست داشته باشد. بنابراین، در این مطالعه اثر غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای و نیم غلظت حشره‌کش‌های مذکور نیز علیه لاروهای سن دوم و چهارم برگ‌خوار چمن در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. همچنین، تاثیر غلظت‌های توصیه شده مزرعه‌ای و نیم غلظت حشره‌کش‌ها در کاهش درصد خسارت لارو برگ‌خوار چمن در شرایط صحرائی بررسی شد. در صورتی که طبق یافته‌های این پژوهش، می‌توان کاربرد حشره‌کشی که در نیم‌غلظت توصیه شده موثر باشد و باعث کاهش خسارت لارو برگ‌خوار چمن در فضای سبز شهری شود را در نیم غلظت برای کنترل آفات فضای سبز توصیه کرد.

مواد و روش‌ها

پرورش آزمایشگاهی پروانه برگ‌خوار چمن

جمعیت کرم برگ‌خوار چمن از فضاهای سبز شهرستان گچساران که آلوده به این آفت بودند، جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از شناسایی حشرات کامل، برای پرورش لاروها در آزمایشگاه اقدام شد. لاروهای در دمای ۲۵±۱ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی روی برگ چمن اسپورت (*Lolium perenne* Ultra ۳۵٪، *Lolium perenne* ۴۵٪، *Bokser* ۱۰٪، *Festuca rubra* Reverent ۱۰٪، *Poa pratensis*) تکثیر شدند. برای این کار، از ظروف پلاستیکی به ابعاد ۱۹/۵×۲۴/۵×۱۷ سانتی‌متر استفاده و روی این ظروف با پارچه ململ پوشانده شد. در هر ظرف، ۱۰۰ عدد لارو نگهداری و برگ‌های چمن نیز هر ۲۴ ساعت تعویض شدند و برای ایجاد تهویه لازم هر ۲۴ ساعت پوشش ظروف برداشته و هوادهی انجام می‌شد. حشرات کامل در ظروف پلاستیکی به قطر چهار سانتی‌متر و ارتفاع پانزده سانتی‌متر نگهداری و با

4. Sumicidin[®]

5. Dimilin[®]

1. Avaunt[®]

2. Insecticide Resistance Action Committee

3. Oxadiazines

تعیین غلظت کشنده (LC₅₀) حشره کش‌های مختلف روی لارو سن سوم برگخوار چمن *S. litura* به روش غوطه‌ورسازی برگ

برای بررسی سمیت حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، و ایمونیت^۴ از روش زیست‌سنجی غوطه‌ورسازی برگ^۵ استفاده شد. آزمایش ایندوکساکارب، فن‌والریت و ایمونیت^۴ بر اساس روش تانگ و همکاران (Tong et al., 2013) روی لارو سن سوم *S. litura* دیفلوبنزورون بر اساس روش زو و همکاران (Zhu et al., 2012) با حشره‌کش هگزافلومورون (بازدارنده سنتز کیتین) روی لارو سن سوم *S. litura* با کمی تغییر صورت گرفت. ابتدا آزمایش مقدماتی برای تعیین غلظت‌های اصلی برای هر حشره‌کش انجام شد. برگ‌های چمن با غلظت‌های مقدماتی هر حشره‌کش به روش غوطه‌ورسازی تیمار شده و تلفات لاروهای سن سوم ۴۸ ساعت پس از تیمار شمارش شد. غلظت‌های اصلی مورد استفاده در آزمایش‌ها برای ایندوکساکارب، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۲۰۰، ۴۰۰ پی‌پی‌ام، برای فن‌والریت، ۱۰۰۰، ۱۴۰۰، ۲۰۰۰، ۲۸۰۰، ۳۶۰۰ پی‌پی‌ام، برای دیفلوبنزورون، ۸۷۵، ۱۷۵۰، ۲۲۵۰، ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام و برای ایمونیت^۴ ۵۰، ۹۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۸۰ پی‌پی‌ام بودند. برای انجام آزمایش‌های اصلی، زیست‌سنجی به روش غوطه‌وری برگ‌های چمن رقم اسپورت انجام شد. به ازای هر تکرار، دو گرم برگ چمن توسط ترازوی آزمایشگاهی وزن شده و برگ‌ها به مدت ده ثانیه داخل هر غلظت از حشره‌کش‌ها و آب مقطر برای تیمار شاهد فرو برده شده، سپس به مدت یک ساعت در معرض هوای آزاد، روی کاغذ صافی خشک شدند. سپس برگ‌ها به ظروف پتری پلاستیکی به قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر منتقل شده و برای جلوگیری از پلاسیده و لول شدن برگ‌های چمن، زیر برگ‌ها دستمال کاغذی خیس شده با آب مقطر گذاشته شد. درپوش ظروف برای ایجاد تهویه با تور پوشانده شد. در هر پتری، تعداد ۲۵ لارو سن سوم رهاسازی شد و هر آزمایش سه بار تکرار شد. درصد تلفات

IRAC در گروه 15 قرار گرفته است که مربوط به گروه تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات و بازدارنده سنتز کیتین و زیر گروه بنزول‌اوره است. غلظت و نیم‌غلظت توصیه شده برای دیفلوبنزورون بر اساس منبع پاتیل (Patil, 2014) که برای کنترل *S. litura* در مزرعه گوجه فرنگی توصیه شده است به ترتیب ۵۰۰ و ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار است که معادل ۱۰۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام به کار گرفته شد.

آلفاسایپرمترین + تفلوبنزورون^۲ SC15% (ایمونیت^۴) که از ترکیب دو ماده موثره آلفا-سایپرمترین (۷/۵ درصد) و تفلوبنزورون (۷/۵ درصد) از شرکت BASF آلمان تهیه شد. آلفا-سایپرمترین در طبقه‌بندی IRAC در گروه 3A قرار گرفته است که مربوط به گروه سموم عصبی تعدیل‌کننده کانال سدیم و زیر گروه پایرتروئیدها است. تفلوبنزورون در طبقه‌بندی IRAC در گروه 15 قرار گرفته است که مربوط به گروه تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات و بازدارنده سنتز کیتین و زیر گروه بنزول‌اوره است. غلظت و نیم‌غلظت توصیه شده برای ایمونیت^۴ بر اساس نظر نوربخش (Noorbakhsh, 2018) که برای کنترل *Helicoverpa obsoleta* (Auctorum (*Helicoverpa armigera* (Hub.)) در سبزی و جالیز توصیه شده است، به ترتیب ۷۵۰ (۰/۷۵) در هزار) و ۳۷۵ پی‌پی‌ام است.

بی‌تی SC (بیولپ^۳) حشره‌کش بیولوژیک (باکتری)، از شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت گرا^۳ تهیه شد. بی‌تی در طبقه‌بندی IRAC در گروه 11A قرار گرفته است که مربوط به گروه سموم میکروبی تاثیرگذار روی غشای روده میانی حشرات و زیر گروه بی‌تی است. غلظت و نیم‌غلظت توصیه شده برای بی‌تی بر اساس نظر نوربخش (Noorbakhsh, 2018)، طبق پرچسب و به ترتیب ۱۲۵۰ و ۶۲۵ میلی‌لیتر در هکتار است که معادل ۲۵۰۰ و ۱۲۵۰ پی‌پی‌ام در نظر گرفته شد.

4. Biorun

5. Leaf dipping

1. Benzoylureas

2. Alpha Cypermethrin + Teflubenzuron

3. Biolep

خسارت لاروهای کرم برگخوار، ۱، ۳، ۵، ۹، ۱۳، ۱۷ و ۱۹ روز پس از سم پاشی تخمین زده شد. برای تیمار شاهد از آب پاشی استفاده شد. برای تعیین درصد خسارت از روش سراج (Seraj, 2011) استفاده شد و برای این منظور، نسبت مساحت خسارت دیده به مساحت کل کرت محاسبه شد. لکه های کچلی و فاقد چمن در هر کرت به صورت دایره، مربع یا مستطیل در نظر گرفته شد و مساحت این لکه ها در همه کرت ها در روزهای ذکر شده اندازه گیری شد. سپس، به مساحت کل (۱/۵ متر مربع) نسبت گرفته شد و به صورت درصدی از کل گزارش شد.

تجزیه و تحلیل داده ها

محاسبه مقدار LC₃₀، LC₅₀ و حدود اطمینان ۹۵٪ به روش پروبیت انجام شد (Finney, 1971). در صورت وجود تلفات در تیمار شاهد، اصلاح داده ها با فرمول آبوت صورت گرفت (Abbott, 1925). نرمال بودن داده ها توسط آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. در صورت نرمال نبودن داده ها، تغییر شکل داده ها به $\text{Arcsin}\sqrt{X}$ صورت گرفت. تجزیه واریانس داده های آزمایشگاهی در طرح فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و آزمایش های مزرعه ای در طرح فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS16 انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام شد (SPSS, 2007).

نتایج

تعیین غلظت کشنده (LC₅₀) حشره کش های مختلف روی لارو سن سوم برگخوار چمن *S. cilium* به روش غوطه وری سازی

نتایج حاصل از آزمایش اثر حشره کش ها روی لاروهای سن سوم کرم برگخوار چمن به روش غوطه وری سازی برگ های چمن در جدول ۱ آورده شده است. مقایسه مقادیر LC₅₀ و حدود اطمینان چهار حشره کش در روش غوطه وری سازی نشان داد که فن والریت با LC₅₀ برابر ۱۰۵۷/۰ پی پی ام کمترین سمیت و ایمونیت[®] با میزان LC₅₀ ۲۷/۷ پی پی ام، بیشترین سمیت را برای لاروهای سن سوم برگخوار چمن داشتند (جدول ۱).

۴۸ ساعت پس از تیمار شمارش شد. برای دیفلوبنزورون، درصد تلفات ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تیمار انجام شد. لاروهای که بعد از تحریک سطح پشتشان با قلم مو، نمی توانستند در مدت ۹۰ ثانیه به اندازه یک سانتی متر حرکت کنند، مرده محسوب می شدند.

بررسی اثر غلظت های توصیه شده و نیم غلظت حشره کش های مختلف روی لارو سن دوم و چهارم برگخوار چمن *S. cilium* در شرایط آزمایشگاهی

غلظت ها و نیم غلظت های توصیه شده حشره کش های مورد استفاده، تهیه شد و مشابه آزمایش قبل از روش غوطه وری سازی برگ برای انجام زیست سنجی های آزمایشگاه استفاده شد. از آب مقطر به عنوان تیمار شاهد استفاده شد و آزمایش ها ۴ بار تکرار شد. برگ های چمن (دو گرم به ازای هر تکرار) در محلول های سم غوطه وری شدند و به مدت ۱ ساعت روی کاغذ صافی در فضای باز گذاشته شدند تا خشک شوند. سپس، برگ ها درون ظروف آزمایش (ظرف پتری با قطر دهانه ۱۲ سانتی متر) گذاشته و با استفاده از یک قلم موی ظریف، تعداد ۲۵ عدد از لاروهای سن دوم و چهارم به طور جداگانه روی برگ ها رهاسازی شدند. درپوش ظروف برای ایجاد تهویه با تور پوشانده شد. پس از ۲۴ ساعت، برگ های سالم و عاری از حشره کش در اختیار لاروها گذاشته شد و برگ ها هر ۲۴ ساعت یکبار تعویض شد. تلفات لاروها روزانه تا پنج روز شمارش شد. آزمایش در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 60 درصد، دروه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام شد.

بررسی اثر غلظت های توصیه شده و نیم غلظت حشره کش های مختلف روی کاهش خسارت کرم برگخوار چمن *S. cilium* در شرایط صحرائی

آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه بلوک و سه تکرار در زمان فعالیت کرم برگخوار چمن در تیر ماه سال ۱۳۹۷ در فضای سبز شهرستان گچساران صورت گرفت. ابتدا، سم پاش پستی ۲۰ لیتری مورد استفاده در این آزمایش کالیبره شد. سپس، کرت های چمن به طول ۱/۵ متر و عرض ۱ متر (مساحت ۱/۵ متر مربع) توسط غلظت ها و نیم غلظت های مورد استفاده حشره کش ها محلول پاشی شدند.

جدول ۱- مقادیر LC_{30} ، LC_{50} و حدود اطمینان حشره کش های مورد آزمایش روی لاروهای سن سوم *Spodoptera cilium* به روش غوطه ور سازی برگ

Table 1. The LC_{30} , LC_{50} values and confidence limits of insecticides tested on 3st instars larvae of *Spodoptera cilium* in leaf dipping method

Insecticide	Time (h)	df	n	Slope \pm SE	Chi square	LC_{30} (ppm) (CL)	LC_{50} (ppm) (CL)	P value
Indoxacarb	48	3	375	1.14 \pm 0.35	0.09	20.0 (3.0-36.0)	60.0 (32.0-100)	0.99
Fenvalerate	48	3	375	3.61 \pm 0.86	1.90	758.0 (591.0-890.0)	1057.0 (902.0-1253.0)	0.40
Diflubenzuron	48	2	300	3.50 \pm 0.98	3.30	134.1 (93.1-158.9)	187.8 (158.4-242.4)	0.18
Diflubenzuron	72	2	300	3.16 \pm 0.94	4.76	106.1 (53.6-132.6)	155.4 (119.5-190.9)	0.09
Imunit [®]	48	3	375	0.01 \pm 0.005	3.60	18.2 (7.6-25.8)	27.7 (16.2-35.8)	0.40

n: total number of tested larvae

CL: 95% confidence limits

حشره کش های ایندوکساکارب، فن والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت[®] و بی تی، در شرایط آزمایشگاهی نشان داده است. نتایج نشان داد که بیشترین تلفات لاروهای سن چهارم، یک روز پس از تیمار توسط غلظت توصیه شده ایمونیت[®] (۵۸ درصد) و ایندوکساکارب (۵۶ درصد) بود و بین این دو تیمار تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در صورتی که نیم غلظت ایمونیت[®] و ایندوکساکارب به ترتیب ۳۲ و ۳۳ درصد تلفات ایجاد کردند. در صورتی که ۵ روز پس از تیمار غلظت توصیه شده ایمونیت[®] و ایندوکساکارب باعث تلفات ۱۰۰ درصدی روی لاروهای سن چهارم *S. cilium* شدند. با توجه به نتایج به دست آمده، در این فاصله زمانی کاربرد نیم غلظت ایمونیت[®] و ایندوکساکارب به ترتیب باعث ۹۳ و ۹۹ درصد تلفات روی لارو سن چهارم شدند که با کاربرد غلظت توصیه شده تفاوت معنی داری نداشتند. در صورتی که کمترین درصد تلفات، ۵ روز پس از تیمار در کاربرد نیم غلظت دیفلوبنزورون (۲۵ درصد)، و بی تی (۲۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۳).

بررسی اثر غلظت های توصیه شده و نیم غلظت حشره کش های مختلف روی لارو سن دوم و چهارم برگخوار چمن *S. cilium* در شرایط آزمایشگاهی

در جدول ۲ میانگین درصد تلفات \pm خطای معیار در لارو سن دوم *S. cilium* تیمار شده با غلظت و نیم غلظت حشره کش های ایندوکساکارب، فن والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت[®] و بی تی، در شرایط آزمایشگاهی نشان داده شده است. یک روز پس از تیمار، بیشترین درصد تلفات لارو سن دوم مربوطه به کاربرد غلظت توصیه شده ایندوکساکارب (۹۹ درصد) است، در صورتی که نیم غلظت این حشره کش باعث ۸۴ درصد تلفات شد. در این فاصله زمانی، بین کاربرد غلظت توصیه شده ایندوکساکارب و فن والریت تفاوت معنی داری مشاهده نشد و فن والریت باعث ۹۲ درصد تلفات روی لارو سن دوم شد؛ هر چند نیم غلظت این حشره کش فقط ۶۸ درصد تلفات یک روز پس از تیمار ایجاد کرد. نتایج نشان داد که ۵ روز پس از تیمار، در بیشتر تیمارها درصد تلفات به ۱۰۰ درصد رسید. در صورتی که کمترین درصد تلفات، ۵ روز پس از تیمار در کاربرد نیم غلظت بی تی (۵۵ درصد) گزارش شد (جدول ۲).

جدول ۳ میانگین درصد تلفات \pm خطای معیار در سن چهارم لاروی *S. cilium* تیمار شده با غلظت و نیم غلظت

جدول ۲- میانگین درصد تلفات \pm خطای معیار لارو سن دوم *Spodoptera ciliium* روی چمن تیمار شده با حشره کش های مختلف در شرایط آزمایشگاهی

Table 2. Mean mortality% \pm SE of second instar larvae of *Spodoptera ciliium* in grass treated with different insecticides under laboratory conditions

Insecticide	*	Days after treatments					$F_{4,15}, P$
		1	2	3	4	5	
Indoxacarb	H.C.	84.0 \pm 1.6bB	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	96.0, 0.00
	C.	99.0 \pm 1.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	1.0, 0.4
Fenvalerate	H.C.	68.0 \pm 4.0bC	94.0 \pm 1.5aAB	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	55.6, 0.00
	C.	92.0 \pm 2.3bAB	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	12.0, 0.01
Diflubenzuron	H.C.	5.0 \pm 1.9cE	10.0 \pm 2.0cE	34.0 \pm 2.0bD	69.0 \pm 4.1aB	76.0 \pm 4.3aB	107.2, 0.00
	C.	11.0 \pm 1.9cE	80.0 \pm 5.8bBC	94.0 \pm 2.5aAB	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	158.6, 0.00
Imunit [®]	H.C.	53.0 \pm 5.5dD	74.0 \pm 2.5cC	85.0 \pm 1.9bcBC	97.0 \pm 1.9abA	100.0 \pm 0.0aA	41.2, 0.00
	C.	89.0 \pm 1.0cAB	95.0 \pm 1.9bAB	99.0 \pm 1.0abA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	19.6, 0.00
B.t.	H.C.	0.0 \pm 0.0cE	19.0 \pm 4.4bE	27.0 \pm 1.9bD	54.0 \pm 3.8aC	55.0 \pm 3.4aC	56.2, 0.00
	C.	9.0 \pm 1.0dE	54.0 \pm 6.2cD	81.0 \pm 4.1bC	99.0 \pm 1.0aA	99.0 \pm 1.0aA	122.8, 0.00
$F_{9,30}, P$		290.4, 0.00	112.2, 0.00	200.7, 0.00	71.9, 0.00	71.8, 0.00	

Means followed by the same lower case letter in each row and upper case letter within each column are not significantly different using Tukey-Kramer (HSD) test at $P < 0.05$.

*H.C.: Half field recommended concentration, C: field recommended concentration

جدول ۳- میانگین درصد تلفات \pm خطای معیار لارو سن چهارم *Spodoptera ciliium* روی چمن تیمار شده با حشره کش های مختلف در شرایط آزمایشگاهی

Table 3. Mean mortality% \pm SE of fourth instar larvae of *Spodoptera ciliium* in grass treated with different insecticides under laboratory conditions

Insecticide	*	Days after treatments					$F_{4,15}, P$
		1	2	3	4	5	
Indoxacarb	H.C.	33.0 \pm 3.4cC	72.0 \pm 5.16bB	93.0 \pm 1.91aAB	98.0 \pm 1.0aA	99.0 \pm 1.0aA	93.66, 0.00
	C.	56.0 \pm 5.88cB	78.0 \pm 4.76bB	98.0 \pm 1.1abA	100.0 \pm 0.0aA	100.0 \pm 0.0aA	31.9, 0.00
Fenvalerate	H.C.	11.0 \pm 1.91cDE	25.0 \pm 5.2cDE	43.0 \pm 3.0Bd	58.0 \pm 2.5aD	58.0 \pm 2.58Ad	40.01, 0.00
	C.	33.0 \pm 3.0bC	70.0 \pm 1.0aB	85.0 \pm 1.0aB	85.0 \pm 1.0aB	85.0 \pm 1.0aB	105.0, 0.00
Diflubenzuron	H.C.	3.0 \pm 1.91cE	10.0 \pm 3.82bcEF	19.0 \pm 1.91abE	23.0 \pm 2.51aE	25.0 \pm 1.0aE	14.65, 0.00
	C.	11.0 \pm 4.43bDE	27.0 \pm 2.5bDE	45.0 \pm 3.0aD	55.0 \pm 3.0aD	61.0 \pm 5.25aCD	28.6, 0.00
Imunit [®]	H.C.	32.0 \pm 1.6dC	52.0 \pm 3.65cC	68.0 \pm 1.63bC	85.0 \pm 1.91aB	93.0 \pm 1.91aAB	117.5, 0.00
	C.	58.0 \pm 2.0dB	77.0 \pm 4.1cB	89.0 \pm 1.0bAB	93.0 \pm 1.91abAB	100.0 \pm 0.0aA	52.85, 0.00
B.T.	H.C.	0.0 \pm 0.0cE	3.0 \pm 1.91bcF	11.0 \pm 1.91bE	20.0 \pm 2.8aE	25.0 \pm 1.91aE	30.18, 0.00
	C.	19.0 \pm 3.14dCD	37.0 \pm 3.4cCD	51.0 \pm 1.0bD	70.0 \pm 2.51aC	70.0 \pm 2.5aC	64.02, 0.00
$F_{9,30}, P$		96.07, 0.00	76.0, 0.00	234.9, 0.00	175.1, 0.00	133.0, 0.00	

Means followed by the same lower case letter in each row and upper case letter within each column are not significantly different using Tukey-Kramer (HSD) test at $P < 0.05$.

*H.C.: Half field recommended concentration, C: field recommended concentration

از روز ابتدای سم پاشی کمتر بود. در صورتی که حشره-کش‌های مورد استفاده با گذشت زمان باعث کاهش خسارت کرم برگخوار چمن شدند و درصد خسارت ۱۹ روز پس از محلول‌پاشی به طور معنی‌داری روند کاهشی داشت. به طوری که، ۱۹ روز پس از محلول‌پاشی به ترتیب کمترین درصد خسارت در کاربرد غلظت توصیه‌شده ایمونیت® (۶ درصد)، دیفلوبنزورون (۲۷ درصد) و ایندکساکارب (۲۸ درصد) بود، در صورتی که در تیمار شاهد ۹۸ درصد خسارت گزارش شد (جدول ۴).

بررسی اثر غلظت‌های توصیه شده و نیم‌غلظت حشره‌کش‌های مختلف روی کاهش خسارت کرم برگخوار چمن *S. cilium* در شرایط صحرائی

نتایج بررسی درصد خسارت کرم برگخوار چمن نشان داد که یک روز پس از محلول‌پاشی، کمترین درصد خسارت به ترتیب در کرت‌های نیم‌غلظت دیفلوبنزورون (۵۰ درصد) و شاهد (۶۶ درصد) گزارش شد. خسارت اولیه در کرت‌های محلول‌پاشی شده با نیم‌غلظت دیفلوبنزورون

جدول ۴- میانگین درصد خسارت \pm خطای معیار *Spodoptera cilium* در کرت‌های تیمار شده با حشره‌کش‌های مختلف در شرایط صحرائی

Table 4. Mean damage% \pm SE of *Spodoptera cilium* in plots treated with various insecticides in field conditions

Insecticide	*	Days after treatments							$F_{5,48}, P$
		1	3	5	9	13	17	19	
Indoxacarb	H.C.	96.0 \pm 1.0 ^{aAB}	91.0 \pm 1.0 ^{aBA}	83.0 \pm 2.0 ^{bcAB}	78.0 \pm 2.0 ^{cdA}	71.0 \pm 2.0 ^{deB}	71.0 \pm 2.0 ^{deB}	56.0 \pm 3.0 ^{fC}	29.0, 0.00
	C.	94.0 \pm 1.0 ^{aBCD}	84.0 \pm 2.0 ^{bAB}	73.0 \pm 1.0 ^{cBCD}	59.0 \pm 2.0 ^{dE}	47.0 \pm 1.0 ^{eE}	47.0 \pm 1.0 ^{eE}	28.0 \pm 0.0 ^{gF}	242.0, 0.00
Fenvalerate	H.C.	97.0 \pm 1.0 ^{aA}	90.0 \pm 1.0 ^{aA}	90.0 \pm 1.0 ^{aA}	76.0 \pm 3.0 ^{bAB}	68.0 \pm 3.0 ^{bcBC}	61.0 \pm 1.0 ^{cdBC}	53.0 \pm 2.0 ^{dCD}	36.0, 0.00
	C.	97.0 \pm 1.0 ^{aA}	88.0 \pm 0.0 ^{bA}	82.0 \pm 0.0 ^{cAB}	73.0 \pm 1.0 ^{dABCD}	63.0 \pm 0.0 ^{eBCD}	63.0 \pm 0.0 ^{eBCD}	43.0 \pm 0.0 ^{gE}	378.0, 0.00
Diflubenzuron	H.C.	50.0 \pm 2.0 ^{aF}	46.0 \pm 2.0 ^{abE}	42.0 \pm 2.0 ^{abcE}	40.0 \pm 2.0 ^{bc}	33.0 \pm 2.0 ^{cdF}	33.0 \pm 2.0 ^{cdF}	23.0 \pm 1.0 ^{dF}	17.0, 0.00
	C.	84.0 \pm 1.0 ^{aBCD}	75.0 \pm 1.0 ^{bBC}	69.0 \pm 1.0 ^{bcCD}	62.0 \pm 1.0 ^{cdDE}	57.0 \pm 1.0 ^{dDE}	57.0 \pm 1.0 ^{dDE}	27.0 \pm 1.0 ^{fF}	155.0, 0.00
Imunit®	H.C.	83.0 \pm 2.0 ^{aCD}	76.0 \pm 2.0 ^{abBC}	69.0 \pm 2.0 ^{bcD}	62.0 \pm 1.0 ^{cdCDE}	57.0 \pm 1.0 ^{deDE}	57.0 \pm 1.0 ^{deDE}	48.0 \pm 2.0 ^{eDE}	39.0, 0.00
	C.	82.0 \pm 3.0 ^{aCD}	60.0 \pm 2.0 ^{bD}	47.0 \pm 2.0 ^{cE}	30.0 \pm 2.0 ^{dF}	20.0 \pm 2.0 ^{deG}	20.0 \pm 2.0 ^{deG}	6.0 \pm 1.0 ^{fG}	133.0, 0.00
B.T.	H.C.	86.0 \pm 1.0 ^{aBCD}	83.0 \pm 2.0 ^{abABC}	80.0 \pm 1.0 ^{abcABC}	74.0 \pm 2.0 ^{bcdABC}	71.0 \pm 2.0 ^{cdB}	71.0 \pm 2.0 ^{cdB}	65.0 \pm 1.0 ^{dB}	13.0, 0.00
	C.	80.0 \pm 3.0 ^{aD}	75.0 \pm 3.0 ^{abBC}	71.0 \pm 2.0 ^{abCD}	65.0 \pm 2.0 ^{bcBCDE}	57.0 \pm 2.0 ^{cdCDE}	57.0 \pm 2.0 ^{cdCDE}	41.0 \pm 1.0 ^{eE}	26.0, 0.00
Control	-	66.0 \pm 4.0 ^{dE}	72.0 \pm 3.0 ^{cdC}	77.0 \pm 3.0 ^{bcBCD}	84.0 \pm 3.0 ^{abcA}	90.0 \pm 3.0 ^{abA}	90.0 \pm 3.0 ^{abA}	98.0 \pm 1.0 ^{aA}	13.0, 0.00
$F_{3,72}, P$		29.06, 0.00	31.0, 0.00	41.0, 0.00	40.0, 0.00	64.0, 0.00	64.0, 0.00	191.0, 0.00	

Means followed by the same lower case letter in each row and upper case letter within each column are not significantly different using Tukey-Kramer (HSD) test at $P < 0.05$.

*H.C.: Half field recommended concentration, C: field recommended concentration

بحث

در مطالعه حاضر بیشترین سمیت روی لارو سن سوم *S. cilium* به ترتیب مربوط به حشره کش های ایمونیت با مقدار LC₅₀ برابر ۲۷/۷ پی پی ام و ایندوکسا کارب ۶۰/۰ پی پی ام بود. در پژوهش حاضر بررسی سمیت روی لارو سن سوم *S. cilium* صورت گرفت که حساسیت کمتری نسبت به سن اول لاروی داشت. از طرفی، شمارش تلفات ۴۸ ساعت پس از تیمار صورت گرفت که میزان LC₅₀ دیفلوبنزورون روی لارو سن سوم ۱۳۴/۱ پی پی ام به دست آمد.

بیشتر محصولات زراعی ممکن است مورد تهاجم آفات مختلفی قرار گیرند و این حشرات به آفات اقتصادی تبدیل شده و برای مدیریت آنها، به کاربرد ترکیبی از حشره کش ها نیاز باشد.

معدلی و همکاران (Moadeli et al., 2014) تاثیر حشره کش های پایی پروکسی فن، اسپینوساد، و ایندوکسا کارب را روی لارو سن اول *S. exigua* به روش غوطه ور کردن دیسک های برگگی بررسی کردند. درصد تلفات ۴۸ ساعت پس از تیمار شمارش شد. در این مطالعه پایی پروکسی فن تاثیرزی روی لاروها کرم برگخوار نداشت که نشان دهنده اثر تاخیری این حشره کش تنظیم کننده رشد حشرات دارد. در صورتی که سمیت اسپینوساد به طور معنی داری بیشتر از ایندوکسا کارب بود.

نتایج حاضر نشان داد که کمترین اثر حشره کشی روی لارو سن سوم *S. cilium*، مربوط به حشره کش فن والریت (گروه پائرتروئیدها) بود. کاهش عملکرد فن والریت و یا کاهش حساسیت لاروهای برگخوار *S. cilium* به این حشره کش می تواند به دلیل بروز مقاومت در جمعیت کرم برگخوار نسبت به حشره کش های پائرتروئیدی باشد. زیرا حشره کش های پائرتروئیدی یکی از پرمصرف ترین گروه از حشره کش ها برای کنترل آفات مختلف در فضاهای سبز شهرستان گچساران محسوب می شوند (گزارش منتشر نشده شهرداری شهرستان گچساران). در فضای سبز شهر پادووا ایتالیا، حشره کش های پائرتروئیدی بیشترین استفاده را برای دور کردن و کنترل پشه ها دارند. از آنجا که حشره کش های پائرتروئیدی در برنامه های مکرر برای کنترل جمعیت پشه ها

در فضاهای سبز شهری استفاده می شوند، این ممکن است باعث بروز مقاومت آفات فضای سبز در برابر این گروه از حشره کش ها شود (Corcos et al., 2020). در تانزانیا، مقاومت جمعیت پشه های فعال در فضای شهری در برابر پائرتروئیدها با سرعت چشمگیری در حال افزایش است و اثربخشی برنامه های کنترلی را تهدید می کند. بنابراین، استراتژی های مدیریت مقاومت بسیار حیاتی هستند، اما این نیاز به درک عمیق مکانیسم های سازگار مقاومت دارد. اگرچه مکانیسم های مقاومت به حشره کش ها در پشه ها مورد مطالعه قرار گرفته است، اما چنین سازش هایی سازگار اغلب نتیجه منحصر به فرد فشار انتخاب ناشی از حشره کش هایی است که برای کنترل این حشرات استفاده می شود (Nkya et al., 2013). علاوه بر کاربرد حشره کش های پائرتروئیدی در فضاهای سبز شهری، کاربرد این گروه از حشره کش ها در مزارع محصولات مختلف نیز باعث بروز مقاومت در گونه های مختلف جنس *Spodoptera* شده است. به عنوان مثال، در هندوستان وضعیت مقاومت *S. litura* به حشره کش های مختلف توسط آرمز و همکاران (Armes et al., 1997) مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، ۲۲ استرین مختلف لارو برگخوار توتون، *S. litura* که از روی گیاه بادام زمینی در ۸ نقطه از ایالت آندراپرادش، هندوستان جمع آوری شده بودند، به منظور تعیین میزان مقاومت نسل F₁ به حشره کش های مختلف (فن والریت، سایپرترین، اندوسولفان، مونوکرتوفوس، و متومیل) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که *S. litura* به تمام حشره کش های مورد استفاده در جاتی از مقاومت را نشان داد که این مورد برای حشره کش فن والریت افزایش ۸ تا ۱۲۱ برابری را نشان داد. یانگیون و همکاران (Yonggyun et al., 1998) مقاومت کرم برگخوار توتون، *S. litura* به حشره کش ها را در کلم چینی مورد ارزیابی قرار دادند. جمعیت های مزرعای سطوحی از مقاومت را نسبت به حشره کش ها نشان دادند. توسعه مقاومت در جمعیت های مزرعای *S. litura*، نسبت به حشره کش های گروه پائرتروئیدی (فن والریت، سایپرترین، دلتامترین، و اتوفن پروکس) از ۱۰۰ تا ۲۷۰۰ برابر افزایش یافته بود که در مقایسه با دیگر گروه های حشره کشی

چهارم بود، در حالی که لاروهای سن سوم فقط ۳ و ۷ برابر مستعدتر از سن چهارم به سایپرترین و فن والریت بودند که به روش غوطه‌وری برگ آزمایش شدند (Rao and Swaran, 1996).

در پژوهش دیگری، مطالعه زیست‌سنجی دیمیلین (دیفلوبنزورون) علیه لاروهای *S. litura* و *Spilarctia oblique* (Walker) انجام گرفت. این آزمایش در لاروهای دو گروه سنی ۰-۲۴ ساعت و ۶ روزه گونه *S. litura* و لاروهای ۰-۲۴ ساعت و ۸ روزه *S. oblique* انجام شد. کمترین مقدار LC₅₀، ۱۵/۴۶ پی‌پی‌ام برای لاروهای ۰-۲۴ ساعت گونه *S. litura* و میزان LC₅₀ برای لاروهای ۶ روزه *S. litura* برابر با ۴۲/۱۷ پی‌پی‌ام بود. میزان LC₅₀ برای لاروهای ۰-۲۴ ساعت گونه *S. oblique*، ۴۰/۹۹ پی‌پی‌ام و برای لاروهای ۸ روزه ۴۱/۱۹ پی‌پی‌ام بود (Srivastava and Ram, 2004). در مطالعه ما، میزان LC₅₀ دیفلوبنزورون روی لارو سن سوم *S. cilium*، ۱۸۷/۸ پی‌پی‌ام به دست آمد که می‌تواند به دلیل عوامل مختلفی مانند مقاومت بیشتر این گونه نسبت به گونه‌های *S. litura* و *S. oblique* باشد.

در بررسی خسارت کرم برگخوار *S. cilium* روی چمن فضای سبز، درصد خسارت با گذشت زمان پس از محلول‌پاشی به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. به طوری که، ۱۹ روز پس از محلول‌پاشی به ترتیب کمترین درصد خسارت در کاربرد غلظت‌های توصیه شده ایمونیت* (۶ درصد)، دیفلوبنزورون (۲۷ درصد) و ایندوکساکارب (۲۸ درصد) بود، در صورتی که در تیمار شاهد ۹۸ درصد خسارت گزارش شد. مطالعه میدانی در مزرعه تنباکو در شهر تویا تک‌سینگ پاکستان انجام شد. در این بررسی، اثربخشی مقایسه‌ای سه حشره‌کش، ایندوکساکارب 150SC، متومیل 40SP و کلرپیریفوس 40EC، به ترتیب به میزان ۱۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی‌لیتر در هر ۱۰۰ لیتر آب در برابر *H. armigera* و *Spodoptera spp.* انجام شد. هر سه حشره‌کش، ایندوکساکارب، متیومیل و کلرپیریفوس تفاوت معنی‌داری بین یکدیگر در کاهش جمعیت لارو گونه‌های *H. armigera* و *Spodoptera spp.* در ۳، ۵، ۷ و ۱۵ روز پس از استفاده از حشره‌کش‌ها نداشتند. هر چند حشره‌کش

بالاترین درجه مقاومت را نشان داد. نتایج آزمایش آن‌ها نشان داد که فعالیت آنزیمی استراز و گلوکاتایون‌اس-ترانسفراز در بین جمعیت‌های مزرعه‌ای کرم برگخوار به ۲ تا ۶ برابر افزایش یافته بود. افزایش مقاومت جمعیت‌های *S. litura* به حشره‌کش‌های پایرتروئیدی از جمله فن‌والریت در پژوهش‌های و همکاران (Xie et al., 2010) نیز اثبات شده است که می‌تواند در ارتباط با افزایش مصرف این گروه از حشره‌کش‌ها در محصولات کشاورزی داشته باشد. بهاتی و همکاران (Bhatti et al., 2013) دو حشره‌کش پایرتروئید و سه حشره‌کش شیمیایی جدید در مخلوط‌های موجود در غلظت‌های کشنده سموم را در برابر لاروهای سن دوم *S. litura* تحت شرایط آزمایشگاهی با استفاده از روش غوطه‌وری برگ آزمایش کردند. مقدار LC₅₀ دلتامترین، بیفتترین، کلرفلوازورون (chlorfluazuron)، بنزوات امامکتین، و فلوندامید پس از ۴۸ ساعت به ترتیب ۱۳۳، ۷۴، ۷۳/۴، ۰/۰۸، و ۰/۳۷ میکرولیتر بر میلی لیتر محاسبه شد. مقدار LC₅₀ این حشره‌کش‌ها ۷۲ ساعت پس از تیمار ۱۰۰، ۶۵/۸، ۵۲/۰، ۰/۰۶ و ۰/۳۱ میکرولیتر بر میلی لیتر بود. در این پژوهش سموم پایرتروئید به دلیل مقادیر بالای LC₅₀ نسبت به حشره‌کش‌های شیمیایی جدید کمترین کارآیی را داشتند. این موضوع می‌تواند به دلیل بروز مقاومت لاروهای *S. litura* به حشره‌کش پایرتروئیدی دلتامترین باشد. نتایج ما با یافته‌های بهاتی و همکاران (Bhatti et al., 2013) مطابقت دارد و کمترین سمیت در پژوهش حاضر در فن‌والریت که حشره‌کشی پایرتروئیدی است گزارش شد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر حساسیت لاروهای سن دوم *S. cilium*، به همه حشره‌کش‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از لارو سن چهارم بود که نشان دهنده حساسیت بیشتر سنین پایین لاروی به حشره‌کش‌ها است.

بررسی اثر حشره‌کش‌های سایپرترین و فن‌والریت در برابر لاروهای *S. litura* نشان داد که مقادیر LC₅₀ از سن اول تا چهارم به تدریج افزایش یافته است. بر اساس مقادیر LC₅₀ سمیت سایپرترین، ۳، ۶، ۴ و ۱۰ برابر بیشتر از سمیت فن‌والریت به ترتیب برای لاروهای یک، چهار، هفت و نه روزه بود. سن دوم لاروی ۵ تا ۱۸ برابر حساس‌تر از سن

معنی داری با تیمار کینولفوس و پس از آن، اندوسولفان و لامبدا سی هالوترین کاهش یافت. بالاترین عملکرد در گیاه سویا به ترتیب در تیمارهای لامبدا سی هالوترین و پس از آن تریازوفوس ثبت شد (Dudhbale et al., 2017).

اثر *S. CAB109 (Bt) thuringiensis* علیه لارو *S. exigua* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان تلفات لاروهای سن دوم تیمار شده با غلظت‌های ۰، ۱۰^۲، ۱۰^۳، ۱۰^۴، ۱۰^۵ و ۱۰^۶ cfu بر میلی‌لیتر، ۷ روز پس از تیمار به ترتیب ۵، ۸/۳، ۱۵، ۲۳/۳، ۳۶/۷ درصد بود. میانگین وزن لاروهای تیمار شده با غلظت‌های مختلف بیان شده در بالا، ۶ روز بعد از تیمار به ترتیب ۲/۶۳، ۲/۱۹، ۲/۰۳، ۱/۸۷، ۱/۳۴ و ۰/۹۶ میلی‌گرم بود، در حالی که مدت زمان رشد این لاروها به ترتیب ۱۶/۳، ۱۶/۸، ۱۷/۵، ۱۸/۲، ۱۹/۵ و ۲۱/۲ روز بود. تیمار با *Bt* بر رشد لاروها در تمام سن‌ها به طور معنی‌داری تأثیر گذاشت (Huang et al., 2018).

ناروکار و همکاران (Narvekar et al., 2018) به بررسی تأثیر *Bt* در کنترل لاروهای سن سوم *S. litura* روی گیاهان مختلف در شرایط آزمایشگاهی پرداختند. نتایج حاصل از بررسی اثر بخشی *Bt* در برابر لاروها نشان داد که *Bt* در گیاه بامیه با ۱۰۰ درصد تلفات و به دنبال آن گیاه لوبیا چشم بلبلی با ۹۶/۶۷ درصد تلفات مؤثر بود. در حالی که *Bt* روی سیب زمینی شیرین علیه آفت مذکور کمترین کارایی را داشت و نسبت به بقیه تیمارها به میزان قابل توجهی پایین بود. بنابراین، تفاوت نتایج حاضر با سایر پژوهش‌ها می‌تواند علاوه بر گونه آفت آزمایش شده، به نوع گیاه (چمن رقم اسپورت) مربوط باشد.

در مطالعه‌ای دیگر، اثر نه حشره‌کش مصنوعی متعلق به گروه‌های مختلف شیمیایی و ۱۱ حشره‌کش با منشا گیاهی برای اثربخشی آن‌ها در برابر *S. frugiperda* (J.E. Smith) در شرایط آزمایشگاهی و گلخانه‌ای مورد آزمایش قرار گرفت. در آزمایشگاه، ۷۲ ساعت بعد از استفاده، اسپینتورام، اسپینوساد، لامبدا-سی هالوترین و لامبدا-سی هالوترین+ کلران ترانیلی پرول بیش از ۹۰ درصد تلفات روی لارو ایجاد

ایندوکساکارب، از نظر کاهش جمعیت لاروها بهتر از کلرپیریفوس و متومیل بود (Ahmed et al., 2004).

تلاش‌های زیادی برای کاهش عوارض جانبی، استفاده بیش از حد از حشره‌کش‌های مصنوعی علیه *S. exigua* و استفاده از مواد کنترل‌کننده مؤثر و ایمن از جمله حشره‌کش‌های مختلف میکروبی انجام شد. در بررسی مزرعه ای اثر سه حشره‌کش، حشره‌کش فسفره کلرناپیر (Box[®]) به طور معنی‌داری توانست باعث کاهش جمعیت لارو و تخم *S. exigua*، ۱ روز پس از محلول‌پاشی شود. در صورتی که حشره‌کش‌های آزادیراختین (Neem Azal[®]) و *Bt* (Liponex plus[®]) به ترتیب ۵ و ۷ روز پس از محلول‌پاشی باعث کنترل لارو *S. exigua* شدند که نشان بر تاثیر و سمیت تاخیری سموم گیاهی و میکروبی در مقایسه با سموم شیمیایی دارد (Darabian and Yarahmadi, 2017). مقادیر LC₅₀ برای حشره‌کش‌های متوکسی فنوزاید، لوفنوران و فلوفنو کسوران در روش غوطه ور کردن دیسک‌های برگ‌گی روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندر قند *S. exigua* ۱۴۴ ساعت پس از تیمار (۶ روز) به ترتیب ۱/۳۰۲، ۰/۴۲۷ و ۳/۵۱۰ میلی‌گرم ماده موثر در لیتر به دست آمد (Sheikhzadeh et al., 2014).

در هندوستان، بررسی اثرات زیستی نه حشره‌کش مدرن در شرایط مزرعه‌ای در برابر *S. litura* در گیاه بادام زمینی نشان داد که به ترتیب حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات ۰/۰۰۵ درصد، کلرپیریفوس ۰/۰۵ درصد، سایپرترین ۰/۰۱۶ درصد و کلرانترانیلیپیرال ۰/۰۰۶ موثرترین بودند. از طرف دیگر، ایندوکساکارب ۰/۰۰۸ درصد و اسپینوساد ۰/۰۰۹ درصد، کمترین اثربخشی را در کاهش جمعیت *S. litura* داشتند (Kumar et al., 2015).

اثربخشی کلرانترانیلیپیرول، کینولفوس، لامبدا-سی-هالوترین، دیفلوبنوزورون، اندوسولفان، تریازوفوس و ایندوکساکارب در غلظت توصیه شده در گیاهان توتون، تنباکو و سویا که آلوده به *S. litura* بودند، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جمعیت لارو برگ‌خوار به طور

². Colony-forming unit

¹. Chlorfenapyr

برگخوار چمن داشتند. هر چند برای حشره کش‌های دیفلوبنزون و بی تی مدت زمانی بیشتری نیاز است تا سمیت خود را روی لارو نشان دهند. همچنین، نتایج نشان داد که حشره کش‌های مورد آزمایش در نیم غلظت توصیه شده نیز کارایی خوبی در کنترل آفت داشتند. با توجه به این که حشره کش‌ها باید در فضای سبز و پارک‌ها برای کنترل کرم برگخوار چمن استفاده شوند، از این رو، کاربرد این حشره کش‌ها در نیم غلظت ضمن کاهش میزان حشره کش مورد استفاده و هزینه، خطرات کمتری روی محیط زیست و انسان دارد. بنابراین توصیه می‌شود از کاربرد مداوم یک نوع حشره کش در غلظت‌های بالا خودداری شود و در کنترل شیمیایی آفت از حشره کش‌هایی با نحوه تاثیر متفاوت، به طور متناوب استفاده شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از آقای دکتر مهدی اسفندیاری برای شناسایی گونه *Spodoptera cilium* Guenée تقدیر و تشکر دارد. همچنین، از دانشگاه شهید چمران اهواز برای حمایت از این پژوهش کمال تقدیر دارد.

کردند. مالاتیون فعالیت متوسطی داشت و ۷۲ ساعت پس از تیمار باعث تلفات ۵۱/۷ درصد شد، در حالی که حشره کش کارباریل کمترین اثر را به طور معنی داری داشت و ۷۲ ساعت پس از تیمار باعث ۲۸ درصد تلفات شد. در آزمایش گلخانه‌ای، تمام حشره کش‌های مصنوعی، باعث کاهش خسارت شاخ و برگ ذرت در مقایسه با گروه شاهد شدند. در میان حشره کش‌هایی با منشا گیاهی آزمایش شده، فلفل پروئی *Schinus molle* L.، چریش *Azadirachta indica* A. Juss و سرخاب کولی *Phytolacca decandra* L. ۷۲ ساعت پس از تیمار درصد تلفات زیادی (≥۹۵٪) روی لاروها داشتند. برگ‌های گیاهان تیمار نشده در مقایسه با گیاهانی که با حشره کش‌های مصنوعی و منشا گیاهی تیمار شدند، توسط لاروهای آفت بیشتر آسیب دیدند. نتایج این آزمایش نشان داد که حشره کش‌های مصنوعی و منشا گیاهی با داشتن کارایی بالا در برابر لاروهای *S. frugiperda* می‌توانند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفت مذکور استفاده شوند (Sisay et al., 2019).

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، حشره کش‌های ایمونیت[®] و ایندوکساکارب کارایی بالایی در کنترل مرحله لاروی کرم

References

- Ahmad, I. and Kamaluddin, S. 1987. Morphology, biology, nature of damage and control of rice swarming caterpillars of the genus *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) from Pakistan. **Proceedings of Pakistan Congress of Zoology** 7: 167-175.
- Ahmed, S., Rashad, M., Irfanullah, R. and Rauf, I. 2004. Comparative efficacy of some insecticides against *Helicoverpa armigera* Hub. and *Spodoptera* spp. on tobacco. **International Journal of Agriculture and Biology** 6(1): 93-95.
- Armes, N. J., Wightman, J. A., Jadhav, D. R. and Rao, G. V. 1997. Status of insecticide resistance in *Spodoptera litura* in Andhra Pradesh, India. **Pesticide Science** 50: 240-248.
- Bhatti, S. S., Munir, A., Yousaf, K. and Naeem, M. 2013. Pyrethroids and new chemistry insecticides mixtures against *Spodoptera litura* (Noctuidae: Lepidoptera) under laboratory conditions. **Asian Journal of Agriculture and Biology** 1(2): 45-50.
- Brown, E. S. and Dewhurst, C. F. 2009. The genus *Spodoptera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Africa and the near east. **Bulletin of Entomological Research** 62(2): 221-262
- Casida, J. E. and Quistad, G. B. 1998. Golden age of insecticide research: past, present, or future. **Annual Review of Entomology** 43: 1-16.
- Corcos, D., Mazzon, L., Cerretti, P., Mei, M., Giussani, E., Drago, A. and Marini, L. 2020. Effects of natural pyrethrum and synthetic pyrethroids on the tiger mosquito, *Aedes albopictus* (Skuse) and non-target flower-visiting insects in urban green areas of Padua, Italy. **International Journal of Pest Management** 66: 215-221.

- Darabian, K. and Yarahmadi, F.** 2017. Field efficacy of azadirachtin, chlorfenapyr, and *Bacillus thuringiensis* against *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) on sugar beet crop. **Journal of Entomological Research Society** 19(3): 45-52.
- Demirezer, P.** 2006. Studies on lepidopteran species (moths) in different habitats and their biodiversity in Balcali (Adana), Msc thesis). University of Çukurova, Adana, Turkey. (In Turkish with English abstract)
- Dudhbale, C., Surpam, A., Kothikar, R. and Koche, M.** 2017. Bio-efficacy of chemical insecticides against *Spodoptera litura* infesting soybean. **American Journal of Entomology** 1(1): 16-18.
- Ebert, G. and Hacker, H.** 2002. Beitrag zur Fauna der Noctuidae des Iran: Verzeichnis der bestände im staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe, taxonomische Bemerkungen und beschreibung neuer Taxa. **Esperiana** 9: 237-409.
- Finney, D. J.** 1971. Probit Analysis, third ed. Cambridge University Press, London.
- Gaaboub, I., Halawa, S. and Rabiha, A.** 2012. Toxicity and biological effects of some insecticides, IGRs and Jojoba oil on cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). **Journal of Applied Sciences Research** 2: 5161-5168.
- Gamil, W., Mariy, F., Youssef, L. and Halim, S. A.** 2011. Effect of indoxacarb on some biological and biochemical aspects of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) larvae. **Annals of Agricultural Sciences** 56(2): 121-126.
- Heinrichs, E. A. and Barrion, A. T.** 2004. Rice-feeding insects and selected natural enemies in West Africa: Biology, ecology, identification. Los Baños: International Rice Research Institute and Abidjan (Côte d'Ivoire). WARDA-The Africa Rice Center 243.
- Huang, S., Xiangguo, L., Guangchun, L. and Dayong, J.** 2018. Effect of *Bacillus thuringiensis* CAB109 on the growth, development, and generation mortality of *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera; Noctuidae). **Egyptian Journal Biological Pest Control** 28(19): 1-5.
- Korrat, E., Abdelmonem, A. E., Helalia, A. A. R. and Khalifa, H. M. S.** 2012. Toxicological study of some conventional and nonconventional insecticides and their mixtures against cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals Agricultural Sciences** 57: 145-152.
- Kumar, N. N., Acharya, M. F., Srinivasulu, D. V. and Sudarshan, P.** 2015. Bioefficacy of Modern Insecticides against *Spodoptera litura* Fabricius on Groundnut. **International Journal of Agriculture Innovations and Research** 4(3): 2319-1473.
- Mekhlif, A. F.** 2007. Efficacy of enriched melia and zedarach L. extract on immature stages of the pest *Spodoptera ciliatum* latebros (Guerine) (Lepidoptera: Noctuidae). **Tikrit Journal of Plant Pathology and Applied Sciences** 3(1): 63 - 65
- Moadeli, T., Hejazi, M. J. and Golmohammadi, G.** 2014. Lethal effects of pyriproxyfen, spinosad, and indoxacarb and sublethal effects of pyriproxyfen on the 1st instars larvae of beet armyworm, *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in the laboratory. **Journal of Agricultural Science and Technology** 16: 1217-1227.
- Narvekar, P. F., Mehendale, S. K., Karmarkar, M. S., Desai, S. D. and Golvankar, G. M.** 2018. Effect of BT on third instar larvae against *Spodoptera litura* (Fab.) on different host plants under laboratory condition. **International Journal of Chemical Studies** 6(6): 899-901.
- Nkya, T.E., Akhouayri, I., Kisinza, W. and David, J. P.** 2013. Impact of environment on mosquito response to pyrethroid insecticides: Facts, evidences and prospects. **Insect Biochemistry and Molecular Biology** 43: 407-416.
- Noorbakhsh, S.** 2018. List of important pests, diseases, and weeds of major agricultural crops, pesticides and recommended methods for their control. Ministry of Agriculture Jihad and Plant Protection Organization. 209 p. (In Persian).
- Nukala Naveen, K., Acharya, M. F., Srinivasulu, D. V. and Sudarshan, P.** 2015. Bioefficacy of modern insecticides against *Spodoptera litura* Fabricius on groundnut. **International Journal of Agriculture Innovations and Research** 4(3): 2319-1473.
- Patil, R.** 2014. Bio-efficacy of new insecticide molecule Dimilin 48 SC against tobacco caterpillar, *Spodoptera litura* (Fab.) (Noctuidae: Lepidoptera) in tomato. Paper presented at the 3rd International Conference on Agriculture & Horticulture, Hyderabad International Convention Centre, India, p. 107.

- Rao, G. R. and Swaran, D.** 1996. Relative susceptibility of different larval instar of *Spodoptera litura* some synthetic pyrethroids. **Jornal of Entomological Research** 20(2): 103- 108
- Rasool Khan, R., Ahmed, S. and Nisar, S.** 2011. Mortality responses of *Spodoptera litura* (FAB) against some conventional and new chemistry insecticides under laboratory condition. **Pakistan Entomologist** 33(2): 147-150.
- Seraj, A. A.** 2011. Principles of Plant Pests Control. Ayneband, A. and Ashouri, A. (Eds.), Shahid Chamran University of Ahvaz. 754 p.
- Shahreyari-Nejad, S.** 2017. Study of the Noctuidae fauna in parts of Khuzestan and Kerman provinces with identification of important pest species through DNA barcoding. PhD thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz. 196 pp.
- Sheikhzadeh, B., Hejazi, M. J. and Karimzadeh, R.** 2014. The effect of three insecticides on methoxyfenoside, lofnoran and fluofnoxoran on sugar beet leaf eater, *Spodoptera exigua* (Lep: Noctuidae) in laboratory conditions. **Journal of Entomological Society of Iran** 34(1): 1-8.
- Sisay, B., Tefera, T., Wakgari, M., Ayalew, G. and Mendesil, E.** 2019. The Efficacy of selected synthetic insecticides and botanicals against fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in maize. **Insects** 10: 45.
- Srivastava, K. and Ram, S.** 2004. Toxicity of diflubenzuron against *Spodoptera litura* FAB. and *Spilarctia obliqua* Walk. **Indian Journal of Entomology** 66(4): 354- 356.
- Tong, H., Su, Q., Zhou, X. and Bai, L.** 2013. Field resistance of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) to organophosphates, pyrethroids, carbamates and four newer chemistry insecticides in Hunan, China. **Journal of Pest Science** 86: 599-609.
- Unlu, L. and Kornosor, S.** 2003. *Sanliurfa ilinde* saptanan noctuidae (lepidoptera) familyasi turleri ve morfolojik ozellikleri [Determination of the species of noctuidae (lepidoptera) family in Sanliurfa and morphological characteristics]. **Harran University Journal of Faculty of Agriculture** 7: 19–28.
- Xie, SH., Liang, Y. P., Lin, Z. F., Li, H. and Ji, X. C.** 2010. The toxicity and control efficiency of 9 insecticides to *Spodoptera litura*. **Plant Protection** 36: 175–177.
- Yonggyun, K., Cho, J. R., Lee, J., Kang, S., Han, S. C., Hong, K. J., Kim, H. S., Yoo, J. K. and Lee, J. O.** 1998. Insecticide resistance in the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology** 1: 115-122.
- Zhu, Q., He, Y., Yao, J., Liu, Y., Tao, L. and Huang, Q.** 2012. Effects of sublethal concentrations of the chitin synthesis inhibitor, hexaflumuron, on the development and hemolymph physiology of the cutworm, *Spodoptera litura*. **Journal of Insect Science** 12: 1-13.

Plant Pest Research
2020- 10(3): 1-15

Research paper

Efficacy of different insecticides in control of *Spodoptera cilium* in laboratory and field conditions

M. Hatami, A. A. Seraj*, M. Ziaee and M. Mehrabi-Koushki

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

(Received: June 22, 2020- Accepted: September 27, 2020)

Abstract

Spodoptera cilium Guenee is one of the pests of grasses in the landscape of the southern regions of Iran and many countries of the world. In this study, the effects of some insecticides, including, indoxacarb, fenvalerate, diflubenzuron, Imunit® (Alpha Cypermethrin +Teflubenzuron) and Bt were investigated against larvae of *S. cilium* in laboratory and field conditions. The laboratory bioassays were performed by leaf dipping method at 25°C, 60±5% RH, and 16:8 light: dark conditions. The results indicated the LC₅₀ values from low to high of imunit®, indoxacarb, diflubenzuron and fenvalerate, 48 h after larvae exposure were 27.7, 60, 187.8 and 1057.0 ppm, respectively. In the second experiment, grass leaves were treated with recommended and half recommended concentration of tested insecticides using leaf dipping method. Then, the mortality of second and fourth instar larvae were counted daily up to five days. A day after exposure, the highest mortality percentage of the second instar larvae was related to the recommended concentration of indoxacarb, fenvalerate and imunit®, respectively, with 99.0±1.0, 92.0±2.3 and 89.0±1.0%, respectively. In this time, the highest mortality level of fourth instar larvae was related to the recommended concentration of imunit® and indoxacarb with the mortality of 58.0±2.0% and 56.0±5.9%, respectively. The greatest reduction in the damage percentage in the field test was reported 19 days after spraying is related to the recommended concentration of indoxacarb, and imunit® with 6.0±1.0 and 28.0±0.0%, respectively. According to our results, imunit and indoxacarb have been shown to control the population and reduce the damage of *S. cilium*, and can be used in this pest control programs.

Key words: Grass, insecticides, *Spodoptera cilium*, control

*Corresponding author: seraja@gmail.com