تحقیقات آفات گیاهی

علمی پژوهشی ۱۴۰۴ -۱۵(۳): ۵۵-۶۶	https://doi.org/10.22124/iprj.2025.31943.1663	pISSN:2322-2409 eISSN: 2538-6123

OPEN ACCESS

تاثیر کشت ردیفی کلزا با سیر در نسبت‌های ردیفی مختلف در کنترل شب‌پره پشت‌الماسی *Plutella xylostella* و عملکرد محصول

سید علی اصغر فتحی [۱*]

https://orcid.org/0000-0003-2169-3574

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

سیمین امدادی [۲]

https://orcid.org/0000-0002-1885-8596

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

چکیده: گیاهان دورکننده یا بازدارنده تغذیه‌ای آفات از اجزای موثر سیستم‌های کشت مخلوط برای کنترل آفات هستند. در این پژوهش، تأثیر کشت ردیفی کلزا (*Brassica napus* L.) (C) و سیر (*Allium sativum* L.) (G) در سه نسبت ردیفی 6C:4G، 6C:8G و 6C:12G (اعداد نشانگر تعداد ردیف کشت هستند) بر تراکم شب‌پره پشت‌الماسی، *Plutella xylostella* (L.)، درصد گیاهان آلوده و عملکرد محصول در مقایسه با تک‌کشتی کلزا طی فصل رشدی ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ بررسی شد. مقادیر پلی‌فنل کل در برگ‌های سبز گیاهان سیر در سه نسبت وزنی ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم به‌ترتیب مربوط به سیستم‌های کشت 6C:4G، 6C:8G و 6C:12G اندازه‌گیری شد. هر سه تیمار کشت ردیفی، به‌ویژه 6C:12G، منجر به کاهش معنی‌دار تعداد لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی در مقایسه با تک‌کشتی کلزا شدند. درصد گیاهان آلوده و برگ‌های آلوده در هر گیاه نیز در هر سه سیستم کشت ردیفی، به‌ویژه 6C:12G در مقایسه با تک‌کشتی کلزا به طور معنی‌داری کمتر بود. رگرسیون خطی منفی و معنی‌داری بین مقدار پلی‌فنل کل در برگ‌های سیر و تعداد لاروها، شفیره‌ها، درصد گیاهان آلوده و درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه به‌دست آمد ($P<0.05$). همچنین، نسبت برابری زمین (LER) از ۱/۱۹ تا ۱/۴۲ به‌ترتیب در تیمارهای 6C:4G و 6C:12G متغیر بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که هر سه سیستم کشت ردیفی کلزا - سیر، به‌ویژه 6C:12G می‌تواند خسارت شب‌پره پشت‌الماسی را کاهش و عملکرد محصول را افزایش دهند.

واژه‌های کلیدی: خسارت، شب‌پره پشت‌الماسی، عملکرد محصول، کشاورزی پایدار، کشت ردیفی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۷/۱۹

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۹/۱۶

***Citation*:** Fathi, S. A. A. & Emdadi, S. (2025). The effect of intercropping canola and garlic at different row ratios on the control of *Plutella xylostella* (Meyrick) and crop yield. *Plant Pest Research*, *15*(3), 55-66. **DOI: https://doi.org/ 10.22124/iprj.2025.31943.1663**

*Corresponding author: fathi@uma.ac.ir

Journal of Plant Pest Research is published by University of Guilan
This journal is an open access journal licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0)

مقدمه

کلزا، *Brassica napus* L.، یک محصول دانه روغنی مهم در ایران است. شب‌پره پشت الماسی، *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) یکی از آفات مهم کلزا در ایران است که عملکرد این محصول را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد (Sarfraz *et al*., 2006; Fathi, 2017). حشرات کامل این شب‌پره روی برگ‌های گیاهان میزبان، به‌ویژه برگ‌های خسارت‌دیده توسط لاروهای این شب‌پره تخمگذاری می‌کنند که به احتمال زیاد با بوهای متصاعد شده از برگ‌های خسارت‌دیده در ارتباط است (Sarfraz *et al*., 2006). لاروهای این شب‌پره با تغذیه از برگ‌ها باعث کاهش سطح فتوسنتزکننده گیاه و در نتیجه کاهش عملکرد محصول می‌شود. خسارت لاروهای این آفت به صورت لکه‌های نامنظم و مشبک مانند در برگ‌ها نمایان می‌شود (Talekar & Shelton, 1993; Fathi *et al*., 2011). کشاورزان برای کنترل خسارت وارده توسط شب‌پره پشت‌الماسی از حشره‌کش‌ها استفاده می‌کنند. با این حال، این شب‌پره توانایی بالایی در توسعه سریع ژنوتیپ‌های مقاوم به حشره‌کش‌ها به دلیل دوره نسلی کوتاه و باروری بالا دارد (Talekar & Shelton, 1993; Sarfraz & Keddie, 2005). علاوه بر آن، اثرات زیان‌بار استفاده از حشره‌کش‌ها بر محیط زیست، تلاش‌های تحقیقاتی را برای یافتن راه‌کارهای جایگزین برای کنترل این شب‌پره برانگیخته است. برای مثال، راه‌کارهایی مانند کشت نواری دو یا چند محصول، کشت گیاهان تله، استفاده از اسانس‌های گیاهی و استفاده از دشمنان طبیعی برای کنترل شب‌پره پشت الماسی در حال توسعه هستند (Sarfraz *et al*., 2006; Fathi *et al*., 2012; Lubanga *et al*., 2012; Ruhanen *et al*., 2023). برای مثال، بدینز-پرز و همکاران (Badenes-Perez *et al*., 2006) گزارش کردند که کشت شاهی زمستانی (*Barbarea vulgaris* (R. Br.) var. *arcuata*)، به عنوان گیاه تله در اطراف مزارع کلم (*Brassica oleracea* L.) باعث جلب حشرات کامل شب‌پره پشت‌الماسی و تخمگذاری روی این محصول شد، ولی لاروهای این شب‌پره قادر به تکمیل نشوونما روی این گیاه نبودند؛ بنابراین، استفاده از این گیاه تله باعث کاهش جمعیت و خسارت این آفت روی گیاهان کلم شد. استفاده از سیستم‌های کشت نواری دو یا چند محصول با نسبت‌های ردیفی متفاوت در یک مزرعه یکی از روش‌های رایج در تنوع‌بخشی به اکوسیستم‌های کشاورزی است (Vandermeer, 1989; Sharma *et al*., 2022). هدف اصلی سیستم‌های کشت مخلوط، کاهش جمعیت آفات، افزایش تنوع زیستی بندپایان و بهبود حاصلخیزی خاک است (Vandermeer, 1989; Khan *et al*., 2009; Letourneau *et al*., 2011; Tajmiri *et al*., 2017). بنابراین، سیستم‌های کشت مخلوط با هدف کاهش استفاده از کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات در حال توسعه هستند.

انتخاب گیاه همراه مناسب در کشت‌های مخلوط منجر به کاهش جمعیت آفات و بهبود عملکرد محصول می‌شود (Khan *et al*. 2009; Zarei *et al*. 2019). کشت مخلوط محصول اصلی با گیاهان دارای خاصیت دورکنندگی یا بازدارندگی تغذیه‌ای نسبت به حشرات باعث اختلال در میزبان‌یابی آفات می‌شود. موفقیت کشت مخلوط به نوع و غلظت ترکیبات آلی فرار تولید شده از محصولات همراه کاشته‌شده (Grez & González, 1995; Isman, 2006; Khan *et al*., 2009) و اثر حفاظتی و حمایتی این محصولات از دشمنان طبیعی (Letourneau *et al*., 2011; Silva *et al*., 2022) بستگی دارد. برای مثال، استرتون و همکاران (Stratton *et al*., 2019) گزارش کردند کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) با کلم بروکلی (*Brassica oleracea var. italica* Plenk) منجر به کاهش معنی‌دار تخم‌گذاری مگس *Contarinia nasturtii* Kieffer روی محصول کلم بروکلی شد.

بررسی منابع نشان دادند که مطالعه‌ای در زمینه تأثیر کشت ردیفی کلزا و سیر بر جمعیت شب‌پره پشت‌الماسی و عملکرد محصولات انجام نشده است. در مطالعه حاضر، فرض بر آن است که ترکیبات آلی فرار گیاهان سیر در کشت ردیفی سیر با کلزا در نسبت‌های ردیفی مختلف ممکن است سبب اختلال در میزبان‌یابی، استقرار و تشکیل کلنی شب‌پره پشت الماسی روی کلزا شود. بنابراین، این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر کشت ردیفی سیر و کلزا در نسبت‌های ردیفی مختلف بر جمعیت شب‌پره پشت الماسی، درصد گیاهان و برگ‌های آلوده و عملکرد محصولات در سال‌های ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ انجام شد. یافته‌های تحقیق حاضر می‌تواند به عنوان یک روش سازگار با محیط زیست در برنامه‌های مدیریت شب‌پره پشت الماسی در مزارع کلزا مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مکان و تیمارهای آزمایشی

این مطالعه در منطقه اردبیل طی دو فصل رشدی ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ انجام شد. آزمایش‌ها بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار بلوک و ۵ کرت (۶ × ۶ متر) در هر بلوک در مزرعه آزمایشی با مساحت تقریبی ۲۰۰۰ مترمربع انجام شد. اطراف کرت‌های آزمایشی با یک محدوده عاری از کشت به عرض پنج متر احاطه شده بودند تا تأثیر سیستم‌های کشت بر یکدیگر به کمترین میزان برسد. در این مطالعه، تیمارها شامل (۱) تک‌کشتی کلزا (sC)، (۲) کشت شش ردیف کلزا با چهار ردیف سیر (6C:4G)، (۳) کشت شش ردیف کلزا با هشت ردیف سیر (6C:8G)، (۴) کشت شش ردیف کلزا با دوازده ردیف سیر (6C:12G) و (۵) تک‌کشتی سیر (sG) بودند. تیمار تک‌کشتی سیر فقط برای ارزیابی سودمندی نسبی عملکرد محصولات در کشت‌های ردیفی در مقایسه با تک‌کشتی محصولات استفاده شد. بذور کلزا (رقم Hyola 308) و پیازهای سیر (رقم Rama) از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج خریداری شدند. بذور کلزا و حبه‌های سیر به طور همزمان در اوایل مهرماه به روش جوی و پشته هر دو با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع روی پشته‌ها کشت شدند. آبیاری مزرعه با فاصله هفتگی، وجین دستی با فاصله ماهانه و مصرف کود نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در مرحله رشد رویشی کلزا و سیر در اواخر اردیبهشت‌ماه انجام شدند.

تخمین جمعیت شب‌پره پشت‌الماسی و خسارت وارده

نمونه‌برداری‌ها از اردیبهشت‌ماه هر سال با مشاهده حشرات کامل شب‌پره پشت الماسی در مزرعه آزمایشی آغاز شد و طی فصل رشدی کلزا به صورت هفتگی تا برداشت محصول کلزا ادامه یافت. در هر تاریخ نمونه‌برداری، ۱۰ گیاه کلزا از هر کرت به طور تصادفی انتخاب شدند و تعداد لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت الماسی در هر گیاه با بررسی دقیق در مزرعه با استفاده از ذره‌بین ۱۰ برابر، بین ساعت ۱۰:۰۰ تا ۱۲:۰۰ شمارش و ثبت شدند. همچنین، در نمونه‌های گیاهان کلزای انتخاب‌شده از هر کرت درصد گیاهان آلوده و نیز درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه نیز تعیین شدند. لازم به بیان است که تعداد نمونه لازم با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Southwood & Henderson, 2000):

$$N = \left[(1.96S)/(D\bar{x})\right]^2$$

در این رابطه، N تعداد نمونه مناسب، S انحراف معیار داده‌های حاصل از نمونه‌برداری اولیه ، $\bar{x}$ میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه و D سطح دقت آزمایش بود که مقدار آن ۰/۲۵ در نظر گرفته شد.

سودمندی کشت‌های نواری از لحاظ عملکرد

در زمان رسیدگی و برداشت محصول کلزا، یک کادر یک متر مربعی از قسمت مرکزی هر کرت آزمایشی متعلق به هر کدام سیستم‌های کشت ردیفی و تک‌کشتی کلزا به صورت تصادفی انتخاب شد تا اثر حاشیه‌ای به کمترین مقدار آن کاهش یابد. سپس گیاهان داخل کادر بریده شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. گیاهان به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس در آون خشک شدند. سپس، دانه‌های گیاهان کلزا از غلاف جداسازی شدند و با استفاده از ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن دانه‌های کلزا در متر مربع تعیین شد.

به طور مشابه، در مرحله رسیدن سیر، یک کادر یک متر مربعی از قسمت مرکزی هر کرت آزمایشی متعلق به هر کدام سیستم‌های کشت ردیفی و تک‌کشتی سیر به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس بوته‌های سیر داخل کادر از خاک بیرون آورده شدند و به مدت یک هفته در معرض نور خورشید خشک شدند. پس از آن، پیازها از شاخ و برگ خشک شده جدا شدند و با استفاده از ترازو وزن پیازهای سیر در هر مترمربع تعیین شد.

ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سبز سیر

برای این کار، ابتدا ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم از برگ‌های سیر از هر یک از سیستم‌های کشت ردیفی 6C:4G، 6C:8G و 6C:12G (یک کیلوگرم از هر ردیف) بریده شد و پس از انتقال به آزمایشگاه یک عصاره متانولی از برگ‌های سبز سیر هر یک از تیمارها

تهیه شد. برای تهیه عصاره، ۵ گرم برگ سبز سیر تازه برداشت شده از تیمارهای آزمایشی نام‌برده با ۸۰ میلی‌لیتر متانول (۷۰ درصد) مخلوط شد. برای تهیه مخلوط از دستگاه همزن مغناطیسی با ۲۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق و دور از نور استفاده شد. سپس، مخلوط به‌دست‌آمده از کاغذ صافی عبور داده شد. در نهایت، عصاره به‌دست‌آمده در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگه‌داری شد. مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در عصاره‌های تهیه‌شده با استفاده از اسپکتروفتومتر (Spectrum Instrument SP-UV 500DB) و معرف فولین-سیوکالتو[1] در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. نتایج برحسب میلی‌گرم اسید کلروژنیک (CGA) در سه تیمار ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم از برگ‌های سیر بیان شدند (Skoczylas *et al.*, 2023).

تجزیه و تحلیل آماری

تعداد لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت الماسی و نیز درصد گیاهان و برگ‌های آلوده در قالب آزمون طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ (IBM SPSS Corp, 2016) تجزیه واریانس شدند و در صورت وجود اختلاف بین میانگین داده‌ها، از آزمون توکی برای مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال $P<0.05$ استفاده شد. علاوه بر آن، از آزمون طرح کاملاً تصادفی برای تجزیه واریانس داده‌های مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در سه تیمار وزنی برگ‌های سیر با چهار تکرار استفاده شد و اختلاف بین میانگین داده‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال $P<0.05$ مقایسه شد. در ادامه رگرسیون خطی و ضریب تبیین (R^2) بین داده‌های تعداد لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت الماسی و نیز درصد گیاهان و برگ‌های آلوده در هر یک از سیستم‌های کشت ردیفی با مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در سه نسبت وزنی از برگ‌های سیر محاسبه شد.

علاوه بر این، از آزمون طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار برای تجزیه واریانس داده‌های عملکرد کلزا و سیر در کشت‌های ردیفی و تک‌کشتی‌ها استفاده شد و سپس از آزمون توکی برای مقایسه اختلاف بین میانگین داده‌ها در سطح احتمال $P<0.05$ استفاده شد. در نهایت، نسبت برابری زمین[2] (LER) برای سیستم‌های کشت ردیفی دو محصول با استفاده از رابطه زیر تعیین شد تا سودمندی عملکرد کشت‌های ردیفی دو محصول در مقایسه با تک‌کشتی‌ها مقایسه شود (Willey & Osiru, 1972; Vandermeer, 1989):

$$LER = Yi\ canola/Ys\ canola + Yi\ garlic/Ys\ garlic$$

در این معادله *Yi* canola و *Yi* garlic به‌ترتیب عملکرد کلزا و سیر در کشت‌های ردیفی دو محصول و *Ys* canola و *Ys* garlic به‌ترتیب عملکرد کلزا و سیر در تک‌کشتی هستند. شاخص LER نشان می‌دهد که برای تولید مقدار مشخص محصول در کشت ردیفی دو محصول، چقدر زمین در تک‌کشتی هر محصول لازم است. اگر مقدار LER از عدد یک بیشتر باشد، نشان‌دهنده این است که کشت ردیفی دو محصول از تک‌کشتی‌ها سودمندتر است.

نتایج

جمعیت شب‌پره پشت‌الماسی

نتایج آماری نشان داد که کاهش معنی‌داری در تراکم لاروهای شب‌پره پشت‌الماسی به ازای هر گیاه کلزا در هر سه سیستم کشت ردیفی کلزا و سیر شامل 6C:4G، 6C:8G و 6C:12G در مقایسه با تک‌کشتی کلزا در سال ۱۴۰۳ ($F_{3, 9} = 271.26$; $P < 0.001$) و ۱۴۰۴ ($F_{3, 9} = 409.24$; $P < 0.001$) مشاهده شد؛ همچنین، در سال ۱۴۰۳ تراکم لاروهای شب‌پره پشت‌الماسی در سیستم‌های کشت 6C:8G و 6C:12G به طور معنی‌داری کمتر از سیستم کشت 6C:4G بود؛ علاوه بر آن در سال ۱۴۰۴، کمترین تراکم لاروهای شب‌پره پشت‌الماسی در هر گیاه در سیستم کشت 6C:12G در بین سه سیستم کشت ردیفی مورد مطالعه مشاهده شد (جدول ۱).

---

[1]. Folin-Ciocalteau
[2]. Land Equivalent Ratio

تراکم شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی در هر گیاه در هر سه سیستم کشت ردیفی شامل 6C:4G، 6C:8G و 6C:12G به طور معنی‌داری کمتر از تک‌کشتی کلزا بود؛ در هر دو سال مورد مطالعه، در بین سیستم‌های کشت ردیفی مورد آزمایش تراکم شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی در تیمارهای 6C:8G و 6C:12G به طور معنی‌داری کمتر از 6C:4G بود ($F_{3, 9} = 162.34$; $P < 0.001$ در سال ۱۴۰۳ و $F_{3, 9} = 209.53$; $P < 0.001$ در سال ۱۴۰۴؛ (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین (± خطای معیار) تعداد لاروها و شفیره‌های *Plutella xylostella* به ازای یک گیاه کلزا در تک‌کشتی کلزا (sC) و کشت نواری کلزا با سیر (C:G) در سه نسبت ردیفی

Table 1. Mean (± SE) number of larvae and pupae of *Plutella xylostella* per canola plant in canola monoculture (sC) and intercropping canola and garlic (C:G) at the three row ratios

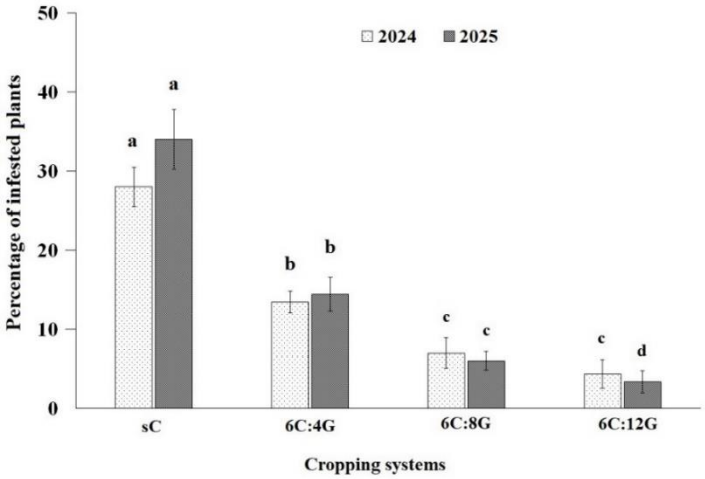
Cropping systems	Number of larvae per plant		Number of pupae per plant	
	2024	2025	2024	2025
sC	3.12 ± 0.21 a	4.05 ± 0.36 a	2.35 ± 0.19 a	2.84 ± 0.23 a
6C:4G	1.23 ± 0.13 b	1.42 ± 0.11 b	0.84 ± 0.07 b	0.92 ± 0.11 b
6C:8G	0.64 ± 0.10 c	0.93 ± 0.07 c	0.34 ± 0.04 c	0.41 ± 0.05 c
6C:12G	0.47 ± 0.07 c	0.54 ± 0.06 d	0.26 ± 0.03 c	0.36 ± 0.04 c

Means within a column followed by different letters are significantly different (Tukey's HSD test; $P < 0.05$).

در این پژوهش، کاهش معنی‌داری در درصد گیاهان آلوده توسط لاروهای شب‌پره پشت‌الماسی در هر سه سیستم کشت ردیفی کلزا با سیر در مقایسه با تک‌کشتی کلزا در هر دو سال ۱۴۰۳ ($F_{3, 9} = 96.57$; $P < 0.001$) و ۱۴۰۴ ($F_{3, 9} = 136.53$; $P < 0.001$) مشاهده شد؛ همچنین، در سال ۱۴۰۳ درصد گیاهان آلوده توسط لاروهای شب‌پره پشت‌الماسی در سیستم‌های کشت 6C:8G و 6C:12G به طور معنی‌داری کمتر از 6C:4G بود و در سال ۱۴۰۴ کمترین درصد گیاهان آلوده در تیمار 6C:12G در بین سه سیستم کشت مورد آزمایش مشاهده شد (شکل ۱).

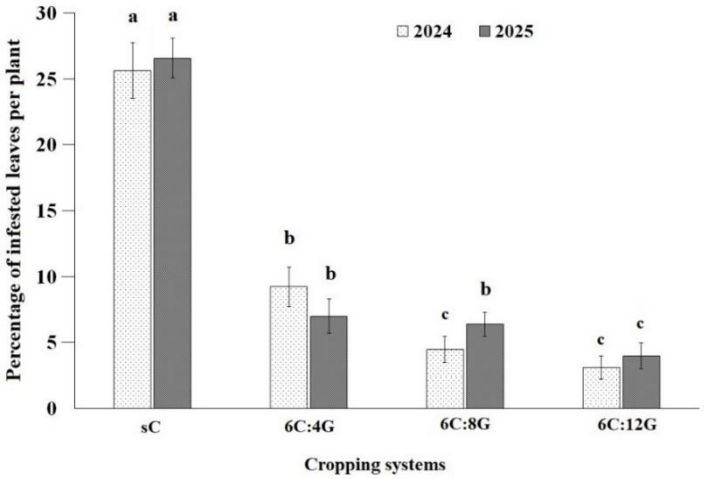
همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه کلزا در هر سه سیستم کشت ردیفی کلزا با سیر در مقایسه با تک‌کشتی کلزا به طور معنی‌داری در سال ۱۴۰۳ ($F_{3, 9} = 185.73$; $P < 0.001$) و ۱۴۰۴ ($F_{3, 9} = 261.78$; $P < 0.001$) کاهش یافت؛ در سال ۱۴۰۳، درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه کلزا در کشت‌های نواری 6C:12G و 6C:8G در مقایسه با 6C:4G به طور معنی‌داری کمتر بود؛ در سال ۱۴۰۴، درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه کلزا در کشت نواری 6C:12G در مقایسه با 6C:4G و 6C:8G به طور معنی‌داری کمتر بود (شکل ۲).

در این پژوهش، اختلاف معنی‌داری در مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سبز سیر در سه تیمار وزنی ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم مشاهده شد ($F_{2, 9} = 576.44$; $P < 0.001$ در سال ۱۴۰۳ و $F_{2, 9} = 827.34$; $P < 0.001$ در سال ۱۴۰۴)؛ مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در تیمارهای وزنی ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم برگ‌های سیر به‌ترتیب و به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). همچنین، بین مقادیر ترکیبات پلی‌فنل کل اندازه‌گیری شده در برگ‌های سبز سیر در سه تیمار وزنی ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم با تعداد لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی رگرسیون خطی منفی معنی‌دار محاسبه شد ($F_{1, 22} = 17.04$; $P < 0.001$ برای لاروها و $F_{1, 22} = 10.04$; $P = 0.004$ برای شفیره‌ها) (شکل ۳). این رگرسیون نشان داد که با افزایش مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سیر، تعداد لاروها ($R^2 = 0.67$) و شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی ($R^2 = 0.51$) در هر گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۳). علاوه بر آن، رگرسیون خطی منفی معنی‌دار بین مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در سه تیمار وزنی ۴، ۸ و ۱۲ کیلوگرم برگ‌های سیر با درصد گیاهان آلوده ($F_{1, 22} = 28.29$; $P < 0.001$) و نیز درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه ($F_{1, 22} = 19.86$; $P < 0.001$) به دست آمد (شکل ۴). این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سیر، درصد گیاهان آلوده ($R^2 = 0.73$) و درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه توسط شب‌پره پشت‌الماسی ($R^2 = 0.63$) به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۴).



شکل ۱- میانگین (± خطای معیار) درصد گیاهان آلوده توسط *Plutella xylostella* در تک‌کشتی کلزا (sC) و کشت نواری کلزا با سیر (C:G) در سه نسبت ردیفی

Figure 1. Mean (± SE) percentage of infested plants by *Plutella xylostella*in canola monoculture (sC) and intercropping canola and garlic (C:G) at the three row ratios



شکل ۲- میانگین (± خطای معیار) درصد برگ‌های آلوده توسط *Plutella xylostella* به ازای یک گیاه در تک‌کشتی کلزا (sC) و کشت نواری کلزا با سیر (C:G) در سه نسبت ردیفی

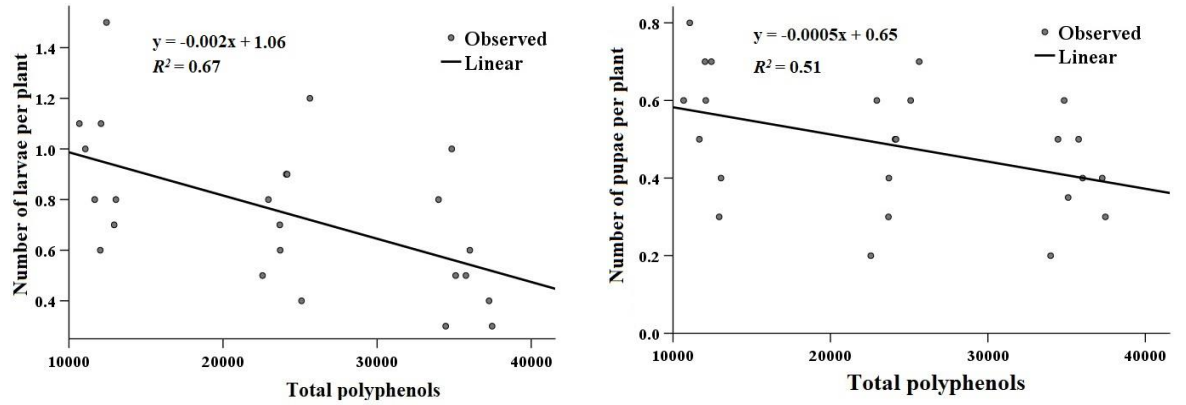
Figure 2. Mean (± SE) percentage of infested leaves by *Plutella xylostella* per plant in canola monoculture (sC) and intercropping canola and garlic (C:G) at the three row ratios

جدول ۲- میانگین (± خطای معیار) مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در سه نسبت وزنی برگ‌های سیر

Table 2. Means (± SE) of total polyphenols in three weight ratios of garlic leaves

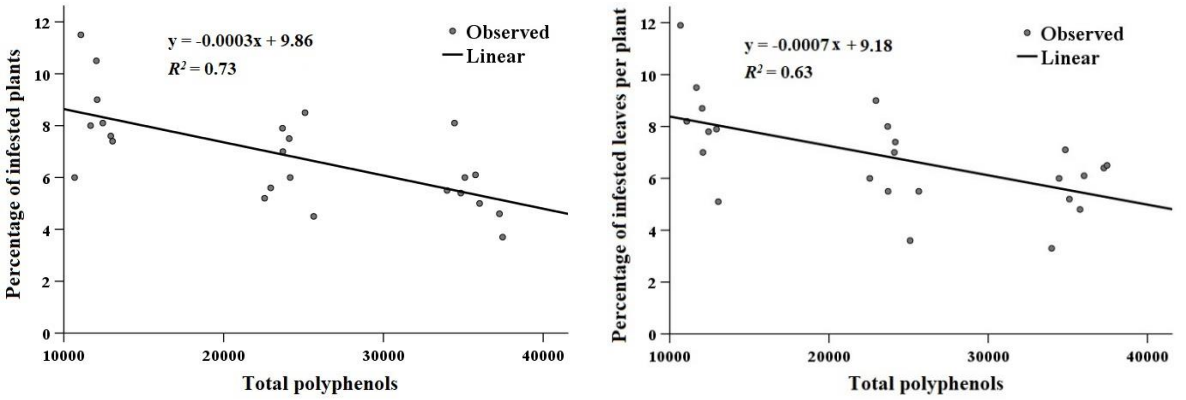
Cropping systems	Weight of garlic leaves (kg)	Total polyphenols (mg)	
		2024	2025
6C:4G	4	11672.4± 79.9 c	12081.3± 87.8 c
6C:8G	8	23709.6 ± 138.6 b	24162.2 ± 146.3 b
6C:12G	12	35098.7 ± 192.2 a	36018.5 ± 207.5 a

Means within a column followed by different letters are significantly different (Tukey's HSD test; $P < 0.05$).



شکل ۳- رگرسیون خطی بین مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سیر با تعداد لاروها و شفیره‌های *Plutella xylostella* در هر گیاه کلزا

Figure 3. Linear regression between the total polyphenol contents in garlic leaves with number of larvae and pupae of *Plutella xylostella* per canola plant



شکل ۴- رگرسیون خطی بین مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سیر با درصد گیاهان آلوده و درصد برگ‌های آلوده در هر گیاه توسط *Plutella xylostella*

Figure 4. Linear regression between the total polyphenol contents in garlic leaves with percentage of infested plants and infested leaves per plant by *Plutella xylostella*

سودمندی کشت‌های نواری از لحاظ عملکرد

در این مطالعه، عملکرد کلزا در متر مربع افزایش معنی‌داری در هر سه کشت ردیفی کلزا با سیر در مقایسه با تک‌کشتی کلزا در سال ۱۴۰۳ ($F_{3, 9} = 53.27$; $P < 0.001$) و ۱۴۰۴ ($F_{3, 9} = 39.86$; $P < 0.001$) داشت (جدول ۳). همچنین، عملکرد سیر در متر مربع در هر سه کشت ردیفی کلزا با سیر در مقایسه با تک‌کشتی سیر در سال ۱۴۰۳ ($F_{3, 9} = 37.41$; $P < 0.001$) و ۱۴۰۴ ($F_{3, 9} = 29.83$; $P < 0.001$) افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۳). محاسبه شاخص نسبت برابری زمین (LER) در هر سه کشت ردیفی کلزا با سیر نشان داد که مقدار این شاخص از ۱/۱۹ در سیستم کشت ردیفی 6C:4G تا ۱/۳۵ در سیستم کشت ردیفی 6C:12G در سال ۱۴۰۳ و ۱/۳ در سیستم کشت ردیفی 6C:4G تا ۱/۴۲ در سیستم کشت ردیفی 6C:12G در سال ۱۴۰۴ متغیر بود (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین (± خطای معیار) عملکرد کلزا و سیر و نسبت برابری زمین (LER) در تک‌کشتی‌ها و سه نسبت کشت ردیفی کلزا و سیر (C:G) در سال ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴

Table 3. Mean (± SE) yields of canola and garlic and land equivalent ratio (LER) in sole crops and three intercropping ratios of canola and garlic (C:G) in 2024 and 2025

Cropping systems	canola yield (kg/m^2)		garlic yield (kg/m^2)		Land equivalent ratio (*LER*)	
	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Monoculture	0.17 ± 0.01 d	0.14 ± 0.01 c	1.47 ± 0.05 b	1.34± 0.04 b	-	-
6C:4G	0.21 ± 0.01 c	0.19 ± 0.01 b	1.66 ± 0.08 a	1.63 ± 0.06 a	1.19	1.30
6C:8G	0.26 ± 0.02 b	0.22 ± 0.02 ab	1.70 ± 0.10 a	1.67 ± 0.09 a	1.32	1.38
6C:12G	0.30 ± 0.01 a	0.24 ± 0.02 a	1.68 ± 0.09 a	1.72 ± 0.07 a	1.35	1.42

Means within a column followed by different letters are significantly different (Tukey's HSD test; $P < 0.05$).

بحث

در مطالعه حاضر، کاهش معنی‌داری در جمعیت لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی روی گیاهان کلزا در سه نسبت کشت ردیفی کلزا و سیر (6C:4G، 6C:8G، و 6C:12G) در مقایسه با تک‌کشتی کلزا اتفاق افتاد. دلیل این امر می‌تواند با اثر دورکنندگی ترکیبات آلی فرار سیر در کشت‌های ردیفی کلزا و سیر نسبت به حشرات کامل شب‌پره پشت‌الماسی در ارتباط باشد که باعث اختلال در میزبان‌یابی و کاهش تخمگذاری آن‌ها روی گیاهان کلزا شد. به عبارت دیگر، حشرات کامل شب‌پره پشت‌الماسی در مواجهه با سیستم‌های کشت ردیفی کلزا و سیر، انرژی زیادی را صرف یافتن میزبان مطلوب می‌کند. حتی کشت ردیفی سیر در مزرعه کلزا ممکن است سبب دورشدن حشرات کامل شب‌پره پشت‌الماسی از مزرعه کلزا شوند (Stratton *et al*., 2019; Ruhanen *et al*., 2023). علاوه بر آن، کاهش جمعیت لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی در سیستم‌های کشت‌های ردیفی کلزا و سیر می‌تواند با اثر بازدارندگی تغذیه‌ای مواد فرار مترشحه از گیاهان سیر نیز در ارتباط باشد. برای تفکیک اثر دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای مواد فرار مترشحه از گیاهان سیر لازم است بررسی‌های جداگانه‌ای انجام شود. پژوهش‌های قبلی نیز تاثیر دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای سیر در کاهش جمعیت و خسارت برخی از آفات را گزارش کرده‌اند (Hata *et al*., 2016; Fathi, 2019; Mohammadi *et al*., 2021; Fathi, 2022; Ruhanen *et al*., 2023). همچنین، گزارش شده است که حشرات کامل آفات زمانی روی میزبان مطلوب مستقر می‌شوند که همه جاذب‌های شیمیایی و مورفولوژیکی قابل قبول باشند و در صورت مواجهه با محرک‌های گمراه‌کننده در کشت‌های مخلوط میزان استقرار و تخمگذاری آنها روی میزبان مطلوب کاهش می‌یابد (Isman, 2006; Khan *et al*., 2009; Stratton *et al*., 2019). برای مثال، آساری-بیدیکو و همکاران (Asare-Bediako *et al*., 2010) گزارش کردند که کشت مخلوط کلم با پیاز، گوجه فرنگی یا فلفل به اندازه سمپاشی گیاهان کلم با کلرپایریفوس در کاهش جمعیت شب‌پره پشت‌الماسی مؤثر است. همچنین، تالکار و شلتون (Talekar & Shelton, 1993) گزارش کردند که کشت نواری کلم با گوجه‌فرنگی در کاهش فراوانی شب‌پره پشت‌الماسی در مزارع کلم موثر است.

در تحقیق حاضر، رگرسیون خطی منفی معنی‌داری بین مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سیر با تعداد لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی و نیز درصد گیاهان و برگ‌های آلوده توسط این آفت تعیین شد. این نتایج نشان می‌دهند که ترکیبات پلی‌فنلی موجود در برگ‌های سیر به احتمال زیاد تاثیر دورکنندگی یا بازدارندگی تغذیه‌ای نسبت به شب‌پره پشت‌الماسی دارند. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در سیستم‌های کشت نواری سیر با کلزا، با افزایش تعداد ردیف‌های سیر از چهار ردیف در سیستم کشت ردیفی 6C:4G به ۱۲ ردیف در سیستم کشت ردیفی 6C:12G به دلیل افزایش سه برابری مقدار ترکیبات پلی‌فنلی، تأثیر دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای این ترکیبات نسبت به شب‌پره پشت‌الماسی افزایش قابل توجهی را نشان داد و در نتیجه موجب کاهش بیشتر تراکم لاروها و شفیره‌های شب‌پره پشت‌الماسی و نیز درصد گیاهان و برگ‌های آلوده توسط این آفت در سیستم کشت ردیفی

6C:12G شد. اسکوزیلاس و همکاران (Skoczylas *et al*., 2023) گزارش کردند که مقدار ترکیبات پلی‌فنل کل در برگ‌های سبز گیاهان سیر در مقایسه با پیاز سیر به طور معنی‌داری بیشتر است و در نتیجه برگ‌های گیاهان سیر در مقایسه با پیاز تاثیر دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای بیشتری نسبت به آفات دارند. تاثیر دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای ترکیبات پلی فنلی در کاهش جمعیت تعدادی از آفات در بررسی‌های قبلی نیز گزارش شده است (Stratton *et al*., 2019; Silva *et al*., 2022). بنابراین، می‌توان جمع‌بندی کرد که کشت ردیفی سیر با کلزا در نسبت ردیفی 6C:12G تاثیر دورکنندگی و بازدارندگی تغذیه‌ای موثری روی شب‌پره پشت‌الماسی داشت و در نتیجه موجب کاهش جمعیت و نیز میزان خسارت وارده توسط شب‌پره پشت‌الماسی روی گیاهان کلزا در مزرعه شد. گیاهان سیر علاوه بر تولید ترکیبات پلی فنلی، با تولید ترکیبات فلاوونوییدی نظیر کاتچین[1] و اپی‌کاتچین[2] در دورکردن حشرات کامل ماده آفات و کاهش تخم‌گذاری و نیز بازدارندگی تغذیه‌ای آفات موثر هستند (Stratton *et al*., 2019; Skoczylas *et al*., 2023). همچنین، گیاهان سیر علاوه بر تولید ترکیبات پلی‌فنلی و فلاوونوییدی، ترکیبات گوگردی نظیر آلیسین[3] نیز تولید می‌کنند که به احتمال زیاد نقش دورکنندگی و بازدارنده تغذیه‌ای آفات را دارند (Piatkowska *et al*., 2015; Golubkina *et al*., 2022).

سیستم‌های کشت ردیفی دو محصول زراعی با نیازهای غذایی و نوری متفاوت با کاهش جمعیت آفات، بهبود حاصلخیزی و بافت خاک و نیز استفاده بهینه از منابع موجود منجر به افزایش عملکرد کلی محصولات در واحد سطح می‌شوند (Willey & Osiru, 1972; Vandermeer, 1989). در تحقیق حاضر سودمندی کشت‌های ردیفی کلزا و سیر بر اساس مقدار LER محاسبه‌شده در هر سه سیستم کشت ردیفی بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده افزایش عملکرد در واحد سطح در هر سه کشت ردیفی در مقایسه با تک‌کشتی کلزا یا سیر است. در بین سیستم‌های کشت ردیفی بیشترین عملکرد در واحد سطح براساس مقدار LER محاسبه‌شده در نسبت ردیفی 6C:12G به دست آمد (Willey & Osiru, 1972; Vandermeer, 1989). دلیل این نتایج می‌تواند با افزایش عملکرد کلزا و نیز سیر در هر سه سیستم کشت ردیفی در مقایسه با تک‌کشتی این محصولات در ارتباط باشد. چراکه هر سه سیستم کشت ردیفی کلزا و سیر به‌ویژه 6C:12G سبب کاهش معنی‌داری در خسارت وارده توسط شب‌پره پشت‌الماسی و به‌دنبال آن، افزایش قابل‌توجه در عملکرد کلزا شدند. افزایش عملکرد در واحد سطح در سیستم‌های کشت مخلوط تعدادی از محصولات زراعی در پژوهش‌های قبلی نیز گزارش شده است (Silva *et al*., 2022; Ruhanen *et al*., 2023). بنابراین، کشت ردیفی کلزا با سیر به‌ویژه در نسبت ردیفی 6C:12G به عنوان یک روش سازگار با محیط زیست می‌تواند در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی شب‌پره پشت‌الماسی در مزارع کلزا استفاده شود. با این حال، عملیات کاشت، داشت و برداشت در این نوع از سیستم‌های کشت در مقایسه با تک‌کشتی این محصولات با پیچیدگی‌های زیادی از جمله اثرات رقابتی و مکملی آن‌ها روبرو است. در نتیجه، اجرای سیستم‌های کشت ردیفی مؤثر به بررسی‌های دقیق برهمکنش دو گیاه بستگی دارد.

References

Asare-Bediako, E., Addo-Quaye, A. A., & Mohammed, A. (2010). Control of diamondback moth (*Plutella xylostella*) on cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) using intercropping with non-host crops. *American Journal of Food Technology*, *5*, 269-274. **DOI: https://doi.org/10.3923/ajft.2010.269.274**

Badenes-Perez, F. R., Nault, B. A., & Shelton, A. M. (2006). Dynamics of diamondback moth oviposition in the presence of a highly preferred non-suitable host. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *120*, 23–31. **DOI: https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00416.x**

Fathi, S. A. A., Bozorg-Amirkalaee, M., & Sarfaraz, R. M. (2011). Preference and performance of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on canola cultivars. *Journal of Pest Science*, *84*, 41-47. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10340-010-0324-3**

[1]. Catechin
[2]. Epicatechin
[3]. Allicin

Fathi, S. A. A., Bozorg-Amirkalaee, M., Sarfraz, R. M., & Rafiee-Dastjerdi, H. (2012). Parasitism and developmental parameters of the parasitoid *Diadegma majale* (Gravenhorst) in control of *Plutella xylostella* (L.) on selected cultivars of canola. *BioControl*, *57*, 49-59. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10526-011-9373-7**

Fathi, S. A. A. (2017). Effect of strip-intercropping of spring canola with clover in improvement of natural biological control of *Plutella xylostella* (L.). *Plant Pest Research*, *7*, 73-86. **DOI: https://doi.org/10.22124/iprj.2017.2271**

Fathi, S. A. A. (2022). The role of intercrops of eggplant and cowpea on the control of *Leucinodes orbonalis* Guenee (Lepidoptera: Crambidae). *BioControl*, *67*, 307-317. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10526-022-10140-y**

Fathi, S. A. A. (2023). Eggplant-garlic intercrops reduce the density of *Tetranychus urticae* on eggplant and improve crop yield. *Experimental and Applied Acarology*, *91*, 43-55. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10493-023-00821-3**

Golubkina, N., Zayachkovsky, V., Sheshnitsan, S., Skrypnik, L., Antoshkina, M., Smirnova, A., Fedotov, M., & Caruso, G. (2022). Prospects of the application of garlic extracts and selenium and silicon compounds for plant protection against herbivorous pests: A review. *Agriculture*, *12*, 64. **DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture12010064**

Grez, A. A., & González, R. H. (1995). Resource concentration hypothesis: effect of host plant patch size on density of herbivorous insects. *Oecologia*, *103*, 471-474. **DOI: https://doi.org/10.1007/BF00328685**

Hata, F., Ventura, M., Chrvalho, M., Miguel, A., Souza, M., Paula, M., & Zawadneak, M. (2016). Intercropping garlic plants reduces *Tetranychus urticae* in the strawberry crop. *Experimental and Applied Acarology*, *69*, 311-321. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10493-016-0044-3**

IBM SPSS Corp (2016). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, *51*, 45-66. **DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146**

Khan, Z. R., Midega, C. A. O., Wanyama, J. M., Amudavi, D. M., Hassanali, A., Pittchar, J., & Pickett, J. A. (2009). Integration of edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.) into the push–pull technology developed for stemborer and *Striga* control in maize-based cropping systems. *Crop Protection*, *28*, 997-1006. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.05.014**

Letourneau, D. K., Armbrecht, I., Rivera, B. S., Lerma, J.M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V. C., Rrez, C. G., Pez, S. N., Pez, J. L., Pangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saavedra, C. A., Torres, A. M., & Trujillo, A. R. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, *21*, 9-21. **DOI: https://doi.org/10.1890/09-2026.1**

Lubanga, U. K., Karungi, J., Kyamanywa, S., & Ekbom, B. (2012). Assessing the potential of trap cropping in the management of different insect taxa on white cabbage. *International Journal of Tropical Insect Science*, *32*, 218-223. **DOI: https://doi.org/10.1017/S1742758412000306**

Mohammadi, K., Fathi, S. A. A., Razmjou, J., & Naseri, B. (2021). Evaluation of the effect of strip intercropping green bean/garlic on the control of *Tetranychus urticae* in the field. *Experimental and Applied Acarology*, *83*, 183-195. **DOI: https://doi.org/10.1007/s10493-020-00583-2**

Piatkowska, E., Kopec, A., & Leszczynska, T. (2015). Basic chemical composition, content of micro and macroelements and antioxidant activity of different varieties of garlic's leaves Polish origin. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc*, *1*, 181–192. DOI: **https://doi.org/**10.15193/zntj/2015/98/014

Ruhanen, H. M., Mofikoya, A. O., Vesterbacka, A., Kivimäenpää, M., & Blande, J. D. (2023). Trait-based cropping of brassicaceous plants: Effects on ecosystem services and crop yield. *Biological Control*, *187*, 105389. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2023.105389**

Sarfraz, M., & Keddie, B. A. (2005). Conserving the efficacy of insecticides against *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Plutellidae). *Journal of Applied Entomology 129*, 149–157. **DOI: https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2005.00930.x**

Sarfraz, M., Dosdall, L.M., & Keddie, B.A. (2006). Diamondback moth–host plant interactions: implications for pest management. *Crop Protection*, *25*, 625–639. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.09.011**

Sharma, K., Mahla, M. K., Babu, S. R., & Ahir, K. C. (2022). Potentiality of intercropping in managing Diamondback moth (*Plutella xylostella*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, *92*, 1010-1014. **DOI: https://doi.org/10.33545/2664844X.2025.v7.i8k.693**

Silva, V. F., Santos, A., Silveira, L. C. P., Tomazella, V. B., & Ferraz, R. M. (2022). Push-pull cropping system reduces pests and promotes the abundance and richness of natural enemies in brassica vegetable crops. *Biological Control*, *166*, 104832. **DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol. 2021.104832**

Skoczylas, J., Jędrszczyk, E., Dziadek, K., Dacewicz, E., & Kopeć, A. (2023). Basic chemical composition, antioxidant activity and selected polyphenolic compounds profile in garlic leaves and bulbs collected at various stages of development. *Molecules, 28*, 6653. **DOI: https://doi.org/ 10.3390/molecules28186653**

Southwood, T. R. E., & Henderson, P. A. (2000). Ecological methods. Blackwell Science, USA.

Stratton, C. A., Hodgdon, E., Rodriguez-Saona, C., Shelton, A. M., & Chen, Y. H. (2019). Odors from phylogenetically-distant plants to Brassicaceae repel an herbivorous *Brassica* specialist. *Scientific Reports*, *9*, 10621. **DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-019-47094-8**

Tajmiri, P., Fathi, S. A. A., Golizadeh, A., & Nouri-Ganbalani, G. (2017). Strip-intercropping canola with annual alfalfa improves biological control of *Plutella xylostella* (L.) and crop yield. *International Journal of Tropical Insect Science*, *37*, 208–216. **DOI: https://doi.org/10.1017/ S1742758417000145**

Talekar, N. S., & Shelton, A. M. (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annual Review of Entomology*, *38*, 275–301. **DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.en.38.010193. 001423**

Vandermeer, H. (1989). The ecology of intercropping, Cambridge University Press, Cambridge.

Willey, R. W., & Osiru, D. S. O. (1972). Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. *Journal of Agricultural Science*, *79*, 519–529. **DOI: https://doi.org/10.1017/S0021859600025909**

Plant Pest Research

Research paper 2025- 15 (3): 55-66	https://doi.org/10.22124/iprj.2025.31943.1663	pISSN:2322-2409 eISSN: 2538-6123

OPEN ACCESS

The effect of intercropping canola and garlic at different row ratios on the control of *Plutella xylostella* and crop yield

S. A. A. Fathi[1*] and S. Emdadi[2]

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, 2. Food Sciences and Technology Department, Faculty of Nutrition and Food Sciences, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

✉ fathi@uma.ac.ir https://orcid.org/0000-0003-2169-3574
✉ s.emdadi@tbzmed.ac.ir https://orcid.org/0000-0002-1885-8596

Received: 10 October 2025 | *Accepted:* 6 December 2025 |

Abstract

Plants that repel or inhibit pest feeding are effective components of mixed cropping systems for pest control. This study examined the effects of intercropping canola (*Brassica napus* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) in three row ratios (6C:4G, 6C:8G, and 6C:12G) (numbers indicate the number of rows of crops) on the density of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.), percentage of infested plants, and crop yield in comparison to canola monoculture during the 2024 and 2025 growing seasons. Total polyphenol content was measured in green garlic leaves at three weight ratios (4, 8, and 12 kg) corresponding to the 6C:4G, 6C:8G, and 6C:12G systems, respectively. All three intercropping treatments, particularly 6C:12G, resulted in a significant reduction in the number of diamondback moth larvae and pupae compared to canola monoculture. The percentage of infested plants and infested leaves per plant was also significantly lower in all intercropping systems, especially 6C:12G, compared with canola monoculture. A significant negative linear regression was obtained between total polyphenol content in garlic leaves and the number of larvae, pupae, percentage of infested plants, and percentage of infested leaves per plant (P<0.05). Also, the land equivalent ratio (LER) ranged from 1.19 to 1.42 in 6C:4G and 6C:12G, respectively. These findings indicate that all three canola-garlic intercropping systems, particularly 6C:12G, can reduce diamondback moth damage and increase crop yield.

Key words: Crop yield, damage, diamondback moth, intercropping, sustainable agriculture

Citation: Fathi, S. A. A. & Emdadi, S. (2025). The effect of intercropping canola and garlic at different row ratios on the control of *Plutella xylostella* (Meyrick) and crop yield. *Plant Pest Research*, 15(3), 55-66. **DOI: https://doi.org/10.22124/iprj.2025.31943.1663**

*Corresponding author: fathi@uma.ac.ir

Journal of Plant Pest Research is published by University of Guilan
This journal is an open access journal licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0)