

ارزیابی کارایی دو حشره‌کش میکروبی *Bacillus thuringiensis* در کنترل کرم پيله‌خوار نخود *Helicoverpa* spp.

رسول مرزبان^{۱*}، مهدی محبوب^۲، روشنگر قربانی^۳ و مریم کلانتری^۱

۱- بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران. ۳- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۷

چکیده:

از عمده مشکلات تولید نخود در اکثر مناطق کشت نخود، از جمله استان‌های غرب و شمال غرب، آفات عمومی و اختصاصی آن همانند کرم پيله‌خوار نخود است. این پروژۀ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو استان کرمانشاه و لرستان با ۷ تیمار در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل، لوفنورون دو در هزار، روی آگرو یک در هزار، بایولپ پی یک در هزار، حشره‌کش *Bacillus thuringiensis* Ber. بیوتک هند با سه دز ۱۰۰۰، ۶۰۰ و ۴۰۰ گرم در هکتار بود. اثر تیمارهای مورد بررسی در کنترل جمعیت لاروهای کرم پيله‌خوار نخود در فواصل زمانی ۳ و ۷ روز پس از محلول‌پاشی تعیین شد. هم‌چنین در فواصل زمانی یاد شده تعداد پيله‌های خسارت دیده ثبت و بر اساس آن درصد خسارت پيله‌های نخود محاسبه شد. نتایج نشان داد که تیمارها در کارایی و درصد خسارت با هم تفاوت معنی‌دار داشتند و حشره‌کش‌های مبتنی بر *B. thuringiensis* کارایی مؤثری از لحاظ آماری در کنترل پيله‌خوار نخود پس از هفت روز از خود نشان دادند. بایولپ در استان لرستان و کرمانشاه به ترتیب ۶۸/۷۹ و ۸۱/۲۷ درصد و بیوتک هند ۷۴/۵۹ و ۷۹/۹۹ درصد پيله‌خوار نخود را کنترل کردند. در استان کرمانشاه درصد کارایی آفت‌کش‌های بیولوژیک پس از هفت روز از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با آفت‌کش روی آگرو نداشت. هم‌چنین آفت‌کش بیولوژیک بایولپ در مقایسه با آفت‌کش بیولوژیک بیوتک هند (۱۰۰۰ گرم در هکتار) پس از هفت روز، از لحاظ کارایی و درصد خسارت، تفاوت معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج بدست آمده، در صورت عدم کنترل آفت (شاهد)، درصد خسارت غلاف‌های نخود حدود ۴۰٪ خواهد بود که با استفاده از آفت‌کش‌های بیولوژیک می‌تواند به کمتر از ۱۰٪ کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: نخود، کرم پيله‌خوار نخود، کنترل بیولوژیک، *Bacillus thuringiensis*

مقدمه:

در ایران حدود ۵۰۰ هزار هکتار است. سطح زیر کشت نخود در کشور هند به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده حدود هشت میلیون هکتار و در پاکستان و استرالیا به عنوان دومین تولیدکننده، در هر کدام حدود یک میلیون هکتار گزارش شده است (Blandino and Travieso, 2021). پيله خوار نخود مهم‌ترین آفت این محصول در تمام مناطق کشت نخود در جهان است. در ایران ۹۶٪ مناطق زیر کشت، مورد هجوم پيله خوار نخود قرار دارند (Kahrarian, 2012). استفاده گسترده از آفت‌کش‌های شیمیایی در کشاورزی موجب خسارات جبران‌ناپذیری بر سلامت انسان، سایر موجودات زنده و محیط‌زیست می‌شود. کنترل بیولوژیک روش جایگزینی است که در کاهش کاربرد ترکیبات شیمیایی در کشاورزی نقش مهمی دارد. استفاده از عوامل میکروبی کنترل‌کننده آفات که زیان کمتری روی محیط‌زیست و دامنه اثر محدود و اختصاصی‌تری دارند، می‌توانند تا حدودی موجب کاهش مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی شوند. در میان عوامل کنترل‌کننده میکروبی، باکتری *Bacillus thuringiensis* Ber. به علت سهولت تولید و مصرف و دامنه اثر اختصاصی بر آفات و هم‌چنین ایمنی زیستی بالا و کارایی مؤثر، در سطح جهانی جایگاه ویژه‌ای دارد (Saber et al., 2020). سهم فرآورده‌های بیولوژیک حاوی Bt نسبت به سایر فرآورده‌های میکروبی کنترل بیولوژیک در دهه نود میلادی بیش از ۹۰ درصد بود که با گسترش سایر عوامل میکروبی این میزان در حال حاضر، به حدود ۶۰ الی ۷۰ درصد رسیده است (Global Industry Analysts Inc. GIA, 2015). در موسسه منابع طبیعی انگلستان، استفاده از ویروس و باکتری علیه *H. armigera* در دست بررسی است که در آزمایشی با استفاده از ترکیب تجاری دیپل جمعیت لاروهای هلیوتیس را تا حدود ۷۰٪ کنترل کردند (Jayaraj et al., 1989). هم‌چنین در شرایط آزمایشگاهی تاثیر ترکیبات

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) با داشتن ۲۰٪ پروتئین گیاهی می‌تواند نقش مهمی در تامین بخشی از غذای مورد نیاز انسان داشته باشد. این گیاه در کلیه کشورهای مدیترانه‌ای، بخش‌هایی از آسیا و شمال آفریقا کشت می‌شود و طبق گزارش فائو (۲۰۱۹) در بین حبوبات از نظر سطح زیر کشت در جهان مقام سوم را دارا است (FAO, 2019). از میان آفات مختلف محصول نخود، کرم پيله خوار (*Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) spp به عنوان جدی‌ترین و مخرب‌ترین آفت گزارش شده است (Kahrarian, 2012). این آفت به‌طور متوسط ۳۰ تا ۴۰ درصد به پيله‌های نخود آسیب وارد می‌کند که این خسارت ممکن است در محیط‌های مساعد به ۸۰ تا ۹۰ درصد نیز افزایش یابد. به عنوان مثال ۱۰ تا ۸۵ درصد کاهش عملکرد در نخود در هند ثبت شده است (Yadava and Lal, 1997). در شمال پاکستان، تا ۹۰ درصد آسیب پيله ناشی از *H. armigera* در مزارع محافظت نشده نخود گزارش شده است (Ahmad et al., 2001). آستانه اقتصادی پيله خوار نخود یک لارو در هر متر طول ردیف گزارش شده است (Zahid et al. 2008; ICRISAT, 1992) در سرتاسر جهان، خسارت ناشی از *H. armigera* در پنبه، حبوبات، دانه‌های روغنی، سبزیجات، غلات و غیره بیش از دو میلیارد دلار است و هزینه حشره‌کش‌های مورد استفاده برای کنترل این آفت سالانه بیش از یک میلیارد دلار تخمین زده می‌شود (Da Silva et al., 2020). در میان گونه‌های مختلف، *H. armigera* (Hübner) و *H. punctigera* (Wallengren) پيله خواران اصلی در نخود هستند. *H. armigera* به‌طور گسترده در آسیا، آفریقا، منطقه مدیترانه و اقیانوسیه پراکنده است (EPPO, 2006). در حالی که *H. punctigera* محدود به مناطق جنوبی استرالیا است. نخود از محصولات مهم در تناوب با گندم در استان‌های غرب و شمال غرب کشور است و سطح زیر کشت نخود

تجاری مختلف Bt روی لاروهای هلیوتیس مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج نشان داد ترکیبات تجاری تورسید و دیپل در لاروهای هلیوتیس ۱۰۰ در صد تلفات ایجاد کردند (Odak et al., 1982). کولکاری و آمونکار در آزمایش دیگری میزان تاثیر اسپور و کریستال های Bt را جدا از هم و در ترکیب با هم روی لاروهای سن دوم *H. armigera* بررسی و گزارش کردند که اسپورهای این باکتری فقط ۲۰-۱۰٪ تلفات به وجود می‌آورند، در صورتی که کریستال و یا مخلوط کریستال و اسپور ۱۰۰٪ تلفات ایجاد کردند (Kulkarni and Amonkar, 1988). در یک آزمایش واریته‌های مختلف Bt علیه *H. armigera* مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین واریته‌های استفاده شده *B.t. kurstaki* HD-1 و یک نژاد از *B.t. kenya* بیشترین اثر را علیه این آفت داشتند (LC₅₀= 40-50 mg/ml) و سمیت واریته‌های *wuhanesis* و *aizawai* متوسط بوده، در حالی که واریته *B.t. thuringiensis* کمترین سمیت را داشت (LC₅₀= 2100-11000mg/ml) و از طرفی واریته *canadensis* تقریباً بدون تاثیر بود (LC₅₀= 22000-44000 mg/ml) (Mohamed et al., 1983).

تجاری مختلف Bt روی لاروهای هلیوتیس مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج نشان داد ترکیبات تجاری تورسید و دیپل در لاروهای هلیوتیس ۱۰۰ در صد تلفات ایجاد کردند (Odak et al., 1982). کولکاری و آمونکار در آزمایش دیگری میزان تاثیر اسپور و کریستال های Bt را جدا از هم و در ترکیب با هم روی لاروهای سن دوم *H. armigera* بررسی و گزارش کردند که اسپورهای این باکتری فقط ۲۰-۱۰٪ تلفات به وجود می‌آورند، در صورتی که کریستال و یا مخلوط کریستال و اسپور ۱۰۰٪ تلفات ایجاد کردند (Kulkarni and Amonkar, 1988). در یک آزمایش واریته‌های مختلف Bt علیه *H. armigera* مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین واریته‌های استفاده شده *B.t. kurstaki* HD-1 و یک نژاد از *B.t. kenya* بیشترین اثر را علیه این آفت داشتند (LC₅₀= 40-50 mg/ml) و سمیت واریته‌های *wuhanesis* و *aizawai* متوسط بوده، در حالی که واریته *B.t. thuringiensis* کمترین سمیت را داشت (LC₅₀= 2100-11000mg/ml) و از طرفی واریته *canadensis* تقریباً بدون تاثیر بود (LC₅₀= 22000-44000 mg/ml) (Mohamed et al., 1983).

مواد و روش‌ها:

حشره‌کش‌های میکروبی:

در این پژوهش دو حشره‌کش میکروبی برپایه *B. thuringiensis* مورد استفاده قرار گرفتند که مشخصات هر دو آفت‌کش میکروبی بر اساس برچسب آنها (Label) به شرح زیر است. بایولپ پی متعلق به شرکت زیست فناوری طبیعت‌گرا (بایوران) با فرمولاسیون پودر وتابل حاوی ۵٪ ماده مؤثر اسپور و کریستال *B. thuringiensis kurstaki* با تعداد واحد کلنی ساز (اسپور زنده) ۱۰^۹ CFU/g با مقدار توصیه ۱۰۰۰ گرم در ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ لیتر آب است. بیوتک هند با فرمولاسیون پودر وتابل حاوی ماده مؤثر اسپور و کریستال

عدل دوست و همکاران طی آزمایشی سه ترکیب تجاری Bt به نام‌های باکتوسپین، کاتالاس و دلفین را علیه لاروهای *Heliothis* استفاده کرده و میانگین تلفات را ۹ روز پس از تیمار به ترتیب ۸۸، ۸۲ و ۸۹ درصد تعیین و بیان کردند که دوبار استفاده از Bt سبب کنترل جمعیت پيله‌خوار در مزارع نخود می‌شود به طوری که تیمار آزمایشی نسبت به شاهد ۳۲ درصد افزایش عملکرد داشته است (Adldust et al., 1998). مهاجری و همکاران در مزارع گوجه‌فرنگی چهار ترکیب تجاری Bt را علیه *H. armigera* مورد استفاده قرار دادند. نتایج نشان داد میانگین تلفات پس از محلول‌پاشی به‌طور میانگین بین ۶۹/۷۹ تا ۸۰/۱ درصد بود. این نتایج هم‌چنین نشان داد که سنین پائین‌تر آفت حساسیت بیش‌تری نسبت به Bt دارند

از فرمول هندرسون-تیلتون محاسبه شد. در فواصل زمانی یاد شده با نمونه برداری از ۳۰ بوته نخود از بخش میانی هر کرت (طبق روشی که برای لاروها شرح داده شد) تعداد پیله‌های خسارت دیده از کل پیله‌های موجود روی ۳۰ بوته در هر یک از کرت‌های آزمایشی نیز ثبت و بر اساس آن درصد خسارت روی پیله‌های نخود برای هر کرت محاسبه شد. در مرحله بعد، تجزیه واریانس داده‌ها برای تعیین درصد تغییرات جمعیت لاروها (به عنوان معیاری از کارایی تیمارهای مورد بررسی) انجام شد. از سوی دیگر با محاسبه درصد پیله‌های خسارت دیده در هر یک از کرت‌های تیمار با توجه به کرت شاهد در هر بلوک در فواصل زمانی سه و هفت روز پس از محلول‌پاشی تعیین شد. در نهایت تجزیه واریانس نتایج به‌دست آمده از درصد تغییرات جمعیت لاروها در هر کرت آزمایشی و همین‌طور درصد میزان خسارت پیله‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS انجام و گروه‌بندی تیمارها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و در نهایت پس از جمع‌بندی نتایج کارایی تیمارهای بیولوژیک در کنترل آفت و میزان خسارت آفت روی پیله‌های نخود ارائه شد.

نتایج:

کنترل کیفی حشره‌کش‌های میکروبی در شرایط آزمایشگاه:

نتایج حاصل از تست زیست‌سنجی غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های میکروبی تایید کننده عدم وجود بتا‌گروتوکسین در فرآورده‌های مذکور بر اساس ماده موثر *B. thuringiensis* بود. هم‌چنین آلودگی به سایر میکروارگانسیم‌ها در آن‌ها مشاهده نشد، و مقدار اسپور زنده آفت‌کش‌های بیوتک هند و بایولپ به ترتیب $10^9 \times 7/4$ و $10^9 \times 5/7$ اسپور در گرم بود که با به برچسب آفت‌کش‌ها مطابقت داشت.

B. thuringiensis kurstaki سروتایپ H.3a,3b با مقدار توصیه ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ گرم در ۷۵۰ لیتر آب. بایولپ پی‌قبلا روی کرم فوزه پنبه (در ایران) و بیوتک هند روی *Helicoverpa* (در هند) به ثبت رسیده‌اند.

کنترل کیفی حشره‌کش‌های میکروبی در شرایط آزمایشگاه:

تلفات حاصل از تست زیست‌سنجی غلظت‌های مختلف حشره‌کش‌های میکروبی بیوتک هند و بایولپ شامل ۵x (۵ برابر دز مصرفی در مزرعه)، ۱۰x، ۲۵x، ۵۰x که دلنا اندوتوکسین آن‌ها حذف شده بود، روی لاروهای سن دو *H. armigera* مطابق روش مرزبان و تاجبخش بررسی شد (Marzban and Tajbakhsh, 2003). هم‌چنین آلودگی به سایر میکروارگانسیم‌ها، و مقدار اسپور زنده فرآورده‌های مذکور در گرم محاسبه شد.

ارزیابی کارایی حشره‌کش‌های میکروبی در مزرعه:

جهت ارزیابی حشره‌کش‌های بیولوژیک *B. thuringiensis*، برای کنترل کرم پیله‌خوار نخود در استان‌های کرمانشاه و لرستان آزمون مزرعه‌ای با ۷ تیمار در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. تیمارها شامل، شاهد (بدون تیمار)، لوفنورون (۵٪، Flagu®; EC، دو در هزار، روی آگرو (ماترین®)؛ ۰/۶ SL، یک در هزار، و دو حشره‌کش میکروبی بایولپ پی با دز یک در هزار و بیوتک هند با سه دز ۱۰۰۰، ۶۰۰ و ۴۰۰ گرم در هکتار بود. اندازه هر کرت ۵ در ۱۰ متر (۵۰ مترمربع) و بین کرت‌ها نیز ۴ متر فاصله در نظر گرفته شد. تیمار کرت‌ها در زمان ۵۰٪ گلدهی بوته‌های نخود انجام شد (Kahrarian, 2012). نمونه‌برداری با حذف ردیف‌های حاشیه‌ای با انتخاب ۱۰ بوته نخود از هر کرت به صورت تصادفی یک روز قبل و سه و هفت روز پس از محلول‌پاشی انجام شد. تعداد لاروهای زنده در فواصل زمانی پیش‌بینی شده ثبت و درصد تاثیر هر تیمار در ایجاد مرگ و میر روی لاروهای کرم پیله‌خوار نخود با استفاده

ارزیابی کارایی حشره کش های میکروبی در مزرعه:

هند با دز ۶۰۰ و ۴۰۰ گرم در هکتار به ترتیب در گروه دوم و سوم قرار گرفتند. در استان کرمانشاه درصد خسارت در سه و هفت روز پس از محلول پاشی، نشان داد تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند. بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن روی آگرو، بایولپ پی و یوتک هند با دز ۱۰۰۰ گرم در هکتار با کمترین خسارت در یک گروه آماری قرار گرفتند. شاهد با بیشترین خسارت در گروه آماری جداگانه قرار گرفت (شکل ۱). در استان لرستان نیز بر اساس درصد پيله های سوراخ در سه و هفت روز پس از محلول پاشی، تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند. بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در هر دو نوبت آماربرداری، شاهد با بیشترین و لوفنورون با کمترین خسارت هر کدام در گروه آماری جداگانه ای قرار گرفتند. در هفت روز پس از تیمار روی آگرو، بایولپ پی و بیوتک هند با دز ۱۰۰۰ گرم در هکتار در یک گروه آماری با کمترین خسارت بعد از گروه آماری لوفنورون قرار گرفتند (شکل ۲). در کل می توان نتیجه گرفت که آفت کش های میکروبی با توجه به کارایی موثر، با حداکثر دز قابل توصیه برای کنترل پيله خوار نخود هستند.

آزمون در مزارع نخود استان لرستان و کرمانشاه انجام شد. در استان لرستان بررسی درصد کارایی تیمارها بر اساس تعداد لاروهای زنده در هر کرت آزمایشی نشان داد که تیمارها در سه و هفت روز بعد از محلول پاشی، با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند (جدول ۱). مقایسه درصد کارایی تیمارها پس از هفت روز نشان داد به غیر از دز های ۴۰۰ و ۶۰۰ گرم در هکتار بیوتک با کمترین کارایی، بقیه تیمارهای بیولوژیک از لحاظ کارایی اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند و دامنه کارایی آنها بین ۷۵-۶۹ درصد است (جدول ۱). در استان کرمانشاه بررسی درصد کارایی تیمارها نشان داد که تیمارها در سه و هفت روز پس از کاربرد با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند (جدول ۲) و بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سه گروه قرار گرفتند. در هفت روز پس از تیمار، تیمارها در سه گروه قرار گرفتند که روی آگرو، بایولپ پی و بیوتک هند با دز ۱۰۰۰ گرم در هکتار در یک گروه آماری با بیشترین کارایی و بیوتک

جدول ۱- میانگین درصد کارایی تیمارها علیه پيله خوار نخود در روزهای مختلف پس از محلول پاشی کرت های نخود در استان لرستان.

Table 1. Average efficiency of treatments against chickpea pod borer on different days after treatment of chickpea plots in Lorestan province.

Treatments	Efficiency percentage of treatments on different days after application	
	3	7
Lofenuron (2000ml/ha)	75.47 ± 6.55 a*	84.45 ± 2.17 a
Roy Agro (1000ml/ha)	59.57 ± 3.51 ab	79.77 ± 2.98 a
Biolep P (1000ml/ha)	49.07 ± 1.90 bc	68.97 ± 2.03 bc
Bt Biotech India (1000 g / ha)	39.00 ± 3.90 c	74.59 ± 2.53 ab
Bt Biotech India (600 g / ha)	38.24 ± 9.68 c	61.18 ± 4.82 cd
Bt Biotech India (400 g / ha)	33.52 ± 6.92 c	52.41 ± 0.12 d
df	6	6
F	37.46	55.39
P	≤0.000	≤0.000

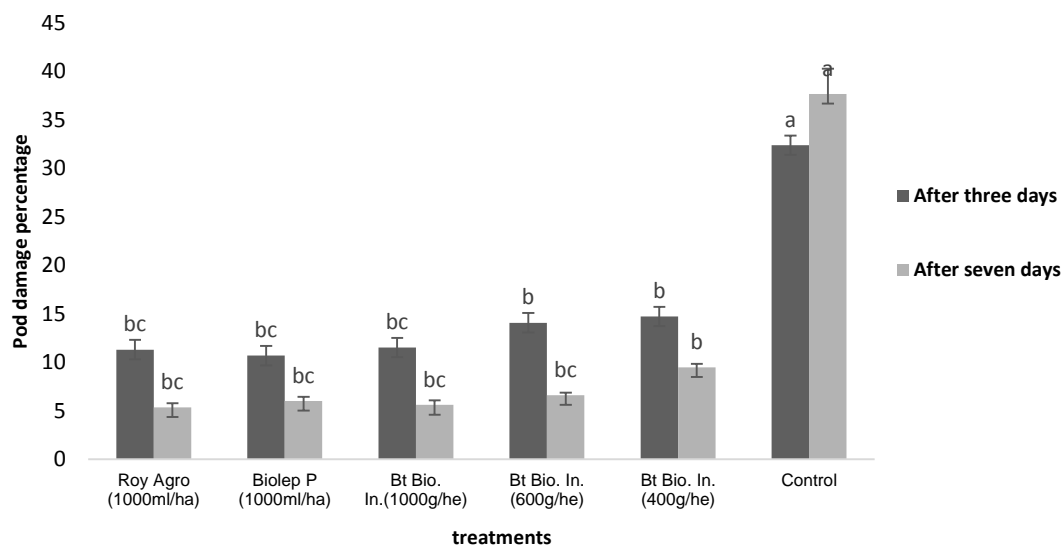
حروف متفاوت اختلاف معنی دار را در سطح ۰/۰۵ درصد نشان می دهند.

جدول ۲- میانگین درصد کارایی تیمارها علیه پله‌خوار نخود در روزهای مختلف پس از محلول‌پاشی کرت‌های نخود در استان کرمانشاه.

Table 2. Average efficiency of treatments against chickpea pod borer on different days after treatment of chickpea plots in Kermanshah province.

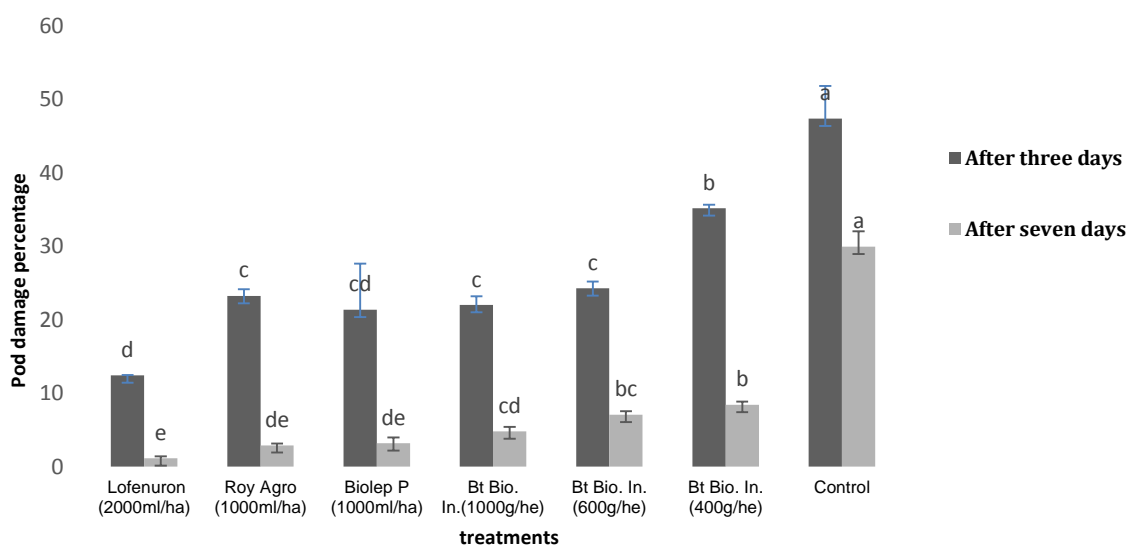
Treatments	Efficiency percentage of treatments on different days after application	
	3	7
Roy Agro (1000ml/ha)	69.92 ± 5.19 a*	81.66 ± 1.17 a
Biolep P (1000ml/ha)	49.29 ± 4.86 b	81.27 ± 1.32 a
Bt Biotech India (1000 g / ha)	32.95 ± 1.37 c	79.99 ± 0.95 a
Bt Biotech India (600 g / ha)	37.57 ± 6.24 bc	60.65 ± 1.01 b
Bt Biotech India (400 g / ha)	32.26 ± 2.87 c	50.10 ± 0.44 c
df	5	5
F	57.89	116.07
P	≤0.000	≤0.000

حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار را در سطح ۰/۰۵ درصد نشان می‌دهند.



شکل ۱- درصد خسارت پله‌خوار در کرت‌های نخود در سه و هفت روز بعد از محلول‌پاشی در استان کرمانشاه.

Fig 1. Percentage of *Helicoverpa* spp. damage to chickpea plots in three and seven days after treatment in Kermanshah province.



شکل ۲- درصد خسارت پيله خوار در کرت های نخود در سه و هفت روز بعد از محلول پاشی در استان لرستان.
 Fig 2. Percentage of *Helicoverpa* spp. damage to chickpea plots in three and seven days after treatment in Lorestan province.

بحث:

به این که لاروهای جوان (سن یک و دو) از برگ‌ها و شاخه‌های نرم نخود تغذیه می‌کنند و به ندرت وارد پيله می‌شوند و در سنین آخر وارد پيله نخود می‌شوند (Reed and Pawar, 1982). بنابراین لاروهای سن پایین که به Bt حساس‌ترند در معرض آفت‌کش‌های میکروبی مبتنی بر ویروس‌های حشرات و Bt قرار دارند. اگر بتوان از مواد محافظ UV به عنوان مواد کمکی در آفت‌کش‌های میکروبی استفاده کرد می‌توان به موفقیت صد در صدی آن‌ها مطمئن شد. البته ترکیب آفت‌کش‌های میکروبی با حشره‌کش‌های ارگانیک نیز می‌تواند موفقیت آفت‌کش‌های میکروبی را افزایش و مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی خطرناک را کاهش دهد.

نتایج پژوهش برخی از محققین نشان داد که مدیریت تلفیقی متشکل از تله‌های فرمونی و آفت‌کش‌های میکروبی بهترین کارایی را در کاهش خسارت پيله‌خوار نخود نشان داد و بالاترین عملکرد را داشته است. ترکیبی از عملیات مدیریت علف‌های هرز و ایندوکساکارب در

با توجه به این که بررسی‌ها نشان داده است که کرم پيله‌خوار نخود در ایران دارای یک نسل در روی نخود است (Kahrarian, 2012)، می‌توان به موفقیت در برنامه‌های کنترل بیولوژیک این آفت امید بیشتری داشت. در این تحقیق مشخص شد حشره‌کش‌های بیولوژیک Bt بیوتک هند و بایولپ پی در مناطق مختلف از نظر کارایی در مقایسه با حشره‌کش‌های شیمیایی اثرات قابل قبولی (۷۰٪-۸۰٪) در کنترل آفت دارند. به نحوی که در استان لرستان تفاوت معنی‌داری بین این آفت‌کش‌های بیولوژیک و حشره‌کش روی آگرو مشاهده نشد (جدول ۱ و شکل ۲). عدل دوست و همکاران، مهاجری و همکاران و هم‌چنین مرزبان و همکاران به نتایج مشابهی رسیده‌اند که با این نتایج مطابقت دارد (Addust and Marzban et al., 2000; Izadyar, 1995) Ahmed et al., 2012; در پاکستان احمد و همکاران (Ahmed et al., 2012) استفاده از آفت‌کش بیولوژیک Bt را برای کنترل پيله‌خوار نخود مؤثر دانسته و آن را جایگزینی مناسب برای آفت‌کش‌های شیمیایی اعلام کردند. با توجه

Schoonhoven, 1986; Khalique and Ahmed, 2001 & 2003). استفاده از DiPel ES و DiPel 2X به ترتیب با ۱/۶ و ۱/۵ لیتر در هکتار در مراحل اولیه آلودگی مزارع (آلودگی به لارو سنین پایین) با حداقل دو نوبت محلول پاشی در فواصل ۷ روزه منجر به افزایش عملکرد نخود شد (Ahmed and Khalique, 2012). استفاده از حشره‌کش‌های مبتنی بر Bt، با نام تجاری BioBit، Delfin، و DiPel همراه با NPV حداقل خسارت هلیوتیس در مزارع نخود را در پی داشت (Anonymous, 1997). اگر آگاهی کشاورزان در مورد زمان و روش‌های کاربرد Bt ارتقا یابد، حشره‌کش‌های مبتنی بر Bt می‌توانند به عنوان ابزار موثر IPM در مزارع نخود عمل کنند. نتایج نشان می‌دهد که حشره‌کش‌های میکروبی بایولپ پی و *B. thuringiensis* بیوتک هند به میزان ۱۰۰۰ گرم در هکتار برای کنترل پیله خوار نخود مناسب‌اند. اما لازم است محلول پاشی در مرحله‌ای انجام گیرد که جمعیت غالب پیله خوار نخود در مرحله لارو سن یک یا دو باشد، هم‌چنین توصیه می‌شود حشره‌کش بیولوژیک Bt بعد از ظهر در شرایط بدون وزش باد تند و بارندگی به کار برده شوند.

کاهش جمعیت لارو و آلودگی پیله موثرترین بوده و منجر به حداکثر عملکرد دانه شد. آفت‌کش میکروبی Bt در ترکیب با مدیریت علف‌های هرز نیز جمعیت لارو را به‌طور قابل توجهی کنترل کرد، اما نسبت به تیمارهای فوق پایین‌تر بود. رهاسازی زنبور تریکوگراما، *Trichogramma chilonis* Ishii پیله‌خوار نخود را کنترل نکرد، که دلیل آن می‌تواند به خاطر کرک‌های سطح گیاه نخود باشد که مانعی برای فعالیت برخی از زنبورهای پارازیتوئید است (Mahmudunnabi et al., 2014; Anilkumar et al., 2011).

حشره‌کش‌های میکروبی را می‌توان برای مدیریت جمعیت پیله‌خوار نخود استفاده کرد و استفاده از آن‌ها وابستگی به حشره‌کش‌های شیمیایی را کاهش می‌دهد. در کشورهای توسعه یافته، استفاده از حشره‌کش‌های میکروبی مبتنی بر *B. thuringiensis* یک جایگزین سازگار با محیط زیست برای حشره‌کش‌های شیمیایی خطرناک است (Ahmed et al., 2012). کارایی Bt را می‌توان با ترکیب مقادیر مناسبی از اسیدها، نمک‌ها، روغن‌ها، ادجوانت‌ها و حشره-کش‌های شیمیایی افزایش داد (Karel and

References:

- Alddust, H. and Izadyar, S. 1995.** Control of chickpea pod-eating worms with *Bacillus thuringiensis* Abstract of the 12th Iranian Plant Protection Congress-Karaj Agricultural College. (12): 142.
- Alddust, H., Danyali, M. and Izadyar, S. 1998.** Use of biological and plant insecticides in the management of chickpea pods (Lepidoptera: Noctuidae) *Heliothis virescens*. Abstracts of the 13th Iranian Plant Protection Congress - Karaj Faculty of Agriculture. (1): 142.
- Ahmad, M., Arif, M. I. and Ahmad, Z. 2001.** Resistance to carbamate insecticides in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. Crop. Prot. (20): 427-432.
- Ahmed, K. and Khalique, F. 2012.** Oviposition and larval development of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in relation with chickpea, *Cicer arietinum* L. (Fabaceae) crop phenology. Pakistan Journal Zoology. (44): 1081-1089.
- Ahmed, Kh., Khalique, F., Durrani, S. A. and Pitafi, K. D. 2012.** Field Evaluation of Bio-pesticide for Control of Chickpea Pod Borer *Helicoverpa armigera*, a Major Pest of Chickpea Crop. Pakistan journal Zoology. 44(6): 1555-1560.
- Anilkumar, R., Nandan, B., Sharma, J. P. and Kumar, J. 2011.** Effect of phosphorus and seed rate on growth and productivity of bold seeded Kabuli chickpea in subtropical Kandi areas of Jammu and Kashmir. Plant Archives 10(1): 125-129.
- Anonymous. 1997.** Entomology annual report, All India coordinated research project on improvement of chickpea. Kanpur. India. pp: 204-216.

- Da Silva, F. R., Trujillo, D., Bernardi, O., Rodrigues, J. C., Bailey, W.D., Gilligan, T. M. and Carrillo, D. 2020.** Comparative Toxicity of *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) to Selected Insecticides. *Insects*, (11): 431. doi: 10.3390/insects11070431
- EPPO, 2006.** Distribution maps of quarantine pests, *Helicoverpa armigera*. On-line available at www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Helicoverpa_armigera/HELIAR_map.htm.
- FAO, 2019.** The State of Food and Agriculture. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome, License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Global Industry Analysts Inc. GIA, 2015.** <https://marketpublishers.com/members/gia/info.html>.
- ICRISAT. 1992.** Mid-t Term plan. International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (ICRISAT). Patancheru.
- Javanmoghdam, H., Tohidi, M. and Mashhadi jafarlu, M. 2000.** Investigation of the effect of BT-H biological substance made in Iran on *Heliothis* spp. Chickpea capsule worm in the west of the country. Abstracts of the Second National Conference on the Use of Fertilizers and Toxins in Agriculture. Karaj. pp: 7-8.
- Jayaraj, S., Rabindra, R. J. and Narayanan, K. 1989.** Development and use of microbial agents for control of *Heliothis* spp. in India. In *Biological control of Heliothis*. (ed. King, E.G. & R.D. Jackson). Aspect Publishing. New dehli. 483-504.
- Kahrarian, M. 2012.** Studies of occurrence of pod borer *Heliothis virescens* in relation to the phenology of chickpea in rain-fed chickpea fields in Kermanshah region of Iran. *African Journal of Biotechnology*, (11): 2190-2198.
- Karel, A. K. and Schoonhoven, A.V. 1986.** Use of chemical and microbial insecticides against pests of common beans. *Journal of Economic Entomology*. (79): 1692-1696. doi:10.1093/jee/79.6.1692.
- Khalique, F. and Ahmed, K. 2001.** Synergistic interaction between *Bacillus thuringiensis* (Berliner) and lambda-cyhalothrin (Pyrethroid) against chickpea pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Pakistan Journal of Biological Science*. (4): 1120-1123. doi:10.3923/pjbs.2001.1120.1123.
- Khalique, F. and Ahmed, K. 2003.** Impact of *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* on biology of *Helicoverpa armigera*. *Pakistan Journal of Biological Science*. (6): 615-621. doi:10.3923/pjbs.2003.615.621.
- Kulkarni, U. V. and Amonkar, S. V. 1988.** Microbial control of *Heliothis armigera* (Hb.), part II. *Indian Journal of Experimental Biology*. 26(9): 708 - 711.
- Mahmudunnabi, M., Dutta, N. K., Rahman, A. K. M. Z. and Alam, S. N. 2014.** Development of biorational-based integrated pest management package against pod borer, *Helicoverpa armigera* Hubner infesting chickpea. *Journal of Biopesticides*. 6(2): 108-111.
- Marzban, R. and Ranjbar Aghdam, H. 2012.** Evaluation of the efficacy of *Bacillus thuringiensis* domestic product in controlling chickpea capsule-eating worm. Research project report. Agricultural Research. Education and Extension Organization.
- Marzban, R. and Tajbakhsh, H. 2003.** Comparison of several methods for tracking and determining the amount of beta exotoxin in commercial Bt bacterial products *Journal of Plant Pests and Diseases*. (71): 141-149.
- Mashhadi jafarlu, M. 2005.** Evaluation of *Bacillus thuringiensis* biological substance in control of *Heliothis virescens* capsule-eating worm. The first national conference on beans. Research Institute of Plant Sciences. Ferdowsi University of Mashhad. 428-426.
- Mohajeri, M., Mossadegh, M. S. and Kamali, K. 2000.** The effect of biological insecticides on the control of *Heliothis armigera* tomato worm. 14th Iranian Plant Protection Congress - Isfahan University of Technology. (1): 74.
- Mohamed, A. I., Young, S. Y. and Yearian, W. C. 1983.** Effect of microbial agent chemical pesticide mixtures on *H. virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*. (12): 478-481.
- Nonimous. 2010.** Chickpea Review. Available: <http://test1.icrisat.org/ChickPea/Pedigree/Chickpeaintro.htm>, accessed 21 February 2010.
- Odak, S. L., Shrivastava, D. K. Misra, V. K. and Nema, K. K. 1982.** Preliminary Studies on the pathogenicity of *Bacillus thuringiensis* and nuclear Polyhedrosis virus on *Heliothis armigera*.
- Reed, W. and Pawar, C. S. 1982.** *Heliothis* a global problem. In: Reed W, Kumble V (eds) *Proceedings of International Workshop on Heliothis Management*, 15-20 November 1981. ICRISAT, Patancheru. pp. 9-14.
- Saberi F., Marzban R., Ardjmand M., Pajoum Shariati, F. and Tavakoli, O. 2020.** Optimization of Culture Media to Enhance the Ability of Local *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, (19): 468-475.

- Tohidi, M. and Javanmoghdam, H. 2002.** Investigation of the effect of BT-H biological substance made in Iran on *Heliothis spp* in Kermanshah rainfed chickpea fields. Abstracts of the 15th Iranian Plant Protection Congress - Razi University of Kermanshah. (1): 92-93.
- Yadava, C. P. and Lal, S. S. 1997.** Studies on host plant resistance against gram pod borer, *Helicoverpa armigera* in chickpea. In: Symposium on integrated pest management for sustainable crop production, 2-4 December 1997, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India. P. 37.
- Zahid, M. A., Islam, M. M., Reza, M. H., Prodhan, M. H. Z. and Rumana Begum, M. 2008.** Determination of economic injury levels of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in chickpea. Bangladesh Journal of Agricultural Research. 33(4):555-563. doi:10.3329/bjar.v33i4.2288.

Evaluation of the Efficacy of Two Microbial Insecticides, *Bacillus thuringiensis* in the Control of Chickpea Pod Borer *Helicoverpa* spp.

Marzban, R. ^{*1}, Mahjob, M.², Ghorbani, R.³ and Kalantari, M.¹

1. Department of Biological Control Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 2. Plant Protection Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Kermanshah, Iran. 3. Plant Protection Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Khoram Abad, Iran.

Received: Des, 7, 2021

Accepted: Feb, 6, 2021

Abstract:

One of the main problems in the production of chickpeas in most of the provinces where chickpea is cultivated including west and north-west provinces is the general and specific pests, including chickpea pod borer, *Helicoverpa armigera*. This project was conducted in a randomized complete block design in Kermanshah and Lorestan provinces with seven treatments in three replications. Treatments included, Lofenuron 2 l/1000 l, Roy Agro 1 l/1000 l, Biolep P 1 l/1000 l, insecticide *Bacillus thuringiensis* Ber, (Biotech Indian) with three doses of 1000, 600 and 400 grams per hectare. The efficacy of the insecticides was investigated 3 and 7 days after the treatment, and the number of damaged pods was recorded at the mentioned time intervals, and the percentage of damage of the pods was calculated. The results showed that the treatments were significantly different in efficacy and the percentage of damage and *B. thuringiensis*-based insecticides were statistically effective (75 to 81%) in controlling chickpea pod borer after seven days. Biolep P biological pesticide showed 68.79 and 81.27% and Bt (Biotech India) 74.59 and 79.99% efficacy in Lorestan and Kermanshah provinces respectively. There was no significant difference in efficacy percentage between the biological pesticides and Roy Agro pesticide. The biopesticide Biolep showed no significant difference in terms of efficacy and damage percentage in comparison with the Biotech India biopesticide. The results show that if the pest is not controlled (control), the percentage of damage on chickpea pods is about 40%, but with the use of biological pesticides, this damage could be reduced to less than 10%.

Keywords: chickpea pod borer, chickpea, *Bacillus thuringiensis*, Biological control.

* Corresponding author: Rasol Marzban, Email: r.marzban@areeo.ac.ir