

مقاله تحقیقی

تأثیر روش آبیاری، تاریخ کشت و کنترل غیرشیمیایی بر میزان خسارت کرم غلاف‌خوار لوبیا
(*Helicoverpa armigera*) Hubner (Lepidoptera: Noctuidae)صدیقه اشتری^۱، عادل غدیری^۲

۱، ۲- استادیار، دکترا، بخش گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.

مسئول مکاتبات: صدیقه اشتری، ایمیل: aroya95@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۹

۱۲(۲) ۳۳-۴۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۴

چکیده

به منظور بررسی کارایی راهکارهای کنترل غیرشیمیایی و تأثیر دو روش آبیاری (تیپ و بارانی) و دو تاریخ کشت بر جمعیت و میزان خسارت کرم غلاف‌خوار لوبیا *Helicoverpa armigera*، آزمایشی در دو سال زراعی (۱۴۰۱-۱۴۰۲ و ۱۴۰۲-۱۴۰۳) به صورت استریپ اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات اراک انجام شد. عامل آبیاری به صورت نواری یا استریپ در کرت اصلی و شامل دو سطح آبیاری بارانی و آبیاری نواری (تیپ) و عامل کنترل غیر شیمیایی در دو سطح شامل کاربرد حشره‌کش‌های زیستی و کم خطر *Bacillus thuringiensis* (بایولپ)[®] و روی اگرو (ماترین)[®] با غلظت‌های توصیه‌شده شرکت سازنده به همراه عامل تاریخ کاشت در دو سطح شامل تاریخ کاشت عرف منطقه و ۱۵ روز قبل از تاریخ کاشت عرف منطقه (زود کاشت)، به صورت فاکتوریل در کرت-های فرعی قرار گرفتند. بیشترین تأثیر تیمارهای غیر شیمیایی در روش آبیاری تیپ و تاریخ کشت اول (زود کاشت) درحشره‌کش کم خطر روی اگرو سه روز بعد از سمپاشی به میزان (۷۵۸۶ و ۶۹۸۲ درصد) به ترتیب در سال‌های اول و دوم مشاهده شد. بیشترین میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار) در سال-های اول (۲۹۰۶۴۸) و دوم (۲۵۱۵۲۱) در اثرات متقابل روش تیپ × تاریخ کشت اول × کاربرد حشره‌کش کم خطر روی اگرو مشاهده شد. استفاده از کشت زود هنگام، آبیاری تیپ و به‌کارگیری روش‌های کنترل غیرشیمیایی و کم‌خطر می‌تواند به‌عنوان راهکاری پایدار برای مدیریت کرم غلاف‌خوار لوبیا در مناطق آلوده توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت تلفیقی، حشره‌کش، لوبیا، میزان خسارت

مقدمه

سال‌های اخیر در مزارع لوبیا مشاهده شده و خسارت‌زا می‌باشد (Ashtari, 2025). مهمترین میزبان‌های این آفت شامل گوجه‌فرنگی، پنبه، لپه هندی، نخود، سورگوم، لوبیا چشم‌بلبلی، تاج‌خروس، بادام زمینی، باقلا، سویا، لوبیا بامیه، نخودفرنگی، توتون، سیب‌زمینی، ذرت و کتان می‌باشند (Cui et al., 2018). این آفت در غرب آسیا، تهدید بزرگی برای محصولات نخود و لوبیا محسوب می‌شود و به طوری که در برخی سال‌ها، کاهش ۹۰ درصدی عملکرد روی این محصولات گزارش شده است (Rajabpour & Dinarvand, 2025). این آفت علاوه بر ایران در اروپا و برخی از کشورهای منطقه خاورمیانه از

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در هر پنج قاره جهان (بیشتر در مناطق گرمسیری) کشت می‌شود و در بسیاری از کشورهای در حال توسعه به عنوان یک منبع مهم پروتئین گیاهی در نظر گرفته می‌شود که حاوی تقریباً ۲۲ تا ۲۵ درصد پروتئین و ۵۶-۵۷ درصد کربوهیدرات است (Biddle, 2017). در ایران، سطح زیر کشت این محصول تقریباً ۴۴۰۰۰۰ هکتار و میانگین عملکرد آن ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است (Rajabpour & Dinarvand, 2025). کرم غلاف‌خوار لوبیا *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae)، یکی از آفات است که در

بین مرحله حساس رشدی گیاه و مرحله خسارت زای آفت می‌گردد و یا با تأثیر بر فعالیت دشمنان طبیعی موجب بروز تأخیر در استقرار آفت روی گیاه و کاهش میزان تولیدمثل و بقای آفت و در نتیجه، کاهش خسارت آن روی مرحله رشدی حساس گیاه می‌شود (Parsa & Bagheri, 2008). مطالعه خسارت *H. armigera* روی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در آفریقا نشان داد که عملکرد محصول در تیماری که کنترل شیمیایی در آن صورت گرفته بود، بسیار بیشتر از تیمارهای آسیب‌دیده بدون کنترل شیمیایی بود هرچند که میزان خسارت وارد شده به ازای هر حشره، در این بررسی محاسبه نشد (Karel, 1985). کاربرد روی اگرچه به میزان یک در هزار در کنترل بید کلم *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) ۶۲.۳۰ درصد کارایی داشته است (Karimzadeh Esfahani, 2014). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد روی اگرچه به میزان دو لیتر در هکتار در کنترل کرم ساقه‌خوار نواری برنج *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae) اثر به نسبت قابل قبولی داشت (Mohaqeq Neishabouri et al., 2019). نتایج یک مطالعه در مزارع لوبیا نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای موجب کاهش شدت جمعیت غلاف‌خوار لوبیا گردید. این تأثیر از طریق کاهش رطوبت سطحی خاک و بهبود وضعیت سلامت گیاه انجام شد، در حالی که آبیاری بارانی شرایط رطوبتی مساعدتری را برای رشد جمعیت غلاف‌خوار لوبیا ایجاد نمود (Muthoni & Muthomi, 2018). نتایج یک پژوهش نشان داد که جمعیت کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) در آبیاری تیپ کمتر از آبیاری بارانی بود (Halder et al., 2023). همچنین نتایج مطالعه دیگری که در مورد تأثیر روش‌های آبیاری روی تریپس پنبه *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) انجام شد، نشان داد که تراکم جمعیت این آفت در روش آبیاری بارانی نسبت به تیپ و غرقابی کمتر بود (Gencsoylu & Yilmaz, 2003). آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری بارانی و غرقابی باعث کاهش معنادار در تراکم جمعیت *Thrips tabaci* Lindeman

جمله سوریه و ترکیه انتشار دارد. در ایران این گونه از بیشتر استان‌ها از جمله ایلام، همدان، کرمانشاه، لرستان، آذربایجان شرقی و غربی گزارش شده است (Ashtari, 2025). لاروهای جوان ابتدا پارانشیم برگ و اندام‌های زایشی (گل و غنچه‌ها) را مورد حمله قرار می‌دهند و سپس هم‌زمان با تشکیل غلاف‌ها، لاروهای متوسط و درشت به داخل غلاف رفته و از بذور داخل آن تغذیه می‌نمایند و سبب کاهش محصول و بروز مشکلات فراوان برای کشاورزان می‌شود (Ashtari et al., 2024). با توجه به این که بیشتر خسارت لاروها ناشی از آخرین سن لاروی است، بنابراین هرگونه اقدام کنترلی باید قبل از رسیدن لاروها به سن چهارم انجام شود (Khanjani, 2006). در ایران بررسی‌های زیادی در مورد میزان خسارت این آفت روی لوبیا انجام نشده است. استفاده از سموم شیمیایی علاوه بر بروز مقاومت و طغیان آفات ثانویه باعث ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی نیز می‌شود، بنابراین استفاده از مواد بیولوژیک در کنار سایر روش‌های مدیریتی دارای اهمیت است (Marzban & Ranjbar Aghdam, 2011). استفاده از فرآورده بیولوژیک *Bacillus thuringiensis* Berliner, 1915 برای کنترل کرم پيله‌خوار نخود *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) با استفاده از روش‌های پیش‌آگاهی در مناطق آلوده و همچنین با تکرار محلول‌پاشی به فاصله ۴ روز، توصیه شده است (Marzban & Ranjbar Aghdam, 2011). روش زراعی یکی از مؤثرترین و ساده‌ترین راهکارهای کنترل در مدیریت تلفیقی آفات است که در آن، با تغییر تاریخ و تراکم کاشت و مدیریت آبیاری، در بیولوژی آفت و انطباق فنولوژیک آن با گیاه، اختلال ایجاد می‌شود و در نتیجه، از استقرار آفت روی محصول جلوگیری می‌گردد (Pedigo, 2002). تاریخ مناسب کشت گیاهان زراعی تحت تأثیر عوامل اقلیمی مختلف مانند بارش، دما و طول روز قرار دارد و یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریتی در تولید گیاهان زراعی به شمار می‌رود. تاریخ کاشت معمولاً با سایر روش‌های مدیریت زراعی اثر متقابل نشان می‌دهد (Johnson et al., 1995). تغییر تاریخ کاشت باعث به هم خوردن انطباق فنولوژیک

غلظت توصیه‌شده شرکت سازنده (به ترتیب فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا و گیاه‌پرنیان اطلس) و عامل تاریخ کاشت در دو سطح شامل تاریخ کاشت عرف منطقه (۱۵ خرداد) و ۱۵ روز قبل از تاریخ کاشت عرف منطقه (۳۱ اردیبهشت)، به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. اندازه‌گیری اجزای عملکرد گیاه و خسارت آفت در دو مرحله مختلف از رشد گیاه اندازه‌گیری شده است.

اعمال تیمار غیر شیمیایی

پس از رسیدن جمعیت پروانه آفت به پیک پرواز که با تله فرومونی نصب شده (به دلیل اینکه مساحت مزرعه حدوداً ۵۰۰ متر مربع بود، یک عدد تله فرومون جنسی (شرکت زیست‌بانی پایا) قبل از گلدهی در مزرعه نصب شد. تله با استفاده از قیم چوبی در ارتفاعی برابر با بلندترین قسمت گیاه قرار گرفت. قبل از گلدهی نصب و قبل از برداشت جمع‌آوری شد. حشرات شکارشده توسط تله هر هفته یکبار جمع‌آوری و شمارش شدند. پخش‌کننده فرومون هر دو هفته یکبار تعویض شد) در مزرعه مشخص شد، دو حشره‌کش زیستی و کم‌خطر Bt و روی آگرو در غلظت‌های توصیه‌شده (به ترتیب یک کیلوگرم در هکتار و یک در هزار) در کرت‌های آزمایشی محلول‌پاشی شدند. به منظور پی‌بردن به درصد تلفات ناشی از این دو حشره‌کش، یک بار قبل از محلول‌پاشی و ۷،۳ و ۱۵ روز پس از محلول‌پاشی از هر کرت ۱۰ بوته (Shafaghi et al., 2024) به شکل تصادفی انتخاب و تعداد لاروهای زنده شمارش شدند و در نهایت درصد تلفات لاروها با استفاده از فرمول هندرسون تیلتون محاسبه شد. در این فرمول:

Tb = میانگین تعداد آفت در تیمار قبل از سم‌پاشی،

Ta = میانگین تعداد آفت در تیمار بعد از سم‌پاشی،

Ca = میانگین تعداد آفت در شاهد بعد از سم‌پاشی

Cb = میانگین تعداد آفت در شاهد قبل از سم‌پاشی

(Henderson & Tilton, 1955).

$\left[1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca}\right] \times 100$

= درصد تأثیر آفت‌کش

Bemisia tabaci (Thysanoptera: Thripidae) و *Tetranychus Gennadius* (Hemiptera: Aleyrodidae) در مزارع پنبه‌شد (Topal et al., 2024). به کارگیری مدیریت تلفیقی آفات (تلفیق روش‌های کنترل زراعی، بیولوژیکی و شیمیایی) یکی از اجزای مهم توسعه کشاورزی پایدار می‌باشد، زیرا این راهبرد موجب کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و در عین حال تامین امنیت غذایی، حفاظت از محیط زیست و تضمین سلامت کشاورزان و مصرف‌کنندگان می‌شود (Palis et al., 2002). با توجه به نقش کلیدی لوبیا در تامین غذای مردم در بسیاری از کشورها و اهمیت اقتصادی کرم غلاف‌خوار لوبیا و لزوم استفاده از حشره‌کش‌های کم‌خطر و روش‌های زراعی در مدیریت تلفیقی این آفت، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دو نوع حشره‌کش زیستی و کم‌خطر (فرآورده Bt و روی آگرو) و دو عامل زراعی (تاریخ کشت و روش آبیاری) بر میزان خسارت کرم غلاف‌خوار لوبیا، انجام شد. نتایج این پژوهش می‌تواند به مدیریت تلفیقی این آفت در منطقه مورد مطالعه کمک زیادی نماید.

مواد و روش‌ها

کشت

برای انجام این پروژه که در راستای مدیریت تلفیقی کرم غلاف‌خوار لوبیا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان اراک انجام شد، لوبیا چیتی رقم صدری به مدت دو سال (۱۴۰۱-۱۴۰۲ و ۱۴۰۳-۱۴۰۴) به صورت جوی و پشته کشت شد. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۴ متر و دو خط نکاشت بین کرت‌ها، بود و فاصله پشته‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بذرها روی هر پشته ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. طرح آزمایشی به صورت استریپ اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. عامل آبیاری به صورت نواری یا استریپ در کرت اصلی و شامل دو سطح آبیاری بارانی و آبیاری نواری (تیپ)، عامل حشره‌کش در دو سطح شامل کاربرد حشره‌کش میکروبی Bt (باپولپ WP/۵® و حشره‌کش روی آگرو (ماترین ۰.۶ SL/۰.۶®) با

تجزیه تحلیل آماری داده ها:

تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین ها توسط آزمون دانکن انجام شد. برای نرمال سازی داده ها از ریشه دوم جذر داده به اضافه عدد نیم استفاده شد.

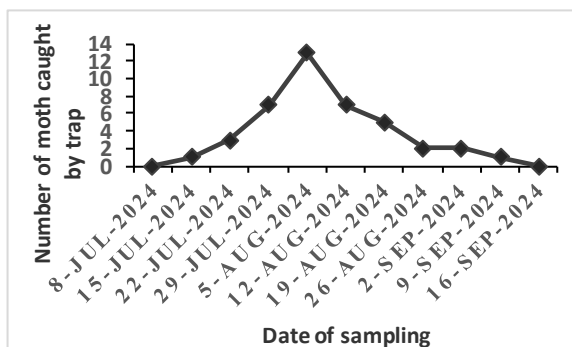
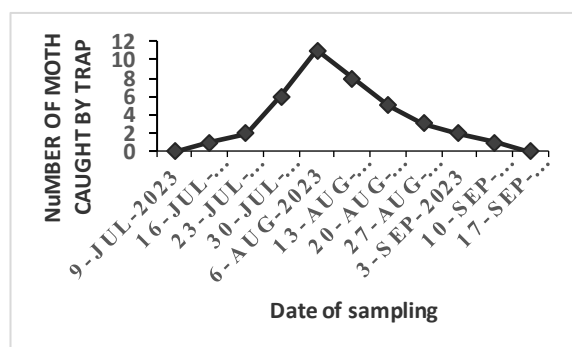
نتایج

تغییرات جمعیت شب پره های شکار شده توسط تله فرمونی

نتایج نشان داد که تعداد شب پره های شکار شده با تله فرمونی در سال دوم بیشتر از سال اول بود. اوج جمعیت شب پره ها در سال های اول (۱۱ عدد) و دوم (۱۳ عدد) به ترتیب در تاریخ ۶ و ۵ آگوست (مصادف با ۱۵ مرداد ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳) به وقوع پیوست (شکل ۱).

به منظور ارزیابی میزان خسارت آفت، یک نوبت در زمان غلاف دهی و یک نوبت پس از رسیدن محصول و پیش از برداشت آن، از هر کرت ۱۰ بوته به شکل تصادفی انتخاب و تعداد غلاف های سالم و خسارت دیده در هر بوته، شمارش و در نهایت، درصد آلودگی محاسبه و بر اساس روش، Reed et al. (1989) به شرح زیر رتبه بندی گردید:

- ۱- نداشتن خسارت در غلاف ها ۲- خسارت کمتر از یک درصد در غلاف ها ۳- خسارت از یک تا پنج درصد در غلاف ها ۴- خسارت بیشتر از پنج تا ده درصد در غلاف ها ۵- خسارت بیشتر از ده تا پانزده درصد در غلاف ها ۶- خسارت بیشتر از پانزده تا بیست درصد در غلاف ها ۷- خسارت بیشتر از بیست تا بیست و پنج درصد در غلاف ها ۸- خسارت بیشتر از بیست و پنج تا چهل درصد در غلاف ها ۹- خسارت بیشتر از چهل درصد در غلاف ها



شکل ۱- تغییرات انبوهی حشرات کامل کرم غلاف خوار لوبیا شکار شده با تله های فرمونی طی دو سال زراعی

Fig. 1. Population fluctuations of adult bean pod borer moths captured by pheromone traps over two years of 2022-2023 and 2023-2024

تجزیه واریانس مرکب (جدول ۱) نشان داد که از نظر میانگین تعداد غلاف آلوده، تعداد سوراخ روی غلاف، تعداد دانه آلوده، درصد آلودگی، درصد تلفات آفت ۳ و ۱۵ روز پس از سمپاشی، اختلاف معنی داری بین دو سال مشاهده شد. از نظر میانگین تعداد دانه آلوده، میانگین مقیاس خسارت و درصد تلفات آفت در ۷ روز پس از سمپاشی، اختلاف معنی داری بین دو سال وجود نداشت. اثر روش

بررسی تأثیر روش آبیاری، تاریخ کشت و حشره کش های مصرفی روی انبوهی جمعیت و میزان خسارت غلاف خوار لوبیا در دو سال متوالی (الف) مرحله غلاف دهی

با توجه به اینکه اثر سال در تجزیه واریانس مرکب معنی دار شد (تحت تأثیر عواملی مثل بارندگی، دما و ...)، لذا دو سال به طور جداگانه نیز تجزیه واریانس شدند (جدول ۲). نتایج

کشت × حشره کش و اثرات متقابل سال × آبیاری × حشره کش در هیچ یک از صفات معنی دار نبود. اثرات متقابل سال × تاریخ کشت × حشره کش، در درصد تلفات آفت پس از ۱۵ روز معنی دار شد (جدول ۴). بیشترین میانگین تعداد غلاف آلوده در سال های اول و دوم در روش آبیاری بارانی (به ترتیب، ۰.۶۷ و ۰.۷۵) و تاریخ کشت اول (به ترتیب ۰.۵۷ و ۰.۶۷) و همچنین حشره کش Bt (۰.۵۳) و ۰.۶۵) مشاهده گردید. بیشترین میانگین عملکرد در اثرات متقابل آبیاری تیپ × کشت زود هنگام (۳۱ اردیبهشت) × حشره کش روی آگرو در سال های اول و دوم به ترتیب به میزان ۲۹۰۶.۴۸ و ۲۵۱۵.۲۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۶).

درصد کارایی مصرف حشره کش ها در روش های

مختلف آبیاری و تاریخ کشت در دوسال متوالی

بیشترین میانگین درصد تلفات لاروهای کرم غلاف خوار لوبیا در سال های اول و دوم به ترتیب به میزان ۷۵.۸۶ و ۶۹.۸۲ درصد به حشره کش روی آگرو (سه روز پس از مصرف) در روش آبیاری تیپ و کشت زود هنگام (۳۱ اردیبهشت) اختصاص یافت. کمترین درصد تلفات لاروها در سال های اول و دوم (به ترتیب، ۲۲.۲۲ و ۱۸.۱۸ درصد) در حشره کش Bt (۱۵ روز پس از محلول پاشی) آبیاری بارانی و تاریخ کشت رایج مشاهده شد (جدول ۷).

آبیاری، تاریخ کشت و سمپاشی روی همه صفات معنی دار بود. اثرات متقابل سال × نوع آبیاری و سال × تاریخ کشت × سمپاشی به غیر از درصد تلفات آفت ۱۵ روز پس از سمپاشی روی بقیه صفات معنی دار نبود. اثرات متقابل نوع آبیاری × تاریخ کشت و سال × تاریخ کشت و سال × سمپاشی فقط روی تعداد سوراخ روی دانه و تعداد دانه آلوده معنی دار بود. اثر متقابل سال × نوع آبیاری × تاریخ کشت × سمپاشی روی هیچ یک از صفات معنی دار نبود (جدول ۱). در سال های اول و دوم بیشترین میانگین تعداد غلاف آلوده در آبیاری بارانی (به ترتیب ۰.۳۲ و ۰.۴۲ عدد در ۱۰ بوته) و تاریخ کشت اول (به ترتیب ۰.۳۸ و ۰.۴۴ عدد در ۱۰ بوته) مشاهده شد. کمترین میانگین تعداد غلاف آلوده به میزان (۰.۲۳ و ۰.۳۲ عدد در ۱۰ بوته) به ترتیب در سال های اول و دوم در تیمار حشره کش زیستی و کم خطر روی آگرو (ماترین) مشاهده گردید. بیشترین میانگین تعداد غلاف آلوده در اثرات متقابل آبیاری بارانی در تاریخ کشت اول در حشره کش زیستی و کم خطر Bt به میزان ۰.۴۷ و ۰.۵۷ عدد در ۱۰ بوته) به ترتیب در سال های اول و دوم بود (جدول ۳).

ب) پیش از برداشت محصول

با توجه به اینکه اثر سال در تجزیه واریانس مرکب معنی دار شد، لذا دو سال به طور جداگانه نیز تجزیه واریانس شدند (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که در همه صفات به استثنای درصد تلفات آفت پس از ۷ روز اختلاف معنی داری بین دو سال مشاهده شد. اثر روش آبیاری، تاریخ کشت و سمپاشی روی همه صفات معنی دار بود. اثر متقابل سال × آبیاری فقط بر درصد تلفات آفت پس از ۱۵ روز معنی دار بود. اثر متقابل آبیاری × تاریخ کشت، در هیچ یک از صفات معنی دار نبود. اثر متقابل تاریخ کشت × سال بر هیچ یک از صفات معنی دار نبود. اثر متقابل سال × آبیاری و آبیاری × حشره کش × تاریخ کشت فقط بر میانگین درصد آلودگی معنی دار بود. اثر متقابل تاریخ

جدول ۱- تجزیه مرکب واریانس اثر تاریخ کاشت، روش آبیاری و کاربرد حشره کش های زیستی و کم خطر روی خسارت غلاف خوار لوبیا طی دو فصل زراعی متوالی

Table 1. Compound variance analysis of the effects of planting date, irrigation method, and biological and low-risk insecticide application on the damage caused by the bean pod borer over two years of 2022–2023 and 2023–2024

Ms									
sov	df	Mean number of infested pod (per 10 plants)	Mean number of holes on pod (per 10 plants)	Mean number of infested seed (per 10 plants)	Mean of infestation% (per 10 plants)	Mean of damage scale (per 10 plants)	Mean of number, 3 days after spraying (per 10 plants)	Mean of number, 7 days after spraying (per 10 plants)	Mean of number, 15 days after spraying (per 10 plants)
Year	1	0.04*	0.05*	0.05*	0.29**	0.30 ^{ns}	272.56**	268.28 ^{ns}	95.06*
Irrigation	1	0.03**	0.04**	0.04**	0.70**	0.56**	889.07**	529.47**	265.88**
Year* Irrigation	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.69 ^{ns}	24.03 ^{ns}	11.46*
Main plot error (Irrigation)	4	0.001	0.001	0.001	0.04	0.03	32.85	9.32	20.23
Sowing date	1	0.10**	0.12**	0.13**	2.07**	3.10**	453.13**	417.48**	237.67**
Irrigation * Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.008*	0.008*	0.02 ^{ns}	0.12 ^{ns}	7.47 ^{ns}	0.60 ^{ns}	3.78 ^{ns}
Year* Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.01*	0.01*	0.13 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.16 ^{ns}	2.74 ^{ns}	0.52 ^{ns}
Year* Irrigation * Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.00 ^{ns}	1.38 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.94 ^{ns}
non-chemical control	1	0.04**	0.04**	0.04**	1.16**	1.02**	1663.34**	1876.25**	653.20**
Irrigation * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.18 ^{ns}	3.11 ^{ns}	0.39 ^{ns}
Sowing date* non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.07 ^{ns}	2.24 ^{ns}	0.54 ^{ns}	0.02 ^{ns}
Irrigation * Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.00 ^{ns}	2.00 ^{ns}	2.50 ^{ns}
Year* non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.008*	0.008*	0.001 ^{ns}	0.02 ^{ns}	1.77 ^{ns}	25.52 ^{ns}	4.64 ^{ns}
Year* Irrigation * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.00 ^{ns}	8.77 ^{ns}	21.87 ^{ns}	5.18 ^{ns}
Year* Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.02 ^{ns}	3.09 ^{ns}	1.39 ^{ns}	27.13**
Year* Irrigation * Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.47 ^{ns}	5.09 ^{ns}
Et (Total error)	24	0.06	0.001	0.002	0.04	0.06	11.91	9.06	2.47
CV	—	5.5	4.92	4.92	11.77	13.41	5.75	7.38	5.51

ns: non-significant; * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، روش آبیاری و کاربرد حشره کش های زیستی و کم خطر روی خسارت غلاف خوار

لوبیا طی دو فصل زراعی متوالی

Table 2. Analysis of variance for the effects of planting date, irrigation method, and and biological and low-risk insecticide application on pod borer damage in beans borer over two years of 2022–2023 and 2023–2024

Insecticide application on pod borer damage in beans borer over two years of 2022–2023 and 2023–2024									
sov	df	Ms							
		Mean number of infested pod (per 10 plants)	Mean number of holes on pod (per 10 plants)	Mean number of infested seed (per 10 plants)	Mean of infestation% (per 10 plants)	Mean of damage scale (per 10 plants)	Mean of number,3 days after spraying (per 10 plants)	Mean of number,7 days after spraying (per 10 plants)	Mean of number, 15 days after spraying (per 10 plants)
2022–2023									
Irrigation	1	0.02 [*]	0.02 ^{**}	0.02 ^{**}	0.68 ^{**}	0.67 ^{**}	469.67 ^{**}	389.54 ^{**}	193.86 ^{**}
Sowing date	1	0.08 ^{**}	0.10 ^{**}	0.10 ^{**}	1.63 ^{**}	2.04 ^{**}	218.22 ^{**}	176.31 ^{**}	130.25 ^{**}
non-chemical control	1	0.02 [*]	0.005 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.54 ^{**}	0.37 [*]	778.28 ^{**}	732.06 ^{**}	273.85 ^{**}
Irrigation * Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.00 [*]	0.00 [*]	0.00 ^{ns}	0.04 ^{ns}	1.21 ^{ns}	0.44 ^{ns}	4.24 ^{ns}
Irrigation * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	8.20 ^{ns}	20.74 ^{ns}	1.37 ^{ns}
Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.83 ^{ns}	12.83 ^{ns}
Irrigation * Sowing date* non-chemical control	1	0.001 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.27 ^{ns}	7.36 ^{ns}
Et (Total error)	16	0.002	0.001	0.001	0.04	0.06	14.53	14.46	7.04
CV	–	5.73	4.33	4.33	12.7	14.03	6.11	8.81	8.86
2023–2024									
Irrigation	1	0.01 [*]	0.02 [*]	0.02 [*]	0.13 [*]	0.06 ^{ns}	420.09 ^{**}	163.96 ^{**}	83.48 ^{**}
Sowing date	1	0.03 ^{**}	0.03 ^{**}	0.03 ^{**}	0.58 ^{**}	1.13 ^{**}	235.06 ^{**}	243.91 ^{**}	104.95 ^{**}
non-chemical control	1	0.03 ^{**}	0.04 ^{**}	0.04 ^{**}	0.63 ^{**}	0.67 ^{**}	886.83 ^{**}	1169.71 ^{**}	384.00 ^{**}
Irrigation * Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.08 ^{ns}	7.65 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.48 ^{ns}
Irrigation* non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.75 ^{ns}	4.24 ^{ns}	4.20 ^{ns}
Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.08 ^{ns}	5.29 ^{ns}	0.10 ^{ns}	14.32 ^{ns}
Irrigation * Sowing date* non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.18 ^{ns}	2.20 ^{ns}	0.23 ^{ns}
Et (Total error)	16	0.002	0.003	0.003	0.03	0.05	12.21	11.33	3.49
CV	–	4.77	5.77	5.77	9.42	11.70	6.06	8.76	6.89

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت، روش آبیاری و کاربرد حشره کش های زیستی و کم خطر روی خسارت غلاف خوار لوبیا طی دو فصل زراعی

Table 3. Comparison of mean effects of planting date, irrigation method, and biological and low-risk insecticide application on damage caused by the bean pod borer over two years of 2022–2023 and 2023–2024

Treatment	Mean number of infested pod (per 10 plants)	Mean number of holes on pod (per 10 plants)	Mean number of infested seed (per 10 plants)	Mean of infestation% (per 10 plants)	Mean of damage scale (per 10 plants)
2022–2023					
Irrigation					
drip	0.23±0.04b	0.22±0.03b	0.22±0.03b	1.78±0.29b	1.63±0.10b
sprinkler	0.32±0.04a	0.33±0.05a	0.33±0.05a	2.92±0.41a	1.97±0.13a
Sowing date					
Early planting	0.38±0.03a	0.39±0.03a	0.39±0.03a	3.22±0.34a	2.1±0.11a
Common planting	0.17±0.02b	0.16±0.01b	0.16±0.01b	1.49±0.23b	1.51±0.07b
non-chemical control					
Roy agro	0.23±0.03b	0.25±0.05b	0.25±0.05b	1.88±0.37b	1.67±0.13b
Bt	0.32±0.04a	0.30±0.04a	0.30±0.04a	2.83±0.36a	1.92±0.12a
Drip-early planting-Roy agro	0.27±0.07c	0.24±0.03c	0.24±0.03c	1.92±0.28de	1.70±0.15cd
Drip-early planting-Bt	0.40±0.06b	0.37±0.03b	0.37±0.03b	3.16±0.22bc	2.07±0.18b
Drip-common planting-Roy agro	0.10±0.01e	0.10±0.01e	0.10±0.01e	0.72±0.11f	1.30±0.02e
Drip-common planting-Bt	0.17±0.03d	0.17±0.03de	0.17±0.03de	1.32±0.25e	1.47±0.09de
Sprinkler-early planting-Roy agro	0.40±0.06b	0.50±0.06a	0.50±0.06a	3.52±0.78b	2.20±0.21ab
Sprinkler-early planting-Bt	0.47±0.07a	0.47±0.03a	0.47±0.03a	4.27±0.66a	2.40±0.49a
Sprinkler-common planting-Roy agro	0.17±0.07d	0.11±0.07e	0.17±0.07de	1.37±0.49d	1.50±0.20d
Sprinkler-common planting-Bt	0.27±0.03c	0.20±0.01d	0.20±0.01a	2.55±0.15c	1.77±0.03c
2023–2024					
Irrigation					
drip	0.33±0.03b	0.33±0.04b	0.33±0.04b	2.54±0.26b	1.91±0.10b
sprinkler	0.42±0.04a	0.44±0.05a	0.44±0.05a	3.09±0.31a	2.00±0.11a
Sowing date					
Early planting	0.44±0.03a	0.46±0.05a	0.46±0.05a	3.38±0.28a	2.17±0.10a
Common planting	0.32±0.02b	0.32±0.02b	0.32±0.03b	2.25±0.21b	1.74±0.06b
non-chemical control					
Roy agro	0.32±0.03b	0.31±0.02b	0.31±0.02b	2.24±0.23b	1.79±0.08b
Bt	0.44±0.03a	0.47±0.05a	0.47±0.05a	3.39±0.26	2.12±0.10a
Drip-early planting-Roy agro	0.30±0.06cd	0.30±0.06c	0.30±0.06c	2.30±0.45cd	1.80±0.17b
Drip-early planting-Bt	0.47±0.03b	0.47±0.09b	0.47±0.09b	3.65±0.32b	2.33±0.12ab
Drip-common planting-Roy agro	0.23±0.03d	0.23±0.07d	0.23±0.07d	1.53±0.10de	1.63±0.14c
Drip-common planting-Bt	0.33±0.03c	0.33±0.03c	0.33±0.03c	2.70±0.26c	1.87±0.12b
Sprinkler-early planting-Roy agro	0.43±0.03b	0.40±0.06bc	0.40±0.06bc	3.15±0.29bc	2.10±0.15ab
Sprinkler-early planting-Bt	0.57±0.07a	0.67±0.07a	0.67±0.07a	4.44±0.37a	2.47±0.12a
Sprinkler-common planting-Roy agro	0.30±0.06cd	0.30±0.01c	0.30±0.01c	1.98±0.44d	1.63±0.13c
Sprinkler-common planting-Bt	0.40±0.06b	0.40±0.06bc	0.40±0.06bc	2.79±0.42c	1.83±0.09b

Means in a column followed by different letters are significantly different.

جدول ۴- تجزیه مرکب واریانس اثر تاریخ کاشت، روش آبیاری و کاربرد حشره کش های زیستی و کم خطر روی خسارت کرم غلاف خوار لوبیا طی دو سال زراعی

Table 4. Compound variance analysis of the effects of planting date, irrigation method, and biological and low-risk insecticide application on the damage caused by the bean pod borer over two years of 2022–2023 and 2023–2024

Sov	df	Ms					
		Mean number of infested pod (per 10 plants)	Mean number of holes on pod (per 10 plants)	Mean number of infested seed (per 10 plants)	Mean of infestation% (per 10 plants)	Mean of damage scale (per 10 plants)	Mean of yield (Kg/ha)
Year	1	0.13*	0.08*	0.08*	12.64**	1.14*	662810.97*
Irrigation	1	1.58**	0.91**	0.91**	79.44**	6.75**	789573.69*
Year* Irrigation	1	0.01 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.03 ^{ns}	57499.670 ^{ns}
Main plot error (Irrigation)	4	0.02	0.24	0.02	1.37	0.10	342467.83
Sowing date	1	0.38**	0.19**	0.19**	17.36**	2.17**	2634225.59**
Irrigation * Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.90 ^{ns}	0.03 ^{ns}	279.95 ^{ns}
Year* Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	1375.388 ^{ns}
Year* Irrigation * Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	2.32*	0.21 ^{ns}	82132.69 ^{ns}
non-chemical control	1	0.17**	0.21**	0.21**	15.40**	1.02**	3425621.71**
Irrigation * non-chemical control	1	0.02 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	4.79**	0.00 ^{ns}	22985.38 ^{ns}
Sowing date* non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.24 ^{ns}	27253.89 ^{ns}
Irrigation * Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.00 ^{ns}	4767.26 ^{ns}
Year* non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.39 ^{ns}	0.00 ^{ns}	21322.84 ^{ns}
Year* Irrigation * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.00 ^{ns}	181267.67 ^{ns}
Year* Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.02 ^{ns}	313397.34 ^{ns}
Year* Irrigation * Sowing date * non-chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.05 ^{ns}	16982.42 ^{ns}
Et (Total error)	24	0.004	0.008	0.008	0.42	0.07	108755.60
CV	—	12.64	16.68	16.68	17.43	11.62	15.92

ns: non-significant; * and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت، روش آبیاری و کاربرد حشره کش های زیستی و کم خطر روی خسارت غلاف خوار لوبیا طی دو فصل زراعی متوالی

Table 5. Analysis of variance for the effects of planting date, irrigation method, and biological and low-risk insecticide application on pod borer damage in beans borer over two years of 2022–2023 and 2023–2024

				MS			
Sov	df	Mean number of infested pod (per 10 plants)	Mean number of holes on pod (per 10 plants)	Mean number of infested seed (per 10 plants)	Mean of infestation% (per 10 plants)	Mean of damage scale (per 10 plants)	Mean of yield (Kg/ha)
2022–2023							
Irrigation	1	0.24**	0.13**	0.13**	2.57**	3.84**	636609.97*
Sowing date	1	0.06**	0.02*	0.02*	0.54**	1.04**	1257608.649**
non–chemical control	1	0.02*	0.02**	0.02**	0.32**	0.43**	1993738.79**
Irrigation * Sowing date	1	0.001 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.04 ^{ns}	46001.39 ^{ns}
Irrigation * non– chemical control	1	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.007 ^{ns}	166675.000 ^{ns}
Sowing date * non– chemical control	1	0.002 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.20*	262744.763 ^{ns}
Irrigation * Sowing date* non–chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.04 ^{ns}	1877.086 ^{ns}
Et (Total error)	16	0.002	0.002	0.002	0.03	0.05	83219.523
CV	–	5.18	5.14	5.14	9.62	10.00	12.78
2023–2024							
Irrigation	1	0.16**	0.09**	0.09**	2.31**	2.94**	172206.959 ^{ns}
Sowing date	1	0.04**	0.02**	0.02**	0.54**	1.13**	1742754.110**
non–chemical control	1	0.02**	0.02**	0.02**	0.52**	0.60*	1767014.921**
Irrigation * Sowing date	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.20 ^{ns}	1985.802 ^{ns}
Irrigation * non– chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.00 ^{ns}	4906.902 ^{ns}
Sowing date * non– chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.06 ^{ns}	45317.481 ^{ns}
Irrigation * Sowing date* non–chemical control	1	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.01 ^{ns}	5584.856 ^{ns}
Et (Total error)	16	0.001	0.002	0.002	0.04	0.10	200821.309
CV	–	3.54	4.68	4.68	9.42	13.23	23.65

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت، روش آبیاری و کاربرد حشره‌کش‌های زیستی و کم‌خطر روی خسارت غلاف‌خوار لوبیا و اجزای عملکرد طی دو فصل زراعی

Table 6. Comparison of the average effect of planting date, irrigation method, and biological and low-risk insecticide application on the damage caused by the bean pod borer and yield components over two years of 2022–2023 and 2023–2024

Treatment	Mean number of infested pod (per 10 plants)	Mean number of holes on pod (per 10 plants)	Mean number of infested seed (per 10 plants)	Mean of infestation% (per 10 plants)	Mean of damage scale (per 10 plants)	Mean of yield (Kg/ha)
2022–2023						
Irrigation						
drip	0.28±0.04b	0.34±0.03b	0.34±0.03b	1.96±0.23b	1.75±0.10b	2420.67±124.85a
sprinkler	0.67±0.05a	0.64±0.05a	0.64±0.05a	4.41±0.33a	2.55±0.11a	2094.94±150.82b
Sowing date						
Early planting	0.57±0.06a	0.55±0.06a	0.55±0.06a	3.71±0.42a	2.36±0.14a	2486.72±158.98a
Common planting	0.38±0.07b	0.43±0.05b	0.43±0.05b	2.66±0.46b	1.94±0.15b	2028.90±91.40b
non-chemical control						
Roy agro	0.42±0.06b	0.42±0.05b	0.42±0.05b	2.71±0.36b	2.02±0.12b	2546.03±130.65a
Bt	0.53±0.08a	0.54±0.06a	0.54±0.06a	3.66±0.52a	2.28±0.16a	1969.58±104.80b
Drip-early planting-Roy agro	0.33±0.03e	0.37±0.03e	0.37±0.03e	2.37±0.33de	1.83±0.13c	2906.48±314.98a
Drip-early planting-Bt	0.43±0.03d	0.43±0.07d	0.43±0.07d	2.76±0.15d	2.17±0.03bc	2305.13±262.89b
Drip-common planting-Roy agro	0.15±0.03g	0.23±0.03g	0.23±0.03g	1.16±0.20	1.43±0.09cde	2344.64±26.34b
Drip-common planting-Bt	0.20±0.06f	0.33±0.03f	0.33±0.03f	1.54±0.41e	1.57±0.14cd	2126.44±55.11c
Sprinkler-early planting-Roy agro	0.67±0.07b	0.57±0.03c	0.57±0.03c	3.94±0.46c	2.43±0.18b	2852.67±148.28a
Sprinkler-early planting-Bt	0.87±0.03a	0.83±0.07a	0.83±0.07a	5.77±0.33a	3.00±0.06a	1882.6±108.26c
Sprinkler-common planting-Roy agro	0.53±0.09c	0.53±0.09c	0.53±0.09c	3.36±0.46cd	2.37±0.12bc	2080.33±113.73cd
Sprinkler-common planting-Bt	0.63±0.09b	0.63±0.09b	0.63±0.09b	4.58±0.56b	2.40±0.15b	1564.17±56.74d
2023–2024						
Irrigation						
drip	0.42±0.04b	0.45±0.04b	0.45±0.04b	2.87±0.25b	2.11±0.10b	1979.21±190.23a
sprinkler	0.75±0.04a	0.70±0.03a	0.70±0.03a	5.56±0.48a	2.81±0.14a	1791.92±107.60b
Sowing date						
Early planting	0.67±0.06a	0.64±0.04a	0.64±0.04a	4.89±0.61a	2.67±0.17a	2163.97±117.44a
Common planting	0.50±0.06b	0.51±0.05b	0.51±0.05b	3.53±0.40b	2.24±0.11b	1645.94±158.52b
non-chemical control						
Roy agro	0.52±0.06b	0.51±0.05b	0.51±0.05b	3.56±0.41b	2.30±0.13b	2131.63±152.36a
Bt	0.65±0.06a	0.64±0.05a	0.64±0.05a	4.87±0.62a	2.62±0.16a	1639.49±123.04b
Drip-early planting-Roy agro	0.43±0.07d	0.43±0.07e	0.43±0.07e	2.80±0.54d	2.00±0.17cd	2515.21±378.14a
Drip-early planting-Bt	0.57±0.03c	0.60±0.01c	0.60±0.01c	3.57±0.28c	2.47±0.09bc	2000.33±165.21bc
Drip-common planting-Roy agro	0.30±0.06de	0.33±0.07f	0.33±0.07f	2.31±0.64de	1.90±0.17d	2014.48±441.03bc
Drip-common planting-Bt	0.37±0.03c	0.43±0.09e	0.43±0.09e	2.78±0.41d	2.07±0.18cd	1386.8±333.75d
Sprinkler-early planting-Roy agro	0.77±0.03b	0.73±0.03b	0.73±0.03b	5.44±0.28b	2.93±0.14b	2113.33±90.61b
Sprinkler-early planting-Bt	0.90±0.01a	0.80±0.01a	0.80±0.01a	7.74±0.70a	3.30±0.35a	1871.83±94.49c
Sprinkler-common planting-Roy agro	0.57±0.03c	0.53±0.07d	0.53±0.07d	3.67±0.32c	2.37±0.03c	1883.5±231.53c
Sprinkler-common planting-Bt	0.77±0.03b	0.73±0.03b	0.73±0.03b	5.38±0.36b	2.63±0.18bc	1299±58.60de

Means in a column followed by different letters are significantly different.

جدول ۷- مقایسه میانگین درصد مرگ و میر لاروهای کرم غلاف‌خوار لوبیا تحت ترکیب‌های تیماری مختلف (نوع حشره کش × نوع آبیاری × تاریخ کشت) طی دو فصل زراعی

Table 7. Comparison of mean larval mortality percentage of the bean pod borer under different treatment combinations (insecticide type × irrigation method × planting date) over two years of 2022–2023 and 2023–2024.

Treatment	Mean of percentage of mortality, 3 days after spraying (per 10 plants)	Mean of percentage of mortality, 7 days after spraying (per 10 plants)	Mean of percentage of mortality, 15 days after spraying (per 10 plants)
2022–2023			
Roy agro– drip– early planting	75.86±2.07a	56.67±4.49a	40.43±1.60a
Roy agro– drip–common planting date	70.37±1.02b	50.63±1.81b	32.36±1.65b
Bt– drip– early planting	63.39±1.00a	43.42±2.35a	30.62±1.20a
Bt– drip– common planting date	57.72±2.50b	38.07±2.11b	27.69±1.45b
Roy agro–sprinkler– early planting	66.46±1.85a	46.69±1.04a	32.32±1.20a
Roy agro– sprinkler– common planting date	59.74±1.18b	40.78±1.23b	28.14±1.19b
Bt– sprinkler– early planting	56.00±3.00a	36.74±1.25a	25.68±1.79a
Bt–sprinkler–Common planting date	49.76±3.51b	32.35±1.00b	22.22±1.96b
2023–2024			
Roy agro– drip– early planting	69.82±0.94a	50.52±1.95a	33.96±1.27a
Roy agro– drip–common planting date	65.46±0.49b	44.71±1.28b	31.17±1.21b
Bt– drip– early planting	58.97±1.13a	38.14±1.12a	28.53±1.49a
Bt– drip– common planting date	53.08±1.87b	30.85±2.04b	22.27±1.20b
Roy agro–sprinkler– early planting	62.95±1.13a	46.57±3.50a	30.98±0.50a
Roy agro– sprinkler– common planting date	56.68±1.56b	39.89±2.10b	28.37±1.00b
Bt– sprinkler– early planting	51.37±2.10a	31.29±1.38a	23.49±0.45a
Bt–sprinkler–Common planting date	42.87±4.30b	25.56±0.89b	18.18±1.03b

The number obtained for each column is equal mean. Means in a column followed by different letters are significantly different.

بحث

غلاف‌دهی لوبیا با گرمای هوا سبب ریزش گلها و غلاف‌های جوان و کاهش تعداد غلاف شده است (Graham & Ranalli, 1997). درکشت‌های تأخیری، رسیدگی اجباری در گیاه اتفاق می‌افتد و چون پرشدن دانه از مواد فتوسنتزی به صورت تدریجی است، بنابراین وزن صددانه کم می‌شود. به علاوه، تأخیر در کاشت، به علت افزایش دمای محیط سبب کوتاه شدن دوره پرشدن دانه نیز می‌شود (Salehi & Hashemijazi, 2015). در مطالعه‌ای با بررسی زیست‌شناسی کرم‌های پيله‌خوار نخود با تاریخ کشت‌های متفاوت در ایلام گزارش شد که در دیر کاشت

بر اساس نتایج این پژوهش، جمعیت لارو غلاف‌خوار لوبیا در اولین تاریخ کشت (زودکاشت ۳۱ اردیبهشت) نسبت به تاریخ کشت دوم (کشت مرسوم ۱۵ خرداد) بیشتر بود، ولی در اولین تاریخ کشت (زودکاشت ۳۱ اردیبهشت)، میزان عملکرد و سایر صفات زراعی بالاتر از تاریخ کشت دوم بود. کاهش فرصت رشد به علت کشت دیرهنگام می‌تواند با کاهش سطح فتوسنتز و ارتفاع بوته باعث کمبود مکان برای تولید غلاف و در نتیجه، کاهش تعداد غلاف در بوته شود. از سوی دیگر، تأخیر در کاشت و برخورد دوره گلدهی و

در تاریخ زودکاشت بالاتر بود، که با یافته‌های Jozeyan (2017) و (2012) Ghorbani هم‌خوانی دارد و احتمالاً به دلیل بهبود شرایط رشد گیاه در تاریخ زودکاشت است.

به طور کلی می‌توان گفت کاشت زود هنگام، این امکان را به گیاه زراعی می‌دهد که با رشد و نمو طولانی، فرصت استفاده بهتر و بیشتری از رطوبت خاک را داشته باشد و ضمن مصادف شدن دوره گلدهی با شرایط مساعد رطوبتی و دمایی محیط، توان بالقوه آن به فعل برسد (Mousavi & Ahmadi, 2009). در مطالعه‌ای اثر سه تاریخ کشت و سه رقم لوبیا چیتی روی جمعیت غلاف‌خوار لوبیا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که رقم صدری از دو رقم غفار و تلاش حساستر بود. بیشترین عملکرد لوبیا نیز از کشت زود هنگام و رقم غفار حاصل شد (Ashtari et al., 2024). این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر همسو هستند، زیرا در هر دو مطالعه، کشت زود هنگام منجر به افزایش عملکرد و جمعیت غلاف‌خوار لوبیا شد، که نشان می‌دهد تأثیر تاریخ کشت بر عملکرد و آلودگی آفت در شرایط مشابه قابل تکرار است.

در روش آبیاری تیپ، تراکم لاروها و تعداد غلاف‌های آسیب‌دیده از آبیاری بارانی کمتر بودند. همچنین تأثیر حشره‌کش‌های زیستی و کم‌خطر در روش آبیاری تیپ نسبت به بارانی، بیشتر مشاهده شد. نتیجه یک پژوهش نشان داد که استفاده از آبیاری قطره‌ای در مزرعه لوبیا، انبوهی جمعیت غلاف‌خوار لوبیا و در نتیجه، خسارت وارد شده به گیاه را به میزان چشم‌گیری کاهش داد (Ali & Ahmed, 2013). آبیاری بارانی می‌تواند سبب کاهش جمعیت پارازیتوئیدها به ویژه پارازیتوئیدهای تخم شود. این مسأله می‌تواند موجب افزایش جمعیت آفت شود و بر همین اساس ممکن است افزایش جمعیت آفت در برخی سیستم‌های آبیاری به دلیل اثرات غیرمستقیم آن‌ها بر جمعیت آفت باشد. تأثیر چهار روش آبیاری از جمله تیپ، بارانی، نیوفیت و رین فلت را بر خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز لوبیا در شهرستان خمین مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان خسارت کنه تارتن دو لکه‌ای در روش آبیاری تیپ و رین فلت مشاهده شد

بهاره، درصد آلودگی پيله‌های نخود به آفت (۱.۳ درصد) به مراتب از میزان آلودگی در تاریخ‌های کشت انتظاری و رایج (به ترتیب ۲۰.۶ و ۱۴.۶ درصد) کمتر بود (Jozeyan, 2002).

به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کشت زود هنگام باعث افزایش جمعیت لارو و بهبود عملکرد زراعی لوبیا می‌شود، که با یافته‌های Graham & Ranalli (1997) و (2015) Salehi & Hashemijazi در رابطه با اثر کشت دیر هنگام بر کاهش تعداد غلاف و وزن دانه هم‌خوانی دارد و همچنین مشابه مطالعه Jozeyan (2002) است که کاهش درصد آلودگی پيله‌ها در دیرکاشت را گزارش کرده است؛ این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از تداخل دوره رشد گیاه با شرایط محیطی و گرما باشد.

Jozeyan, (2017) به بررسی اثر تاریخ کشت و رقم نخود بر خسارت کرم پيله‌خوار نخود پرداخت و تأثیر دو تاریخ کشت پاییزه و بهاره را روی تعداد لارو و عملکرد نخود بررسی کرد. نتایج این بررسی نشان داد که در کشت پاییزه تعداد لارو و عملکرد در مقایسه با کشت بهاره افزایش یافت. بنابراین نتایج، در کشت پاییزه با وجود تعداد لارو بیشتر عملکرد نیز بیشتر بوده است. اثر تاریخ کاشت و تراکم کاشت نخود بر جمعیت و درصد خسارت کرم‌های پيله‌خوار نخود در منطقه نخودخیز گریست شهرستان خرم‌آباد بررسی شد. فاکتورهای آزمایش شامل تاریخ کاشت در سه سطح (۲۳ اسفند، ۱۰ فروردین و اول اردیبهشت) و تراکم کاشت نیز در سه سطح (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) بود. جمعیت لارو آفت، درصد غلاف‌های خسارت دیده، عملکرد نهایی و وزن ۱۰۰ دانه در زمان برداشت مشخص شد. نتایج یک پژوهش نشان داد که با کاشت زود هنگام نخود، اگرچه جمعیت آفت ۱.۳۵ برابر و درصد غلاف‌های آفت‌زده، پنج برابر شد، اما عملکرد محصول نیز ۶.۶۱ درصد افزایش یافت (Ghorbani, 2012).

به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کشت زود هنگام نخود باعث افزایش جمعیت لارو کرم پيله‌خوار می‌شود. هرچند افزایش جمعیت آفت معمولاً با کاهش عملکرد همراه است، اما در این مطالعه عملکرد محصول نیز

مصرفی، جمعیت آفت و شرایط اقلیمی باعث می‌شود که همه یافته‌ها دقیقاً یکسان نباشند.

نتایج این پژوهش نشان داد که با انتخاب و اجرای درست زمان کاشت، نوع آبیاری و کنترل شیمیایی، مقادیر صفت‌های کمی عملکرد لوبیا، تا حد بهینه افزایش یافت و در نتیجه، خسارت ناشی از آفت کرم غلاف‌خوار لوبیا تا حد چشمگیری کاهش یافت یا جبران گردید. در منطقه مورد مطالعه (اراک)، کشت لوبیا ۱۵ روز قبل از تاریخ کشت معمول و استفاده از آبیاری تیپ به جای بارانی، بیشترین کاهش جمعیت آفت و بهترین عملکرد محصول را به دنبال داشت. همچنین استفاده تناوبی از هر دو حشره‌کش زیستی و کم‌خطر Bt و روی آگرو در مناطق آلوده و در صورت لزوم، توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور و در قالب پروژه شماره ۲۴-۶۱-۱۶-۰۲۱-۰۲۰۷۹ انجام شد. بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از تمامی همکاران ارجمند مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، ابراز می‌داریم.

(Seyedi et al., 2024). بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج (Ali & Ahmed (2013) در خصوص کاهش جمعیت غلاف‌خوار با آبیاری تیپ همسو است، اما با نتایج Seyedi et al. (2024) همسو نیست که احتمالاً به دلیل تفاوت نوع آفت مورد مطالعه (کنه تارتن دو لکه‌ای در مقابل غلاف‌خوار لوبیا) است.

در این تحقیق به طور کلی کارایی حشره‌کش روی آگرو از Bt بیشتر بود. کارایی حشره‌کش Bt (با نام تجاری لپینوکس®) در کنترل پيله‌خوار نخود پس از ۳ روز را ۷۱ درصد ارزیابی کردند (Kahrarian, 2010). نتایج مطالعات محققان نشان داد که کاربرد حشره‌کش Bt کارایی مؤثری (۷۵ تا ۸۰ درصد، در کنترل کرم پيله‌خوار نخود داشت (Marzban & Ranjbar Aghdam, 2011). این نتایج به دلیل تفاوت در شرکت سازنده، نوع محصول، جمعیت آفت و شرایط اقلیمی و یا حتی احتمال پدیده مقاومت، با نتایج تحقیق حاضر مشابه نمی‌باشد. نتایج کاربرد روی آگرو به میزان ۲ و ۱.۵ در هزار برای کنترل سوسک برگ‌خوار غلات نشان داد که کاربرد دوز ۱.۵ در هزار به دلیل اثر سوء کمتر روی دشمنان طبیعی و کارایی ۸۰ درصدی در کنترل سوسک برگ‌خوار غلات، مناسب‌تر است (Barati et al., 2023). به طور کلی، نتایج تحقیق حاضر با برخی مطالعات مشابه است، اما تفاوت‌ها در نوع محصول، نوع آفت، دوز

References

- Ali, H.A. & Ahmed, M. 2013. Comparison of drip and sprinkler irrigation for pest control in vegetable crops. *Irrigation Science*, 31(4): 785–792.
- Ashtari, S. 2025. Investigation of population changes and determination of the bean pod borer *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) peak in bean *Phaseolus vulgaris* Linnaeus fields by pheromone traps. *Iranian Journal of Pulses Research*, 16(1): 37–53. DOI: <https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.88977.1094> (In Farsi)
- Ashtari, S., Shafaghi, F. & Ghadiri, A. 2024. Effect of Sowing Date and Bean Cultivars (Ghaffar, Talash, and Sadri) on the Damage by Pod Borer (*Helicoverpa armigera*) in Agronomic Conditions of Iran. *Psyche: A Journal of Entomology*. DOI: <https://doi.org/10.1155/2024/5466087>
- Biddle, A.J. 2017. Peas and beans. CABI. 179 pp
- Barati, R., Barari, H., Sharifi, M., Mahdavi, V., Mohammadi Pour, A. & Nouralizadeh Otaghsara, M. 2023. Evaluation of the efficacy of the new insecticide Roy Agro (Matrine) in controlling the cereal leaf beetle *Oulema melanopus* (Col.: Chrysomelidae) and assessment of possible side effects on some natural enemies. Final Report, Iranian Research Institute of Plant Protection, Report No. 64891, 31 pp
- Cui, J., Zhu, S.Y., BIR, X.u.W., Gao, Y., & Shi, S.S. 2018. Effect of temperature on the development, survival, and fecundity of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology*, 111(4): 1940–1946. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toy151>
- Ghorbani, R., Mousavi, S.K., Ghiasvand, M. & Karimzade Esfahani, J. 2012. The effect of sowing date and plant density on population and infestation of chickpea pod borers in Lorestan province. *Iranian Journal of*

- Pulses Research. 3(2),85–96. DOI: <https://doi.org/10.22067/ijpr.v1391i2.24707> (In Persian with English summary).
- Gencsoylu, I. & Yilmaz, E. 2003. Influence of Various Irrigation Methods on *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) in Cotton Fields. Asian Journal of plant sciences, 2(10): 768–771. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajps.2003.768.771>
- Graham, P. H., & Ranalli, P. 1997. Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Field Crops Research, 53: 131–146. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0378-4290\(97\)00112-3](https://doi.org/10.1016/s0378-4290(97)00112-3)
- Halder, J., Srivastava, K. & Rai, A.B. 2023. Irrigation, a potential tool for insect pest management in horticultural crops. *Current Horticulture*, 11(1): 3–7. DOI: <https://doi.org/10.48165/CHR.2023.11.1.3>
- Henderson, C.F. & Tilton, E.W. 1955. Tests with acaricides against the brown wheat mite. Journal of Economic Entomology, 48, 157–161. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/48.2.157>
- Johnson, B.L., Mackay, K.R., Schneiter, A.A., Hanson, B.K., & Schatz, B.G. 1995. Influence of planting date on canola and Crambe production. Agronomy Journal, 8: 594–599. DOI: <https://doi.org/10.365/9581>
- Jozeyan, A. 2002. The study of population frequency of pod borer species in Ilam province. 15 th Iranian Plant protection Congress, Razi University, Kermanshah, P. 91. (In Persian with English summary).
- Karel, A.K. 1985. Yield losses from and control of bean pod borers, *Maruca testulalis* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Economic Entomology, 78: 1323–1326. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/78.6.1323>
- Karimzadeh Esfahani, J. 2014. Evaluation of the efficacy of the new insecticide Roy Agro (Matrine) in controlling the cabbage moth. Final Report, Iranian Research Institute of Plant Protection, Report No. 46768, 20 pp.
- Kahrarian, M. 2010. Evaluation of the efficacy of *Bacillus thuringiensis*, carbaryl, and diflubenzuron against the chickpea pod borer *Heliothis virescens* Hufn. (Lep.: Noctuidae) under field conditions. Journal of Entomological Research, 2(4): 295–305.
- Khanjani M. 2006. Field Crop Pests (insects and mites) in Iran. Bu–Ali Sina University Press. 632 pp.
- Marzban, R. & Ranjbar Aghdam, H. 2011. Evaluation of the efficacy of a domestic *Bacillus thuringiensis* product in controlling the chickpea pod borer. Final Report, Iranian Research Institute of Plant Protection, Report No. 40598, 23 pp.
- Mohaqeq Neishabouri, J., Dadpour, H., Mojib Haghigh Ghadam, Z., Amvaqoli Tabari, M., Hassanzadeh, M., Shokri, R., Ghanad Amouz, S. & Yousefi, A. 2019. Evaluation of the effects of insecticides tebufenozide, Matrine, diazinon, and fipronil in controlling the rice striped stem borer under field conditions. Final Report, Iranian Research Institute of Plant Protection, Report No. 56233, 26 pp.
- Muthoni, M. & Muthomi, J.W. 2018. Effect of irrigation on pest infestation in beans and its management. Journal of Crop Protection, 7(1): 35–40.
- Mousavi, S.K. & Ahmadi, A. 2009. Yield response and yield components of chickpea on planting date, planting density and weeds interference in the dry conditions of Lorestan Province, Journal of Plant Protection, 23(2): 1–13.
- Palis, F.G., Morin, S. & Hossain, M. 2002. Social Capital and Diffusion of Integrated Pest Management Technology: A Case Study in Central Luzon, Philippines. Paper presented at the Social Research Conference, CIAT, Cali, Columbia.
- Parsa, M. & Bagheri, A. 2008. Pulses. Jahad– E– Daneshgahi Mashhad, 522pp.
- Pedigo, L.P. 2002. Entomology and Pest Management. 742 pp. PrenticeHall, New Jersey.
- Rajabpour A. & Dinarvand, N. 2025. Fixed–precision sequential sampling to estimate the population density of *Heliothis virescens* in bean fields of Shush District, Southwest Iran. Journal of Applied Research in Plant Protection, 14 (1): 13–21. DOI: <https://doi.org/10.22034/arpp.2024.18064>.
- Reed, W., Lateef, S. & Sithanatan, S. 1989. Pigeonpea and chickpea insect identification handbook. Hyderabad, India: International Crops Research Institute for the Semi–Arid Tropics (ICRISAT)
- Salehi, F. & Hashemijazi, S.M. 2015. Assessment of the feasibility of bean cultivation as a second crop in the Lordegan region. Agricultural and Natural Resources Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province, Shahrekord, Iran. Agronomy Journal, 104: 34–40.
- Shafaghi, F., Foruzan, M., Bagheri Matin, Sh. & Ashtari, S. 2024. Effectiveness of some insecticides for control of pod borer in chickpea fields. Plant Pest Research, 14(3): 83–87. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2024.29090.1610>
- Seyedi, S.M., Goodarzi, M., Ashtari, S., Hatamabadi Farahani, M. & Sarlak, A. 2024. Investigating the effect of four irrigation methods on the damage of weeds, two–spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) and bacterial blight disease in chitti bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Pulses Research, 15(1): 112–127. DOI: <https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.86323.107> (In Persian with English summary).
- Topal, R., Beyyavas, V. & Mutlu, C. 2024. Impact of irrigation methods and two cotton varieties on sucking pest populations in Şanlıurfa, International Journal of Entomology Research, 9(12): 179–188.

The impact of irrigation methods, sowing date and non-chemical control on the damage caused by the bean pod borer *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae)

Sedighe Ashtari¹, Adel Ghadiri²

1., 2. Assistant Professor, Ph.D. Plant Protection Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Arak, Iran.

Corresponding author: Sedighe Ashtari, email: aroya95@gmail.com

Received: Oct., 26, 2025

12(2) 33–48

Accepted: Dec., 30, 2025

Abstract

In order to investigate the efficacy of non-chemical control, two irrigation methods (drip and sprinkler), two planting dates, and damage caused by the bean pod borer *Helicoverpa armigera*, an experiment was conducted over two growing seasons (2022–2023 and 2023–2024) in a strip split plot design within a randomized complete block design with three replications at the Arak Research Station. The irrigation factor was applied as a strip to the main plots, with two levels: sprinkler and drip irrigation. Non-chemical pest control treatments factor had two levels, including the application of biological and low-risk insecticides *Bacillus thuringiensis* (Biolap)[®] and RoyAgro (Matrine)[®] at the manufacturer-recommended concentrations. The planting date factor consisted of two levels: the region's typical planting date and 15 days before this typical date (early planting), arranged factorially in the subplots. The greatest effect of the non-chemical treatments was observed under the drip irrigation method and the first planting date (early planting) for the biological and low-risk insecticide RoyAgro (Matrine)[®] three days after spraying, with reductions of 75.86% and 69.82% in the first and second years, respectively. The highest average yield (kg per hectare) in the first year (2906.48) and second year (2515.21) were observed in the interaction of drip irrigation × first planting date × application of RoyAgro (Matrine)[®] biological and low-risk insecticide. The use of early planting, drip irrigation, and non-chemical and low-risk control methods can be recommended as a sustainable approach for managing the bean pod borer in infested areas.

Keywords: Integrated management, Insecticide, Bean, Damage Level