



تاثیر برگ‌های خشک سیر در سه نسبت وزنی بر کنترل خسارت وارده توسط بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* در انبار

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: بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller)، آفت اصلی غده‌های سیب‌زمینی در انبار است. در این مطالعه، تاثیر برگ‌های خشک سیر (G)، *Allium sativum* L. به صورت پوششی روی کیسه‌های حاوی غده‌های سیب‌زمینی (P)، *Solanum tuberosum* (L) در سه نسبت وزنی ۱۰:۱، ۱۰:۵ و ۱۰:۱۰ (P:G) به همراه شاهد (۱۰:۰) در میزان خسارت وارده توسط لاروهای بید سیب‌زمینی در انبار ارزیابی شد. در این آزمایش‌ها، ۲۰ جفت بید سیب‌زمینی در مرکز انبار رهاسازی شدند. پس از گذشت ۳۰ روز از رهاسازی، در غده‌های سیب‌زمینی انتخاب شده از هر تیمار، شاخص خسارت (شامل غده‌های سالم و غده‌های با خسارت کم، متوسط و شدید)، تعداد دالان‌های لاروی، و تعداد لاروهای زنده بید سیب‌زمینی تعیین شدند. نتایج نشان داد که افزایش قابل توجهی در تعداد غده‌های سالم در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۵ نسبت به شاهد مشاهده شد. شاخص خسارت کل (DI) در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۵ در مقایسه با شاهد کمتر بود. علاوه بر این، کاهش معنی‌داری در تعداد دالان‌های لاروی و تعداد لاروهای زنده بید به ازای غده سیب‌زمینی در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۵ در مقایسه با شاهد مشاهده شد. همچنین، بین مقادیر پلی‌فنل کل اندازه‌گیری شده در سه نسبت وزنی ۱، ۱/۵ و ۱/۱۰ کیلوگرم از برگ‌های سیر خشک با تعداد دالان‌های لاروی و شاخص خسارت کل رابطه رگرسیونی خطی منفی معنی‌دار به دست آمد. بنابراین، استفاده از برگ‌های خشک سیر در نسبت‌های وزنی ۱۰:۱ و ۱۰:۵ روی کیسه‌های حاوی غده‌های سیب‌زمینی می‌تواند در کنترل بید سیب‌زمینی *P. operculella* در انبار موثر باشد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۲/۱۶

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۵/۴

واژه‌های کلیدی: برگ‌های خشک سیر، بید سیب‌زمینی، شاخص خسارت، کنترل پایدار

Citation: Fathi, S. A. A. & Emdadi, S. (2025). The effect of dried garlic leaves at three weight ratios on controlling damage caused by the potato tuber moth *Phthorimaea operculella*, in storage. *Plant Pest Research*, 15(2), 1-11. **Doi:** <https://doi.org/10.22124/iprj.2025.30596.1638>



*Corresponding author: fathi@uma.ac.ir

مقدمه

بید سیب‌زمینی، *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lep.: Gelechiidae)، آفت مهم سیب‌زمینی در مزرعه و انبارها است و بر تولید سیب‌زمینی در مرحله رشد رویشی و کیفیت انبارداری در دوره پس از برداشت تأثیر می‌گذارد. لاروهای بید سیب زمینی در مزرعه به برگ‌ها، دمبرگ‌ها و ساقه‌های گیاهان در حال رشد سیب‌زمینی خسارت می‌زنند (Rondon et al., 2007; Chandel et al., 2020; Wang et al., 2020). در پایان فصل رشد، غده‌های سیب‌زمینی در معرض آلودگی به بید سیب‌زمینی قرار می‌گیرند. حشرات کامل ماده روی غده‌های سیب‌زمینی تخم‌گذاری می‌کنند و لاروهای تفریخ‌شده داخل غده‌ها تغذیه کرده و دالان ایجاد می‌کنند که منجر به خسارت اقتصادی قابل توجهی برای کشاورزان می‌شود. در نتیجه، فاصله زمانی بین خشک شدن بوته‌های سیب‌زمینی و برداشت غده‌ها از مزرعه، در شدت آلودگی وارد شده توسط این آفت در مزارع سیب‌زمینی تأثیرگذار است (Chandel et al., 2020; Rondon, 2020).

بررسی‌های میدانی نشان می‌دهند که بید سیب‌زمینی در مزرعه برای تخم‌گذاری شاخ و برگ سبز را به غده ترجیح می‌دهد. با خشک شدن شاخ و برگ سیب‌زمینی در فصل برداشت سیب‌زمینی، تمایل به تخم‌گذاری روی غده افزایش می‌یابد (Trivedi et al., 1994; Rondon, 2010; Rondon & Hervé, 2017). برای کنترل خسارت وارده توسط این آفت در مزرعه سیب‌زمینی از حشره‌کش‌هایی نظیر سایپرمترین، دلتامترین، لامبدا-سایه‌الوترین، اسپینوساد، کلرپایریفوس همزمان با تفریخ تخم‌های بید سیب‌زمینی استفاده می‌شود و در صورت مشاهده مجدد آفت سمپاشی هر ۱۵ روز تکرار می‌شود (Chandel et al., 2020). برای کنترل خسارت این آفت در انبار از حشره‌کش‌های حاوی *Bacillus thuringiensis* (Bt) و *Phthorimaea operculella* *granulosis virus* (PoGV) استفاده می‌شود (Chandel et al., 2020; Wang et al., 2020). با این حال، رواج کشاورزی تک‌کشتی و استفاده بیش از حد از حشره‌کش‌های شیمیایی منجر به افزایش فشار انتخاب طبیعی می‌شود که منجر به پیدایش جمعیت‌های مقاوم این آفت نسبت به حشره‌کش‌ها شده است (Chandel et al., 2020; Rondon, 2020). بنابراین، یافتن روش‌های کنترل پایدار آفات که کاربرد حشره‌کش‌ها را کاهش دهند به یک اولویت تبدیل شده است (Chandel & Chandra, 2005; Chandel et al., 2008; Fathi, 2017; Zamani et al., 2022).

استفاده از گیاه سیر *Allium sativum* L. در مزرعه و انبار در کنار محصول اصلی می‌تواند با آزاد کردن ترکیبات فرار، توانایی حشرات در میزبان‌یابی را مختل کند و در کنترل آفات موثر باشد (Isman, 2006; Stratton et al., 2019). برای مثال، فتحی (Fathi, 2023) گزارش کرد که کشت نواری بادمجان با سیر باعث کاهش جمعیت کنه دونقطه‌ای *Tetranychus urticae* (Koch) (Trombidiformes: Tetranychidae) در مزارع بادمجان شد. استرتون و همکاران (Stratton et al., 2019) بیان کردند که ترکیبات فرار ترشح شده از گیاه سیر به طور معنی‌داری تخم‌گذاری مگس *Contarinia nasturtii* Kieffer (Diptera: Cecidomyiidae) روی کلم بروکلی را کاهش داد. علاوه بر آن، در پژوهش‌های قبلی مشخص شده است که اسانس‌ها و برگ‌های خشک شده تعدادی از گیاهان آروماتیک در کنترل بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی در انبار موثر هستند (Lal, 1987; Chandel et al., 2020). به عنوان مثال، لل (Lal, 1987) گزارش کرد که پوشاندن غده‌های سیب‌زمینی با لایه‌ای از برگ‌های خشک شاه‌پسند درختی *Lantana aculeata* L. (Verbenaceae) توانست تا شش ماه مانع خسارت بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی انبار شده شود. چندل و چندلا (Chandel & Chandra, 2005) دریافتند که ایجاد لایه پوششی از گیاهان خشک گندم، *Triticum aestivum* L. (Poaceae) روی غده‌های سیب‌زمینی در انبار به طور قابل توجهی میزان خسارت بید سیب‌زمینی را کاهش داد. بنابراین، یافتن راه کارهای مناسب برای کنترل بید سیب‌زمینی در انبار به منظور کاهش اتکا به مصرف حشره‌کش‌ها و جلوگیری از ظهور جمعیت‌های مقاوم آفت نسبت به حشره‌کش‌ها حیاتی است (Chandel et al., 2006; Rondon et al., 2007).

در این پژوهش فرض بر این است که ایجاد پوششی از برگ‌های خشک گیاه سیر روی کیسه‌های سیب‌زمینی در انبار می‌تواند در کاهش جمعیت بید سیب‌زمینی در انبار موثر باشد. بنابراین، این مطالعه با هدف تاثیر ایجاد پوششی از برگ‌های سیر خشک روی کیسه‌های حاوی غده‌های سیب‌زمینی در نسبت‌های وزنی متفاوت به همراه شاهد در کنترل خسارت لاروهای بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی در انبار ارزیابی شد. یافته‌های این تحقیق می‌تواند راهکار موثری برای مدیریت بید سیب‌زمینی در انبارهای سیب‌زمینی را فراهم سازد.

مواد و روش‌ها

تهیه غده‌های سیب‌زمینی و برگ‌های خشک سیر

غده‌های سالم سیب‌زمینی رقم آگریا (cv. Agria) از مزرعه سیب‌زمینی تحقیقاتی تهیه شدند. به منظور عاری بودن غده‌ها از تخم و لارو بید سیب‌زمینی، در این مزرعه در طول فصل رشدی گیاهان سیب‌زمینی با سایپرترین در سه نوبت با فاصله ۲۱ روز سمپاشی شدند. همچنین، در این مزرعه در اواسط مرداد ماه، هنگامی که بوته‌های سیب‌زمینی زرد و خشک شدند، خاک‌دهی پای بوته‌های سیب‌زمینی به منظور جلوگیری از تخم‌گذاری حشرات کامل ماده بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی انجام شد. در اوایل شهریور ماه، غده‌های سیب‌زمینی با احتیاط از خاک بیرون آورده شدند و پس از تمیز کردن با قلم مو، داخل کیسه‌های تیره منفذدار قرار داده شدند و بلافاصله برای استفاده در آزمایش‌ها به انبار منتقل شدند.

برگ‌های خشک سیر رقم راما (cv. Rama) نیز از مزرعه سیر تحقیقاتی تهیه شدند. گیاهان این مزرعه طی فصل رشد برای کنترل جمعیت تریپس پیاز، (*Thrips tabaci* Lind. (Thys.: Thripidae) با سایپرترین در سه نوبت با فاصله ۲۱ روز سمپاشی شدند. در فصل برداشت سیر، مصادف با اواخر مرداد ماه بوته‌های سیر از خاک بیرون آورده شدند و به مدت یک هفته در زیر نور خورشید خشک شدند. سپس برگ‌های خشک بوته‌ها از پیاز بریده شده و برای استفاده در آزمایش‌ها به انبار منتقل شدند.

انجام آزمایش و ارزیابی خسارت وارده توسط بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی در انبار

این آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در انبار تحت شرایط کنترل شده محیطی با دمای 15 ± 5 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 45 ± 5 درصد و شرایط نوری تاریک با تهویه مناسب انجام شد. بدین منظور چهار کیسه حاوی غده‌های سیب‌زمینی سالم (هر یک ۱۰ کیلوگرم) به طور تصادفی در اطراف دایره به قطر ۳ متر با فاصله ۲/۳ متر از یکدیگر در انبار قرار داده شدند و سطح فوقانی هر کدام از کیسه‌ها به ترتیب با ۰/۵، ۱، و ۱/۵ کیلوگرم برگ خشک به طور جداگانه پوشانده شدند تا چهار نسبت وزنی ۱:۰، ۱:۰/۵، ۱:۱ و ۱:۱/۵ (P:G) به همراه شاهد ایجاد شود. سپس ۲۰ جفت حشرات کامل یک روزه بید سیب‌زمینی (ظاهر شده از غده‌های سیب‌زمینی آلوده به بید که در آزمایشگاه درون ظروف پلاستیکی نگهداری شده بودند) در قسمت مرکزی دایره در انبار به منظور تخم‌گذاری رهاسازی شدند. پس از ۴۸ ساعت هر کدام از چهار تیمار آزمایشی به طور جداگانه به اتاقک‌های اختصاص یافته برای هر تیمار در شرایط کنترل شده محیطی بیان شده در قبل منتقل شدند و به مدت ۳۰ روز با هدف تفریخ تخم‌ها و ایجاد خسارت توسط لاروهای بید در غده‌های سیب‌زمینی نگهداری شدند. این آزمایش‌ها در ۱۰ تکرار انجام شدند. به عبارت دیگر، ۱۰ کیسه مربوط به هر تیمار در ۱۰ نوبت آزمایش در معرض تخم‌گذاری و خسارت لاروی قرار گرفتند. به منظور ارزیابی خسارت وارده، چهار غده سیب‌زمینی از هر ۱۰ کیسه متعلق به هر تیمار به طور تصادفی انتخاب شد که شامل ۴۰ غده به ازای هر تیمار آزمایشی بود و شاخص خسارت ناشی از تغذیه لاروهای بید به ازای غده سیب‌زمینی تعیین شدند. غده‌های سیب‌زمینی انتخاب شده از هر کیسه تشریح شدند و تعداد دالان لاروی بید و تعداد لاروها در هر غده با استفاده از ذره‌بین دستی با بزرگ‌نمایی ۱۰ برابر شمارش شدند. خسارت وارده بر اساس تعداد دالان لاروی قابل مشاهده و درصد سطح غده آسیب‌دیده توسط لاروها در چهار گروه شامل غده‌های سالم (بدون علائم آلودگی)، غده‌های با خسارت کم (یک یا دو دالان در هر غده)، متوسط (بیش از دو دالان لاروی و خسارت سطحی کمتر از ۳۰ درصد) و شدید (بیش از دو دالان لاروی و خسارت سطحی بیشتر از ۳۰ درصد) دسته‌بندی شدند (Fenemore, 1980).

(Hanafi, 1999). در نهایت، شاخص خسارت (DI) وارده توسط بید سیب‌زمینی توسط معادله زیر محاسبه شد (Fenemore, 1980; Hanafi, 1999):

$$DI = ((\text{تعداد غده‌های با خسارت شدید} \times 3) + (\text{تعداد غده‌های با خسارت متوسط} \times 2) + (\text{تعداد غده‌های با خسارت کم} \times 1)) / \text{تعداد کل غده‌های مورد آزمایش}$$

سنجش مقدار ترکیبات پلی‌فنل در برگ‌های سیر خشک

برای تهیه عصاره، ۵ گرم برگ سیر خشک و ۸۰ میلی لیتر متانول ۷۰ درصد مخلوط شد. مخلوط به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق و دور از نور روی دستگاه همزن مغناطیسی (magnetic stirrer or magnetic mixer) با ۲۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. سپس، مخلوط تهیه شده از کاغذ صافی گذرانده شد و عصاره به دست آمده در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد تا در زمان مناسب مقادیر پلی‌فنل کل اندازه‌گیری شود. مقدار پلی‌فنل کل با استفاده از معرف Folin-Ciocalteu در طول موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (Spectrum Instrument SP-UV 500DB) اندازه‌گیری شد. نتایج برحسب میلی گرم اسید کلروژنیک (CGA) در هر ۱۰۰ گرم ماده خشک بیان شد (Skoczylas et al., 2023). مقدار پلی‌فنل کل در چهار نمونه انتخاب شده از هر سه تیمار وزنی برگ‌های سیر خشک شامل ۰/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ (IBM SPSS Corp 2016) انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش شامل تعداد دالان‌های لاروی و شاخص خسارت با آزمون بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و ۱۰ تکرار تجزیه واریانس شدند و اختلاف بین میانگین تیمارها با آزمون توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند. داده‌های مقدار پلی‌فنل کل در سه تیمار وزنی برگ‌های سیر خشک با چهار تکرار با آزمون طرح کاملاً تصادفی تجزیه واریانس شدند و اختلاف بین میانگین تیمارها با آزمون توکی در سطح پنج درصد مقایسه شدند. در ادامه رگرسیون خطی و ضریب تبیین (R^2) بین داده‌های تعداد دالان‌های لاروی و شاخص خسارت بید با مقدار پلی‌فنل کل در سه تیمار حاوی سه نسبت وزنی از برگ‌های سیر خشک تعیین شدند.

نتایج

تعداد غده‌های سیب‌زمینی بدون علائم آلودگی (غده‌های سالم) در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ (P:G) در مقایسه با تیمارهای ۱۰:۰/۵ (P:G) و شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود ($F = 68.4$; $df = 3, 27$; $P \leq 0.001$)؛ جدول ۱). علاوه بر آن، در بین تیمارهای مورد آزمایش کم‌ترین تعداد غده‌های سیب‌زمینی با خسارت کم (یک یا دو سوراخ ورودی بید در هر غده) در نسبت وزنی ۱۰:۱/۵ مشاهده شد. همچنین، تعداد غده‌های سیب‌زمینی با خسارت کم در تیمارهای ۱۰:۱/۵ و ۱۰:۱ کم‌تر از تیمارهای ۱۰:۰/۵ و شاهد بود ($F = 36.2$; $df = 3, 27$; $P \leq 0.001$)؛ جدول ۱). تعداد غده‌های سیب‌زمینی با خسارت متوسط (بیش از دو سوراخ ورودی بید در هر غده و کم‌تر از ۳۰ درصد آسیب سطحی) در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ به طور معنی‌داری کم‌تر از سایر تیمارهای آزمایشی بود؛ همچنین، کاهش معنی‌داری در تعداد غده‌های سیب‌زمینی با خسارت متوسط در تیمار ۱۰:۰/۵ در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد ($F = 29.7$; $df = 3, 27$; $P \leq 0.001$)؛ جدول ۱). تعداد غده‌های سیب‌زمینی با خسارت شدید (بیش از دو سوراخ ورودی بید در هر غده و بیش از ۳۰ درصد آسیب سطحی) در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ مشاهده نشد و تعداد این غده‌ها در تیمار ۱۰:۰/۵ در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری کم‌تر بود ($F = 24.8$; $df = 3, 27$; $P \leq 0.001$)؛ جدول ۱).

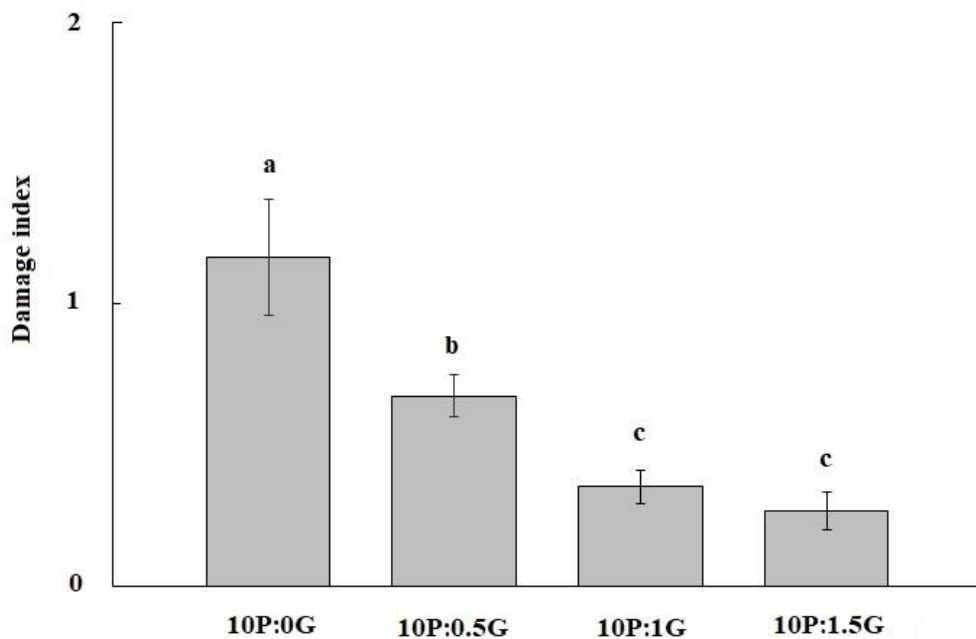
جدول ۱- سطح خسارت (میانگین $\pm$ خطای معیار) (شامل بدون خسارت، خسارت کم، خسارت متوسط و خسارت شدید) لاروهای بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* روی غده‌های سیب‌زمینی (P) موجود در کیسه‌های پوشیده‌شده با برگ‌های خشک سیر (G) در سه نسبت وزنی نسبت به شاهد در انبار

Table 1. Damage level (clean, slight, moderate, and severe) (Mean $\pm$ SE) of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* larvae on potato tubers when their bags (P) covered by dried garlic leaves (G) in three ratios compared with the control in the storage

Damage level	Treatments (P:G)			
	10:0	10:0.5	10:1	10:1.5
Clean	6.12 $\pm$ 0.52 c	10.01 $\pm$ 1.13 b	14.53 $\pm$ 1.73 a	16.24 $\pm$ 1.89 a
Slight	6.73 $\pm$ 0.81 a	7.10 $\pm$ 0.80 a	3.92 $\pm$ 0.41 b	2.31 $\pm$ 0.27 c
Moderate	5.34 $\pm$ 0.93 a	2.41 $\pm$ 0.34 b	1.64 $\pm$ 0.20 c	1.53 $\pm$ 0.18 c
Severe	2.04 $\pm$ 0.32 a	0.51 $\pm$ 0.12 b	0.00 $\pm$ 0.00 c	0.00 $\pm$ 0.00 c

Means within a row followed by the different letter are significantly different (Tukey's HSD test; $P \leq 0.05$).

محاسبه شاخص خسارت کل (DI) ناشی از خسارت لاروهای بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی در چهار تیمار مورد آزمایش نشان داد که کاهش معنی‌داری در مقدار DI در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ در مقایسه با تیمار ۱۰:۰/۵ و شاهد مشاهده شد (شکل ۱). در بین تیمارهای آزمایشی، بیشترین مقدار DI در تیمار شاهد محاسبه شد ($F = 41.4$; $df = 3, 27$; $P \leq 0.001$).



شکل ۱- شاخص خسارت (میانگین $\pm$ خطای معیار) وارده توسط لاروهای بید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* به

غده‌های سیب‌زمینی (P) در کیسه‌های پوشیده‌شده با برگ‌های خشک سیر (G) در سه نسبت وزنی نسبت به شاهد در انبار

Figure 1. The damage index (Mean $\pm$ SE) caused by the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* larvae on potato tubers (P) in bags covered by dried garlic leaves (G) in three weight ratios compared with the control in the storage

ایجاد یک پوشش از برگ‌های خشک سیر روی کیسه‌های حاوی غده‌های سیب‌زمینی در هر سه نسبت وزنی، تعداد دالان‌های لاروی به ازای یک غده سیب‌زمینی را در مقایسه با شاهد به طور قابل توجهی کاهش داد ($F = 28.3$; $df = 3, 27$; $P \leq 0.001$).

جدول ۲). در بین تیمارهای آزمایشی، ایجاد پوششی از برگ‌های خشک سیر روی کیسه‌های حاوی غده‌های سیب‌زمینی در نسبت‌های وزنی ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ بیشترین تاثیر را در کاهش تعداد دالان‌های لاروی در مقایسه با ۱۰:۰/۵ داشتند. همچنین، تعداد لاروها به ازای یک غده در همه نسبت‌های وزنی به طور معنی‌داری کم‌تر از تیمار شاهد بود ($F = 39.1$; $df = 3, 27$; $P \leq 0.001$). کم‌ترین تعداد لارو به ازای غده سیب‌زمینی در تیمار ۱۰:۱/۵ مشاهده شد.

جدول ۲- تعداد (میانگین $\pm$ خطای معیار) دالان‌ها و لاروهای پید سیب‌زمینی *Phthorimaea operculella* به ازای هر غده سیب‌زمینی (P) در کیسه‌های پوشیده شده با برگ‌های خشک سیر (G) در سه نسبت وزنی در مقایسه با شاهد در انبار

Table 2. The tunnels and larvae numbers (Mean $\pm$ SE) of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* on potato tubers (P) in bags covered by dried garlic leaves (G) in three weight ratios compared with the control in the storage

Treatments (P:G)	Number of tunnels per tuber	Number of larvae per tuber
10:0	1.60 ± 0.18 a	1.47 ± 0.15 a
10:0.5	0.77 ± 0.11 b	0.69 ± 0.09 b
10:1	0.46 ± 0.07 c	0.38 ± 0.05 c
10:1.5	0.34 ± 0.05 c	0.27 ± 0.04 d

Means within a column followed by the different letter are significantly different ($P \leq 0.05$).

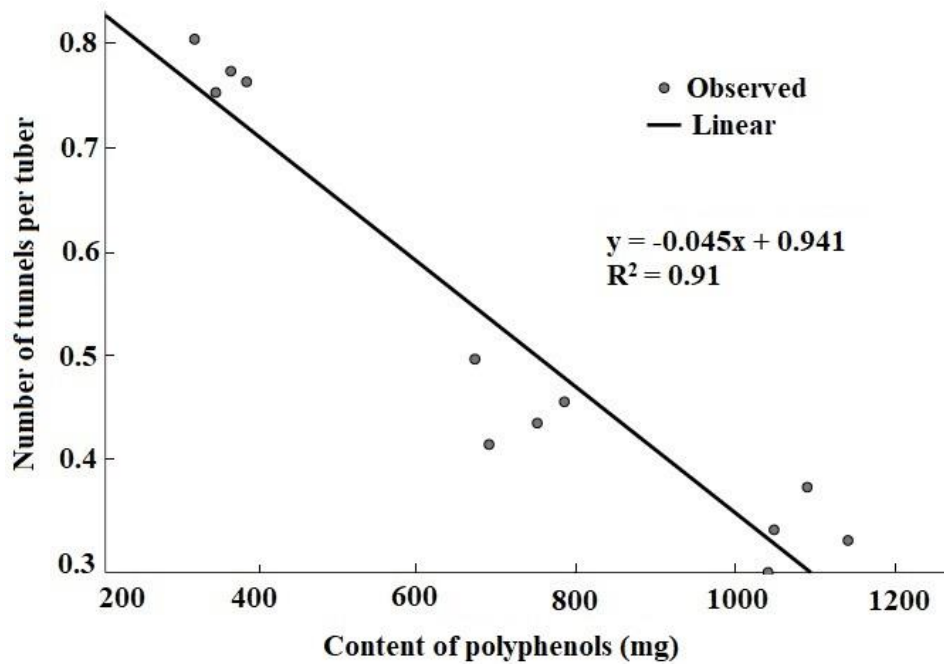
جدول ۳- مقدار پلی‌فنل کل (میانگین $\pm$ خطای معیار) (میلی گرم اسید کلروژنیک) در وزن خشک برگ‌های سیر مورد آزمایش (۰/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم)

Table 3. Total polyphenols (Mean $\pm$ SE) (mg chlorogenic acid) in whole weight of tested died garlic (0.5, 1, and 1.5 kg)

Weight of dried garlic (kg)	Total polyphenols in whole weight of died garlic (mg)
0.5	344.84 ± 27.56 c
1	710.88 ± 51.81 b
1.5	1062.61 ± 45.66 a

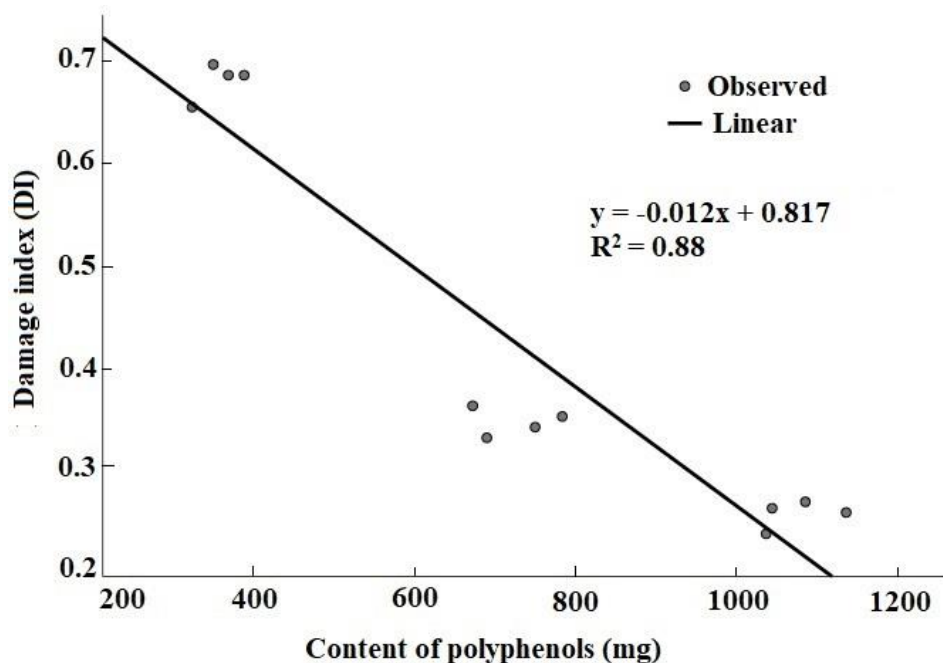
Means within a column followed by the different letter are significantly different ($P \leq 0.05$).

در تحقیق حاضر، مقدار پلی‌فنل کل موجود در برگ خشک سیر در سه تیمار مورد آزمایش بررسی شد. کم‌ترین مقدار پلی‌فنل کل در ۰/۵ کیلوگرم برگ خشک سیر و بیشترین مقدار آن در ۱/۵ کیلوگرم برگ خشک سیر مشاهده شد (جدول ۳). علاوه بر آن، در این مطالعه رگرسیون خطی منفی معنی‌دار با ضریب تبیین بالا ($R^2 = 0.91$) بین مقادیر پلی‌فنل کل در سه تیمار حاوی سه نسبت وزنی از برگ‌های سیر خشک با تعداد دالان‌های لاروی پید سیب‌زمینی به دست آمد ($F = 101.34$; $df = 1, 10$; $P \leq 0.001$; شکل ۲). به این صورت که با افزایش مقدار پلی‌فنل کل متناسب با افزایش وزن برگ‌های سیر خشک تعداد دالان‌های لاروی در هر غده به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۲). همچنین، رگرسیون خطی منفی معنی‌دار با ضریب تبیین بالا ($R^2 = 0.88$) بین مقادیر پلی‌فنل کل اندازه‌گیری‌شده در سه تیمار حاوی سه نسبت وزنی از برگ‌های سیر خشک با داده‌های شاخص خسارت پید سیب‌زمینی محاسبه شد ($F = 76.09$; $df = 1, 10$; $P \leq 0.001$; شکل ۳). به این ترتیب که با افزایش مقدار پلی‌فنل کل متناسب با افزایش وزن برگ‌های سیر خشک شاخص خسارت وارده به غده‌های سیب‌زمینی توسط پید سیب‌زمینی به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۳).



شکل ۲- رگرسیون خطی بین مقادیر پلی فنل کل اندازه گیری شده در سه نسبت وزنی (۰/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم) از برگ های خشک سیر با داده های تعداد دالان های لاروی بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* در هر غده سیب زمینی

Figure 2. Linear regression between the total polyphenol contents measured in three weight ratios (0.5, 1, and 1.5 kg) of dried garlic leaves with the tunnels number of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* per potato tuber



شکل ۳- رگرسیون خطی بین مقادیر پلی فنل کل اندازه گیری شده در سه نسبت وزنی (۰/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم) از برگ های خشک سیر با داده های شاخص خسارت بید سیب زمینی *Phthorimaea operculella* در هر غده سیب زمینی

Figure 3. Linear regression between the total polyphenol contents measured in three weight ratios (0.5, 1, and 1.5 kg) of dried garlic leaves with the damage index caused by the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* per potato tuber

بحث

پیشگیری از خسارت بید سیب‌زمینی به غده‌های سیب‌زمینی در انبار نیازمند مداخله زودهنگام و استفاده از راه کارهای مناسب برای جلوگیری از تخم‌گذاری حشرات کامل ماده و فعالیت لاروها در غده‌های سیب‌زمینی است. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ایجاد پوششی از برگ‌های خشک گیاه سیر روی کیسه‌های سیب‌زمینی در انبار در نسبت‌های وزنی ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ به طور قابل توجهی شاخص خسارت کلی وارده توسط لاروهای بید سیب‌زمینی را در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد. برگ‌ها و پیاز گیاهان سیر با تولید ترکیبات پلی فنل نظیر اسید فنلیک و فلاونوئیدهای کاتچین^۱ و اپی کاتچین^۲ می‌توانند به طور موثر به عنوان یک دورکننده حشرات کامل ماده آفات عمل کرده و سبب کاهش تخم‌گذاری آن‌ها شوند. همچنین این ترکیبات به عنوان ضد تغذیه لاروها سبب جلوگیری از افزایش جمعیت بسیاری از آفات می‌شوند (Stratton et al., 2019; Mohammadi et al., 2021). گزارش شده است که مقادیر پلی فنل کل در برگ‌های سبز سیر در مقایسه با پیاز سیر به طور معنی‌داری بیشتر است (Skoczylas et al., 2023). علاوه بر آن، گیاه سیر ترکیبات گوگردی نظیر آلپسین^۳ تولید می‌کند (Golubkina et al., 2022) که احتمال می‌رود تاثیر دورکنندگی و بازدارنده تغذیه‌ای روی آفات داشته باشد (Piatkowska et al., 2015).

در تحقیق حاضر رگرسیون منفی معنی‌دار بین مقادیر پلی فنل کل اندازه‌گیری شده در سه نسبت وزنی (۱/۵، ۱، ۱۰/۵) و ۱/۵ کیلوگرم از برگ‌های سیر خشک در سه تیمار ۱۰:۱، ۱۰:۱/۵ و ۱۰:۱ با تعداد دالان‌های لاروی و شاخص خسارت بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی به دست آمد. این نتایج نشان دادند که به احتمال زیاد مقادیر پلی فنل کل موجود در برگ‌های سیر خشک تاثیر دورکنندگی نسبت به حشرات کامل بید سیب‌زمینی دارند که با افزایش وزن برگ‌های خشک شده سیر از ۱/۵ کیلوگرم در تیمار ۱۰:۱/۵ به ۱ و ۱/۵ کیلوگرم به ترتیب در تیمارهای ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ تاثیر دورکنندگی ترکیبات پلی فنل کل در کاهش تعداد دالان‌های لاروی و شاخص خسارت بید سیب‌زمینی به طور قابل توجهی افزایش یافت. از سوی دیگر با افزایش نسبت وزنی برگ‌های خشک شده سیر نسبت به غده‌های سیب‌زمینی ترکیبات فرار تولیدشده توسط برگ‌های سیر خشک باعث ایجاد اختلال در میزبان‌یابی حشرات کامل ماده بید سیب‌زمینی و کاهش تعداد لاروهای این آفت می‌شود. ایجاد لایه پوششی از برگ‌های خشک گیاه سیر روی کیسه‌های سیب‌زمینی در انبار به عنوان دورکننده و بازدارنده تخم‌گذاری حشرات کامل ماده بید سیب‌زمینی عمل کرده و میزبان‌یابی، تخم‌گذاری و خسارت‌های لاروی این آفت را کاهش می‌دهد (Greze & González, 1995; Finch & Collier, 2000; Letourneau et al., 2011). بنابراین، خاصیت دورکنندگی سیر می‌تواند سبب کاهش تخم‌گذاری حشرات کامل بید سیب‌زمینی و جمعیت لاروهای آن در غده‌های سیب‌زمینی در انبار شود. بنابراین، ایجاد لایه پوششی از برگ‌های خشک گیاه سیر روی کیسه‌های سیب‌زمینی در انبار در نسبت‌های وزنی ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ می‌تواند به عنوان یک راه حل سازگار با محیط زیست و پیشگیرانه در مدیریت این آفت در انبار باشد. در بررسی‌های قبلی نیز مشخص شده است که استفاده از برگ‌های خشک شده تعدادی از گیاهان برای پوشاندن کیسه‌های سیب‌زمینی در کنترل خسارت بید سیب‌زمینی در انبار موثر هستند (Lal, 1987; Das, 1995; Jiménez & Poveda, 2009; Chandel et al., 2020). به عنوان مثال، داس (Das, 1995) گزارش کرد که استفاده از برگ‌های خشک گیاه چریش *Azadirachta indica* A. Juss (Neem) (Meliaceae)، گل ابری *Ageratum houstonianum* (Compositae)، شاه‌دانه *Cannabis sativa* L. (Hemp) (Urticaceae)، سلمک معطر *Chenopodium ambrosioides* (Mexican-tea) (Chenopodiaceae)، اکالپتوس *Eucalyptus globulus* Labill. (Tasmanian blue-gum) (Myrtaceae)، پونه *Murraya koenigii* Kurz. (Rutaceae) درخت کاری *Mentha longifolia* (L.) (Horsemint) (Labiatae) و پنچ انگشت *Vitex negundo* L. (Verbeinaceae) روی کیسه‌های سیب‌زمینی در انبار در کاهش خسارت بید سیب‌زمینی تا چهار ماه

^۱. catechin

^۲. epicatechin

^۳ allicin = diallylthiosulfinate

موثر بود. به طور مشابه، لال (Lal, 1987) گزارش کرد که پوشاندن غده‌های سیب‌زمینی با لایه‌ای از برگ‌های خشک شاه‌پسند درختی *L. aculeata*، آمبروزیا (*Ambrosia artemisiifolia* L. (Bitter-weed) (Compositae)، شقایق استوانه‌ای *Eupatorium odoratum* Linn. آلاله *Anemone elongata* Don. (Ranunculaceae)، اکالیپتوس *E. globulus* (Compositae) توانست تا شش ماه خسارت بید سیب‌زمینی روی غده‌های سیب‌زمینی انبار شده را به طور قابل توجهی کاهش دهد. همچنین، کاهش خسارت بید سیب‌زمینی با ایجاد لایه پوششی از گیاهان خشک گندم، *T. aestivum* روی غده‌های سیب‌زمینی در انبار توسط چندل و چندلا (Chandel & Chandla, 2005) گزارش شده است. بنابراین، پوشاندن کیسه‌های سیب‌زمینی در انبار با استفاده از برگ‌های خشک سیر سبب می‌شود که غده‌های سیب‌زمینی سالم‌تر (از لحاظ وجود حشره کش‌ها) در اختیار مصرف‌کننده قرار گیرد (Chandel et al., 2020; Rondon, 2020). یافته‌های این مطالعه نشان داد که پوشاندن کیسه‌های حاوی غده‌های سیب‌زمینی با برگ‌های خشک سیر در نسبت‌های وزنی ۱۰:۱ و ۱۰:۱/۵ به‌طور معنی‌داری باعث کاهش جمعیت بید سیب‌زمینی و شاخص خسارت این آفت روی غده‌های سیب‌زمینی شد. در نتیجه، از این روش می‌توان به عنوان یک راه‌کار موثر و عملی برای مدیریت بید سیب‌زمینی در انبار استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه محقق اردبیلی بابت حمایت مالی این تحقیق سپاسگزاریم.

References

- Chandel, R. S., & Chandla, V. K. (2005). Integrated control of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*) in Himachal Pradesh. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 75, 837–839.
- Chandel, R. S., Brajesh, S., Chandla, V. K., & Sharma, P. K. (2008). Use of CIPC isopropyl N-3-Chlorophenyl carbamate for the control of potato tuber moth in country stores. *Potato Journal*, 35, 66–71.
- Chandel, R. S., Rajnish, K., & Mehta, P. K. (2006). Growth rate of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) on potato leaves and tubers under mid hills of Himachal Pradesh. *Potato Journal*, 33, 118–121.
- Chandel, R.S., Vashisth, S., Soni, S., Kumar, R., & Kumar, V. (2020). The potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), in India: Biology, ecology, and control. *Potato Research*, 63, 15–39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11540-019-09426-z>
- Das, G. P. (1995). Plants used in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). *Crop protection*, 14, 631–636. DOI: [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(95\)00046-1](https://doi.org/10.1016/0261-2194(95)00046-1)
- 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. (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>
- Fenemore, P. G. (1980). Susceptibility of potato cultivars to potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae). *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 23, 539–546. DOI: <https://doi.org/10.1080/00288233.1980.10417881>
- Finch, S., & Collier, R. (2000). Host-plant selection by insects - A theory based on 'appropriate/inappropriate' landings by pest insects of cruciferous plants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96, 91–102. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1004058518179>
- 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>

- Greze, 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>
- Hanafi, A. (1999). Integrated pest management of potato tuber moth in field and storage. *Potato Research*, 42, 373-380. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02357863>
- 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: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
- Jiménez, M. I. G., & Poveda, K. (2009). Synergistic effects of repellents and attractants in potato tuber moth control. *Basic and Applied Ecology*, 10, 763-769. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.BAAE.2009.06.009>
- Lal, L. (1987). Winter survival of the potato tuber moth in potato fields in India. *Crop Research*, 27, 111-117. DOI: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19881111046>
- 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>
- 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: <http://dx.doi.org/10.15193/zntj/2015/98/014>
- Rondon, S. I., DeBano, S. J., Clough, G. H., Hamm, P. B., Jensen, A., Schreiber, A., Alvarez, J. M., Thornton, M., Barbour, J., & Dögramaci, M. (2007). Biology and management of the potato tuber worm in the Pacific Northwest. Oregon State University Extension, PNW, pp. 594.
- Rondon, S. I., & Hervé, M. (2017). Effect of planting depth and irrigation regimes on potato tuber worm (Lepidoptera: Gelechiidae) damage under central pivot irrigation in the Lower Columbia Basin. *Journal of Economic Entomology*, 110, 2483-2489. DOI: <https://dx.doi.org/10.1093/jee/tox277>
- Rondon, S. I. (2010). The tuber worm: a literature review of its biology, ecology and control. *American Journal of Potato Research*, 87, 149-166. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12230-009-9123-x>
- Rondon, S. I. (2020). Decoding *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in the new age of change. *Journal of Integrative Agriculture*, 19, 316-324. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62740-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62740-1)
- 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://dx.doi.org/10.3390/molecules28186653>
- 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. *Science Reports*, 9, 10621. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47094-8>
- Wang, D., Wang, Q., Sun, X., Gao, Y., & Ding, J. (2020). Potato tuber worm *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechioidea) Leaf infestation affects performance of conspecific larvae on harvested tubers by inducing chemical defenses. *Insects*, 11, 633. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects11090633>
- Zamani, R., Golizadeh, A., Fathi, S. A. A., Naseri, B., & Hassanpanah, D. (2022). The effect of cover crops in reducing the damage of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) on potato tubers at the end of the growing season in the field. *Plant Pest Research*, 12, 45-56. DOI: <https://doi.org/10.22124/iprj.2022.6015>

The effect of dried garlic leaves at three weight ratios on controlling damage caused by the potato tuber moth *Phthorimaea operculella*, in storage

S. A. A. Fathi^{1*} and S. Emdadi²

1. 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

✉ s.emdadi@tbzmed.ac.ir

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

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

Received: 5 May 2025 | Accepted: 25 July 2025 |

Abstract

The potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller), is a major pest of stored potato tubers. In this study, the effect of dried garlic leaves (G), *Allium sativum* L., on bags of potato tubers (P), *Solanum tuberosum* (L.), at three weight ratios of 10:0.5, 10:1, and 10:1.5 (P:G), along with a control (10:0) was evaluated on damage by potato tuber moth larvae in a storage. In these experiments, 20 pairs of *P. operculella* adults were released in the center of the storage. After 30 days of release, the damage index (including clean tubers and tubers with light, moderate, and severe damage), the number of larval tunnels, and the number of live larvae were determined in selected potato tubers per treatment. The results showed a significant increase in the number of clean tubers in the 10:1 and 10:1.5 treatments compared to the control. The total damage index (DI) was lower in the 10:1 and 10:1.5 treatments compared to the control. In addition, a significant reduction in the number of larval tunnels and live larvae per tuber was observed in the 10:1 and 10:1.5 treatments compared to the control. Moreover, a significant negative linear regression relationship was found between the total polyphenol content measured at three weight ratios of dried garlic leaves (0.5, 1, and 1.5 kg) and the number of tunnels and total damage index. Therefore, the use of dried garlic leaves on potato tuber bags in 10:1 and 10:1.5 (P:G) ratios can be effective in controlling *P. operculella* during storage.

Key words: Damage index, Dried garlic leaves, Potato tuber moth, Sustainable control

Citation: Fathi, S. A. A. & Emdadi, S. (2025). The effect of dried garlic leaves at three weight ratios on controlling damage caused by the potato tuber moth *Phthorimaea operculella*, in storage. *Plant Pest Research*, 15(2), 1-11. **Doi:** <https://doi.org/10.22124/iprj.2025.30596.1638>



*Corresponding author: fathi@uma.ac.ir