تحقیقات آفات گیاهی
۱۰(۳): ۱-۱۵ -۱۳۹۹

علمی پژوهشی

کارآیی چند حشره‌کش در کنترل برگخوار چمن *Spodoptera cilium* در شرایط آزمایشگاه و مزرعه

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

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

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

چکیده

پروانه برگخوار چمن، *Spodoptera cilium* Guenée یکی از آفات چمن در فضای سبز مناطق جنوبی ایران و بسیاری از کشورهای جهان است. در این پژوهش، اثر چند حشره‌کش شامل ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت® و بی‌تی در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی علیه لاروهای کرم برگخوار چمن مورد بررسی قرار گرفت. زیست‌سنجی‌های آزمایشگاهی روی لاروهای سن سوم با روش غوطه‌ورسازی برگ در محلول سمی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد، دوره نوری ۱۶:۸ ساعت انجام شد. نتایج نشان داد مقادیر LC_{50} از کم به زیاد مربوط به حشره‌کش‌های ایمونیت® (آلفاسایپرمترین+ تفلوبنزورون)، ایندوکساکارب، دیفلوبنزورون و فن‌والریت، ۴۸ ساعت پس از تیمار به ترتیب ۲۷/۷، ۶۰، ۱۸۷/۸ و ۱۰۵۷/۰ پی‌پی‌ام بود. در آزمایش دوم، برگ‌های چمن به روش غوطه‌ورسازی برگ در غلظت‌های توصیه شده حشره‌کش‌ها و نصف آن‌ها تیمار شدند. سپس، 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، فن‌والریت و ایمونیت® به ترتیب با میانگین ۱/۰ ±۹۹/۰، ۲/۳ ±۹۲/۰، و ۱/۰ ±۸۹/۰ درصد بود؛ در همین زمان بیشترین درصد تلفات لارو سن چهارم به ترتیب توسط غلظت کشنده ایمونیت® و ایندوکساکارب با میانگین ۲/۰ ±۵۸/۰ و ۵/۹ ±۵۶/۰ درصد بود. بیشترین کاهش درصد خسارت در آزمایش صحرایی، ۱۹ روز پس از سمپاشی به ترتیب در غلظت توصیه شده ایمونیت® و ایندوکساکارب و ۱/۰ ±۶/۰ و ۰/۰ ±۲۸/۰ درصد بود. با توجه به نتایج، حشره‌کش‌های ایمونیت® و ایندوکساکارب به خوبی توانستند باعث کنترل جمعیت و کاهش خسارت *S. cilium* شوند و می‌توانند در برنامه‌های کنترل این آفت استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: چمن، حشره‌کش، *Spodoptera cilium*، کنترل

*نویسنده مسئول: seraja@gmail.com

مقدمه

پروانه برگخوار چمن *Spodoptera cilium* (Guerine)(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. cilium* 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 شفیره 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 متوکسی‌فنوزاید، لوفنورون و فلوفنوکسوران روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندر قند *Spodoptera exigua* (Hübner) به عنوان یکی از آفات مهم گیاهان زراعی، مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش زیست‌سنجی با استفاده از دو روش غوطه‌ور کردن دیسک‌های برگی و تیمار غذای مصنوعی انجام شد و نتایج ۱۴۴ ساعت بعد از تیمار ثبت شد. 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. 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 (LC_{50}) 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[1] (لوفنورون) و دو ترکیب زیستی پروتکتو®[2] (فرمولاسیون پودر وتابل *Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki) و روغن گیاهی فندق وحشی، جوجوبا[3] با نام علمی (*Simmondsia chinensis* (Link)) را روی لاروهای سن دوم و چهارم *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. با توجه به مقادیر LC_{50} فن‌والریت بیشترین سمیت را روی لاروها داشت. به طوری‌که مقدار LC_{50} کلرپیریفوس، فن‌والریت، لوفنورون، پروتکتو® 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 حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت® و

[1]. Insect Growth Regulator (IGR)
[2]. Protecto®
[3]. Jojoba

بی‌تی 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 صحرایی بررسی شد. در صورتی‌که 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 ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی روی برگ چمن اسپورت (*Lolium perenne* ۴۵٪، *Lolium perenne* Ultra ۳۵٪، Bokser *Festuca rubra* Reverent ۱۰٪، *Poa pratensis* ۱۰٪) 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 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 SC15% (آوانت®[1]) حشره‌کش تماسی گوارشی و از شرکت آریو پالیز تهیه شد. ایندوکساکارب در طبقه‌بندی ایراک (IRAC[2]) در گروه 22A قرار گرفته است که مربوط به گروه سموم عصبی مهارکننده های کانال سدیم و زیر گروه اکسادیازون[3]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 چغندرقند توصیه شده است، انتخاب شد.

فن‌والریت EC20% (سومیسیدین®[4]) از شرکت کاوش کیمیای کرمان تهیه شد. فن‌والریت در طبقه‌بندی IRAC در گروه 3A قرار گرفته است که مربوط به گروه سموم عصبی تعدیل کننده 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 این رو، 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 چغندرقند توصیه شده است، انتخاب شد.

دیفلوبنزورون SC48% (دیمیلین®[5]) از شرکت Agriphar بلژیک تهیه شد. دیفلوبنزورون در طبقه‌بندی

[1]. Avaunt®
[2]. Insecticide Resistance Action Committee
[3]. Oxadiazines
[4]. Sumicidin®
[5]. Dimilin®

IRAC در گروه 15 قرار گرفته است که مربوط به گروه تنظیم‌کننده‌های رشد حشرات و بازدارنده سنتز کیتین و زیر گروه بنزول‌اوره[1]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 میلی لیتر در هکتار است که معادل ۱۰۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام به کار گرفته شد.

آلفاسایپرمترین+ تفلوبنزورون[2] SC15% (ایمونیت®) 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 تعدیل کننده 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® بر اساس نظر نوربخش (Noorbakhsh, 2018) که برای کنترل *Helicoverpa obsolete* (*Helicoverpa armigera* (Hub.)) در Auctorum سبزی و جالیز توصیه شده است، به ترتیب ۷۵۰ (۰/۷۵ در هزار) و ۳۷۵ پی‌پی‌ام است.

بی‌تی SC (بیولپ®[3]) حشره‌کش بیولوژیک (باکتری)، از شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا[4]تهیه شد. بی‌تی در طبقه-بندی 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 برچسب و به ترتیب ۱۲۵۰ و ۶۲۵ میلی لیتر در هکتار است که معادل ۲۵۰۰ و ۱۲۵۰ پی‌پی‌ام در نظر گرفته شد.

تعیین غلظت کشنده (LC_{50}) حشره‌کش‌های مختلف روی لارو سن سوم برگخوار چمن *S. cilium* به روش غوطه‌ورسازی برگ

برای بررسی سمیت حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، و ایمونیت® از روش زیست‌سنجی غوطه‌ورسازی برگ[5]استفاده شد. آزمایش ایندوکساکارب، فن‌والریت و ایمونیت® 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® ۵۰، ۹۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۸۰پی‌پی‌ام 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

[1]. Benzoylureas
[2]. Alpha Cypermethrin +Teflubenzuron
[3]. Biolep
[4]. Biorun
[5]. Leaf dipping

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

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

غلظت‌ها و نیم غلظت‌های توصیه شده حشره کش‌های مورد استفاده، تهیه شد و مشابه آزمایش قبل از روش غوطه‌ورسازی برگ برای انجام زیست سنجی‌های آزمایشگاه استفاده شد. از آب مقطر به عنوان تیمار شاهد استفاده شد و آزمایش‌ها ۴ بار تکرار شد. برگ‌های چمن (دو گرم به ازای هر تکرار) در محلول‌های سم غوطه‌ور شدند و به مدت ۱ ساعت روی کاغذ صافی در فضای باز گذاشته شدند تا خشک شوند. سپس، برگ‌ها درون ظروف آزمایش (ظرف پتری با قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر) گذاشته و با استفاده از یک قلم موی ظریف، تعداد ۲۵ عدد از لاروهای سن دوم و چهارم به طور جداگانه روی برگ‌ها رهاسازی شدند. درپوش ظروف برای ایجاد تهویه با تور پوشانده شد. پس از ۲۴ ساعت، برگ‌های سالم و عاری از حشره‌کش در اختیار لاروها گذاشته شد و برگ‌ها هر ۲۴ ساعت یکبار تعویض شد. تلفات لاروها روزانه تا پنج روز شمارش شد. آزمایش در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد، دروه نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام شد.

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

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های 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، سم‌پاش پشتی ۲۰ لیتری مورد استفاده در این آزمایش کالیبره شد. سپس، کرت‌های چمن به طول ۱/۵ متر و عرض ۱ متر (مساحت ۱/۵ متر مربع) توسط غلظت‌ها و نیم غلظت‌های مورد استفاده حشره‌کش‌ها محلول‌پاشی شدند. خسارت لاروهای کرم برگخوار، ۱، ۳، ۵، ۹، ۱۳، ۱۷ و ۱۹ روز پس از سم پاشی تخمین زده شد. برای تیمار شاهد از آب‌پاشی استفاده شد. برای تعیین درصد خسارت از روش سراج (Seraj, 2011) استفاده شد و برای این منظور، نسبت مساحت خسارت‌دیده به مساحت کل کرت محاسبه شد. لکه‌های کچلی و فاقد چمن در هر کرت به صورت دایره، مربع یا مستطیل در نظر گرفته شد و مساحت این لکه‌ها در همه کرت‌ها در روزهای ذکر شده اندازه‌گیری شد. سپس، به مساحت کل (۱/۵ متر مربع) نسبت گرفته شد و به صورت درصدی از کل گزارش شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

محاسبه مقدار LC_{30}، LC_{50} و حدود اطمینان ۹۵٪ به روش پروبیت انجام شد (Finney, 1971). در صورت وجود تلفات در تیمار شاهد، اصلاح داده‌ها با فرمول آبوت صورت گرفت (Abbott, 1925). نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Shapiro-Wilk مورد بررسی قرار گرفت. در صورت نرمال نبودن داده‌ها، تغییر شکل داده‌ها به $\text{Arcsin}\sqrt{X}$ صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌های آزمایشگاهی در طرح فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و آزمایش‌های مزرعه‌ای در طرح فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 انجام شد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام شد (SPSS, 2007).

نتایج

تعیین غلظت کشنده (LC_{50}) حشره‌کش‌های مختلف روی لارو سن سوم برگخوار چمن *S. cilium* به روش غوطه‌ورسازی

نتایج حاصل از آزمایش اثر حشره‌کش‌ها روی لاروهای سن سوم کرم برگخوار چمن به روش غوطه‌ور سازی برگ‌های چمن در جدول ۱ آورده شده‌است. مقایسه مقادیر LC_{50} و حدود اطمینان چهار حشره‌کش در روش غوطه‌ورسازی نشان داد که فن والریت با LC_{50} برابر ۱۰۵۷/۰ پی‌پی‌ام کمترین سمیت و ایمونیت® با میزان LC_{50} ۲۷/۷ پی‌پی‌ام، بیشترین سمیت را برای لاروهای سن سوم برگخوار چمن داشتند (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر LC_{30}، LC_{50} و حدود اطمینان حشره‌کش‌های مورد آزمایش روی لاروهای سن سوم *Spodoptera cilium* به روش غوطه‌ور 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 ± SE	Chi square	LC_{30} (ppm) (CL)	LC_{50} (ppm) (CL)	*P* value
Indoxacarb	48	3	375	1.14 ± 0.35	0.09	20.0 (3.0-36.0)	60.0 (32.0-100)	0.99
Fenvalerate	48	3	375	3.61 ± 0.86	1.90	758.0 (591.0-890.0)	1057.0 (902.0-1253.0)	0.40
Diflubenzuron	48	2	300	3.50 ± 0.98	3.30	134.1 (93.1-158.9)	187.8 (158.4-242.4)	0.18
Diflubenzuron	72	2	300	3.16 ± 0.94	4.76	106.1 (53.6-132.6)	155.4 (119.5-190.9)	0.09
Imunit®	48	3	375	0.01 ± 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

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

در جدول ۲ میانگین درصد تلفات ± خطای معیار در لارو سن دوم *S. cilium* تیمار شده با غلظت و نیم غلظت حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت® و بی‌تی، 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 صورتی‌که نیم‌غلظت این حشره‌کش باعث ۸۴ درصد تلفات شد. در این فاصله زمانی، بین کاربرد غلظت توصیه شده ایندوکساکارب و فن‌والریت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و فن‌والریت باعث ۹۲ درصد تلفات روی لارو سن دوم شد؛ هر چند نیم‌غلظت این حشره‌کش 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 صورتی‌که کمترین درصد تلفات، ۵ روز پس از تیمار در کاربرد نیم‌غلظت بی‌تی (۵۵ درصد) گزارش شد (جدول ۲).

جدول ۳ میانگین درصد تلفات ± خطای معیار در سن چهارم لاروی *S. cilium* تیمار شده با غلظت و نیم‌غلظت حشره‌کش‌های ایندوکساکارب، فن‌والریت، دیفلوبنزورون، ایمونیت® و بی‌تی، 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 معنی‌داری مشاهده نشد. در صورتی‌که نیم‌غلظت 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 نیم‌غلظت ایمونیت® و ایندوکساکارب به ترتیب باعث ۹۳ و ۹۹ درصد تلفات روی لارو سن چهارم شدند که با کاربرد غلظت توصیه شده تفاوت معنی‌داری نداشتند. در صورتی‌که کمترین درصد تلفات، ۵ روز پس از تیمار در کاربرد نیم‌غلظت دیفلوبنزورون (۲۵ درصد)، و بی‌تی (۲۵ درصد) مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین درصد تلفات± خطای معیار لارو سن دوم *Spodoptera cilium* روی چمن تیمار شده با حشره‌کش‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی

Table 2. Mean mortality% ± SE of second instar larvae of *Spodoptera cilium* 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±1.6bB	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	96.0, 0.00
	C.	99.0±1.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	1.0, 0.4
Fenvalerate	H.C.	68.0±4.0bC	94.0±1.5aAB	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	55.6, 0.00
	C.	92.0±2.3bAB	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	12.0, 0.01
Diflubenzuron	H.C.	5.0±1.9cE	10.0±2.0Ce	34.0±2.0bD	69.0±4.1aB	76.0±4.3aB	107.2, 0.00
	C.	11.0±1.9cE	80.0±5.8bBC	94.0±2.5aAB	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	158.6, 0.00
Imunit®	H.C.	53.0±5.5dD	74.0±2.5cC	85.0±1.9bcBC	97.0±1.9abA	100.0±0.0aA	41.2, 0.00
	C.	89.0±1.0cAB	95.0±1.9bAB	99.0±1.0abA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	19.6, 0.00
B.t.	H.C.	0.0±0.0cE	19.0±4.4bE	27.0±1.9bD	54.0±3.8aC	55.0±3.4aC	56.2, 0.00
	C.	9.0±1.0dE	54.0±6.2cD	81.0±4.1bC	99.0±1.0aA	99.0±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 ± خطای معیار لارو سن چهارم *Spodoptera cilium* روی چمن تیمار شده با حشره‌کش‌های مختلف در شرایط آزمایشگاهی

Table 3. Mean mortality% ± SE of fourth instar larvae of *Spodoptera cilium* 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±3.4cC	72.0±5.16bB	93.0±1.91aAB	98.0±1.0aA	99.0±1.0aA	93.66, 0.00
	C.	56.0±5.88cB	78.0±4.76bB	98.0±1.1abA	100.0±0.0aA	100.0±0.0aA	31.9, 0.00
Fenvalerate	H.C.	11.0±1.91cDE	25.0±5.2cDE	43.0±3.0Bd	58.0±2.5aD	58.0±2.58Ad	40.01, 0.00
	C.	33.0±3.0bC	70.0±1.0aB	85.0±1.0aB	85.0±1.0aB	85.0±1.0aB	105.0, 0.00
Diflubenzuron	H.C.	3.0±1.91cE	10.0±3.82bcEF	19.0±1.91abE	23.0±2.51aE	25.0±1.0aE	14.65, 0.00
	C.	11.0±4.43bDE	27.0±2.5bDE	45.0±3.0aD	55.0±3.0aD	61.0±5.25aCD	28.6, 0.00
Imunit®	H.C.	32.0±1.6dC	52.0±3.65cC	68.0±1.63bC	85.0±1.91aB	93.0±1.91aAB	117.5, 0.00
	C.	58.0±2.0dB	77.0±4.1cB	89.0±1.0bAB	93.0±1.91abAB	100.0±0.0aA	52.85, 0.00
B.T.	H.C.	0.0±0.0cE	3.0±1.91bcF	11.0±1.91bE	20.0±2.8aE	25.0±1.91aE	30.18, 0.00
	C.	19.0±3.14dCD	37.0±3.4cCD	51.0±1.0bD	70.0±2.51a**C**	70.0±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

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

نتایج بررسی درصد خسارت کرم برگخوار چمن نشان داد که یک روز پس از محلول پاشی، 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 از روز ابتدای سم پاشی کمتر بود. در صورتی‌که 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 طوری‌که، 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 صورتی‌که در تیمار شاهد ۹۸ درصد خسارت گزارش شد (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین درصد خسارت ± خطای معیار *Spodoptera cilium* در کرت‌های تیمار شده با حشره‌کش‌های مختلف در شرایط صحرایی

Table 4. Mean damage% ±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±1.0^{aAB}	91.0±1.0^{aBA}	83.0±2.0^{bcAB}	78.0±2.0^{cdA}	71.0±2.0^{deB}	71.0±2.0^{deB}	56.0±3.0^{fC}	29.0, 0.00
	C.	94.0±1.0^{aBCD}	84.0±2.0^{bAB}	73.0±1.0^{cBCD}	59.0±2.0^{dE}	47.0±1.0^{eE}	47.0±1.0eE	28.0±0.0^{gF}	242.0, 0.00
Fenvalerate	H.C.	97.0±1.0^{aA}	90.0±1.0^{aA}	90.0±1.0^{aA}	76.0±3.0^{bAB}	68.0±3.0^{bcBC}	61.0±1.0^{cdBC}	53.0±2.0^{dCD}	36.0, 0.00
	C.	97.0±1.0^{aA}	88.0±0.0^{bA}	82.0±0.0^{cAB}	73.0±1.0^{dABCD}	63.0±0.0^{eBCD}	63.0±0.0^{eBCD}	43.0±0.0^{gE}	378.0, 0.00
Diflubenzuron	H.C.	50.0±2.0^{aF}	46.0±2.0^{abE}	42.0±2.0^{abcE}	40.0±2.0^{bC}	33.0±2.0^{cdF}	33.0±2.0^{cdF}	23.0±1.0^{dF}	17.0, 0.00
	C.	84.0±1.0^{aBCD}	75.0±1.0^{bBC}	69.0±1.0^{bcCD}	62.0±1.0^{cdDE}	57.0±1.0^{dDE}	57.0±1.0^{dDE}	27.0±1.0^{fF}	155.0, 0.00
Imunit®	H.C.	83.0±2.0^{aCD}	76.0±2.0^{abBC}	69.0±2.0^{bcD}	62.0±1.0^{cdCDE}	57.0±1.0^{deDE}	57.0±1.0^{deDE}	48.0±2.0^{eDE}	39.0, 0.00
	C.	82.0±3.0^{aCD}	60.0±2.0^{bD}	47.0±2.0^{cE}	30.0±2.0^{dF}	20.0±2.0^{deG}	20.0±2.0^{deG}	6.0±1.0^{fG}	133.0, 0.00
B.T.	H.C.	86.0±1.0^{aABCD}	83.0±2.0$_{abABC}$	80.0±1.0^{abcABC}	74.0±2.0^{bcdABC}	71.0±2.0^{cdB}	71.0±2.0^{cdB}	65.0±1.0^{dB}	13.0, 0.00
	C.	80.0±3.0aD	75.0±3.0^{abBC}	71.0±2.0^{abCD}	65.0±2.0^{bcBCDE}	57.0±2.0^{cdCDE}	57.0±2.0^{cdCDE}	41.0±1.0^{eE}	26.0, 0.00
Control	-	66.0±4.0^{dE}	72.0±3.0^{cdC}	77.0±3.0^{bcBCD}	84.0±3.0^{abcA}	90.0±3.0^{abA}	90.0±3.0^{abA}	98.0±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 حشره‌کش‌های ایمونیت با مقدار LC_{50} برابر ۲۷/۷ پی‌پی‌ام و ایندوکساکارب ۶۰/۰ پی‌پی‌ام 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 LC_{50} دیفلوبنزورون روی لارو سن سوم ۱۳۴/۱ پی‌پی‌ام 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 حشره‌کش‌ها نیاز باشد.

معدلی و همکاران (Moadeli *et al.*, 2014) تاثیر حشره‌کش‌های پایری‌پروکسی‌فن، اسپینوساد، و ایندوکساکارب را روی لارو سن اول *S. exigua* به روش غوطه‌ور کردن دیسک‌های برگی بررسی کردند. درصد تلفات ۴۸ ساعت پس از تیمار شمارش شد. در این مطالعه پایری‌پروکسی فن تاثیری روی لاروها کرم برگخوار نداشت که نشان‌دهنده اثر تاخیری این حشره‌کش تنظیم‌کننده رشد حشرات دارد. در صورتی که سمیت اسپینوساد به طور معنی‌داری بیشتر از ایندوکساکارب بود.

نتایج حاضر نشان داد که کمترین اثر حشره‌کشی روی لارو سن سوم *S. cilium*، مربوط به حشره‌کش فن‌والریت (گروه پایرتروئیدها) بود. کاهش عملکرد فن‌والریت و یا کاهش حساسیت لاروهای برگخوار *S. cilium* به این حشره‌کش می‌تواند به دلیل بروز مقاومت در جمعیت کرم برگخوار نسبت به حشره‌کش‌های پایرتروئیدی باشد. زیرا حشره‌کش‌های پایرتروئیدی یکی از پرمصرف‌ترین گروه از حشره‌کش‌ها برای کنترل آفات مختلف در فضاهای سبز شهرستان گچساران محسوب می‌شوند (گزارش منتشر نشده شهرداری شهرستان گچساران). در فضای سبز شهر پادووا ایتالیا، حشره‌کش‌های پایرتروئیدی بیشترین استفاده را برای دورکردن و کنترل پشه‌ها دارند. از آنجا که حشره‌کش‌های پایرتروئیدی در برنامه های مکرر برای کنترل جمعیت پشه‌ها در فضاهای سبز شهری استفاده می‌شوند، این ممکن است باعث بروز مقاومت آفات فضای سبز در برابر این گروه از حشره‌کش‌ها شود (Corcos *et al.*, 2020). در تانزانیا، مقاومت جمعیت پشه‌های فعال در فضای شهری در برابر پایرتروئیدها با سرعت چشمگیری در حال افزایش است و اثربخشی برنامه‌های کنترلی را تهدید می‌کند. بنابراین، استراتژی‌های مدیریت مقاومت بسیار حیاتی هستند، اما این نیاز به درک عمیق مکانیسم‌های سازگار مقاومت دارد. اگرچه مکانیسم‌های مقاومت به حشره‌کش‌ها در پشه‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است، اما چنین سازش‌هایی سازگار اغلب نتیجه منحصر به فرد فشار انتخاب ناشی از حشره‌کش‌هایی است که برای کنترل این حشرات استفاده می‌شود (Nkya *et al.*, 2013). علاوه بر کاربرد حشره‌کش‌های پایرتروئیدی در فضاهای سبز شهری، کاربرد این گروه از حشره‌کش‌ها در مزارع محصولات مختلف نیز باعث بروز مقاومت در گونه‌های مختلف جنس *Spodoptera* شده است. به عنوان مثال، در هندوستان وضعیت مقاومت *S. litura* به حشره‌کش‌های 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 جمع‌آوری شده بودند، به منظور تعیین میزان مقاومت نسل F_1 به حشره‌کش‌های مختلف (فن‌والریت، سایپرمترین، اندوسولفان، مونوکرتوفوس، و متومیل) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که *S. litura* به تمام حشره‌کش‌های مورد استفاده درجاتی از مقاومت را نشان داد که این مورد برای حشره‌کش فن‌والریت افزایش ۸ تا ۱۲۱ برابری را نشان داد. یانگیون و همکاران (Yonggyun *et al.*, 1998) مقاومت کرم برگخوار توتون، *S. litura* به حشره‌کش‌ها را در کلم چینی مورد ارزیابی قرار دادند. جمعیت‌های مزرعه‌ای سطوحی از مقاومت را نسبت به حشره‌کش‌ها نشان دادند. توسعه مقاومت در جمعیت‌های مزرعه‌ای *S. litura*، نسبت به حشره‌کش‌های گروه پایرتروئیدی (فن‌والریت، سایپرمترین، دلتامترین، و اتوفن‌پروکس) از ۱۰۰ تا ۲۷۰۰ برابر افزایش یافته بود که در مقایسه با دیگر گروه های حشره‌کشی

بالاترین درجه مقاومت را نشان داد. نتایج آزمایش آن‌ها نشان داد که فعالیت آنزیمی استراز و گلوتاتیون اس-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 پژوهش ژی 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 LC_{50} دلتامترین، بیفنترین، کلرفلوازورون (chlorfluazuron)، بنزوات امامکتین، و فلوبندامید پس از ۴۸ ساعت به ترتیب ۱۳۳، ۷۴، ۷۳/۴، ۰/۰۸، و ۰/۳۷ میکرولیتر بر میلی لیتر محاسبه شد. مقدار LC_{50} 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 پایریتروئید به دلیل مقادیر بالای LC_{50} نسبت به حشره‌کش‌های شیمیایی جدید کمترین کارآیی را داشتند. این موضوع می تواند 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 فن والریت 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 سایپرمترین و فن‌والریت در برابر لاروهای *S. litura* نشان داد که مقادیر LC_{50} از سن اول تا چهارم به تدریج افزایش یافته است. بر اساس مقادیر LC_{50}، سمیت سایپرمترین، ۶، ۳، 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 چهارم بود، در حالی که لاروهای سن سوم فقط ۳ و ۷ برابر مستعدتر از سن چهارم به سایپرمترین و فن‌والریت بودند که به روش غوطه‌وری برگ آزمایش شدند (Rao and Swaran, 1996).

در پژوهش دیگری، مطالعه زیست سنجی 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 LC_{50}، ۱۵/۴۶ پی‌پی‌ام برای لاروهای ۲۴-۰ ساعت گونه *S. litura* و میزان LC_{50} برای لاروهای ۶ روزه *S. litura* برابر با ۴۲/۱۷ پی‌پی‌ام بود. میزان LC_{50} برای لاروهای ۲۴-۰ ساعت گونه *S. oblique*، ۴۰/۹۹ پی‌پی‌ام و برای لاوهای ۸ روزه ۴۱/۱۹ پی‌پی‌ام بود (Srivastava and Ram, 2004). در مطالعه ما، میزان LC_{50} 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 محلول-پاشی به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. به طوری‌که، 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 صورتی‌که در تیمار شاهد ۹۸ درصد خسارت گزارش شد. مطالعه میدانی در مزرعه تنباکو در شهر توبا 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

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 کلرفناپیر[1] (Box®) به طور معنی‌داری توانست باعث کاهش جمعیت لارو و تخم *S. exigua*، ۱ روز پس از محلول‌پاشی شود. در صورتی‌که 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 LC_{50} برای حشره‌کش‌های متوکسی‌فنوزاید، لوفنوران و فلوفنوکسوران در روش غوطه ور کردن دیسک‌های برگی روی لاروهای سن اول برگ‌خوار چغندرقند *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، سایپرمترین ۰/۰۱۶ درصد و کلرانترانیلیپرال ۰/۰۰۶ موثرترین بودند. از طرف دیگر، ایندوکساکارب ۰/۰۰۸ درصد و اسپینوساد ۰/۰۰۹درصد، کمترین اثربخشی را در کاهش جمعیت *S. litura* داشتند (Kumar *et al.*, 2015).

اثربخشی کلرانترانیلیپرول، کینولفوس، لامبدا سی-هالوترین، دیفلوبنزورون، 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 معنی‌داری 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 *B. thuringiensis* (Bt) CAB109 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[2] 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 بیان‌شده 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 حالی‌که 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 مذکورکمترین 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

[1]. Chlorfenapyr

[2]. Colony-forming unit

کردند. مالاتیون فعالیت متوسطی داشت و ۷۲ ساعت پس از تیمار باعث تلفات ۵۱/۷ درصد شد، در حالی‌که حشره‌کش کاربارِیل کمترین اثر را به طور معنی‌داری داشت و ۷۲ ساعت پس از تیمار باعث ۲۸ درصد تلفات شد. در آزمایش گلخانه‌ای، تمام حشره‌کش‌های مصنوعی، باعث کاهش خسارت شاخ و برگ ذرت در مقایسه با گروه شاهد شدند. در میان حشره‌کش‌هایی 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 حشره‌کش‌های مصنوعی و منشا گیاهی تیمار شدند، توسط لاروهای آفت بیشتر آسیب دیدند. نتایج این آزمایش نشان داد که حشره‌کش‌های 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، حشره‌کش‌های ایمونیت® و ایندوکساکارب کارایی بالایی در کنترل مرحله لاروی کرم برگخوار چمن داشتند. هر چند برای حشره‌کش‌های دیفلوبنزرون و بی‌تی مدت زمانی بیشتری نیاز است تا سمیت خود را روی لارو نشان دهند. همچنین، نتایج نشان داد که حشره‌کش‌های مورد آزمایش در نیم غلظت توصیه شده نیز کارایی خوبی در کنترل آفت داشتند. با توجه به این‌که حشره‌کش‌ها باید در فضای سبز و پارک‌ها برای کنترل کرم برگخوار چمن استفاده شوند، از این‌رو، کاربرد این حشره‌کش‌ها در نیم غلظت ضمن کاهش میزان حشره‌کش مورد استفاده و هزینه، خطرات کمتری روی محیط زیست و انسان دارد. بنابراین توصیه می‌شود از کاربرد مداوم یک نوع حشره‌کش در غلظت‌های بالا خودداری شود و در کنترل شیمیایی آفت از حشره‌کش‌هایی 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.

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 genue 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 thuringensis* 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 bestande 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 Jornal 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: Noectudae). **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 cilium* latebrosc (Guerine) (Lepidoptera: Noctuidae). **Tikrit Jourrtnl of Pltarnmceulical Sciences** 3(l): 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-effcacy 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 susptibility of different larval instar of *Spodoptrea 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 insecticdes 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 Universiy 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 Jornal 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: Noctuiae). **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, fanvalerate, 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 25^0C, 60±5% RH, and 16:8 light: dark conditions. The results indicated the LC_{50} values from low to high of imunit®, indoxacarb, diflubenzuron and fanvalerate, 48 h after lavae exposure were 27.7, 60, 187.8 and 1057.0 ppm, respectivley. 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, immunit 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