

اثر حشره کش های مختلف روی مراحل لاروی برگ خوار چغندر قند (*Spodoptera exigua* Hb.)محمد پیلتن^۱ و شهرام حسامی^{۲*}^۱ - دانشجوی دکتری حشره شناسی، گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران^۲ - دانشیار گروه حشره شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

* نویسنده مسئول: shahram.hesami@iau.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۲

چکیده:

یکی از مهم ترین آفات چغندر قند، کرم برگ خوار (*Spodoptera exigua* Hb. (Lep., Noctuidae) است که لاروهای آن می توانند موجب ضعف یا مرگ گیاه شوند. در این مطالعه، اثر سه حشره کش امامکتین بنزوات، کلریپروفوس و تیودیکارب بر لاروهای این آفت در منطقه داراب به صورت آزمایشگاهی و مزرعه ای بررسی شد. در آزمایشگاه، میزان LC₅₀ پس از تیمار با پنج غلظت مختلف هر حشره کش و با استفاده از آنالیز پروبیت تعیین شد. نتایج نشان داد که LC₅₀ امامکتین بنزوات پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت به ترتیب ۶/۲۱ و ۹/۳۵ ppm، کلریپروفوس ۸۱/۵۲ و ۱۰/۶۴ ppm و تیودیکارب ۹۹/۲۹ و ۵۳/۴۵ ppm بود. بنابراین امامکتین بنزوات بیشترین سمیت را داشت. در آزمایش مزرعه ای، سه غلظت از هر حشره کش مورد ارزیابی قرار گرفت و درصد کارایی آن ها در روزهای ۱، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از سم پاشی محاسبه شد. نتایج نشان داد که با گذشت زمان، درصد کارایی حشره کش ها کاهش یافت. بیشترین مرگ و میر لاروها در روز اول پس از سم پاشی در تیمار امامکتین بنزوات (۲۴۰ گرم در هکتار) و کلریپروفوس (۴/۲ لیتر در هکتار) مشاهده شد که به ترتیب ۷۰/۱ و ۶۸/۸ درصد ثبت گردید. بیشترین تأثیر در روز سوم و هفتم مربوط به امامکتین بنزوات و تیودیکارب و در روز چهاردهم تنها به امامکتین بنزوات اختصاص داشت. نتایج کلی نشان می دهد که در منطقه داراب، تیمار امامکتین بنزوات ۲۴۰ میلی لیتر در هکتار با ۶۰/۵ درصد مرگ و میر در طول دوره آزمایش، بیشترین کنترل را روی کرم برگ خوار چغندر قند فراهم می کند.

واژه های کلیدی: برگ خوار چغندر قند، حشره کش، زیست سنجی، امامکتین بنزوات

بیان مسئله

کرم برگ‌خوار چغندرقد (*Spodoptera exigua* (Lep., Noctuidae) یکی از مهم‌ترین آفات چغندرقد در ایران است که در مناطق مختلف تحت نام‌های رهه، لهه، راهو، منجه، خنج، کوخ، قورت و کارادرینا نامیده می‌شود. تغذیه لاروهای این آفت از شاخ و برگ گیاه میزبان باعث کاهش شدید محصول و در صورت عدم مدیریت، منجر به از بین رفتن گیاه میزبان می‌شود. لارو آفت در مراحل ابتدایی به صورت دسته‌جمعی با تغذیه از سطح زیرین برگ میزبان، برگ را توری‌مانند می‌کند. سپس همه قسمت‌های برگ را می‌خورد و حتی گاهی سر ریشه‌ها را نیز مورد تغذیه قرار می‌دهد (شکل ۱). در این شرایط، بوته خشک می‌شود (پور رحیم و همکاران، ۱۳۹۵). این آفت دارای گسترش جهانی بوده و از بیش از ۱۳۰ گونه گیاهی تغذیه می‌کند (فلسفی و همکاران، ۲۰۲۲). این آفت در کشور ما دارای پراکندگی گسترده بوده و جزء آفات درجه اول چغندرقد است. به علاوه آفت مهمی برای پنبه، گوجه فرنگی، سویا و گیاهان خانواده چلیپانیان محسوب می‌شود (فلسفی، ۲۰۲۲).

در طی سال‌های گذشته حشره‌کش‌های فسفره آلی مانند فوزالن، دیازینون و کلرپیرفوس به طور گسترده به منظور کنترل این حشره مورد استفاده قرار گرفته است (پوررحیم و همکاران، ۱۳۹۵، نوربخش، ۱۴۰۴). در نتیجه استفاده گسترده از این حشره‌کش‌ها در سال‌های اخیر گزارش‌هایی در مورد عدم تأثیر این حشره‌کش‌ها، مخصوصاً در مناطقی که سم‌پاشی به شکل ثابت برای سال‌های متوالی انجام می‌شود به وجود آمده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶).

امامکتین بنزوات (IRAC: 6) یک حشره‌کش نوین از خانواده آورمکتینها است که برای مهار آفت‌های راسته بال پولک‌داران روی انواع فراورده‌ها به کار می‌رود. این حشره‌کش با تأثیر روی سلول‌های عصبی مانع از انقباض ماهیچه‌ای شده و از تغذیه لاروها جلوگیری می‌کند. این حشره‌کش دارای اثر گوارشی با کمی خاصیت تماسی بوده و قابلیت نفوذ در بافت برگ را دارد (طالبی جهرمی، ۱۳۹۳).

کلرپیرفوس (IRAC: 1B) حشره‌کش و کنه کشی غیر سیستمیک از گروه ارگانوفسفره است که با نحوه اثر تماسی گوارشی و تنفسی طیف وسیعی از آفات جونده و مکنده را کنترل می‌کند. کلرپیرفوس به منظور کنترل لارو و حشره بالغ سخت بالپوشان، دوبالان، جوربالان و بال‌پولک‌داران در خاک یا شاخ و برگ گیاهان در دامنه وسیعی از محصولات استفاده می‌شود (طالبی جهرمی، ۱۳۹۳). این حشره‌کش از سال ۱۴۰۳ از لیست سموم مجاز کشور حذف شده است (دبیرخانه هیئت نظارت بر سموم، ۱۴۰۴). تیودیکارب (IRAC: 1A) حشره‌کش کارباماتی است که بیشتر خاصیت گوارشی داشته و نحوه عمل آن بازدارندگی آنزیم استیل کلین استراز می‌باشد و طیف وسیعی از آفات را کنترل می‌کند. تیودیکارب از پرمصرف‌ترین حشره‌کش‌های کارباماتی است که در مزارع دنیا مصرف می‌شود. تیودیکارب در ایران با نام تجاری لاروین با فرمولاسیون 80% DF، در سال ۱۳۶۶ علیه کرم قوزه پنبه به ثبت رسید (طالبی جهرمی، ۱۳۹۳).

در آخرین فهرست آفات، بیماریها و علفهای هرز محصولات عمده کشاورزی (نوربخش، ۱۴۰۴) جهت مبارزه با این آفت در محصول چغندرقد حشره‌کش‌هایی از جمله فوزالن، پیریدالیل، اسپینوساد، اینودکساکارب، پرمترین، تیودیکارب و امامکتین بنزوات توصیه شده‌اند. با توجه به حذف حشره‌کش کلرپیرفوس از فهرست سموم مجاز کشور، در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف تعدادی از حشره‌کش‌های رایج در منطقه داراب (منطقه مورد مطالعه) شامل حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات و تیودیکارب در مقایسه با کلرپیرفوس بررسی گردید تا مناسب‌ترین حشره‌کش و غلظت آن جهت کنترل لارو برگ‌خوار چغندرقد در منطقه تعیین شود.

شکل ۱: آثار خسارت و لارو برگخوار چغندر قند *Spodoptera exigua*

معرفی دستاورد یا راهکار:

پرورش شب پره آفت:

در اوایل بهار سال ۱۴۰۰، با بازدید از مزارع چغندرقند در منطقه داراب تعدادی دسته‌های تخم و لاروهای سنین مختلف کرم برگخوار چغندرقند جمع‌آوری گردیده و در آزمایشگاه درون تشت‌های پلاستیکی منتقل شدند. در کف تشت‌ها تا ارتفاع ۵ - ۳ سانتی‌متر خاک ضد عفونی شده به‌طور یکنواخت ریخته و هر روز برگ‌های تازه چغندر درون ظروف روی خاک قرار داده شد. تا لاروها به راحتی به منبع غذایی دسترسی داشته باشند. لاروها بر اساس مشخصات ظاهری شامل رنگ لاروها در سنین اول و دوم سبز کم‌رنگ یا زرد، در سن سه لاروی، دارای نوار کم‌رنگی روی بدن و در سن ۵ لاروی در دو طرف بدن دارای سه نوار طولی و باریک به رنگ‌های سیاه، نارنجی و سفید به سنین مختلف لاروی تفکیک شدند. در نهایت با بررسی لاروها و حشره کامل، گونه آفت توسط نگارنده دوم تعیین گردید.

تعیین مقدماتی غلظت حشره‌کش‌های مورد بررسی

ابتدا با چند آزمایش مقدماتی، محدوده‌ی بالا و پایین غلظت‌های سمی جهت تعیین محدوده غلظت‌هایی از هر حشره‌کش که ۲۰ تا ۸۰ درصد تلفات روی لارو برگخوار چغندر ایجاد می‌کند انجام شد. کف ظروف پتری پلاستیکی ۱۵ سانتی‌متری با کاغذ صافی پوشانده شد. از هر یک از غلظت‌های تهیه‌شده نیم میلی‌لیتر محلول روی کاغذ صافی ریخته و ۱۵ عدد لارو سن سوم حشره به داخل هر پتری منتقل گردید. درپوش ظروف از قسمت مرکز به قطر یک سانتی‌متر سوراخ و با پارچه توری ۶۰ مش پوشانده شد. برای تیمار شاهد از آب مقطر شد. آزمایش زیست‌سنجی در دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت. پس از سپری شدن مدت ۲۴ ساعت از شروع آزمایش، ظروف پتری از داخل اتاقک رشد بیرون آورده شد و تعداد حشرات مرده شمارش و با فرمول ابوت اصلاح گردید. سپس با استفاده از فاصله لگاریتمی ۵ غلظت در ۳ تکرار برای هر حشره‌کش محاسبه و بر روی سن سوم لاروی حشرات پرورش داده‌شده در آزمایشگاه استفاده شد (طالبی جهرمی، ۱۴۰۲).

زیست‌سنجی حشره‌کش‌ها

پس از تهیه غلظت‌های موردنظر از حشره‌کش‌های مورد بررسی، برگ‌های چغندرقند به مدت پنج ثانیه در هر غلظت حشره‌کش و شاهد آب مقطر فروبرده شده و جهت خشک شدن به مدت یک ساعت در شرایط آزمایشگاه قرار داده شد. پانزده عدد لارو سن سوم به داخل ظرف پلاستیکی دردار با سطح مقطع ۱۱۲ سانتی‌متر مربع منتقل شد. این ظروف حاوی برگ‌های چغندرقند سم‌پاشی شده با هر تیمار حشره‌کش‌های مورد آزمایش بوده و سپس شمارش مرگ و میر مطابق زمان‌های پیش‌بینی شده انجام شد. در این بررسی برای هر غلظت حشره‌کش ۳ ظرف و هر ظرف به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. ظروف در

داخل اتاق رشد در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی قرار گرفت. به‌منظور بررسی میزان مرگ‌ومیر حشرات به فاصله ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آغاز آزمایش، نسبت به شمارش تعداد لاروهای مرده در هر ظرف اقدام شد (لاروهای بی‌حرکتی که به تحریک به‌وسیله قلم‌موی ظریف واکنشی نشان ندادند مرده محسوب شدند). به‌منظور تعیین کشندگی ترکیبات در آزمایشگاه، داده‌های حاصل از مرگ‌ومیر لارو سن سوم بعد از اصلاح با معادله آبوت به روش تجزیه پروبیت آنالیز و مقادیر LC_{50} و LC_{99} محاسبه شد (طالبی جهرمی، ۱۴۰۲).

آزمایش مزرعه‌ای

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ در مزرعه‌ای واقع در منطقه فسارود در حومه شهرستان داراب با آلودگی طبیعی به حشره برگ‌خوار چغندر قند (بر اساس تاریخچه آفت در منطقه) انجام شد (شکل ۲).

به منظور اندازه‌گیری تأثیر سطوح بالا و پایین حشره‌کش‌های مورد بررسی تیمارهای مورد بررسی در مزرعه و غلظت آنها (به ترتیب غلظت ۲۰ درصد پایین تر، غلظت توصیه شده تجاری و غلظت ۲۰ درصد بالاتر) به شرح زیر انجام شد.

۱- امامکتین بنزوات (SG 5%) به میزان ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ گرم در هکتار

۲- کلرپیریفوس (دورسبان EC 40.8%) به میزان ۱/۶، ۲ و ۲/۴ لیتر در هکتار

۳- تیودیکارب (لاروین DF80%) به میزان ۰/۸، ۱ و ۱/۲ کیلوگرم در هکتار

۴- شاهد آب‌پاشی

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. بلوک‌ها بر اساس تراکم همگن جمعیت اولیه آفت و یکنواختی شرایط مزرعه (نوع خاک، رطوبت و ...) ایجاد شدند تا تغییرپذیری درون‌بلوکی به حداقل برسد. هر بلوک شامل تمام تیمارها (شامل شاهد) بود که به صورت تصادفی در پلات‌های مجزا قرار گرفتند. در طرح آزمایشی مورد استفاده، طرح بلوک‌های کامل تصادفی، عامل اصلی "نوع و غلظت حشره‌کش" و عامل فرعی "زمان نمونه‌برداری پس از سمپاشی" بود. پس از بررسی مداوم مزرعه آزمایشی و تعیین زمان مناسب بر اساس بررسی چشمی، محلول‌پاشی حشره‌کش‌ها بر جمعیت‌های لاروی پروانه برگ‌خوار چغندر قند (در فاصله سنین ۳ تا ۵ لاروهای حشره) در تمام بلوک‌ها انجام و یک روز قبل و ۱، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از محلول‌پاشی تعداد لاروهای زنده به روش تصادفی در تمامی بلوک‌ها اندازه‌گیری شد. بدین منظور با انتخاب تصادفی ۵ بوته از هر کرت به روش کادر اندازی با قاب‌های یک متر مربعی و جداسازی ۴ برگ از نقاط مختلف گیاه (مجموعاً ۲۰ برگ) و انتقال به آزمایشگاه نسبت به شمارش تعداد لاروهای زنده و مرده در هر برگ اقدام شد. برای تعیین درصد کارایی اصلاح‌شده در کاربرد ترکیبات با توجه به ناهمگن بودن جمعیت در تیمارهای مختلف بررسی و برای تعیین درصد مرگ و میر نسبت به شاهد از معادله هندرسون- تیلتون (طالبی جهرمی، ۱۴۰۲) استفاده شد.

شکل ۲- نمای مزرعه آزمایشی و آثار خسارت و لارو برگخوار چغندر قند *Spodoptera exigua*

تجزیه و تحلیل اطلاعات

برای محاسبه LC_{50} و LC_{99} ترکیبات مورد آزمایش در آزمایشگاه از روش آنالیز Probit داده‌ها در نرم‌افزار Minitab 18 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار ۲۰۱۶ Microsoft Excel استفاده شد. داده‌های به دست آمده از درصد کارایی در مزرعه نهایتاً به وسیله نرم‌افزار SAS با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی به تفکیک زمان‌های یادداشت‌برداری مورد تجزیه قرار گرفت تا بهترین ترکیب حشره‌کش در زمان موردنظر پس از سم‌پاشی تعیین گردد و سپس به منظور مطالعه روند تغییرات درصد کارایی تیمار در زمان‌های مورد بررسی به وسیله یک آزمایش بلوک‌های کامل تصادفی در زمان نتایج مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. کلیه میانگین‌های به دست آمده از تجزیه واریانس به وسیله آزمون توکی مقایسه شد.

نتایج

زیست‌سنجی حشره‌کش‌ها

بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین تعداد مرگ‌ومیر در اثر حشره‌کش کلرپیریفوس در ۲۴ ساعت پس از تیمار با ۱۴۹ عدد مرگ و میر در جعبه‌های آزمایش در این زمان بوده است. بر این اساس درصد مرگ‌ومیر به ترتیب در تیمارهای امامکتین بنزوات، کلرپیریفوس و تیودیکارب به ترتیب ۶۶/۲، ۶۶/۶ و ۶۴/۸ درصد بوده است. بر این اساس درصد مرگ و میر به ترتیب در تیمارهای امامکتین بنزوات، کلرپیریفوس و تیودیکارب به ترتیب در ۴۸ ساعت پس از تیمار ۴۷/۶، ۵۰/۲ و ۴۸ درصد و در ۷۲ ساعت پس از تیمار به ترتیب ۴۷/۱، ۴۴ و ۴۳/۵ درصد بوده است که نشان دهنده برتری تیمار با حشره‌کش امامکتین بنزوات در این مراحل می‌باشد (جدول ۱). بر اساس نتایج برآورد مدل رگرسیونی در قالب آنالیز پرویت برای حشره‌کش‌های مصرفی در کلیه مراحل یادداشت‌برداری، هم مقدار ثابت مدل و هم متغیر بیانگر میزان حشره‌کش‌های مصرفی در سطح ۹۵ درصد از نظر آماری معنی‌دار شدند (جدول ۲). بر اساس این نتایج میزان مصرف حشره‌کش‌های مورد مطالعه بر میزان مرگ و میر لارو سن سوم برگ‌خوار چغندر قند دارای تأثیر معنی‌دار بود. بدین ترتیب که یک واحد افزایش در مصرف حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات، کلرپیریفوس و تیودیکارب در ۲۴ ساعت پس از تیمار به ترتیب موجب افزایش پنج، یک و دو درصد در مرگ‌ومیر لارو سن سوم حشره برگ‌خوار چغندر قند شد. این میزان افزایش برای ۴۸ ساعت پس از تیمار به ترتیب برابر ۶، ۹ و ۱۳ درصد بود. ۷۲ ساعت پس از تیمار به وسیله حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات، کلرپیریفوس و تیودیکارب افزایش درصد مرگ

و میر به ترتیب برابر موجب افزایش ۲۱، ۹ و ۱۸ درصد در مرگ و میر لارو سن سوم حشره برگ‌خوار چغندر شد (جدول ۲). میزان دوز مناسب حشره‌کش‌های مورد بررسی و سطوح بالا و پایین آن (با احتمال ۹۵ درصد) بر اساس نتایج آزمون پروبیت برای از بین رفتن ۵۰ و ۹۹ درصد لاروهای برگ‌خوار چغندر قند در مراحل مختلف مطابق جدول ۳ بود.

جدول ۱- سمیت حشره‌کش‌های مورد بررسی روی لارو سن سوم *S. exigua* در آزمایشگاه

۲۴ ساعت پس از تیمار			۴۸ ساعت پس از تیمار			۷۲ ساعت پس از تیمار		
تیمار	تعداد کل	درجه آزادی	تعداد (درصد) لاروهای مرده	χ^2	P	تعداد (درصد) لاروهای مرده	χ^2	P
امامکتین بنزوات	۲۲۵	۳	۱۴۹ (۶۶/۲)	۵/۶۳۰	۰/۰۰۳	۱۰۶ (۴۷/۱)	۰/۷۸	۰/۰۱
کلرپیریفوس	۲۲۵	۳	۱۵۰ (۶۶/۶)	۴/۹۴۶	۰/۰۰۲	۹۹ (۴۴)	۱/۱۹	۰/۰۰۱
تیودیکارب	۲۲۵	۳	۱۴۶ (۶۴/۸)	۶/۳۹۱	۰/۰۰۴	۹۸ (۴۳/۵)	۱/۳۷	۰/۰۰۲

بر اساس نتایج حاصل از مدل پروبیت میزان لازم حشره‌کش‌های مورد بررسی برای از بین بردن ۵۰ و ۹۹ درصد از لارو سن سوم برگ‌خوار چغندر قند مطابق شکل شماره ۳ بود. بر این اساس در هر یک از حشره‌کش‌های مورد بررسی با افزایش زمان میزان حشره‌کش مورد نیاز جهت از بین بردن ۵۰ و ۹۹ درصد این لارو افزایش یافته است. کمترین میزان مورد نیاز در بین حشره‌کش‌های مورد بررسی متعلق به حشره‌کش امامکتین بنزوات و بیشترین آن مربوط به کلرپیریفوس بوده است.

آزمایش مزرعه ای

بررسی درصد کارایی غلظت‌های مختلف حشره‌کش در طول زمان نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تیمارهای مختلف حشره‌کش و اثر متقابل آن با زمان ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۴). تغییرات درصد کارایی کلیه حشره‌کش‌ها در طول زمان به‌صورت کاهشی بود (شکل ۴). بر اساس این نتایج بالاترین درصد کارایی حشره‌کش‌های مورد بررسی یک روز بعد از سمپاشی بود (به ترتیب ۷۰/۱، ۶۸/۸، ۶۷/۸ درصد برای حشره‌کش‌های امامکتین بنزوات، کلرپیریفوس و تیودیکارب).

بررسی مقایسه میانگین‌های درصد مرگ و میر در طول کل دوره آزمایش حاصل از غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های مورد بررسی نشان‌دهنده بالاترین میزان درصد کارایی حشره‌کش در تیمار امامکتین بنزوات به میزان ۲۴۰ گرم در هکتار بود (۶۰/۵ درصد). استفاده از بالاترین میزان حشره‌کش تیودیکارب (۱/۲ کیلوگرم در هکتار) با متوسط ۵۷/۹ درصد کارایی حشره‌کش بدون اختلاف معنی‌دار با این تیمار در بالاترین گروه آماری قرار گرفت (شکل ۵).

مقایسه میانگین‌ها حاصل از اثر متقابل زمان و حشره‌کش نشان‌دهنده بیشترین میزان درصد کارایی حشره‌کش‌های مورد بررسی از حشره‌کش امامکتین بنزوات یک روز پس از سمپاشی (۶۶/۷ درصد) با غلظت ۲۴۰ گرم در هکتار بود. در هر یک از غلظت‌های حشره‌کش‌ها بیشترین میزان درصد کارایی مربوط به یک روز پس از سمپاشی بود و به‌تدریج با افزایش زمان کارایی کاهش یافت (جدول ۵).

جدول ۲: نتایج آنالیز رگرسیون درصد مرگ و میر حشره کش های مورد بررسی روی لارو سن سوم *S.exigua* در آزمایشگاه

۷۲ ساعت پس از تیمار				۴۸ ساعت پس از تیمار				۲۴ ساعت پس از تیمار				متغیر
خطای				خطای				خطای				
P	Z	استاندارد	ضریب	P	Z	استاندارد	ضریب	P	Z	استاندارد	ضریب	
۰	-۴/۶	۰/۱۲۹	-۰/۵۹۶	۰/۰۰۱	-۳/۴۳	۰/۱۲۶	-۰/۳۱۴	۰/۰۰۱	-۰/۱۹	۰/۱۲۶	-۰/۰۳۳	ثابت
۰	۶/۳۲	۰/۰۰۳	۰/۰۲۱	۰	۵/۱۷	۰/۰۱۳۴۶	۰/۰۶۹	۰	۴/۵۶	۰/۰۱۵	۰/۰۵۷	دوز
Log-Likelihood = -۱۲۹/۶۷				Log-Likelihood = -۱۴۱/۱				Log-Likelihood = -۱۳۲/۱۱				
۰	-۵/۸۴	۰/۱۳۰	-۰/۷۶۱	۰	-۳/۸۸	۰/۱۲۷۶	-۰/۴۹۳	۰/۰۰۲	-۱/۰۶	۰/۱۲۸	-۰/۱۴	ثابت
۰	۶/۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰	۶/۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰	۵/۴۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱	دوز
Log-Likelihood = -۱۳۳/۱۱۲				Log-Likelihood = -۵۵/۱۳۳				Log-Likelihood = -۱۲۴/۱۲				
۰	-۵/۸۸	۰/۱۳۰	-۰/۷۶	۰	-۳/۳۴	۰/۱۲۵	-۰/۴۱۶	۰/۰۱	-۰/۰۷	۰/۱۲۵	-۰/۰۱	ثابت
۰	۶/۱۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۸	۰	۵/۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰	۴/۴۶	۰/۰۰۳	۰/۰۲	دوز
Log-Likelihood = -۱۳۳/۲۹۴				Log-Likelihood = -۱۴۱/۴۲۴				Log-Likelihood = -۱۳۱/۵۱				

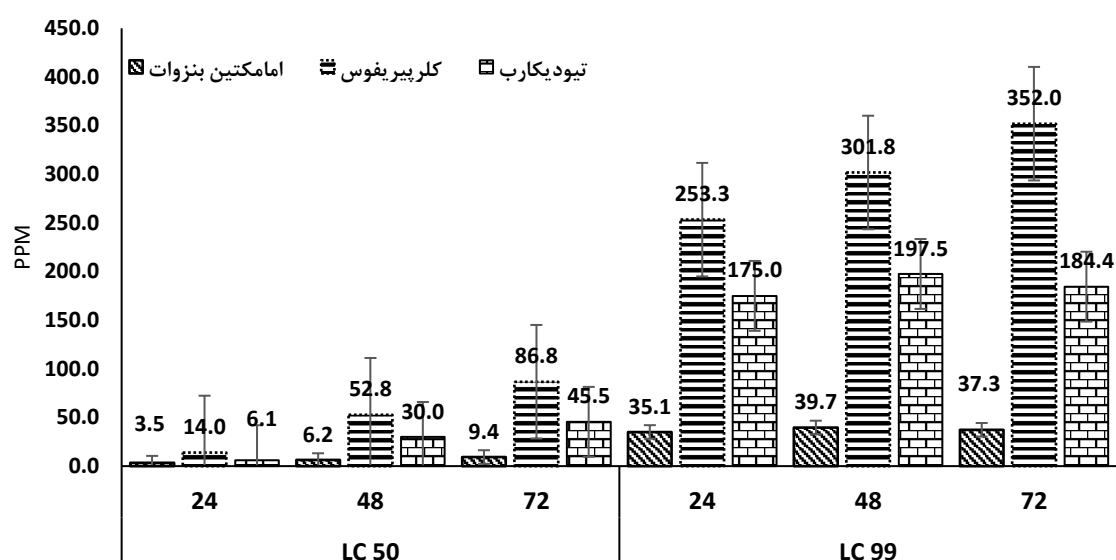
جدول ۳: میزان LC_{50} و LC_{99} محاسبه شده حشره کش ها ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تیمار روی لارو سن سوم *S.exigua* در آزمایشگاه

۷۲ ساعت پس از تیمار				۴۸ ساعت پس از تیمار				۲۴ ساعت پس از تیمار				LC	
سطوح بالا و پایین با احتمال ۹۵٪		خطای	غلظت	سطوح بالا و پایین با احتمال ۹۵٪		خطای	غلظت	سطوح بالا و پایین با احتمال ۹۵٪		خطای	غلظت		
		استاندارد	(PPM)			استاندارد	(PPM)			استاندارد	(PPM)		
پایین ترین	بالا ترین			پایین ترین	بالا ترین			پایین ترین	بالا ترین				
۱۱/۹۴	۷/۲۵	۱/۱۲	۹/۳۵	۸/۷۸	۳/۴۵	۱/۲۵	۶/۲۱	۳/۲۴	۰/۱۲	۱/۸۳	۳/۵	۵۰	المانکین ببروات
۵۱/۷۰	۲۹/۸۱	۵/۰۲	۳۷/۳۴	۶۰/۰۲	۳۰/۴۱	۶/۴۸	۳۹/۷۰	۵۷/۲۳	۲۶/۰۹	۶/۵۰	۳۵/۰۸	۹۹	
۸۶/۷۵	۱۱۱/۰۳	۶۶/۸۴	۱۰/۶۴	۷۲/۰۲	۳۲/۲۴	۹/۵۹	۵۲/۸۱	۳۳/۵۵	-۱۶/۲۳	۱۱/۵۶	۱۴/۰۳	۵۰	کلر پیرفوس
۲۵۶/۴۲	۱۴۶/۸۸	۲۵/۱۲	۱۸۴/۴۴	۴۲۰/۷۹	۲۴۰/۰۴	۴۱/۳۷	۳۰۱/۸۱	۳۷۰/۴۰	۱۹۷/۰۹	۳۸/۶۱	۲۵۳/۳۳	۹۹	
۵۸/۵۰	۳۵/۱۱	۵/۶۱	۴۵/۵۳	۴۲/۸۷	۱۶/۱۶	۶/۲۸	۲۹/۹۹	۱۵/۲۱	-۲۷/۴۹	۹/۲۷	۶/۰۹	۵۰	توریکارب
۲۵۶/۴۲	۱۴۶/۸۸	۲۵/۱۲	۱۸۴/۴۴	۳۰۱/۵۱	۱۵۰/۵۹	۳۲/۹۰	۱۹۷/۵۱	۲۹۰/۲	۱۲۹/۱۹	۳۳/۲۹	۱۷۴/۹۵	۹۹	

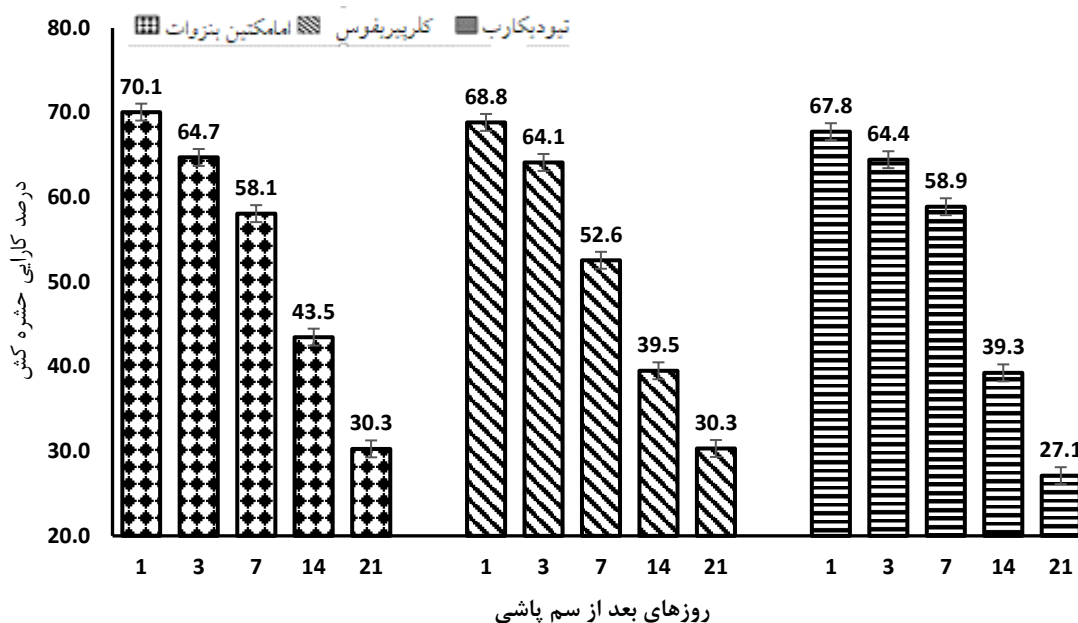
جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس درصد کارایی غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های مورد بررسی در طول زمان در آزمایشگاه

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات (MS)	F	خطای استاندارد (SE)
زمان	۴	۷۴۵۶/۸۲		
تکرار × زمان	۱۰	۴۵/۱۶		
تیمار	۸	۳۸۴/۰۳	۱۳/۸۶**	۴۹/۰
تیمار × زمان	۳۲	۲۷/۷	۷/۶۳**	۱/۱
خطا	۸۰	۳/۶۳		
ضریب تغییرات (%) (Cv)	-		۱۳/۶۶	

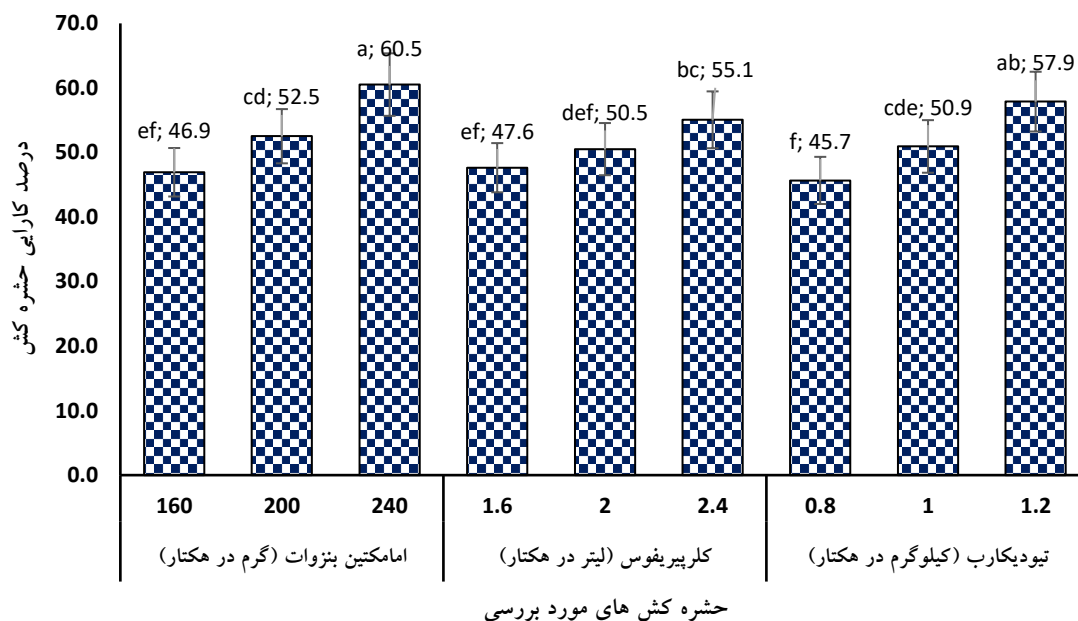
** معنی‌دار در سطح ۱٪



شکل ۳: LC₅₀ و LC₉₉ محاسبه شده حشره‌کش‌های مورد بررسی پس از تیمار روی لاروهای *S. exigua* در مزرعه در زمان‌های مختلف یادداشت‌برداری بر اساس نتایج حاصل از مدل پروبیت



شکل ۴: روند تغییرات میانگین درصد کارایی حشره کش های مورد بررسی در روزهای بعد از سم پاشی در مزرعه



شکل ۵: میانگین درصد کارایی حشره کش های مورد بررسی در طول دوره آزمایش در مزرعه

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی دار آماری ندارند (توکی ۰/۵)

بررسی میانگین دوزهای مصرفی حشره کش ها نشان داد بیست و یک روز پس از سم پاشی میانگین درصد کارایی هر سه حشره کش مورد بررسی ۷۰/۷۶ درصد کاهش داشته است و به تفکیک میانگین درصد کارایی حشره کش های امامکتین بنزوات،

کلرپیریفوس و تیودیکارب به ترتیب ۶۰، ۵۶/۲ و ۵۸/۱ درصد نسبت به یک روز بعد از سم‌پاشی کاهش می‌یابد. کاهش کارایی حشره‌کش‌ها در طول زمان توسط محققین مختلفی گزارش شده است. در یک بررسی مزرعه‌ای سان و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند با گذشت زمان تأثیر حشره‌کش‌های اورمکتین بر روی لارو شب‌پره کلم (*Plutella xylostella*) کاهش می‌یابد. بررسی انجام شده بر روی اثر تیودیکارب روی *S. exigua* در گیاه پنبه نیز با نتایج به‌دست‌آمده فوق مطابقت دارد (ماسکارنهاس، ۲۰۰۷). در مطالعه فعلی حساسیت جمعیت کرم برگ‌خوار نشان داد حساسیت پذیری آفت در برابر حشره‌کش‌های مورد استفاده به‌طور معنی‌داری متفاوت بوده است این میزان تفاوت در زمان‌های مختلف یادداشت‌برداری نیز مشاهده شد.

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های درصد کارایی غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های مورد بررسی در طول زمان در مزرعه

زمان بعد از سم‌پاشی (روز)	امامکتین بنزوات (گرم در هکتار)	کلرپیریفوس (لیتر در هکتار)	تیودیکارب (کیلوگرم در هکتار)	۱/۲	۱	۰/۸	۲/۴	۲	۱/۶	۲۴۰	۲۰۰	۱۶۰
۱	۶۷/۳ cde	۶۷/۲ a	۶۷/۷ c-f	۶۷/۷ c-f	۶۷/۷ c-g	۶۷/۹ bcd	۷۳/۲ ab	۶۶/۷ c-f	۶۶/۷ c-f	۷۶/۲ a	۷۶/۳ cde	۶۷/۳ c-f
۳	۶۰ hi	۷۲/۲ abc	۶۱/۱ f hi	۶۲/۵ d-h	۶۰ hi	۵۷/۱ hij	۶۸/۸ bc	۶۲/۵ d-h	۶۱/۱ f hi	۷۲/۲ abc	۶۱/۹ e-h	۶۰ hi
۷	۵۲ jk	۵۵/۶ ij	۶۶/۷ c-g	۴۸/۱ kl	۵۲/۴ jk	۵۷/۱ hij	۵۷/۱ hij	۵۲/۴ jk	۴۸/۱ kl	۶۶/۷ c-g	۵۵/۶ ij	۵۲ jk
۱۴	۳۶ nop	۴۴/۴ lm	۵۰ k	۳۵/۲ nop	۴۰/۵ mn	۴۲/۹ m	۴۲/۹ m	۴۰/۵ mn	۳۵/۲ nop	۵۰ k	۴۴/۴ lm	۳۶ nop
۲۱	۲۰ t	۳۳/۳ o-r	۳۷/۵ no	۲۷/۱ s	۳۰/۶ p-s	۳۳/۳ opq	۳۳/۳ opq	۳۰/۶ p-s	۲۷/۱ s	۳۷/۵ no	۳۳/۳ o-r	۲۰ t

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌دار آماری ندارند (توکی ۰/۵)

بر اساس مقادیر LC_{50} سمیت امامکتین بنزوات ۷۵، ۸۸/۳ و ۸۹/۲ درصد بیشتر از سمیت کلرپیریفوس برای لاروها به ترتیب در زمان یک، دو و سه روز پس از تیمار بود. بررسی سمیت امامکتین بنزوات نسبت به تیودیکارب نیز نشان دهنده سمیت بیشتر امامکتین بنزوات نسبت به تیودیکارب برای لاروهای در زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تیمار به ترتیب ۴۳، ۷۹/۳ و ۸۰ درصد بوده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد LC_{50} حشره‌کش‌های مورد استفاده روی لاروها ۲۴ ساعت پس از تیمار کمتر از ۴۸ و ۷۲ ساعت بوده است.

در این پژوهش حشره‌کش امامکتین بنزوات از گروه آورمکتین‌ها به دلیل مقادیر پایین‌تر LC_{50} نسبت به حشره‌کش‌های شیمیایی قدیمی‌تر فسفره و کارباماتی کارایی بیشتری را داشت. این موضوع می‌تواند به دلیل بروز گسترده مقاومت در لاروهای *S. exigua* نسبت به حشره‌کش‌های فسفره و کارباماتی باشد (مصلی نژاد، ۱۳۹۸).

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، حشره‌کش امامکتین بنزوات کارایی بالایی در کنترل مرحله لاروی کرم برگ‌خوار چغندر قند داشت. کارایی حشره‌کش امامکتین در سایر آزمایش‌ها نیز مورد تأیید قرار گرفته است. تأثیر این حشره‌کش در کنترل برگ‌خوار چغندر در محصول پنبه و سویا مشخص شده است (کوک و همکاران، ۲۰۰۴). به علاوه اثر آن روی حشرات کامل آفت نیز مشخص شده است (بنگوچا و همکاران، ۲۰۱۴). در هندوستان، بررسی اثرات زیستی نه حشره‌کش مدرن در شرایط مزرعه‌ای بر *S. litura* روی گیاه بادام‌زمینی نشان داد که حشره‌کش امامکتین بنزوات بهترین حشره‌کش در کنترل این آفت بوده است (کومار و همکاران، ۲۰۱۵). سان و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که این حشره‌کش علاوه بر تأثیر روی لارو آفت، اثر مهارکنندگی در باروری حشره ماده آفت داشته و پارامترهای کلیدی جدول زندگی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

با توجه به ممنوعیت استفاده از حشره‌کش کلرپیریفوس، نیاز به معرفی حشره‌کش مناسب به عنوان جایگزین ضروری می‌باشد. از اینرو، کاربرد حشره‌کش امامکتین بنزوات ضمن کاهش میزان حشره‌کش مورد استفاده و هزینه، تأثیر مناسب در کنترل آفت،

به عنوان یک ترکیب سازگار با محیط زیست در برنامه های مدیریت آفات معرفی می شود که ریسک کمی برای انسان و حشرات مفید دارد (ایشایا و همکاران، ۲۰۰۲). از سوی دیگر توصیه می شود از کاربرد مداوم یک نوع حشره کش خودداری شود و در کنترل شیمیایی آفت از حشره کش هایی با نحوه تأثیر متفاوت، به طور متناوب استفاده شود. لذا کاربرد امامکتین بنزوات (IRAC:6) و تیودیکارب (IRAC: 1A) در منطقه مورد مطالعه به طور متناوب قابل توصیه می باشد.

توصیه ترویجی

الف- کمترین غلظت حشره کش های مورد استفاده جهت ۵۰ درصد مرگ و میر در آزمایشگاه روی لارو سن سوم برگخوار چغندرقد، مربوط به امامکتین بنزوات در فواصل ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تیمار بود.

ب- بیشترین کارایی حشره کش ها در مزرعه یک روز پس از سمپاشی مربوط به حشره کش امامکتین بنزوات (۲۴۰ گرم در هکتار)، کلرپیریفوس (۲/۴ کیلوگرم در هکتار) و تیودیکارب (۱/۲ کیلوگرم در هکتار) بود.

ج- سه و هفت روز پس از سمپاشی در مزرعه بیشترین درصد کارایی مربوط به امامکتین بنزوات (۲۴۰ میلی گرم در هکتار) و تیودیکارب (۱/۲ کیلوگرم در هکتار) ثبت شد.

د- ۱۴ و ۲۱ روز پس از سمپاشی در مزرعه بیشترین درصد کارایی برای امامکتین بنزوات (۲۴۰ میلی گرم در هکتار) ثبت شد.

ه- با توجه به ممنوعیت استفاده از حشره کش کلرپیریفوس کاربرد امامکتین بنزوات و تیودیکارب در منطقه مورد مطالعه به طور متناوب قابل توصیه می باشد.

فهرست منابع

احمدی، م. گلدسته، ش. امیری بشلی، ب. رفیعی کهرودی، ز. صنعتگر، ا. ۱۳۹۶. ارزیابی مقاومت کرم برگ خوار چغندر *Spodoptera exigua* Hübner (Lep., Noctuidae) به حشره کش های تیودیکارب، کلرپیریفوس و دیازینون. تحقیقات حشره شناسی، ۹ (۲): ۱۲۱-۱۳۰.

نوربخش، س. ۱۴۰۴. فهرست آفت کش های حذف/معلق. مهر ماه ۱۴۰۴. سازمان حفظ نباتات کشور.

پور رحیم، الف. نجفی، ح. فرزاد فر، ش. ارده، م. ج. شیخ الاسلامی، م. فاطمی، ب. ص. قاسمی، ا. و اربابی، م. ۱۳۹۵. دست نامه گیاه پزشکی چغندرقد. موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور.

طالبی جهرمی، خ. ۱۴۰۲. سم شناسی آفت کش ها. چاپ هفتم. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. ۵۷۰ ص.

مصلی نژاد، ه. ۱۳۹۸. مقاومت آفات به حشره کش ها و راهکارهای مدیریت آن. انتشارات مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور. تهران. ایران. ۲۵ صفحه.

نوربخش، س. ۱۴۰۴. فهرست آفات، بیماریها و علف های هرز محصولات عمده کشاورزی آفت کش ها و روش های توصیه شده جهت کنترل آنها. سازمان حفظ نباتات کشور، ۲۱۸ صفحه.

Bengochea, P., Sánchez-Ramos, I., Saelices, R., Amor, F., del Estal, P., Viñuela, E., Adán, Á., López, A., Budia, F., and Medina, P. 2014. Is emamectin benzoate effective against the different stages of *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae)? Irish Journal of Agricultural and Food Research, 53(1), 37-49.

Cook, D. R., Leonard B. R. and Gore, J. 2004. Field and laboratory performance of novel insecticides against armyworms (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist, 87(4): 433-439.

- Falsafi, H., Alipanah, H., Ostovan, H., Hesami, Sh. & Zahiri, R. 2022. Forecasting the potential distribution of *Spodoptera exigua* and *S. littoralis* (Lepidoptera, Noctuidae) in Iran. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 25:101956. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2022.101956>.
- Ishaaya, I., Kontsedalov, S., and Horowitz, A. R. 2002. Enamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests. *Pest Management Science*, 58, 1091–1095. <https://doi.org/10.1002/ps.535>
- Kumar, N., Acharya, M. F., Srinivasulu, D. V. and Sudarshan, P. 2015. Bio efficacy of Modern Insecticides against *Spodoptera litura* Fabricius on Groundnut. *International Journal of Agriculture Innovations and Research* ,4(3) 573-577.
- Mascarenhas, V. 2007. Pest Status and Management of Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner), on Cotton in Louisiana. LSU Historical Dissertations and Theses. 6582
- Sun, H. X., Tadashi, M. and Wu, G. 2008. Effects of sublethal avermectin and fipronil treatments to host *Plutella xylostella* larvae on growth and development of the parasitoid wasp *Cotesia plutellae*. *Acta Entomologica Sinica* 51: 269–276
- Sun, Y., Tao, S., Zhang, W., Jiang, B., Dai, H. Y., Liu, B. S., Bai, L. X. 2022. Transcriptome profile analysis reveals the emamectin benzoate-induced genes associated with olfaction and metabolic detoxification in *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: noctuidae). *All Life*, 15(1), 340–357. <https://doi.org/10.1080/26895293.2022.2052190>