

بررسی تأثیر دز کاهش یافته چهار سم حشره کش دارتون، لاروین، آوانت،

کنسالت بر روی لارو بید کلم *Plutella xylostella* L. در شرایط زراعی

Investigation of the effect of reduced doses of four insecticides (Dartone, Larvin, Avant, Consult) on the larvae of Diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) under field conditions

سید حیدر موسوی انزابی^{۱*} و ندا خردپیر^۲

دریافت: ۱۴۰۳/۹/۱

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۶

چکیده

زراعت گیاهان تیره کلمیان یکی از مهم ترین منابع درآمد کشاورزان است. شب پره پشت الماسی (*Plutella xylostella* L. (Lep.: Plutellidae)) یکی از مهم ترین آفات کلم است که همه ساله خسارت زیادی را به این محصول وارد می کند. کنترل شیمیایی این آفت اجتناب ناپذیر بوده و یکی از مهم ترین روش های کنترل این آفت می باشد. تأثیر دزهای کاهش یافته چهار حشره کش در آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در دو زمان مختلف در شرایط زراعی ارزیابی شد. قبل از شروع سم پاشی، نمونه برداری از تراکم لارو آفت انجام و وجود آلودگی به آفت در تمام کرت های آزمایشی تأیید گردید. بعد از تیمار سم پاشی، جمعیت لارو آفت از روی بوته های مورد تیمار در فواصل زمانی سومین، پنجمین، هفتمین و نهمین روز بعد از سم پاشی شمارش شد. تجزیه واریانس ساده و مرکب بر اساس طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک های کامل تصادفی نشان داد که سموم، مراحل نمونه برداری و تمام اثرات متقابل آنها دارای تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده های درصد تأثیر سموم نشان داد که تیمارهای سموم و مراحل نمونه برداری دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد بودند. سم آوانت با تعداد ۸۶/۰، کمترین لارو و بیشترین درصد تأثیر (۷۱٪)، تفاوت معنی داری را نسبت به سایر سموم داشت. نوبت اول نمونه برداری یعنی سه روز بعد از سم پاشی با دارا بودن کمترین میانگین تراکم لارو، بالاترین درصد تأثیر سموم را نشان داد. سم لاروین در این مطالعه دارای کمترین کارایی در کنترل آفت بود.

واژگان کلیدی: *Plutella xylostella*، بید کلم، چلیپائیان، کنترل شیمیایی

مقدمه

شب پره پشت الماسی (*Plutella xylostella* L. (Lep.: Plutellidae)) در سال های اخیر جزء مهم ترین آفات گیاهان تیره چلیپائیان در دنیا بوده و ارزش سالانه مدیریت این آفت با تکیه بر روش های شیمیایی و کنترل بیولوژیک بیش از یک میلیارد دلار برآورد شده است (Paudel et al., 2022). شب پره پشت الماسی بومی منطقه مدیترانه می باشد، جایی که مبدأ و زادگاه تعدادی از مهم ترین گیاهان خانواده چلیپائیان نیز است (Kfir, 1998)؛ با این وجود این آفت در اغلب نقاط دنیا گسترش یافته است. تنوع جغرافیایی در امکان کشت چلیپائیان خصوصاً کلم در مناطق مختلف دنیا از یک سو و تنوع ژنتیکی و بروز استرین های مختلف شب پره پشت الماسی فعال در مزارع از سوی دیگر، باعث بروز نتایج غیرقابل پیش بینی از مدیریت شیمیایی و گاهی حتی شکست مبارزه شیمیایی با آن را سبب شده است (Sarafranz et al., 2005). اکنون این آفت در اکثر مناطق تحت کشت چلیپائیان حضور دارد و از میان بال پولک داران، بیشترین پراکنش را در جهان دارا می باشد (Talelar and Shelton, 1993). وجود گلوکوزینولات در ترکیبات گیاهان خانواده چلیپائیان از جمله کلم،

۱- استادیار، گروه گیاه پزشکی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

۲- استادیار، گروه گیاه پزشکی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: mousavianzabi@gmail.com

کلم قمری، کلزا، کلم چینی، خردل، شلغم و دیگر گونه‌های این خانواده باعث جذب شب‌پره پشت الماسی به این گونه‌ها می‌گردد (Karimzadeh et al., 2004). سطح زیان اقتصادی *P. xylostella* بر روی گیاهان خانواده کلمیان بسته به تعداد روزهای پس از آلودگی ۱/۳۵-۰/۷ لارو بر روی هر بوته برآورد گردیده است (Massarolli et al., 2019)؛ مقدار بسیار ناچیز EIL در واحد نمونه‌برداری برای این آفت نشان دهنده پتانسیل برگ‌خواری قابل توجه آن و همچنین شدت اهمیت این آفت در محصولات کشاورزی است.

به دلیل عوامل بیوشیمیایی و خصوصیات رفتاری، ایجاد مقاومت به طیف وسیعی از حشره‌کش‌ها از جمله بسیاری از سموم گروه‌های پایرتروئیدی، کارباماتی، ارگانوفسفات، اسپینوسین، اکسیدایزین، نئونیکوتین، آورمکتین و پیرازول‌ها در شب‌پره پشت الماسی کلم گزارش شده است (Zhao et al. 2006؛ Ahmad, 2007؛ Grzywacz et al. 2010؛ Abro et al., 2013). برای مثال، مقاومت به بیش از ۱۰۱ ماده فعال شیمیایی در این حشره گزارش شده است (Bermudez et al., 2024). عدم تأثیر حشره‌کش‌های توصیه شده علیه بید کلم باعث افزایش دفعات سم‌پاشی (Sarafraz et al., 2005) و کاهش نقش مدیریتی سموم شیمیایی و نیز آلودگی‌های محیط زیستی و غذایی گردیده است، بنابراین لازم است در ارتباط با حشره‌کش‌های جدید با مقدار مصرف کمتر در هکتار، دوره کارنس کمتر و همچنین آسیب‌زایی کمتر برای حشرات مفید و غیرهدف اقداماتی صورت گیرد.

در یک تحقیق اثر دو سم اسپینوساد و لامبدا-سای‌هالوترین بر روی آفت پشت الماسی و دشمنان طبیعی آن بررسی شد و مشخص شد که سم اسپینوساد با داشتن کارایی بیشتر در طول سه نسل متوالی با توجه به اثر ضعیف‌تر بر کفشدوزک‌های شکارگر، کارایی طولانی مدت و مؤثرتری را در مزارع کلم داشت (Liu et al., 2012).

در تحقیقی دیگر سم کلرفلوزورون از ترکیبات تنظیم کننده رشد و سم دیمتوات بر روی لارو پشت الماسی کلم به ترتیب با LC50 به مقدار ۰/۰۰۰۶ و ۷۶/۶ میلی گرم در میلی لیتر دارای بالاترین و پایین‌ترین سمیت گزارش شدند. در این تحقیق مشخص شد که تغذیه از جوموشی و کلم به ترتیب باعث تغییر LC50 یا سمیت لامبدا-سای‌هالوترین با مقادیر ۰/۱۰۵ و ۰/۰۳۵ میلی گرم در میلی لیتر در دز کشندگی لارو شد که دلالت بر اثر میزبان بر درجه اثر داشت. در این تحقیق مشخص گردید که اثر برخی ترکیبات سینرژیست مانند پایپرونیل بوتوکساید و اس‌اس‌اس تری بوتیل فسفر تری تیوات در افزایش سمیت مؤثر بودند (Abro et al., 2013).

در یک مطالعه صحرایی سم آوانت در غلظت‌های مختلف با سموم اندوسولفان و تیودیکارب برای کنترل کرم قوزه پنبه در مغان مورد استفاده قرار گرفت که بر اساس نتایج حاصله سم آوانت به میزان ۲۵۰ میلی لیتر ماده مؤثره ۱۵٪ SC در هکتار بیش‌ترین تأثیر را در بین تیمارهای مورد آزمایش نشان داده است (جوان مقدم و همکاران، ۱۳۸۱).

در یک تحقیق بیش‌ترین میزان مرگ و میر لاروهای آفت مربوط به حشره‌کش‌های ایندوکساکارب (آوانت) ۱۵٪ SC با دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی لیتر در هکتار و تیودیکارب (لاروین) ۸۰ DF به میزان یک کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به مونوکروتوفوس ۴۰ SL به میزان دو لیتر در هکتار بود. در این تحقیق آوانت با دز ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار برای کنترل کرم غنچه توتون توصیه شده است و در نهایت سم آوانت با دو دز ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار توصیه گردید (محقق نیشابوری و همکاران، ۱۳۸۸).

بررسی اثر سه سم شامل آلفاسایپرمترین و تفلوبنزورون ۱۵٪ SC (ترکیب ایمونیت) با دو غلظت ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی لیتر در هکتار، ایندوکساکارب (آوانت) ۱۵٪ SC به مقدار ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار و کرموفنوزید (ماتریک) ۵٪ SC به میزان ۲۰۰۰ میلی لیتر در هکتار و شاهد آب‌پاشی بر علیه کرم گوجه‌فرنگی در سه منطقه مختلف نشان داد که آوانت بیش‌ترین کارایی ۶ ± ۷۸ درصد مرگ و میر را در استان مازندران نشان داد و ترکیب سمی ایمونیت باعث ۵ ± ۳۷ درصد مرگ و میر لاروها گردید. در دشت قزوین نیز تیمار آوانت با کارایی ۷ ± ۸۸ درصد و ایمونیت با کارایی ۵ ± ۸۳ درصد بیش‌ترین تأثیر را در مرگ و میر لاروها داشتند. در استان فارس، تیمار ایندوکساکارب باعث ۱ ± ۸۷ درصد مرگ و میر لاروها گردید و پس از آن ایمونیت با میانگین مرگ و میر ۷۱ درصد برتر از تیمار سوم قرار داشتند (کیهانپان و همکاران، ۱۳۹۸).

کاربرد حشره کش‌های ایندوکساکارب $EC/15$ با دز 200 ml/ha و ایندوکساکارب $SC/15$ با دز 250 ml/ha نتیجه رضایت بخشی در کنترل لارو پیله خوار نخود در مقایسه با سموم متداول داشته و قابل توصیه بود (سیدی صاحب‌اری، ۱۳۸۹). در تحقیقی مشخص شد که ایندوکساکارب و اسپینوساد و تیودی‌کارب برای کنترل کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera* Hubner در مقایسه با حشره کش‌های پیرتروئیدی و کاربامات مؤثرتر بودند (Murray et al., 2005). مقاومت لاروهای نسل سوم کرم غوزه *Heliothis virescens* Fabricius و نیز مقاومت لاروهای سنین اول تا چهارم این گونه به حشره کش لاروین در مزارع پنبه آمریکا مشاهده شده است (Ernest, 1996؛ Ahmad, 2007). محققین در آزمایش‌های صحرایی خود پی بردند که تأثیر ایندوکساکارب و اسپینوساد بهتر از آدامکتین بنزوات روی لاروهای بید کلم می‌باشد. همچنین مشخص گردید که بیشترین تأثیر ایندوکساکارب از راه گوارشی بوده و از راه تماسی چندان مؤثر واقع نمی‌شود (Liu et al., 2002). با توجه اهمیت بسیار زیاد شب‌پره پشت الماسی به عنوان یک آفت بسیار مهم برای گیاهان خانواده چلیپائی‌ان و لزوم ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کاهش جمعیت‌های این آفت، نیاز به بررسی روش‌های کارآمد مانند مبارزه شیمیایی به عنوان یکی از ارکان مدیریت آفت ضروری به نظر می‌رسد. علاوه بر این با توجه به ایجاد مقاومت سریع در حشره به سموم (Abro et al., 2013)، در این تحقیق سموم کمتر استفاده شده یا استفاده نشده در مزارع کلم بر روی این آفت با دزهای زیرکشنده ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

بررسی اثر سموم در یک مزرعه 900 مترمربعی در آزمایش اسپلیت پلات در زمان بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتور اصلی سموم در پنج سطح و فاکتور فرعی زمان‌های نمونه برداری بعد از سم‌پاشی چهار زمان نمونه برداری در روزهای سوم، پنجم، هفتم و نهم بعد از تیمار در نظر گرفته شدند. ابعاد هر بلوک 125 مترمربع (5 متر در 25 متر)، فواصل بلوک‌ها از هم 2 متر، ابعاد هر کرت در داخل بلوک 20 مترمربع (4 در 5) و فواصل کرت‌ها از هم در یک بلوک 1 متر در نظر گرفته شد. پس از تهیه بذر کلم گل *Brassica oleracea* var. *botrytis* از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان شهریار اقدام به کاشت شد. چهار حشره کش دارتون (زولون + تفلوبنزورون) $EC/21$ از مقدار $2/5$ لیتر توصیه‌ای 2 در هزار لیتر، آوانت (ایندوکساکارب) $EC/15$ از مقدار 250 سی‌سی توصیه شده در هکتار 200 سی‌سی در هکتار، لاروین (تیودی‌کارب) $PW/15$ از مقدار توصیه شده یک کیلوگرم در هکتار 750 گرم در هکتار، کنسالت (هگزافلومورون) با فرمولاسیون $EC/10$ از مقدار توصیه‌ای 500 سی‌سی در هکتار مقدار 350 سی‌سی در هکتار تهیه گردید. تیمار شاهد بدون استفاده از تیمار شیمیایی و به صورت آب‌پاشی انجام گرفت. با توجه به مطالعات مشابه (Wang et al., 2023) و با هدف کاهش دوز مصرفی سموم، برای تیمارهای آزمایشی از دزهای زیرکشنده سموم مورد مطالعه استفاده گردید. تعداد لاروهای موجود در هر قطعه به صورت تصادفی در پنج گیاه، قبل از سم‌پاشی و طی نمونه برداری ثبت شد. پس از آن تیمارهای سم‌پاشی اعمال گردید و با توجه به دوره رشد حشره، $28-35$ روز در شرایط صحرایی، تاریخ‌های نمونه برداری به ترتیب 3 ، 5 ، 7 و 9 روز پس از سم‌پاشی انتخاب و تعداد لاروهای زنده در پنج گیاه به صورت تصادفی شمارش و ثبت گردید.

مرحله دوم سم‌پاشی 20 روز بعد از مرحله اول با همان دوزهای استفاده شده در مرحله اول و مطابق با روش‌های ذکر شده به ترتیب انجام شد. پس از انجام عملیات میدانی و ثبت داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها انجام شد و آنالیز داده‌ها با استفاده از آزمون اسپلیت پلات در زمان بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نرم‌افزار آماری Mstat-C انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت (Mathews and Crossa, 2022). محاسبات و جداول با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

درجه تأثیر سم

جهت به دست آوردن درصد تأثیر تصحیح شده از فرمول Henderson and Tilton (1955) استفاده شد.

$$M\% = [1 - (Ta \times Cb / Tb \times Ca)] \times 100$$

Tb: تعداد لارو زنده در کرت تیمار قبل از سم پاشی، Ta: تعداد لارو زنده در کرت تیمار بعد از سم پاشی، Cb: تعداد لارو زنده در تیمار شاهد قبل از سم پاشی و Ca: تعداد لارو زنده در تیمار شاهد بعد از سم پاشی
برای محاسبه میزان آلودگی هر کرت ۲۰ بوته کلم به طور تصادفی انتخاب شد و در نمونه برداری های متوالی در صورت آلودگی حتی با یک لارو بید کلم به عنوان گیاه آلوده محاسبه گردید و شمارش لاروها در روزهای قبل از سم پاشی، سوم، پنجم، هفتم و نهم بعد از سم پاشی انجام شد. در این آزمایش بر خلاف آزمایش اول به منظور مقایسه کارایی تیمارهای شیمیایی مورد استفاده، کرت های شاهد غیر سم پاشی شده حذف گردیدند. آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار Mstat-C انجام و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به اثر کشندگی سموم آزمایشی

نتایج تجزیه واریانس ساده و مرکب (جدول ۱) بر پایه طرح اسپلیت پلات در زمان مربوط به تعداد لاروهای شمارش شده در تیمارهای مختلف سموم نشان داد که داده ها اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال یک درصد بین تیمارهای سموم اعمال شده (فاکتور اصلی)، زمان های نمونه برداری (فاکتور فرعی) و اثرات متقابل دوجانبه تیمار سموم در زمان آزمایش، زمان آزمایش × نمونه برداری و تیمار سموم × نمونه برداری و اثرات متقابل سه جانبه زمان آزمایش × تیمار سموم × نمونه برداری داشتند.

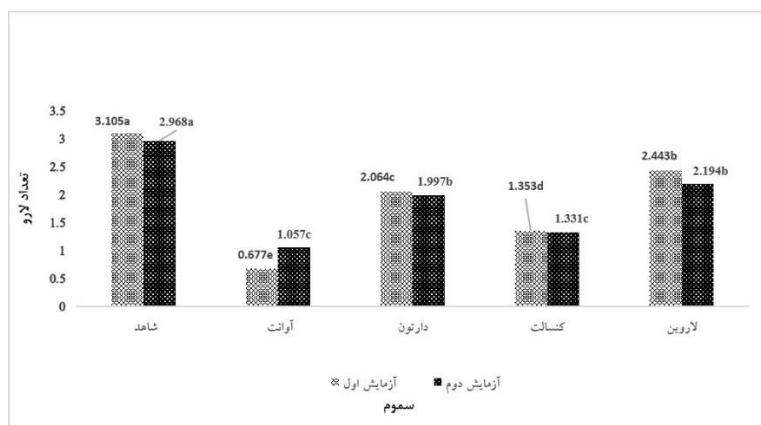
جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب اسپلیت پلات در زمان (اثر کشندگی سموم)

منابع تغییرات	Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS
زمان آزمایش	Time	1	0.019 ^{ns}
تکرار	Replication	8	0.033 ^{ns}
فاکتور A (آفتکش)	Factor A (Pesticides)	4	28.609**
زمان آزمایش × تیمار	Time × Factor A	4	0.570**
اشتباه آزمایشی	Error	32	0.120
فاکتور B (نمونه برداری)	Factor B (Sampling)	3	8.855**
زمان آزمایش × نمونه برداری	Time × Factor B	3	0.749**
تیمار سموم × نمونه برداری	Pesticide × Sampling	12	0.502**
زمان آزمایش × تیمار سموم × نمونه برداری	Time × Pesticide × Sampling	12	0.231**
اشتباه آزمایشی	Error	120	0.060
ضریب تغییرات (CV%)		12.74	

^{ns} و ** به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال آماری ۱٪

^{ns} and ** are respectively non-significant and significant at the level of 1% probability

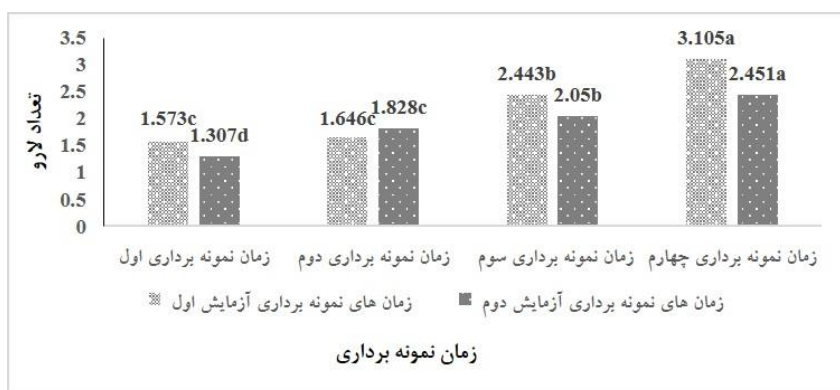
عدم وجود اختلاف آماری معنی دار بین دو زمان آزمایش، حاکی از اثرات تقریباً یکسان سموم در کنترل لارو بید کلم در هر دو زمان آزمایش بود و نتایج آن در نتیجه گیری قطعی کارایی یا عدم کارایی سموم دارای اهمیت می باشد. تعداد لارو آفت در تیمار سم آوانت در هر دو زمان آزمایش در کمترین مقدار نسبت به سایر تیمارهای سمی بود. در آزمایش دوم سموم آوانت و کنسالت از نظر آماری در یک گروه قرار گرفته اند (شکل ۱). سم کنسالت بعد از سم آوانت دارای بیشترین تأثیر لارو کشی بید کلم بود. بیشترین تعداد لارو در هر دو آزمایش در تیمار شاهد مشاهده شد. دو سم دارتون و لاروین دارای ضعیف ترین اثر لارو کشی در دو آزمایش بودند.



شکل ۱- مقایسه درصد اثربخشی تیمار سموم مورد استفاده در دو آزمایش

Fig. 1. comparison of the pesticide efficiency in two tests

کمترین تعداد لارو آفت در هر دو زمان آزمایش در نمونه برداری های اول (سه روز بعد از سم پاشی) مشاهده شد (شکل ۲). در آزمایش اول بین نمونه برداری اول و دوم از نظر تعداد لارو تفاوت معنی داری وجود نداشت و با افزایش زمان سم پاشی تا نمونه برداری تعداد لارو شمارش شده در روی کلم افزایش یافت که نشان گر کاهش سمیت سموم آزمایشی با گذشت زمان سم پاشی می باشد. روند افزایشی جمعیت لارو بید کلم با گذشت زمان در هر دو آزمایش یکسان بود و تعداد لارو در زمان نمونه برداری چهارم یعنی ۹ روز بعد از سم پاشی دارای بیشترین تعداد لارو بود (شکل ۲).



شکل ۲- گروه بندی میزان آلودگی به لارو آفت در نمونه برداری های مختلف دو آزمایش سم پاشی (تجزیه واریانس ساده)

Fig. 2. Grouping of pest larvae infection in different samplings of two spraying experiments (simple variance analysis)

معنی دار بودن اثر متقابل سه جانبه زمان آزمایش در تیمار سموم در نمونه برداری نشان داد که با گذشت زمان، سموم آزمایشی درجات مختلفی از کنترل را نشان دادند. این موضوع که در نمونه برداری های مختلف، قدرت کنترلی سموم دچار تغییر می شود به خوبی قابل مشاهده است (جدول ۲). سم آوانت هر دو آزمایش در روز سوم نمونه برداری از کمترین تعداد لارو زنده به میزان ۰/۲ لارو بر روی گیاه برخوردار بود.

از لحاظ گروه بندی سم کنسالت در هر دو آزمایش همانند سم آوانت در نمونه برداری اول کمتر از ۰/۸ تعداد لارو زنده بر روی گیاه بود. دو سم دارتون و لاروین در هر دو زمان آزمایش و در نمونه برداری های مختلف میانگین ۱/۲ تا ۲/۸ تعداد لارو بر روی گیاه را داشتند. در تیمار شاهد در نمونه برداری های مختلف و در دو زمان آزمایش، میانگین تعداد لارو بالاتر از ۲/۹۶ لارو بر روی هر گیاه مشاهده شد. صرف نظر از زمان های نمونه برداری و سموم شیمیایی اعمال شده، میانگین تعداد لارو زنده شمارش شده بر روی گیاه در زمان آزمایش اول بیش تر از آزمایش دوم بود که دلیل آن ناشی از کاهش جمعیت پایه آلوده کننده اولیه در زمان آزمایش دوم می باشد.

معنی دار بودن اثر متقابل زمان و تیمار سم بر جمعیت لاروهای زنده، به معنی تفاوت در میزان جمعیت لارو شمارش شده طی روزهای پس از تیمار شیمیایی، نشان از روند تغییرات سموم در دو آزمایش مجزا بود؛ به دلیل این که این آزمایش‌ها به‌طور متوالی در یک مزرعه کلم انجام یافت، تفاوت جمعیت لارو در هر یک از آزمایش‌ها با توجه به روند مناسب فصل زراعی برای رشد لارو از یک سو و نیز کاهش جمعیت لارو در آزمایش دوم قابل تفسیر می‌باشد که باعث ایجاد تراکم جمعیتی متفاوت از لارو بید کلم بر روی گیاه در زمان‌های مختلف گردید و لذا اثرات کنترلی تیمارها را تحت تأثیر قرار داد. لذا در کل می‌توان این‌طور بیان نمود که معنی دار بودن تیمار سم‌پاشی در نمونه‌برداری‌های مختلف در هر آزمایش نیز به اثر نوسانات جمعیت و کاهش جمعیت بلافاصله بعد از سم‌پاشی و افزایش آن با گذشت زمان و کاهش ماده مؤثره سمی ارتباط دارد. علاوه بر این، معنی دار بودن اثر متقابل زمان آزمایش در نمونه‌برداری‌های مختلف به تفاوت جمعیت‌های اولیه آلودگی در زمان انجام آزمایشات از یک سو و نیز اثر کنترلی سموم در آزمایش اول و در نتیجه تفاوت جمعیت آنها در دو آزمایش دلالت دارد.

جدول ۲- گروه‌بندی اثرات متقابل آزمایش× تیمار× نمونه‌برداری بر میانگین تراکم لاروهای زنده پس از تیمار

Table 2. Grouping of interaction effects of experiment × treatment × sampling on the mean density of larvae after treatment

آزمایش	تیمار	نمونه برداری	تعداد لارو	آزمایش	تیمار	نمونه برداری	تعداد لارو
Experiment	Treatment	Sampling	No. Larvae	Experiment	Treatment	Sampling	No. Larvae
		اول	First			اول	First
		دوم	Second			دوم	Second
		سوم	Third			سوم	Third
		چهارم	Forth			چهارم	Forth
		اول	First			اول	First
		دوم	Second			دوم	Second
		سوم	Third			سوم	Third
		چهارم	Forth			چهارم	Forth
		اول	First			اول	First
		دوم	Second			دوم	Second
		سوم	Third			سوم	Third
		چهارم	Forth			چهارم	Forth
		اول	First			اول	First
		دوم	Second			دوم	Second
		سوم	Third			سوم	Third
		چهارم	Forth			چهارم	Forth
		اول	First			اول	First
		دوم	Second			دوم	Second
		سوم	Third			سوم	Third
		چهارم	Forth			چهارم	Forth
		اول	First			اول	First
		دوم	Second			دوم	Second
		سوم	Third			سوم	Third
		چهارم	Forth			چهارم	Forth
		اول	First			اول	First
		دوم	Second			دوم	Second
		سوم	Third			سوم	Third
		چهارم	Forth			چهارم	Forth

حروف در جدول نشان‌دهنده طبقه‌بندی بر اساس دانکن در سطح احتمال ۵٪ هستند.

The letters are Duncan classification indices in 5% probability level.

نتایج مربوط به درجه تأثیر سموم مختلف

نتایج تجزیه واریانس مرکب اسپلیت پلات زمان با درصد تأثیر سموم نشان داد که تفاوت آماری بسیار معنی‌داری در سموم و زمان‌های نمونه‌برداری با سطح اطمینان ۹۹٪ وجود داشت و همچنین اثر متقابل دوگانه زمان آزمایش در نمونه‌برداری با سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). زمان آزمایش، اثرات متقابل دوگانه زمان در تیمار سم و تیمار سم در نمونه‌برداری و اثر سه‌گانه آنها فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب اسپلیت پلات در زمان درصد تأثیر سموم

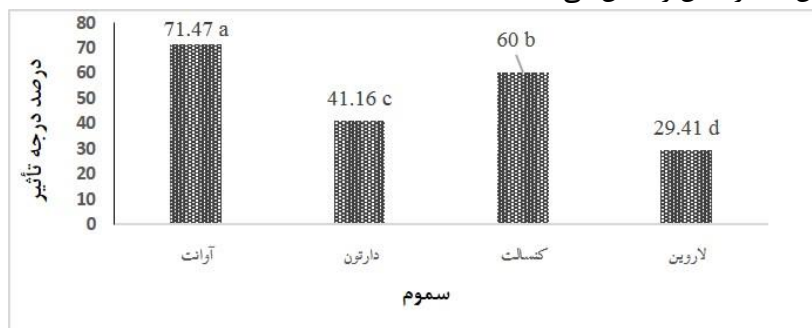
Table 3. Compound variance analysis of split plot in time the degree of the effect of insecticides

منابع تغییرات	Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS
زمان	Time	1	500.07 ^{ns}
تکرار	Replication	6	3442.95 ^{**}
فاکتور A (تیمارهای سم)	Factor A (Pesticides)	3	11330.02 ^{**}
زمان × تیمار سموم	Time × Factor A	3	354.75 ^{ns}
اشتباه آزمایشی	Error	18	142.08
فاکتور B (نمونه برداری)	Factor B (Sampling)	3	508.23 ^{**}
زمان × نمونه برداری	Time × Factor B	3	20.508 [*]
تیمار سموم × نمونه برداری	Pesticide × Sampling	9	9.06
زمان × تیمار سموم × نمونه برداری	Time × Pesticide × Sampling	9	8.05
اشتباه آزمایشی	Error	72	9.11
ضریب تغییرات (CV%)		5.98	

ns به ترتیب بی معنی و معنی دار در سطح احتمال آماری ۱٪

ns and ** are respectively non-significant and significant at the level of 1% probability

مقایسه میانگین تیمارهای سموم صرف نظر از تاریخ‌های نمونه‌برداری نشان داد که سم آوات با درجه تأثیر ۷۱٪ بالاترین تأثیر را بر جمعیت لاروها داشت؛ در مقابل، سم لاروین کمترین درجه تأثیر ۲۹/۴۱٪ را نشان داد. دو سم دارتون و کنسالت در محدوده بین این دو مقدار قرار گرفتند (شکل ۳). بالاترین درجه تأثیر در تاریخ نمونه‌برداری دوم بعد از سم‌پاشی مشاهده شد (جدول ۴). با گذشت زمان درجه تأثیر سموم آفت کش کاهش یافت به طوری که تاریخ‌های آخر نمونه‌برداری کمترین میزان درجه تأثیر را نشان دادند که این روند در تمام سموم مشاهده گردید و مؤید کاهش اثر سموم به مرور زمان بود. این موضوع اهمیت سم‌پاشی مجدد بر علیه این آفت چند نسلی در مزارع کلم برای کنترل افزایش جمعیت آفت و کاهش خسارت آن را نشان می‌دهد.



شکل ۳- گروه‌بندی درجه تأثیر سموم آزمایشی

Fig. 3. Grouping the degree of effect of experimental insecticides

عدم استفاده مکرر از سموم در مبارزه با آفات چند نسلی باعث افزایش کارایی کنترل آفات و عدم ایجاد مقاومت در آفات نسبت به مواد سمی به کار رفته می‌گردد (مصلی‌نژاد، ۱۳۹۸).

معنی‌دار بودن اثر متقابل دوگانه درجه تأثیر زمان آزمایش در تاریخ نمونه‌برداری نیز حاکی از آن است که روند تأثیر سموم در مراحل نمونه‌برداری از آزمایش اول تا آزمایش دوم کاهش یافت. با گذشت زمان درجه تأثیر سموم در هر دو آزمایش از تاریخ‌های نمونه‌برداری اول تا چهارم به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درصد تقلیل یافته است. نمونه‌برداری دوم آزمایش اول با ۵۷٪ درجه تأثیر را داشت و کمترین درجه تأثیر نیز مربوط به نمونه‌برداری چهارم هر دو آزمایش‌های اول و دوم به ترتیب با ۴۷٪ و ۴۴٪ بود. در هر کدام از آزمایش‌ها، نمونه‌برداری روز سوم مقدار درجه تأثیر کمتری نسبت به نمونه‌برداری روز پنجم پس از تیمار داشت و این نشان‌دهنده زمان‌بر بودن کامل اثر سموم مصرفی می‌باشد که البته

با گذشت زمان از زمان تیمار درجه تأثیر به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. استمرار در کاربرد یک سم خاص نیز در کاهش درجه تأثیر سموم اثر ویژه‌ای داشته و این موضوع توسط سایر محققین نیز تأیید شده است (Karaağaç, 2012).

جدول ۴- درصد تأثیر تیمارهای شیمیایی بر تراکم لاروهای *P. xylostella* طی دو مرحله آزمایش در چهار تاریخ

نمونه‌برداری (اول: سه روز، دوم: پنج روز، سوم: هفت روز و چهارم: نه روز پس از تیمار)

Table 4. Percentage effect of chemical treatments on *P. xylostella* larval density during two experimental stages on four sampling dates (first: three days, second: five days, third: seven days and fourth: nine days after treatment)

آزمایش	Experiment	نمونه‌برداری	Sampling	درصد تأثیر و گروه‌بندی
اول	First	اول	First	51.94bc
		دوم	Second	57.75a
		سوم	Third	53.19b
		چهارم	Forth	47.06d
دوم	Second	اول	First	49.63cd
		دوم	Second	52.94b
		سوم	Third	47.44d
		چهارم	Forth	44.13e

حروف در جدول نشان دهنده طبقه‌بندی بر اساس دانکن در سطح احتمال ۵٪ هستند.

The letters are Duncan classification indices in 5% probability level.

درجه تأثیر سموم نیز کمابیش دارای اثری شبیه به نتایج اثر سموم بر کاهش جمعیت لاروهای آفت بود، به طوری که در هر دو آزمایش سم آوانت بیشترین درجه تأثیر محاسبه شده را نشان داد و بعد از آن بیشترین تأثیر مربوط به سم کنسالت بود.

اثر متقابل درجه تأثیر تیمار سموم در نمونه‌برداری معنی‌دار نبود؛ در نتیجه عدم تغییر اثر هر سم در قیاس با سایر سموم با گذشت زمان را نشان می‌دهد و مؤید این نکته می‌باشد که سم قوی مانند آوانت با بیشترین میانگین مرگ و میر لاروها در همه تاریخ‌های نمونه‌برداری نسبت به سایر سموم، کشندگی بیشتری در لارو آفت کلم ایجاد نموده است و در نتیجه می‌توان اثر سیستمیک ماندگارتر و یا فرمولاسیون کارآمدتر را برای این سم به عنوان شاخص‌های برتری نسبت به سایر سموم مورد مطالعه در نظر گرفت. همان گونه که ملاحظه می‌شود حشره کش لاروین در همه این بررسی‌ها در گروه آخر واقع شد و تلفات رضایت بخشی را روی لاروها نشان نداد. احتمال دارد کم‌اثر بودن لاروین در بررسی حاضر به مسئله مقاومت لاروهای بید کلم در برابر آن مربوط باشد. کاربرد طولانی مدت یک حشره کش یکی از دلایل ایجاد مقاومت در حشرات آفت تلقی می‌گردد (طالبی جهرمی، ۱۳۹۳). در مطالعات مشابه نیز چنین شواهدی مشاهده گردید؛ به طوری که در یک تحقیق که سم ایندوکساکارب EC/۱۵ به میزان ۲۰۰ ml/ha در مقایسه با سم کارباریل ۸۵٪ PW با مقدار ۳ K/ha و سم پیرادلایل ۵۰٪ EC با مقدار ۱۵۰ ml/ha بر علیه لارو کرم پیله‌خوار نخود، گزارش شد که در نمونه‌برداری‌های روز سوم، هفتم و ۱۲ بیشترین درصد تلفات لاروی متعلق به سم ایندوکساکارب بوده است. ضمن آن که بیشترین تأثیر نیز از این سم در مقایسه با دو سم بعدی به دست آمد و عملکرد نخود در تیمار سم ایندوکساکارب در بالاترین مقدار بود که از نظر تلفات و بیشترین درجه تأثیر سم با تحقیق اخیر مطابقت دارد (سیدی صاحب‌اری، ۱۳۸۹). در تحقیق دیگری تأثیر پنج حشره کش کلرپیریفوس به میزان ۲۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، اندوسولفان به میزان ۲۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، تریسر به میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، پروفنوفوس به میزان ۲۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و ایندوکساکارب به میزان ۴۲۵ میلی‌لیتر در هکتار روی *H. armigera* در روی نخود مورد ارزیابی قرار گرفت؛ نتایج نشان داد که سم تریسر و ایندوکساکارب مؤثرتر از بقیه بودند (Rashid et al., 2003). در این تحقیق نیز سم آوانت (ایندوکساکارب) همانند آزمایش اخیر دارای بهترین اثر بود.

در بررسی اثر حشره کشی ایندوکساکارب (آوانت) $SL\ 15\%$ در قیاس با سموم تیودیکارب $DF\ 80\%$ و اندوسولفان $EC\ 25\%$ در کنترل لاروهای کرم غوزه پنبه مشخص شد که این سم در دو غلظت ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار با حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد تلفات، نسبت به دو سم دیگر از کارایی بالاتری در کنترل آفت برخوردار بود و اثر سوء چندانی روی حشرات مفید و پارازیتوئیدها نداشت (جوان مقدم و همکاران، ۱۳۸۱). با وجود ادعای عدم مقاومت تقاطعی بین ایندوکساکارب و سموم معمول فسفره، پیرتروئیدی و کاربامات (Anonymous, 2006)، در صورت ضرورت بهتر است از تناوب این حشره کش با سموم جدید با نقطه اثر کاملاً متفاوت استفاده گردد (Liu et al., 2002). نتایج این تحقیق با آزمایش دیگر محققین در مورد سم آوانت و دوزهای استفاده شده آن مطابقت داشت (طالبی جهرمی، ۱۳۹۳). در یک تحقیق استفاده از سم آوانت به میزان (۲۰۰ میلی لیتر در هکتار) اثرات مرگ و میر تأخیری داشته است (Guessan et al., 2007).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج دو آزمایش و تاریخهای نمونه برداری متعدد، استفاده از سم آوانت به میزان ۲۰۰ تا ۲۵۰ میلی لیتر در هکتار توصیه می شود. طبق نتایج این بررسی حشره کش کنسالت نیز مانند آوانت در مرگ و میر کرم بید کلم نتایج رضایت بخشی نشان داد و کماکان می تواند در برنامه مدیریت کنترل شیمیایی آفت بید کلم مورد استفاده قرار گیرد. ضمن آن که در مبارزه با آفات چند نسلی در مزارعی مانند مزرعه کلم، حتی الامکان از کاربرد مداوم یک سم آفت کش اجتناب شود. بدین منظور سموم جدید معرفی شده نیز ابتدا مورد ارزیابی علمی و عملی قرار گیرد و پس از تأیید در تناوب با سموم آفت کش دیگر استفاده گردد. همچنان علی رغم موارد متعددی از تحقیقاتی که ایندوکساکارب و ترکیبات مشابه را جزء بهترین گزینه های مدیریت شب پره پشت الماسی معرفی کرده اند، برخی تحقیقات (Zhang et al., 2016) سطوحی از مقاومت به این آفت کش ها را نیز گزارش نموده اند که از این جهت نیاز به تحقیقات گسترده تر جهت کاربرد این ترکیبات در برنامه مدیریت تلفیقی با سایر روش های مدیریتی را الزامی می سازد.

References

منابع

- جوان مقدم، ح.، علوی، ج. و تقی زاده، م. ۱۳۸۱. ارزیابی کارایی چند سم حشره کش برای کنترل کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera*. مجموعه خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. دانشگاه رازی کرمانشاه. صفحه ۳۴.
- سیدی صاحبزادی، ف. ۱۳۸۹. مقایسه کارایی چند سم حشره کش در کنترل کرم پیله خوار نخود *Heliothis virescens* (Lep.: Noctuidae). گیاه پزشکی ۲(۲): ۹۹-۱۰۹.
- طالبی جهرمی، خ. ۱۳۹۳. سم شناسی آفت کش ها. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۹۲ صفحه.
- کیهانیان، ع.ا.، براری، ح.، فرهنگی، س.و.، امین، غ.ع. و شیخی گرجان، ع. ۱۳۹۸. بررسی کارایی حشره کش آلفاسایپرمترین + تفلوبنزورون (ایمونیت ۱۵٪ SC) جهت کنترل کرم میوه خوار گوجه فرنگی *Helicoverpa armigera*. آفت کش ها در علوم گیاه پزشکی ۲(۸): ۱۴۵-۱۳۶.
- محقق نیشابوری، ج.، رستم کلایی مطلق، س.ا. و گودرزیان، ن. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر حشره کش های ایندوکساکارب، تیودیکارب و مونوکروتوفوس بر کرم غنچه توتون *Helicoverpa armigera* در مزرعه. آفات و بیماری های گیاهی ۷۷: ۶۷-۸۸.
- مصلی نژاد، ه. ۱۳۹۸. مقاومت آفات به حشره کش ها و راهکارهای مدیریت آن. مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. ۲۹ صفحه.
- Abro, G.H., Syed, T.S., Kalhor, A.N., Sheikh, G.H., Awan, M.S., Jessar, R.D. and Shelton, A.M. 2013. Insecticides for control of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:

- Plutellidae) in Pakistan and factors that affect their toxicity. *Crop Protection* 52: 91-96. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.017>.
- Ahmad, M. 2007.** Insecticide resistance mechanisms and their management in *Helicoverpa armigera* (Hubner): A review. *Journal of Agricultural Research* 45(4): 319-335.
- Anonymous, 2006.** DuPont Steward EC Technical Bulletin. 24p.
- Bermudez, N., de la Pava, N., Nascimento, D.V., Ribeiro, L.M.S., Squeira, H.A.A. and Torres, J.B. 2024.** Fitness costs in diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to Lufenuron, a chitin synthetase inhibitor insecticide. *Insects* 15(11): 856. <https://doi.org/10.3390/insects15110856>.
- Ernest, C.H. 1996.** Differences in *Heliothis virescens* resistance development after laboratory selection with profenofos, thiodicarb and cypermethrin. *Proceeding of Beltwide Cotton Conferences*, Nashville. 2: 1069-1071.
- Guessan, R.N., Corbel, V., Bonnet, J., Yates, A., Asidi, A., Pelagie Boko, P., Odjo, A., Akogbe'to, M. and Rowland, M. 2007.** Evaluation of indoxacarb, an oxadiazine insecticide for the control of Pyrethroid-resistant *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 44: 270-276.
- Grzywacz, D., Rossbach, A., Rauf, A., Russell, D., Srinivasan, R. and Shelton, A.M. 2010.** Current control methods for diamondback moth and prospects for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa. *Crop Protection* 29: 68-79.
- Kfir, R. 1998.** Origin of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Annals of the Entomological Society of America* 91(2): 164-167. <https://doi.org/10.1093/aesa/91.2.164>
- Karaağaç, S.U. 2012.** Insecticide Resistance, Insecticides - Advances in Integrated Pest Management. InTech, 708pp.
- Karimzadeh, J., Bonsall, M.B. and Wright, D.J. 2004.** Bottom-up and top-down effects in a tritrophic system: the population dynamics of *Plutella xylostella* (L.)-*Cotesia plutellae* (Kurdjumov) on different host plants. *Ecological Entomology* 29: 285-293.
- Liu, X., Chen, M., Collins, H.L., Onstad, D., Roush, R., Zhang, Q. and Shelton, A.M. 2002.** Effect of insecticides and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) genotype on a predator and parasitoid and implications for the evolution of insecticide resistance. *Journal of Economic Entomology* 105(2): 354-362. <http://dx.doi.org/10.1603/EC11299>.
- Liu, T.X., Sparks, A.N., Chen, W., Lian, G.M. and Brister, C. 2012.** Toxicity, persistence and efficacy of indoxacarb on cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) on cabbage. *Journal of Economic Entomology* 95(2): 360-367. <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-95.2.360>.
- Henderson, C.F. and Tilton, E.W. 1955.** Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology* 48(2): 157-161. <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Massarolli, A., Gualda Bersani, B.C., Dalla Roza, F.H., Butnariu, A.R., Barbosa Pereira, M.J. and Foerster, L.A. 2019.** Evaluation of leaf consumption and determination of economic injury level caused by *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in *Brassica oleracea* var. *acephala* (Brassicaceae). *Journal of Economic Entomology* 112(4): 1805-1811. <https://doi.org/10.1093/jee/toz113>.
- Mathews, K.L. and Crossa, J. 2022.** Experimental Design for Plant Improvement. Pp. 215-235. In: Reynolds, M.P. and Braun, H.J. (eds). *Wheat Improvement*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90673-3_13
- Murray, D.A.H., Lloyd, R.J. and Hopkinson, J.E. 2005.** Efficacy of new insecticides for management of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in Australian grain crops. *Australian Journal of Entomology* 44(1): 62-67. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2005.00422.x>.
- Paudel, A., Yadav, P.K. and Karna, P. 2022.** Diamondback moth *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758)(Lepidoptera: Plutellidae); A real menace to crucifers and its integrated management tactics. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 10(12): 2504-2525. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i12.2504>.
- Rashid, A., Ahmed Saeed, H., Akhtar, L.H., Zameen Siddiqi, S. and Arshad, M. 2003.** Comparative efficacy of various insecticides to control of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Asian Journal of Plant Sciences* 2: 403-405.
- Sarafraz, M., Keddie, A.B. and Dosdall, L.M. 2005.** Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review. *Biocontrol Science and Technology* 15(8): 763-789. <https://doi.org/10.1080/09583150500136956>.
- Talekar, N.S. and Shelton, A.M. 1993.** Biology, ecology and management of diamondback moth. *Annual Review of Entomology* 38(1): 275-301. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193.001423>.

- Wang, Z.J., Wang, N.M., Yu, Q.T. and Xue, C.B. 2023.** Sublethal effects of and indoxacarb enantiomet insecticide on *Plutella xylostella* caterpillar and *Chrysoperla sinica* predator. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 249(12): 114400. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.114400>.
- Zhang, S., Zhang, X., Shen, J., Mao, K., You, H. and Li, J. 2016.** Susceptibility of field populations of the diamondback moth *Plutella xylostella* to a selection of insecticides in central China, *Pesticide Biochemistry and Physiology* 132: 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2016.01.007>.
- Zhao, J.Z., Collins, H.L., Li, Y.X., Mau, R.F., Thompson, G.D., Hertlein, M.S., Andalaro, J.T., Boyken, R. and Shelton, A.M. 2006.** Monitoring of diamondback moth resistance to spinosad, indoxacarb and emamectin benzoate. *Journal of Economic Entomology* 99(1): 176-181. [https://doi.org/10.1603/0022-0493\(2006\)099\[0176:modmlp\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1603/0022-0493(2006)099[0176:modmlp]2.0.co;2).

Investigation of the effect of reduced doses of four insecticides (Dartone, Larvin, Avant, Consult) on the larvae of Diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) under field conditions

S.H. Mousavi Anzabi^{1*} and N. Kheradpir²

Received: 21 Nov., 2024

Accepted: 24 Feb., 2025

ABSTRACT

Cultivation of cabbage crops is one of the most important sources of income for farmers. The diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lep.: Plutellidae) is one of the most destructive pests of cabbage, causing significant damage every year. Chemical control of this pest is inevitable and the most basic strategy for suppressing the diamondback moth. In order to evaluate the effect of reduced doses of four insecticides, an experiment was conducted using a randomized complete block design at two different times in field conditions. Before spraying, sampling of pest larva density was done and pest infestation levels were observed in all experimental plots. Sampling the population of pest larvae was performed on cabbage plants on the third, fifth, seventh and ninth days after spraying. Simple and compound analysis of variance based on split plot in randomized complete block design revealed that insecticides (factor A), sampling time (factor B) and all their interactions showed significant difference at the 1% probability level ($\alpha=1\%$). The results of the compound variance analysis of the data on the effectiveness percentage of insecticides demonstrated that the treatments (Factor A) and sampling time had significant difference at the probability level of one percent ($\alpha=1\%$). Avant with the lowest number of larvae 0.86 and the highest percentage of effectiveness (71%). The first sampling time (third day after spraying) had the lowest infestation number of pest larva (1.47) and the highest effectiveness percentage of insecticide (55.3%). Larvin, on the other hand, was the least effective in pest control in this study.

Key words: Brassicaceae, Chemical control, Diamondback moth, Field pest

1. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Khoy.C., Islamic Azad University, Khoy, Iran

2. Assistant Professor, Department of Plant Protection, VaP.C., Islamic Azad University, Varamin, Iran

Corresponding author: mousavianzabi@gmail.com