

Calculating the Economic Injury Level (EIL) of the Cabbage Aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hem.: Aphididae) on Rapeseed (*Brassica napus* L.) cv. Hydromel

H. Noori^{1*}, M. Forouzan²

1- Plant Protection Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

2- Agriculture and Natural Resource Research and Education Center of West Azarbaijan Province, Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Oromieh, Iran

(*- Corresponding author's Email: drhn55@gmail.com)

Received: 11-10-2025

Revised: 28-04-2026

Accepted: 04-05-2026

Available Online: 22-06-2026

How to cite this article:

Noori, H., & Forouzan, M. (2026). Calculating the economic injury level (EIL) of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hem.: Aphididae) on rapeseed (*Brassica napus* L.) cv. Hydromel. *Iranian Plant Protection Research*, 40(2), 553-563. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/JPP.2026.95905.1257>

Introduction

The increasing of the population of the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.) in the rapeseed fields of West Azerbaijan province is attributed to various factors, including recent droughts. Determining the Economic Injury Level (EIL) is essential to prevent excessive pesticide use in the rapeseed fields. This research was conducted to estimate the Economic Injury Level (EIL) using a randomized complete block design with four replications on the Hydromel cultivar under eight treatments during the 2017–2018 years in West Azerbaijan province. The treatments were applied to achieve different levels of natural infestation by the cabbage aphid population and consisted of: Treatment 1 (seven weekly sprays from the beginning of stem elongation, to ensure pest absence); Treatment 2 (six sprays after beginning of stem elongation); Treatment 3 (five sprays after beginning of stem elongation); Treatment 4 (four sprays after beginning of stem elongation); Treatment 5 (three sprays after beginning of stem elongation); Treatment 6 (two sprays after beginning of stem elongation); Treatment 7 (one spray after beginning of stem elongation); and Treatment 8 (full pest presence, no insecticide, water spray only). In these treatments, imidacloprid SC35% was applied at a rate of 2 per 1000. The mean aphid count per 10 cm of flowering stem, rapeseed yield, and thousand-seed weight were categorized using Duncan's test across the treatments, and the relationship between the mean aphid count and yield per square meter was calculated. The thousand-seed weight per square meter of rapeseed and the damage per aphid were also determined. The results indicated that the mean Economic Injury Level (EIL) of the cabbage aphid in West Azerbaijan province for the Hydromel cultivar during 2017–2018 and 2018–2019 was 19.4 and 25.2 aphids per 10 centimeters of flowering stem, respectively. The Economic Threshold (ET) of the pest was calculated as 14.5 and 18.9 aphids per 10 centimeters of flowering stem, respectively.

Materials and Methods



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.95905.1257>

This study was conducted in Boukan, West Azerbaijan province, using a randomized complete block design (RCBD) with eight treatments and four replications on autumn-sown rapeseed, cultivar Hydromel, during the 2016–2017 and 2017–2018 years. The dimensions of the experimental plots were 2×10 m, distances between plots and replicates were planted at least 5 and 10 m, respectively. The amount of fertilizer application was based on soil test and the number of irrigation times on the basis of custom. The treatments were applied to achieve different levels of natural infestation by the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) population and consisted of: Treatment 1 (seven weekly sprays from the beginning of stem elongation, to ensure pest absence); Treatment 2 (six sprays starting one week after stem elongation); Treatment 3 (five sprays starting two weeks after stem elongation); Treatment 4 (four sprays starting three weeks after stem elongation); Treatment 5 (three sprays starting four weeks after stem elongation); Treatment 6 (two sprays starting five weeks after stem elongation); Treatment 7 (one spray six weeks after stem elongation); and Treatment 8 (full pest presence, no insecticide, water spray only (Obopile, 2006). Five plants were randomly selected from each plot. On each plant, a 10 cm section of the flowering stem was considered, and the number of adult aphids and nymphs on them was counted and recorded one day before the first spray in each treatment (Aslam et al., 2005). Seed yield value and thousand-seed weight were measured for all treatments after harvesting the entire crop of each plot. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) in SAS software version 9.1 (SAS Institute, 2003) and grouped using Duncan's test. Regression equations were derived for the relationships between crop yield (Y) and the number of aphids per plant (X), and between the number of aphids per plant (X) and percentage of damage (%Y). The Economic Injury Level (EIL), defined as the number of aphids per plant that causes economic damage, was calculated using the formula (Pedigo *et al.*, 1986): $EIL = C / (V \times I \times D \times K)$. Since separating injury (I) and damage (D) for sucking insects like aphids is difficult, the slope of the regression line (b) was considered to represent the damage per insect, i.e., $b = I \times D$ (Pedigo and Rice, 2009).

Results and Discussion

The Economic Injury Level (EIL) of cabbage aphid in West Azerbaijan during the 2016-2017 and 2017-2018 years was 19.38 and 25.23 aphids per 10 centimeters of flowering stem respectively. The variation in the EIL between two years can be attributed to differences in pest control costs (Filho et al., 2024), the marketing value of the crop (Vayssières *et al.*, 2009) and damage potential of the aphid in each respective year. The findings of this study align with the results reported by Khajehzadeh and Hasanmoghaddam (2009), where the EIL for the mustard aphid in the Behbahan region was 7.53 and 2.49 centimeters of infested flowering stem per square meter during the 2004-2005 and 2005-2006 years, respectively. As noted by these researchers, fluctuations in the EIL can result from several factors, including the pest type and species, climate, crop type and cultivar, growth stage, agronomic practices (such as planting date), and particularly the market value of the product and management costs.

Conclusion

The estimated Economic Injury Levels (EIL) of 19.4 and 25.2 aphids per 10 cm of flowering stem for the Hydromel cultivar in West Azerbaijan province provide a critical quantitative basis for integrated pest management (IPM) in rapeseed. The corresponding Economic Thresholds (ET) of 14.5 and 18.9 aphids offer a practical intervention point to prevent yield loss while minimizing unnecessary insecticide applications. Given the dynamic nature of EIL, which is influenced by market prices, control costs, and environmental conditions, region-specific and cultivar-specific calculations are essential for sustainable pest management. These findings support national policies aimed at reducing pesticide use and promote more economically and ecologically sound decision-making in rapeseed production systems.

Keywords: Damage, Economic threshold, Injury, Integrated pest management, Yield loss

محاسبه سطح زیان اقتصادی شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L. (Hem.: Aphididae) روی کلزا (*Brassica napus* L.) رقم هیدرومل

حسین نوری^{۱*} - مریم فروزان^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۴

چکیده:

افزایش جمعیت شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L.) در مزارع کلزای استان آذربایجان غربی به عوامل مختلفی از جمله خشکسالی‌های اخیر مرتبط است. تعیین و کاربرد سطح زیان اقتصادی (EIL) آفات کلیدی برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه سموم آفت‌کش در زراعت کلزا ضروری است. این تحقیق به منظور محاسبه EIL، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار روی رقم هیدرومل (Hydromel) کلزا در هشت تیمار، طی سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در استان آذربایجان غربی انجام شد. تیمارها به‌منظور دستیابی به سطوح آلودگی طبیعی مختلف جمعیت آفت شته مومی کلم، عبارت بودند از: تیمار ۱ (هفت مرتبه سم‌پاشی طی هفت هفته متوالی از ابتدای ساقه رفتن کلزا، برای اطمینان از عدم حضور آفت)، تیمار ۲ (شش مرتبه سم‌پاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۳ (پنج مرتبه سم‌پاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۴ (چهار مرتبه سم‌پاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۵ (سه مرتبه سم‌پاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۶ (دو مرتبه سم‌پاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۷ (یک مرتبه سم‌پاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا) و تیمار ۸ (حضور کامل آفت، بدون کاربرد آفت‌کش و انجام آب‌پاشی). حشره‌کش ایمیداکلوپراید SC35% به‌میزان دو در هزار در این تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. میانگین تعداد شته در ۱۰ سانتی‌متر طولی ساقه گل‌دهنده، عملکرد کلزا و وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن گروه‌بندی و رابطه بین میانگین تعداد شته و عملکرد در مترمربع مزرعه محاسبه شد. وزن هزار دانه در مترمربع کلزا و میزان خسارت به‌ازای هر شته نیز محاسبه گردید. نتایج نشان داد که میانگین سطح زیان اقتصادی (EIL) شته مومی در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ در استان آذربایجان غربی روی رقم هیدرومل ۱۹/۴ و ۲۵/۲ شته به‌ازای هر سانتی‌متر ساقه گل‌دهنده بود. آستانه اقتصادی (ET) آفت نیز به‌ترتیب ۱۴/۵ و ۱۸/۹ شته به‌ازای ده سانتی‌متر ساقه گل‌دهنده محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: آستانه اقتصادی، خسارت، صدمه، کاهش عملکرد، مدیریت تلفیقی آفات

مقدمه

روغن‌های خوراکی را دارد و به واردات این محصولات وابسته است (Tabrizi et al., 2025).

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. یکی از منابع مهم گیاهی برای تهیه روغن گیاهی محسوب می‌شود که به‌منظور خودکفایی و کاهش واردات روغن خام، کشت آن در سال‌های اخیر مورد توجه دولت و کشاورزان واقع شده است (Mostoufi, 2008; Mousavi-Anzabi, 2017). این گیاه می‌تواند در مناطق مختلف آب‌وهوایی ایران کشت شود. افزایش سطح زیرکشت کلزا در کشور در سال‌های اخیر منجر به افزایش خسارت آفات و بیماری‌ها شده است (Anzabi et al., 2009; Elahii et al., 2018).

شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L.

روغن‌های گیاهی حاصل از گیاهان دانه‌روغنی در صنایع غذایی کاربرد فراوانی دارند (Fadda et al., 2022). ایران مصرف بالایی از

۱- مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

(Email: drhn55@gmail.com)

*- نویسنده مسئول:

<https://doi.org/10.22067/JPP.2026.95905.1257>

که کارایی روش‌های حفاظت از محصول در مدیریت آفات باید با ارزیابی میزان خسارت محصول تخمین زده شود (Oerke & Dehne, 2004). به هر حال، پس از تعیین سطح زیان اقتصادی خسارت، اتخاذ تصمیم برای شروع کنترل به عوامل بیولوژیک، اکولوژیک و شرایط اقتصادی بستگی دارد. چنین اطلاعاتی می‌تواند در رابطه با سیاست‌های اقتصادی و برنامه‌ریزی غذایی بینشی ارائه داده و بر قیمت محصولات کشاورزی تأثیر بگذارد (Ghaderi et al., 2019).

نخستین بار استرن (Stern, 1966) بر تراکم جمعیت آفت به- عنوان یک شاخص برای تعیین زمان کنترل آفت تأکید داشت و پس از آن استون و پدیگو (Stone & Pedigo, 1972) بر اهمیت سطح زیان اقتصادی در برنامه مدیریت تلفیقی آفات برای کاربرد منطقی و مناسب حشره‌کش تأکید کردند. سطح زیان اقتصادی برای بسیاری از آفات محصولات کشاورزی در سراسر جهان محاسبه شده است (Park et al., 2007; Hassani, 2009; Mahmoud, 2014).

مطالعه انجام‌یافته در خوزستان توسط خواجه‌زاده و همکاران (Khajehzadeh et al., 2009) بر تعیین سطح زیان اقتصادی شته خردل *Lipaphis erysimi* Kalt روی رقم هایولای ۴۰۱ متمرکز بود. نتایج این تحقیق نشان داد که EIL شته خردل در منطقه بهبهان طی سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ به‌ترتیب ۷/۵۳ و ۲/۴۹ سانتی‌متر از ساقه گل‌دهنده آلوده به شته در مترمربع بوده است.

ارزیابی سطح زیان اقتصادی شته خردل روی محصول خردل *Brassica juncea* L. در آزمایش‌های مزرعه‌ای صورت‌گرفته در تارای هند در زمستان ۸۷-۱۹۸۶ و ۸۸-۱۹۸۷ به‌ترتیب بیانگر وجود ۳۷-۴۸ و ۶-۴۸ شته در ده سانتی‌متر انتهایی هر ساقه گل‌دهنده بود. افزایش یک روز در معرض قرار گرفتن محصول در برابر شته‌ها، عملکرد دانه در هر گیاه، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در هر گیاه، و تعداد دانه در هر غلاف را به‌طور قابل توجهی کاهش داد (Singh & Sachan, 1997).

همچنین برلاندر و بیکر (Berlandier & Baker, 2007) در کشور استرالیا، آستانه اقتصادی شته مومی کلم روی کلزا را زمانی‌که بیش از ۱۰ درصد گیاهان با بیش از ۲۵ میلی‌متر ساقه آلوده به آفت بود، محاسبه کردند.

در سوئد آستانه اقتصادی و سطح زیان اقتصادی شته نخود *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776) به‌ترتیب ۳-۴ و ۱۳ شته در نوک ساقه نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) بوده و کاهش محصول به‌ازای هر شته ۱۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (Bommarco, 1991).

بررسی سطح زیان اقتصادی و ارزیابی خسارت ناشی از شته مومی کلم روی کلزا در شهر گابورون کشور بوتسوانا نشان داد که جمعیت شته‌ها روی هر گیاه متناسب با افزایش تعداد دفعات سم‌پاشی به‌طور

یکی از آفات مهم گیاهان تیره کلمیان (Hem.:Aphididae) محسوب می‌شود که با تغذیه از شیره گیاهی و انتقال برخی از بیماری‌ها، خسارت فراوانی به گیاهان این خانواده وارد می‌کند (Costello & Altieri, 1995; Abdollahzadeh & Ahmadi, 2025). این آفت در سراسر کشور، به‌ویژه در مناطق خشک که شیوع شدید جمعیت در آن‌ها رایج است، گزارش شده است. در اواخر زمستان و اوایل بهار، جمعیت زیادی از شته‌ها می‌توانند در مزارع کلزا مستقر شده و با تشکیل کلنی و تغذیه از برگ، ساقه و گل‌آذین، به گیاهان آسیب برسانند. این تغذیه باعث ضعف شدید گیاه، پژمردگی، پیچیدگی برگ و کاهش تشکیل غلاف می‌شود که به‌طور قابل توجهی بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد (Seyyedi-Sahebari et al., 2021). با افزایش سطح زیرکشت کلزا و حضور دائمی شته مومی در مزارع، مهار این آفت و جلوگیری از خسارت آن اجتناب‌ناپذیر است (Fourouzan & Noori, 2020)، به‌طوری‌که در آلودگی‌های شدید ممکن است نیاز به حداقل سه بار سم‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی کلزا و پس از آن وجود داشته‌باشد (Keyhanian et al., 2008).

در مدیریت آفات، اعمال روش‌های مهار جمعیت آفت (از جمله استفاده از حشره‌کش‌ها) تنها زمانی از نظر اقتصادی و عملیاتی توجیه‌پذیر است که تراکم جمعیت آفت به سطح مشخص و تعریف‌شده‌ای برسد. تعیین این سطح بحرانی که در آن مداخله کنترل ضروری می‌گردد، مستلزم در نظرگیری عوامل متعدد است. تا زمانی که تراکم جمعیت آفت زیر این آستانه (که به آن آستانه اقتصادی اطلاق می‌شود) باقی بماند، هیچ اقدامی لازم نبوده، اما عبور جمعیت از این حد، اجرای اقدامات کنترلی را الزامی می‌سازد. تعیین این آستانه، به‌میزان تحمل خسارت بستگی دارد. در نظام‌های کشاورزی، با توجه به امکان محاسبه ارزش اقتصادی محصول و هزینه‌های کنترل، می‌توان آستانه اقتصادی را به‌عنوان یک شاخص کمی تعیین نمود. این شاخص به‌عنوان پایه تصمیم‌گیری در مدیریت تلفیقی آفات عمل می‌کند. هدف اصلی از به‌کارگیری آستانه اقتصادی، پیشگیری از افزایش جمعیت آفت تا سطحی است که خسارت ناشی از آن با هزینه‌های لازم برای کنترل برابری کند (Seiter, 2018). به عبارت دیگر، برای تصمیم‌گیری مناسب برای مهار آفت لازم است تا در آغاز، سطحی از تراکم آفت که موجب زیان اقتصادی می‌شود را محاسبه کرد، تا از سم‌پاشی‌های بی‌مورد که موجب هدررفت هزینه و همچنین آلودگی محیط زیست می‌شود، جلوگیری به‌عمل آید (Pedigo, 2004; Onstad, 1987).

همچنین تعیین سطح زیان اقتصادی خسارت، نقش بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای دارد و منجر به افزایش عملکرد می‌شود (Hutchins, 1996). پیشتر پرداختن به این مسئله بسیار مشکل بود، زیرا تعیین جمعیت آفت و تشخیص دقیق زمان آلودگی کار بسیار دشواری بوده و مستلزم صرف زمان و هزینه‌های زیادی است و می‌توان ادعان داشت

از اولین سمپاشی در هر تیمار، شمارش و ثبت شد (Aslam et al., 2005). عملکرد دانه و وزن هزار دانه کلزا در تمامی تیمارها اندازه-گیری گردید. این ارزیابی بلافاصله پس از برداشت کامل محصول از هر کرت آزمایشی انجام پذیرفت. برقراری پیش فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها در نرم افزار SAS ver. 9.1 آنالیز واریانس گردید و با آزمون دانکن گروه-بندی شدند. معادلات رگرسیونی از روابط بین میزان عملکرد محصول (Y) و تعداد شته‌ها به ازای هر گیاه (X) و بین تعداد شته به ازای هر گیاه (X) و درصد کاهش محصول (Y) تعیین شد.

سطح زیان اقتصادی EIL به صورت کمترین تعداد شته به ازای هر ده سانتی متر ساقه گل‌دهنده گیاه که منجر به خسارت اقتصادی می‌شود، با استفاده از معادله ۱ (Pedigo et al., 1986) محاسبه شد.

$$EIL = C/VIDK \quad (1)$$

که در آن، C: هزینه مدیریت آفت در واحد سطح (ریال/هکتار)، V: ارزش بازاری محصول (ریال/کیلوگرم)، I: میزان خسارت به ازای هر شته روی هر گیاه، D: خسارت به ازای هر واحد صدمه و K: ضریب کاهش آسیب ناشی از مبارزه با آفت که در این محاسبه برابر یک در نظر گرفته شد.

از آنجایی که تفکیک صدمه و خسارت در حشرات مکنده مانند شته‌ها سهل نیست، لذا b شیب خط (ضریب زاویه) معرف خسارت به ازای هر حشره در نظر گرفته شد. پس:

$$b = I \times D \quad (\text{Pedigo \& Rice, 2009}) \quad (2)$$

نتایج

مقایسه میانگین تعداد شته به ازای ده سانتی متر ساقه گل‌دهنده، عملکرد در مترمربع و وزن هزار دانه در دفعات مختلف سمپاشی طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در تعداد آفت روی محصول، عملکرد محصول در مترمربع و همچنین وزن هزار دانه در کرت‌های با دفعات مختلف سمپاشی بود. با گذشت زمان و افزایش دفعات سمپاشی، تعداد آفت روی بوته کلزا کاهش معناداری داشته و افزایش معناداری را در عملکرد محصول در مترمربع و وزن هزار دانه نسبت به بقیه تیمارها در هر دو سال موجب گردید. در متغیر عملکرد محصول در مترمربع، تیمار ۱ (هفت مرتبه سمپاشی طی هفت هفته متوالی از ابتدای ساقه رفتن کلزا، برای عدم حضور آفت) و تیمار ۲ (شش مرتبه سمپاشی یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا) در گروه A و تیمار ۸ (حضور کامل آفت، بدون سمپاشی و تنها اسپری آب) در گروه D قرار داشت. براساس نتایج بررسی‌ها در سال اول نمونه‌برداری، میانگین عملکرد در مترمربع و وزن هزار دانه در تیمار یک با هفت

معنی‌دار کاهش یافته و رابطه معکوس و معنی‌داری بین قرار گرفتن در معرض شته و عملکرد کلزا پس از دو هفته مشاهده شد. زمانی که هیچ‌گونه حشره‌کشی به‌کار برده نشد، عملکرد بیش از ۷۰ درصد کاهش یافت (Mosweu et al., 2015).

از آنجایی که سیاست‌های اخیر وزارت جهادکشاورزی برپایه برنامه کاهش مصرف و استفاده بهینه از سموم آفت‌کش می‌باشد، بنابراین لزوم اندازه‌گیری سطحی از تراکم آفت که باعث خسارت اقتصادی می‌شود (EIL) به عنوان ابزار کلیدی در پشتیبانی از سیستم‌های تصمیم‌گیری در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات و برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه سم در اکوسیستم حساس کلزا مشهود می‌باشد. بنابراین تحقیق حاضر در راستای نیل به این هدف صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در شهرستان بوکان استان آذربایجان غربی در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با هشت تیمار و چهار تکرار روی کلزای پاییزه رقم هیدرمیل طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. کل مساحت کشت شده ۲۵۵۰ مترمربع، ابعاد هر کرت آزمایشی ۱۰×۲ متر، فواصل بین کرت‌ها و تکرارها به ترتیب حداقل پنج و ۱۰ متر به صورت کشت شده (به منظور جلوگیری از اثر بادبردگی سم)، هر کرت شامل چهار خط ۱۰ متری که بذرها روی پشته‌ها با فاصله ۶۰ سانتی متر و روی ردیف‌ها با فاصله ۱۰ سانتی متر کاشته شد. مقدار مصرف کود براساس آزمون خاک و تعداد دفعات آبیاری براساس عرف منطقه صورت گرفت.

تیمارها به منظور دستیابی به سطوح آلودگی طبیعی مختلف جمعیت آفت شته مومی کلم، مشتمل بر: تیمار ۱ (هفت مرتبه سمپاشی طی هفت هفته متوالی از ابتدای ساقه رفتن کلزا، برای اطمینان از عدم حضور آفت)، تیمار ۲ (شش مرتبه سمپاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۳ (پنج مرتبه سمپاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۴ (چهار مرتبه سمپاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۵ (سه مرتبه سمپاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۶ (دو مرتبه سمپاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا)، تیمار ۷ (یک مرتبه سمپاشی به فاصله یک هفته پس از ساقه رفتن کلزا) و تیمار ۸ (حضور کامل آفت، بدون کاربرد سم و تنها اسپری آب) بودند. حشره‌کش ایمیداکلوپراید ۳۵٪ SC به میزان دو در هزار در تیمارها استفاده شد (Obopile, 2006).

برای برآورد میزان خسارت، پنج عدد بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب گردید. از هر بوته، طول ۱۰ سانتی متر ساقه گل‌دهنده در نظر گرفته و تعداد شته‌های بالغ و پوره‌ها روی آن‌ها یک روز قبل

داشت (شکل ۱- الف و ب).

برای محاسبه EIL نیاز به محاسبه هزینه مدیریت آفت در واحد سطح (C)، میزان خسارت وارده در واحد سطح (D) و همچنین ارزش واحد محصول می‌باشد. (هزینه مدیریت آفت در واحد سطح مشتمل بر الف- هزینه یک کیلوگرم حشره‌کش ایمیداکلوپراید در هکتار، ب- هزینه اجاره سمپاش ۱۰۰ لیتری در مدت یک روز، ج- هزینه نیروی کارگری برای مدت یک روز، د- هزینه نظارت بر سمپاشی و ارزیابی تأثیر سمپاشی که معادل ۲۵ درصد هزینه‌های مربوط به بندهای الف، ب و ج است)

مرتبه سمپاشی که منجر به عدم حضور آفت شد به‌ترتیب ۳۶۳/۵۴ گرم در مترمربع و ۵/۰۹ گرم بود. میانگین عملکرد و وزن هزار دانه در تیمارهای با دفعات کمتر سمپاشی از ۳۴۶/۱۷ تا ۲۲۹/۰۴ گرم در مترمربع و از ۴/۸۸ تا ۲/۶۳ گرم متغیر بود. در سال دوم نمونه‌برداری، میانگین عملکرد در مترمربع و وزن هزار دانه در تیمار یک به‌ترتیب ۳۵۹/۱۷ گرم در مترمربع و ۵/۹۸ گرم بود. میانگین عملکرد و وزن هزار دانه در تیمارهای با دفعات کمتر سمپاشی از ۳۵۱/۰۵ تا ۲۵۲/۸۲ گرم در مترمربع و از ۵/۶ تا ۳/۰۷ گرم متغیر بود.

نتایج بررسی رابطه بین جمعیت شته و میزان عملکرد کلزا در تیمارهای مختلف در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نشان داد که بین جمعیت شته در هر تیمار با عملکرد محصول هم‌بستگی منفی وجود

جدول ۱- مقایسه میانگین تعداد شته مومی کلم / ساقه، عملکرد دانه در مترمربع و وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف روی کلزای رقم هیدرومیل در استان آذربایجان غربی ۱۳۹۶

Table 1- Comparison of mean number of cabbage aphid counts steam⁻¹, yield m⁻² and 1000 grain weight in different treatments of rapeseed cultivar Hydromel in West Azarbaijan province –2016-2017

Treatments	Number of aphids plant ⁻¹	Yield m ⁻² (g)	1000-grain weight (g)
1	0.00±0.0 ^{e*}	367.8±15.99 ^a	5.09±0.09 ^a
2	35.75±10.77 ^{ef}	340.8±6.22 ^a	4.88±0.2 ^{ab}
3	60.05±7.64 ^{de}	308.4±8.85 ^{ab}	4.58±0.36 ^b
4	124.75±13.9 ^d	285.6±18.47 ^{bc}	3.90±0.21 ^c
5	202.5±17.16 ^c	271.2±11.17 ^{bc}	3.79±0.09 ^c
6	276.0±15.22 ^b	259.8±15.69 ^{dc}	3.44±0.15 ^d
7	353.75±10.78 ^b	253.08±18.83 ^{dc}	2.88±0.09 ^e
8	370.05±17.88 ^a	205.2±18.61 ^d	2.63±0.09 ^e

* در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

* Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P<0.05)

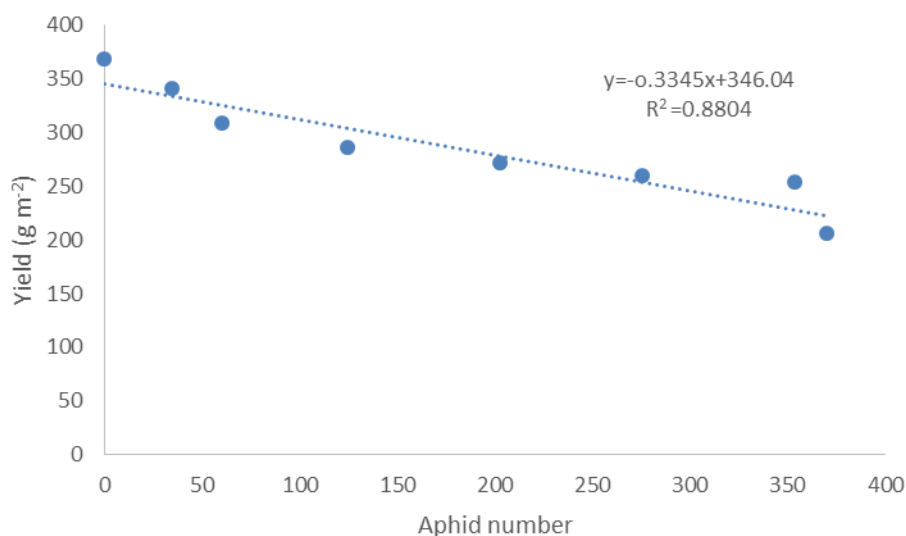
جدول ۲- مقایسه میانگین تعداد شته مومی کلم / ساقه، عملکرد دانه در مترمربع و وزن هزار دانه در تیمارهای مختلف در کلزای رقم هیدرومیل در استان آذربایجان غربی ۱۳۹۷

Table 2- Comparison of mean number of cabbage aphid counts 10 centimeters⁻¹ of flowering stem, yield m⁻² and 1000 grain weight in different treatments of rapeseed cultivar Hydromel in West Azarbaijan province - 2017-2018

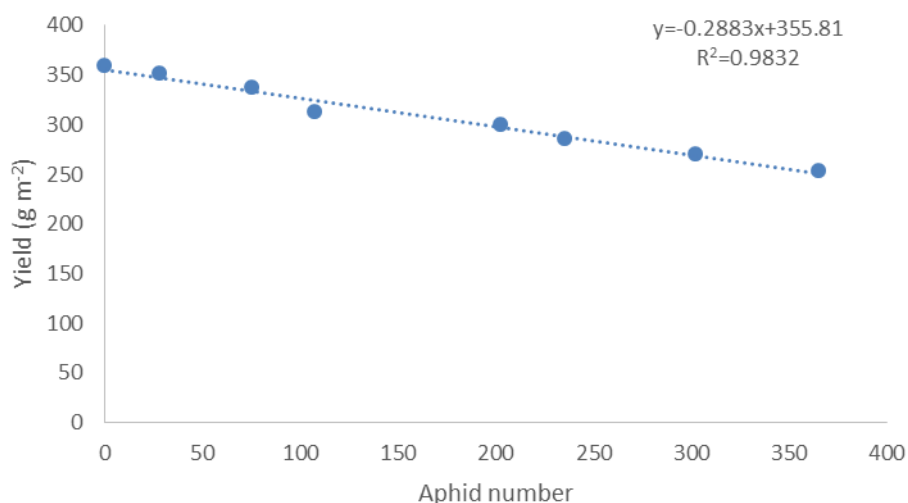
Treatments	Number of aphids plant ⁻¹	Yield m ⁻² (g)	1000-grain weight (g)
1	0.00±0.0 ^{e*}	358.8±17.61 ^a	5.98±0.09 ^a
2	28.0 ±7.90 ^{de}	351.0±15.22 ^a	5.6±0.11 ^a
3	75.5±10.22 ^{cd}	336.6±11.25 ^{ab}	5.03±0.22 ^b
4	107.75±15.11 ^c	313.26±15.47 ^{ab}	4.31±0.08 ^c
5	202.25±27.16 ^d	299.44±19.14 ^{ab}	4.19±0.1 ^c
6	235.5±23.79 ^b	285.6±11.65 ^{ab}	4.14±0.18 ^d
7	302.5±17.45 ^a	270.10±18.25 ^{ab}	3.3±0.22 ^{de}
8	365.25±20.35 ^a	252.82±16.8 ^b	3.07±0.03 ^e

* در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

* Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P<0.05)



الف



ب

شکل ۱- رابطه رگرسیونی بین تعداد شته مومی کلم/ ساقه و عملکرد کلزای رقم هیدرومیل در استان آذربایجان غربی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷
Figure 1- Regression relationship between cabbage aphid counts / plant and seed yield (g m^{-2}) on rapeseed (cv. Hydromel) in West Azerbaijan province in 2016-2017

۱۳۹۷: ۳۴۳۹۸۰ ریال

I: میزان خسارت به ازای هر شته روی هر گیاه

D: خسارت به ازای هر واحد صدمه، $b=I \times D$ شیب خط رگرسیون

K: ضریب کاهش آسیب ناشی از مبارزه با آفت که در این

محاسبه برابر ۱ در نظر گرفته شد (Latifian & Zandi Sohani, 2019; Amozegar et al., 2016)

در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در استان آذربایجان غربی، سطح

زیان اقتصادی شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L. روی

کلزا برآورد شد و نتایج در جداول ۳ و ۴ آمده است.

قیمت آفت کش در سال ۱۳۹۶: ۷۴۰۰۰۰ ریال، قیمت سم در

سال ۱۳۹۷: ۱۰۰۰۰۰۰ ریال

هزینه سم پاشی (شامل کارگر و سم پاش) ۱۵۰۰۰۰۰۰ ریال برای

سال ۱۳۹۶ و ۲۰۰۰۰۰۰ ریال در روز برای سال ۱۳۹۷

C برای سال ۱۳۹۶ = ۷۴۰۰۰۰ + ۱۵۰۰۰۰۰ + ۵۶۰۰۰۰ = ۲۸۰۰۰۰۰ ریال

C برای سال ۱۳۹۷ = ۱۰۰۰۰۰۰ + ۲۰۰۰۰۰۰ + ۷۵۰۰۰۰ = ۳۷۵۰۰۰۰ ریال

V: ارزش بازاری محصول (کیلوگرم)

قیمت کلزا در سال ۱۳۹۶: ۲۸۶۶۵۰ ریال، قیمت کلزا در سال

جدول ۳- سطح زیان اقتصادی شته مومی کلم در محصول کلزا رقم هیدرومیل در استان آذربایجان غربی ۱۳۹۶

Table 3- The economic injury level (EIL) of cabbage aphid on rapeseed (cv. Hydermel) in West Azarbaijan 2016-2017

Treatment	Average number of cabbage aphids per 10 cm of canola stem	Average plant yield (g plant ⁻¹)	Damage percentage	EIL (Average number of cabbage aphids cm ⁻¹ of flowering stem)
1	0	6.13	0	
2	35	5.68	7.34	
3	60.5	5.14	16.15	
4	124.75	4.76	22.35	
5	202.5	4.52	26.26	
6	276	4.33	29.36	
7	353.75	4.23	31.0	
8	370.5	3.42	42.95	
				19.38

جدول ۴- سطح زیان اقتصادی شته مومی کلم در محصول کلزا رقم هیدرومیل در استان آذربایجان غربی ۱۳۹۷

Table 4- The economic injury level (EIL) of cabbage aphid on rapeseed (cv. Hydermel) in West Azarbaijan 2017-2018

Treatment	Average number of cabbage aphids per 10 cm of canola stem	Average plant yield (g plant ⁻¹)	Damage percentage	EIL (Average number of cabbage aphids cm ⁻¹ of flowering stem)
1	0	5.98	0	
2	28	5.85	2.17	
3	75.5	5.61	6.18	
4	107.75	5.22	12.70	
5	202.25	4.99	16.55	
6	235.5	4.76	20.40	
7	302.5	4.50	24.74	
8	365.25	4.21	29.59	
				25.23

آفت (Picanco Filho *et al.*, 2024)، ارزش بازاری محصول (Vayssières *et al.*, 2009)، پتانسیل خسارت‌زای شته طی دو سال مربوط می‌شود. درحالی‌که نتایج تحقیق خواجه زاده و حسنی مقدم (Khajehzadeh *et al.*, 2009) EIL شته خردل در منطقه بهبهان، ۷/۵۳ و ۲/۴۹ سانتی‌متر از ساقه گل‌دهنده آلوده در مترمربع به شته به‌ترتیب طی سال‌های زراعی ۱۳۸۳-۸۴ و ۱۳۸۴-۸۵ بود. نوسان EIL می‌تواند ناشی از چندین عامل شامل نوع و گونه آفت، اقلیم، نوع محصول و رقم استفاده‌شده، مرحله رشدی، عملیات به‌زراعی شامل کاشت و داشت (تاریخ کشت) به‌ویژه ارزش بازاری محصول و هزینه مدیریت باشد (Picanço Filho *et al.*, 2024).

بررسی‌های انجام‌شده توسط محققان نشان داد که ارتباط معناداری بین طول شاخه‌های گل‌دهنده کلزا که توسط شته‌های کلم کلنی شده‌اند و شاخص‌هایی نظیر عملکرد، میزان روغن و وزن دانه وجود دارد. این رابطه برای عملکرد کلزا (کیلوگرم بر هکتار) به‌صورت تابع خطی زیر بیان می‌شود: $-125.87X + 1055.8$ = تابع عملکرد کلزا (کیلوگرم بر هکتار) و $R^2 = 0.5778$ ، به‌نحوی که X طول شاخه گل‌دهنده کلزا با پوشش کلنی شته (سانتی‌متر) باشد (Harries *et*

سطح زیان اقتصادی در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۷ به‌ترتیب برابر ۱۹/۳۸ و ۲۵/۲۳ شته به‌ازای هر سانتی‌متر ساقه گل‌دهنده بود. با توجه به اینکه هدف از کنترل شیمیایی، جلوگیری از رسیدن تراکم آفت به این حد می‌باشد.

پس از محاسبه EIL، آستانه اقتصادی به صورت درصدی از آن تعیین می‌شود.

$$EIL = ET \times \text{ضریب اطمینان} \quad (۲)$$

ضریب اطمینان در منطقه مورد تحقیق و با امکانات موجود ۷۵ درصد تعیین شد. آستانه اقتصادی (ET) آفت در آذربایجان غربی طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷، به‌ترتیب ۱۴/۵ و ۱۸/۹ شته به‌ازای هر سانتی‌متر ساقه گل‌دهنده محاسبه گردید.

بحث

سطح زیان اقتصادی EIL شته مومی در استان آذربایجان غربی، ۱۹/۳۸ شته به‌ازای هر سانتی‌متر ساقه گل‌دهنده در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ و معادل ۲۵/۲۳ شته در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ بود. تفاوت سطح زیان اقتصادی طی دو سال بررسی به هزینه‌های مهار

۳۶/۴ شته در ۳۰ سانتی متر جوانه انتهایی هر بوته محاسبه شد که با توجه به مرحله رشدی متفاوت کلزا در این تحقیق در مقایسه با تحقیق حاضر که میزان EIL براساس سانتی متر ساقه گل‌دهنده می‌باشد نمی‌توان مقایسه‌ای انجام داد.

در بررسی انجام‌یافته توسط والی و همکاران (Whaley et al., 2018)، آستانه اقتصادی شته مومی کلم روی کلزا در مرحله روزت پنج شته روی هر برگ بود. از آنجایی که گیاهان در مراحل مختلف رشدی، توانایی‌های متفاوتی برای جبران خسارت ناشی از آفات دارند و نیز برخی مراحل رشدی، مانند مرحله ساقه رفتن یا گلدهی، ممکن است به دلیل تأثیر مستقیم بر عملکرد نهایی، به خسارت آفت حساسیت بیشتری داشته باشند (Ragab et al., 2025)، بنابراین نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق حاضر قابل مقایسه نیست.

نتایج تحقیقات خان و همکاران (Khan et al., 2015) حاکی از این است که کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های کلزا با آلودگی ۵، ۱۰ و ۱۵ شته به‌ازای هر گیاه در مرحله شروع جوانه‌زنی در پاییز از ۱۱/۰۸-۷۵/۸۸ درصد متفاوت است. لذا جهت اجتناب از کاهش عملکرد ناشی از آلودگی به شته زمانی که تراکم جمعیت به پنج شته به‌ازای هر گیاه در مرحله شروع جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا برسد باید اقدامات کنترل به کار گرفته شود. مرحله شروع جوانه‌زنی Budding initiation به‌عنوان یک مرحله کلیدی برای اعمال اقدامات کنترلی علیه شته‌ها در کلزا ذکر شده است (Dhillon et al., 2018).

به‌طو کلی، EIL یک شاخص پویا و دینامیک است که وابسته به برخی عوامل است. در یک منطقه جغرافیایی، سطح زیان اقتصادی با تغییر در ارزش بازاری محصول، هزینه‌های مهار آفت، و محیط اطراف گیاه و آفت تغییر می‌کند (لذا توصیه می‌شود که برای به‌کارگیری مقادیر مطمئن EIL و ET در IPM آفات کلیدی، حتی‌الامکان پژوهش‌های سطوح اقتصادی در مناطق شاخص از اقلیم‌های مختلف کشور و روی ارقام پرمصرف، طراحی و اجرا شود).

(al., 2019). در تحقیق حاضر نیز رابطه مستقیم و معنی‌دار بین تراکم‌های مختلف شته مومی در تیمارهای مختلف، با کاهش عملکرد محصول کلزا احراز شد. به‌طوری که در سال ۱۳۹۷ در آذربایجان غربی، رابطه رگرسیونی بین جمعیت شته (y) و عملکرد دانه کلزا (x) با معادله خطی $y=0.2688x+352.88$ تعریف شد که در این معادله $R^2=0.8533$ و $b=0.2688$ بود.

به‌منظور جلوگیری از خسارت اقتصادی شته مومی، باید آستانه اقتصادی آن را تعیین کرد و چون میزان ET حدود ۷۵ درصد میزان EIL است (Pedigo, 2013; Shiberu & Getu, 2018)، بنابراین آستانه اقتصادی ET آفت در استان‌های فارس، مرکزی، آذربایجان غربی و اصفهان طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۵-۱۳۹۶ مقدار $7/62 - 2/16$ شته به‌ازای ۱۰ سانتی متر ساقه گل‌دهنده محاسبه گردید (Noori et al., 2024).

در مطالعه خواجه زاده و همکاران (Khajehzadeh et al., 2009) سطح زیان اقتصادی شته خردل روی رقم هایولای ۴۰۱، به-ترتیب ۴۲/۶۷ و ۱۴/۱۴ شته در هر بوته طی سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳ و ۸۵-۱۳۸۴ بود. به‌علاوه سطح زیان اقتصادی شته خردل روی محصول خردل در آزمایش‌های مزرعه‌ای صورت‌گرفته در تارای هند در سال‌های ۸۷-۱۹۸۶ و ۸۸-۱۹۸۷ به‌ترتیب از ۳۷-۴ و ۴۸-۶ شته در ده سانتی متر انتهایی هر ساقه گل‌دهنده متغیر بود (Singh & Sachan, 1997). این یافته با نتایج تحقیق حاضر متفاوت است و از دلایل این تفاوت علاوه بر نوع آفت و نوع محصول متفاوت نسبت به آفت و محصول مورد مطالعه در تحقیق حاضر، باید ادعان داشت که سطح زیان اقتصادی یک مقدار پویا بوده و با نوع محصول، قیمت محصول و هزینه مبارزه شیمیایی و شرایط اقلیمی مختلف تغییر می-نماید.

در مطالعه پراساد و فادک (Prasad & Phadke, 1982)، سطح زیان اقتصادی در محصولات ۷۰ تا ۱۱۰ روزه کلزا، به‌ترتیب ۴/۸ تا

References

- Abdollahzadeh Zarandi, A., & Ahmadi, K. (2025). Comparing the effects of mineral compounds, plant extracts and chemical pesticides on population control of different life stages of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) in urban green space. *Iranian Plant Protection Research*, 38(4), 341-350. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jpp.2024.88182.1190>
- Amozegar, A. R., Damavandian, M. R., & Amiri Besheli, B. (2016). Determination of economic injury level of the citrus cushion, *Pulvinaria aurantii* (Hem.: Coccidae) in conventional citrus orchards. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 47(2), 313-323.
- Anzabi, S. H. M., Ghanbalani, G. N., Eivazi, A., Shojaei, M., & Ranji, H. (2009). Evaluation of resistance of canola genotypes to cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 11, 55-66. <http://www.agrobreed.ir>
- Aslam, M., Razaq, M., & Shahzad, A. (2005). Comparison of different canola (*Brassica napus* L.) varieties for resistance against cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 7, 781-782.
- Berlandier, F. A., & Baker, G. J. (2007). Winter oilseeds. In: *Pests of Field Crops and Pastures: Identification and Control*. P T Bailey (ed.). pp. 135-154. CSIRO Publishing: Melbourne.

- Bommarco, R. (1991). Action level threshold and economic injury level for the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), on field peas, *Pisum sativum*. *Växtskyddsnotiser*, 55(4), 114-119.
- Costello, M. J., & Altieri, M. A. (1995). Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)00535-M](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)00535-M) 52(2-3), 187-196. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)00535-M](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)00535-M)
- Dhillon, M. K., Singh, N., Tanwar, A. K., Yadava, D. K., & Vasudeva, S. (2018). Standardization of screening techniques for resistance to *Lipaphis erysimi* (Kalt.) in rapeseed-mustard under field conditions. *Indian Journal of Experimental Biology*, 56(1), 674-685.
- Elahii, A., Shirvani, A., & Rashki, M. (2018). Effect of different genotypes of oilseed rape on fitness of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Animal Research* (Iranian Journal of Biology), 31(1), 97-108. <https://www.sid.ir/paper/248719/en>
- Fadda, A., Sanna, D., Sakar, E. H., Gharby, S., Mulas, M., Medda, S., Yesilcubuk, N. S., Karaca, A. C., Gozukirmizi, C. K., Lucarini, M., Lombardi-Boccia, G., V. Z., & Durazzo, A. (2022). Innovative and sustainable technologies to enhance the oxidative stability of vegetable oils. *Sustainability*, 14(2), 849. <https://doi.org/10.3390/su14020849>
- Fourouzan, M., Nouri, H., (2020). Control of Important Rapeseed Pests. Publication of Agricultural Education, Ministry of Jahade-Keshavarzi, 10 p. (In Persian).
- Ghaderi, S., Fathipour, Y., Asgari, S., & Reddy, G. V. P. (2019). Economic injury level and crop loss assessment for *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. *Journal Applied Entomology*, 143(5), 493-507. <https://doi.org/10.1111/jen.12628>
- Harries, M., Seymour, M., & Micic, S. (2019). Canola yield loss to aphids. Geraldton 2015 Trial Report. <https://www.agric.wa.gov.au/canola/canola-yield-loss-aphids-geraldton-2015-trial-report>
- Hutchins, S. H. (1996). Economic thresholds for insect management. In L. G. Higley & L. P. Pedigo (Eds) *Economic Thresholds for Integrated Pest Management*. Lincoln, University of Nebraska Press. pp. 275-290.
- Hassani, M. R. (2009). Bioecology and economic injury level of *Agonoscaena pistaciae* (Hem.: Psyllidae) in Rafsanjan region of Iran. PhD Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
- Keyhanian, M., Khajehzadeh, Y., Khanizad, A., & Tagadossi, M. V. (2008). The effect of planting date and varieties of canola on yield and population of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. Proceeding of the 18th Iranian Plant Productions Congress, Hamadan, Iran.
- Khan, I. A., Ahmad, M., Akbar, R., Hussain, S., Saeed, M., Farid, A. & Ud Din, M. M. (2015). A study on Losses due to *Brevicoryne brassicae* in different Brassica genotypes under screen house conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(6), 16-19.
- Khajehzadeh, Y., Hasany Moghadam, M., Bagheri, S., & Keyhanian, A. (2009). Determination of economic injury level of *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) on canola var. Hayola 401 in Khuzestan. *Journal of Entomological Society of Iran*, 29, 23-36
- Latifian, M., & Zandi Sohani, N. (2019). Determination of the economic injury level of rhinoceros beetles *Oryctes* spp. in date palm plantation of Khuzestan province. *Applied Plant Protection*, 7(2), 85-97.
- Mahmoud, M. F. (2014). New indices for measuring some quality control parameters of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.). *Arthropods*, 3, 88-95.
- Mostoufi S. (2008). Overview of Oilseeds and Their Products Marketing. Institute of Planning Researches and Agricultural Economic. 52 pp. (In Persian with English abstract)
- Mousavi-Anzabi S. H. (2017). The resistance of four canola genotypes to the cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* (L.)). *Journal of Plant Protection*, 31(2), 191-198.
- Mosweu, R., Obopile, M., & Tshegofatso, A. (2015). Economic injury level and yield loss assessment caused by cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) on rape (*Brassica napus*). *Journal of Entomological Research*, 39(2), 101. <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2015.00002.x>
- Noori, H., Forouzan, M., Rastegari, N., Yousefi, M., & Karimzadeh, J. (2024). Loss assesment of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* L. on canola varieties. *Applied Entomology and Phytopathology*, 91(2), 185-195.
- Obopile M. (2006). Economic threshold and injury levels for control of cowpea aphid, *Aphis crassivora* Linnaeus (Homoptera: Aphididae), on cowpea. *African Plant Protection*, 12, 111-115.
- Oerke, E. C., & Dehne, H. W. (2004). Safe guarding production losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*, 23, 275-285. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.10.001>
- Onstad, D. W. (1987). Calculation of economic-injury levels and economic thresholds for pest management. *Journal of Economic Entomology*, 80(2), 297-303. <https://doi.org/10.1093/jee/80.2.297>
- Park, H. H., Lee, J. H., & Uhm, K. B. (2007). Economic thresholds of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) for unripe red pepper in greenhouse. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 10, 45-53. [https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60330-1](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60330-1)
- Pedigo, L. P., Hutchins, S., & Higley, L. G. (1986). Economic injury levels in theory and practice. *Annual Review of Entomology* 31, 341-368. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.31.010186.002013>

- Pedigo, L. P. (2004). *Entomology and Pest Management*. (4th Ed). Prentice-Hall Inc., Iowa state University, Iowa, USA
- Pedigo, L. P., & Rice, M. E. (2009). *Entomology and Pest Management*. 6th Edition. Pearson Prentice Hall.
- Pedigo, L. P. (2013). Economic Thresholds and Economic Injury Levels. In: E. B. Radcliffe, W. D. Hutchison & R. E. Cancelado [eds.], *Radcliffe's IPM World Textbook*, URL: <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, MN
- Picanço Filho, M. C., Lima, E., Carmo, D. D. G. D., Pallini, A., Walerius, A. H., da Silva, R. S. & Picanço, M. C. (2024). Economic injury levels and economic thresholds for *Leucoptera coffeella* as a function of insecticide application technology in organic and conventional coffee (*Coffea arabica*), farms. *Plants*, 13(5), 585. <https://doi.org/10.3390/plants13050585>
- Prasad, S. K., & Phadke, K. G. (1982). Yield infestation relationship and economic injury level of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. infesting rapeseed crop. *Journal of Entomological Research*, 6(2), 117-122.
- Ragab, M. E., Ghanim, A. A. A., Rashed, A. A., Mohamed, H. A. S., & Al-Tamimy, A. B. (2025). Estimating Economic Thresholds and Economic Injury Levels for *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Sitobion avenae* Fab. Infesting Wheat Plants in Najaf Government, Iraq. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 16(9), 463-468.
- Seiter, N. (2018). Integrated Pest Management: What are economic thresholds, and How are they developed. <https://econpape.rs.repec.org/RePEc:ags:illufd:284360>
- Seyyedi-Sahebari, F., Shirazi, J., Mohajer, A., & Taghizadeh, M. (2021). Control of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* on oilseed rape using none chemical products in East Azerbaijan province. *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 10, 63-69. (in Persian). <https://doi.org/10.22034/arpp.2021.12907> .
- Shiberu, T., & Getu, E. (2018). Determination of the economic threshold level of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant under glasshouse conditions. *Journal of Horticulture and Forestry*, 10(2), 9-16. <https://doi.org/10.5897/JHF2018.0522>
- Singh, C. P., & Sachan, G. C. (1997). Economic injury levels and economics of control of the mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) on mustard in Tarai, India. *International Journal of Tropical Insect Science*, 17(3-4), 293-296. <https://doi.org/10.1017/s1742758400019093>
- Stern, V. M. (1966). Significance of the economic threshold in integrated pest control. *Proceedings of the FAO Symposium on the Integrated Pest Control*, Rome, p. 41-56.
- Stone, J. D., & Pedigo, L. P. (1972). Development and economic injury level of the green clover worm on soybean in Iowa. *Journal of Economic Entomology*, 65(1), 197-201. <https://doi.org/10.1093/jee/65.1.197>
- Tabrizi, H. Z., Pirzad, A., & Samadzadeh, F. (2025). Optimizing Planting Arrangement and Density for Enhanced Oil Yield and Fatty Acid Composition in a Non-Shattering Sesame Cultivar. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 15(1), 91-102. <https://doi.org/10.53518/mjavl.1652581>
- Vayssières, J. F., Korie, S., Coulibaly, O., Van Melle, C., Temple, L., & Arinloye, D. (2009). The mango tree in central and northern Benin: damage caused by fruit flies (Diptera Tephritidae) and computation of economic injury level. *Fruits*, 64(4), 207-220. <https://doi.org/10.1051/fruits/2009016>
- Whaley, D., Crowder, D., & Esser, A. (2018). Identifying and Managing Insect Pests of Canola. Washington State University Extension. <http://css.wsu.edu/oilseeds>